

# COMUNE DI PERUGIA

## PROVINCIA DI PERUGIA

### RISANAMENTO CONSERVATIVO E ADEGUAMENTO FUNZIONALE SCUOLA PRIMARIA E DELL'INFANZIA E. PESTALOZZI

## PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

#### ATI DI PROGETTAZIONE:

##### MANDATARIA



##### MANDANTI

**EUTECNE** s.r.l.  
architettura | ingegneria

**TECHIN** s.r.l.



##### COMMITTENTE:



COMUNE DI PERUGIA

Dott. Ing. Ivana MORETTI  
Dott. Ing. Monia BENINCASA

#### GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Geom. Stefano ADRIANI	Dott. Ing. Federico FRAPPI	
Dott. Ing. Marco ADRIANI	Dott. Ing. Francesco ARDINO	
Dott. Arch. Pierpaolo PAPI	Dott. Ing. Noemi BRIGANTI	Dott. Ing. Gianluca ESPOSITO
Dott. Ing. Vincenzo PUJIA	Dott. Ing. Luca DELL'AVERSANO	Dott. Ing. Paolo BINDI
Dott. Geol. Raspa ROBERTO	Dott. Ing. Fabio PENNAZZI	Dott. Ing. Dario BANDI

TITOLO **RELAZIONE GENERALE**

CODICE PROGETTISTA

ELAB.

**GR1B**

CODICE COMMESSA **C21EA\_GR1B**

REV.

-

SCALA

--

REV.N	DATA	MOTIVO DELLA EMISSIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
A	SET 2018	PROGETTO ESECUTIVO	N.BRIGANTI	F.ARDINO	F.FRAPPI
B	GEN 2019	INTEGRAZIONE PROGETTO ESECUTIVO	N.BRIGANTI	F.ARDINO	F.FRAPPI

