



UNIONE EUROPEA



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE CALABRIA
DIPARTIMENTO 6
Infrastrutture - Lavori Pubblici - Mobilità
SETTORE 5
Lavori Pubblici



COMUNE CROPALATI
Via Roma n.86
87060 Cropalati (CS)
Tel. 0983.61064 - Fax 0983.61877
www.comune.cropalati.cs.it

**MANIFESTAZIONE DI INTERESSE PER LA CONCESSIONE DI CONTRIBUTI FINALIZZATI ALLA ESECUZIONE DI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO SISMICO O, EVENTUALMENTE, DI DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DEGLI EDIFICI DI INTERESSE SCOLASTICI
(D.G.R.N 427 DEL 10 NOVEMBRE 2016)**

**PROGETTO ESECUTIVO
"ADEGUAMENTO SISMICO EDIFICIO SCUOLA
ELEMENTARE/MATERNA"**

**TAVOLA
GEO.01**

RELAZIONE GEOLOGICA

Timbro e Firma

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Cropalati

RESP. DEL PROCEDIMENTO: Ing. Andrea CALIO'

PROGETTISTA E C.S.P.: Ing. Alberto BOCCUTI

DIRETTORE DEI LAVORI E C.S.E.: Ing. Vincenzo FORCINITI

ESPERTO DEL PROTOCOLLO ITACA: Ing. Immacolata FONTANA

IL GEOLOGO: Dott.ssa Geol. Maria Lucia CARBONE

(Provincia di Cosenza)

Relazione geologica



Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI CROPALATI (CS)

ADEGUAMENTO SISMICO – SCUOLA ELEMENTARE/MATERNA

Data: OTTOBRE 2020

Dott.ssa Geol. Maria Lucia Carbone

Indice

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE, NORMATIVA E MOTODOLOGIA	
2. GEOLOGIA E MODELLO GEOLOGICO.....	
2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE E TETTONICA	
2.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO	
2.3 CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE.....	
2.4 STABILITA' DELL'AREA	
2.5 MODELLO GEOLOGICO.....	
3. INQUADRAMENTO PISNO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI E P.A.I	
4. MODELLO SISMICO	
5. MODELLO GEOTECNICO	
6. CONCLUSIONI	

ALLEGATI

1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, NORMATIVA E METODOLOGIA

Nel seguente studio realizzato dalla scrivente, in data settembre/ottobre 2020, su incarico dell'amministrazione Comunale di Cropalati, ci si è posti l'obiettivo d'inquadrare un sito ubicato nel territorio comunale, sul quale insiste un edificio pubblico destinato a scuola Elementare/Materna che sarà interessato da: MANIFESTAZIONE DI INTERESSE PER LA CONCESSIONE DI CONTRIBUTI FINALIZZATI ALLA ESECUZIONE DI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO SISMICO O, EVENTUALMENTE, DI DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DEGLI EDIFICI DI INTERESSE SCOLASTICI (D.G.R.N 427 DEL 10 NOVEMBRE 2016) (*Classe d'uso III*). L'area verrà inquadrata sismicamente e studiata nei suoi aspetti geomorfologici, litologici e idrogeologici in relazione alla conformazione geologica esistente, per valutarne la risposta sismica locale, le condizioni attuali e la fattibilità geologica.

La porzione di territorio in oggetto è situata nel centro abitato di Cropalati in una zona residenziale che costituisce uno dei quartieri più antichi di questa porzione urbanizzata cittadina, in prossimità dell'edificio sono presenti altre strutture di notevole interesse. Geomorfologicamente si sviluppa su una superficie sub-orizzontale a debole pendenza verso nord-ovest.

Come unità di base topografica sono state utilizzate più cartografie originali a diversa scala di riproduzione, a seconda della tipologia di analisi di studio e in base alla maggiore necessità di dettaglio per le diverse porzioni di terreno. In base a questo criterio è stata adottata come base topografica la rappresentazione alla scala 1:5.000 redatta dal Centro Cartografico Regionale.



Stralcio ortofoto (da Google Earth)

Riferita alla cartografia ufficiale, l'area ricade in:

- **Foglio 553 della Carta Tecnica della Regione Calabria**
Sezione 05 – Elemento 2-3 alla scala 1:5000.
- **Cartografia geologica – L'area in esame ricade nel foglio 230 I SW (Cropalati).**
- **Cartografia del Piano di Assetto Idrogeologico della Calabria – L'area in esame, secondo gli studi eseguiti dall'A.B.R. nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (di seguito denominato P.A.I.), non rientra in aree a rischio e/o pericolo di frana o idraulico ed è censita negli elaborati P.A.I. nella seguente cartografia:**
 - **Rischio Frane – Tav. 078-046 Cropalati (Centri Abitati Instabili) e Tav. 078-046 Cropalati (Carte Inventario delle Frane e delle Relative Aree a Rischio) scala 1: 10.000.**
 - **Rischio Idraulico – Tav. AV 078-046 CROPALATI/A (Aree Vulnerate ed Elementi a Rischio) e Tav. RI 078-046 CROPALATI/A (Perimetrazione aree a Rischio) scala 1:25.000;**

Si sono verificate le condizioni di stabilità, le caratteristiche fisico meccaniche delle formazioni geologiche e lo schema della circolazione idrica sotterranea. Per valutare gli aspetti geologici, ci si è avvalsi delle cartografie topografiche e tematiche in uso, nonché di un rilevamento geologico di

campagna, al fine di accertare la natura del suolo e del sottosuolo più prossimo.

Le prove, i rilievi e le indagini effettuate inquadrano la situazione attuale dell'area in un contesto idrogeologico e urbanistico più attuale, anche in luce della nuova normativa antisismica (**Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 (Suppl. Ord. alla G.U. 8.5.2003, n. 105)** sostituita dal **D.M. 14 settembre 2005 (Nuovo Testo Unico sulle Costruzioni)**, diventa attuativa con le **NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI - D.M. 14 GENNAIO 2008 E NEL RISPETTO DELLE NUOVE NORME TECNICHE 2018, D.M. 17 GENNAIO 2018**.

Alla definizione del quadro conoscitivo e all'elaborazione delle carte si è pervenuti attraverso una metodologia di lavoro sviluppata secondo le tre successive fasi:

1. fase di sintesi bibliografica e compilativa, consistente nella raccolta della documentazione esistente per la predisposizione della cartografia di analisi geologica, idrogeologica e geomorfologica, con particolare attenzione alla Relazione Geologica, parte integrante, dello strumento urbanistico vigente nel Comune di Cropalati.
 - fase di approfondimento/integrazione, programmata partendo da un rilevamento geologico su basi litostratigrafiche alla scala 1:5.000 della zona direttamente interessata dal presente lavoro, dall'analisi aerofotogeologica sulle foto aeree eseguite sul territorio regionale calabrese dalla CGRA di Parma per conto del Centro Cartografico della Calabria, Volo Calabria 2008. Tutti gli elementi rilevati con la foto interpretazione sono stati successivamente correlati al rilevamento diretto di campagna. In fine allo scopo di delineare le caratteristiche litostratigrafiche e litotecniche dei terreni interessati è stata espletata una campagna d'indagini geognostiche che, pianificata e programmata preliminarmente durante i lavori di rilevamento in situ, è consistita in:
 - *Esecuzione di n.°1 prospezioni sismiche di superficie tipo MASW (Multichannel Analysis Waves) per la determinazione del V_{seq} , e Sismica a Rifrazione per la determinazione dei rapporti stratigrafici.*

Per completezza e per una maggiore conoscenza geologica dell'intero aereale, si è utilizzato lo studio commissionato dell'Amministrazione di Cropalati, al dott. Geologo Salvatore Acri, che ha interessato la zona immediatamente adiacente sulla quale è stato realizzato il progetto per l'adeguamento sismico del Municipio Sede COC nel dicembre 2018. Di tale lavoro, di cui si riportano alcuni elaborati tra gli allegati, sono stati utilizzati riferimenti ed elementi

caratterizzanti la geologia e la geotecnica delle formazioni affioranti.

Pertanto, non si è ritenuto intensificare il piano d'indagini, in quanto le prove eseguite per lo studio appena descritto, insistono sulla stessa area del presente lavoro e commissionate dallo stesso committente. Per il suddetto studio sono state eseguite le seguenti prove:

- n°1 sondaggio a carotaggio continuo fino a 30 ml di profondità dal p.c.;
- n°2 prove SPT eseguite nel foro di sondaggio;
- n°2 prelievi di campioni indisturbati sui quali sono state eseguite prove di laboratorio geotecnico;
- n°3 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- n°1 stendimento di sismica a rifrazione, sism1 da 24 m;
- n°1 stendimento di sismica tipo MASW;
- n°4 registrazioni di HVSr (Microtremori).

L'espletamento della campagna d'indagini e l'analisi dei risultati è stata condotta e diretta dalla sottoscritta.

2. fase di valutazione, proposte e prescrizioni, definita attraverso la redazione di una "Carta Geologica" nella quale sono stati individuati gli elementi più significativi emersi dalle indagini condotte, con lo scopo di fornire un quadro sintetico dello stato dell'ambito territoriale in esame, al fine di procedere alle successive valutazioni diagnostiche, concretizzate nell'accertamento della fattibilità geologica.

Sia durante lo sviluppo delle indagini in situ, sia nella redazione degli elaborati tematici si è fatto costante riferimento alla normativa nazionale e regionale che regola la materia che qui si richiama:

D.M. 11/Marzo/1988 " 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, il collaudo delle opere di sostegno, delle terre e delle opere di fondazione".

L'area d'interesse è visualizzata nella planimetria alla scala 1:5.000, nella carta topografica alla scala 1:25.000 e nelle carte geologiche alla scala 1:10.000, riportate tra gli allegati.

2. GEOLOGIA E MODELLO GEOLOGICO

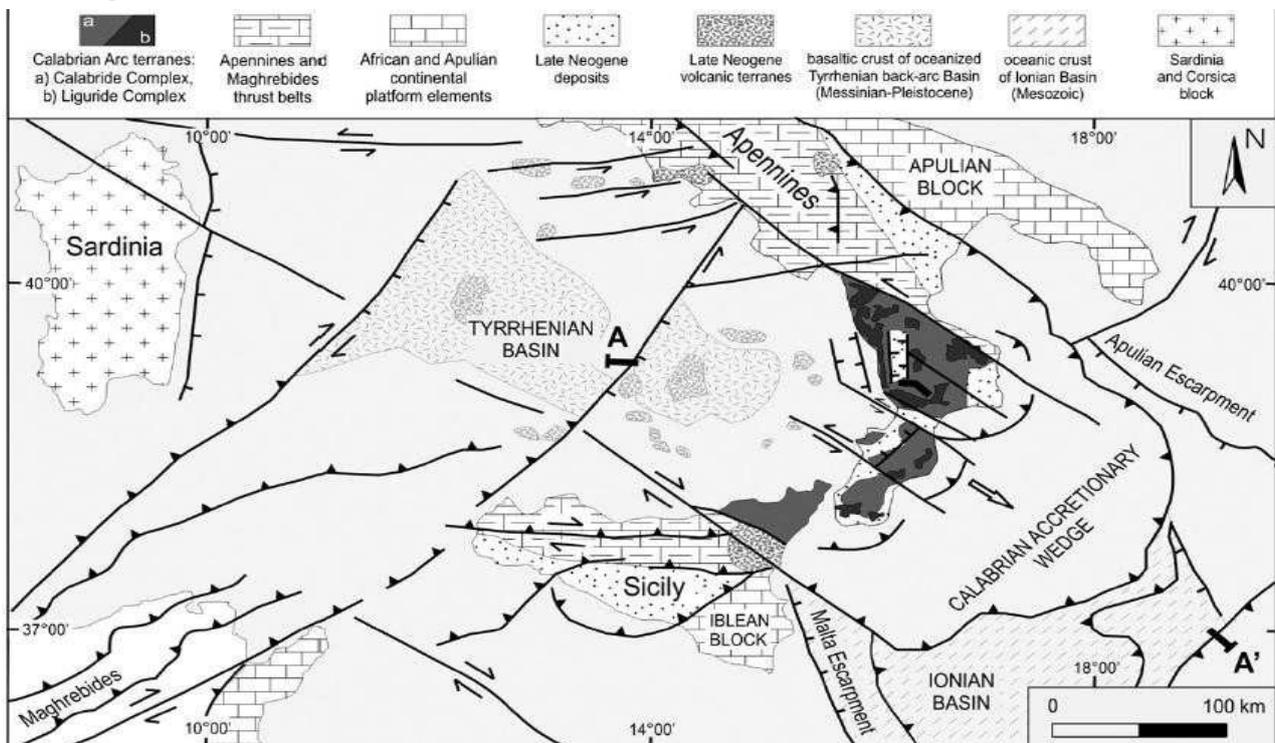
2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE E TETTONICA

L'area oggetto di studio della presente relazione è situata nella parte settentrionale di un elemento crostale noto in letteratura come Arco Calabro-Peloritano (ACP). Con il termine Arco Calabro-Peloritano si indica la porzione di territorio che dal punto di vista geografico comprende la parte di Calabria a sud di Castrovillari e, in Sicilia, la catena dei Monti Peloritani. Le formazioni che vi affiorano sono costituite in massima parte da rocce metamorfiche e cristalline di età paleozoica, analoghe a quelle che costituiscono buona parte della catena delle Alpi, la Corsica e la Sardegna. Il resto della catena appenninica è invece costituito prevalentemente da rocce sedimentarie di età molto più giovane, la cui continuità litologica in superficie si interrompe con il gruppo del Pollino. Queste stesse unità sedimentarie nell'Arco Calabro-Peloritano sono sepolte da quelle metamorfiche e cristalline, dalle quali emergono solo in alcune "finestre tettoniche". La situazione descritta può essere interpretata, almeno nelle sue linee generali, come conseguenza dell'interazione nelle ultime decine di milioni di anni tra la massa continentale africana e quella euro-asiatica, che inizialmente erano separate da un oceano, la Tetide. Nella fase di moto convergente tra i due continenti verificatasi tra 65 e 14 milioni di anni orsono, i complessi cristallini calabridi che costituivano il margine meridionale europeo si accavallarono, insieme a relitti oceanici provenienti dal fondo della Tetide, sul margine continentale africano costituente oggi l'ossatura dell'Appennino Meridionale. Secondo le interpretazioni geologiche più accreditate, i complessi cristallini e metamorfici calabresi rappresentano quindi un segmento della catena alpina vera e propria, sovrascorsi per molte decine di km sull'edificio appenninico come "falda di ricoprimento" (AMODIO-MORELLI et. al., 1976; BONARDI et al., 1982; TORTORICI, 1982). I fenomeni di sovrascorrimento nell'attuale area calabro-peloritana si conclusero sostanzialmente nel Tortoniano superiore, mentre nelle catene alpina ed appenninica continuarono fino ad età più recenti. Infatti l'instaurarsi di un campo locale di sforzi distensivi portò la Calabria a staccarsi dal blocco sardo-corso con l'apertura del Mar Tirreno, così come in precedenza l'apertura del Bacino Provenzale aveva provocato il distacco dello stesso blocco sardo-corso dall'Europa. (GUERRA & MORETTI, 1994). Alla fine della fase di compressione, la distribuzione delle masse continentali era diversa da quella attuale: il Mar Tirreno non esisteva ancora,

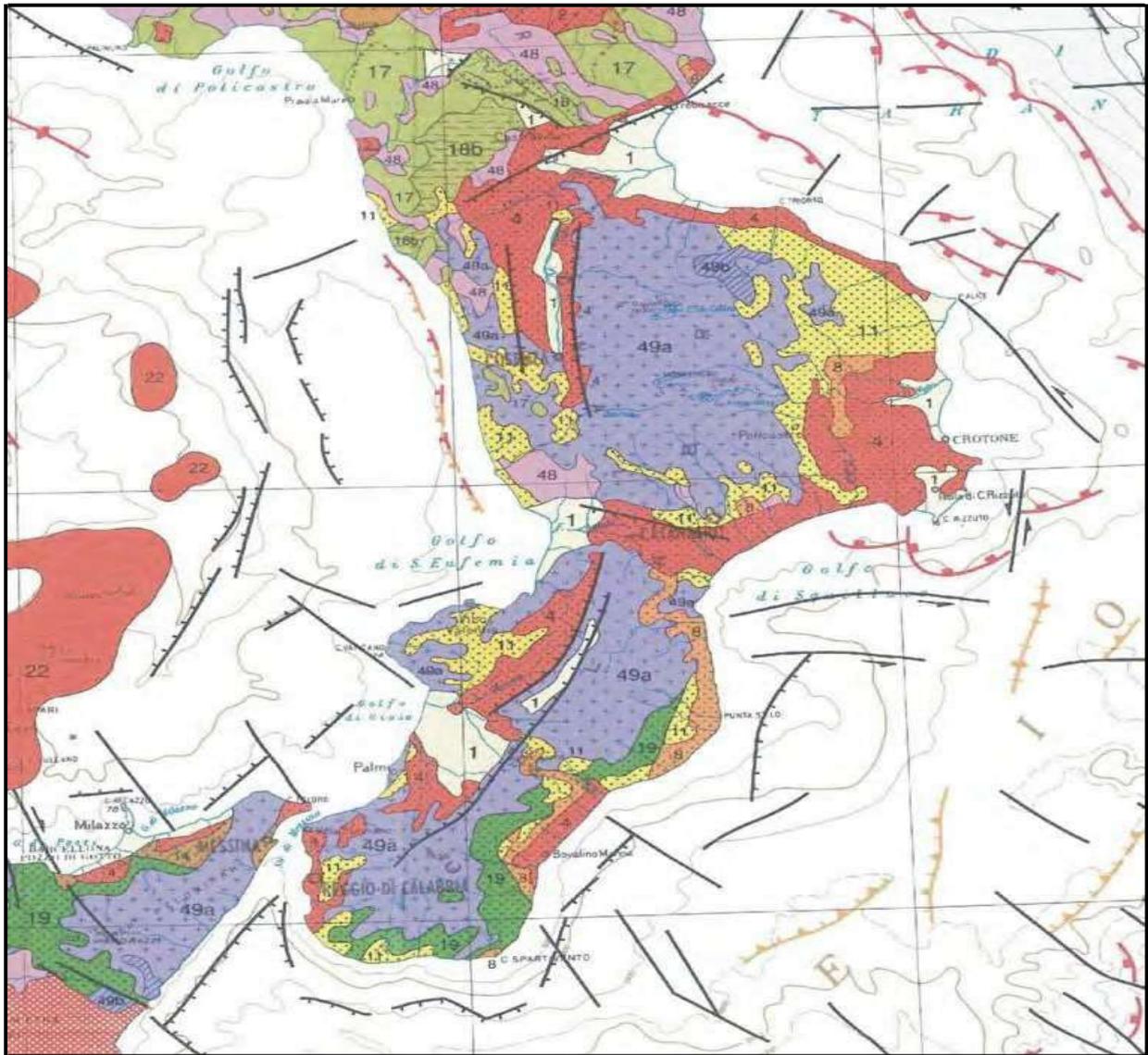
Adeguamento sismico Scuola Elementare/Materna– Comune di Cropalati

mentre i mari Adriatico e Ionio avevano un'estensione notevolmente maggiore. La Calabria, la Corsica e la Sardegna facevano parte di una zolla unica, su cui si espandevano grandi effusioni vulcaniche basaltiche, testimonianza della presenza di una placca oceanica in subduzione sotto la massa continentale (GUERRA & MORETTI, 1994). Questa placca oceanica, originata dalla consunzione dell'antico Mar Ionio, ha svolto con ogni probabilità un ruolo fondamentale nell'evoluzione geodinamica. Al suo progressivo sprofondamento nel sottostante mantello terrestre, devono infatti essere attribuiti il distacco della Calabria dal blocco sardo-corso e la conseguente apertura del M. Tirreno; alla sua perdurante presenza viene comunemente attribuita anche la sismicità che tuttora interessa il bacino tirrenico fino a profondità da oltre 500 km. Le diverse età delle espansioni vulcaniche nel Tirreno e in Sardegna scandiscono le tappe della progressiva traslazione verso SE dell'Arco Calabro. Oltre che per le età, i prodotti del vulcanismo differiscono anche per tipo: si passa infatti dai materiali calcocalcini della Sardegna Occidentale, caratteristici delle fasi geodinamiche compressive, caratteristici delle fasi geodinamiche compressive, ai basalti tholeitici della piana abissale tirrenica, tipici delle fasi di espansione oceanica (GUERRA & MORETTI, 1994).

