

**COMUNE DI JESI**  
**AREA SERVIZI TECNICI**  
**Servizio Patrimonio e Manutenzione Stabli**

**OGGETTO:** *Ristrutturazione scuola "G. PERCHI"*

**PROGETTO DI FATTIBILITA'**

## **1. RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA**

### **STATO ATTUALE**

La scuola elementare GEMMA PERCHI, di via MUSONE – quartiere MINONNA, è stata edificata nell'anno 1980, da una cooperativa edile ed a scomputo degli oneri di urbanizzazione secondaria del comparto di COLLE PARADISO.

Nei primi anni 2000 è stato fatto un consistente intervento di ristrutturazione per adeguamento antincendio, oltre ad altre opere edili e di finitura.

La scorsa estate l'edificio ha subito importanti cedimenti alle strutture fondali, costituite da plinti collegati con cordoli, in quanto l'eccessiva asciugatura del terreno ha causato cedimenti del terreno differenziali (maggiori lungo il perimetro e minori per i plinti centrali). Le strutture portanti non hanno subito rotture o deformazioni tali da compromettere la resistenza della intelaiatura portante in c.a.

Tali movimenti hanno causato la rottura di molte tramezzature interne costituite da elementi fragili (laterizi di spessore 8cm e doppio intonaco. Immediatamente si è intervenuto ripristinando le tramezzature per consentire l'avvio della scuola.

L'Amministrazione comunale ha commissionato al dott. MOSCA di Chiaravalle lo studio geologico per capire le cause del cedimento che sono:

- scarso approfondimento fondale, soprattutto nella parte a valle con maggior riporto;
- asciugatura eccessiva del terreno di fondazione in parte causata dal drenaggio che si trova lateralmente all'edificio.

Inoltre da molti anni la scuola presenta problemi funzionali più o meno gravi quali:

- infiltrazioni dalla copertura;
- distacco del rivestimento esterno in piastrelle di gres;
- infiltrazioni dalla finestre.

E' inoltre necessario completare il progetto di adeguamento antincendio, rivedendolo in parte e tenendo conto delle mutate esigenze (trasferimento della cucina) oltre alla sostituzione dei corpi scaldanti formati da ventilconvettori che, nell'uso, si sono dimostrati totalmente insufficienti allo scopo.

### **PROGETTO**

Pertanto sarà necessario intervenire come segue:

- consolidamento fondazioni: il dott MOSCA ha consigliato l'utilizzo di pali di resina su tutti i plinti esterni della profondità di circa 5m. Tale intervento è poco invasivo e non necessita di grossi interventi di ripristino edile (costo preventivabile € 30.000);

- realizzazione nuovi divisori con tecnologia tipo cartongesso, cioè capace di assorbire modesti cedimenti differenziali e non subire diminuzione della resistenza per rottura;

- sostituzione di tutti i corpi scaldanti con termosifoni tradizionali (costo preventivabile € 12.000);

- realizzazione di nuova guaina impermeabilizzante su tutta la copertura e successiva coibentazione della stessa al fine di salvaguardare la durabilità della copertura e l'isolamento termico (costo preventivabile € 50.000);

- sostituzione di alcuni infissi interessati da infiltrazioni;

- intervento di sistemazione delle piastrelle di rivestimento che non sono ben attaccate;

- piccoli interventi per l'adeguamento antincendio

#### **ANALISI di FATTIBILITA'**

Non sussiste alcun tipo di impedimento alla realizzazione dell'opera trattandosi di interventi di ristrutturazione da effettuare presso immobile senza valore storico-culturale.

#### **DISPONIBILITÀ DELLE AREE E SITUAZIONE DEI PUBBLICI SERVIZI**

L'immobile e le aree sono di proprietà comunale ed immediatamente disponibili.