**RISANAMENTO CONSERVATIVO E  
ADEGUAMENTO FUNZIONALE SCUOLA  
PRIMARIA E DELL'INFANZIA E.  
PESTALOZZI**

**COMUNE DI PERUGIA**

**RELAZIONE GENERALE**

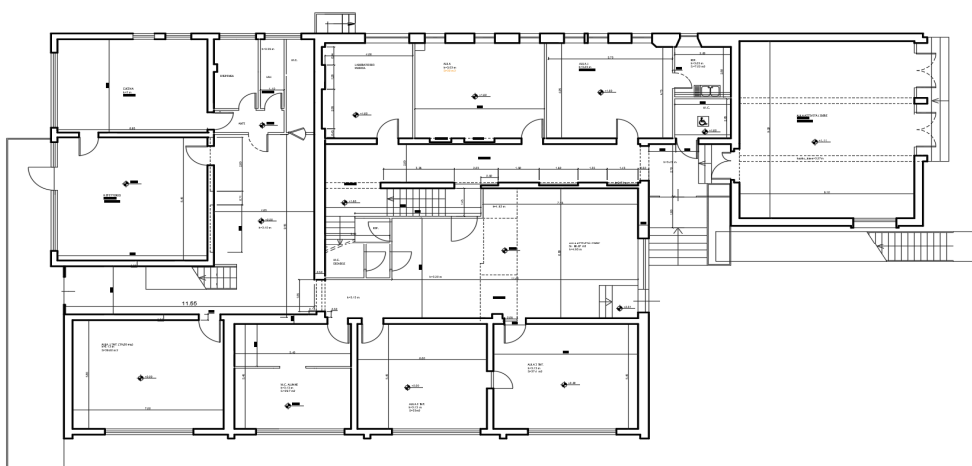


## Introduzione

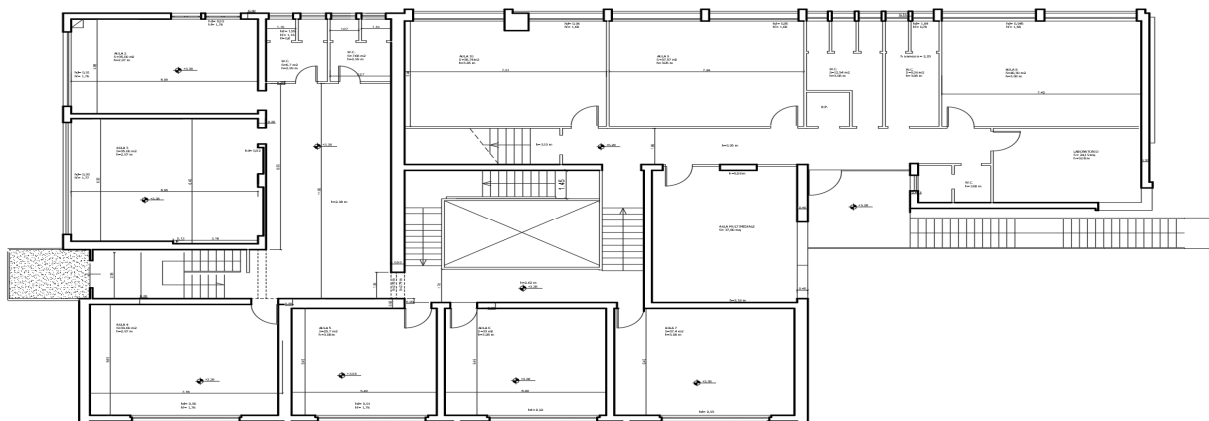
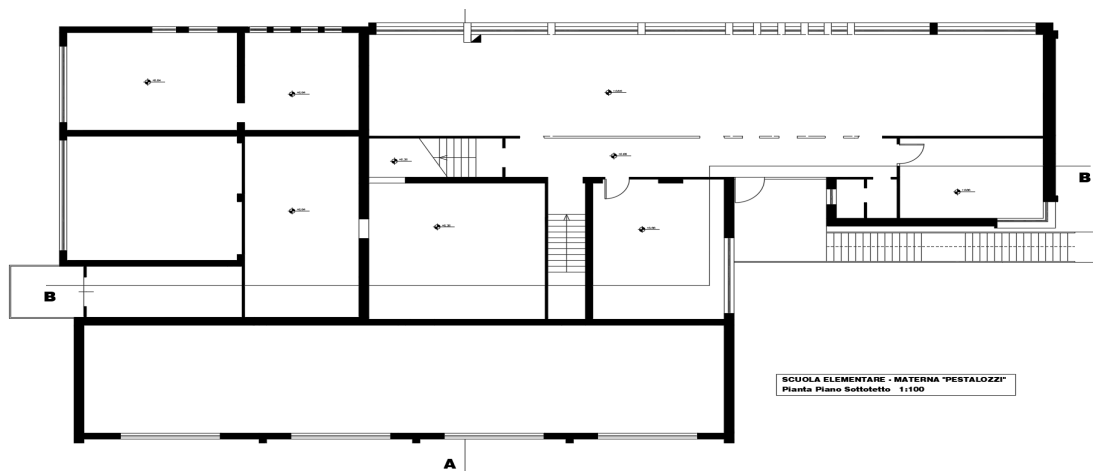
L'edificio in oggetto, utilizzato attualmente come scuola materna ed elementare, è presumibilmente risalente agli anni 60 nel suo nucleo originario. Infatti il fabbricato è stato oggetto di un consistente intervento di ampliamento con sovra-elevazione ultimato a metà degli anni '70 (1975) che ha contemplato anche l'edificazione di una palestra al piano terra. Nulla si è viceversa rinvenuto in merito ad un primo intervento di ampliamento i cui segni appaiono molto evidenti.

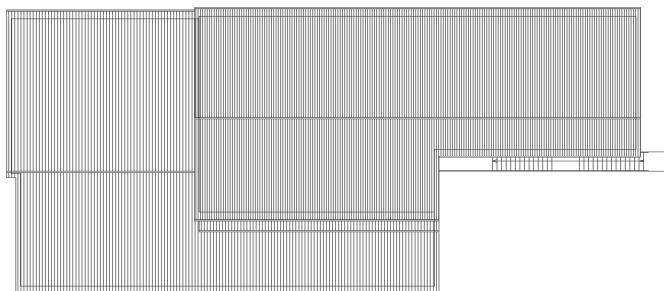
L'immobile risulta inscrivibile all'interno di un rettangolo di lati rispettivamente pari a 40,80m e 21,10m. In alzato l'edificio si sviluppa principalmente su due livelli. E' presente anche un sottotetto, generalmente non abitabile; solo una stanza (denominata aula di lavoro), è accessibile attraverso una scala che la collega al piano sottostante. Si osserva che i livelli dell'edificio risultano ai vari piani sfalsati ed amplificano le differenze fra le quote di campagna a valle e a monte del fabbricato.

Si riportano di seguito alcuni stralci degli elaborati grafici di rilievo:

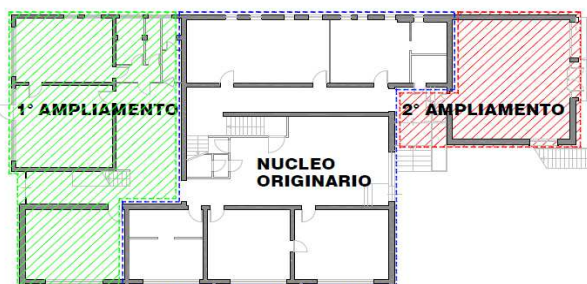


*Stato attuale - Piano terra*

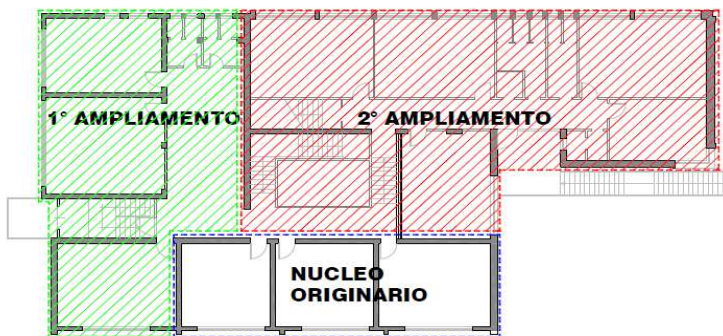
*Stato attuale - piano primo**Stato attuale - piano sottotetto*



*Pianta delle coperture*



*Fasi realizzative: Piano terra*



*Fasi realizzative: Piano primo*

Tutte le specifiche geometriche dell'opera sono illustrate in dettaglio negli elaborati grafici di progetto. Le murature sono realizzate in parte in mattoni pieni e in parte in pietra a conci sbazzata assimilabile a pietra tenera disordinata.