Strutture generale del Mediterraneo centrale e dell'Itali meridionale ed insulare. Da TANSI ET AL.,2006



Allo stato attuale la regione è animata da un'intensa attività geodinamica testimoniata oltre che dagli intensi e diffusi fenomeni erosivi e dall'elevata franosità, anche dai violenti terremoti che l'hanno ripetutamente colpita in epoca storica. In meno di quattro secoli, infatti, quasi la metà del territorio calabrese è stato colpito almeno una volta da un terremoto di intensità del grado X (MCS) o superiore, mentre i tre quarti dello stesso territorio hanno subito almeno un evento del grado IX (MCS). Il progredire della migrazione verso est dell'Arco Calabro Peloritano (velocità di spostamento di circa 5 cm/anno-GUERRA & MORETTI, 1994), implica la progressiva chiusura del bacino dello Ionio con la subduzione della sua litosfera sotto il margine continentale calabro in sovrascorrimento (GVIRTZMAN & NUR, 1999; BUITER, 2000, 2002; WORTEL & SPAKMAN, 2000). I terremoti profondi che caratterizzano il basso Tirreno, sono considerati come una dimostrazione dell'attività del fenomeno (GUERRA & MORETTI, 1994). BONARDI et al. (1982) e TORTORICI (1982) suddividono l'ACP in due settori, uno settentrionale (dove ricade l'area di studio) e uno meridionale, che vengono a contatto lungo un allineamento orientato grossomodo in direzione ENE-WSW che da Capo Vaticano si estende fino a Soverato. Il settore settentrionale si estende a N dell'allineamento Capo Vaticano-Soverato e comprende parte della Catena Costiera, la Sila e le Serre settentrionali. In esso TORTORICI (1982) ha individuato cinque unità (caratterizzate da un grado metamorfico crescente verso l'alto) di cui, le due più profonde sono rappresentate da unità ofiolitiche (porzioni di crosta oceanica) mentre le rimanenti sono riconducibili a porzioni di crosta continentale.



Schema geologico della Calabria. 1) Depositi continentali (alluvioni, sedimenti lacustri e lagunari) e, subordinatamente, marini (spiagge) – Pleistocene superiore-Olocene; 4, 8) Depositi terrigeni marini – Pliocene inferiore p.p. -Pleistocene inferiore; 11, 16) Depositi terrigeni marini – Miocene sup.-Pliocene inferiore p.p.; 17, 18) Unità carbonatiche e terrigene della catena Appenninica – Triassico-Oligocene; 19) Sabbie e conglomerati – Oligocene-Miocene; 48) Sedimenti oceanici con ofioliti – Cretacico-Oligocene; 49) Unità metamorfiche e graniti (da Bigi et al., 1989)

L'unità più profonda è rappresentata dall'Unità del Frido che affiora in tutto il settore settentrionale ed in Lucania. È costituita da una successione di metapeliti con intercalazioni di metacalcari e quarziti cui sono strettamente associate ofioliti rappresentate da prevalenti metabasalti, serpentiniti ed occasionalmente da Fe-gabbri come elementi di metabrecce. Questa unità così come definita da LANZAFAME et.al. (1979) comprende l'Unità di Diamante-Terranova (DIETRICH et.al., 1976). Al di sopra giace un'Unità Ofiolitica, comprensiva delle Unità di Malvito e di Gimigliano (DIETRICH et.al., 1976), costituita prevalentemente da lave a pillow e breccie di pillow con rari Mg-gabbri associati, su cui poggiano coperture di età Titonico-Neocomiana estremamente variabili, le quali assumono caratteri sempre più terrigeni procedendo da N verso S. Tettonicamente sovrastante alle Unità Ofiolitiche giace l'unità di Bagni, che rappresenta l'unità di

derivazione continentale geometricamente più bassa (affiora prevalentemente in Sila Piccola e nell'alta valle del Fiume Crati). È costituita da un basamento filladico contenente intercalazioni di micascisti, metareniti e porfiroidi e sopporta una copertura mesozoica, visibile nei dintorni di Guardia Piemontese (SCANDONE, 1971; DIETRICH, 1976). In posizione ancora più elevata abbiamo l'unità di Castagna, affiora prevalentemente in Sila Piccola, lungo il bordo orientale della valle del Fiume Crati e lungo il settore settentrionale delle Serre (PAGLIONICO & PICCARRETA, 1977). È costituita da micascisti a granato, paragneiss biotitici e gneiss occhiadini con frequenti associazioni di masse pegmatitiche e granitoidi. L'unità cristallina tettonicamente più elevata è rappresentata dall'Unità Polia-Copanello che affiora diffusamente in tutto il settore considerato. È costituita da gneiss kinzigitici con intercalate masse di anfiboliti e di metaperidotiti. Le metamorfite sono intruse da masse granitiche e tonalitiche. In questa unità potrebbe essere compresa anche l'Unità di Monte Gariglione (AMODIO-MORELLI et.al., 1976; ZANETTIN-LORENZONI, 1982). Lungo la parte orientale del massiccio Silano le unità descritte ricoprono l'Unità di Longobucco. Essa è costituita da un basamento di filladi con intercalazioni di quarziti e porfiroidi contenenti intrusioni granitiche, su cui riposano trasgressive due sequenze sedimentarie di età Meso- Cenozoica (LANZAFAME & TORTORICI, 1980). Nel complesso le varie unità cristalline si sovrappongono tettonicamente su unità carbonatiche che costituiscono i domini più interni della catena appenninica (SCANDONE et.al., 1974; AMODIO-MORELLI et.al., 1976). In Calabria settentrionale i lembi relitti dell'Arco Calabro possono essere divisi in tre distinte unità tettonostratigrafiche. La più bassa è composta principalmente da rocce carbonatiche mesozoiche, originariamente deposte sul margine continentale adriatico e successivamente assemblate nella catena a falde e pieghe appenninica. L'unità intermedia è formata da due falde (Diamante-Terranova e Malvito) di metasedimenti ed ofioliti mesozoiche interpretate come il residuo dell'oceano neotetideo. L'unità tettonica più elevata è formata da rocce ignee e metamorfiche (Unità di Bagni e della Sila) e da sedimenti mesozoici (Gruppo di Longobucco). Le falde di Diamante-Terranova e di Malvito sovrascorrono sull'avampaese adriatico, ed entrambe sono sottoposte all'insieme delle Unità Bagni e della Sila, che rappresentano l'elemento più elevato dell'Arco Calabro.

Altri autori considerano i terreni del basamento calabro come parte di un dominio Austroalpino della placca africana, mentre in altre alternative interpretazioni, le falde dell'Arco Calabro sono considerate appartenenti ad un microcontinente situato tra Africa ed Europa o come risultato dell'assemblaggio di tre "microblocchi crostali". Lungo il limite settentrionale dell'arco affiora una successione sedimentaria appartenente all'Unità del Cilento. Tali terreni sono costituiti da successioni flyschoidi, nei cui livelli basali si ritrovano una serie di blocchi costituiti da elementi derivanti dalle unità cristalline calabresi.

Adeguamento sismico Scuola Elementare/Materna– Comune di Cropolati

Il contesto morfostrutturale dell'area di studio all'interno dell'Arco Calabro è quello della parte più meridionale del più importante dei bacini plio-pleistocenici che interrompono la struttura a falde della Catena a causa di lineamenti tettonici distensivi, ovvero del Graben del Crati (*Turco et al., 1990; Tortorici et al., 1995*). Il Graben del Crati (*Lanzafame and Tortorici, 1981; Tortorici, 1981; Tansi et al., 2007*) è un basso morfo-strutturale caratterizzato da un trend N-S di lineamenti trans-tensivi quaternari che ne hanno ribassato la porzione centrale rispetto agli alti morfostrutturali della Catena Costiera e della Sila, che è stata oggetto di deposizione di sedimenti tipicamente bacinali a partire dal miocene e fino al quaternario.

2.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO

Dall'osservazione della cartografia geologica disponibile si può ottenere un quadro di riferimento dei terreni presenti nell'area di Cropalati (Cs). Non risultando disponibile la cartografia del progetto CarG per l'area in oggetto, la cartografia di riferimento è la carta Geologica della Calabria su rilievi degli anni 1958-1962 ed edita a cura della Cassa per il Mezzogiorno. In particolare, dal rilevamento geologico e dalla cartografia disponibile, gli affioramenti principali dell'area di comunale sono i seguenti:

- ✓ SCISTI FILLADICI: rappresentano il litotipo più diffuso di tutto il territorio. Sono rappresentati da scisti a grana fine costituito da mica bianca, quarzo, plagioclasio sodico, clorite e raro K-feldspato. La scistosità è più marcata negli affioramenti vallivi dove la roccia è più sana. Tali affioramenti si presentano sempre molto tettonizzati e scompaginati, affiorano estesamente a SW e NW del centro storico di Cropalati e rappresentano i termini più antichi affioranti;
- ✓ ARENARIE GIALLE E GRIGIE: si trovano in trasgressione sulla formazione precedente e sono costituite da arenarie calcaree tenere in facies di molasse con rare intercalazioni conglomeratiche di età miocenica. Si presentano in banchi, potenti anche più di decine di metri. Risultano in trasgressione sugli scisti e tale contatto è sottolineato da un deposito conglomeratico, ad elementi poco arrotondati, potente qualche m. e di colore rossastro. La potenza di tale deposito è stimata intorno agli 80 metri e nella parte alta la stratificazione appare più evidente, risultano più cementate ed a granulometria più fine;
- ✓ CONGLOMERATO TIPO BRECCIA: sono costituiti da clasti di rocce cristalline in prevalenza di tipo granitico;
- ✓ GESSI E CALCARI EVAPORITICI: si presentano in strati sottili (gessi), mentre i calcari evaporitici risultano talora con intercalazioni di marmi e gessi; si presentano altamente fratturati;
- ✓ ARGILLE VARICOLORI: affiorano a NW e NE del centro abitato di Cropalati e si rinvencono con blocchi e ciottoli di varia natura ed in marne fogliettate e strati arenacei;
- ✓ ARGILLE MARNOSE: affiorano a NW e NE del centro abitato ed inglobano abbondanti livelli di gessi e blocchi calcarei;

- ✓ SABBIE GIALLASTRE;
- ✓ ALLUVIONI MOBILI E TERRAZZATE.

Le unità litostratigrafiche presenti nell'area sono:

- ✓ Sottile e sporadica copertura detritica
- ✓ Argille marnose con sottili intercalazioni arenacee gradate, facilmente erodibili e, quando impregnate d'acqua possono dar luogo a movimenti franosi e di solifluzione. Permeabilità bassa.
- ✓ Arenarie tenere bruno-chiare, talora con intercalazioni di arenarie grigio bluastre a cemento calcareo, ben consolidate e resistenti all'erosione, permeabilità media, elevata nelle zone intensamente fratturate.
- ✓ Scisti filladici, cloritici e sericitici, localmente carboniosi, con intercalazioni arenacee e calcaree. Gli scisti sono frequentemente intersecati da piccole vene di quarzo, occasionalmente quarzoso-feldspatiche. Permeabilità bassa con aumento della stessa nelle zone di più intensa tettonizzazione.

Limitando l'analisi all'area in oggetto, questa risulta caratterizzata dai depositi sedimentari miocenici costituiti da arenarie calcaree tenere con intercalazioni di conglomerati. Si presentano in banchi anche molto potenti con debole immersione N-E. Le arenarie si trovano in trasgressione sugli scisti sottostanti. In affioramento sull'area d'interesse, le arenarie si presentano poco stratificate e ricoperte da uno spessore variabile di alterazione superficiale di natura sabbioso-limosa

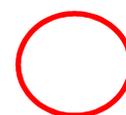
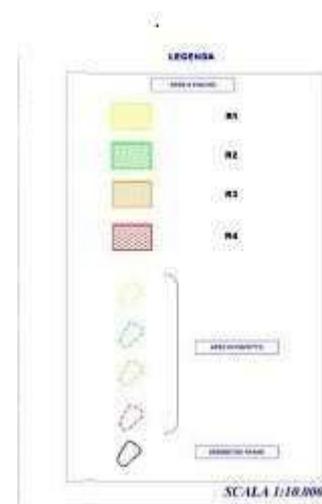
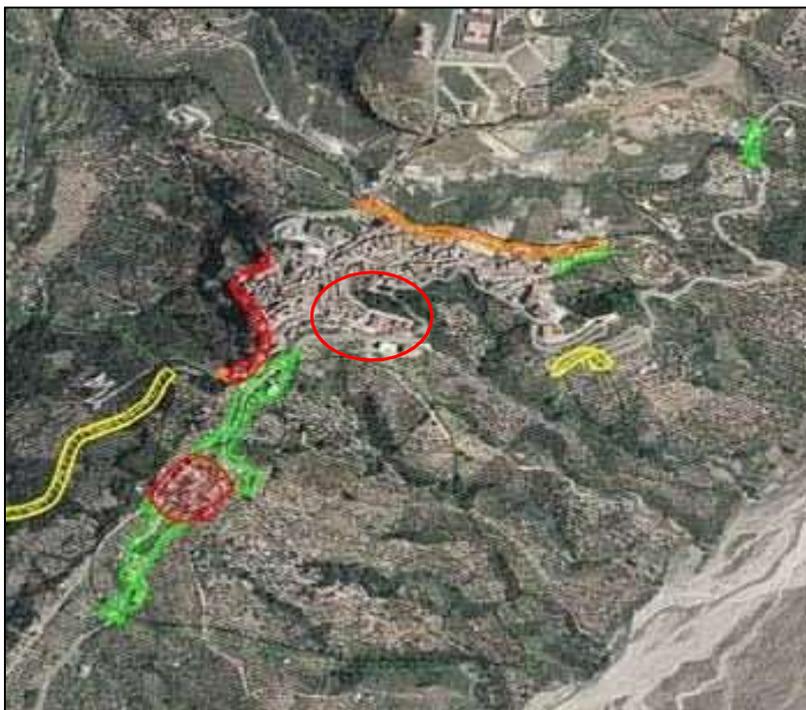


Foto 1 - Complesso arenaceo

2.3 CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE

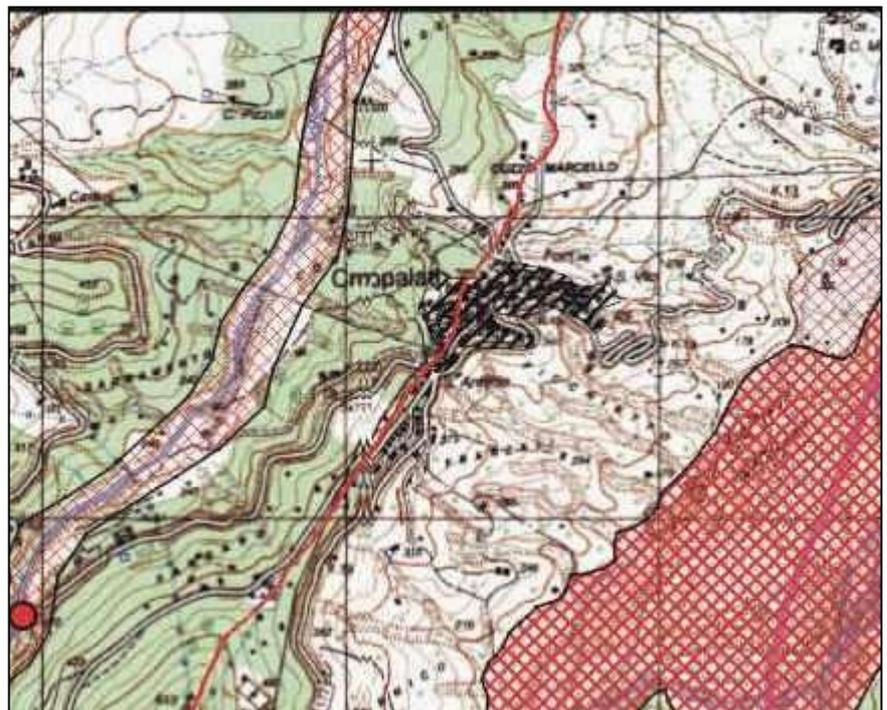
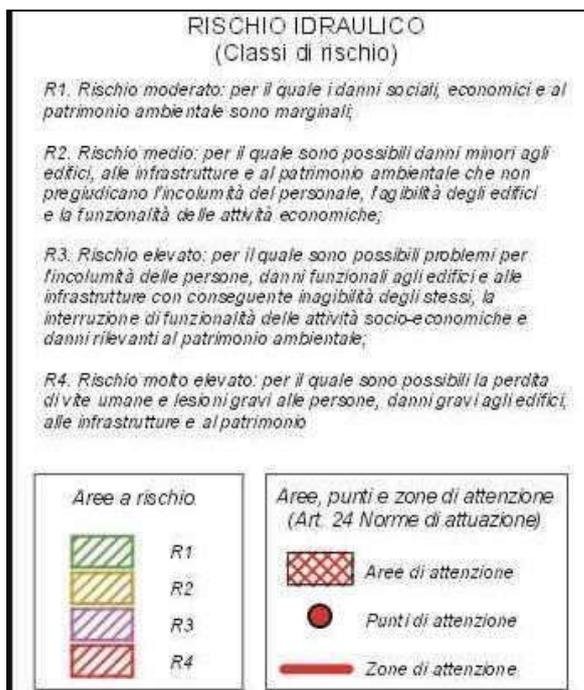
Da un punto di vista morfologico l'area è posizionata nella zona di passaggio fra l'area montana della Catena Costiera ed il settore collinare. Tale assetto morfologico a grande scala è causato dalla morfotettonica regionale.

Il sistema collinare è inoltre profondamente disseccato dall'azione erosiva fluvio- denudazionale, le cui forme attuali sono riconducibili alla degradazione della paleosuperficie pliocenica, attuata principalmente nei periodi glaciali pleistocenici, nei quali le morfologie più fresche ed energetiche sono da addebitarsi alla grande ondata erosiva- regressiva wurmiana. La morfologia tipica di territori legati a fasi recenti, e ancora in atto, di rapido sollevamento ha fatto sì che il territorio comunale risulti caratterizzata da una fitta rete di incisioni torrentizie con alvei in erosione giovanile e sottendenti piccoli bacini imbriferi caratterizzati da versanti molto acclivi, spesso con pareti subverticali, soggetti ad intensi fenomeni di smantellamento (erosione e frane). L'azione morfogenetica sul territorio non è tuttavia, determinata dal solo sollevamento esso si intreccia con quella determinata dal regime climatico e dalle particolari caratteristiche delle rocce. L'azione combinata di questi processi determina una morfologia tipica di aree che possono essere definite di intenso "smantellamento". L'azione morfogenetica gravitativa si innesta quindi in un contesto caratterizzato da pendenze medie ed elevate e da una certa fragilità geologica collegata alla presenza di lineamenti tettonici; tutta l'area intorno alla master fault è caratterizzata da un notevole quantità di fenomeni franosi, più o meno estesi e profondi. La perimetrazione dei fenomeni franosi nell'area può essere desunta dalla cartografia del PAI.



Area d'interesse

L'esame globale dell'attuale disegno della zona di cresta su cui è ubicata la scuola è reso difficoltoso dalla parziale obliterazione causata dagli interventi antropici; tuttavia, durante la fase di rilevamento di dettaglio, si è potuto verificare come l'ammasso arenaceo si presenti privo di problematiche di stabilità, garantite dagli interventi consolidatrici eseguiti in precedenza. Come precedentemente detto l'area è caratterizzata da un'idrografia piuttosto scarsa, rappresentata essenzialmente dal Fiume Trionto e dal Torrente Coserie che delimita il comune di Cropalati in direzione WNW. E' poi presente una fitta rete di impluvi a carattere prevalentemente torrentizio. Per quanto riguarda lo schema di circolazione sotterranea, quest'ultimo è riconducibile essenzialmente ad un acquifero principale rappresentato dai materiali alluvionali del Fiume Trionto, mentre i restanti terreni affioranti non presentano caratteristiche idrauliche tali da consentire la formazione di acquiferi di una certa entità. Le uniche manifestazioni a carattere sorgentizio, presenti nella zona sono localizzate al contatto tra litologie a differente valore del coefficiente di permeabilità e legate a periodi di massima piovosità. L'osservazione in sito di questi elementi, sommato alle risultanze delle indagini geognostiche effettuate, ci permettono di asserire che, al momento vi sono tutte le condizioni che garantiscono la stabilità del sito. Il tutto è confermato dal fatto che l'area oggetto di studio non è compresa in alcuna perimetrazione della cartografia PAI.



stralcio carta ABR – rischio Idraulico

2.4 STABILITA' DELL'AREA

L'area sulla quale insiste la struttura oggetto del presente lavoro, dal punto di vista geomorfologico, rappresenta la parte sommitale di una cresta, litologicamente costituita da un ammasso di natura arenacea, sulla quale sono stati eseguiti interventi di consolidazione del versante. Tali interventi, sono consistiti nella messa in opera di reti elettrosaldate e una maglia di chiodi predisposti in fori pre-realizzati ed infine è stato realizzato un intervento di spritz-beton (calcestruzzo spruzzato) – vedi foto allegate. Tale soluzione, ha consentito di attuare un rinforzo rapido e resistente dell'intero versante, bloccando l'azione degradante delle acque superficiali e l'eventuale distacco e caduta di blocchi lapidei. Lo studio geomorfologico, eseguito anche mediante tecniche foto-interpretative, esteso anche per una significativa fascia oltre al perimetro dell'area di stretto interesse progettuale, ha confermato quanto sopra specificato, non evidenziando fenomenologie di dissesto sia attuali che pregressi. Il tutto è stato comprovato dalla consultazione della cartografia P.A.I. su "<http://webgisabr.regione.calabria.it/webgis/>", in cui è emerso che la zona di studio non ricade in nessuna delle perimetrazioni di rischio e/o d'attenzione che il Piano di Assetto Idrogeologico contempla. Pertanto, viste le premesse, nonostante il versante su cui grava l'intervento, per quanto riguarda le caratteristiche della superficie topografica del sito di progetto, ricade nella categoria topografica T3 (Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^{\circ} < i < 30^{\circ}$), in tale circostanza, le verifiche di stabilità complessive del versante ante e post intervento, possono essere omesse.