#### **TEMPISTICA DI ESECUZIONE DEI LAVORI**

E' preventivabile la seguente tempistica:

Progettazione Definitiva	30 gg
Progettazione Esecutiva	20 gg
Appalto lavori	40 gg
Esecuzione	120gg
Collaudo	10 gg
<b>TOTALE</b>	<b>220 gg</b>

## **2. CALCOLO SOMMARIO della SPESA**

**Il costo complessivo del primo stralcio dei lavori, descritti in premessa, ammonta ad € 700.000 e quindi il quadro economico complessivo è :**

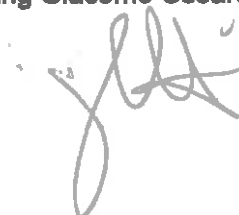
<b>Importo lavori</b>	<b>€ 192.000</b>
<b>di cui</b>	
consolidamento fondazioni	€ 30.000
riparazione copertura	€ 50.000
<b>Iva (22%)</b>	<b>42.300 €</b>
<b>Spese tecniche ed incentivo art 92 (i.i.)</b>	<b>6.000 €</b>
<b>Imprevisti ed arrotondamenti</b>	<b>9.700 €</b>

**Il finanziamento dei lavori potrà essere garantito con risorse proprie comunali e/o fondi destinati per legge (finanziamenti per l'edilizia scolastica), ancora non localizzati.**

**Jesi, 03/11/2017**

**il responsabile del procedimento**

**ing Giacomo Cesaretti**



# ***COMUNE DI JESI (AN)***



**INDAGINE GEOLOGICA NELL'AREA SU CUI  
INSISTE L'EDIFICIO SCOLASTICO "PERCHI"  
IN LOCALITA' MINONNA DEL COMUNE DI JESI**

## ***ANALISI DEL QUADRO FESSURATIVO***

DATA: **Ottobre 2017**

SCALA:

DISEGNATORE:

ARCHIVIO:



CHIARAVALLE (AN) Via Cavotti, 38  
Tel. 071/949279 Fax 071/949063  
E-MAIL m.mosca@fastnet.it

**DOTT. MASSIMO MOSCA**

**TAV.**

## **COMUNE DI JESI**



### **INDAGINE GEOLOGICA NELL'AREA SU CUI INSISTE L'EDIFICIO SCOLASTICO "PERCHI" IN LOCALITA' MINONNA DEL COMUNE DI JESI**

#### **ANALISI DEL QUADRO FESSURATIVO**

##### **-1- PREMESSA:**

Su incarico del Comune di Jesi, abbiamo effettuato una indagine tecnico-geologica nella zona su cui insiste l'edificio scolastico in esame, al fine esaminare il quadro fessurativo che ha interessato la struttura e poter dare, in funzione delle caratteristiche geotecniche rilevate nei terreni locali e in base alla indagine effettuata, le indicazioni per identificare le cause dei fenomeni rilevati e per poter risolvere le problematiche riscontrate.

Scopo dello studio sarà quello di definire, tenendo conto della normativa sismica (D.M. 14/01/2008):

##### **IL MODELLO GEOLOGICO:**

- le condizioni geologiche del sito;
- la successione stratigrafica;
- i livelli freatici locali

##### **IL MODELLO GEOTECNICO:**

- le proprietà meccaniche dei terreni interessati dagli interventi progettuali;
- i parametri meccanici necessari ad una esatta scelta della tipologia e al dimensionamento degli interventi;

##### **LA CARATTERIZZAZIONE DELL'OPERA:**

- il tipo di fondazione realizzato, le profondità di imposta raggiunte
- i criteri di sistemazione idrogeologica effettuati (regimazione delle acque superficiali).

**1.1 Normativa di riferimento relazione geologica-geotecnica**

**D.M. 14/01/2008**

Testo Unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni

**Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14/01/2008. Circolare 2 febbraio 2009.

**Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. All. al voto n. 36 del 27/07/2007

**Eurocodice 8 (1998)**

**Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture**

Parte 5: fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

**Eurocodice 7.1 (1997)**

Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali – UNI

**Eurocodice 7.2 (2002)**

Progettazione geotecnica: Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

**Eurocodice 7.3 (2002)**

Progettazione geotecnica: Parte II: progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI

**Leggi regionali in materia di pianificazione e di vincolo idrogeologico**

**Ordinanze** Autorità di Bacino Nazionale, regionale o interregionale.

**D.M. 11/03/1998**

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

### **1.2 Metodologia:**

L'indagine è stata eseguita mediante:

1. rilevamento geologico e geomorfologico dell'area e raccolta dati bibliografici;
2. esecuzione di n. 1 prova penetrometrica statica eseguita con apparecchio Pagani TG 63 (200kN), spinta fino alle quote di interesse;
3. esecuzione di un sondaggio stratigrafico a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati soggetti a prove di laboratorio (prova edometrica, limiti di consistenza e caratteristiche volumetriche);
4. esecuzione di scavi in aderenza alle fondazioni nei punti di maggior interesse per verificare la tipologia delle stesse e le profondità di imposta;
5. esecuzione di n. 1 sezione topografica, ortogonale all'area di intervento, con riportata la successione geologica;
6. correlazione dei dati stratigrafici, geotecnici, idrologici e ricostruzione della successione stratigrafica;
7. esecuzione di una indagine geofisica a mezzo Holisurface per il calcolo della velocità equivalente delle onde di taglio Vs30;
8. elaborazione dati, stesura relazione finale.