Gli orizzontamenti presentano una miscellanea di tipologie costruttive frutto delle vicende evolutive della fabbrica.

Il primo orizzontamento è realizzato con:

- A) solai tipo SAP
- B) solai in latero-cemento a travetti gettati in opera;
- C) travi in acciaio e interposti tavelloni.

Il secondo orizzontamento è realizzato con:

- A) solai in latero-cemento a travetti prefabbricati in cemento precompressi;
- B) solai tipo Sap con interposti tavelloni (per controsoffitti pesanti – sottotetti non accessibili);
- C) solai in travi Varesi ed interposti tavelloni (per controsoffitti pesanti – sottotetti non abitabili).

La copertura è costituita da:

- A) solai in latero-cemento a travetti prefabbricati;
- B) solai tipo sap a travetti accostati;
- C) solai in travi varesi ed interposti tavelloni.

Le fondazioni presentano travi in c.a.

In generale la struttura presenta carenze strutturali connesse con le vicende costruttive ed evolutive della fabbrica.

Benché il fabbricato mostri un'apparente semplicità costruttiva, architettonica e formale, la ricostruzione storiografica del fabbricato ha evidenziato un percorso articolato, costituito da almeno due interventi di ampliamento. Come già precisato, è stato possibile reperire la documentazione inerente solo gli ultimi lavori, e nemmeno in tale caso in forma integrale.

Le vulnerabilità specifiche riscontrate riguardano principalmente:

- A. le modalità di esecuzione dei singoli elementi costruttivi, posati in opera in fasi successive, spesso non curando gli ammorsamenti con le strutture esistenti;
- B. una disomogeneità diffusa nell'impiego di materiali e tecniche costruttive, presumibilmente dettate dalla prassi costruttiva propria degli anni in cui sono stati eseguiti gli interventi di ampliamento;
- C. la presenza di controsoffitti pesanti (in laterizio armato tipo Sap o in travetti Varese con interposti tavelloni);
- D. lo sfalsamento degli orizzontamenti ad ogni livello;
- E. la presenza di un quadro fessurativo.



## Indagini sulle strutture

Sono state eseguite specifiche indagini sulle strutture portanti per definire la geometria, i dettagli costruttivi e le proprietà dei materiali. Le indagini in campo sono state effettuate i giorni 23 e 24 Agosto.

Nella tabella seguente si riportano le indagini eseguite:

<i><b>Tipologia di indagine</b></i>	<i><b>Quantità</b></i>
Prova con martinetti piatti singoli e doppi ( <i>Determinazione del carico di esercizio e di rottura</i> )	4
Saggio visivo su muratura	12
Saggio conoscitivo su solaio.	8
Prova magnetoscopica mezzo Ferroskan	6
Carotaggio e prova a compressione	2
Prove di durezza su barra di armatura. ( <i>Mediante Metodo Brinell</i> ).	2
Prove Sonreb	9

## **Interventi di Progetto**

Gli interventi di seguito illustrati sono finalizzati a 3 obiettivi principali:

- a) Risanamento e ripristino di particolari condizioni di degrado
- b) Eliminazione/mitigazione di criticità locali
- c) Miglioramento sismico della struttura

### ***Ripristino delle strutture murarie***

#### **Risanamento delle murature degradate**

L'intervento è rivolto ai maschi murari di entrambi i livelli della struttura particolarmente degradati, ed è finalizzato alla ricostituzione paramento murario ben definito e riducendo i vuoti interstiziali:

Rigenerazione dei giunti di malta di muratura in pietrame a facciavista.

#### **Demolizione e rifacimento di paramenti murari**

Le nuove muratura saranno costituite in muratura in mattoni pieni a 2 o 3 teste.

#### **Chiusura di nicchie mediante tecnica di cuci-scuci**

### ***Inserimento di nuovi maschi murari***

L'intervento consiste nell'inserimento di 2 nuovi allineamenti sismo-resistenti in direzione trasversale definiti da pareti in muratura con mattoni pieni di spessore 40 cm. Le nuove pareti sono collegate alla muratura ortogonale esistente mediante ammorsamento adeguato.

### ***Inserimento architravi metallici***

È previsto l'inserimento di architravature metalliche in corrispondenza delle aperture avente luce significativa.

### ***Cuciture mediante perfori armati***

L'intervento riguarda gli allineamenti ritenuti non efficacemente ammorsati, esso consiste nella cucitura delle angolate e dei martelli tra le murature mediante risvolti di intonaco armato.

***Intonaco armato***

L'intervento consiste nell'applicazione di uno strato di intonaco armato (interno/esterno) di spessore pari almeno a 30 mm su tutti i maschi murari appartenenti alla tipologia muraria più scadente di pietra tenera disordinata.

