

STUDIO TECNICO ING. R. RACITI

Viale Kennedy, 18-PESCARA

DITTA: A.C.A. S.p.a.

TAV. n°:

DATA

AGGIORN.:

D

OPERA:
PROGETTO PER LA DISMISSIONE DI FOSSE
IMHOFF ED INSTALLAZIONE DI NUOVO
IMPIANTO DI DEPURAZIONE PER 700 AE
LOC. PIANE NEL COMUNE DI BUCCHIANICO

PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO:
RELAZIONE GEOLOGICA

Note:

Scala:

IL PROGETTISTA

Dott. Ing. Roberto Raciti



Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 1 di 55

AZIENDA COMPRESORIALE ACQUEDOTTISTICA S.P.A.

PROGETTO PER LA DISMISSIONE DI DUE FOSSE IMHOFF MEDIANTE REALIZZAZIONE DI CONDOTTE FOGNANTI E IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO NEL COMUNE DI BUCCHIANICO (CH)

**RELAZIONE GEOLOGICA E MODELLAZIONE SISMICA, RELAZIONE
 GEOTECNICA SULLE INDAGINI E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL
 VOLUME SIGNIFICATIVO**

(Elaborato redatto ai sensi del D.M. 17/01/2018 e della D.P.G.R. n.3 del 30/12/2016)

Il Tecnico:

Geol. Armando MAZZEI



Storia delle revisioni		
Rev.00	Marzo 2019	Prima emissione

Elaborato	Esaminato	Accettato
Geol. Armando MAZZEI		

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 2 di 55

INDICE

1	PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO.....	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEI LUOGHI DI INTERVENTO.....	4
3	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO.....	5
4	LINEE GUIDA PER LA STESURA DELLO STUDIO E NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
5	METODOLOGIA DI STUDIO	7
6	CARATTERISTICHE GENERALI DEL TERRITORIO	8
6.1	Inquadramento geologico regionale	8
6.2	Sismicità del territorio	9
7	VINCOLI RIGUARDANTI L'ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	16
7.1	Il Regio Decreto 3267/1923.....	16
7.2	Il Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico regionale (PAI)	17
8	INDAGINI GEOGNOSTICHE E MISURE SISMICHE	22
8.1	Prova penetrometrica dinamica DPM.....	22
8.1	Misura sismica passiva HVSR.....	23
9	RISULTATI DELL'INDAGINE	25
9.1	Caratteristiche locali delle aree di progetto	25
9.1.1	Stratigrafia.....	25
9.1.2	Caratteristiche geomorfologiche	26
9.1.3	Aspetti idrografici e idrogeologici	27
9.1.4	Caratteristiche geotecniche dei litotipi	28
9.1.5	Parametri geotecnici caratteristici.....	34
9.2	Sintesi della modellazione geologica e geotecnica.....	37
9.3	Analisi della Risposta Sismica Locale	38
9.4	Stabilità nei confronti della liquefazione	43
10	ANALISI DEGLI SCENARI DI PERICOLOSITA'.....	44
11	RIEPILOGO RISULTATI E CONCLUSIONI.....	45
12	ALLEGATI.....	47
13	BIBLIOGRAFIA.....	48

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 3 di 55

1 PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

L'Azienda Comprensoriale Acquedottistica (A.C.A.) S.p.A. di Pescara intende dismettere due fosse imhoff mediante realizzazione di condotte fognanti e impianti di sollevamento nel comune di Bucchianico della provincia di Chieti. Le due fosse imhoff sono così denominate:

- Piane
- Pozzo Nuovo.

L'A.C.A. pertanto ha affidato l'incarico allo scrivente per lo studio geologico ed indagini geognostiche nelle aree d'intervento.

In particolare, lo studio è finalizzato alla definizione del modello geologico di riferimento, alla caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo e all'analisi della Risposta Sismica Locale, secondo quanto disposto dalle normative di settore nazionali e regionali vigenti.

Il lavoro, basato sull'analisi dei dati scaturiti da studi pregressi eseguiti in analoghi contesti geologici, sui risultati di indagini puntuali realizzate in loco nonché sui dati di letteratura, ha lo scopo, inoltre, di analizzare gli scenari di pericolosità e di criticità idrogeologica che possano interferire con la fattibilità degli interventi.

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA		Codifica	
	Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 4 di 55

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEI LUOGHI DI INTERVENTO

Le due fosse imhoff da dismettere sono ubicate nel territorio di Bucchianico (CH). I siti ricadono nel Foglio 147 IV SE della Carta Topografica Regionale, scala 1.25.000, di cui si riporta uno stralcio a seguire

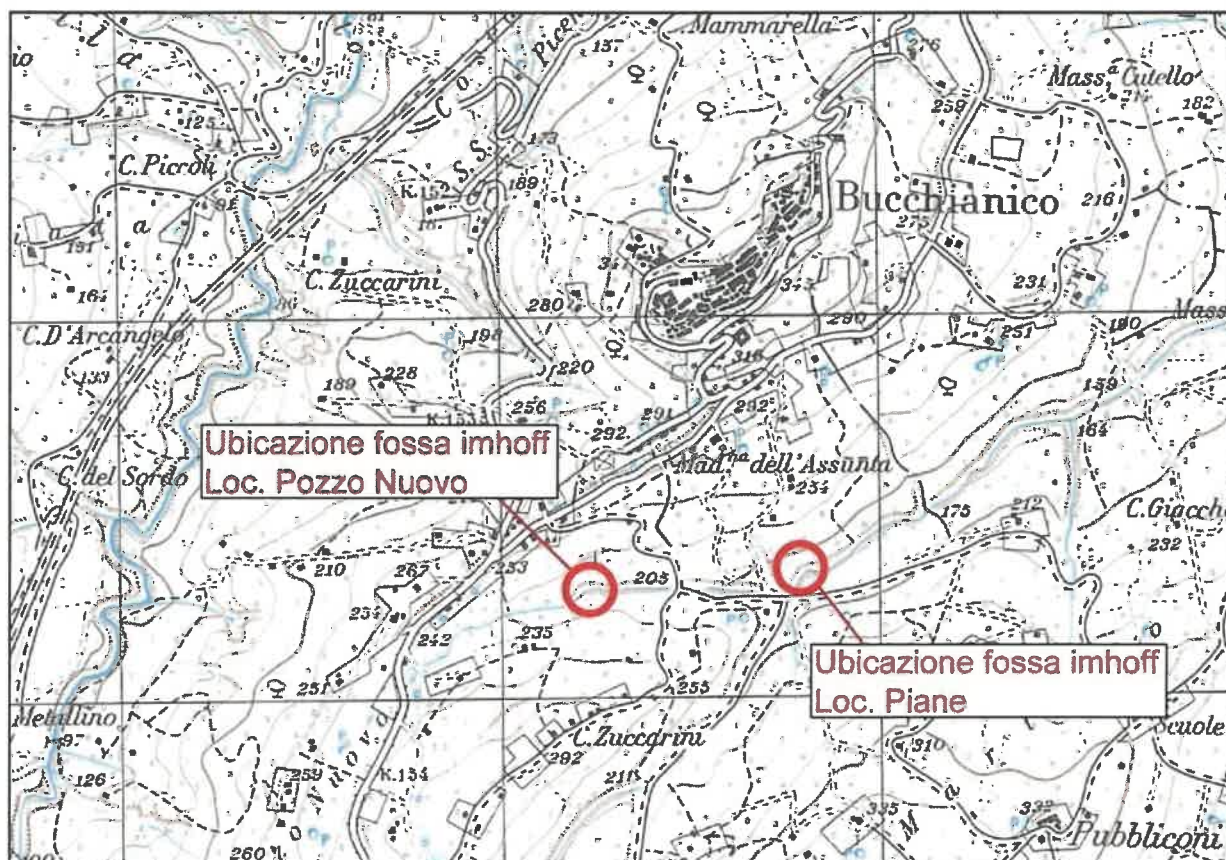


Fig. 2.1 Ubicazione delle fosse imhoff da dismettere nella C.T.R. (scala originale 1:25.000)

Inoltre le aree sono caratterizzate dai seguenti riferimenti geografici

Regione:	Abruzzo	
Provincia:	Chieti	
Comune:	Bucchianico	
Foglio I.G.M. (scala 1:25.000):	F° 147 IV SE	
Carta Tecnica Regionale (scala 1:5.000):	Elemento 361114	
Bacino idrografico principale:	Fiume Foro	
Bacino idrografico secondario:	Rio Seripenne	
Località:	Piane	Pozzo Nuovo
Intervallo di quota (s.l.m.):	190 m ca.	215 m ca.
Vie di comunicazione principali:	Via Piane	Via Piane
Coord. geografiche UTM WGS84 Fuso 33T	Lat. 4683135 N Long. 432729 E	Lat. 4683079 N Long. 432229 E

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail: armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA		Codifica	
	Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 5 di 55

3 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Il progetto, redatto dall'ing. Roberto Raciti, prevede sinteticamente la dismissione delle due fosse imhoff mediante la posa in opera di tre stazioni di sollevamento delle acque nere, collegate ad una nuova condotta fognaria in pressione della lunghezza di ca. 720 m che sarà allacciata alla rete principale dopo aver superato un dislivello di ca. 104 m. Nell'impianto di sollevamento più a valle confluiranno a gravità, attraverso due nuove fognature, i fluidi provenienti dalla fossa imhoff Pozzo Nuovo e quelli provenienti da monte, dalla contrada Plane, come indicato nello stralcio planimetrico seguente.

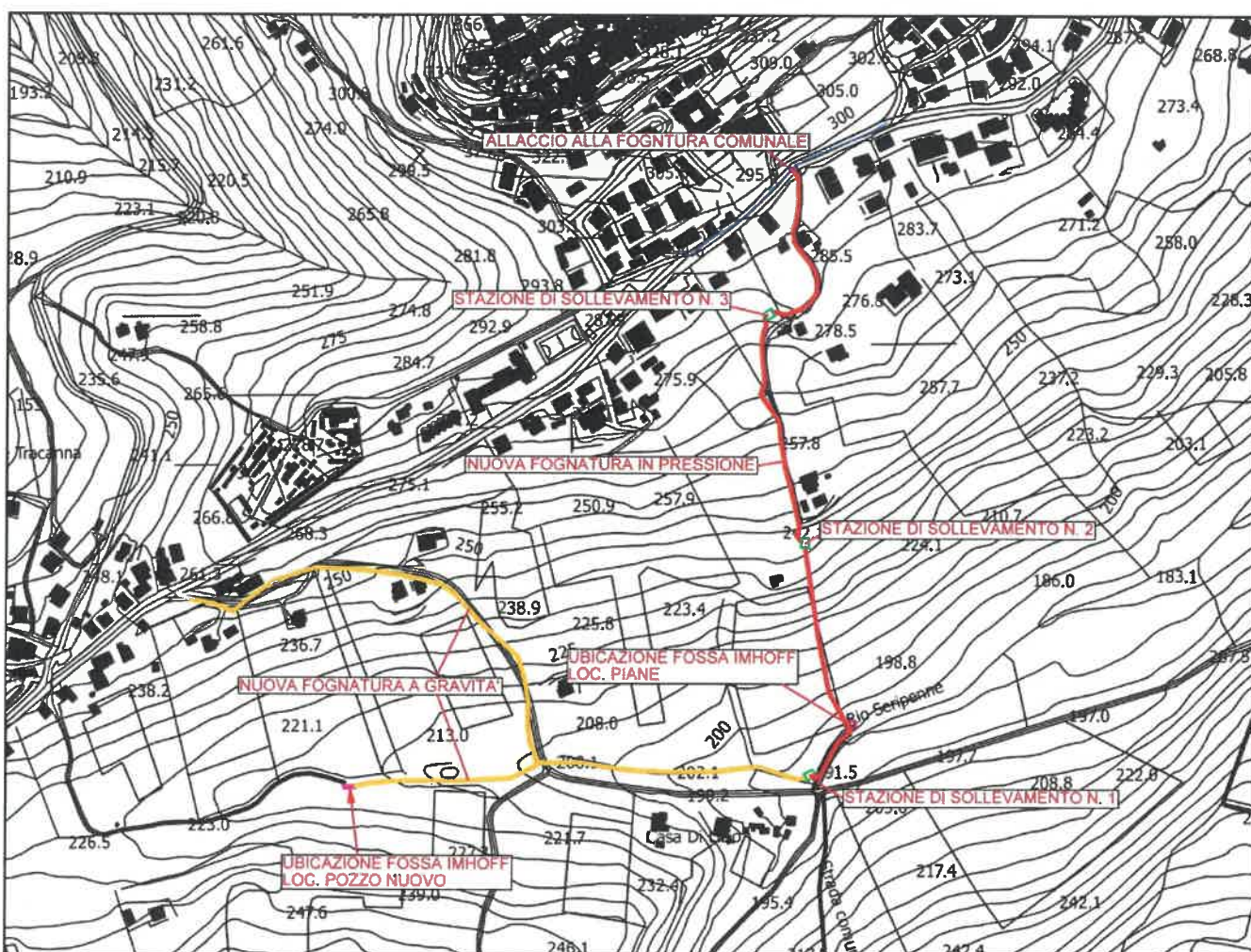


Fig. 3.1 Progetto di dismissione delle fosse imhoff Plane e Pozzo Nuovo

Per tutti i dettagli tecnico-strutturali delle opere da realizzare si rimanda agli elaborati di progetto.

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 6 di 55

4 LINEE GUIDA PER LA STESURA DELLO STUDIO E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Lo studio è redatto sulla base dei principali contenuti ed indirizzi tecnici indicati nelle *Linee guida per la stesura delle relazioni specialistiche*, a cura del Gruppo Interregionale dell'Ordine dei Geologi, e secondo gli *standard metodologici e di lavoro* proposti nel Progetto Qualità curati dal Consiglio Nazionale dei Geologi.

La Normativa tecnica di riferimento è la seguente:

Decreto Ministeriale 11.03.1988

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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzione per l'applicazione

Legge 18.05.1989, n.183

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo

Circolare 9 Gennaio 1996 n. 218/24/3

Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica

Eurocodice 7 (1997)

Progettazione geotecnica

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni

Circolare del 02.02.2009 Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica

Delibera Giunta Regione Abruzzo n. 438 del 29 marzo 2003

Atto di recepimento della Classificazione sismica nazionale

Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n.3519 del 28.04.2006

Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone

Delibere Consiglio Regione Abruzzo n. 94//7 e 94/5 del 29 gennaio 2008

Approvazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e del Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni (PSDA)

Legge Regione Abruzzo n. 28 del 11 agosto 2011

Norme per la riduzione del rischio sismico e modalità di vigilanza e controllo su opere e costruzioni in zone sismiche

Decreto Presidente Giunta Regione Abruzzo n.3/REG. del 30.12.2016

Regolamento attuativo della Legge Regionale 11 agosto 2011, n.28

Decreto Ministeriale 17.01.2018

Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 7 di 55

5 METODOLOGIA DI STUDIO

Lo Studio si basa sulle ipotesi progettuali, a cura dell'ing. Roberto Raciti, sui dati di letteratura e su di quelli derivanti dalle indagini eseguite in sito. Esso si compone dei seguenti principali argomenti:

- **Descrizione delle caratteristiche generali del territorio** in cui sono comprese le aree d'intervento con particolare riferimento:
 - all'inquadramento geologico-strutturale del territorio nell'ambito più generale dell'evoluzione geodinamica regionale;
 - alle caratteristiche sismiche comprendenti il quadro della sismicità storica, i valori dei parametri a_g , F_0 e T^*c che definiscono la pericolosità sismica di base e gli spettri di risposta elastici per ciascun periodo di ritorno T_r di riferimento.
- **Individuazione delle criticità idrogeologiche nei Piani di settore regionali vigenti**
- **Descrizione della tipologia delle indagini geognostiche e geofisiche eseguite in sito**
- **Risultati delle indagini** con particolare riferimento:
 - alla modellazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e geotecnica locale derivante dal rilevamento geologico di superficie e dai risultati delle prove in sito
 - al modello sismico ottenuto dalla misura sismica passiva con riferimento alle analisi della Risposta Sismica Locale verificata con l'approccio semplificato previsto dalle norme (Categorie di sottosuolo)
- **Parere sulla fattibilità geologica delle opere.**

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 8 di 55

6 CARATTERISTICHE GENERALI DEL TERRITORIO

6.1 Inquadramento geologico regionale

I siti d'intervento sono compresi nello stesso contesto geologico in cui i sedimenti che caratterizzano il territorio a livello regionale si collocano in quella successione stratigrafica di tipo emipelagico che ha rappresentato, durante il Pliocene medio - Pleistocene inferiore, il riempimento della depressione periadriatica allungata in direzione circa N-S, delimitata ad ovest dalla catena appenninica in fase di sollevamento. Nel Pliocene sup. un regime distensivo arrivava ad interessare la dorsale appenninica, mentre risultava in compressione il bordo adriatico. Questa situazione si protraeva durante il Pleistocene basale. Nel Pleistocene inf. i meccanismi di migrazione verso est della coppia compressione-distensione si esaurivano così che, alla fine di questo periodo, tutta l'area dal Tirreno fino alla fascia periadriatica e l'Adriatico stesso erano uniformemente interessati da una tettonica distensiva secondo direzioni in prevalenza appenniniche. Successivamente, un nuovo regime di compressione coinvolgeva l'area e nello stesso tempo si aveva un generale e rapido sollevamento. Già a partire dal Pliocene sup. il mare iniziava il suo graduale, ma deciso ritiro verso est. Tale fenomeno si accentuava nel Pleistocene, fino a raggiungere l'attuale configurazione del Mare Adriatico.