A fine relazione è riportata una planimetria con l'ubicazione dei sondaggi, la sezione geologica con la successione dei terreni, la colonna stratigrafica, il diagramma penetrometrico rappresentante la resistenza statica alla penetrazione, misurata in continuo, e i certificati delle analisi di laboratorio.



## **-2- INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GENERALITA':**

Il manufatto in esame ricade in un'area a deposizione alluvionale (IV ordine dei terrazzi del fiume Esino) nella zona Sud-Est del centro abitato di Jesi; la morfologia locale è tipicamente pianeggiante.

I terreni presenti in zona di origine alluvionale sono costituiti da argille, argille-sabbiose, passanti in profondità a ghiaie e sabbie; nell'area, essenzialmente nel settore opposto alla entrata del plesso scolastico, è stato effettuato un riporto di terreno dello spessore massimo di circa 1,3 mt. finalizzato a livellare l'area su cui è stata impostata la scuola.

Il complesso alluvionale poggia su di un substrato pliocenico di fondo, di origine marina, presente a profondità di circa 29-30 m. dal p.c. attuale.

### **2.1 Stratigrafia:**

In base ai dati rilevati nei sondaggi, la successione dei terreni, nella zona in esame, è così schematizzabile:

- A- dal p.c. a 0,8÷1,3 mt., *terreno vegetale, terreno di riporto* prevalentemente limo argilloso con inclusi elementi calcarei a spigoli vivi;
- B- da 0,8÷1,3 mt. a -5,2-5,3 mt., *argille limose marroni di deposizione alluvionale* con livelli millimetrici sabbiosi nocciola a bassa-media consistenza ed inclusi ghiaiosi. Il sedimento si presenta in superficie, sotto il terreno di riporto, fino a profondità di - 2,0 mt, sovraconsolidato per essiccamento;
- C- da 5,2-5,3 mt. a fine fori, *ghiaia e sabbia addensata* con sottili livelli limoso argillosi centimetrici intercalati di colore grigiastro.

Nella zona è presente un livello di falda, rilevato in un pozzo locale, che nel periodo in esame si stabilizza a - 8,5 mt. dal p.c. attuale.

**-3- PARAMETRI MECCANICI:**

Si riportano di seguito, nella tav. allegata, i parametri che caratterizzano le proprietà fisico-meccaniche dei terreni attraversati, dedotti dalle misure in sito delle resistenze meccaniche e dalla correlazione di tali dati con i valori ricavati dalle analisi di laboratorio (vedi certificati allegati). Il campione di terreno analizzato è stato prelevato a quota di -3,30 mt dal p.c. attuale, caratterizzante pertanto il comportamento dei terreni maggiormente soggetti ai carichi trasmessi dalle fondazioni dell'edificio. Il terreno si presenta con buone caratteristiche meccaniche con coefficiente edometrico medio relativo ai carichi applicati di 200 cm/Kg e pertanto ascrivibile a terreni di media compressibilità. Il coefficiente di ritiro dei materiali analizzati è invece alto dimostrando una estrema sensibilità nei confronti della riduzione di umidità.

La distinzione stratigrafica a cui fa riferimento la tabella sottostante, schematizzante i parametri geotecnici da attribuire ai terreni locali, è riportata nello schema precedente (paragr. 2.1):

<b>LITOLOGIA</b>	<b><math>\varphi</math></b>	<b><math>\gamma</math> (gr/cmc)</b>	<b><math>C</math> (kg/cmq)</b>	<b><math>C_u</math> (tonn/mq)</b>	<b>Modulo edometrico (kg/cmq)</b>
<b>B</b>	22°÷24°	1,98	0,1÷0,2	8 ÷10	158-212 *
<b>C</b>	35°÷38°	2,0	--	--	

\*= prova edometrica

---

**Legenda:**

$\varphi$  = angolo di attrito;  $\gamma$  = peso di volume;  $C$  = coesione;  $C_u$  = coesione non drenata.