Inoltre, si vuole sottolineare che, il progetto in essere prevede esclusivamente l'adeguamento sismico di una struttura esistente, senza opere con funzione stabilizzante nei confronti dell'intero versante, che non altera, in alcun modo, le attuali condizioni di stabilità complessiva di un versante già fortemente consolidato con le opere sopra indicate.

Adeguamento sismico Scuola Elementare/Materna– Comune di Cropalati



2.5 MODELLO GEOLOGICO

Sulla base dei rilievi di superficie, delle prove sismiche e dei dati ricavati dal lavoro oggetto di studio e di quello realizzato in occasione dell'adeguamento sismico del Municipio – sede COC a firma del dott. Geol. Salvatore Acri, si evidenzia il seguente modello geologico-stratigrafico, così come riportato in seguito:

Profondità	Spessore	Stratigrafia	Descrizione litologica
2,00	2,00		Materiale di riporto costituito da sabbia ghiaiosa
30,00	28,00		Sabbia limosa ma colore marrone chiaro con intercalazioni di ciottoli eterometrici. Verso il basso il deposito si presenta debolmente argillosa

Trascurando il primo livello costituito dal terreno aerato superficiale, si è distinta un'unità litostratigrafica definita come "UNITÀ A – Sabbie limoso-argilloso con intercalazioni di livelli di argille marnose".

UNITÀ LITOSTRATIGRAFICHE	CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE	CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE
<p style="text-align: center;">UNITÀ A</p>	<p>La formazione miocenica arenacea è stratigraficamente sovrapposta a quella argilloso-marnosa con contatto normale. Si tratta di due litologie che hanno comportamento meccanico differente. Le arenarie, se sottoposte a sollecitazioni di tipo sismico, od a carichi applicati dalle porzioni-sovrastanti, presentano un comportamento di tipo rigido dando luogo a fenomeni di distacco e crollo di blocchi. Le argille marnose, se sottoposti a carico o a variazioni di pressioni idrostatiche si comportano in modo plastico con incrementi locali della plasticità unitamente ad aumenti di volume, laddove essi subiscano un processo di plasticizzazione, in presenza dei quali non è più riconoscibile la struttura della roccia originaria. I fattori che concorrono alla formazione di blocchi anche di notevole dimensioni nell'ammasso arenaceo sono perciò così identificabili:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Variazioni delle pressioni lungo i giunti in presenza di circolazione idrica, 2- Deformazione plastica del substrato scistoso 3- Degradazione dell'ammasso nelle aree a minor grado di cementazione. 	<p>Lo spessore della formazione arenacea, così come definito anche in letteratura e nei quaderni di campagna della Carta Geologica ufficiale, è superiore a 60 metri. Nella zona di studio lo spessore rilevato nelle prove sismiche, supera i 35 metri. Le arenarie sono caratterizzate localmente da stratificazioni con intercalati livelli a maggior grado di cementazione e sono interessate da diversi sistemi di frattura normali, sub verticali cui si associano diversi sistemi di giunti. L'ammasso arenaceo presenta alla base un livello di conglomerato giallastro con blocchi di diversa natura. Salvo i livelli calcarenitici, di norma il grado di cementazione risulta basso. È possibile differenziare aree ove le arenarie sono ben cementate e aree ove il grado di cementazione molto basso e la presenza dei giunti rendono l'ammasso molto erodibile, a luoghi il crollo di piccoli blocchi si associa il processo di erosione da parte degli agenti atmosferici che concorrono al processo di progressiva diminuzione della stabilità in quanto le acque meteoriche impostano vie preferenziali di circolazione attraverso le discontinuità presenti nella roccia e determinano il dilavamento del cemento calcareo. Tale circostanza facilita la crescita di vegetazione all'interno delle discontinuità accelerando il processo di disgregazione della roccia stessa. Nella successione arenacea vi sono delle intercalazioni di argille marnose. Nella zona studiata e nello specifico del terreno di sedime della struttura scolastica esistente non sono stati riscontrati tali livelli.</p>

In considerazione della tipologia di depositi presenti, dei riscontri derivanti dal rilievo di superficie, dai risultati dalle prove sismiche e delle prove penetrometriche eseguite in occasione del lavoro precedentemente descritto, il modello geologico proposto è da ritenersi nel complesso attendibile. Potrebbero sussistere variazioni latero-verticali per quanto riguarda le diverse facies sedimentarie presente, essendo in presenza di depositi a composizione molto differente. Nel complesso la validità generale del modello rispecchia le geometrie delle successioni affioranti.

Sia dall'osservazione diretta durante la fase d'indagini, che dalle informazioni bibliografiche e dalle osservazioni dirette, si è desunto che al disotto della struttura scolastica esistente non è presente la falda freatica.

Per la stima dei parametri geotecnici dei terreni su cui insiste l'edificio scolastico, si è considerata l'indagine sismica effettuata dalla scrivente ed i risultati delle prove eseguite in occasione del lavoro di adeguamento sismico dell'edificio comunale – sede COC.

Livello	ϕ (°)	γ	C (kpa)
Livello costituito da Sabbie ed arenarie limose	31	18.442	2.930
Livello costituito da Sabbie ed arenarie limose debolmente argillose	33	22.099	10.407
POINT LOAD kg/cm ²	1,6		

Tab. di caratterizzazione geotecnica: ϕ (°): angolo d'attrito interno; γ (KN/m³): peso di volume; C (Kpa): coesione.

I valori dei parametri geotecnici saranno, in ogni caso, ridotti a vantaggio di sicurezza nelle analisi e verifiche geotecniche. Durante l'esecuzione delle prove non è stata riscontrata presenza di falda.

Le indagini geofisiche confermano quanto emerso dalle stratigrafie dei sondaggi a carotaggio continuo.

POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Per quanto concerne il fenomeno della liquefazione dei terreni in caso di sisma, le indagini effettuate indicano la presenza di terreni omogenei in assenza di falda e non si riscontrano situazioni tali da far presupporre problemi legati alla liquefazione. Come riportato nel par.

7.11.3.4.2 del DM 17-01-2018 la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

Per quanto riguarda il calcolo del potenziale di liquefazione, bisogna specificare che, la liquefazione è un processo di accumulazione della pressione di fluido interstiziale che causa in un

terreno non coesivo (sabbia, ghiaia, limo non plastico) saturo, diminuzione della resistenza e/o rigidità a taglio a seguito dello scuotimento sismico, potendo dar luogo a deformazioni permanenti significative. La liquefazione consiste quindi in una diminuzione della resistenza del terreno, a seguito del raggiungimento della condizione di fluidità. La perdita totale della resistenza viene raggiunta quando la pressione dell'acqua che riempie gli interstizi arriva a uguagliare la pressione di confinamento, rendendo nulle le tensioni efficaci trasmesse attraverso le particelle solide. Una volta che il terremoto ha innescato il processo di liquefazione, la massa del suolo resta in movimento fino a che non raggiunge una nuova condizione di stabilità.

La manifestazione della liquefazione può dare origine ad effetti di varia natura:

- Affondamento di edifici nel terreno;
- Scorrimento di pendii;
- Collasso di terrapieni, rilevati stradali e opere di terra in genere;
- Collasso di palificate per perdita di connessione laterale;
- Zampillio di copiosi getti d'acqua e di sabbia con formazione dei caratteristici coni;
- Collasso di opere di sostegno per sovraspinta del terreno a monte.

Come indicato nelle NTC 2018, al par. 7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione, la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub- orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} >$

180 dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

UC: rapporto D_{60}/D_{10} , dove D_{60} e D_{10} sono il diametro delle particelle corrispondenti rispettivamente al 60% e al 10% del passante sulla curva granulometrica cumulativa.

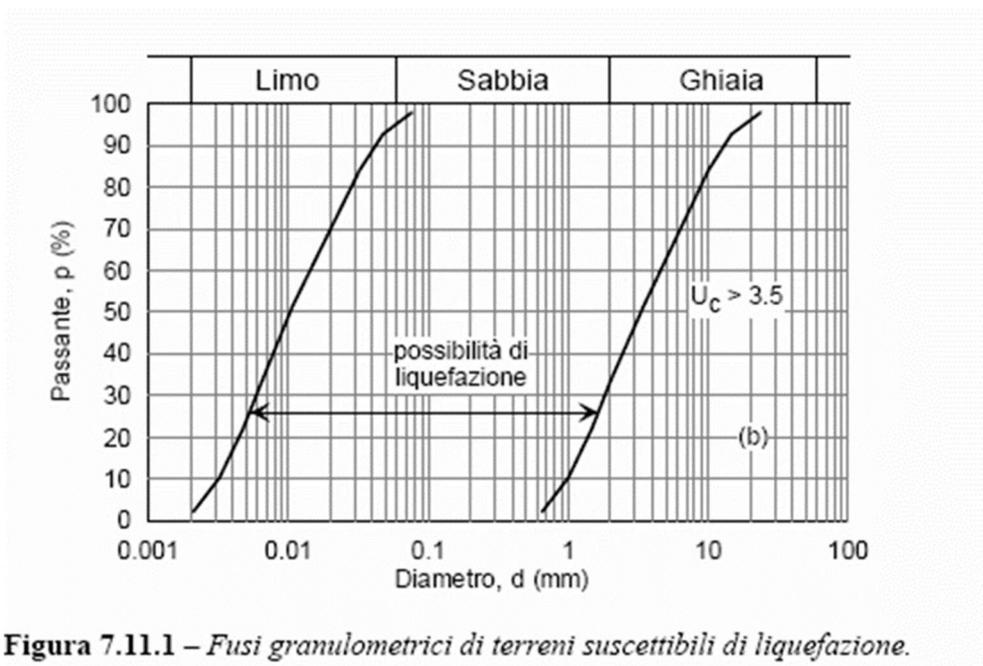
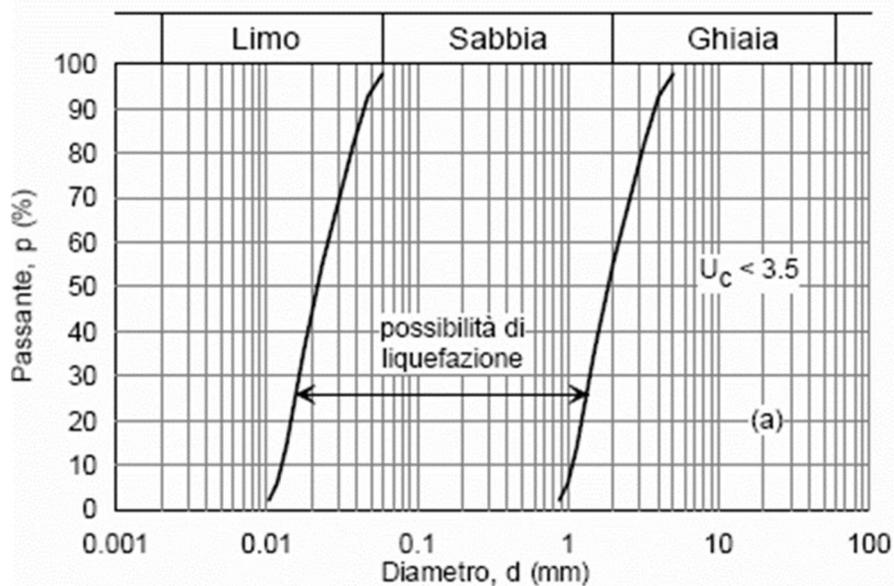


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Ai fini del presente studio, si specifica che, non avendo riscontrato falda entro i primi 15 m dal p.c., si esclude il rischio geologico legato a fenomeni di liquefazione (come al punto 2 del Paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC 2018).

3. INQUADRAMENTO PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI E PAI

La Direttiva Europea n. 2007/60/CE del 23 ottobre 2007 relativa alla Valutazione ed alla gestione del rischio da alluvioni, recepita nell'ordinamento italiano con il Decreto Legislativo 23 febbraio 2010 n. 49, pone l'obiettivo, agli enti competenti in materia di difesa del suolo, di ridurre le conseguenze negative - derivanti dalle alluvioni - per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali. A tal fine prevede la predisposizione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni dei Distretti Idrografici individuati sul territorio nazionale dall'art. 64 del D.Lgs. 152/2006, tra i quali il Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale comprendente la Regione Calabria. I soggetti competenti agli adempimenti sono le Autorità di bacino distrettuali, di cui all'art. 63 del D.Lgs. 152/2006 e le Regioni che, in coordinamento tra loro e con il Dipartimento nazionale della Protezione Civile, predispongono la parte dei piani di gestione per il distretto idrografico relativa al sistema di allertamento nazionale, statale e regionale, per il rischio idraulico ai fini di protezione civile.

L'area studiata non ricade in alcuna perimetrazione di rischio o pericolosità.

Tra gli allegati sono riportati la Carta della Pericolosità Idraulica e del Rischio Idraulico.

Per quanto riguarda il PAI adottato ai sensi dell'art. 1-bis della L. 365/2000, dell'art. 17 comma 6 ter della L. 18/05/1989 n° 183 e successive modificazioni, viene nello specifico applicato secondo quanto previsto dall'art. 4 comma 2 delle norme di attuazione e misure di salvaguardia dello stesso.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e di pianificazione territoriale mediante il quale l'Autorità di Bacino Regionale della Calabria, pianifica e programma le azioni e le norme finalizzate alla salvaguardia delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo. L'individuazione delle aree da proteggere dalle possibili crisi dell'assetto dei versanti collinari e montani e degli alvei fluviali, dovute rispettivamente agli eventi franosi ed alle piene, costituisce la premessa per una pianificazione organica e sistematica del territorio avente come obiettivo fondamentale la tutela, la valorizzazione ed il recupero socio-culturale e ambientale dei sistemi naturali nell'ambito dei territori antropizzati e non.

Il PAI persegue l'obiettivo di garantire al territorio di competenza dell'ABR adeguati livelli di sicurezza rispetto all'assetto geomorfologico, relativo alla dinamica dei versanti e al

pericolo di frana, l'assetto idraulico relativo alla dinamica dei corsi d'acqua e al pericolo d'inondazione, e l'assetto della costa, relative alla dinamica della linea di riva ed al pericolo di erosione costiera. Il Piano Stralcio, pertanto, ha la funzione di eliminare, mitigare o prevenire i maggiori rischi derivanti da fenomeni calamitosi di natura geomorfologica (dissesti gravitativi dei versanti) o di natura idraulica (esondazioni dei corsi d'acqua) e costituisce uno stralcio tematico e funzionale del Piano di Bacino ai sensi dell'art.17 comma 6 ter, della L.183/89. Il PAI nello specifico individua e perimetra le aree a maggior rischio idraulico e idrogeologico per l'incolumità delle persone, per danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, per l'interruzione di funzionalità delle strutture socio-economiche e per danni al patrimonio ambientali e culturale, nonché gli interventi prioritari da realizzare e le norme di attuazione relative alle suddette aree. Le aree individuate dal PAI, per ciascuna categoria di rischio sono definite in quattro livelli come specificato dall'art. 8 comma 5 delle sue norme di attuazione e misure di salvaguardia. la pianificazione stralcio per la difesa da rischio idrogeologico definisce, nelle sue linee generali, l'assetto idraulico e idrogeologico del territorio appartenente all'AdB della Calabria, come prima fase interrelata alle successive articolazioni del Piano di Bacino.

Il Piano ha l'obiettivo di promuovere gli interventi di manutenzione del suolo e delle opere di difesa, quali elementi essenziali per assicurare il progressivo miglioramento delle condizioni di sicurezza e della qualità ambientale del territorio, nonché di promuovere le azioni e gli interventi necessari a favorire:

- le migliori condizioni idrauliche e ambientali del reticolo idrografico, eliminando gli ostacoli al deflusso delle piene in alveo e nelle aree golenali;
- le buone condizioni idrogeologiche e ambientali dei versanti;
- la piena funzionalità delle opere di difesa essenziali alla sicurezza idraulica e idrogeologica.

Il Piano privilegia, inoltre, gli interventi di riqualificazione e rinaturalizzazione che favoriscano:

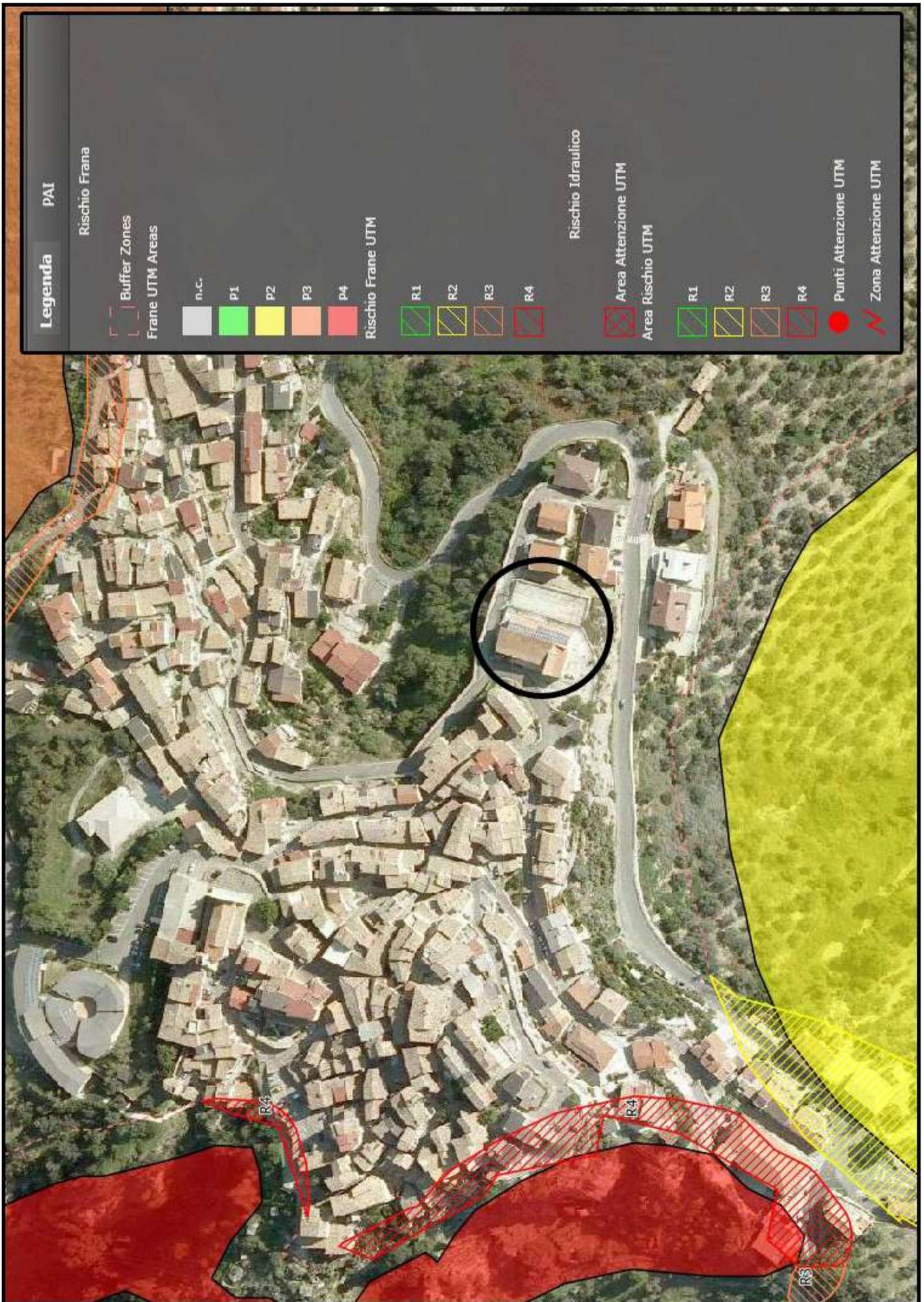
- la riattivazione e l'avvio di processi evolutivi naturali e il ripristino degli ambienti umidi;
- il ripristino e l'ampliamento delle aree a vegetazione spontanea, allo scopo di ristabilire, ove possibile, gli equilibri ambientali e idrogeologici, gli habitat preesistenti e di nuova formazione;
- il recupero dei territori perfluviali ad uso naturalistico e ricreativo.