Il succedersi delle varie fasi tettoniche che hanno interessato il territorio hanno prodotto una sequenza stratigrafica "regressiva" di un ciclo marino post-orogenco. Tale successione litologica è nota in letteratura come "*Formazione di Mutignano*" (G. Donzelli, 1997) ed è costituita, dal basso verso l'alto, da depositi prevalentemente pelitici (*Associazione pelitico-sabbiosa FMTa*), con intercalazioni più o meno grossolane (*Associazione conglomeratica FMTb*), pelitico-arenacee ed arenaceo-pelitiche (*Associazione sabbioso-pelitica FMTc*) e da orizzonti sabbioso-conglomeratici di chiusura del ciclo (*Associazione sabbioso-conglomeratica FMTd*).

Le aree di studio sono comprese nel Foglio n. 361 "CHIETI" della Carta Geologica d'Italia, Progetto CARG scala 1:50.000 di cui si riporta uno stralcio di seguito.

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 9 di 55

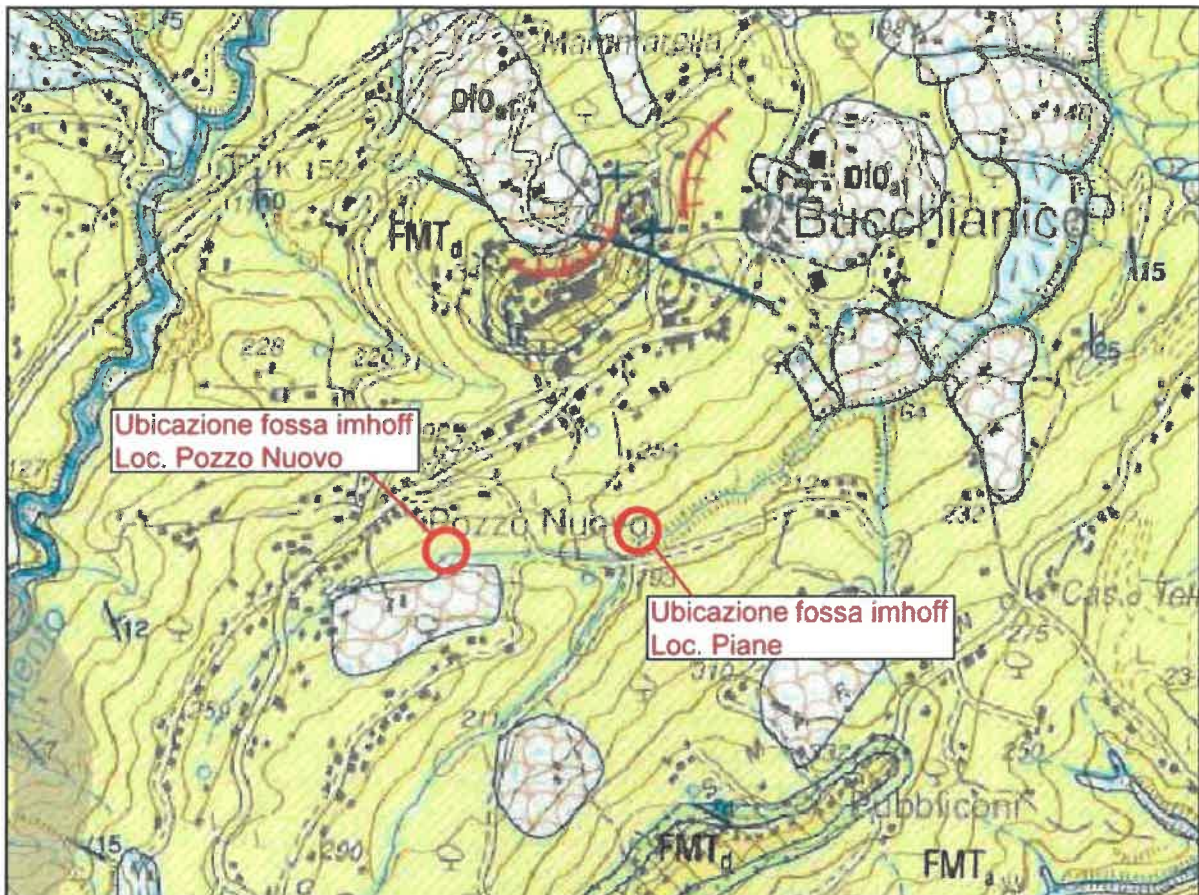


Fig. 6.1 Carta Geologica d'Italia Foglio 361 Chieti con indicate le fosse imhoff da dismettere (fonte: ISPRA - Progetto CARG)

In particolare, sia gli impianti di sollevamento sia le nuove fognature interesseranno i sedimenti che compongono l'Associazione pelitico-sabbiosa FMTa di base della Formazione di Mutignano avente lo spessore valutabile in almeno 300 m e di età Pliocene sup.-Pleistocene.

In superficie il substrato pelitico inalterato è sormontato dalla coltre di alterazione, con spessori variabili, che risente dell'azione di degradazione operata dagli agenti esogeni. In particolare, la coltre è composta da sedimenti a tenori variabili di argilla, limo e sabbia e si distingue in una componente colluviale, intesa come coltre imbibita che ha subito maggiormente nel tempo l'alterazione con trasporto dei granuli, e in una componente eluviale che, pur evidenziando segni di alterazione, conserva quasi inalterate le proprietà geotecniche del substrato da cui ha origine. Nelle aree di fondovalle i sedimenti più superficiali possono essere soggetti ad un'ulteriore rielaborazione da parte del corso d'acqua.

6.2 Sismicità del territorio

Con l'OPCM n.3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" il territorio nazionale è stato riclassificato dal punto di vista sismico in base al grado di pericolosità definito sull'analisi della probabilità che una certa area venga interessata in un certo

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 10 di 55

intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. In base a questa classificazione sono state distinte 4 Zone a pericolosità sismica decrescente. A ciascuna Zona viene attribuito un valore dell'azione sismica espresso in termini di accelerazione massima su roccia.

In seguito, nel rispetto degli Indirizzi e criteri stabiliti a livello nazionale, alcune Regioni hanno riclassificato il proprio territorio adottando delle sottozone per meglio adattare le norme alle caratteristiche di sismicità locali.

La Regione Abruzzo ha recepito la classificazione sismica nazionale con D.G.R. n. 438 del 29 marzo 2003 e non ha adottato sottozone.

La Classificazione sismica nazionale, aggiornata a marzo 2015, è riportata nella figura seguente in cui si evidenzia che Bucchianico ricade nella Zona 2, in cui si possono verificare forti terremoti e il valore dell'accelerazione di picco su suolo rigido a_g è compreso tra 0.15 e 0.25.

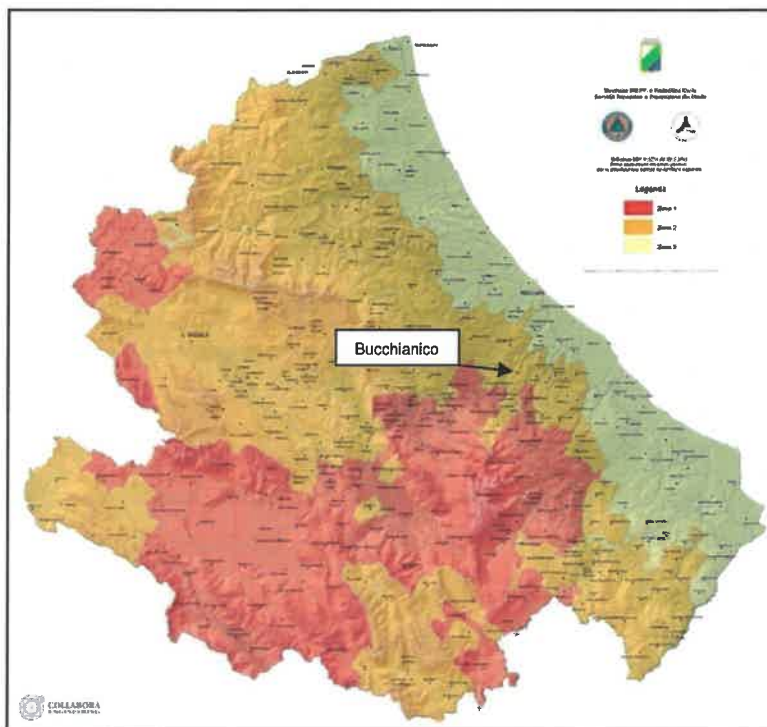


Fig. 6.2: Classificazione sismica regionale OPCM n.3274/2003 aggiornata al 2015

Ulteriori approfondimenti condotti dal Gruppo di Lavoro (di seguito GdL) dell'INGV (2004) hanno condotto ad una rielaborazione di una nuova zonazione sismogenetica, denominata ZS9, che è stata realizzata basandosi su di un modello cinematico di riferimento per il Mediterraneo centrale, sulle evidenze emerse dai più recenti studi di tettonica attiva e sulla individuazione delle sorgenti sismogenetiche e sul catalogo dei terremoti CPTI04. La zonazione ZS9 è alla base della Mappa della pericolosità sismica nazionale, in vigore dal 2006.

Le sorgenti sismogenetiche di riferimento per la mappatura della pericolosità sismica nazionale sono raccolte nel *Database of Individual Seismogenetic Sources DISS*, a cura dell'INGV, che raccoglie le

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 11 di 55

potenziali sorgenti (individuali, composite, dibattute o di subduzione) per terremoti di magnitudo maggiori di 5.5 in Italia e nelle aree circostanti.

La versione più aggiornata del Database (ver. 3.2.2), del 30 giugno 2015, è consultabile sul sito <http://diss.rm.ingv.it>. La Mappa integrale del Database e lo stralcio che indica la posizione delle aree di studio sono riportati di seguito (Fig. 6.3).

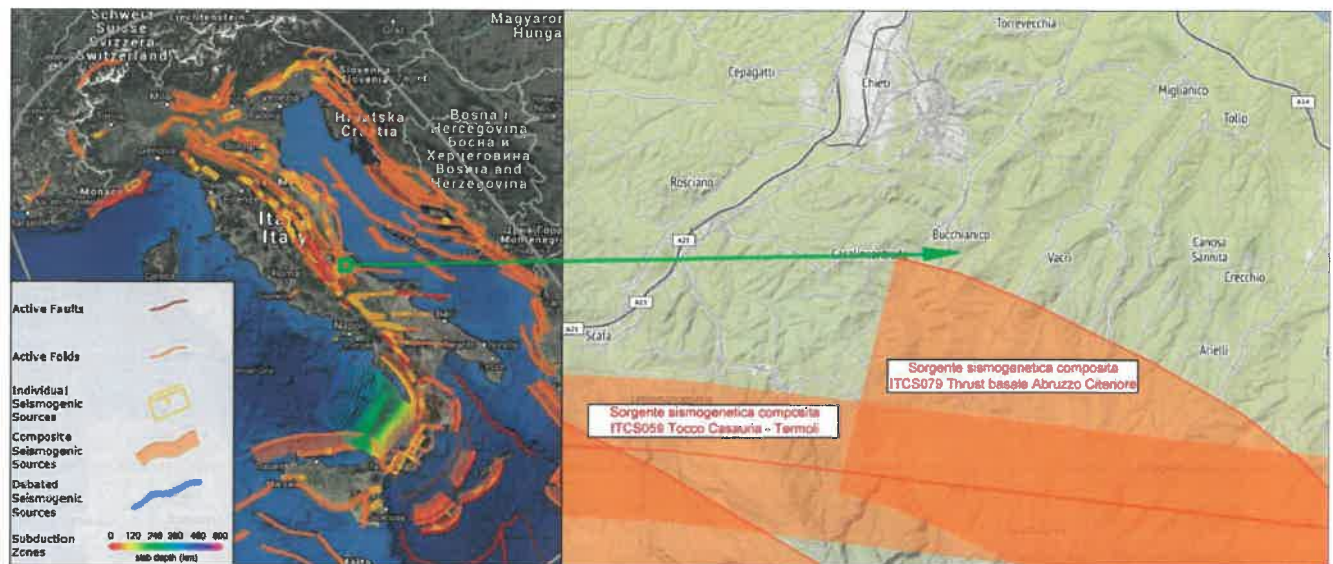


Fig. 6.3: Database of Individual Seismogenic Sources DISS (INGV, 2015)

Il territorio di Bucchianico è compreso in parte nella sorgente sismogenetica *ITCS079 Composita Superficiale Abruzzo Citeriore Thrust Basale* e poco a sud vi è la sorgente *ITCS059 Tocco da Casauria-Tremiti*.

La prima va da Roccamontepiano fino alle zone di Perano e Archi. Si tratta di una sorgente a basso angolo, con immersione SO, posta tra il bordo orientale del massiccio della Maiella e le strutture della costa, appartenente al sistema compressionale orientale degli Appennini. I cataloghi storici dei terremoti mostrano una maggiore concentrazioni di danni in quest'area. In particolare, questa regione è stata interessata, da nord a sud, dai seguenti terremoti: 101 A.D. (Mw 6.3, San Valentino); 30 dicembre 1456 (Mw 6.0, Molise); 10 settembre 1881 (Mw 5.6, Abruzzo meridionale); 12 febbraio 1882 (Mw 5.2, Chieti); 3 novembre 1706 (Mw 6.8, Maiella) e 26 settembre 1933 (Mw 6.0, Maiella). La sorgente è superficiale con profondità compresa tra 3 e 8 km; con immersione tra 20° e 40° e con una Magnitudo massima attesa secondo il DISS è 5.6.

La sorgente *ITCS059 Tocco da Casauria-Tremiti* ha origine poco distante da Torre de' Passeri, con direzione circa O-E, e raggiunge l'arcipelago delle Tremiti. Il piano di faglia è quasi verticale con immersione circa S. I cataloghi storici e strumentali mostrano una scarsa sismicità intermedia in questa regione anche se è stata l'origine del terremoto distruttivo di Mw 6.3 del 101 A.D. con epicentro possibile a S. Valentino in Abr. Cit. e di quelli del 1456 di Mw 7.0 e 6.6. La Sorgente sismogenetica ha la profondità compresa tra 11 e 20 km; la Magnitudo massima attesa secondo il DISS è 6.0.

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 12 di 55

Lo studio sulle sorgenti sismogenetiche ha quindi condotto il GdL alla redazione della **Zonazione sismogenetica ZS9** nazionale composta da 36 aree poligonali, caratterizzate da un comportamento tettonico e cinematico omogeneo, ossia l'attività sismica è riconducibile alla medesima struttura o sorgente tettonica e agli stessi meccanismi di fagliazione.

La Zonazione sismogenetica ZS9 e un particolare dell'area in studio sono riportati nella Fig. 6.4.

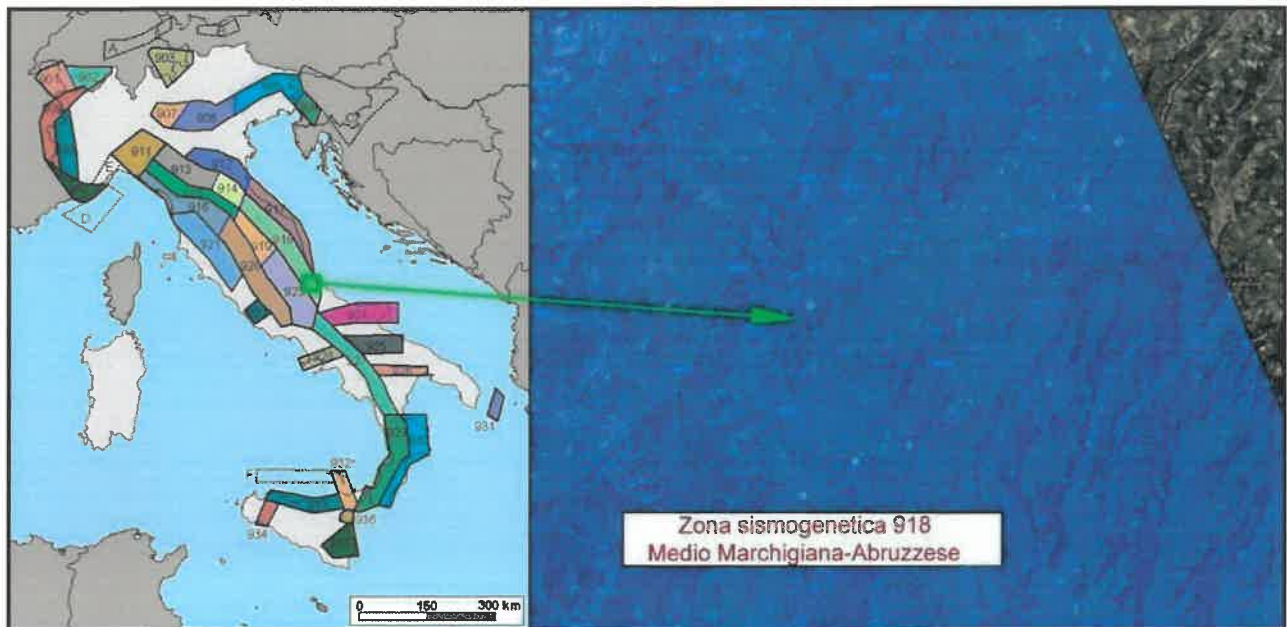


Fig. 6.4: Zonazione sismogenetica ZS9 (GdL, 2004)

Il territorio di Bucchianico è compreso nella Zona 918 Medio-Marchigiana Abruzzese che è caratterizzata da un meccanismo di fagliazione indeterminato e da uno strato sismogenetico efficace di 12-20 km, inteso come l'intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti, ovvero quell'intervallo in cui presumibilmente avverranno i prossimi eventi sismici. La Magnitudo massima attesa nella Zona 918 è Mw 6.37.