#### **-4- CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE:**

Ai fini della definizione dell'azione sismica viene individuata la categoria di sottosuolo di riferimento, riferendosi alle suddivisioni tabellate nell'ambito della nuova normativa (D.M. 14/01/2008 Tab. 3.2.II e Tab 3.2.III).

#### **CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO**

##### **DETERMINAZIONE DELLE VS30 – PROVA SISMICA**

Ai fini della classificazione dei terreni secondo quanto prescritto dall'art. 3.2.2 delle norme tecniche NTC 08 (D.M. 14/01/2008), la velocità delle onde S per la classificazione sismica del terreno è stata ricavata mediante una doppia prova sismica, attiva e passiva, ovvero operando mediante una tecnica (Holi-Surface) che permette l'analisi congiunta dei diagrammi derivati da prove sismiche attive e passive effettuate in sito così da limitare fortemente il grado di incertezza del dato sperimentale. In particolare si sono effettuate prove di sismica attiva (Analisi delle velocità di gruppo - MFA) e passiva (HVSR) utilizzando un geofono triassiale modello GEMINI-2 (Pasi srl) con frequenza di risonanza di 2 Hz ed un acquisitore dati a 24 bit reali.

Sono state effettuate (vedi fig.1):

- una acquisizione di microtremori (sismica passiva) di circa 20 minuti (H1), ubicata nella zona di indagine;
- una acquisizione delle componenti radiali e trasversali delle onde di Rayleigh in modalità attiva (Vf1-Hf1) nello stesso punto ove è stata realizzata la prova passiva;

Le prove denominata H1, Vf1 e sono state successivamente elaborate ed interpretate con software dedicato, determinando così la velocità delle onde S, che permette di individuare la categoria di suolo in ottemperanza alle norme tecniche per le costruzioni (NTC 2008).

<b>STRUMENTO - CONDIZIONI DI ANALISI</b>	
<b>Prova passiva - HVSR</b>	<b>Prova attiva – Rayleigh and Love Waves</b>
Strumento: GEMINI-2 Data: 20/10/2016 Sampling frequency (Hz): 64 Window length (sec): 25 Length of analysed dataset (min): 17.4 Tapering (%): 8 Smoothing (%): 10	Strumento: GEMINI-2 Data: 20/10/2016 Offset: 55.0.5 m n. Shot: 4

## **ACQUISIZIONE**

Prima di iniziare la registrazione è stato opportunamente preparato il terreno mediante la rimozione di tutto quello che potrebbe interferire nel contatto strumento-terreno. Dopo aver preparato la superficie si è proceduto alla posa dello strumento sul terreno con attenzione per la messa in bolla ed il controllo delle tre componenti di registrazione (orizzontali e verticale) che debbono essere libere di registrare (tale operazione viene fatta osservando la traccia sismica per ciascuna componente nel computer collegato all'acquisitore); effettuata l'acquisizione dei dati si è proceduto al controllo in campagna delle curve e della qualità della prova.

Nel caso specifico l'ancoraggio a terra dello strumento è stato effettuato, per entrambe le prove, mediante appositi piedini adatti a luoghi con la presenza di superfici rigide.

Successivamente si procede alla registrazione in modalità attiva delle velocità di gruppo delle onde generate mediante uno scoppio con un offset di circa 50-60 m (nello specifico 55 m) e subito dopo alla registrazione in modalità passiva.

**Fig. 1 – Ubicazione prove H1 e Vf1**



### **5.1 Vita nominale – classi d'uso – periodo di riferimento:**

Il progetto è finalizzato alla sistemazione di un edificio esistente, ad uso scolastico; la vita nominale delle strutture è pari a  $V_n \leq 50$  anni; la classe d'uso in presenza di azioni sismiche è classe IV con relativo coefficiente d'uso  $C_u = 2,0$ . Il periodo di riferimento per l'azione sismica è  $V_r = V_n \times C_u = 100$  anni.