***Connessione delle murature in sommità mediante controventamento***

In corrispondenza degli impalcati di sottotetto viene realizzato un sistema di controventamenti in acciaio che determina il funzionamento a diaframma degli orizzontamenti e contribuiscono ad eliminare la potenziale espulsione verso l'esterno delle pareti murarie.

***Rinforzo dei solai***

E' previsto il rinforzo di tutti i solai del livello 1 ovvero alle quote +3,38 e +5,28. Essendo i solai riscontrati di tipologie differenti, si opererà con tecniche differenti al fine di garantire la medesima efficacia.

***Irrigidimento impalcato livello 1***

In associazione all'intervento sui solai, al fine di irrigidire per intero l'impalcato di livello 1, i campi di solaio verranno dotati di cordolo di irrigidimento di metallo.

***Giunto sismico palestra e nuove strutture***

In corrispondenza del blocco palestra è da prevedersi un giunto sismico mediante taglio delle strutture con franco minimo orizzontale 100 mm.

E' dunque previsto un nuovo muro in mattoni pieni in prossimità del giunto a sostegno delle travi del portale zoppo della palestra. Le fondazioni esistenti della palestra verranno rinforzate mediante allargamento delle stesse in c.a. fondate su micropali fino alla profondità 8,00m. Il nuovo muro avrà una nuova fondazione su pali.

***Rinforzo pilastri della palestra con FRP***

Sui 3 pilastri dei telai zoppi della palestra è previsto un intervento di rinforzo locale mediante fasciatura in FRP, al fine di incrementarne la capacità sia nei confronti delle azioni pressoflettenti che taglianti.

## **Aspetti architettonici**

### ***Dimensionamento***

Tra gli interventi previsti dal punto di vista strutturale c'è l'inserimento di nuovi allineamenti sismo-resistenti in direzione trasversale definiti da pareti in muratura con mattoni pieni di spessore 40 cm.

L'inserimento di nuove murature ha comportato una diversa divisione degli ambienti. Pertanto è stato condotto un dimensionamento degli spazi della scuola secondo quanto previsto dal D.M. 18 dicembre 1975 "Norme tecniche relative all'edilizia scolastica" al fine di ospitare:

- 51 alunni per la scuola dell'infanzia, distribuiti su tre sezioni;
- 140 alunni per la scuola primaria, complessivamente 7 classi da venti alunni.

### ***Descrizione interventi***

#### *Scuola dell'infanzia*

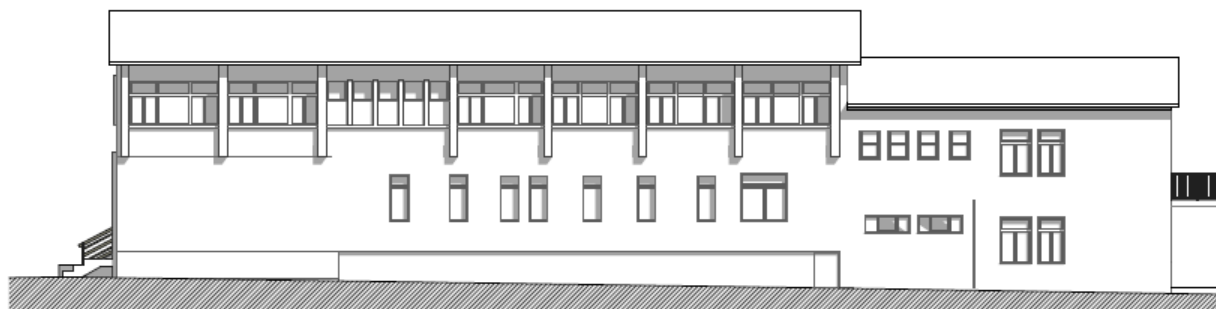
La demolizione della scala interna di emergenza all'ingresso della scuola dell'infanzia consentirà un accesso migliore da parte di alunni, genitori ed insegnanti.

In sostituzione di tale scala è stata prevista una scala esterna in acciaio sul lato nord -ovest dell'edificio.

Sono stati riorganizzati i servizi della scuola dell'infanzia, in modo da ospitare una piccola lavanderia di circa 4 m2, lo spogliatoio ed i servizi igienici e la dispensa per la cucina.

#### *Scuola primaria*

Tra gli interventi strutturali è stato previsto il consolidamento della muratura del fronte nord dell'edificio scolastico, realizzata in pietra con scarse caratteristiche meccaniche, attraverso iniezioni di malta, la realizzazione di intonaco armato e la regolarizzazione dei rapporti tra pieni e vuoti in termini di aperture finestrate, in relazione alla struttura in cemento armato sovrastante.



Stato attuale



Stato di progetto

Come prima accennato l'inserimento di nuove murature ha comportato una diversa divisione degli ambienti della scuola primaria sia al piano terra che al piano primo.

Al piano terra al posto delle tre aule presenti nello stato attuale sono state previste un'aula per le attività normali e la biblioteca insegnanti. È stato inoltre ridisegnato il bagno dei disabili e realizzato uno spazio spogliatoio in corrispondenza dell'ingresso. Le nuove aperture di questi ambienti sono state dimensionate in modo da rispettare i rapporti areo- illuminanti, come si evince nella tavola di progetto A08A.