L'elaborato conclusivo prodotto dal GdL che trae origine da ZS9 è la **Mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale**, approvata con l'OPCM n.3519 del 28 aprile 2006 "*Criteria generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*", in cui la pericolosità di una certa area è definita da intervalli di accelerazione (a_g) massima al suolo con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni riferita a suolo rigido ($V_s > 800$ m/s). Nella Fig. 6.5 si evidenzia come il territorio di Bucchianico comprende zone con pericolosità sismica di base caratterizzate da intervalli di a_g che vanno da 0.150g a 0.175g.

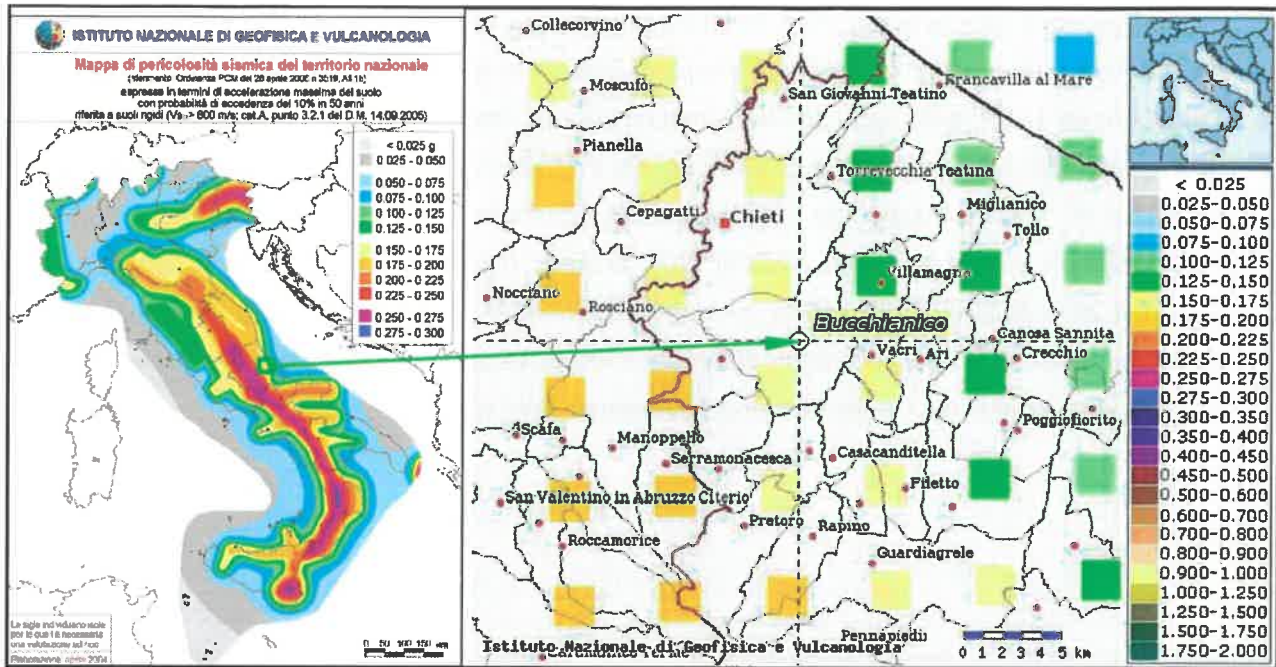


Fig. 6.5: Mappa della pericolosità sismica (GdL, 2006)

Pericolosità sismica di base e sismicità storica

Con l'entrata in vigore dal 1 luglio 2009 delle Norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14/01/2008), successivamente aggiornate con D.M. 17/01/2018, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto, in base alla quale valutare il rispetto dei diversi *stati limite* presi in considerazione, viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica. La Pericolosità sismica di base di un generico sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo (Periodo di riferimento T_r , espresso in anni), nel sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato (Probabilità di eccedenza P_{vr}).

I valori di pericolosità sismica sono espressi in termini di:

- accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (Categoria A), con superficie topografica orizzontale (Categoria T1)
- ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{vr} nel periodo di riferimento T_r .

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{vr} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

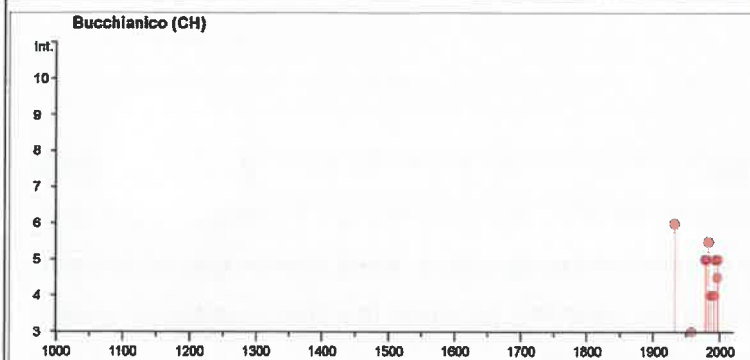
- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T^*c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 14 di 55

Per un generico sito, la stima della pericolosità sismica di base su reticolo di riferimento di 10751 nodi nell'intervallo di riferimento viene fornita dal Dipartimento della Protezione Civile e dal Consiglio Superiore dei LL.PP sulla base dei dati forniti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Di seguito, oltre a fornire le terne di valori a_g , F_0 e T^*c che definiscono la pericolosità sismica di base e gli spettri di risposta elastici per il comune di Bucchianico (Zona sismica 2), si rappresenta il quadro della sismicità storica dall'anno 1000 al 2017 facendo riferimento al Database Macrosismico Italiano, versione 2015 dell'INGV DBMI15 (*a cura di M. Locati et alii, 2016*), che elenca i principali terremoti con intensità massima ≥ 5 nella finestra temporale 1000-2014 in una certa area provenienti da diverse fonti, e agli aggiornamenti del Centro Nazionale Terremoti dell'INGV.

Bucchianico (CH) - lat. 42.304; long. 14.181 ED50 -

Storia sismica dall'anno 1000 al 2004



Eventi registrati: n. 13

Int. max= 6 MCS

Data: 26 settembre 1933

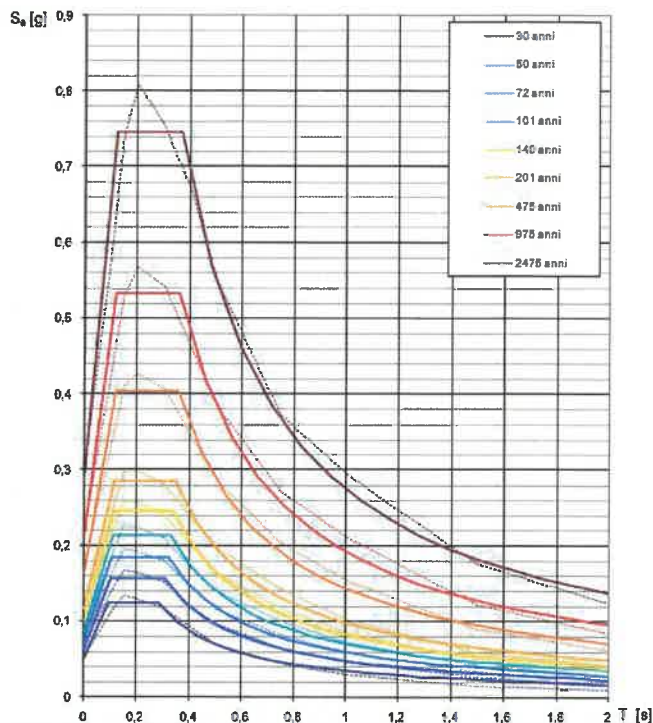
Zona epicentrale: Maiella

Intensità epicentrale $I_0 = 9$

Magnitudo momento $M_w = 5.90$

Parametri a_g , F_0 , T_c^* e spettri di risposta elastici

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



Storia sismica dal 2005 al 2017

Data	M_w	Zona	Prof. (km)	Lat.	Long.
2017-07-01	3.2	Campo di Giove (AQ)	8	41.98	14.07
2016-02-03	3.2	Fagnano Alto (AQ)	9	42.26	13.59

Dati tratti dall'interrogazione del Catalogo terremoti dell'INGV in un intorno di 50 Km e con un intervallo di Magnitudo 3-6

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
30	0,051	2,452	0,281
50	0,064	2,457	0,308
72	0,075	2,461	0,322
101	0,087	2,461	0,329
140	0,100	2,462	0,337
201	0,117	2,458	0,345
475	0,164	2,466	0,355
975	0,214	2,488	0,361
2475	0,295	2,526	0,368

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 16 di 55

7 VINCOLI RIGUARDANTI L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Le norme nazionali e regionali che disciplinano l'uso del suolo nelle aree sottoposte a vincolo idrogeologico fanno riferimento al R.D. 3267/23 e s.m.i. e al Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

7.1 Il Regio Decreto 3267/1923

Il Regio Decreto del 30.12.1923 n. 3267 "*Riordinamento e riforma in materia di boschi e terreni montani*" sottopone a vincolo per scopi idrogeologici i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con le norme di cui agli artt. 7, 8 e 9 (articoli che riguardano dissodamenti, cambiamenti di coltura ed esercizio del pascolo), possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque.

Lo scopo principale del vincolo idrogeologico è quello di preservare l'ambiente fisico e quindi di garantire che tutti gli interventi che vanno ad interagire con il territorio non compromettano la stabilità dello stesso, né inneschino fenomeni erosivi o gravitativi, con possibilità di danno pubblico, specialmente nelle aree collinari e montane. Il vincolo idrogeologico in generale non preclude la possibilità di intervenire sul territorio, ma segue l'integrazione dell'opera con il territorio che deve rimanere integro e fruibile anche dopo l'azione dell'uomo, rispettando allo stesso tempo i valori paesaggistici dell'ambiente.

Gli interventi nelle aree sottoposte al vincolo necessitano del Nulla Osta del competente ufficio regionale che sarà rilasciato sulla base della Relazione geologica che attesti la compatibilità degli interventi con le finalità contenute nel R.D.

Nello stralcio seguente ottenuto con la sovrapposizione dei file vettoriali shp della Carta Tecnica Regionale e del Vincolo Idrogeologico messi a disposizione dalla regione sul sito opendata.regione.abruzzo.it si evince chiaramente come le aree d'intervento siano esterne a quelle sottoposte al vincolo.

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA		Codifica	
	Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 17 di 55

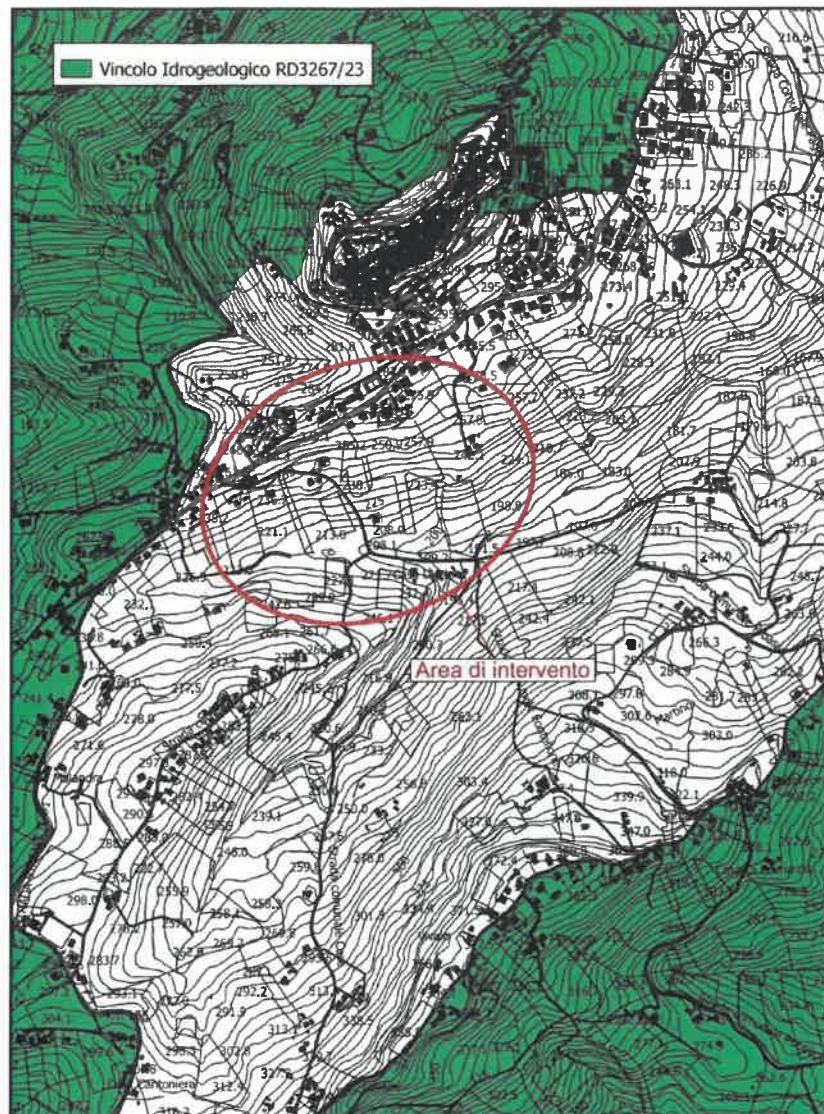


Fig. 7.1: Vincolo Idrogeologico RD 3267/1923, in rosso l'area d'intervento (fonte: opendata.regione.abruzzo.it)

7.2 Il Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico regionale (PAI)

Le aree d'intervento sono comprese nel territorio di competenza dell'Autorità di bacino (di seguito AdB) della Regione Abruzzo confluita, con D.P.C.M. 4 aprile 2018, nell'Autorità di bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale. L'AdB sovrintende al Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dei bacini idrografici di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del fiume Sangro.

Il Piano, istituito in attuazione della L. n.183/1989, L. n. 267/1998 e del D.Lgs. n.152/2006 ed approvati con D.G.R. n. 94/7 del 29 gennaio 2008, riguarda il settore funzionale della pericolosità e del rischio idrogeologico. Esso ha valore di Piano Territoriale di Settore, è sovraordinato e vincolante rispetto agli strumenti di pianificazione locali e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio. Il Piano ha, pertanto, la funzione di eliminare, mitigare e prevenire i maggiori rischi derivanti da fenomeni calamitosi di natura geomorfologica.

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA		Codifica	
	Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 18 di 55

Nel PAI sono rappresentate le aree a pericolosità crescente per frane e fenomeni erosivi e gli orli delle scarpate morfologiche. La disciplina dell'uso del suolo in queste aree è sancita nelle Norme di attuazione.

Nella Carta della pericolosità del PAI si evince che lungo il tratto di fognatura a gravità che va dalla fossa imhoff Pozzo Nuovo alla stazione di sollevamento 1 sono presenti tematismi lineari di colore blu che rappresentano gli orli di scarpate morfologiche; inoltre, un breve tratto della fognatura in pressione ricade in un'area a pericolosità moderata P1, come evidenziato nello stralcio seguente.

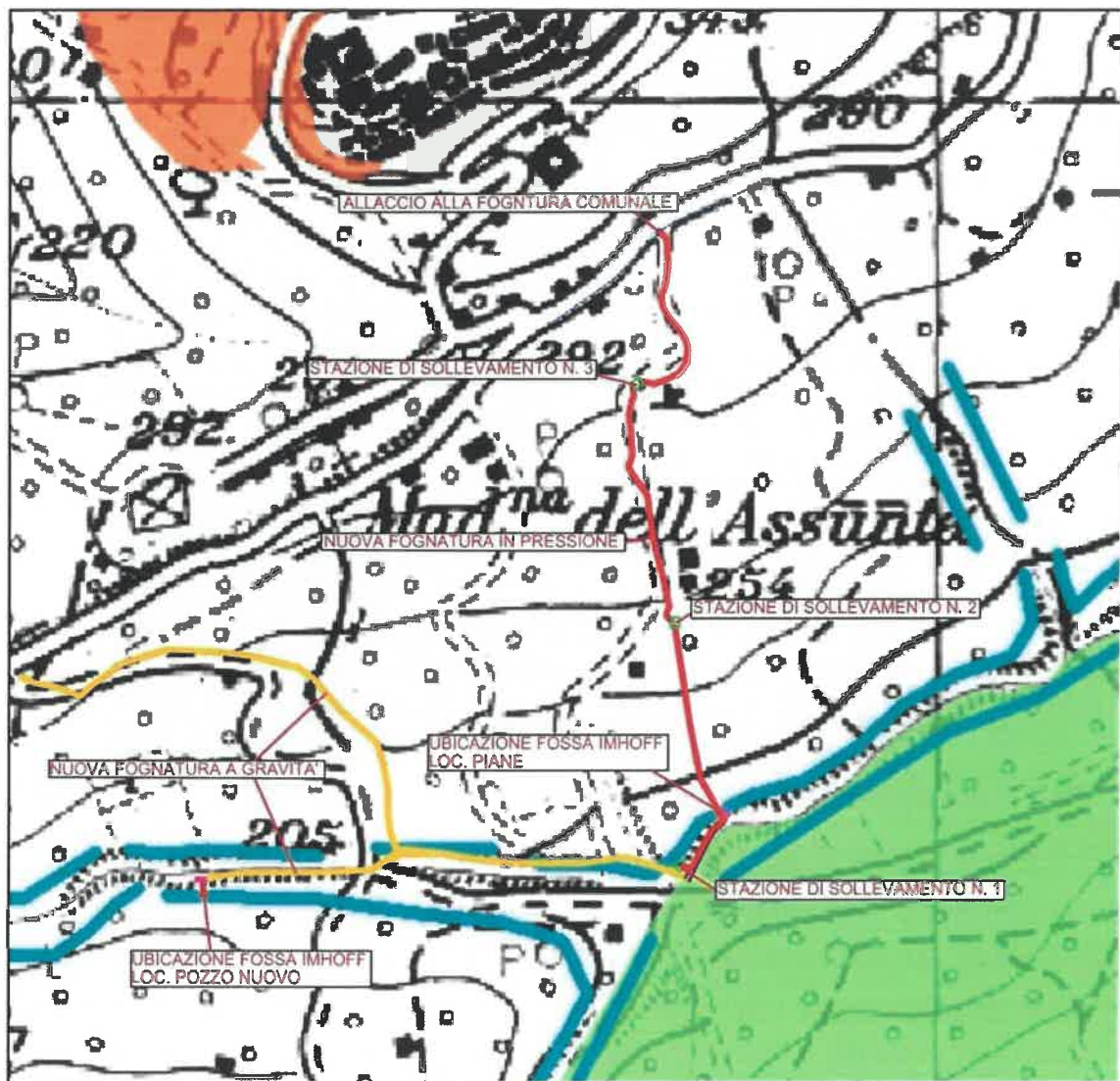


Fig. 7.2 Ubicazione delle opere in progetto nella Carta della pericolosità da frana (fonte: Foglio 361 Ovest – PAI)
 Maggiori dettagli si ottengono con la sovrapposizione dei files georeferenziati di tipo shp e ecw della C.T.R., dell'ortofoto regionale e delle aree pericolose del PAI, come riportato a seguire.