### **-6- L'EDIFICIO: QUADRO FESSURATIVO - CAUSE:**

L'edificio scolastico in esame, ad un piano, è una struttura in cemento armato realizzata negli anni '80, con fondazioni superficiali a plinti poste a quota di  $-1,60$ - $-1,80$  mt dal p.c. circostante. Attualmente in zona è rilevabile la presenza, nel settore occidentale dell'area, di uno spessore di circa  $1,0$ - $1,3$  mt di terreno di riporto realizzato per livellare il terreno onde permettere l'imposta della struttura su quote omogenee. Tale soluzione costruttiva ha comportato, considerando profondità di imposta dei plinti omogenee, una diminuzione dell'incastro delle opere fondali ricadenti in tale settore rispetto al piano campagna originario.

La struttura presenta lesioni con fratture a  $45^\circ$  sugli spigoli N e NE; altre lesioni meno accentuate sono presenti lungo tutto il lato E dell'edificio anche con andamento suborizzontale al contatto tra muri di tamponamento e travi portanti (foto 3).

Nel marciapiede, in corrispondenza dei plinti e dei muri perimetrali, sono presenti lesioni e distacchi tra la struttura e il marciapiede stesso. Da notizie raccolte i dissesti si sono manifestati essenzialmente nell'ultimo anno ed in particolare dal mese di maggio 2017 in poi. Il quadro fessurativo indica che i cedimenti delle fondazioni sono avvenuti principalmente lato N-NE, dove le opere fondali poggiano sui terreni argillosi più superficiali per la presenza degli spessori di riporto prima descritti, con diminuzione dell'incastro, mentre nel lato opposto le lesioni sono pressoché inesistenti.

In fase di indagine si sono effettuati scavi in aderenza alle opere fondali che hanno permesso di verificare le quote di imposta e la tipologia delle stesse; durante l'apertura degli scavi non si sono avute venute d'acqua e si è verificata la presenza di un drenaggio realizzato con ghiaia protetta da tessuto non tessuto anch'essa completamente asciutta.

I cedimenti riscontrati nella struttura sono dovuti a fenomeni di ritiro dei terreni di posa delle fondazioni legati sia ad un incastro insufficiente delle opere fondali, specialmente nel settore dove sono presenti i riporti, sia alle condizioni atmosferiche particolari degli ultimi anni. La presenza del drenaggio perimetrale ha inoltre contribuito ad escludere la presenza di acqua nei terreni più superficiali, accentuando il fenomeno di essiccamento dei terreni di imposta delle fondazioni.

Dai dati rilevati nei sondaggi effettuati è possibile notare l'elevata consistenza dei terreni più superficiali che appaiono attualmente sovraconsolidati per essiccamento (vedi resistenza alla penetrazione ed alla rottura [qu] nel sondaggio e nella CPT).

Il volume naturale dei terreni, diminuisce progressivamente in funzione del ritiro delle argille dovuto alla diminuzione di umidità.

L'escursione termica e l'igrometria stagionale hanno giocato, anch'esse, un concomitante ruolo negativo nei confronti del comportamento dei terreni e dei conseguenti cedimenti, tenuto conto come sopra ricordato, dell'incastro ridotto delle opere fondali rispetto al p.c. originario specialmente nel settore N. ed E. dell'edificio.

*Foto 1: sondaggio stratigrafico*



*Foto 2: scavo in aderenza alla fondazione*



*Foto 3: quadro fessurativo*



I sopralluoghi e le indagini stratigrafiche effettuate hanno comunque permesso, in ogni caso, di escludere la presenza di problemi di stabilità dell'area e dell'edificio.

#### **-7- CRITERI DI RISANAMENTO:**

Sulla base di quanto sopra descritto, tenuto conto:

- della capacità portante dei terreni,
- dei fenomeni di ritiro tipici dei terreni argillo limosi
- della geometria e dell'incastro delle opere fondali
- delle condizioni meteorologiche degli ultimi anni
- della assenza di acque di infiltrazione nelle fondazioni dell'edificio
- del quadro fessurativo riscontrato nella struttura

si è giunti ad analizzare le varie soluzioni di intervento prospettabili :

Appare **improponibile** l'adozione di **sottofondazioni** realizzate mediante trave continua in c.l.s. armata e/o un approfondimento delle quote di imposta dei plinti attuali, viste le profondità già raggiunte e la geometria delle fondazioni esistenti, in quanto l'intervento evidentemente risulterebbe molto invasivo e di difficile realizzazione, con possibilità di un futuro comportamento disomogeneo della struttura nei confronti di ulteriori cedimenti differenziali.