Adeguamento sismico Scuola Elementare/Materna– Comune di Cropalati

Il Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico produce efficacia giuridica rispetto alla pianificazione di settore, urbanistica e territoriale, ed ha, carattere immediatamente vincolante per le Amministrazioni e gli Enti Pubblici nonché per i soggetti privati, ai sensi dell'art.17, commi 4 e 5 della L.183/89 Sono fatte salve in ogni caso le disposizioni più restrittive contenute nella legislazione nazionale e regionale. Il Piano rappresenta il quadro di riferimento a cui devono adeguarsi e rapportarsi tutti i provvedimenti autorizzativi inerenti gli interventi ricadenti sul territorio dell'Autorità Interregionale di Bacino della Calabria. Sono fatti salvi tutti gli interventi oggetto di regolare autorizzazione, con cessione o provvedimenti equivalenti, se ancora efficaci, rilasciati prima dell'entrata in vigore del PAI o dei suoi aggiornamenti.

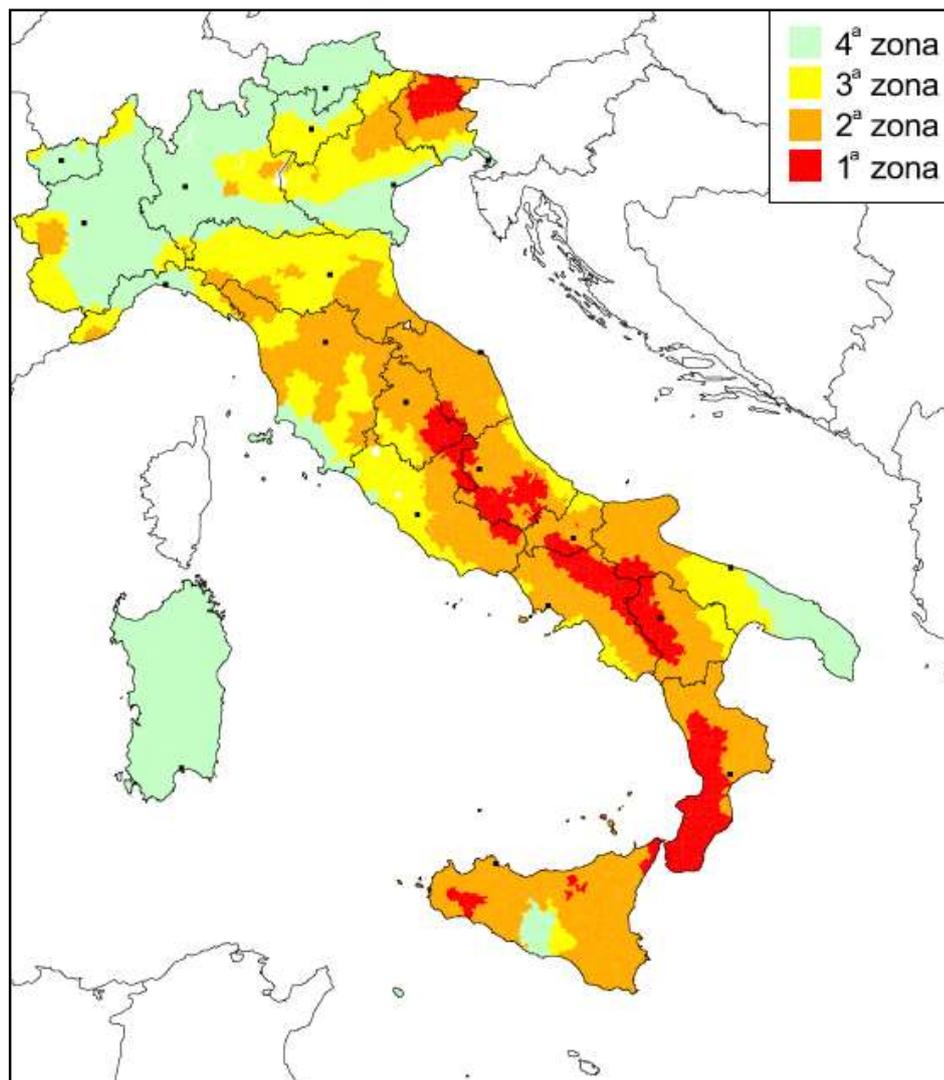
Il Piano persegue l'obiettivo primario di ridurre il livello di rischio delle popolazioni e, pertanto, i suoi contenuti contribuiscono alla definizione, da parte degli Enti competenti, dei piani di protezione civile, dei programmi di previsione e prevenzione e dei piani di emergenza, ai sensi delle vigenti disposizioni statali e regionali.

Secondo quanto previsto dal PAI, il sito non ricade in alcuna perimetrazione di rischio o di rispetto nè per quanto riguarda il rischio frane, nè per quanto riguarda il rischio idraulico.



4. MODELLO SISMICO

A tutela della pubblica incolumità, dei beni dello stato e dei privati cittadini, con il nuovo O.P.C.M. n° 3274 del 20/03/03 “Primi elementi in maniera di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”, che disciplina e prescrive le nuove norme per la realizzazione delle strutture e infrastrutture, **l’area in esame è stata inquadrata in Zona Sismica 2:**



Secondo quanto prescritto dalla nuova normativa, per la nostra zona, è previsto un valore di a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, pari a 0,25g (frazione dell’accelerazione di gravità).

Come riportato nella foto sopra allegata l’area ricade in una classificazione di Zona 2. Ai fini della definizione dell’azione sismica è possibile fare riferimento ad una metodologia basata

Adeguamento sismico Scuola Elementare/Materna– Comune di Cropalati

sulle categorie di sottosuolo di riferimento (Tabella del D.M. 17/01/2018 e sulle categorie topografiche (Tabella 3.2.IV del D.M. 14/01/2018).

Da sondaggi sismici eseguiti si è definito un $V_{seq} = 415$ m/s, a cui si associa una categoria di suolo di tipo B:

“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.”.

Classificazione delle condizioni topografiche secondo quanto previsto nelle tabelle 3.2.IV e 3.2.VI delle NTC: la superficie topografica, poiché il sito è ubicato in cresta è la stessa presenta una larghezza minore che alla base ed una inclinazione media compresa $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$, è classificata come appartenente alla categoria ‘T3’.

Le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (N.T.C.) D.M. 17/01/2018 introducono il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali del sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale; questa costituisce l’elemento di conoscenza fondamentale per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni. Sulla struttura esistente in ragione della classe IV è stata eseguita una Risposta Sismica Locale di III Livello.

*Tabella 1. Valori dei parametri di riferimento a_g , F_0 e T^*c per i periodi di ritorno T_R come da D.M. 17 gennaio 2018 relativi alla città di Cropalati*

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c [s]
30	0,056	2,350	0,280
50	0,073	2,330	0,312
72	0,089	2,341	0,324
101	0,105	2,348	0,333
140	0,123	2,359	0,341
201	0,146	2,363	0,350
475	0,211	2,400	0,371
975	0,279	2,427	0,390
2475	0,382	2,506	0,428

considerando il periodo di ritorno per la definizione dell’azione sismica (T_R) di 475 anni (evidenziato in Tab. 1), il coefficiente stratigrafico S_s , il coefficiente topografico S_T e il coefficiente C_c che modifica il valore del periodo T_c per la categoria di sottosuolo B ed i relativi parametri dipendenti come η , T_B , T_C , T_D (Tab.

2).

Tali valori sono quelli di normativa, definiti per la determinazione della pericolosità sismica di base del sito, nel presente lavoro nella Relazione sulla Pericolosità Sismica è stata eseguita l'analisi numerica per la determinazione della Risposta Sismica Locale, quindi con la determinazione degli accelerogrammi e degli spettri elastici di situ che lo strutturista rapporterà a quelli di normativa per le scelte di calcolo.

5. MODELLO GEOTECNICO

Allo scopo di delineare le caratteristiche litostratigrafiche e litotecniche dei terreni che ospitano le opere fondazionali della struttura esistente, è stata espletata una campagna di indagini geognostiche che ha permesso di integrare e arricchire le conoscenze acquisite durante il rilevamento geologico di campagna. I lavori sono stati pianificati e programmati preliminarmente durante le fasi in cui si è svolto il rilevamento di campagna.

Oltre ai valori ricavati dalle prove sismiche, è stata presa in considerazione la cospicua campagna d'indagini eseguita in occasione dei lavori di adeguamento sismico della sede del municipio di Cropalati, situato ad una distanza dal sito d'interesse di circa 30 metri.

UBICAZIONE INDAGINI LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO SEDE COC – MUNICIPIO DI CROPALATI



Tutti i dati raccolti sono stati sottoposti ad elaborazione mediante software specifici, al fine di giungere alla ricostruzione di un quadro dettagliato che permettesse la realizzazione di un modello geotecnico.

Dallo studio geologico si evince che morfologicamente l'area è ubicata in corrispondenza di una superficie sub-orizzontale con deboli pendenze verso nord, l'area degrada dolcemente verso valle in corrispondenza al passaggio stratigrafico tra le arenarie e le argille marnose.

Litologicamente siamo in presenza di sabbie ed arenarie con intercalazioni di argille marnose. La formazione si presenta, in special modo nella parte superiore suoi componenti più grossolani, molto permeabile, questo permette una veloce infiltrazione delle acque di ruscellamento superficiale, nella porzione più fratturate, a luoghi, è possibile la formazione di piccole falde superficiali, che possono trattenere modestissime quantità d'acqua.

Per modello geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce comprese in un volume significativo (N.T.C. 2018); pertanto alla definizione del modello geotecnico del sottosuolo, necessario per le verifiche analitiche riportate più avanti, si è pervenuti attraverso l'acquisizione dei dati conseguiti nel programma di indagini geognostiche stabilito in funzione dell'opera progettuale e dalla pericolosità geomorfologica del sito, queste ultime acquisite attraverso i molteplici rilevamenti compiuti in campagna. Inoltre, le indagini sono state effettuate per assicurare un'adeguata caratterizzazione geotecnica del volume significativo di terreno, vale a dire la parte di sottosuolo influenzata direttamente o indirettamente dall'opera in progetto e che influenza l'opera stessa. La tabella riportata evidenzia, lo schema sintetico dei valori dei parametri geotecnici caratteristici riguardanti i litotipi presenti fino la profondità investigata. La scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici è avvenuta in due fasi, la prima ha visto l'identificazione dei parametri appropriati ai fini delle verifiche analitiche con riferimento specifico all'angolo di attrito interno, coesione e peso di volume in relazione della presenza o meno della falda. Per rendere più cautelative le verifiche analitiche, è stato ritenuto opportuno trascurare la coesione in presenza di terreni poco granulari considerando il solo angolo di attrito. Identificati i parametri geotecnici appropriati, la seconda fase decisionale è riguardata la valutazione dei valori caratteristici degli stessi parametri.

Ai fini della progettazione la scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici, è stata fatta secondo una stima cautelativa, del valore dei parametri appropriati per lo stato limite considerato (Istruzione per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018).

Schema litologico e modello geotecnico dei terreni

Profondità	Spessore	Stratigrafia	Descrizione litologica
2,00	2,00		Materiale di riporto costituito da sabbia ghiaiosa
30,00	28,00		Sabbia limosa ma colore marrone chiaro con intercalazioni di ciottoli eterometrici. Verso il basso il deposito si presenta debolmente argillosa

Volendo sintetizzare i risultati emersi e correlandoli con i risultati ottenuti dal rilevamento geologico di campagna si delinea quanto segue:

il primo strato con spessore medio di 1,0m è costituito da terreno aerato superficiale, successivamente per circa 29,0m si è riscontrato un livello a composizione arenacea

Litologia	
Terreno vegetale.	
Sabbie ed Arenarie con intercalazioni di argille marnose	

Si riportano i valori caratteristici dei parametri geotecnici, ricavati dall'analisi delle prove geotecniche eseguite su campioni indisturbati in occasione dei lavori di adeguamento sismico della sede municipale. Si trascura volutamente il primo strato costituito dal suolo agrario superficiale.

Livello	ϕ (°)	γ	C (kpa)
Livello costituito da Sabbie ed arenarie limose	31	18.442	2.930
Livello costituito da Sabbie ed arenarie limose debolmente argillose	33	22.099	10.407
POINT LOAD kg/cm ²	1,6		

I parametri sopra riportati si intendono mediati rispetto a quelli desunti nelle prove.

Relativamente alla zona di stretto interesse non è stata riscontrata nessuna presenza di falde idriche.

6. CONCLUSIONI E INDICAZIONI

Considerando che le condizioni geomorfologiche e litologiche dell'area interessata dalle opere in progetto non presentano fenomeni che potrebbero fare presupporre movimenti gravitativi, che potrebbero mettere in crisi lo svolgimento dei lavori e le opere stesse, che le verifiche tecniche hanno dato buoni risultati per quel che concerne le caratteristiche geotecniche del sito, se ne deduce la **fattibilità geologico-tecnica**.

L'indagine geognostica condotta nell'area ha permesso di accertare che i terreni, entro i volumi d'interesse pratico per il realizzando progetto, sono composti da arenarie con intercalazione di livelli argillosi marnosi.

In conclusione:

- Nell'area studiata la superficie piezometrica si trova a quote assolute maggiori di 35m.s.l.m. (osservazioni su pozzi presenti)
- L'area non ricade in alcuna perimetrazione di rischio o di rispetto e in buffer zone definite dall'Autorità di Bacino nel Piano Assetto Idrogeologico.
- il terreno naturale di sedime è costituito da depositi di medio-alta energia, costituiti prevalentemente da sabbie ed arenarie intercalate ad argille limose.
- L'assenza della falda e la natura litologica in relazione alla geometria delle formazioni presenti esclude la possibilità di fenomeni di liquefazione dei terreni in oggetto.
- L'area è soggetta ad un'attività sismica, indotta sia da terremoti documentati con epicentro nell'ambito del territorio provinciale sia di riflesso, dagli eventi più importanti a scala regionale.
- Non sono presenti faglie superficiali, discontinuità o cavità tali da indurre un pericolo sismico aggiuntivo. Non sono inoltre prevedibili fenomeni di amplificazione locale dell'accelerazione sismica dovuti ad effetti di bordo.
- La zona sismica di riferimento è la "zona 2". In relazione all'analisi sismica effettuata, i terreni di fondazione sono stati attribuiti alla categoria "B".

Restano ferme e indispensabili per una buona stabilità della struttura in progetto, la corretta regimazione delle acque superficiali e l'allontanamento delle stesse dalla zona interessata, in particolare si ritiene necessario evitare che anche modeste quantità di acqua possano raccogliersi e stazionare nelle zone topograficamente depresse, nello specifico, in prossimità della parte esposta a nord-est dell'edificio dove si sono osservate potenziali zone di accumulo.

Adeguamento sismico Scuola Elementare/Materna– Comune di Cropalati

Sulla scorta di tali analisi ci si riserva di controllare in corso d'opera la validità di quanto esposto e dove si rendesse necessario adottare le opere correttive alle eventuali e diverse situazioni riscontrate.

Crosia, ottobre 2020

Il Geologo
d.ssa Maria Lucia Carbone

UBICAZIONE INDAGINE SISMICA



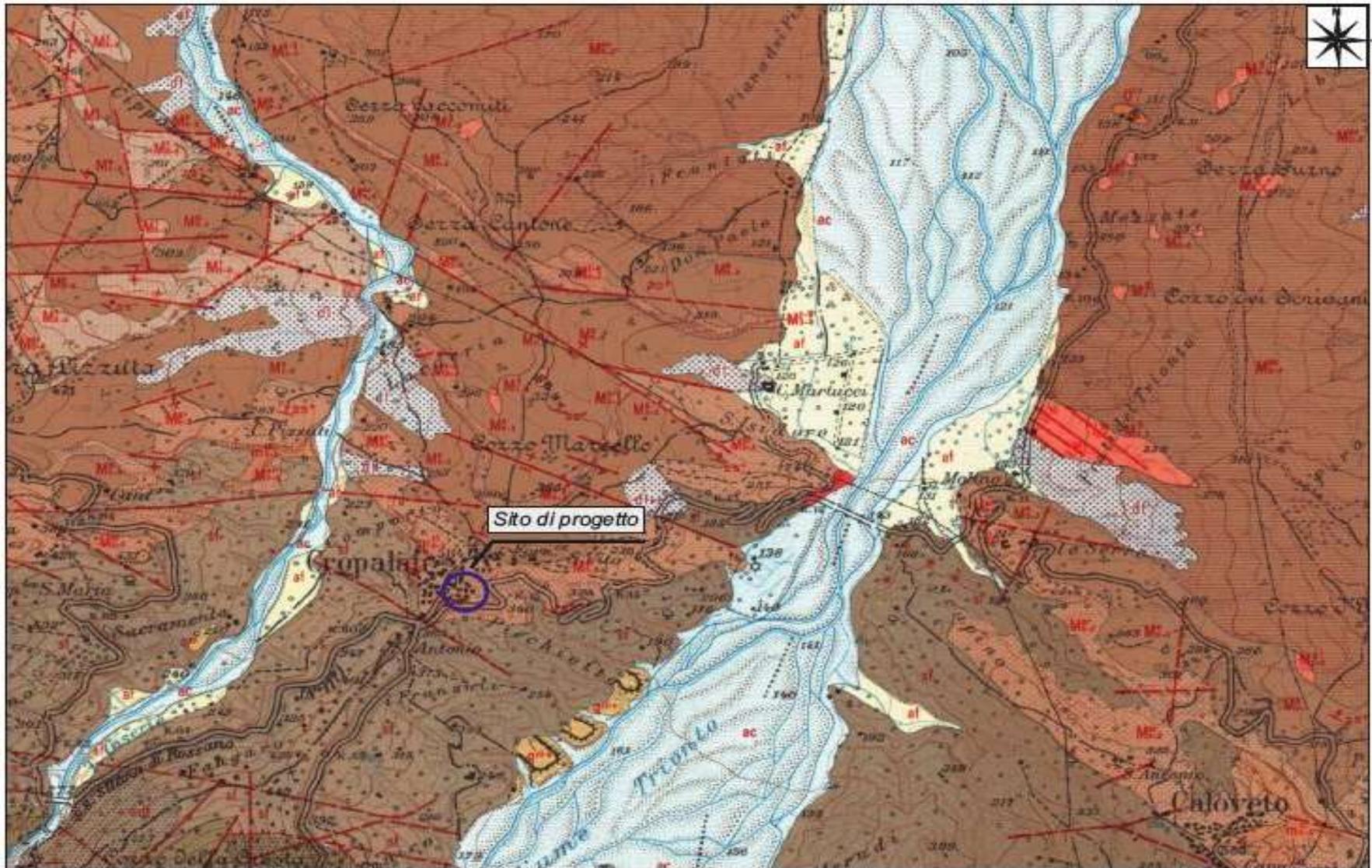
AEROFOTOGRAMMETRIA



Tav. N°1

Scala 1: 5.000

STRALCIO CARTA GEOLOGICA DELLA CALABRIA – FOGLIO 230 - I SO "CALOPEZZATI"



Legenda

Neozoico

Olocene

- Q1**: Alluvioni mobili, ciottolose e sabbiose, dei letti fluviali; depositi di litorale.
- Q2**: Alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente.
- Q3**: Prodotti di solifusione e dilavamento, talora misti a materiale alluvionale.
- Q4**: Detriti di frana.
- Q5**: Dune e sabbie eoliche, mobili.
- Q6**: Dune e sabbie eoliche, stabilizzate.
- Q7**: Sottile e sporadica copertura detritica.

Platocenico

- P1**: Conglomerati e sabbie per lo più bruno-rossastri, talora con bande cementate, localmente fossiliferi con lamellibranchi. Questi depositi sono poco consolidati, facilmente disgregabili e ad elevata permeabilità.
- P2**: Conglomerati alluvionali terrazzati, con caratteristiche geotecniche simili a quelle dell'unità precedente.