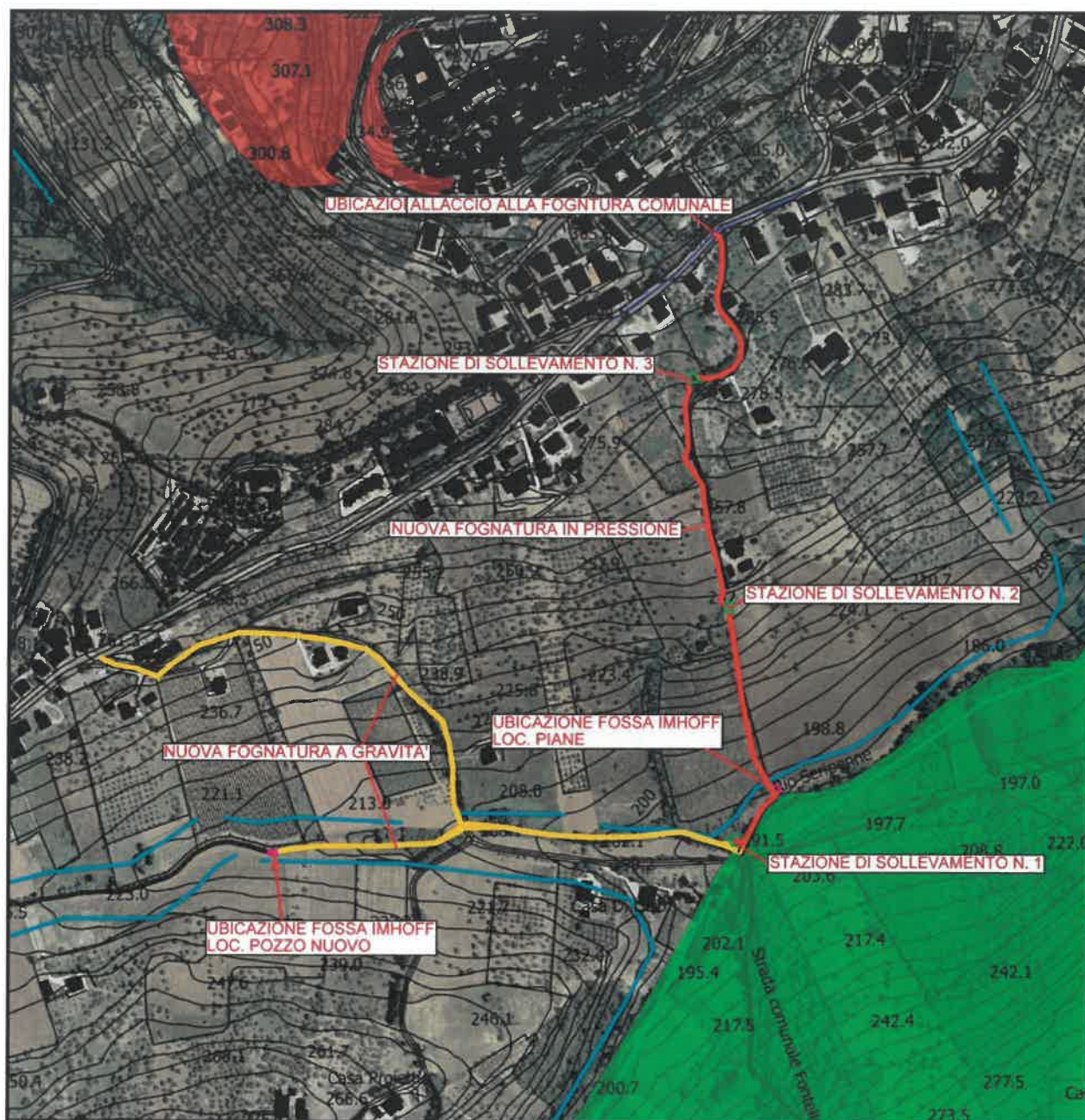


Fig. 7.3 Dettaglio delle opere da realizzare su base cartografica georeferenziata (fonte: opendata regione abruzzo)

Le scarpate morfologiche sono di erosione fluviale allo stato di quiescenza relative al piccolo fosso ivi presente, mentre la pericolosità è determinata da una frana di scorrimento rotazionale inattiva, come mostra il particolare seguente della Carta geomorfologica.

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA		Codifica
	Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico		Rev. 00 del 18/03/2019

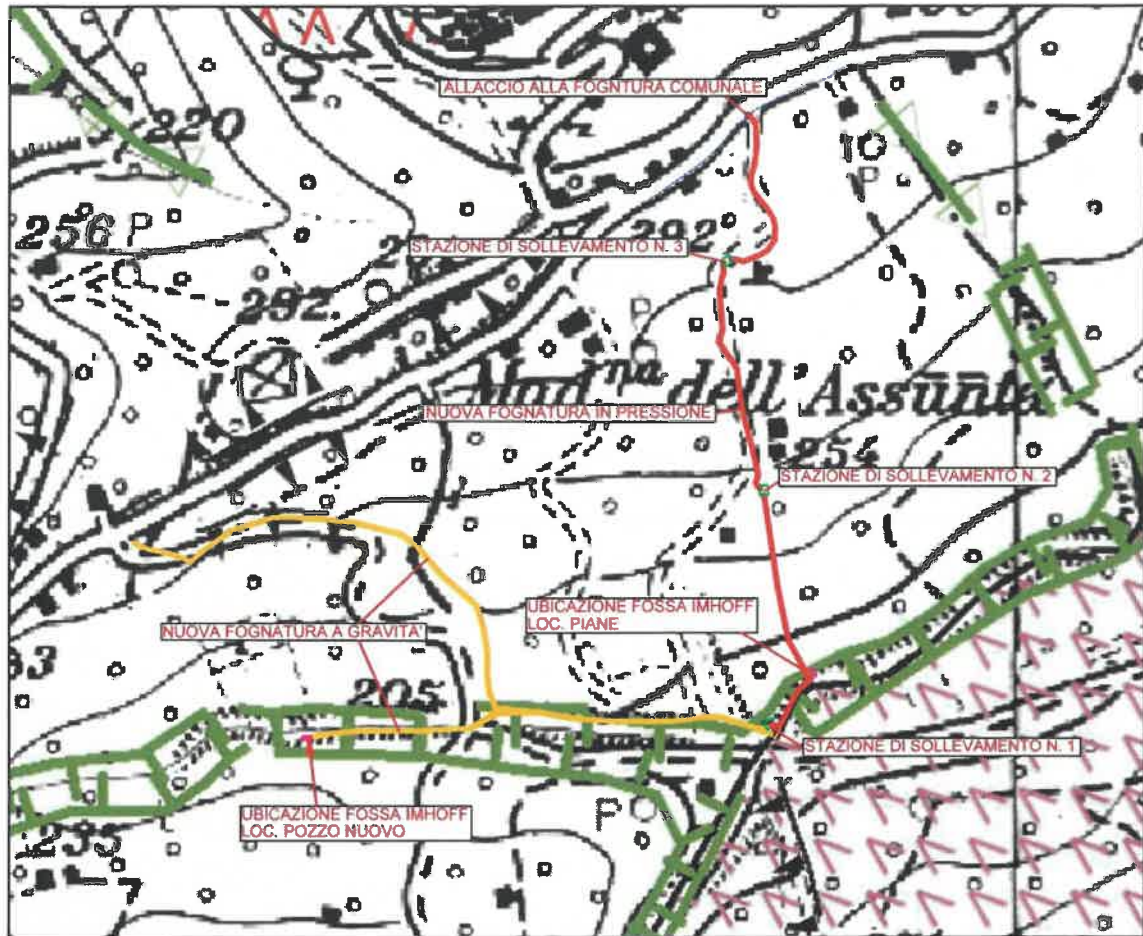


Fig. 7.4 Particolare della Carta geomorfologica (fonte: PAI)

Le Norme specificano nell'art. 20 comma 1 che siano gli Enti Locali a provvedere alla corretta trasposizione nei propri strumenti urbanistici delle scarpate e ad apporre le fasce di rispetto per l'ampiezza stabilita nelle specifiche tecniche allegate alle Norme stesse. Nella successiva circolare esplicativa dell'AdB del 19/05/2015 sono definite le procedure per gli Enti locali per la trasposizione delle scarpate.

Le Norme (cfr. Allegato F, punto 2 delle NTA) stabiliscono anche che **la rottura di pendio per essere definita scarpata deve avere angolo dell'inclinazione del fronte maggiore di 45° e altezza maggiore di 2 m**, detti limiti di inclinazione ed altezza non valgono per le scarpate di frana attive o quiescenti.

Nella fattispecie, da un esame visivo dello stato dei luoghi, le scarpate che costituiscono gli argini del piccolo corso d'acqua che scorre nella zona, lungo il tratto esaminato, hanno un'altezza ridotta, inferiore a 2 m, e pertanto non costituiscono elementi di pericolosità.

La documentazione fotografica seguente testimonia quanto sopra enunciato e mostra il corso d'acqua dalla fossa imhoff Pozzo Nuovo alla stazione di sollevamento 1.



Foto 7.1, 7.2, 7.3, 7.4: Le scarpate di erosione fluviale lungo il tratto che va dalla fossa imhoff Pozzo Nuovo alla stazione di sollevamento 1

Nelle successive fasi di progetto, qualora il rilievo topografico di dettaglio evidenziasse in alcuni tratti il superamento dei requisiti minimi di altezza, la fognatura dovrà essere posta oltre la fascia di rispetto che si estende dal ciglio verso l'interno per un'ampiezza pari al doppio dell'altezza della scarpata stessa (cfr. Allegato F, punto 5).

Per quanto riguarda il tratto della nuova fognatura in pressione compreso nell'area a pericolosità moderata P1, gli interventi sono consentiti ai sensi dell'art. 18 comma 1 delle Norme.

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA		Codifica	
	Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 22 di 55

8 INDAGINI GEOGNOSTICHE E MISURE SISMICHE

Gli interventi in progetto sono di modesta entità e sono compresi in un contesto geologico noto. Pertanto, in corrispondenza di due aree in cui sono previste le stazioni di sollevamento sono state eseguite le indagini minime che hanno consentito di ricostruire la modellazione geologica, geotecnica e sismica del sottosuolo compreso nel *volume significativo*. In particolare, sono state realizzate:

- n.2 prove penetrometriche dinamiche continue con penetrometro medio DPM
- n.1 misura sismica HVSr.

Nella planimetria seguente è riportata l'ubicazione delle indagini.

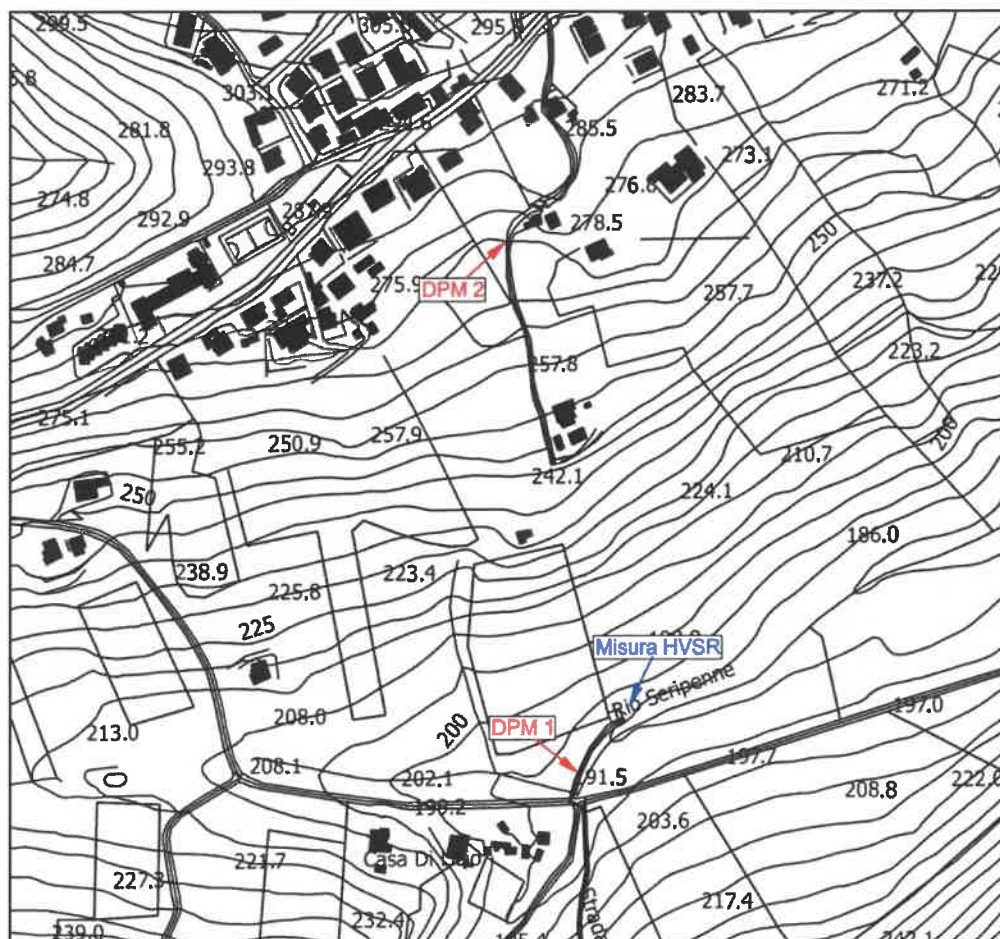


Fig. 8.1: Ubicazione indagini

Di seguito sono descritte le principali caratteristiche tecniche delle metodologie di analisi utilizzate e le modalità operative delle prove.

8.1 Prova penetrometrica dinamica DPM

La prova consiste nel determinare il numero di colpi necessari ad infiggere una punta conica nel terreno per successive profondità costanti, utilizzando metodologie ed attrezzature standardizzate. Infatti, un oggetto conico infisso mediante battute successive incontra durante la penetrazione una resistenza che è funzione inversa della penetrazione per ciascun colpo ed è direttamente proporzionale al numero dei colpi (N) per una data penetrazione. Se il mezzo attraversato è il terreno,

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 23 di 55

questa resistenza dipende dalle caratteristiche fisico-meccaniche nel quale esso si trova allo stato naturale e, pertanto, per terreni incoerenti dipende prevalentemente dallo stato di addensamento dei granuli, mentre, per i terreni coesivi dipende dal contenuto di umidità naturale.

L'attrezzatura usata ha le seguenti caratteristiche tecniche:

- Peso della massa battente M = 30 Kg;
- Altezza di caduta libera H = 0,20 m (costante);
- Peso del sistema di battuta Ms = 0,25 Kg;
- Diametro della punta conica D = 35,60 mm;
- Area base punta conica A = 10 cmq;
- Angolo di apertura della punta α = 60°;
- Peso aste per metro Ma = 2,4 Kg/m.
- Avanzamento della punta δ = 0.10 m

Con questo tipo di prova quindi è possibile ricavare il valore della resistenza dinamica alla punta Rpd che è funzione diretta del numero dei colpi N e che può essere ottenuta dalla *Formula olandese*:

$$Rpd = M^2 H / [A e (M + P)] = M^2 H N / [A \delta (M + P)]$$

La prova dinamica è generalmente utilizzata per definire le caratteristiche di resistenza alla penetrazione nei terreni prevalentemente incoerenti, ma si possono ricavare con correlazioni empiriche anche i principali parametri geotecnici dei sedimenti a prevalente componente coesiva nella consapevolezza che i dati hanno maggiori margini di errore.

In particolare, dal numero di colpi ottenuti N durante l'avanzamento della punta è possibile ricavare l'equivalente valore di N_{spt}:

$$N_{spt} = \beta t N$$

dove βt è il rapporto tra l'energia specifica per colpo nella prova DPM, che dipende dall'attrezzatura utilizzata (standard), con quella riferita alla prova SPT.