Anche l'adozione di una sottofondazione realizzata con micropali tipo tubfix che vada ad immersarsi nella fondazione attuale e trasferisca i carichi della stessa, ai terreni ghiaiosi di fondo, oltre a risultare anch'essa molto invasiva, potrebbe creare fenomeni di comportamento disomogeneo tra le varie parti dell'edificio interessate dall'intervento e non.

La soluzione tecnicamente più prospettabile nella situazione analizzata può essere rappresentata da un intervento con **iniezione di resine** utilizzando la tecnica dei **pali colonnari** che abbia la finalità essenzialmente di migliorare il comportamento meccanico dei terreni, evitando ulteriori cedimenti. In fase esecutiva l'iniezione delle resine dovrà tenere conto della possibilità di azioni di sollevamento tarando in maniera opportuna le pressioni di iniezione.

L'intervento con pali colonnari in resina ha come lato positivo quello di avere ridotti ingombri delle macchine operatrici, con possibilità di intervento anche in zone poco accessibili.

Le caratteristiche peculiari di un palo in resina armata sono legate essenzialmente alla tecnica di esecuzione. Viene preventivamente eseguito un foro, di diametro variabile tra 85 e 100 mm, mediante l'utilizzo di uno strumento che permette la perforazione senza asportazione del terreno. Nella seconda fase, il foro viene dilatato fino a raggiungere un diametro compreso tra 100 e 120 mm, mediante costipamento radiale del terreno stesso, ottenuto tramite un dilatatore idraulico (packer). Nel foro viene quindi inserita l'armatura del palo, costituita da un tubolare in acciaio, esternamente filettato ed internamente cavo, con diametro pari a 60 mm e spessore 8 mm. Infine, in corrispondenza di tre punti distinti lungo l'armatura, si procede con una tripla iniezione di resina, che va a diffondersi sia internamente al tubolare in acciaio che nell'intercapedine tra questo e il terreno. La resina espandente utilizzata per l'iniezione, che va a costituire di fatto un riempimento, è una resina bi-componente, originata dalla miscelazione in dosi opportune di poliolo e disocianato di difenilmetano. Non appena entrano in contatto, i due composti, originariamente allo stato liquido, danno origine ad una reazione chimica che fa espandere velocemente il prodotto iniettato, fino ad aumentare di 15-20 volte il proprio volume. Grazie al dosaggio di acqua nella miscela, si possono determinare le proprietà finali della resina.

I pali così realizzati consentono di ottenere una resistenza del sistema palo-terreno sia lungo il fusto che, in minima parte, in corrispondenza della punta. In particolare, il contributo alla resistenza conferito dal terreno lungo il fusto è reso possibile grazie alla modalità esecutiva del palo stesso, all'azione espandente della resina ed al buon grado di rugosità in corrispondenza dell'interfaccia palo-terreno. La resina può essere iniettata con modalità differenti in modo da ottenere densità diverse e, di conseguenza, diverse caratteristiche meccaniche.



## **-8- CONCLUSIONI:**

Sulla base del quadro fessurativo riscontrato nell'edificio scolastico ubicato in località Borgo Minonna in comune di Jesi, in relazione alle indagini geologiche svolte in sito, che hanno permesso di caratterizzare i terreni di fondazione dell'edificio, e la geometrie delle opere fondali, è stato possibile determinare che i cedimenti riscontrati sono essenzialmente dovuti al ritiro dei terreni di posa delle fondazioni come conseguenza delle condizioni meteorologiche degli ultimi anni che hanno accentuato il fenomeno del ritiro delle argille. L'escursione termica e l'igrometria stagionale hanno giocato, un concomitante ruolo negativo nei confronti del comportamento dei terreni e dei conseguenti cedimenti, essenzialmente nel settore nord orientale dell'edificio, dove la presenza dei riporti di terreno hanno diminuito l'incastro delle fondazioni rispetto al p.c. originario. Le indagini stratigrafiche e i sopralluoghi effettuati permettono comunque di escludere la presenza di problemi di instabilità dell'area e dell'edificio.