In corrispondenza del blocco palestra è stato previsto un giunto sismico mediante taglio delle strutture. È dunque previsto un nuovo muro in mattoni pieni in prossimità del giunto a sostegno delle travi del portale zoppo della palestra. Questo ha comportato una riduzione dello spazio della stessa.

Al piano primo l'inserimento di nuovi setti portanti ha implicato solo una minima riduzione delle superfici delle aule. Mentre è stato necessario predisporre una nuova configurazione per i bagni.

La scala di emergenza a servizio della scuola primaria che dal piano primo scendeva all'ingresso della scuola dell'infanzia, come prima indicato sarà demolita. Al suo posto verrà realizzato un solaio che ripristinerà l'accesso al terrazzo posto sul fronte ovest dell'edificio, attualmente non accessibile. L'eliminazione di tale scala consentirà inoltre l'illuminazione naturale diretta dello spazio connettivo a quota +3.38.

La nuova scala di emergenza per la scuola primaria sul fronte nord dell'edificio sarà realizzata con struttura indipendente, in acciaio zincato e verniciato, composta da cosciali con profili tipo UPN e pilastri tipo HEA. Gli scalini saranno costituiti da grigliati prefabbricati.

E' prevista inoltre la realizzazione dell'alloggiamento per l'installazione di una piattaforma elevatrice ( fornitura della piattaforma non inclusa nel presente appalto) in corrispondenza della scala di emergenza per l'accesso delle persone con disabilità al primo piano della scuola primaria.

I bagni in corrispondenza della nuova scala di emergenza sono stati ridisegnanti al fine di poter realizzare un corridoio per il raggiungimento della stessa.

Le aperture dei prospetti sud ed ovest dell'edificio sono state ridotte per aumentare la rigidezza e la resistenza delle pareti. Anche in questo caso le nuove aperture, che interessano sia gli ambienti della primaria che della scuola dell'infanzia sono state dimensionate in modo da rispettare i rapporti areo illuminanti.

È previsto inoltre l'innalzamento dei parapetti delle finestre in modo tale da avere un'altezza degli stessi pari ad un metro. Nella sopraelevazione in cemento armato sarà predisposto un elemento orizzontale in corrispondenza del parapetto delle finestre al fine di innalzare la quota dello stesso.

## ***Finiture***

### **Pavimenti e rivestimenti**

Sia nella scuola dell'infanzia che nella scuola primaria è previsto il rifacimento dei pavimenti ed i rivestimenti. I pavimenti e lo zoccolino sono in gres fine porcellanato.

Nella cucina sono previsti battiscopa con sguscia inferiore per garantire una migliore igienicità dei locali.

Nell'aula palestra è stata prevista una pavimentazione in gomma naturale.

Nei bagni è previsto un rivestimento in gres porcellanato con finitura e colore a scelta della DL, previa presentazione ed accettazione di campione, di altezza paria a H=220 cm.

Nei bagni esistenti è previsto il rifacimento dei sanitari.

#### Infissi interni

Nelle aule dove si realizzano nuove murature portanti si prevede la realizzazione di una bussola in muratura e porte di larghezza pari a 120 cm.

Ove previsto dalla normativa antincendio sono state inserite porte REI dotate all'occorrenza di maniglioni antipanico del tipo push-bar.

#### Controsoffitti

Il controsoffitto per quanto riguarda le aule ed il corridoio della primaria al piano terra dove è prevista la demolizione del doppio solaio S5\_B, vedi tavola, vedasi tavola S04 delle strutture, sarà antisfondellamento.

Al piano primo dopo la realizzazione degli interventi strutturali verranno ripristinati, dove erano stati demoliti, i controsoffitti anti sfondellamento del tipo SecurTECTO o equivalente.

Per quanto riguarda i bagni, la controsoffittatura è sempre a pannelli modulari quadrati in lana di roccia dim. 60x60, tipo Rockfon Logic o equivalente, di altezza interpiano 270 cm con struttura a scomparsa.

Si rimanda alla tavola Pianta dei controsoffitti A12A per la visualizzazione della disposizione dei nuovi controsoffitti.

#### Infissi esterni

Per quanto riguarda gli infissi esterni nuovi questi saranno in profilati di alluminio tipo Schuco AWS,  $uw = 1,4 \text{ W/mqK}$   $rw = 46 \text{ dB}$  con vetrata termoisolante 55,2\_16\_44,2 bassoemissiva. Si rimanda all'abaco infissi A13A per ulteriori approfondimenti.

#### **Sistemazioni esterne**

Per quanto riguarda le sistemazioni esterne è previsto il rifacimento delle reti di scarico delle acque meteoriche e delle fognature.

È previsto il rifacimento del marciapiede esterno ove si renda necessaria la sua demolizione al fine della realizzazione degli interventi strutturali.

Si rimanda alla Relazione delle opere architettoniche AR1A per maggiori approfondimenti.