Ottenuto il valore di N_{spt}, i parametri geotecnici calcolabili attraverso correlazioni empiriche per sedimenti coesivi sono i seguenti:

Parametro	Correlazione	Autori
Coesione non drenata Cu	$Cu(Kg/cm^2) = 0,067 N_{spt}$ (Argille limo-sabbiose)	Sanglerat
Modulo edometrico Mo	$Mo(Kg/cm^2) = 6 N_{spt}$	Stroud e Butler
Peso di volume γ	$\gamma (t/m^3) = 1.6 + 0.168 \log (cu) + 0.373$	Meyerhof

Nei successivi paragrafi sono riportati i risultati ottenuti nelle due prove.

8.1 Misura sismica passiva HVSR

Per l'individuazione della Categoria di sottosuolo necessaria per definire l'azione sismica locale, come richiesto dalla normativa di settore vigente, è stata eseguita una misura del rumore sismico di fondo

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 24 di 55

elaborata secondo la tecnica HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratios*). La misura del rumore sismico ambientale o della sismicità di fondo consente di analizzare la variazione della risposta sismica di un sito al variare delle condizioni lito-stratigrafiche. Le analisi degli spettri mediante tale tecnica permettono di evidenziare eventuali risonanze sismiche e di stimare le frequenze alle quali il moto del terreno può essere amplificato. Il metodo consente di valutare qualitativamente l'entità dell'amplificazione fornendo l'ampiezza del picco HVSR (A_0) e la frequenza di vibrazione (f_0). La conoscenza dei parametri di picco A_0 e f_0 assume grande importanza nella progettazione in quanto la frequenza di vibrazione della struttura deve discostarsi da quella di sito per evitare fenomeni di risonanza. Inoltre è possibile stimare approssimativamente la *Velocità media delle onde di taglio V_s* tramite un apposito codice di calcolo per la creazione di curve H/V sintetiche purché, per l'affidabilità del risultato, si conosca la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.), riconoscibile nella curva H/V. Il modello, opportunamente applicato, può essere considerato uno stimatore del profilo di V_s , con errori confrontabili con quelli di metodi più tradizionali, per lo meno nei primi 30 m di profondità e consente quindi di definire la Categoria del suolo di fondazione come esplicitamente richiesto dalle Norme.

Nel caso specifico, è stato utilizzato il *tromometro digitale della ditta Micromed S.p.A. modello "Tromino"* i cui risultati sono riportati nei successivi paragrafi e nell'Allegato 1, cui si rimanda.

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 25 di 55

9 RISULTATI DELL'INDAGINE

Le aree d'intervento, comprendenti sia quelle attraversate dalle nuove condotte fognarie a gravità e in pressione sia quelle dove saranno posizionate le tre stazioni di sollevamento, sono ubicate nello stesso contesto geologico e sono riconducibili alla stessa modellazione geologica, geotecnica e sismica. A seguire sono riportati i risultati dello studio.

9.1 Caratteristiche locali delle aree di progetto

9.1.1 Stratigrafia

Il modello geologico, compreso nel volume significativo di terreno, inteso come la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione delle opere in progetto e che influenza le opere stesse (cfr. NTC 2018), può essere ricostruito sulla base dei dati derivanti dalle indagini in sito e dai dati di letteratura. Esso è costituito da due strati:

Strato 1: coltre eluvio-colluviale composta da limi argillosi e limi sabbiosi con intercalazioni sabbioso-limose, a sedimentazione gravitativa e/o da ruscellamento diffuso e/o concentrato, derivante dai processi di alterazione del substrato pelitico sottostante. Lo spessore della coltre varia da zona, ma solitamente è stimato intorno a 10 m. Nelle aree prossime al fondovalle è ipotizzabile che in superficie i sedimenti abbiano subito un'ulteriore rielaborazione da parte del piccolo corso d'acqua ivi presente. Dall'andamento delle prove penetrometriche si nota uno strato meno consistente in superficie dello spessore di ca. 3-4 m, che rappresenta verosimilmente la porzione colluviale del sedimento, e uno strato con maggiore consistenza più in profondità riconducibile alla porzione eluviale.

Strato 2: substrato geologico locale costituito dall'Associazione pelitica di base della formazione di Mutignano FMTa. Si tratta di argille e argille marnose di colore grigio con intercalazioni di sottili livelli sabbiosi e sabbioso-limosi fossiliferi, il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità. Il contenuto fossilifero, frequente soprattutto in corrispondenza degli orizzonti sabbiosi, è rappresentato da bivalvi, piccoli gasteropodi ed echinodermi oltre a nanofossili calcarei e foraminiferi bentonitici che individuano un ambiente di offshore. Le argille, conosciute in letteratura anche come Formazione delle argille grigio-azzurre per il colore tipico che assume il litotipo inalterato, hanno lo spessore di centinaia di metri. Età: Pliocene superiore - Pleistocene inferiore.

A seguire si riporta lo stralcio della Carta Geologico-Tecnica allegata allo Studio di Microzonazione sismica del comune di Bucchianico (v. oltre), a cura di geol. Tiziano Marini (2014), con indicate le opere da realizzare.

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail: armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA		Codifica
	Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico		Rev. 00 del 18/03/2019

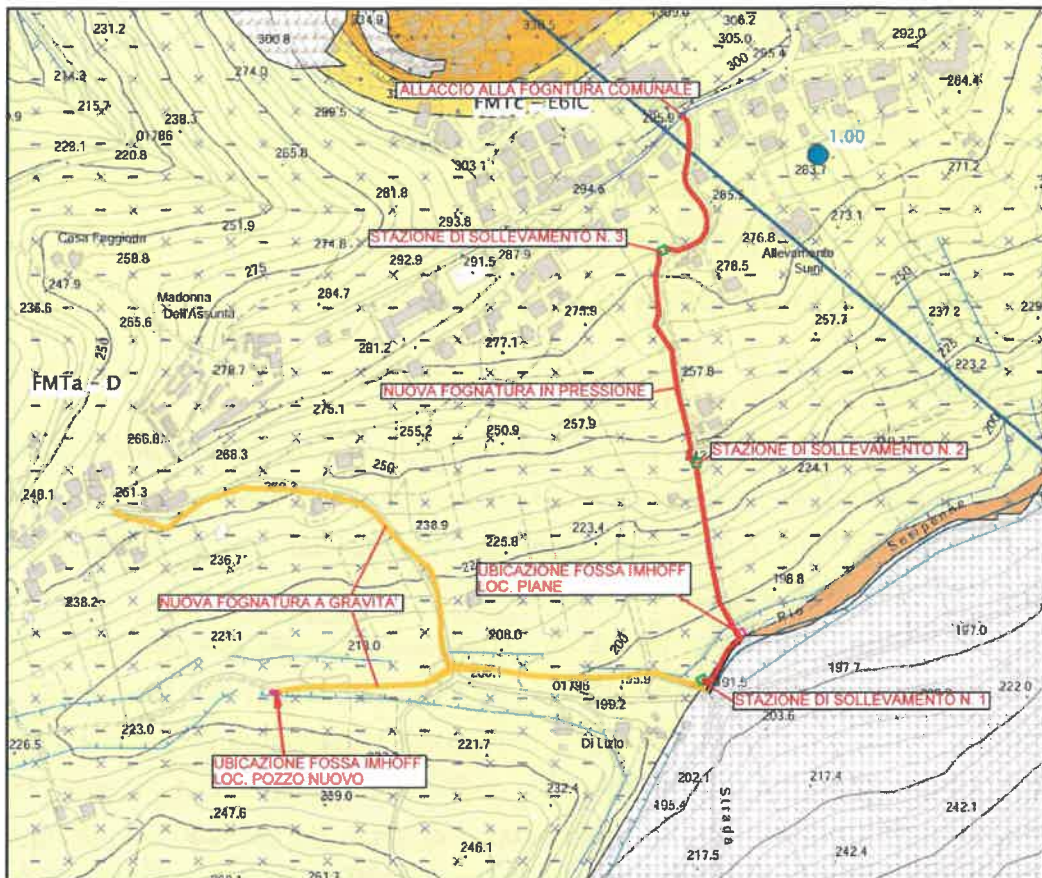


Fig. 9.1: Carta Geologico-Tecnica con ubicazione delle opere da realizzare (fonte: Studio di MS comunale, 2014)

Tutti gli interventi ricadono nella Unità Geologica Marina FMTa rappresentata dai depositi pelitico-sabbiosi definiti da limi argillosi di colore grigio passanti verso l'alto a limi argillosi debolmente sabbiosi di colore avana (Formazione di Mutignano).

Solo un breve tratto della nuova fognatura in pressione è compreso in un corpo di frana inattiva di scorrimento rotazionale/traslazionale.

9.1.2 Caratteristiche geomorfologiche

La conformazione di una certa area è determinata dall'azione dei processi esogeni di modellamento geomorfologico (erosione, trasporto, deposito) e dalla tipologia dei sedimenti sui quali tali processi agiscono.

I sedimenti argillosi danno origine generalmente a rilievi collinari poco acclivi mentre laddove sono presenti litotipi sabbioso-arenacei, molto addensati, poco erodibili, il paesaggio è caratterizzato da aree sub-pianeggianti localizzate in posizione sommitale e confinate da versanti molto acclivi e scarpate sub-verticali.

Le opere da realizzare sono ubicate in parte lungo il fondovalle del rio Seripenne e in parte lungo il versante sinistro dove le pendenze aumentano verso l'alto in corrispondenza dell'affioramento dell'orizzonte arenaceo sommitale di chiusura del ciclo di sedimentazione "regressivo" su cui sorge il centro storico di Bucchianico.

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 27 di 55

Le aree d'intervento sono stabili e non evidenziano andamenti geomorfologici riconducibili a dissesti in atto o potenzialmente attivabili. Le opere da realizzare, essendo di modesta entità, non modificheranno l'attuale assetto idrogeologico e non indurranno apprezzabili variazioni di carico sul pendio.

Fenomeni gravitativi riconducibili a movimenti rotazionali inattivi sono segnalati nel PAI lungo il versante prospiciente e interessano un breve tratto della nuova fognatura in pressione.

9.1.3 Aspetti idrografici e idrogeologici

Dal punto di vista idrografico, le aree d'intervento si sviluppano nel fondovalle e lungo la riva sinistra del rio Seripenne, un piccolo corso d'acqua a carattere stagionale. Più a valle il rio assume la denominazione di torrente Serrepenne e termina il suo percorso a NE di Villamagna dove confluisce nel fiume Foro. Il Foro nasce a Pretoro attraverso due rami che poi si andranno a congiungere in un unico ramo nel territorio di Fara Filiorum Petri. Il suo bacino idrografico comprende un'area totale di 234,23 km², considerando anche i numerosi affluenti, e bagna 10 comuni tutti in provincia di Chieti. L'asta principale del fiume, con uno sviluppo di 38 km, drena inizialmente il complesso delle alluvioni terrazzate che funge da raccordo fra la struttura della Maiella e i depositi argillo-marnosi del Calabriano. Nella parte bassa del bacino attraversa invece depositi pleistocenici permeabili. Dal punto di vista paesaggistico la parte alta del bacino è caratterizzata da versanti ripidi e boscosi tipici della media montagna appenninica, ai quali si succedono le zone collinari digradanti verso il mare. Nella parte bassa del bacino è si trova una pianura alluvionale caratterizzata da una intensa attività agricola. Il Foro ha ridotto nell'ultimo secolo drasticamente la sua portata. Esso sfocia nel territorio di Ortona nell'omonima frazione.

La permeabilità dei sedimenti, ossia la capacità che hanno i terreni di lasciarsi attraversare dall'acqua quando questa è sottoposta ad un carico idraulico, dipende, prevalentemente, dalle caratteristiche granulometriche. Nel caso specifico i litotipi presenti nel sottosuolo delle aree esaminate hanno alti tenori di argilla che li rendono pressoché impermeabili. La nuova condotta fognaria che va dalla fossa imhoff Pozzo Nuovo all'impianto di sollevamento si svilupperà nel fondovalle dell'impluvio verso cui si raccolgono le acque meteoriche provenienti dai versanti collinari. Queste acque non potendo filtrare nel sottosuolo saturano gli strati più superficiali e possono formare accumuli idrici in vasche per lo più artificiali utilizzate a scopo irriguo, come mostra il particolare fotografico seguente.

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 28 di 55



Foto 9.1: Accumulo idrico a scopo irriguo presente nel fondovalle dove saranno posizionate parte delle nuove fognature a gravità

Nella prova penetrometrica eseguita in corrispondenza della stazione di sollevamento 1 sono state rinvenute filtrazioni idriche alla profondità di ca. 2,5 m. Lungo tutto il tracciato della fognatura che va dalla fossa Pozzo Nuovo alla stazione di sollevamento è possibile rinvenire la presenza di acqua negli strati più superficiali il cui livello può subire oscillazioni nel corso dei vari periodi dell'anno.

9.1.4 Caratteristiche geotecniche dei litotipi

I numerosi dati di letteratura e le prove penetrometriche eseguite nell'area di progetto consentono di ricostruire con buona approssimazione la modellazione geotecnica del sottosuolo considerando che le opere idrauliche saranno inserite nello stesso contesto geologico e geotecnico. In particolare, dai dati di letteratura e dai parametri geotecnici nominali ottenuti in sito si ricavano i valori caratteristici (k) da utilizzare nelle verifiche progettuali, secondo quanto richiesto dalla normativa vigente.

Proprietà geotecniche derivanti da dati di letteratura

La coltre eluvio-colluviale sormonta essenzialmente l'orizzonte pelitico inalterato. Questi litotipi sono stati testati in sito ed in laboratorio più del substrato che ricoprono perché la maggior parte degli edifici e delle infrastrutture sono stati fondati proprio su di essi; inoltre, nel caso di movimenti franosi, è proprio la coltre colluviale quella più soggetta a mobilitarsi. Di seguito si distingue la porzione colluviale, intesa come coltre imbibita che ha maggiormente subito l'azione di degradazione e di trasporto da parte degli agenti esogeni, da quella eluviale che, pur evidenziando segni di alterazione, conserva quasi inalterate le proprietà geotecniche del substrato da cui ha origine. La composizione granulometrica della

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail: armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA		Codifica	
	Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 29 di 55

porzione colluviale è simile a quella eluviale: si tratta in entrambi i casi di limi argillosi con percentuali variabili di sabbia. Dall'analisi dei dati di letteratura si ottiene la seguente parametrizzazione geotecnica riportata nella Tab. 9.1.

		Coltre colluviale	Coltre eluviale
Peso di volume naturale	γ	19 ÷ 20 kN/m ³	19 ÷ 20 kN/m ³
Contenuto d'acqua	w	30÷40 %	20÷30 %
Limite Liquido	w _l	30÷40 %	35÷45 %
Indice di plasticità	I _p	20÷30 %	20÷30 %
Angolo d'attrito interno	ϕ'	22°÷24°	25°÷27°
Coesione efficace	c'	5÷10 kPa	5÷15 kPa
Coesione non drenata	C _u	80÷100 kPa	100÷200 kPa
Modulo edometrico	M _o	5÷8 MPa	10÷20 MPa
Coefficiente di permeabilità	k	< 10 ⁻⁶ m/sec	< 10 ⁻⁷ m/sec

Tab. 9.1 Parametri geotecnici della coltre eluvio-colluviale da dati di letteratura

Per le argille di base plio-pleistoceniche si hanno in letteratura numerosi dati scaturiti da studi specifici e dai risultati di numerosi test eseguiti in sito e in laboratorio.

La composizione granulometrica della formazione argillosa varia da quella di un'argilla limosa fino a quella di un limo sabbioso; comunque, il litotipo prevalente è un limo con argilla. I vari termini si alternano fra loro in strati di modesto spessore e spesso contengono sottilissime intercalazioni di sabbia fine, di spessore millimetrico; la stratificazione è sempre regolare.

Il contenuto in CaCO₃ è in genere elevato (dal 20% fino al 40%); esso è attribuibile alla presenza di abbondante microfauna a guscio calcareo, mentre la matrice è povera in carbonati.

Data la composizione chimico-mineralogica (prevalentemente quarzoso-calcareo), il peso specifico dei granuli varia entro limiti ristretti (da 26 a 27 kN/m³). Il contenuto in sostanze organiche è sempre trascurabile. Per quanto riguarda le caratteristiche di plasticità si possono indicare i valori riportati qui di seguito.

Età dei terreni	Limite di liquidità w _L (%)	Indice di plasticità I _p (%)
Terreni pleistocenici	30÷50	10÷25
Terreni pliocenici	40÷60	15÷35

Complessivamente, tali terreni possono essere classificati come "argille di medio-alta plasticità".

Il contenuto d'acqua allo stato naturale w_n è mediamente pari al 15÷20%, prossimo al limite di plasticità o lievemente inferiore (l'indice di consistenza relativa risulta pertanto prossimo o addirittura superiore all'unità). È stata frequentemente osservata una lieve tendenza di w_n a diminuire con l'aumentare della profondità dal piano campagna. Salvo rari casi di campioni estremamente superficiali, il grado di saturazione S_r è sempre prossimo all'unità (0.95÷1.0); conseguentemente, è ragionevole porre l'angolo di resistenza al taglio in condizioni non drenate ϕ_u pari 0° per verifiche a breve termine. Il peso di volume secco γ_d varia da 15 a 18 kN/m³, mentre il peso di volume γ_n naturale varia da 19 a 21 kN/m³. Tutti i depositi plio-pleistocenici mostrano chiaramente di essere stati sovraconsolidati per carico; la letteratura specializzata riporta valori del carico di preconsolidazione σ' di circa 1.000÷1.200 kPa per le

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 30 di 55

argille pleistoceniche e superiori a 2.000 kPa per quelle plioceniche. Al riguardo, però, si fa presente che, per campioni superficiali, sono state osservate pressioni σ' inferiori a 1.000 kPa attribuibili a fenomeni di "softening". Il coefficiente di permeabilità k , determinato indirettamente da prove edometriche su campioni intatti, risulta mediamente pari a $10^{-8} \div 10^{-7}$ cm/s. Tenendo conto dello stato di fessurazione (del resto comune a tutte le argille sovraconsolidate), è ragionevole ammettere che il coefficiente di permeabilità possa essere alquanto superiore.