Sulla base di quanto sopra descritto, al fine di migliorare il comportamento statico della struttura si consiglia di adottare come intervento ottimale quello costituito da **iniezione di resine** utilizzando la tecnica dei **pali colonnari**. Tale intervento ha la finalità di migliorare il comportamento meccanico dei terreni, limitando azioni localizzate di irrigidimento delle strutture con possibilità di innesco di nuovi cedimenti differenziali. In fase esecutiva l'iniezione delle resine dovrà tenere conto della possibilità di azioni di sollevamento tarando opportunamente le pressioni di iniezione.

Chiaravalle, ottobre 2017

### ***Allegati alla relazione:***

- planimetria schema fondale
- corografia scala 1:5.000
- planimetria ubicazione sondaggi scala 1:500
- sezione geologica scala 1:200
- diagramma penetrometrico (CPT)
- colonna stratigrafica
- certificati analisi di laboratorio



**STUDIO MOSCA**

Geologia

CHIARAVALLE (AN) Via Cavour, 38  
Tel. 071/545275 - Fax 071/545053**SONDAGGIO N°: S1****Data: 26-09-2017**

Committente: Comune di Jesi

Lavoro: scuola elementare

Cantiere: Jesi- Borgo Minonna

Sistema di perforazione: C.c. Diametro: 100 Quota:

Profondità	Stratigrafia	Camp. Prof. Camp.	Descrizione terreno		Cu Kg/cmq.	Pocket Penetrometer qu - Kg/cmq. — qu min. — qu max.
1			terreno limo argilloso marrone con inclusi ciottolosi a spigolo vivo (RIPORTO)	RIPORTO		0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
1.3			limo sabbioso asciutto fortemente essiccato			
2						
3			argilla limosa nocciola a struttura caotica con elementi sabbiosi ossidati. Presenza di apparati radicali in filamenti fino a circa -3.5 m dal p.c.			
3.3		C1				
3.7						
4						
5						
5.3						
6			ghiaia in matrice sabbiosa addensata, poligenica e con elementi arrotondati	DEPOSITI ALLUVIONALI		
7						
7.7						
7.8			livello argilloso plastico di colore grigio			
8						
9						
9.7			livello argilloso nocciola			
10						
11						
12			FINE SONDAGGIO			
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

**NOTE:**

livello di falda misurato presso un pozzo  
irriguo posto a circa 50 m dal punto di  
sondaggio

**MISURA FALDA ACQUIFERA**

Data: 26-09-2017 Profondità: -8,5 m da p.c.  
Quota rivestimento:

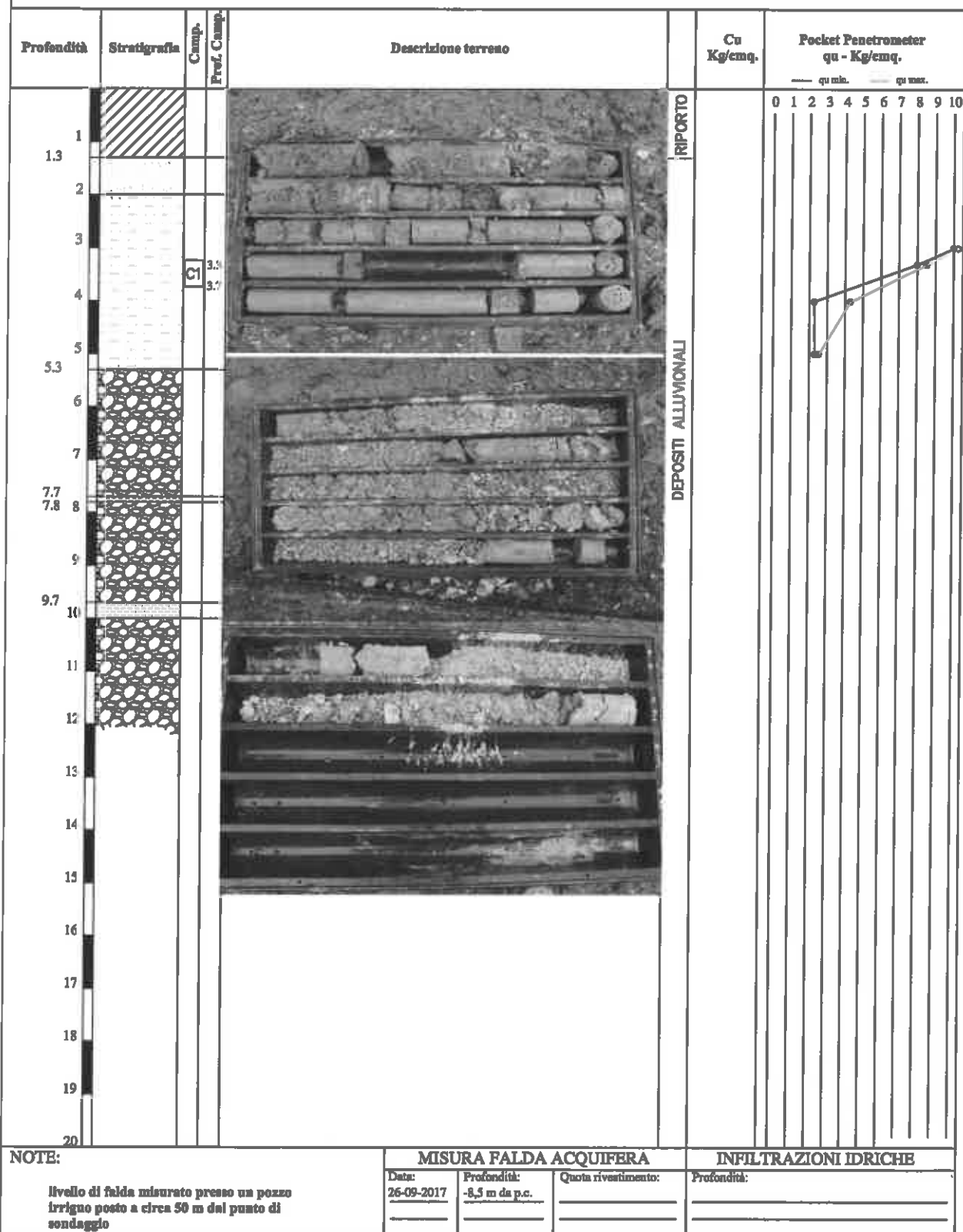
**INFILTRAZIONI IDRICHE**

Profondità:



**STUDIO MOSCA**

Geologia

CHIARAVALLE (AN) Via Cavour, 31  
Tel. 071/542279 - Fax. 071/540043**SONDAGGIO N°: S1****Data: 26-09-2017****Committente: Comune di Jesi****Lavoro: scuola elementare****Cantiere: Jesi- Borgo Minonna****Sistema di perforazione: C.c. Diametro: 100 Quota:**



**LABORATORIO GEOMECCANICO ORAZI dal 1979**

Via Cairo an - 61024 Mombaroccio (Pesaro e Urbino)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Art 59 DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca del MIUR - Art 14 DM 583/00

Sistema Gestione Qualità  
Certificato UNI EN ISO 9001associato ALJG  
www.laborazi.it**COMMITTENTE**  
**CANTIERE**COMUNE DI JESI  
SCUOLA ELEMENTARE GEMMA PERCHI - LOC. MINONNA**CERTIFICATO**

09517001

data di emissione

30/10/17

**RIFERIMENTI DEL CAMPIONE**

denominazione sondaggio 1 campione 2 profondità 3,3 m  
verbale d'accettazione 0509/17  
data di ricevimento 16/10/17  
data d'apertura 17/10/17  
tipo di terreno limo con argilla  
classe di qualità Q5 (AGI 77)

**DESCRIZIONE VISIVA**

ASTM D2488

CAMPIONE		PP [MPa]	SC [MPa]	PROVE e/o DETERMINAZIONI	DESCRIZIONE
		0,56	>0,2	caratteristiche volumetriche limiti di consistenza edometrica IL	CONTENITORE: fustella metallica
10 cm					DIMENSIONI: [cm] $\phi = 8,5$ L = 35
		0,58			GRANULOMETRIA: limo con argilla
20 cm					COLORE: marrone
					UMIDITA': umido
30 cm					PLASTICITA': media
		0,55	>0,2		RESISTENZA A SECCO: alta
40 cm					DILATANZA: nessuna
					TENACITA': media
50 cm					CONSISTENZA (PP): estremamente consistente
					STRUTTURA: omogenea
60 cm					REAZIONE HCI: forte
					ODORE: nessuno
70 cm					ALTRO: Inclusi carbonatici; tracce di materia organica

Sperimentatore  
Simone SerfilippiFIRMATO DIGITALMENTE DA  
Dr. Ugo Sergio Orazi  
Direttore del Laboratorio

pagina 1/1