## Geologia e Geotecnica

### Introduzione

L'area risulta ubicata sul versante Sud di una debole dorsale morfologica con pendenze modeste. Dal punto di vista idraulico risulta ubicata entro il bacino idrografico del fiume Tevere – sottobacino torrente Genna, abbondantemente rialzato rispetto al pericolo di esondazione.

### Piano di Indagine

Sono stati eseguiti n.3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti rispettivamente alle profondità di 7.5, 7.0 e 6.5 m dal piano campagna.

Durante i carotaggi sono state eseguite n. 6 prove SPT in foro e prelevati n. 3 campioni di terreno su cui sono state eseguite prove geotecniche di laboratorio.

Sono state eseguite inoltre n.2 sondaggi penetrometrici statici spinti fino alla profondità di 10 e 6 m rispettivamente e n.2 indagini sismiche a rifrazione in onde S.



***Piezometria***

Le misurazioni eseguite sui piezometri hanno mostrato i seguenti livelli piezometrici:

Data	S.1	S.2	S.3
21 agosto 2009	3.3	1.5	3.45

Si rileva come la falda può interferire con il bulbo delle pressioni indotte dalle opere fondali del fabbricato.

***Successione stratigrafica***

La successione stratigrafica rilevata dai sondaggi a carotaggio continuo eseguiti è così composta:

**Livello 0:** Terreno vegetale e di riporto di spessore variabile da 0.60 a 1.80 m costituito da limi argillosi sciolti sottoconsolidati.

**Livello 1:** limo argillosi giallo-grigiastri con abbondanti noduli torbosi fino a 4.40 m dal piano campagna.

**Livello 2:** formazione marnoso arenacea – marne e siltiti debolmente alterate e intensamente fratturate. Tale livello, di spessore indefinito, costituisce un basamento inalterato e sovraconsolidato in stato di elevato addensamento intercettabile tra le profondità di m 0.80-4.40 dal piano campagna.

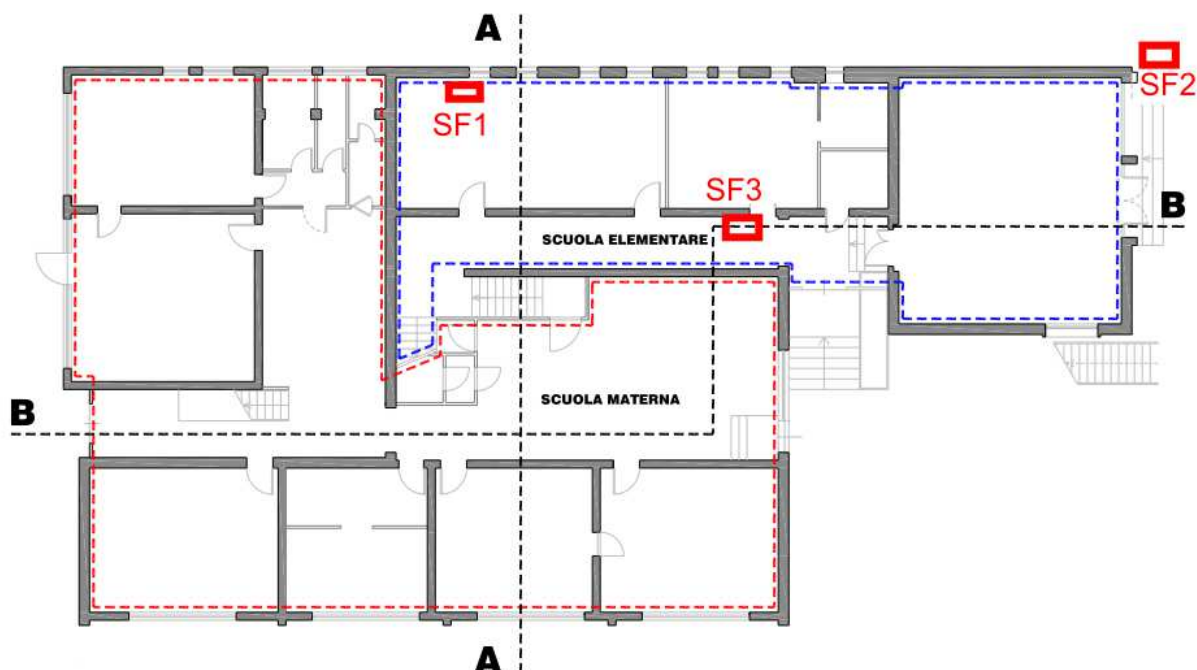
***Caratterizzazione sismica del suolo di fondazione***

E' stata condotta una indagine sismica specifica, finalizzata a definire la categoria di sottosuolo di fondazione, sulla base del valore della velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S30}$  i cui risultati dei due profili sono riportati di seguito.

Tali risultati collocano i terreni nella **categoria B** di sottosuolo di fondazione.