Pliocene

- P3**: Argille siltose di grigio-chiari a grigio-azzurri, male stratificate. Contengono una ricca microfauna a foraminiferi ben conservati, comprendente specie planctoniche e bentoniche, fra cui: *Anomalina batilica* (SCHROETER), *Cassidulina neocornuta* (THALMANN), *Cibicides flexuosus* (GUSHMAN), insieme ad ostracodi e frammenti di macrofossili. Questo complesso presenta scarsa resistenza all'erosione e bassa permeabilità.
- P4**: Conglomerati ghiaiosi e sabbie, talora con macrofossili. Rari: ooliti di Carolite. Le caratteristiche geotecniche di questo complesso sono analoghe a quelle riscontrabili nell'unità **Q1**.
- P5**: Silti grigi spesso con ricca microfauna; rappresentano una zona di transizione fra le sabbie **P6** e le argille **P7** a NE di Calopezzati. Questo complesso presenta scarsa resistenza all'erosione e bassa permeabilità.
- P6**: Sabbie giallastre, localmente cementate e con bande calcarenitiche, soggette a rapide variazioni di potenza. Frequenti sviluppo di conglomerati alla base. Spesso con ricca microfauna, fra cui: *Pecten jacobaeus* LINNÉ, *Chama septemradiata* MÜLLER, *Asinea bimaculata* POLI, *Nassa semistriata* BRUCCHI. Le sabbie sono friabili e facilmente erodibili, eccetto nelle parti arenacee. Permeabilità di media ad elevata.

Cenozoico

Neogene

Medio-superiore

- MC1**: Arenarie tenere brune, ben stratificate, con intercalazioni di marne e marne siltose in quantità variabile. Le marne contengono localmente cristalli di zelandite. Macrofossili rari. Questo complesso è relativamente resistente all'erosione e presenta una permeabilità di media ad elevata.
- MC2**: Argille marnose, con sottili intercalazioni arenacee gradate. Contengono una ricca microfauna a foraminiferi, per lo più planctonici, in genere mal conservati, fra cui: *Orbulina unovex* d'ORBIGNY, *Orbulina suturalis* ANONIMIAN, *Orbulina bilobata* d'ORBIGNY, *Globobulimina* sp., *Globigerinoides trilobus* (NEUSS); nonché rari denti di pesci. Le argille sono facilmente erodibili e, quando impregnate d'acqua, possono dar luogo a movimenti franosi e di solifusione. Permeabilità bassa.
- MC3**: Argille policrome di aspetto caotico (**MC3**), con blocchi, strati ed olistoliti di vari tipi litologici (**Q7**): olistoliti di calcare marino, di età indeterminabile, con frammenti di macrofossili (**Q7**); olistoliti di calcare marnoso bruno chiaro. Localmente si hanno, nelle argille, intercalazioni di blocchi di gesso **MC4**, marne fogliettose tripolacee **MC5** e strati arenacei, simili a **MC6**. Le argille contengono sponadicamente microfauna variabili con foraminiferi agglutinanti e specie planctoniche. Le argille sono facilmente erodibili e, quando impregnate d'acqua, possono dar luogo a movimenti franosi e di solifusione. Permeabilità bassa.

Miocene

- M1**: Gesso, generalmente compatto, in sottili strati di colore diverso. Localmente bianco e microcristallino. Esso è relativamente resistente alla erosione e tende a formare delle scarpate. Permeabilità elevata a causa della fratturazione della roccia e della formazione di doline e cavità.
- M2**: Calcare evaporitico bianco-giallastro, comunemente vacuolare, con locali sottili intercalazioni marnose. La roccia è fratturata, talora breccata (...). Permeabilità generalmente elevata.
- M3**: Calcare evaporitico con intercalazioni di marne e gesso. Le caratteristiche geotecniche di questo complesso sono analoghe a quelle riscontrabili nel precedente.

Cenozoico

Paleogene

Eocene

- E1**: Arenarie tenere bruno-chiare, talora con intercalazioni di arenarie grigio-azzurri a cemento calcareo. Sviluppo di conglomerati al letto. Localmente con macrofossili. Le arenarie sono ben consolidate e resistenti all'erosione. Permeabilità media; elevata nelle zone di più intensa tettonizzazione.
- E2**: Conglomerato rossastro di massiccio a ben stratificato, talora con intercalazioni di arenarie grossolane. Questo complesso è poco consolidato, facilmente disgregabile e ad elevata permeabilità.
- E3**: Arenarie a cemento calcareo e calcari arenacei, spesso gradati ed in alternanza con calcari marnosi. Contengono sporadici frammenti di grandi foraminiferi. Permeabilità generalmente elevata a causa del grado di tettonizzazione di questo complesso.
- E4**: Conglomerato poligenico, massiccio e ben cementato a matrice calcarea. Le caratteristiche geotecniche di questo complesso sono analoghe a quelle riscontrabili nel precedente.

Neogene

Miocene

Medio-superiore

- M4**: Granito con mucovite e biotite. Permeabilità bassa, con aumento della stessa nelle zone di più intensa tettonizzazione.
- M5**: Sisti cornubianitici con mucovite, biotite e andalusite, sviluppati al contatto tra il granito e gli sisti filadici del gruppo **Y**. Tracce di mineralizzazioni a solfuri sono talora presenti.
- M6**: Sisti filadici, clonitici e sericitici, localmente carboniosi, con locali intercalazioni arenacee e calcaree. Gli sisti sono frequentemente intersecati da piccole vene di quarzo, occasionalmente da vene quarzo-feldspatiche. Permeabilità bassa, con aumento della stessa nelle zone di più intensa tettonizzazione, ove si manifestano anche piccole frane.

Limiti lito-stratigrafici (= Discordanza stratigrafica):

- +—: certo
- +—: probabile
- +—: incerto

Immissione ed inclinazione degli strati:

- ↑: inferiore a 15°
- ↑↑: 15°-50°
- ↑↑↑: oltre 50°

Immissione ed inclinazione della scistosità:

- ↑: inferiore a 45°
- ↑↑: oltre 45°

Faglia:

- +—: certa
- +—: probabile, decotta

Faglia: componente verticale del movimento:

- +—: lato rialzato
- +—: lato abbassato

Asse di anticlinale: —+—

Asse di sinclinale: —+—

Terrazzo morfologico: —+— limite esterno.

Località fossilifera (invertibrati): S

Traccia della sezione: A — B

Schema dei rapporti stratigrafici

The diagram shows a stratigraphic column with units labeled from top to bottom: Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, MC1, MC2, MC3, MC4, MC5, MC6, M1, M2, M3, and Y. To the right of the column, thicknesses are indicated for several units: Q1 (20 m), Q2 (10-15 m), Q3 (15-20 m), Q4 (10-15 m), Q5 (10-15 m), Q6 (10-15 m), Q7 (10-15 m), P1 (10-15 m), P2 (10-15 m), P3 (10-15 m), P4 (10-15 m), P5 (10-15 m), P6 (10-15 m), P7 (10-15 m), MC1 (10-15 m), MC2 (10-15 m), MC3 (10-15 m), MC4 (10-15 m), MC5 (10-15 m), MC6 (10-15 m), M1 (10-15 m), M2 (10-15 m), M3 (10-15 m), and Y (10-15 m). A scale bar on the right indicates 0, 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000 meters.

ALLEGATI:

**PROVE GEOTECNICHE ALLEGATE ALLA RELAZIONE GEOLOGICA RELATIVA
ALL'ADEGUAMENTO SISMICO DEL MUNICIPIO - SEDE COC
A CURA DEL DOTT. GEOL. SALVATORE ACRI**

COMUNE di Cropalati

(Provincia di Cosenza)

REGIONE CALABRIA

DIPARTIMENTO 6

Infrastrutture - Lavori Pubblici - Mobilità

Settore 5

Lavori Pubblici

**MANIFESTAZIONE DI INTERESSE PER LA CONCESSIONE DI CONTRIBUTI FINALIZZATI ALLA
ESECUZIONE DI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO SISMICO O, EVENTUALMENTE, DI DEMOLIZIONE E
RICOSTRUZIONE DEGLI EDIFICI DI INTERESSE STRATEGICO**

(OCDPC 344 del 09.05.2016 - art. 2 Comma 1 punto b)

PROGETTO ESECUTIVO

ADEGUAMENTO SISMICO MUNICIPIO - SEDE COC

<u>Geologia</u>	<u>TAVOLA</u>	<u>SCALA</u>
Indagini Geotecniche e Geofisiche	GEO.03	-

COMMITTENTE: Amministrazione Comunale di Cropalati RESP. DEL PROCEDIMENTO: Ing. Andrea Calìò	Timbro e Firma
PROGETTISTA E DD.LL: Ing. Francesco Mangone CSP E CSE: Ing. Francesco Mangone GEOLOGO: Dott. Salvatore Acri	Timbro e Firma

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

Via Orto Matera n° 21-87040- Castrolibero (CS)

Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it

www.ipg2004.it P.I. 02623280787

Autorizzazione Ministeriale N. 8014 del 09-12-2009 (D.P.R. 380/01)

Azienda con sistema di gestione qualità UNI EN ISO 9001:2015

RAPPORTO TECNICO **INDAGINI GEOGNOSTICHE**

- *Risultati sondaggio a carotaggio continuo*
- *Risultati analisi di laboratorio*
- *Risultati prove penetrometriche*
- *Risultati indagini geofisiche*
 - *Sismica a rifrazione*
 - *M.a.s.w.*
 - *H.V.S.R.*

COMMITTENTE:

Comune di Cropalati (Cs)

CANTIERE:

Adeguamento sismico Municipio - sede C.O.C.



Il Direttore
Dott. Geol. Massimiliano VALENZA

Massimiliano Valenza

Dicembre 2018

1 **PREMESSA**

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Cropalati (Cs), la società I.P.G. s.n.c. ha effettuato delle indagini geognostiche a corredo del progetto di : *Adeguamento sismico Municipio - sede C.O.C.* nel Comune di Cropalati (Cs).

Il presente lavoro fa riferimento alla gara con codice CIG ZE625C0207 e CUP G98E18000390002 e determina di affidamento n. 207 del 18 Novembre 2018.

Nel complesso, per quantità e tipo, il piano di indagini geognostiche è stato articolato secondo lo schema seguente:

- n°1 sondaggio a carotaggio continuo fino a 30 ml di profondità dal p.c.;
- n°2 prove SPT eseguite nel foro di sondaggio;
- n°2 prelievi di campioni indisturbati analizzati in laboratorio con esame tipo identificazione, analisi granulometrica, determinazione dei limiti di Atterberg e prova di taglio diretto CD;
- n°3 prove penetrometriche dinamiche DPSH;
- n°1 stendimento di sismica a rifrazione, sism1 da 24 m;
- n°1 stendimento di sismica tipo MASW;
- n°4 registrazioni di HVSR (Microtremori).

Per quel che riguarda i parametri di acquisizione ci si è attenuti alle specifiche tecniche indicate.

2 SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO E PROVE DI LABORATORIO

2.1 Riferimenti Normativi

Per la realizzazione della campagna geognostica e delle lavorazioni relative sono stati seguiti i criteri e le modalità definite dalle seguenti normative tecniche di settore:

- Circolare 08 settembre 2010, n.7619/STC
- Associazione Geotecnica Italiana (1977). Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.
- UNI ENV 1977-3 (2002). Eurocodice 7. Progettazione geotecnica. Parte 3: Progettazione assistita con prove in sito.
- ASTM D4220-95 (2000). Standard Practices for Preserving and Transporting Soil Samples.
- ASTM D5079-90 (1996). Standard Practices for Preserving and Transporting Rock Core Samples.
- *ASTM D6032-96. Standard Test Method for Determining Rock Quality Designation (RQD) of Rock Core.*
- *UNI EN ISO 14688-1:2003. Indagini e prove geotecniche-Identificazione e classificazione dei terreni-Identificazione e descrizione*
- *ASTM D2487-00. Standard Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).*
- *ASTM D2488-00. Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual- Manual Procedure).*
- *BS 1377-1990. Methods of test for soils for civil engineering purposes.*
- *ASTM D653-02. Standard terminology relating to soil, rock, and contained fluids.*
- *CNR-UNI N.10006. Costruzione e manutenzione delle strade. Tecnica di impiego delle terre.*
- *ASTM D3282-93 (1997). Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes.*
- *ASTM C119-01. Standard Terminology Relating to Dimension Stone.*
- *UNI EN 932-3 (1998). Procedura e terminologia per la descrizione petrografica semplificata*
- *ASTM - D1586-99 (2001). Standard Test Method for Penetration Test and Split-Barrel Sampling of Soil.*
- *ISSMFE Technical Committee (1988). Standard Penetration Test (SPT: International Reference Test Procedure).*



QUADRO RIASSUNTIVO DELLE INDAGINI GEOLOGICHE

Obiettivo del sondaggio a carotaggio continuo è la definizione di una stratigrafia puntuale dettagliata dei litotipi attraversati. La perforazione S1, è stata effettuata tramite una sonda CMV MK 600 potenziata.

Il sondaggio S1 è stato spinto sino alla profondità di 30.00 m dal p.c. (per l'ubicazione del sondaggio si rimanda alla carta ubicazione indagini). Nel corso del sondaggio sono state eseguite n°2 prove S.P.T. in foro e sono stati prelevati n°2 campioni identificativi del materiale attraversato.

Il diametro di perforazione utilizzato per il sondaggio a rotazione a carotaggio continuo è di 101 mm. La perforazione è stata condotta con il minor utilizzo d'acqua in tale modo si è ottenuto il massimo recupero del materiale riducendo al massimo il dilavamento delle parti fini. Il materiale prelevato durante le perforazioni è stato depositato in apposite cassette catalogatrici a scomparti, sui quali sono stati riportati la quota inferiore e superiore in m dal p.c. per ogni metro di perforazione (vedi documentazione fotografica). Dall'analisi delle carote prelevate è stato possibile definire la tipologia dei terreni attraversati il loro grado di consistenza (per i terreni coesivi) ed il grado di addensamento (per i terreni granulari).

I risultati ottenuti dalle perforazioni eseguite sono riassunti nella stratigrafia di seguito riportata, dove sono indicate le seguenti informazioni:

- *spessori delle formazioni, tetto e letto;*
- *descrizione accurata dei litotipi presenti e loro successione stratigrafica;*
- *retino identificativo della litologia presente;*
- *prove S.P.T. in foro;*
- *campioni prelevati.*

SONDAGGIO S1

Committente: Comune di Cropalati (Provincia di Cosenza)
Cantiere: «Adeguamento sismico municipio - Sede C.O.C.»

Data inizio 03/12/2018 - Data fine 04/12/2018
 Carotaggio con carotiere semplice ϕ 101 mm = 30.00 m
 Casette = n° 6
 S.P.T: n°1 da 2.00-2.45 m - n°2 da 8.00-8.45 m
 Campioni: S1C1- 2.20-2.50 m, S1 C2 - 13.70-14.00 m

COLONNA STRATIGRAFICA

Prof. dal p.c. (m)	Spessore strato (m)	Descrizione della litologia	Colonna stratigrafica	Liv. Falda (m)	PRELIEVO CAMPIONI		PROVE S.P.T.		
					Prof.(m)	Campione Indisturbato	Prof. iniz. N S.P.T. Prof. fin.		
1	2.00	Materiale di riporto costituito da Sabbia Ghiaiosa sciolta di colore brunastro. .					2.00 m		
2							2.20	22 - Rif.5	2.00 m
3	10.80	Sabbia Limosa poco addensata di colore marroncino chiaro.				C.R.	2.20 m		
4							2.50		2.20 m
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13	12.80								
14	17.20	Sabbia Limosa debolmente Argillosa poco addensata di colore grigiastro.				C.R.	13.70		
15							14.00		
16									
17									
18									
19									
30	30.00								

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

SONDAGGIO S1

Committente: Comune di Cropalati (Provincia di Cosenza)

Cantiere: «Adeguamento sismico Municipio - Sede C.O.C»



SONDAGGIO S1 CASSETTA 1
(dal 0.00 m a 5.00 m dal p.c.)



SONDAGGIO S1 CASSETTA 2
(da 5.00 m a 10.00 m)



SONDAGGIO S1 CASSETTA 3
(da 10.00 m a 15.00 m)



SONDAGGIO S1 CASSETTA 4
(dal 15.00 m a 20.00 m dal p.c.)



SONDAGGIO S1 CASSETTA 5
(da 20.00 m a 25.00 m)



SONDAGGIO S1 CASSETTA 6
(da 25.00 m a 30.00 m)

PROVE GEOTECNICHE IN SITU (S.P.T.)

Per effettuare le prove S.P.T. si è utilizzato un penetrometro dinamico standard che consente di determinare la resistenza che un terreno offre alla penetrazione dinamica di una punta infissa a partire dal fondo di sondaggio. La resistenza è funzione proporzionale delle caratteristiche meccaniche del terreno.

Le prove S.P.T. sono state eseguite seguendo le modalità standard suggerite dall'A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) ed hanno fornito i dati necessari per determinare le caratteristiche meccaniche dei terreni.

La prova consiste nel far cadere un maglio, del peso di 63,5 kg, da una altezza di 760 mm, su una testa di battuta fissata alla sommità di batterie di aste alla cui estremità inferiore è avvitata la punta di dimensioni standardizzate.

Il numero di colpi (N) necessario per la penetrazione della punta pari a 300 mm, (dopo l'eventuale penetrazione quasi statica per gravità e dopo 150 mm di immissione dinamica per il posizionamento) è il dato assunto come indice di resistenza alla penetrazione.

Nel corso della perforazione sono stati eseguiti i seguenti SPT:

Sondaggio	COD.	Prof.	N₁ – N₂ – N₃
S1	S.P.T. n1	2.00-2.20	22- Rif. 5
S1	S.P.T. n2	8.00-8.25	39 – Rif. 10

PRELIEVO DEI CAMPIONI INDISTURBATI

Nel corso del sondaggio S1 sono stati prelevati n° 2 campioni dalle cassette catalogatrici. Sui campioni S1 C1, S1 C2, sono state eseguite le seguenti analisi e prove:

- apertura campione e descrizione visiva (S1 C1 2.20-2.50 m dal p.c., S1 C2 13.70-14.00 m dal p.c.)
- peso dell'unità di volume; (S1 C1 2.20-2.50 m dal p.c., S1 C2 13.70-14.00 m dal p.c.)
- contenuto naturale d'acqua; (S1 C1 2.20-2.50 m dal p.c., S1 C2 13.70-14.00 m dal p.c.)
- peso specifico dei grani; (S1 C1 2.20-2.50 m dal p.c., S1 C2 13.70-14.00 m dal p.c.)
- analisi granulometrica (S1 C1 2.20-2.50 m dal p.c., S1 C2 13.70-14.00 m dal p.c.)
- taglio diretto con resistenza di picco; (S1 C1 2.20-2.50 m dal p.c., S1 C2 13.70-14.00 m dal p.c.)

Per i risultati delle prove di laboratorio si rimanda agli elaborati in allegato.

Di seguito viene riportata la tabella riepilogativa delle prove geotecniche.

Camp.	Profondità m dal p.c.	Descrizione granulometrica	Classi granulom.	W %	γ kN/m ³	ϕ (°)	C kPa
S1 C1	2.20-2.50	Sabbia Limosa	Sabbia: 77.8% Ghiaia: 0.00 % Limo: 18.8 % Argilla: 3.4%	13.19	18.442	31.11	2.930
S1 C2	13.70-14.00	Sabbia Limosa debolmente Argillosa	Sabbia: 67.6% Ghiaia: 4.2% Limo: 20.5% Argilla: 7.6%	11.72	22.099	33.49	10.407

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**Indagine: ADEGUAMENTO SISMICO MUNICIPIO -
SEDE COC" -CUP:G98E18000390002 - CIG:
ZE625C0207 - prove di laboratorio.**

Committente: Comune di Cropalati (CS)

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it	AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)	<u>APERTURA CAMPIONE</u>

Data arrivo campione: 07/12/2018	Data Apertura: 07/12/2018	Pagine Certificato: 1 di 8
----------------------------------	---------------------------	----------------------------

Verbale Accettazione: 429	Certificato numero: 3198	Data Certificato: 11/12/2018
---------------------------	--------------------------	------------------------------

INDAGINE : ADEGUAMENTO SISMICO MUNICIPIO - SEDE COC"-CUP:G98E18000390002 - CIG: ZE625C0207 - prove di laboratorio.