Concludendo, volendole inserire nello schema di classificazione dei terreni proposto da Morgenstern (1980), le argille plio-pleistoceniche possono essere definite come "terreni naturali a grana fine saturi, dilatanti, strutturati, fessurati".

a) Resistenza in termini di sforzi totali

Dato l'intenso grado di fessurazione proprio delle argille in esame, la resistenza al taglio in condizioni non drenate (a breve termine) dovrebbe essere misurata su provini di grandi dimensioni, con diametro almeno pari a 70 mm; prove condotte su provini aventi dimensioni minori forniscono, infatti, valori molto dispersi. Il diagramma sforzo/deformazione mostra sempre un tipico comportamento di tipo "strain softening", con un marcato picco di resistenza per ridotti valori della deformazione assiale (poche unità per cento) ed una notevole diminuzione dopo il picco. Gli Autori *Esu e Martinetti* hanno verificato che la resistenza non drenata tende ad aumentare con la profondità nello strato superficiale allentato e rammollito (fino a 10÷15 m), rimanendo poi all'incirca costante, con valori della resistenza sempre superiore a 100 kPa; la resistenza non drenata tende inoltre a diminuire, per la medesima ragione, in prossimità dei fronti di scavo. Alla coesione non drenata c_u possono pertanto essere attribuiti i seguenti valori estremi:

$$c_u = 100 \div 300 \text{ kPa}$$

con i valori più bassi relativi ai terreni più superficiali e quelli più elevati relativi al substrato inalterato.

b) Resistenza in termini di sforzi efficaci

Il comportamento dei terreni argillosi, sottoposti a prova in condizioni drenate, è tipico dei terreni sovraconsolidati fessurati: la coesione intercetta c' , per i valori di picco, risulta infatti diversa da zero. In base ai numerosi risultati di prove triassiali e di taglio diretto pubblicati da *Esu e Martinetti* (1965) si possono indicare i parametri di resistenza al taglio in condizioni drenate riportati nella seguente tabella.

Età dei terreni	Angolo di attrito φ' (°)	Coesione c' (kPa)
Terreni pleistocenici	24÷28	50÷60
Terreni pliocenici	28÷34	50÷100

Tab. 9.2: parametri di resistenza drenata nelle argille (fonte: Esu & Martinetti, 1965)

I valori di tutti i parametri sopra riportati sono congruenti con i risultati ottenuti dalle numerose prove di laboratorio eseguite sui terreni in esame, ad eccezione di quelli relativi alla coesione c' , sempre inferiori a quelli indicati nella letteratura specializzata (mediamente $c' \div 15-30$ kPa) e dell'angolo di attrito che non ha mai raggiunto 34°. I valori ricavati dagli Autori sopra citati (in particolare i valori di c') possono in

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail: armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA		Codifica	
	Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 31 di 55

effetti trovare giustificazione solo nella presenza di legami di tipo cementizio e comunque potrebbero essere accettati solo per campioni molto profondi. La Tab. 8.3 riassume quanto sopra detto e riporta i valori dei parametri geotecnici caratteristici del litotipo.

Peso di volume naturale	γ	19 ÷ 21 kN/m ³
Contenuto d'acqua	w	15 ÷ 20 %
Limite Liquido	w _l	30 ÷ 50 %
Indice di plasticità	I _p	10 ÷ 25 %
Angolo d'attrito interno	ϕ'	24° ÷ 28°
Coesione efficace	c'	10 ÷ 30 kPa
Coesione non drenata	c _u	0,15 ÷ 0,3 MPa
Modulo edometrico	M	10 ÷ 25 MPa
Coefficiente di permeabilità	k	< 10 ⁻⁹ m/sec

Tab. 9.3: Parametri geotecnici di letteratura delle argille grigio-azzurre di base

Parametri geotecnici nominali derivanti dalle prove penetrometriche dinamiche DPM

La prova DPM1 è stata eseguita in prossimità della stazione di sollevamento 1, quella più a valle, mentre la prova DPM2 in prossimità dell'impianto 3, quello più a monte. Le foto seguenti evidenziano le postazioni di prova



Foto 9.2, 9.3: Postazioni prova DPM1 (a sx) e prova DPM2 (a dx)

I risultati delle prove sono riportati a seguire ed evidenziano in entrambi i casi un modello geotecnico costituito da un'Unità più superficiale, rappresentata dalla coltre colluviale, più alterata, dello spessore variabile da 2,0 m (DPM2) a 4,0 m (DPM1), e un'Unità sottostante, corrispondente alla porzione eluviale del sedimento, più consistente.

Il substrato inalterato è rinvenibile verosimilmente a profondità maggiori, oltre il volume significativo.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM1 (Stazione di sollevamento 1)

Profondità (m)	n. colpi	NSPT	Mo (MPa)	Cu (MPa)	γ KN/mc	Numero di colpi penetrazione punta			
						0	5	10	15
0,1	1	--	--	--	--	1			
0,2	1	--	--	--	--	1			
0,3	1	--	--	--	--	1			
0,4	1	--	--	--	--	1			
0,5	1	--	--	--	--	1			
0,6	1	--	--	--	--	1			
0,7	1	--	--	--	--	1			
0,8	1	--	--	--	--	1			
0,9	7	5	3.1	0.03	18.16		7		
1,0	8	6	3.6	0.04	18.56			8	
1,1	8	6	3.6	0.04	18.56				8
1,2	8	6	3.6	0.04	18.56				8
1,3	9	7	4.0	0.04	18.87				9
1,4	8	6	3.6	0.04	18.56				8
1,5	9	7	4.0	0.04	18.87				9
1,6	9	7	4.0	0.04	18.87				9
1,7	9	7	4.0	0.04	18.87				9
1,8	9	7	4.0	0.04	18.87				9
1,9	8	6	3.6	0.04	18.56				8
2,0	10	8	4.5	0.05	19.18				10
2,1	8	6	3.6	0.04	18.56				8
2,2	8	6	3.6	0.04	18.56				8
2,3	9	7	4.0	0.04	18.87				9
2,4	10	8	4.5	0.05	19.18				10
2,5	10	8	4.5	0.05	19.18				10
2,6	11	8	4.9	0.05	19.48				11
2,7	9	7	4.0	0.04	18.87				9
2,8	9	7	4.0	0.04	18.87				9
2,9	9	7	4.0	0.04	18.87				9
3,0	8	6	3.6	0.04	18.56				8
3,1	10	8	4.5	0.05	19.18				10
3,2	8	6	3.6	0.04	18.56				8
3,3	7	5	3.1	0.03	18.16		7		
3,4	8	6	3.6	0.04	18.56				8
3,5	9	7	4.0	0.04	18.87				9
3,6	7	5	3.1	0.03	18.16		7		
3,7	8	6	3.6	0.04	18.56				8
3,8	9	7	4.0	0.04	18.87				9
3,9	8	6	3.6	0.04	18.56				8
4,0	9	7	4.0	0.04	18.87				9
4,1	9	7	4.0	0.04	18.87				9
4,2	10	8	4.5	0.05	19.18				10
4,3	12	9	5.4	0.06	19.79				12
4,4	12	9	5.4	0.06	19.79				12
4,5	11	8	4.9	0.05	19.48				11
4,6	11	8	4.9	0.05	19.48				11
4,7	11	8	4.9	0.05	19.48				11
4,8	12	9	5.4	0.06	19.79				12
4,9	13	10	5.8	0.06	19.99				13
5,0	12	9	5.4	0.06	19.79				12
5,1	13	10	5.8	0.06	19.99				13
5,2	15	11	6.7	0.07	20.40				15
5,3	15	11	6.7	0.07	20.40				15
5,4	14	11	6.3	0.07	20.30				14
5,5	16	12	7.2	0.08	20.60				16
5,6	15	11	6.7	0.07	20.40				15
5,7	14	11	6.3	0.07	20.30				14
5,8	14	11	6.3	0.07	20.30				14
5,9	15	11	6.7	0.07	20.40				15
6,0	14	11	6.3	0.07	20.30				14
6,1	14	11	6.3	0.07	20.30				14
6,2	13	10	5.8	0.06	19.99				13
6,3	13	10	5.8	0.06	19.99				13
6,4	13	10	5.8	0.06	19.99				13
6,5	13	10	5.8	0.06	19.99				13
6,6	14	11	6.3	0.07	20.30				14
6,7	15	11	6.7	0.07	20.40				15
6,8	18	14	8.1	0.09	20.91				18
6,9	18	14	8.1	0.09	20.91				18
7,0	18	14	8.1	0.09	20.91				18

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM2 (Stazione di sollevamento 3)

Profondità (m)	n. colpi	N _{SPT}	Mo (MPa)	Cu (MPa)	γ KN/mc	Numero di colpi penetrazione punta				
						0	5	10	15	20
0.1	1	1	--	--	--	1				
0.2	1	1	--	--	--	1				
0.3	1	1	--	--	--	1				
0.4	1	1	--	--	--	1				
0.5	1	1	--	--	--	1				
0.6	1	1	--	--	--	1				
0.7	4	3	1.8	0.02	16.73		4			
0.8	6	5	2.7	0.03	17.65			6		
0.9	7	5	3.1	0.03	18.16				7	
1.0	8	6	3.6	0.04	18.56					8
1.1	7	5	3.1	0.03	18.16	1				
1.2	6	5	2.7	0.03	17.65			6		
1.3	8	6	3.6	0.04	18.56				8	
1.4	8	6	3.6	0.04	18.56					8
1.5	6	5	2.7	0.03	17.65			6		
1.6	7	5	3.1	0.03	18.16				7	
1.7	9	7	4.0	0.04	18.87					9
1.8	9	7	4.0	0.04	18.87					9
1.9	9	7	4.0	0.04	18.87					9
2.0	7	5	3.1	0.03	18.16				7	
2.1	9	7	4.0	0.04	18.87	2				
2.2	8	6	3.6	0.04	18.56				8	
2.3	7	5	3.1	0.03	18.16				7	
2.4	7	5	3.1	0.03	18.16				7	
2.5	8	6	3.6	0.04	18.56				8	
2.6	8	6	3.6	0.04	18.56				8	
2.7	9	7	4.0	0.04	18.87					9
2.8	8	6	3.6	0.04	18.56				8	
2.9	9	7	4.0	0.04	18.87					9
3.0	10	8	4.5	0.05	19.18	3				10
3.1	10	8	4.5	0.05	19.18				10	
3.2	11	8	4.9	0.05	19.48					11
3.3	10	8	4.5	0.05	19.18				10	
3.4	12	9	5.4	0.06	19.79					12
3.5	9	7	4.0	0.04	18.87				9	
3.6	10	8	4.5	0.05	19.18				10	
3.7	11	8	4.9	0.05	19.48					11
3.8	13	10	5.8	0.06	19.99					13
3.9	11	8	4.9	0.05	19.48					11
4.0	10	8	4.5	0.05	19.18	4				
4.1	12	9	5.4	0.06	19.79					12
4.2	14	11	6.3	0.07	20.30					14
4.3	11	8	4.9	0.05	19.48				11	
4.4	12	9	5.4	0.06	19.79					12
4.5	14	11	6.3	0.07	20.30					14
4.6	11	8	4.9	0.05	19.48				11	
4.7	11	8	4.9	0.05	19.48				11	
4.8	12	9	5.4	0.06	19.79					12
4.9	13	10	5.8	0.06	19.99					13
5.0	14	11	6.3	0.07	20.30					14
5.1	14	11	6.3	0.07	20.30	5				
5.2	13	10	5.8	0.06	19.99					13
5.3	13	10	5.8	0.06	19.99					13
5.4	14	11	6.3	0.07	20.30					14
5.5	16	12	7.2	0.08	20.60					16
5.6	15	11	6.7	0.07	20.40					15
5.7	15	11	6.7	0.07	20.40					15
5.8	16	12	7.2	0.08	20.60					16
5.9	16	12	7.2	0.08	20.60					16
6.0	15	11	6.7	0.07	20.40					15
6.1	14	11	6.3	0.07	20.30	6				
6.2	17	13	7.6	0.08	20.81					17
6.3	15	11	6.7	0.07	20.40					15
6.4	14	11	6.3	0.07	20.30					14
6.5	18	14	8.1	0.09	20.91					18
6.6	20	15	8.9	0.10	21.11					20

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 34 di 55

9.1.5 Parametri geotecnici caratteristici

Ai fini delle verifiche di progetto, si forniscono di seguito i valori caratteristici (k) delle due Unità geotecniche significative di tutta l'area d'intervento.

Secondo la definizione dell'EC7, il valore caratteristico di un parametro del terreno è una stima cautelativa del valore che influenza l'insorgere dello stato limite. Esso può essere calcolato applicando metodi statistici in cui il valore caratteristico è ricavato in maniera tale che la probabilità calcolata di valori più sfavorevoli, che determinano la manifestazione dello stato limite, non sia maggiore del 5%.

Nella trattazione seguente, pertanto, la stima dei parametri caratteristici è eseguita secondo un approccio probabilistico. I valori caratteristici rappresentano la soglia al di sotto della quale si colloca non più del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove. I parametri geotecnici sono trattati come variabili casuali e l'insieme dei valori assunti dai parametri come una popolazione statistica. Si assume che tutte le grandezze indagate varino in modo casuale all'interno del volume di terreno significativo che risente degli interventi in progetto. La derivazione del valore caratteristico deve essere tale che la probabilità calcolata del valore più sfavorevole che governa l'insorgere dello stato limite in considerazione non sia maggiore del 5%. Il valore caratteristico può essere scelto in riferimento al volume di terreno coinvolto (presenza o meno di compensazione "spaziale") e/o alla rigidità della struttura a contatto con il terreno (presenza o meno di compensazione "strutturale").

Nel caso di fondazioni superficiali collegate (platee o travi) o in riferimento alla portata laterale di pali di fondazione, in cui sono coinvolti grandi volumi di terreno che inducono variazioni tensionali all'interno di una porzione sufficientemente elevata di sottosuolo, si avranno delle Resistenze compensate, ossia le zone di terreno a resistenza minima e massima sono sollecitate contemporaneamente e quello che emerge è un comportamento meccanico intermedio fra i due estremi. In presenza di compensazione i valori caratteristici saranno ubicati in prossimità dei valori medi ($X_k(\text{comp})$) (5° percentile della media, ossia valore medio con grado di attendibilità del 95%).

Nel caso di fondazioni superficiali non collegate (plinti) o in riferimento alla portata di punta di pali di fondazione, in cui sono coinvolti modesti volumi di terreno che inducono sollecitazioni su piccole porzioni di sottosuolo in cui prevalgono le resistenze locali, si avranno delle Resistenze non compensate ed i valori caratteristici saranno prossimi ai valori minimi ($X_k(\text{no-comp})$) (5° frattile o 5° percentile della popolazione).

Nella figura seguente è illustrato il significato statistico di valore caratteristico.

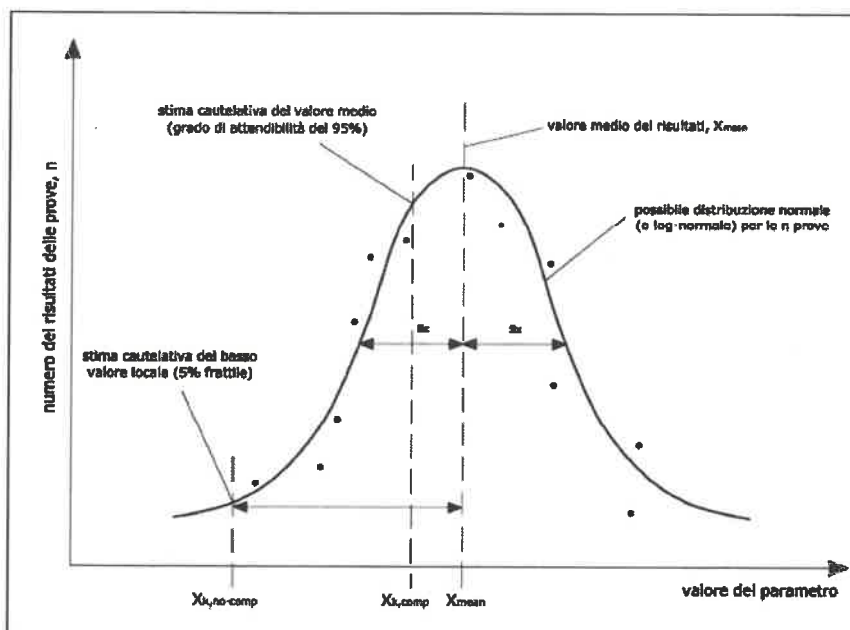


Fig. 9.2: Stima cautelativa del valore medio X_k , comp e del basso valore locale X_k , no-comp sulla base dei valori medi X_{mean} e della deviazione standard s_x di una serie di n risultati

Nel caso specifico, il numero dei valori ottenuti complessivamente nelle prove DPM1 e DPM2 riguardanti la Coesione non drenata c_u , il Modulo edometrico M_o e il Peso di volume γ delle due Unità Geotecniche consentono di applicare il metodo statistico classico (distribuzione normale) caratterizzato da media e deviazione standard:

$$X_k = X_m \pm t_{n-1}^{0,95} \left(\frac{s}{\sqrt{n-1}} \right)$$

dove:

X_k = valore caratteristico

X_m = valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzando uguale al valore medio del campione

t = valore della distribuzione di Studenti a $n-1$ gradi di libertà con probabilità $u = 95\%$

s = deviazione standard del campione

n = numero di dati.