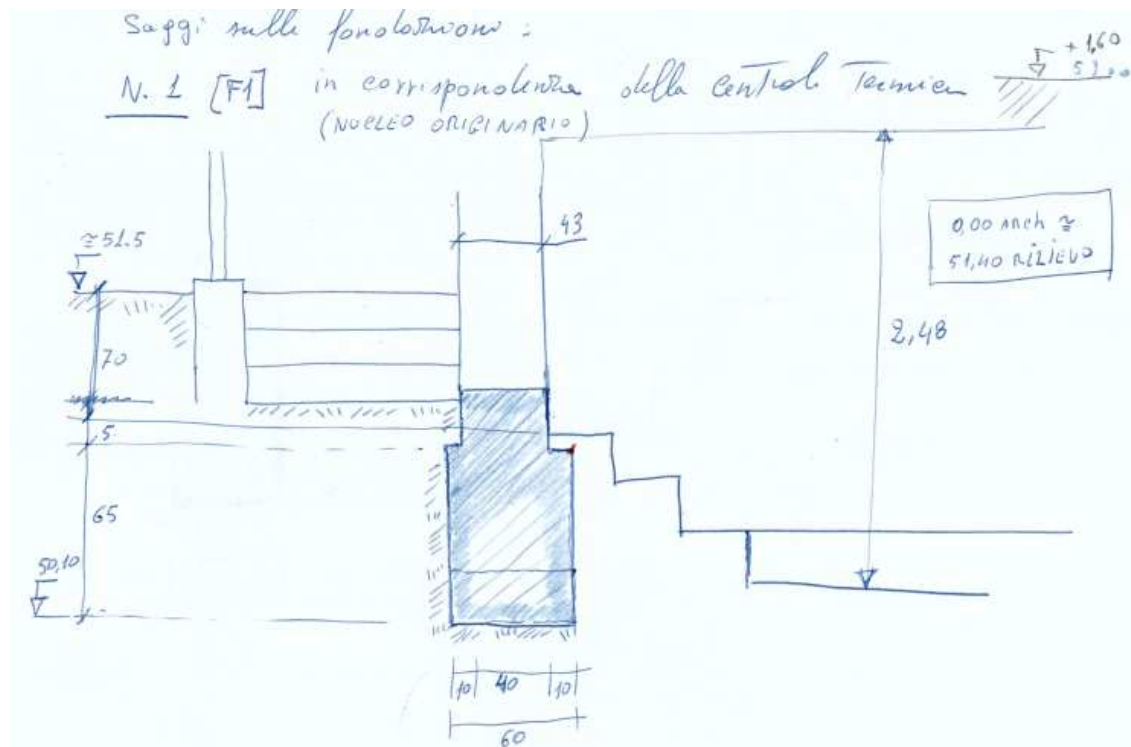
## Fondazioni

Sono stati condotti tre saggi in data 21 e 22 agosto 2018 mediante scavo con miniescavatore e a mano per determinare il tipo e le quote di imposta delle fondazioni. L'ubicazione è stata dettata dalla necessità di non provocare danni ai sottoservizi esistenti lungo il perimetro della scuola. Nella figura sottostante sono riportati in rosso le ubicazioni dei saggi eseguiti.

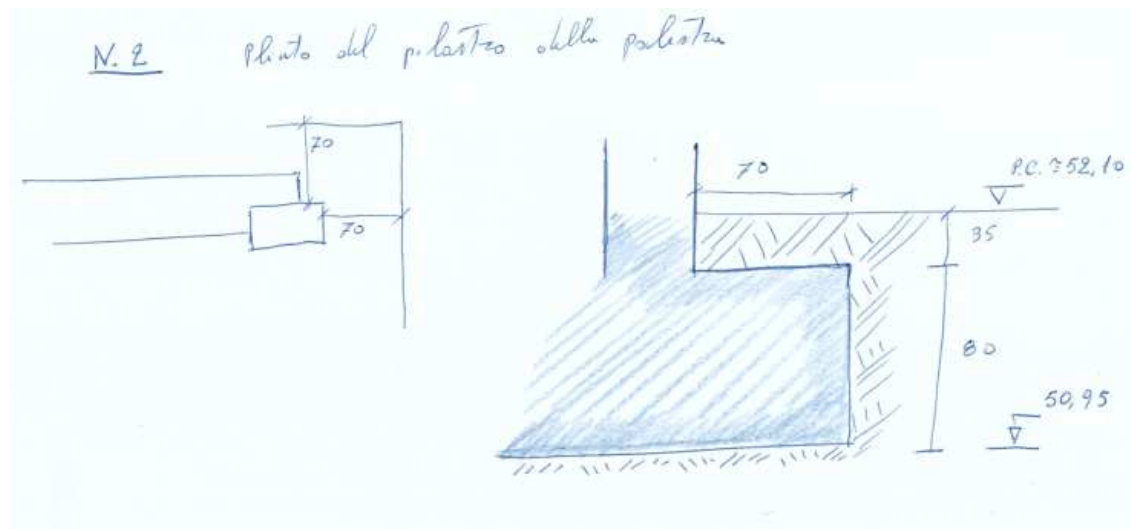


Nelle figure seguenti si riportano i rilievi eseguiti a seguito degli scavi.