COMMITTENTE : Comune di Cropalati (CS)

SONDAGGIO: 1 Campione : 1 PROFONDITA': m 2.20 - 2.50

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI EN ISO 14688-1 : Gennaio 2003 - UNI EN ISO 14688-2 : Novembre 2004

Caratteristiche del campione		Contenitore		Stato del campione	
Diametro (mm):	84	<input type="checkbox"/>	Fustella	<input type="checkbox"/>	Disturbato o Rimaneggiato
Lunghezza dichiarata (mm):	300	<input type="checkbox"/>	PVC	<input checked="" type="checkbox"/>	Disturbo limitato
Lunghezza effettiva (mm):	300	<input checked="" type="checkbox"/>	Busta	<input type="checkbox"/>	Indisturbato

Caratteristiche determinabili						
Classe di qualità dichiarata : (Q1-Q5)	Q5	Qualità del campione effettiva :				
		Disturbato o Rimaneggiato			Disturbo limitato	Indisturbato
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Profilo stratigrafico						
Composizione granulometrica				<input checked="" type="checkbox"/>		
Contenuto d'acqua naturale				<input checked="" type="checkbox"/>		
Peso dell'unità di volume				<input checked="" type="checkbox"/>		
Caratteristiche meccaniche				<input checked="" type="checkbox"/>		

Prove non eseguibili

Parte Bassa	<i>Prelievo dei Provini – Prova Vane Test – Penetrometro Pocket</i>	Parte Alta
--------------------	---	-------------------

		Pr								
2,7	5,4	8,1	10,8	13,5	16,2	18,9	21,6	24,3	27,0	29,7
cm										

Descrizione visiva del campione

Sabbia Limosa poco addensata di colore marrone chiaro.

Note

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA	
Data arrivo campione:	07/12/2018	Data esecuzione prova:	07/12/2018
		Pagine Certificato :	2 di 8
Verbale Accettazione:	429	Certificato numero :	3198
		Data Certificato :	11/12/2018
INDAGINE : ADEGUAMENTO SISMICO MUNICIPIO - SEDE COC"-CUP:G98E18000390002 - CIG: ZE625C0207 - prove di laboratorio.			
COMMITTENTE : Comune di Cropalati (CS)			
SONDAGGIO:	1	Campione :	1
		PROFONDITA' :	m 2.20 - 2.50

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 1 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

Tara numero	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	1		2	
Massa Tara	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	8,30	g	7,00	g
Massa Terreno Umido + Tara	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	478,70	g	471,30	g
Massa Terreno Secco + Tara	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	422,30	g	418,80	g
Contenuto d'acqua w	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	13,62	%	12,75	%
Media delle misurazioni w	13,19		%	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME</u>	
Data arrivo campione:	07/12/2018	Data esecuzione prova:	07/12/2018
		Pagine Certificato :	3 di 8
Verbale Accettazione:	429	Certificato numero :	3198
		Data Certificato :	11/12/2018
INDAGINE : ADEGUAMENTO SISMICO MUNICIPIO - SEDE COC" - CUP:G98E18000390002 - CIG: ZE625C0207 - prove di laboratorio.			
COMMITTENTE : Comune di Cropalati (CS)			
SONDAGGIO:	1	Campione :	1
		PROFONDITA' :	m 2.20 - 2.50

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 2 : Febbraio 2005

METODO UTILIZZATO	Metodo con misurazioni lineari
-------------------	--------------------------------

DATI SPERIMENTALI

Massa del campione utilizzato	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	135,3	g	135,5	g
Volume del campione	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	72	cm ³	72	cm ³
Peso dell'Unità di Volume	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	18,428	(kN/m ³)	18,456	(kN/m ³)
Media delle misurazioni γ	18,442		(kN/m ³)	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI</u> <u>GRANI</u>	
Data arrivo campione:	07/12/2018	Data esecuzione prova:	10/12/2018
		Pagine Certificato :	4 di 8
Verbale Accettazione:	429	Certificato numero :	3198
		Data Certificato :	11/12/2018
INDAGINE : ADEGUAMENTO SISMICO MUNICIPIO - SEDE COC"-CUP:G98E18000390002 - CIG: ZE625C0207 - prove di laboratorio.			
COMMITTENTE : Comune di Cropalati (CS)			
SONDAGGIO:	1	Campione :	1
		PROFONDITA' : m	2.20 - 2.50

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 3 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

Temperatura	21	°C	Densità acqua γ_w	9,78723	kN/m ³
-------------	----	----	--------------------------	---------	-------------------

Massa Picnometro	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	30,740	g	30,946	g
Massa Campione	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	10	g	10	g
Massa Campione + Massa Picnometro	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	40,740	g	40,946	g
Massa Picnometro + acqua	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	82,980	g	83,327	g
Massa Campione + Massa Picnometro + acqua	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	89,269	g	89,619	g
Peso specifico γ_s	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	26,374	(kN/m ³)	26,395	(kN/m ³)
Media delle misurazioni γ_s	26,384		(kN/m³)	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		PROVA DI TAGLIO DIRETTO (Pagina 1 di 3)	
Data arrivo campione:	07/12/2018	Data esecuzione prova:	07/12/2018
Verbale Accettazione:	429	Certificato numero:	3198
		Pagine Certificato:	6 di 8
		Data Certificato:	11/12/2018
INDAGINE: ADEGUAMENTO SISMICO MUNICIPIO - SEDE COC"-CUP:G98E18000390002 - CIG: ZE625C0207 - prove di laboratorio.			
COMMITTENTE: Comune di Cropalati (CS)			
SONDAGGIO:	1	Campione:	1
		PROFONDITA':	m 2.20 - 2.50

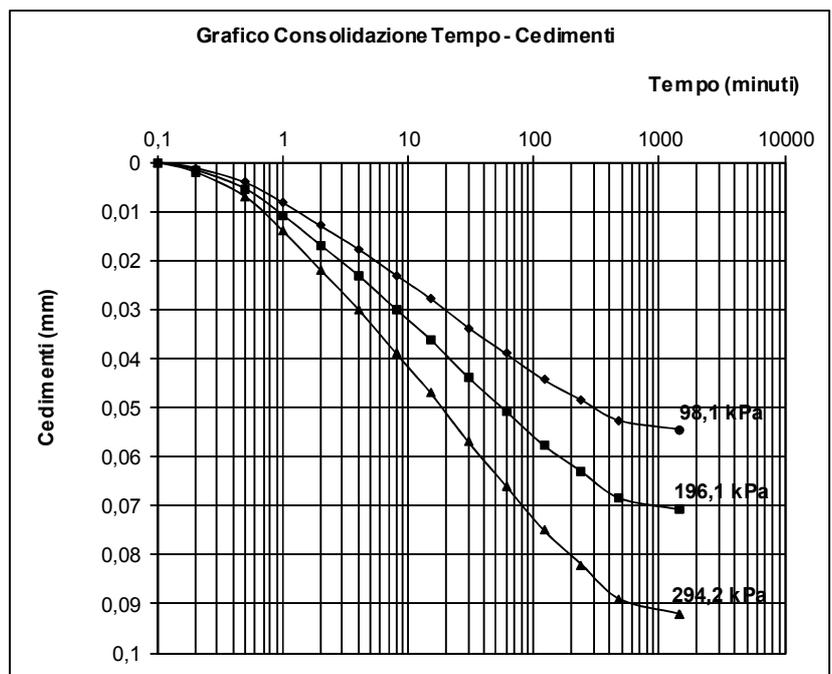
NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005

METODO UTILIZZATO	PROVA ESEGUITA CON SCATOLA DI CASAGRANDE 6 cm X 6 cm X 2 cm
--------------------------	---

CONDIZIONI INIZIALI DEI PROVINI				CONDIZIONI FINALI DEI PROVINI			
Provino n°	1	2	3	Provino n°	1	2	3
Condizioni del provino	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito	Massa provini Finale (g)	135,3	135,1	134,3
Massa provini Iniziale (g)	135,30	135,60	135,80	Massa secca provini (g)	119,5	119,8	119,9
Peso di Volume (kN/m³)	18,43	18,47	18,50	Cont. d'acqua Fin.(%)	13,22	12,77	12,01
Cont. d'acqua Iniz.(%)	13,22	13,19	13,26				
Carico applicato (kPa)	98,07	196,13	294,20				
t ₁₀₀ (min)	480	480	480	Vel. di scorr. mm/min	0,003		

DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI CONSOLIDAZIONE

Tempo minuti	Cedimenti in fase di Consolidazione (mm)		
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
0,2	0,001	0,002	0,002
0,5	0,004	0,005	0,007
1	0,008	0,011	0,014
2	0,013	0,017	0,022
4	0,018	0,023	0,030
8	0,023	0,030	0,039
15	0,028	0,036	0,047
30	0,034	0,044	0,057
60	0,039	0,051	0,066
120	0,044	0,058	0,075
240	0,049	0,063	0,082
480	0,053	0,068	0,089
1440	0,054	0,071	0,092
-			
-			
-			



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(Pagina 2 di 3)**

Data arrivo campione: 07/12/2018 Data esecuzione prova: 07/12/2018 Pagine Certificato : 7 di 8

Verbale Accettazione: 429 Certificato numero : 3198 Data Certificato : 11/12/2018

INDAGINE : ADEGUAMENTO SISMICO MUNICIPIO - SEDE COC" - CUP:G98E18000390002 - CIG: ZE625C0207 - prove di laboratorio.

COMMITTENTE : Comune di Cropalati (CS)

SONDAGGIO: 1 Campione : 1 PROFONDITA': m 2.20 - 2.50

DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI ROTTURA DEI PROVINI

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)	ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)	ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)
0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
0,013	0,23	22,36	0,049	0,19	45,28	0,027	0,12	40,83
0,031	0,52	30,01	0,108	0,46	65,28	0,063	0,37	70,83
0,045	0,79	33,99	0,146	0,76	77,50	0,097	0,63	94,44
0,055	1,07	37,06	0,170	1,04	85,83	0,123	0,89	109,72
0,065	1,34	41,65	0,189	1,33	93,61	0,143	1,17	121,39
0,073	1,62	42,88	0,200	1,62	100,00	0,160	1,44	131,39
0,081	1,88	45,63	0,203	1,90	105,00	0,171	1,72	139,44
0,089	2,16	46,55	0,205	2,19	109,72	0,181	1,98	144,72
0,096	2,44	48,69	0,205	2,47	113,06	0,192	2,25	150,83
0,100	2,72	51,14	0,205	2,76	116,11	0,203	2,52	155,00
0,103	3,00	52,68	0,203	3,03	118,33	0,211	2,80	158,89
0,107	3,27	55,43	0,201	3,31	120,00	0,217	3,08	162,78
0,112	3,55	56,66	0,200	3,63	120,00	0,223	3,36	165,28
0,116	3,83	56,66	0,196	3,90	120,56	0,229	3,64	168,33
0,119	4,10	59,41	0,192	4,20	120,56	0,235	3,90	170,28
0,122	4,37	60,64	0,189	4,49	120,00	0,243	4,18	171,94
0,126	4,65	61,25	0,187	4,78	119,44	0,249	4,45	173,89
0,128	4,93	62,17	0,189	5,07	118,89	0,255	4,73	176,11
0,130	5,21	62,48	0,187	5,34	118,61	0,261	5,01	176,94
0,136	5,49	60,03	0,192	5,62	117,22	0,269	5,30	178,06
0,140	5,77	61,25	0,198	5,93	118,33	0,273	5,56	180,00
0,142	6,04	60,94	0,203	6,22	119,44	0,277	5,85	180,83
0,144	6,32	60,94	0,207	6,51	119,44	0,280	6,14	180,00
0,146	6,60	60,94	0,201	6,79	119,44	0,283	6,41	179,17

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
 Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
 E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
 QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008

Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
 Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
 Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)

PROVA DI TAGLIO DIRETTO
 (Pagina 3 di 3)

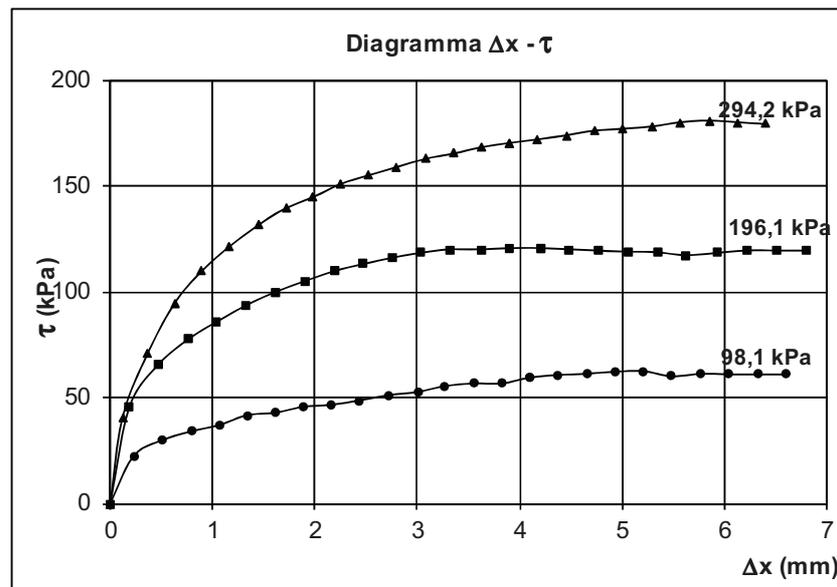
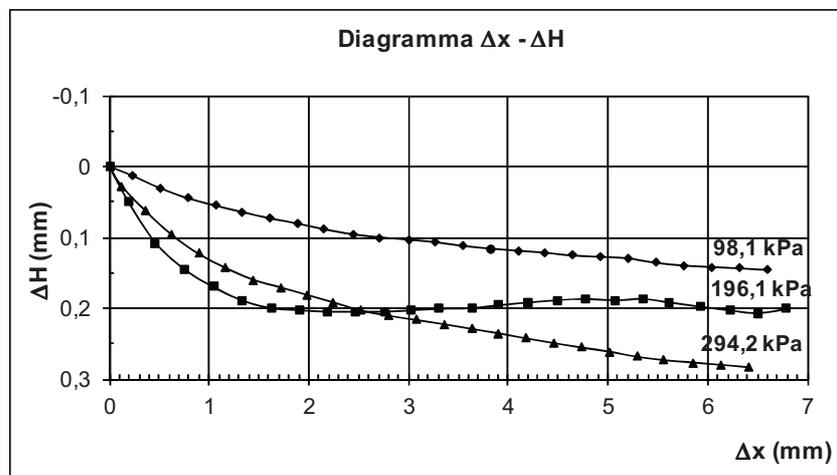
Data arrivo campione: 07/12/2018 Data esecuzione prova: 07/12/2018 Pagine Certificato : 8 di 8
 Verbale Accettazione: 429 Certificato numero : 3198 Data Certificato : 11/12/2018

INDAGINE : ADEGUAMENTO SISMICO MUNICIPIO - SEDE COC"-CUP:G98E18000390002 - CIG: ZE625C0207 - prove di laboratorio.

COMMITTENTE : Comune di Cropalati (CS)

SONDAGGIO: 1 Campione : 1 PROFONDITA' : m 2.20 - 2.50

DIAGRAMMI DELLA FASE DI ROTTURA



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>APERTURA CAMPIONE</u>	
Data arrivo campione:	07/12/2018	Data Apertura:	07/12/2018
Verbale Accettazione:	429	Certificato numero:	3199
		Pagine Certificato:	1 di 8
		Data Certificato:	11/12/2018
INDAGINE : ADEGUAMENTO SISMICO MUNICIPIO - SEDE COC"-CUP:G98E18000390002 - CIG: ZE625C0207 - prove di laboratorio.			
COMMITTENTE : Comune di Cropalati (CS)			
SONDAGGIO:	1	Campione :	2
		PROFONDITA' : m	13.70 - 14.00
NORMA DI RIFERIMENTO : UNI EN ISO 14688-1 : Gennaio 2003 - UNI EN ISO 14688-2 : Novembre 2004			

Caratteristiche del campione		Contenitore		Stato del campione		
Diametro (mm):	84	<input type="checkbox"/>	Fustella	<input type="checkbox"/>	Disturbato o Rimaneggiato	
Lunghezza dichiarata (mm):	300	<input type="checkbox"/>	PVC	<input checked="" type="checkbox"/>	Disturbo limitato	
Lunghezza effettiva (mm):	300	<input checked="" type="checkbox"/>	Busta	<input type="checkbox"/>	Indisturbato	
Caratteristiche determinabili						
Classe di qualità dichiarata : (Q1-Q5)	Q5	Qualità del campione effettiva :				
		Disturbato o Rimaneggiato		Disturbo limitato	Indisturbato	
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Profilo stratigrafico						
Composizione granulometrica				<input checked="" type="checkbox"/>		
Contenuto d'acqua naturale				<input checked="" type="checkbox"/>		
Peso dell'unità di volume				<input checked="" type="checkbox"/>		
Caratteristiche meccaniche				<input checked="" type="checkbox"/>		
Prove non eseguibili						
Parte Bassa		Prelievo dei Provini – Prova Vane Test – Penetrometro Pocket				Parte Alta
		Pr	Pr	Pr	Pr	Pr
2,7	5,4	8,1	10,8	13,5	16,2	18,9
		Pr	Pr	Pr	Pr	Pr
		21,6	24,3	27,0	29,7	
cm						cm
Descrizione visiva del campione						
Sabbia Limosa debolmente Argillosa poco addensata di colore grigiastro.						
Note						

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA	
Data arrivo campione:	07/12/2018	Data esecuzione prova:	07/12/2018
		Pagine Certificato :	2 di 8
Verbale Accettazione:	429	Certificato numero :	3199
		Data Certificato :	11/12/2018
INDAGINE : ADEGUAMENTO SISMICO MUNICIPIO - SEDE COC"-CUP:G98E18000390002 - CIG: ZE625C0207 - prove di laboratorio.			
COMMITTENTE : Comune di Cropalati (CS)			
SONDAGGIO:	1	Campione :	2
		PROFONDITA' :	m 13.70 - 14.00

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 1 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

Tara numero	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	1		2	
Massa Tara	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	7,00	g	7,10	g
Massa Terreno Umido + Tara	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	798,20	g	765,30	g
Massa Terreno Secco + Tara	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	714,70	g	686,30	g
Contenuto d'acqua w	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	11,80	%	11,63	%
Media delle misurazioni w	11,72		%	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME</u>	
Data arrivo campione:	07/12/2018	Data esecuzione prova:	07/12/2018
		Pagine Certificato :	3 di 8
Verbale Accettazione:	429	Certificato numero :	3199
		Data Certificato :	11/12/2018
INDAGINE : ADEGUAMENTO SISMICO MUNICIPIO - SEDE COC" -CUP:G98E18000390002 - CIG: ZE625C0207 - prove di laboratorio.			
COMMITTENTE : Comune di Cropalati (CS)			
SONDAGGIO:	1	Campione :	2
		PROFONDITA' :	m 13.70 - 14.00

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 2 : Febbraio 2005

METODO UTILIZZATO	Metodo con misurazioni lineari
-------------------	--------------------------------

DATI SPERIMENTALI

Massa del campione utilizzato	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	162,4	g	162,1	g
Volume del campione	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	72	cm ³	72	cm ³
Peso dell'Unità di Volume	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	22,119	(kN/m ³)	22,079	(kN/m ³)
Media delle misurazioni γ	22,099		(kN/m ³)	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it		AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008	
Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)		<u>MISURA DEL PESO SPECIFICO DEI</u> <u>GRANI</u>	
Data arrivo campione:	07/12/2018	Data esecuzione prova:	10/12/2018
Verbale Accettazione:	429	Certificato numero :	3199
		Pagine Certificato :	4 di 8
		Data Certificato :	11/12/2018
INDAGINE : ADEGUAMENTO SISMICO MUNICIPIO - SEDE COC"-CUP:G98E18000390002 - CIG: ZE625C0207 - prove di laboratorio.			
COMMITTENTE : Comune di Cropalati (CS)			
SONDAGGIO:	1	Campione :	2
		PROFONDITA' : m	13.70 - 14.00

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 3 : Febbraio 2005

DATI SPERIMENTALI

Temperatura	21	°C	Densità acqua γ_w	9,78723	kN/m ³
-------------	----	----	--------------------------	---------	-------------------

Massa Picnometro	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	30,740	g	30,946	g
Massa Campione	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	10	g	10	g
Massa Campione + Massa Picnometro	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	40,740	g	40,946	g
Massa Picnometro + acqua	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	82,980	g	83,327	g
Massa Campione + Massa Picnometro + acqua	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	89,278	g	89,627	g
Peso specifico γ_s	1 ^a misurazione		2 ^a misurazione	
	26,438	(kN/m ³)	26,452	(kN/m ³)
Media delle misurazioni γ_s	26,445		(kN/m³)	