I risultati sono i seguenti:

Unità Geotecnica 1: coltre colluviale (spessore medio 3,0 m)

	Coesione non drenata c_u [MPa]	Modulo edometrico M_o [MPa]	Peso di volume [KN/mc]
Tipo di elaborazione	Distribuzione standard	Distribuzione standard	Distribuzione standard
Valore considerato	5° percentile media	5° percentile media	5° percentile media
Valore caratteristico	0,04	3,56	18,49
Minimo	0,02	1,80	16,73
Massimo	0,05	4,90	19,48
Valore medio	0,04	3,68	18,59
Varianza	0,00	0,29	0,21
Deviazione standard	0,00	0,07	0,06

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail: armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA		Codifica	
	Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 36 di 55

Deviazione standard della media	0,00	0,07	0,06
C.O.V.	0,16	0,15	0,02

Unità Geotecnica 2: coltre eluviale (spessore medio 3,0 m)

	Coesione non drenata c_u [MPa]	Modulo edometrico M_o [MPa]	Peso di volume [KN/mc]
Tipo di elaborazione	Distribuzione standard	Distribuzione standard	Distribuzione standard
Valore considerato	5° percentile media	5° percentile media	5° percentile media
Valore caratteristico	0,06	5,81	19,95
Minimo	0,04	4,00	18,87
Massimo	0,10	8,90	21,11
Valore medio	0,06	6,03	20,06
Varianza	0,00	1,08	0,26
Deviazione standard	0,00	0,13	0,06
Deviazione standard della media	0,00	0,13	0,06
C.O.V.	0,19	0,17	0,03

Per quanto riguarda i parametri caratteristici della coesione efficace c' e dell'angolo di attrito ϕ' delle due Unità si farà riferimento ai valori medi tra quelli riportati nella Tab. 9.1.

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA		Codifica	
	Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 37 di 55

9.2 Sintesi della modellazione geologica e geotecnica

Nella tabella seguente si riassume la modellazione geologica e geotecnica compresa nel volume significativo emersa dalle indagini rappresentativa di tutta l'area di intervento. A differenza del modello geologico monostrato, quello geotecnico è costituito da due Unità corrispondenti alle porzioni colluviale ed eluviale dei sedimenti che ricoprono il substrato pelitico inalterato. Le argille di base non sono parametrizzate in quanto rinvenibili oltre il volume di terreno significativo.

MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA					
Modello geologico			Modello geotecnico		
Strato	Spessore medio (m)	Descrizione	Unità geotecnica	Spessore medio (m)	Parametri geotecnici caratteristici k
--	0,7 m	Terreno di copertura vegetale	--	0,7 m	Il terreno vegetale non assume significato dal punto di vista geologico e geotecnico e sarà rimosso
1	6,0 m	Coltre eluvio-colluviale costituita da limi argillosi e limi sabbiosi con intercalazioni sabbioso-limose, moderatamente consistente. Nelle aree prossime al fondovalle è ipotizzabile che in superficie i sedimenti abbiano subito un'ulteriore rielaborazione da parte del piccolo corso d'acqua ivi presente.	1	3 m	Peso di volume γ = 18,5 KN/mc Angolo di attrito ϕ' = 23° Coesione efficace c' = 7 kPa Coesione non drenata c_u = 40 kPa Modulo edometrico M_o = 3,56 MPa
			2	3 m	Peso di volume γ = 19,9 KN/mc Angolo di attrito ϕ' = 26° Coesione efficace c' = 10 kPa Coesione non drenata c_u = 60 kPa Modulo edometrico M_o = 5,81 MPa

Analizzando quanto sopra espresso numericamente, si evince che la coltre eluvio-colluviale ha moderate proprietà geotecniche di resistenza al taglio e compressibilità, certamente compatibili con i modesti interventi da realizzare. La composizione granulometrica è prevalentemente coesiva, conseguentemente il decorso tensionale per carichi indotti avverrà in termini di tensioni efficaci nel lungo periodo ed in termini di resistenza non drenata ($C_u \neq 0$; $\phi' = 0$) a breve termine.

Lungo il tracciato della nuova fognatura che va dalla fossa imhoff Pozzo Nuovo alla stazione di sollevamento 1 e che costeggia il piccolo corso d'acqua ivi presente è possibile rinvenire la falda idrica in superficie il cui livello potrà subire oscillazioni nel corso dei vari periodi dell'anno.

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA		Codifica	
	Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 38 di 55

9.3 Analisi della Risposta Sismica Locale

L'azione sismica tiene conto delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite dal segnale sismico trasmettendosi dal substrato rigido alla superficie e prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche e dalla morfologia del sito. Per questo motivo la Regione Abruzzo, in attuazione della Legge 24 Giugno 2009 n. 77, ha intrapreso un programma pluriennale di attività di prevenzione del rischio sismico. Tra le attività promosse e finanziate rientrano gli Studi di microzonazione sismica di Livello 1 (di seguito MS) da effettuare sul territorio regionale. Lo Studio ha come obiettivo la prevenzione, la mitigazione e la riduzione del rischio sismico, ed ha lo scopo di individuare le *Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)* nelle quali il segnale sismico trasmesso in superficie può presentare fenomeni di amplificazione rispetto allo scuotimento registrabile su suolo rigido e pianeggiante. Tali amplificazioni possono essere prodotte dalla presenza di particolari successioni stratigrafiche, morfologiche e geomorfologiche. Lo Studio di MS del comune di Bucchianico (a cura di geol. Tiziano Marini) è stato validato dal Tavolo Tecnico regionale nel novembre 2014.

Nella Figura 9.3 è riportato uno stralcio della Carta delle MOPS in cui sono riportate le *Zone stabili suscettibili di amplificazione* per effetti locali di tipo litologico e quelle instabili.

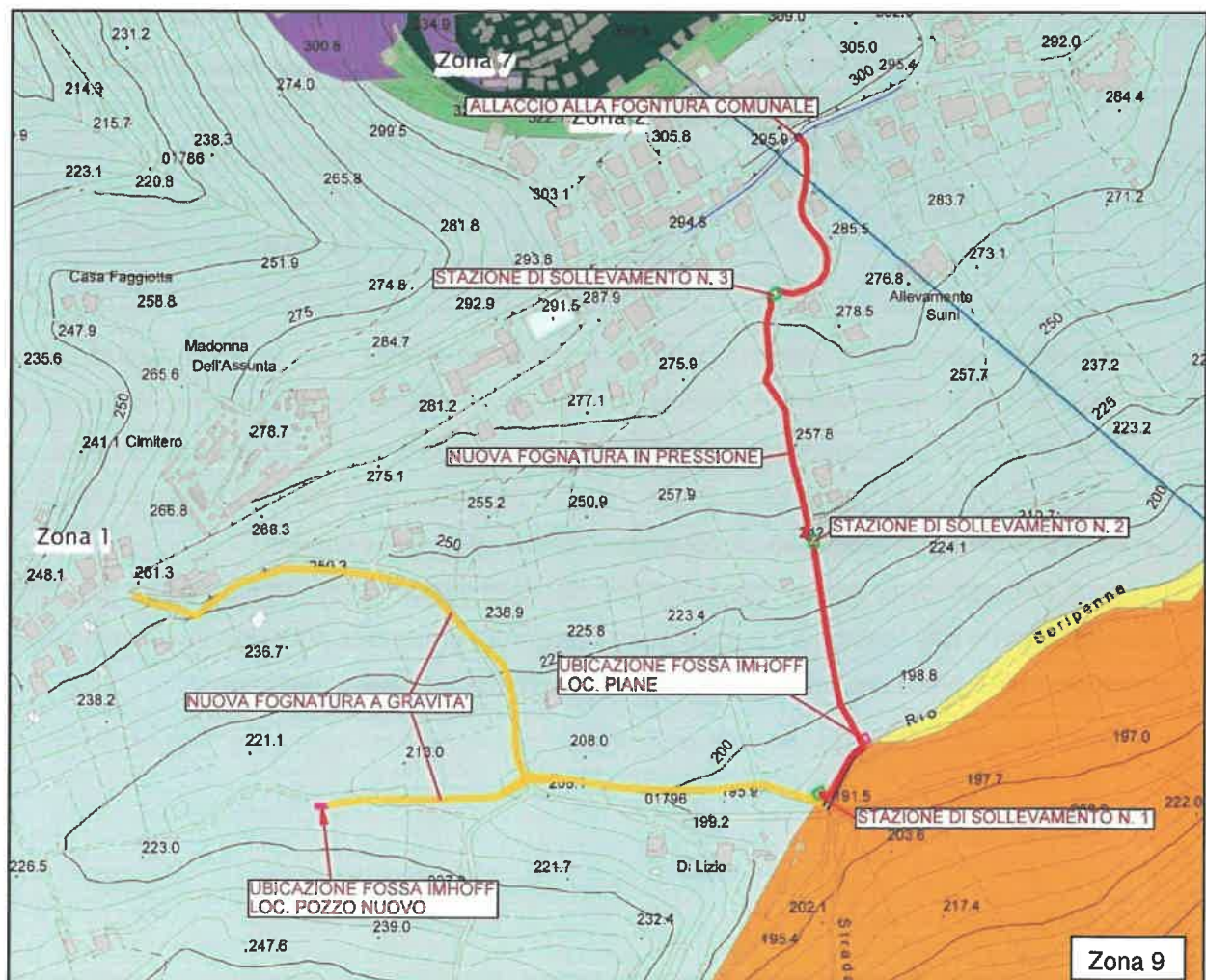


Fig. 9.3: Carta delle MOPS (fonte: Studio MS comune di Bucchianico, 2014)

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 39 di 55

Le tre stazioni di sollevamento e le nuove condotte fognarie a gravità e in pressione ricadranno nella Zona 1 caratterizzata da terreni di copertura con spessore < 3 m su substrato pelitico con $V_s < 800$ m/s. Fa eccezione un breve tratto di condotta in pressione, che va dalla stazione di sollevamento 1 alla fossa imhoff Piane, compreso invece nella Zona 9 di attenzione per instabilità di versante inattiva.

Trattandosi di Zone suscettibili di amplificazione per effetti stratigrafici, per definire l'azione sismica di progetto si valuta l'effetto della RSL mediante specifiche analisi (cfr. § C7.11.3.1 della Circ. feb. 2009). In assenza di tali analisi, le norme prevedono che si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di Categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II NTC18) e sulle Condizioni topografiche (Tab. 3.2.III NTC18).

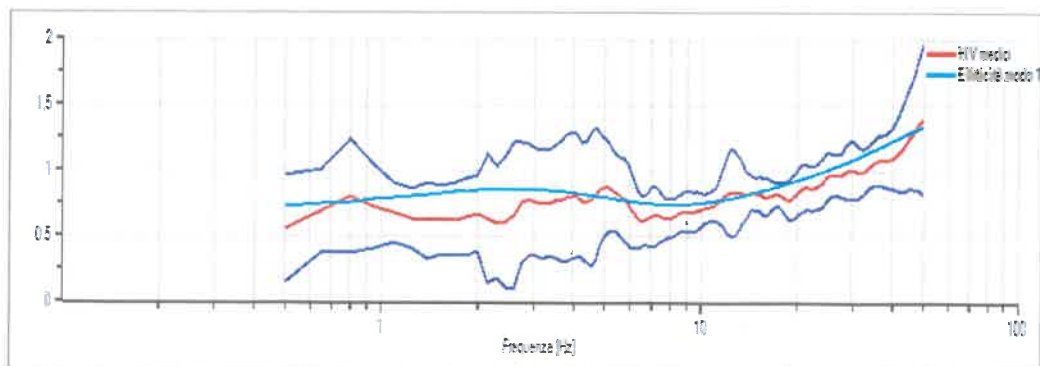
A tale scopo è stata eseguita una *prova a stazione singola di microtemori*, elaborata secondo la tecnica HVSR. La descrizione degli aspetti teorici del metodo e le specifiche tecniche sono state illustrate nel parag. 8.1. La misura è stata eseguita in prossimità della fossa imhoff Piane, come mostra la documentazione fotografica seguente che evidenzia anche la strumentazione utilizzata (*tromometro digitale della ditta Micromed S.p.A. modello "Tromino"*).



Foto 9.4, 9.5: Misura sismica HVSR

I risultati sintetici ottenuti sono i seguenti:

Grafico rapporto spettrale H/V



Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail: armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 40 di 55

La curva spettrale rossa rappresenta l'andamento sismico registrato in campagna mentre quella blu è la curva sintetica generata dal codice di calcolo.

Il modello d'inversione proposto è il seguente

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/mc]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	0,5	17	0,35	125
2	0,5	10	18	0,3	285
3	10,5	10	18	0,3	350
4	20,5	20	18	0,3	400

Applicando l'espressione per il calcolo della Velocità equivalente $V_{s,eq}$ seguente:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{si}}}$$

dove:

h_i = spessore (in metri) dello strato i-esimo

V_{si} = velocità (in m/s) dello strato i-esimo

N = numero strati

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s

Il valore della velocità equivalente delle onde di taglio registrato è pari a **$V_s = 328$ m/s**.

Sulla base dei valori di velocità ottenuti, la **Categoria di sottosuolo è la C**, così come definita nelle NTC18, ossia:

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

La curva H/V inoltre non evidenzia picchi di amplificazione del segnale sismico in tutto l'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico (1÷10 Hz) in quanto il rapporto H/V è minore di 2.

Si rimanda all'Allegato 1 per la visione dettagliata dei risultati ottenuti.

Per quanto riguarda l'incidenza della condizione topografica sulla RSL, le norme prevedono che per configurazioni superficiali semplici, come nel caso in esame, si possono adottare le categorie topografiche indicate nella Tab. 3.2.III delle NTC18. Nella fattispecie, nel tratto di fognatura a gravità che si svilupperà lungo il fosso l'area è pressoché pianeggiante, le altre condotte a gravità e in pressione si svilupperanno su pendii con inclinazione media inferiore a ca. 14°. Pertanto, le aree d'intervento rientrano nella **Categoria topografica T1: superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione $i \leq 15^\circ$** .

I parametri strutturali che influenzano l'azione sismica di progetto per ogni Stato limite andranno considerati nel caso di una costruzione ordinaria di **Classe d'uso II**, con **Vita nominale dell'opera V_N 50**, con **Coefficiente d'uso 1** e con **Tempi di ritorno (T_r) di 30, 50, 475 e 975 anni** con probabilità di superamento del 81%, 63%, 10% e 5%. Sulla base dei dati sopra indicati, i parametri significativi ai vari SL (Tabella 9.4) e gli Spettri di Normativa (componenti orizzontali e verticali) per lo Stato limite SLV

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA		Codifica	
	Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 41 di 55

(Figura 9.4) riferiti alla fossa imhoff Piane (lat. 42.298535; long. 14.184825 ED50) sono di seguito riportati:

	SLO	SLD	SLV	SLC
Tr [anni]	30	50	475	975
ag [g]	0,051	0,064	0,164	0,214
Fo	2,452	2,458	2,467	2,489
Tc* [s]	0,281	0,308	0,355	0,361
Ss	1,500	1,500	1,457	1,380
St	1,000	1,000	1,000	1,000
S	1,500	1,500	1,457	1,380
Cc	1,596	1,549	1,478	1,470
TB [s]	0,150	0,159	0,175	0,177
TC [s]	0,449	0,477	0,524	0,530
TD [s]	1,808	1,855	2,256	2,456
Se(0) [g]	0,077	0,096	0,239	0,295
Se(TB) [g]	0,188	0,235	0,589	0,735

Tab. 9.4: Parametri significati degli Spettri di Normativa per i vari SL

dove, oltre alle già note grandezze a_g , F_0 e T^*_C , si ha:

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica

S_t = coefficiente di amplificazione topografica

$S = S_s \times S_t$

C_c = coefficiente funzione della Categoria di sottosuolo

TB, TC, TD = grandezze che corrispondono ai vari periodi che definiscono lo spettro di risposta elastico

$Se(0) = a_g \times S$ al tempo $T(0)$

$Se(TB) = a_g$ al tempo (TB)

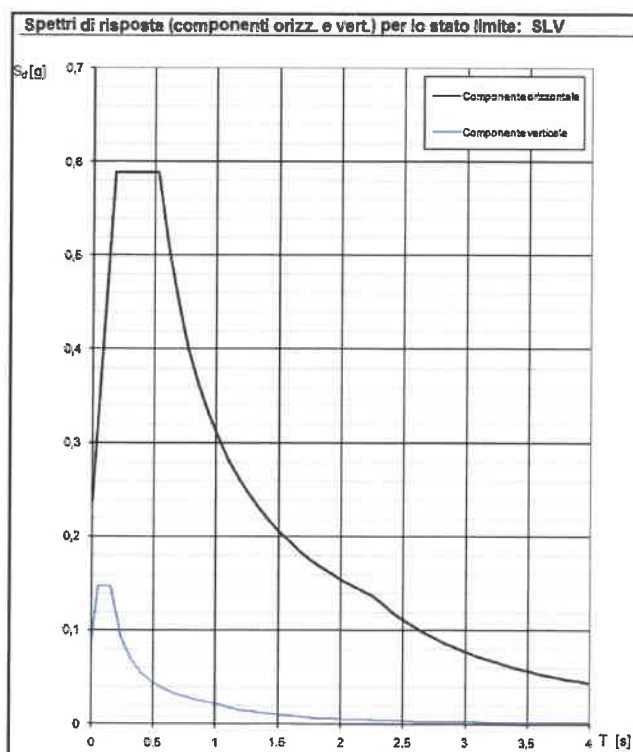


Fig. 9.4: Spettri di Normativa allo SLV

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA		Codifica	
	Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 42 di 55

Infine, i **Coefficienti sismici ai vari SL** sono indicati nella tabella seguente:

	SLO	SLD	SLV	SLC
Kh	0,014	0,017	0,057	0,091
Kv	0.007	0.009	0.028	0.045
Amax (m/s ²)	0,743	0,926	2,321	2,863
Beta	0,180	0,180	0,240	0,310

Tab. 9.5: Coefficienti sismici

Trattandosi comunque di opere interrato non vi saranno particolari criticità in caso di forti terremoti.