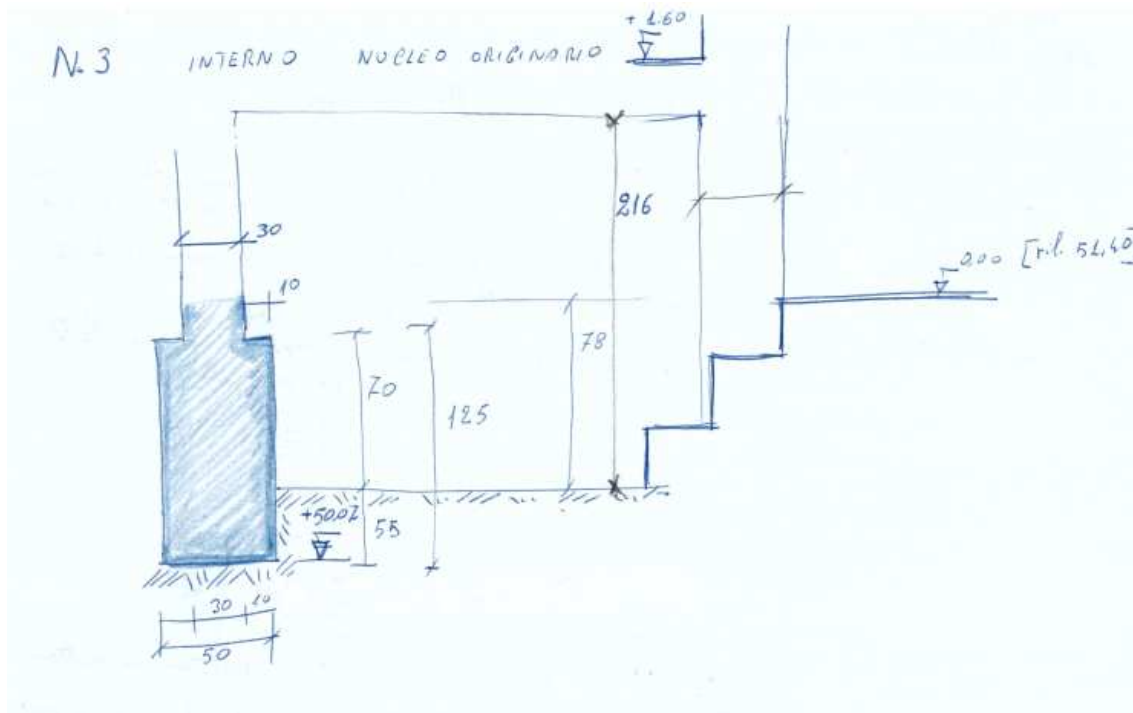
Saggio SF1:



Saggio SF2:



Saggio SF3:



Come si evince dalle immagini la palestra presenta fondazioni impostate a una quota di circa 80 cm più alta rispetto l'edificio originario. Inoltre le indagini geognostiche hanno rilevato sul lato ovest un ispessimento degli strati di riporto e di limi argillosi. In particolare le fondazioni in corrispondenza dell'angolo nord ovest risultano impostate su terreno di riporto.

Dalle indagini condotte appare evidente come il blocco palestra presenti un piano di fondazione gravante su un terreno di riporto (di qualità scadente) che giustifica il quadro fessurativo in atto. In osservanza di quanto previsto per la verifica delle fondazioni al 8.3 delle NTC 2018, si procederà al calcolo delle stesse considerando l'intervento di sottofondazioni su pali. Si procederà inoltre al calcolo delle nuove fondazioni superficiali (travi) relative alle nuove pareti sismo-resistenti

Nel seguito viene riportato il dimensionamento e le verifiche delle nuove fondazioni relative agli interventi di miglioramento sismico.

Il progetto e la verifica delle nuove fondazioni ed il loro dimensionamento è stato condotto ai sensi delle NTC 2018 rispetto in particolare i requisiti richiesti al 7.2.5. Le analisi sono state condotte considerando le massime sollecitazioni agenti, risultanti dalle pushover più gravose nella direzione Y e X. Non sono stati considerati le amplificazioni previsti al 7.2.5 delle NTC, in quanto avendo condotte analisi statiche non lineari è stato possibile seguire l'evoluzione delle sollecitazioni agenti osservando che la struttura resti praticamente in campo elastico. Peraltro le prescrizioni indicate al 7.2.5 relative all'incremento delle sollecitazioni sono riferite a strutture in classe di duttilità "alta" e "bassa" e dunque

progettate secondo criteri dissipativi. Nel caso in oggetto seguendo step by step il comportamento della struttura si è osservata come questa rispetto alle condizioni di adeguamento resti in campo elastico e dunque non rientra nei principi di progettazione dissipativa. Verranno pertanto utilizzate le sollecitazioni osservate nel modello numerico corrispondenti alle condizioni di adeguamento e successivamente riportate.

### ***Descrizione delle fondazioni di progetto***

Per una completa comprensione dei nuovi interventi in fondazione si rimanda agli elaborati grafici di progetto. Nello specifico per le fondazioni in allargamento a quelle esistenti, esse sono definite da nuove travi in c.a.

Per quanto riguarda la fondazione della nuova parete del blocco palestra, essa sarà di dimensioni 1.00x1.00 m con micropali.