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



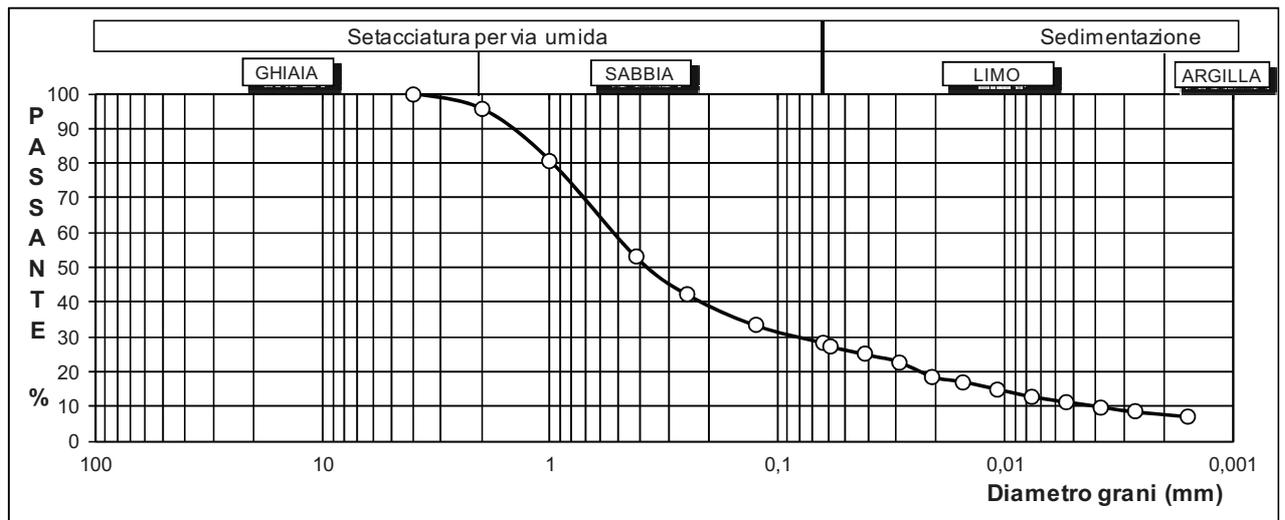
Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 – E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it	AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008
	Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)

Data arrivo campione:	07/12/2018	Data esecuzione prova:	10/12/2018	Pagine Certificato :	5 di 8
-----------------------	------------	------------------------	------------	----------------------	--------

Verbale Accettazione:	429	Certificato numero :	3199	Data Certificato :	11/12/2018
-----------------------	-----	----------------------	------	--------------------	------------

INDAGINE :	ADEGUAMENTO SISMICO MUNICIPIO - SEDE COC" - CUP:G98E18000390002 - CIG: ZE625C0207 - prove di laboratorio.				
COMMITTENTE :	Comune di Cropalati (CS)				
SONDAGGIO:	1	Campione :	2	PROFONDITA' : m	13.70 - 14.00



DATI SEDIMENTAZIONE

Tempo Δt (min)	Densità miscela	Diametro grani (mm)	Percentuale %	Tempo Δt (min)	Densità miscela	Diametro grani (mm)	Percentuale %	Massa del campione utilizzata:
0,5	1,018	0,082584	28,5	60	1,007	0,007602	12,7	33 g
1	1,017	0,05844	27,0	120	1,006	0,005379	11,2	Qualità del campione
2	1,0155	0,041371	24,9	240	1,005	0,003807	9,8	
4	1,014	0,029287	22,7	480	1,004	0,002694	8,3	
8	1,011	0,020756	18,4	1440	1,003	0,001556	6,9	
15	1,01	0,015169	17,0					
30	1,0085	0,010738	14,8					Q1 Q2 Q3 Q4 Q5

DATI SETACCIATURA

Diametro (mm)	Massa tratt. gr.	Trattenuto %	Passante %	Diametro (mm)	Massa tratt. gr.	Trattenuto %	Passante %	Massa del campione utilizzata:
0	0	0	100,0	1	136	19,2	80,8	707 g
0	0	0,0	100,0	0,420	332	47,0	53,0	Qualità del campione
0	0	0,0	100,0	0,250	409	57,9	42,1	
0	0	0,0	100,0	0,125	472	66,8	33,2	
0	0	0,0	100,0	0,063	508	71,9	28,1	
4	0	0,0	100,0					
2	30	4,2	95,8					Q1 Q2 Q3 Q4 Q5

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 4 : Febbraio 2005

Classificazione UNI CEN ISO/TS 14688 - 1 :	Sabbia Limosa debolmente Argillosa			clsI Sa				
Percentuali classi granulometriche	Ghiaia	4,2%	Sabbia	67,6%	Limo	20,5%	Argilla	7,6%

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(Pagina 1 di 3)**

Data arrivo campione: 07/12/2018 Data esecuzione prova: 07/12/2018 Pagine Certificato : 6 di 8
Verbale Accettazione: 429 Certificato numero : 3199 Data Certificato : 11/12/2018

INDAGINE : ADEGUAMENTO SISMICO MUNICIPIO - SEDE COC"-CUP:G98E18000390002 - CIG: ZE625C0207 - prove di laboratorio.

COMMITTENTE : Comune di Cropalati (CS)

SONDAGGIO: 1 **Campione :** 2 **PROFONDITA' :** m 13.70 - 14.00

NORMA DI RIFERIMENTO : UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005

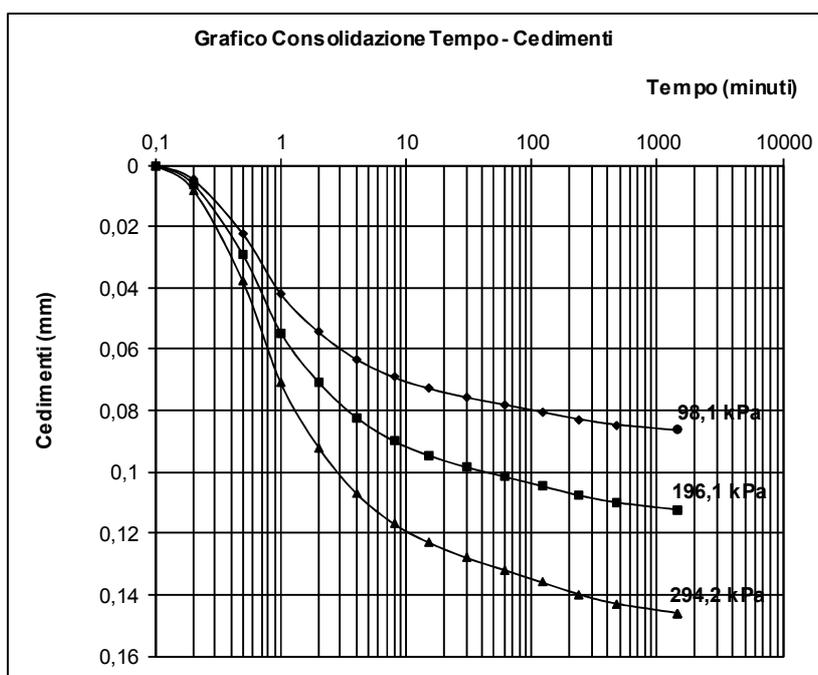
METODO UTILIZZATO

PROVA ESEGUITA CON SCATOLA DI CASAGRANDE 6 cm X 6 cm X 2 cm

CONDIZIONI INIZIALI DEI PROVINI				CONDIZIONI FINALI DEI PROVINI			
Provino n°	1	2	3	Provino n°	1	2	3
Condizioni del provino	Ricostituito	Ricostituito	Ricostituito	Massa provini Finale (g)	161,4	160,8	160,1
Massa provini Iniziale (g)	162,20	162,40	162,80	Massa secca provini (g)	145,3	145,1	145,7
Peso di Volume (kN/m³)	22,09	22,12	22,17	Cont. d'acqua Fin.(%)	11,08	10,82	9,88
Cont. d'acqua Iniz.(%)	11,63	11,92	11,74				
Carico applicato (kPa)	98,07	196,13	294,20				
t ₁₀₀ (min)	480	480	480	Vel. di scorr. mm/min	0,003		

DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI CONSOLIDAZIONE

Tempo minuti	Cedimenti in fase di Consolidazione (mm)		
	Provino 1	Provino 2	Provino 3
0,2	0,005	0,006	0,008
0,5	0,022	0,029	0,038
1	0,042	0,055	0,071
2	0,054	0,071	0,092
4	0,063	0,082	0,107
8	0,069	0,090	0,117
15	0,073	0,095	0,123
30	0,076	0,098	0,128
60	0,078	0,102	0,132
120	0,080	0,105	0,136
240	0,083	0,108	0,140
480	0,085	0,110	0,143
1440	0,086	0,112	0,146
-			
-			
-			



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(Pagina 2 di 3)**

Data arrivo campione: 07/12/2018 Data esecuzione prova: 07/12/2018 Pagine Certificato : 7 di 8

Verbale Accettazione: 429 Certificato numero : 3199 Data Certificato : 11/12/2018

INDAGINE : ADEGUAMENTO SISMICO MUNICIPIO - SEDE COC" - CUP:G98E18000390002 - CIG: ZE625C0207 - prove di laboratorio.

COMMITTENTE : Comune di Cropalati (CS)

SONDAGGIO: 1 Campione : 2 PROFONDITA': m 13.70 - 14.00

DATI SPERIMENTALI REGISTRATI IN FASE DI ROTTURA DEI PROVINI

Provino 1			Provino 2			Provino 3		
ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontal e (mm)	τ (kPa)	ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontale (mm)	τ (kPa)	ΔH verticale (mm)	ΔX orizzontal e (mm)	τ (kPa)
0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
0,005	0,10	11,81	0,004	0,19	15,50	0,001	0,03	8,49
0,037	0,33	23,61	0,034	0,46	48,10	0,015	0,28	70,94
0,053	0,60	33,45	0,067	0,76	69,96	0,036	0,55	107,44
0,063	0,86	39,57	0,085	1,04	83,74	0,046	0,85	132,46
0,068	1,12	45,04	0,095	1,33	95,98	0,050	1,16	151,29
0,068	1,39	49,85	0,099	1,62	107,57	0,050	1,46	165,06
0,068	1,63	54,22	0,099	1,90	117,85	0,045	1,80	177,46
0,068	1,89	58,81	0,099	2,19	127,68	0,031	2,11	187,33
0,053	2,17	62,53	0,083	2,47	134,46	0,013	2,41	195,36
0,042	2,44	66,25	0,059	2,76	138,18	-0,009	2,77	200,41
0,016	2,72	69,53	0,030	3,03	140,80	-0,029	3,08	202,94
-0,005	2,99	71,49	-0,002	3,31	140,15	-0,050	3,39	204,09
-0,032	3,27	73,24	-0,024	3,63	138,18	-0,071	3,71	204,78
-0,068	3,55	74,34	-0,044	3,90	135,99	-0,091	4,06	204,09
-0,095	3,84	74,99	-0,057	4,20	132,06	-0,107	4,39	202,48
-0,137	4,13	74,34	-0,065	4,49	129,00	-0,123	4,72	200,41
-0,163	4,42	73,46	-0,073	4,78	125,93	-0,136	5,02	197,20
-0,205	4,72	72,37	-0,077	5,07	124,19	-0,146	5,40	193,07
-0,226	5,02	71,71	-0,081	5,34	122,44	-0,151	5,73	187,79
-0,237	5,30	70,84	-0,085	5,62	121,78	-0,157	6,05	183,65
-0,252	5,60	70,40	-0,087	5,93	121,34	-0,159	6,40	181,36
-0,263	5,89	69,75	-0,091	6,22	120,47			
-0,279	6,20	69,31	-0,093	6,51	119,59			
-0,294	6,51	69,09	-0,093	6,79	120,03			

Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza



Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

I.P.G. s.n.c. – Istituto Prove Geotecniche

di Celia Domenico, Soleri Sergio, Valenza Massimiliano
 Via Orto Matera n° 21 Castrolibero (CS) Tel -Fax 0984 465174 –
 E-Mail: ipg2004@libero.it www.ipg2004.it

**AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE
 QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008**

**Certificazione Ufficiale - Prove di laboratorio sui terreni
 Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti
 Decreto N. 8014/09-12-2009 (D.P.R. 380/01)**

**PROVA DI TAGLIO DIRETTO
 (Pagina 3 di 3)**

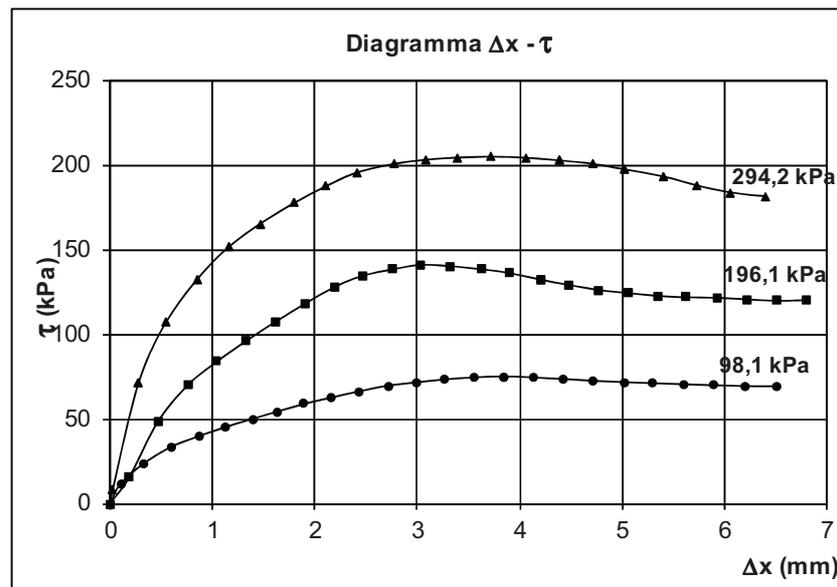
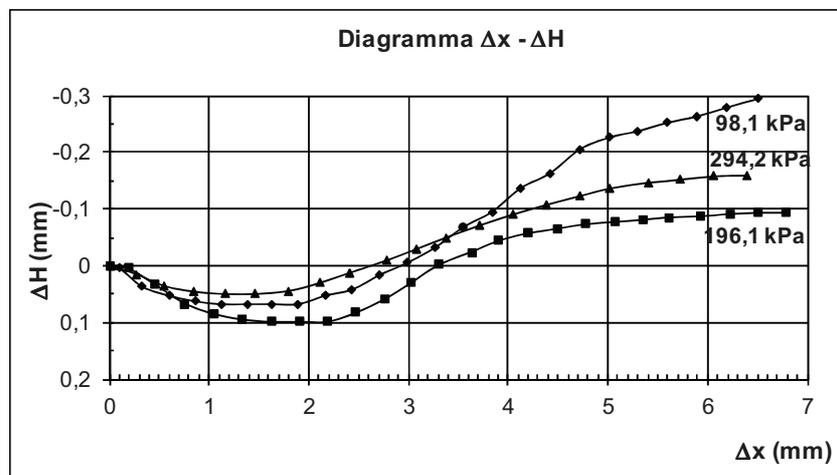
Data arrivo campione: 07/12/2018 Data esecuzione prova: 07/12/2018 Pagine Certificato : 8 di 8
 Verbale Accettazione: 429 Certificato numero : 3199 Data Certificato : 11/12/2018

INDAGINE : ADEGUAMENTO SISMICO MUNICIPIO - SEDE COC"-CUP:G98E18000390002 - CIG: ZE625C0207 - prove di laboratorio.

COMMITTENTE : Comune di Cropalati (CS)

SONDAGGIO: 1 Campione : 2 PROFONDITA': m 13.70 - 14.00

DIAGRAMMI DELLA FASE DI ROTTURA



Il Direttore Dott. Geol. Massimiliano Valenza

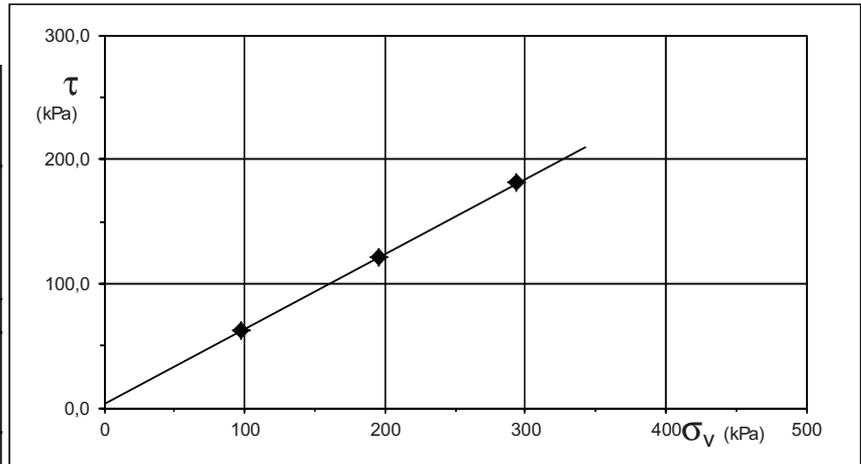


Lo Sperimentatore Dott. Geol. Domenico Celia

S1 C1 da m. 2.20 – 2.50
Prova di taglio diretto – Valori di Picco

Carico applicato (kPa)	98.07	196.13	294.20
Tensione a rottura (kPa)	62,47	120,55	180,83
Spost. Oriz. a rottura (mm)	5,21	3,90	5,85

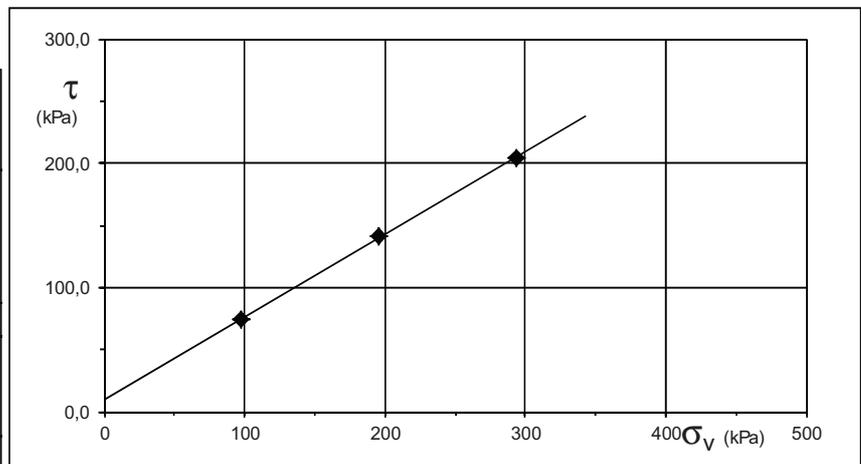
Norma UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005
DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale
Coesione (kPa) : 2,930
Angolo d'attrito (°) : 31,11



S1 C2 da m. 13.70 – 14.00
Prova di taglio diretto – Valori di Picco

Carico applicato (kPa)	98.07	196.13	294.20
Tensione a rottura (kPa)	74,99	140,80	204,77
Spost. Oriz. a rottura (mm)	3,84	3,03	3,71

Norma UNI CEN ISO/TS 17892 - 10 : Febbraio 2005
DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale
Coesione (kPa) : 10,407
Angolo d'attrito (°) : 33,49



3 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE (DPSH)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi d) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura a);
- avanzamento (penetrazione) d ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente):

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

PENETROMETRI IN USO IN ITALIA

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE) massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento d = 10 cm, punta conica (a=60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE) massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento d = 10 cm, punta conica (a= 60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE) massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento d=30 cm, punta conica (a = 60°), diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA) massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento d=20-30 cm, punta conica conica (a = 60°-90°) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt}. Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \times H}{A \times d \times (M + M')}$$

in cui

- M peso massa battente.
- M' peso aste.
- H altezza di caduta.
- A area base punta conica.
- d passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \times H}{[A \times e \times (M + P)]} = \frac{M^2 \times H \times N}{[A \times \delta \times (M + P)]}$$

- Rpd resistenza dinamica punta (area A).
e infissione media per colpo (d/ N).
M peso massa battente (altezza caduta H).
P peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di (N 1)60

(N1)60 è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \times N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \times (ER/60) \times C_s \times C_r \times C_d$$

- ER/60 rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
Cs parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
Cd funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
Cr parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

METODOLOGIA DI ELABORAZIONE

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

VALUTAZIONI STATISTICHE E CORRELAZIONI

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (- s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \times (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $s_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \times (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

CORRELAZIONI GEOTECNICHE TERRENI INCOERENTI

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi). Attraverso la relazione di SHI-MING (1982), applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di SHI-MING.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $s > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.

- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per **sabbie** con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per **ghiaie** D_r viene sovrastimato, per **limi** sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per **limi** e **sabbie** e **sabbie da fini a grossolane NC** a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per **sabbie fini** e **ghiaiose NC**, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per **sabbia pulita** e **sabbia con ghiaia** senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buisman-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio t e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_0)

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

CORRELAZIONI GEOTECNICHE TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u (min-max).
- Sanglerat, da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat, (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche

< 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche" di Sanglerat.

- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per argille e limi argillosi con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC.
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago). Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per **suoli poco coerenti e plastici**, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

- Robertson (1983) - Qc

Modulo Edometrico-Confinato (Mo)

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a medio-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali.
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buisman- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt} = 6-12$).

Modulo Di Young (EY)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15.
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Profondità prova 1,40 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	11	0,855	98,78	115,58	4,94	5,78
0,40	18	0,801	151,45	189,13	7,57	9,46
0,60	22	0,747	158,48	212,16	7,92	10,61
0,80	31	0,693	207,27	298,95	10,36	14,95
1,00	33	0,690	219,50	318,23	10,98	15,91
1,20	32	0,686	211,77	308,59	10,59	15,43
1,40	38	0,683	250,24	366,45	12,51	18,32

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,6	20	200,64	Incoerente	0	2,13	2,04	0,06	1,47	29	Strato
1,4	33,5	323,06	Incoerente	0	2,23	2,16	0,22	1,47	49	Strato

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENTI I

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1)	29	0,00-0,60	29	Skempton (1986)	57,1
Strato (2)	49	0,60-1,40	49	Skempton (1986)	76,8

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1)	29	0,00-0,60	29	Meyerhof (1965)	35,18
Strato (2)	49	0,60-1,40	49	Meyerhof (1965)	37,22

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1)	29	0,00-0,60	29	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	198,80
Strato (2)	49	0,60-1,40	49	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	304,80

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1)	29	0,00-0,60	29	Farrent (1963)	205,90
Strato (2)	49	0,60-1,40	49	Farrent (1963)	347,90

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1)	29	0,00-0,60	29	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2)	49	0,60-1,40	49	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1)	29	0,00-0,60	29	Meyerhof ed altri	2,13
Strato (2)	49	0,60-1,40	49	Meyerhof ed altri	2,23

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1)	29	0,00-0,60	29	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,04
Strato (2)	49	0,60-1,40	49	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,16

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson

Strato (1)	29	0,00-0,60	29	(A.G.I.)	0,3
Strato (2)	49	0,60-1,40	49	(A.G.I.)	0,26

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1)	29	0,00-0,60	29	Ohsaki (Sabbie pulite)	1540,17
Strato (2)	49	0,60-1,40	49	Ohsaki (Sabbie pulite)	2521,72

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0
Strato (1)	29	0,00-0,60	29	Navfac 1971-1982	5,47
Strato (2)	49	0,60-1,40	49	Navfac 1971-1982	8,04

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1)	29	0,00-0,60	29	Robertson 1983	58,00
Strato (2)	49	0,60-1,40	49	Robertson 1983	98,00

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Profondità prova 1,20 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	9	0,855	80,82	94,57	4,04	4,73
0,40	12	0,851	107,27	126,09	5,36	6,30
0,60	19	0,797	146,03	183,23	7,30	9,16
0,80	26	0,743	186,38	250,73	9,32	12,54
1,00	32	0,690	212,85	308,59	10,64	15,43
1,20	33	0,686	218,39	318,23	10,92	15,91

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0,6	15,5	154,66	Incoerente	0	2,04	2,0	0,06	1,47	22,78	Strato
1,2	30,33	292,52	Incoerente	0	2,22	2,13	0,19	1,47	44,59	Strato

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1)	22,78	0,00-0,60	22,78	Skempton (1986)	55,13
Strato (2)	44,59	0,60-1,20	44,59	Skempton (1986)	75,99

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1)	22,78	0,00-0,60	22,78	Meyerhof (1965)	33,57
Strato (2)	44,59	0,60-1,20	44,59	Meyerhof (1965)	37,19

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1)	22,78	0,00-0,60	22,78	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	165,83
Strato (2)	44,59	0,60-1,20	44,59	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	281,43

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1)	22,78	0,00-0,60	22,78	Farrent (1963)	161,74

Strato (2)	44,59	0,60-1,20	44,59	Farrent (1963)	316,59
------------	-------	-----------	-------	----------------	--------

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1)	22,78	0.00-0,60	22,78	Classificazione A.G.I.	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (2)	44,59	0,60-1,20	44,59	Classificazione A.G.I.	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1)	22,78	0.00-0,60	22,78	Meyerhof ed altri	2,04
Strato (2)	44,59	0,60-1,20	44,59	Meyerhof ed altri	2,22

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1)	22,78	0.00-0,60	22,78	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,00
Strato (2)	44,59	0,60-1,20	44,59	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,13

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1)	22,78	0.00-0,60	22,78	(A.G.I.)	0,31
Strato (2)	44,59	0,60-1,20	44,59	(A.G.I.)	0,27

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1)	22,78	0.00-0,60	22,78	Ohsaki (Sabbie pulite)	1227,48
Strato (2)	44,59	0,60-1,20	44,59	Ohsaki (Sabbie pulite)	2307,79

Coefficiente spinta a Riposo K0=SigmaH/P0

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K0

Strato (1)	22,78	0.00-0,60	22,78	Navfac 1971-1982	4,52
Strato (2)	44,59	0,60-1,20	44,59	Navfac 1971-1982	7,46

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato (1)	22,78	0.00-0,60	22,78	Robertson 1983	45,56
Strato (2)	44,59	0,60-1,20	44,59	Robertson 1983	89,18

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Profondità prova 2,80 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,20	4	0,855	35,92	42,03	1,80	2,10
0,40	4	0,851	35,76	42,03	1,79	2,10
0,60	4	0,847	32,67	38,57	1,63	1,93
0,80	2	0,843	16,27	19,29	0,81	0,96
1,00	2	0,840	16,20	19,29	0,81	0,96
1,20	2	0,836	16,13	19,29	0,81	0,96
1,40	2	0,833	16,06	19,29	0,80	0,96
1,60	2	0,830	14,78	17,82	0,74	0,89
1,80	2	0,826	14,73	17,82	0,74	0,89
2,00	2	0,823	14,67	17,82	0,73	0,89
2,20	13	0,770	89,21	115,84	4,46	5,79
2,40	18	0,767	123,05	160,40	6,15	8,02
2,60	31	0,664	170,53	256,73	8,53	12,84
2,80	38	0,661	208,15	314,70	10,41	15,74

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
2	2,44	23,47	Incoerente	0	1,45	1,87	0,15	1,47	3	Strato
2,4	15,5	138,12	Incoerente	0	2,03	1,99	0,33	1,47	22	Strato
2,8	34,5	285,72	Incoerente	0	2,24	2,17	0,42	1,47	50	Strato

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1)	3	0.00-2,00	3	Skempton (1986)	15,3
Strato (2)	22	2,00-2,40	22	Skempton (1986)	54,08
Strato (3)	50	2,40-2,80	50	Skempton (1986)	80,36

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1)	3	0.00-2,00	3	Meyerhof (1965)	25,36
Strato (2)	22	2,00-2,40	22	Meyerhof (1965)	33,34
Strato (3)	50	2,40-2,80	50	Meyerhof (1965)	37,2

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato (1)	3	0.00-2,00	3	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	61,00
Strato (2)	22	2,00-2,40	22	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	161,70
Strato (3)	50	2,40-2,80	50	Schultze-Menzenbach Sabbia limosa	310,10

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato (1)	3	0.00-2,00	3	Farrent (1963)	21,30
Strato (2)	22	2,00-2,40	22	Farrent (1963)	156,20
Strato (3)	50	2,40-2,80	50	Farrent (1963)	355,00

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1)	3	0.00-2,00	3	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
Strato (2)	22	2,00-2,40	22	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato (3)	50	2,40-2,80	50	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m ³)
Strato (1)	3	0.00-2,00	3	Meyerhof ed altri	1,45
Strato (2)	22	2,00-2,40	22	Meyerhof ed altri	2,03
Strato (3)	50	2,40-2,80	50	Meyerhof ed altri	2,24

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m ³)
Strato (1)	3	0.00-2,00	3	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato (2)	22	2,00-2,40	22	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,99
Strato (3)	50	2,40-2,80	50	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,17

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato (1)	3	0.00-2,00	3	(A.G.I.)	0,35
Strato (2)	22	2,00-2,40	22	(A.G.I.)	0,31
Strato (3)	50	2,40-2,80	50	(A.G.I.)	0,25

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato (1)	3	0.00-2,00	3	Ohsaki (Sabbie	182,56

				pulite)	
Strato (2)	22	2,00-2,40	22	Ohsaki (Sabbie pulite)	1187,93
Strato (3)	50	2,40-2,80	50	Ohsaki (Sabbie pulite)	2570,07

Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / P_0$

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	K_0
Strato (1)	3	0.00-2,00	3	Navfac 1971-1982	0,51
Strato (2)	22	2,00-2,40	22	Navfac 1971-1982	4,39
Strato (3)	50	2,40-2,80	50	Navfac 1971-1982	8,18

Q_c (Resistenza punta Penetrometro Statico)

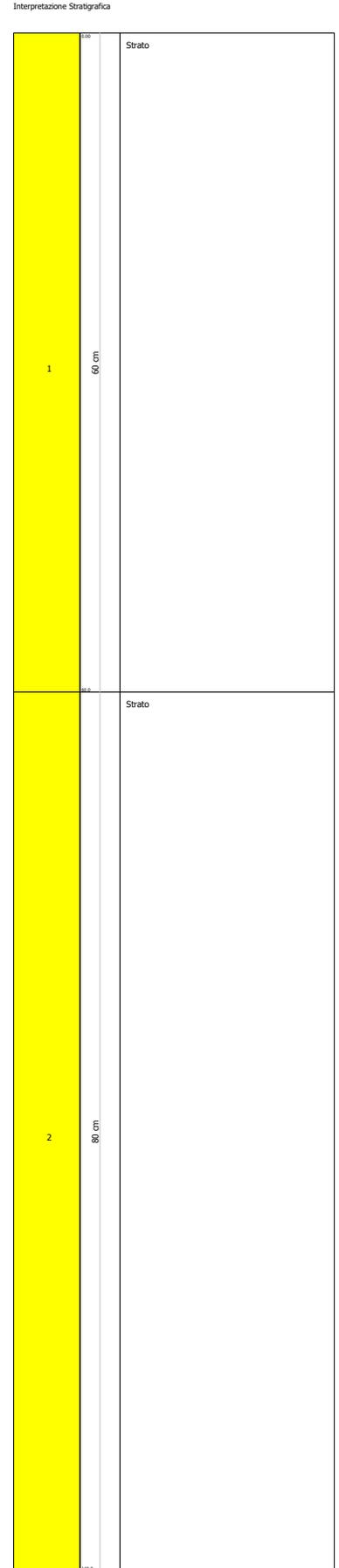
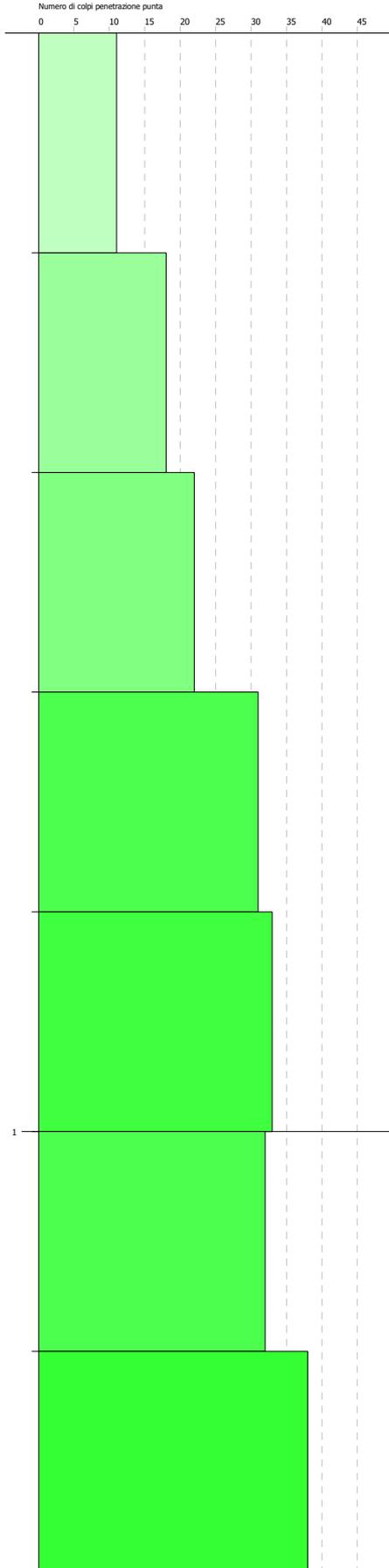
Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Q_c (Kg/cm ²)
Strato (1)	3	0.00-2,00	3	Robertson 1983	6,00
Strato (2)	22	2,00-2,40	22	Robertson 1983	44,00
Strato (3)	50	2,40-2,80	50	Robertson 1983	100,00

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Comune di Crotalati (Cs)
Cantiere: Adeguamento sismico municipio-sede COC
Località: Crotalati (Cs)

Data: 02/01/2019

Scala 1:6

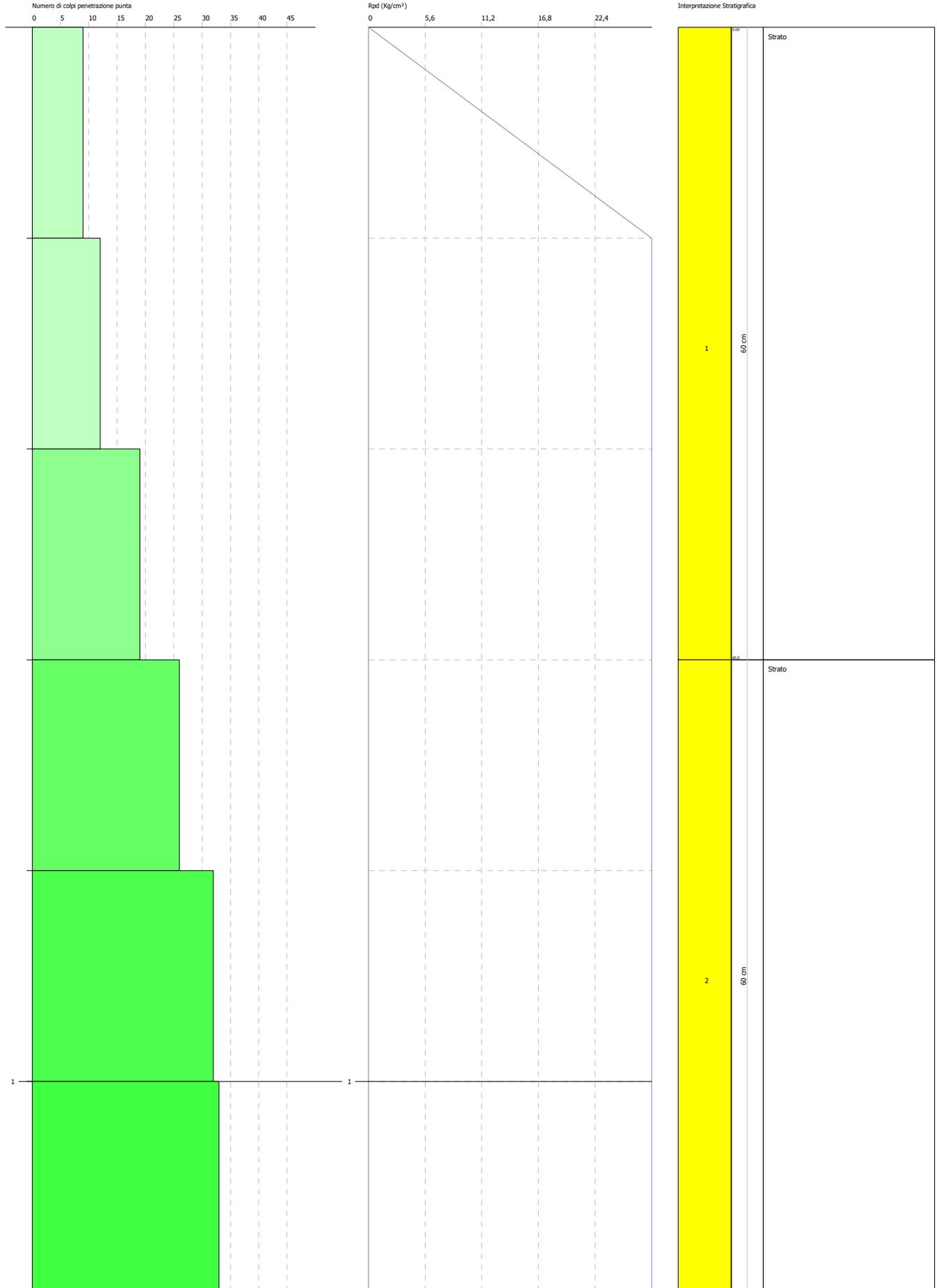


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Comune di Cropalati (Cs)
Cantiere: Adeguamento sismico municipio-sede COC
Località: Cropalati (Cs)

Data: 02/01/2019

Scala 1:5

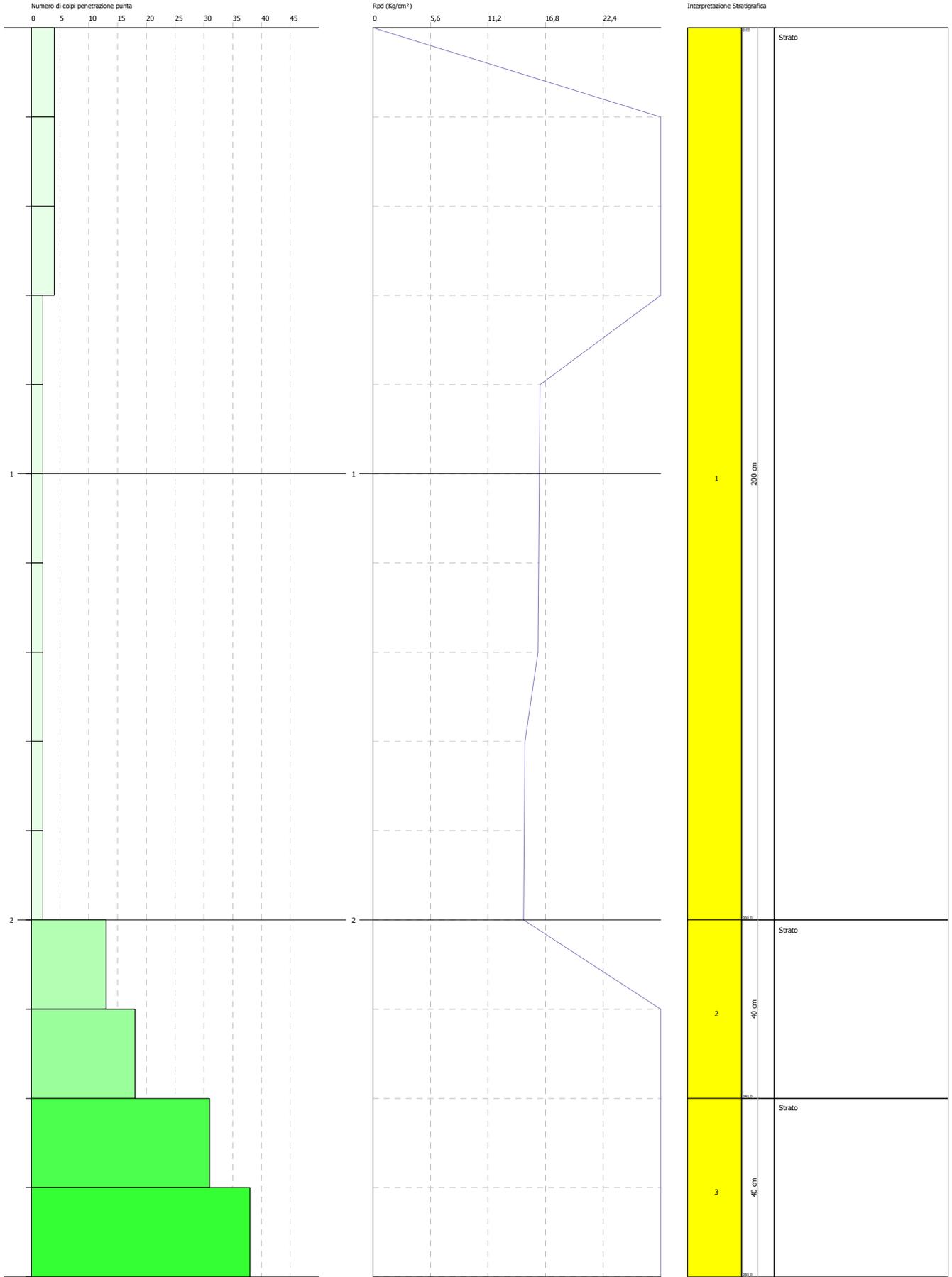


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DPHS TG 63-200 PAGANI

Committente: Comune di Cropalati (Cs)
 Cantiere: Adeguamento sismico municipio-sede COC
 Località: Cropalati (Cs)

Data: 02/01/2019

Scala 1:12





DPSH1



DPSH2



DPSH3