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 43 di 55

9.4 Stabilità nei confronti della liquefazione

In accordo con quanto stabilito dalle norme (§ 7.11.3.4 delle NTC), è stata verificata la stabilità dei terreni presenti nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate (terremoti).

Le norme prevedono che la verifica 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 $(N)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N)_{60}$ è il valore alla resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (CPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa
4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle norme nelle Figure 7.11.1a/b delle NTC, cui si rimanda.

Nel caso specifico, i sedimenti presenti lungo i tracciati delle nuove fognature sono prevalentemente argilloso-limosi e pertanto si esclude per il punto 4 la possibilità che possano verificarsi fenomeni di liquefazione in caso di forti terremoti.

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 44 di 55

10 ANALISI DEGLI SCENARI DI PERICOLOSITA'

Nella tabella seguente sono riepilogati gli scenari di pericolosità presenti nelle aree d'intervento.

Pericolosità idrogeologica		Note
pericolosità da frana	presente in parte	Un breve tratto della condotta in pressione ricade in una frana di scorrimento rotazionale inattiva che determina un grado di pericolosità moderata P1. Gli interventi sono consentiti dalle norme in queste aree.
Pericolosità per scarpate	assente	Le scarpate di erosione fluviale indicate nel PAI lungo il piccolo fosso che scorre nella zona non soddisfano i requisiti minimi di altezza indicati nelle norme per determinare una condizione di pericolo
pericolosità da esondazione	assente	
pericolosità da erosione	assente	
pericolosità per crollo massi	assente	
Pericolosità per cavità	assente	
Pericolosità sismica		
<u>vicinanza a faglie attive</u>	assente	
<u>fenomeni d'instabilità</u>		
- pendii	assente	
- frane e scarpate	assente	
- versanti rocciosi	assente	
- liquefazione	assente	
<u>fenomeni di amplificazione</u>		
- effetti di bordo (versante)	assente	
- effetti topografici	assente	St=1 (da normativa)
- effetti stratigrafici	presente	Ss = 1,457 per lo SLV (da normativa)

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 45 di 55

11 RIEPILOGO RISULTATI E CONCLUSIONI

Si riepilogano di seguito i risultati delle indagini e degli studi geologici realizzati lungo il percorso delle nuove fognature e nei siti dove saranno installate le tre stazioni di sollevamento, come si evince dalle ipotesi del progetto preliminare redatto dall'ing. Roberto Raciti. Gli studi condotti hanno accertato che tutte le aree hanno caratteristiche geologiche e geotecniche analoghe e sono riconducibili ad un modello geologico e geotecnico sintetizzato nello schema seguente:

MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA					
Modello geologico			Modello geotecnico		
Strato	Spessore medio (m)	Descrizione	Unità geotecnica	Spessore medio (m)	Parametri geotecnici caratteristici k
--	0,7 m	Terreno di copertura vegetale	--	0,7 m	Il terreno vegetale non assume significato dal punto di vista geologico e geotecnico e sarà rimosso
1	6,0 m	Coltre eluvio-colluviale costituita da limi argillosi e limi sabbiosi con intercalazioni sabbioso-limose, moderatamente consistente. Nelle aree prossime al fondovalle è ipotizzabile che in superficie i sedimenti abbiano subito un'ulteriore rielaborazione da parte del piccolo corso d'acqua ivi presente.	1	3 m	Peso di volume γ = 18,5 KN/mc Angolo di attrito ϕ' = 23° Coesione efficace c' = 7 kPa Coesione non drenata c_u = 40 kPa Modulo edometrico M_o = 3,56 MPa
			2	3 m	Peso di volume γ = 19,9 KN/mc Angolo di attrito ϕ' = 26° Coesione efficace c' = 10 kPa Coesione non drenata c_u = 60 kPa Modulo edometrico M_o = 5,81 MPa

Analizzando quanto sopra espresso numericamente, si evince che la coltre eluvio-colluviale ha moderate proprietà geotecniche di resistenza al taglio e compressibilità, certamente compatibili con i modesti interventi da realizzare. La composizione granulometrica è prevalentemente coesiva, conseguentemente il decorso tensionale per carichi indotti avverrà in termini di tensioni efficaci nel lungo periodo ed in termini di resistenza non drenata ($C_u \neq 0$; $\phi' = 0$) a breve termine.

Lungo il tracciato della nuova fognatura che va dalla fossa imhoff Pozzo Nuovo alla stazione di sollevamento 1 e che costeggia il piccolo corso d'acqua ivi presente è possibile rinvenire la falda idrica in superficie il cui livello potrà subire oscillazioni nel corso dei vari periodi dell'anno.

- Gli interventi di dismissione da realizzare sono interrati e pertanto assumono poco significato nei confronti della pericolosità sismica. Ciò premesso, l'azione sismica di progetto è stata definita con l'approccio semplificato della RSL previsto dalla normativa nel caso di sottosuolo di *Categoria C*. Non vi sono fenomeni di amplificazione per effetti topografici, essendo le aree pianeggianti o con inclinazione media inferiore a 15°, e la *Categoria topografica* è la *T1*. Le zone d'intervento sono suscettibili di fenomeni di amplificazione per effetti stratigrafici con valore del coefficiente di

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 47 di 55

12 ALLEGATI

Alla presente relazione si allegano:

Allegato 1: Misura sismica HVSR

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 48 di 55

13 BIBLIOGRAFIA

Alberti A., Lipparini T., Stampanoni G. (1967) – Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Foglio 141 (Pescara). Servizio Geologico d'Italia

Ambrosetti P., Carraro F., Deiana G., Dramis F. (1982) – Il sollevamento dell'Italia centrale tra il Pleistocene inferiore ed il Pliocene medio. Contributi conclusivi per la realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia. Pubbl. n. 513 del P. G. Geod. C.N.R.

Argani A., Artoni A., Ori G.G. & Roveri M. (1991) – L'avanfossa centro-adriatica. Stili strutturali e sedimentazione. Studi Geologici Camerti, vol. spec. (1991/1), 371-381

Balduzzi A., Crescenti U., D'Amato C., Tonna M. (1980) – Il Plio-Pleistocene del sottosuolo Abruzzese-Marchigiano tra Ascoli Piceno e Pescara. Geol. Rom. n. 19

Barsanti P., D'Intinosante V., Ferrini M. & Signanini P. (2000) – Note sulla sismica a rifrazione con onde di taglio per la caratterizzazione sismica dei terreni. Atti del XIX Convegno Nazionale GNGTS, Roma.

Bigi S. et alii (1995) – La fascia periadriatica marchigiano-abruzzese dal Pliocene medio ai tempi attuali: evoluzione tettonico-sedimentaria e geomorfologica. Studi Geologici Camerti, vol. spec. (1996/1)

Bigi S., Centamore E. & Nisio S. (1996/b) – Caratteri geologico-strutturali dell'area pedeappenninica marchigiano-abruzzese durante il Pleistocene. Studi Geologici Camerti, 14

Cantalamesa G., Casnedi R., Centamore E., Chiocchini U., Colalongo M. L., Crescenti U., Micarelli A., Nanni T., Pasini G., Potetti M., Ricci Lucchi F. in collaborazione dell'AGIP Minerariae di Cristallini C. e di Di Lorito L. (1986) – Il Plio-pleistocene marchigiano abruzzese Cong. Soc. Geol. d'Ital. 73

Casnedi R., Crescenti U., Tonna M. (1982) – Evoluzione dell'avanfossa adriatica meridionale nel Pleistocene sulla base dei dati del sottosuolo abruzzese. Mem. Soc. Geol. d'Ital. 24

CNR-GNDT (1986) – Attività nel settore della difesa dai terremoti.

Del Monte M., Di Bucci D. & Trigari A. (1996) – Assetto morfotettonico della regione compresa tra la Maiella e il Mare Adriatico. Mem. Soc. Geol. It, 51

Dramis F. (1992) – Il ruolo dei sollevamenti tettonici a largo raggio nella genesi del rilievo appenninico. Studi Geologici Camerti, vol. spec. 1992/1

Gruppo di Lavoro (2004) – Redazione della Mappa di pericolosità sismica prevista dall'OPCM 3274/2003. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile.

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale – Carta geologica d'Italia 1:50.000 – Progetto CARG

Locati M., et alii (2015) – Database delle Osservazioni Macrosismiche dei Terremoti Italiani DBMI15.

Mazzei A., Rossetti E. (2014) – Studio di Microzonazione sismica di Livello 1 del Comune di Chieti

Nakamura Y. (1989) – A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. Q.R. of R.T.R.I.

Rovida A., et alii (2015) – Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15

Regione Abruzzo: Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (2008)

Sesame project (2004) – Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements processing and interpretation.

Vezzani L., Ghisetti F. (1998) – Regione Abruzzo: Carta geologica dell'Abruzzo

PRINCIPALI SITI INTERNET CONSULTATI

<http://www.autoritadibacino.it>

<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>

<http://esse1.mi.ingv.it/>

<http://www.regione.abruzzo.it>

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 49 di 55

ALLEGATO 1: Misura sismica HVSR

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico	Codifica	
		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 50 di 55

MISURA HVSr1

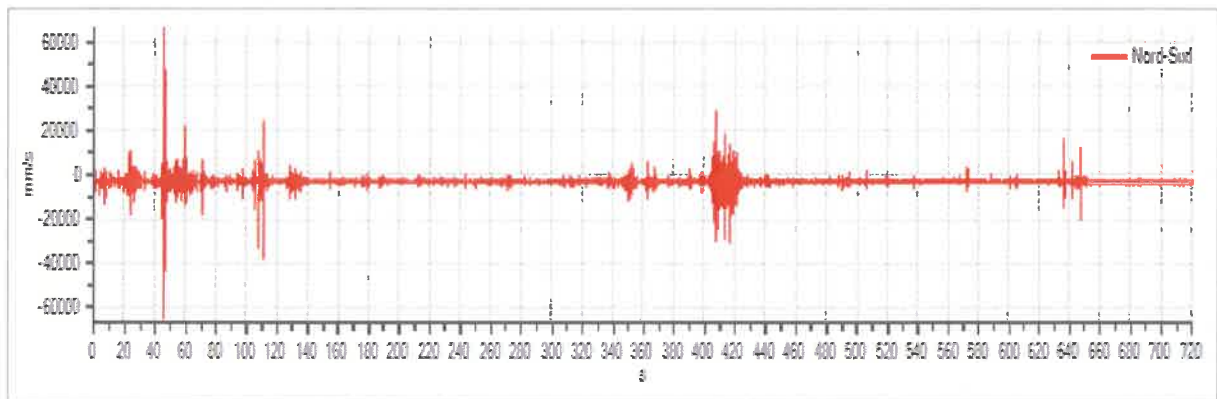
Committente: Azienda Comprensoriale Acquedottistica A.C.A. S.p.a.
Cantiere: Dismissione fosse imhoff
Località: Piane – Bucchianico (CH)
Data prova: 11/03/2019

Tracce in input

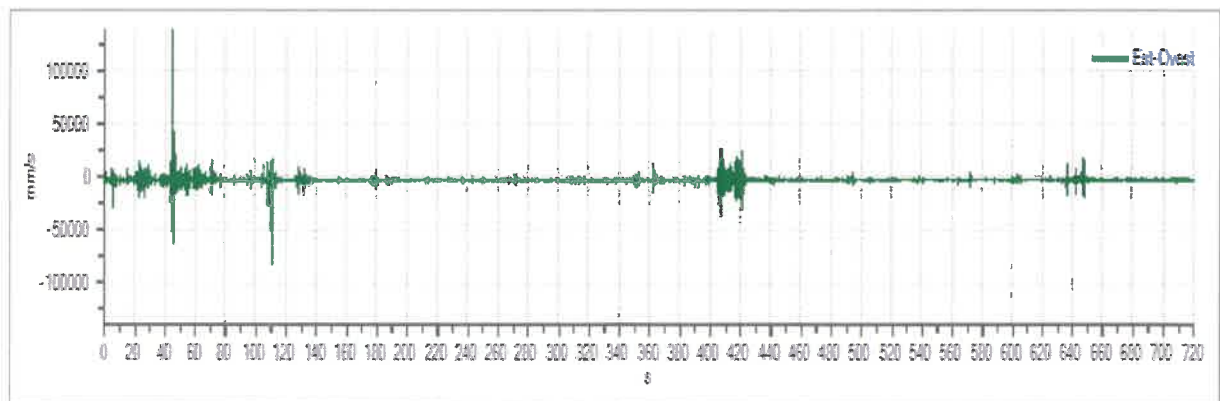
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	720 s
Frequenza di campionamento:	125,00 Hz
Numero campioni:	90000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

Grafici tracce:

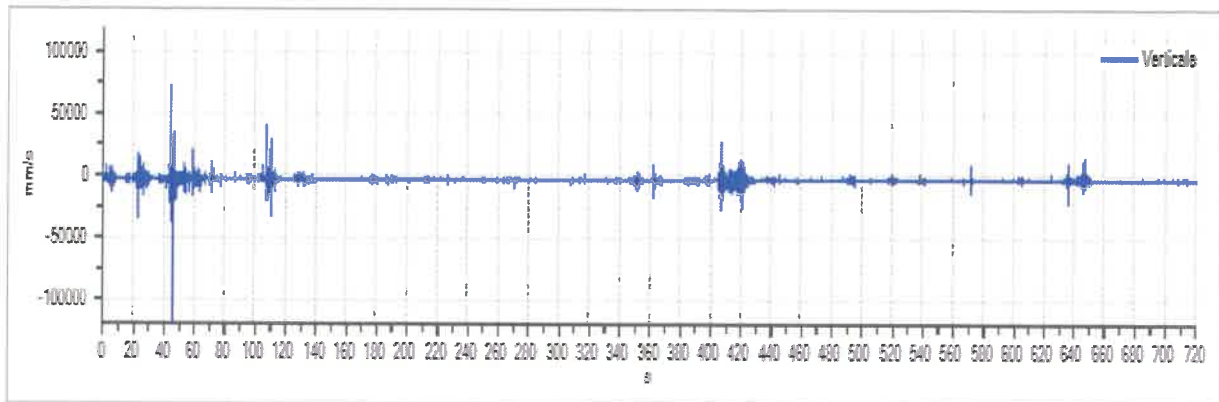


Traccia in direzione Nord-Sud



Traccia in direzione Est-Ovest

Geol. Armando Mazzei Via Madonna degli Angeli, 75 66100 CHIETI Tel. 0871.071162/338.5902384 e-mail:armandomazzei@virgilio.it	RELAZIONE GEOLOGICA		Codifica	
	Progetto per la dismissione di due fosse imhoff nel comune di Bucchianico		Rev. 00 del 18/03/2019	Pag. 51 di 55



Traccia in direzione Verticale

Finestre selezionate

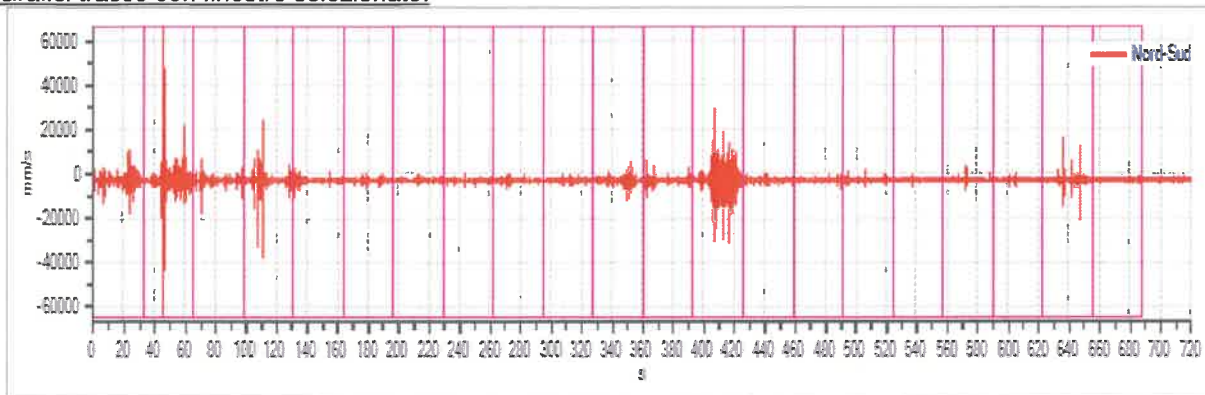
Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 21
Numero finestre incluse nel calcolo: 19
Dimensione temporale finestre: 32,768 s
Tipo di lisciamento: Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento: 10,00 %

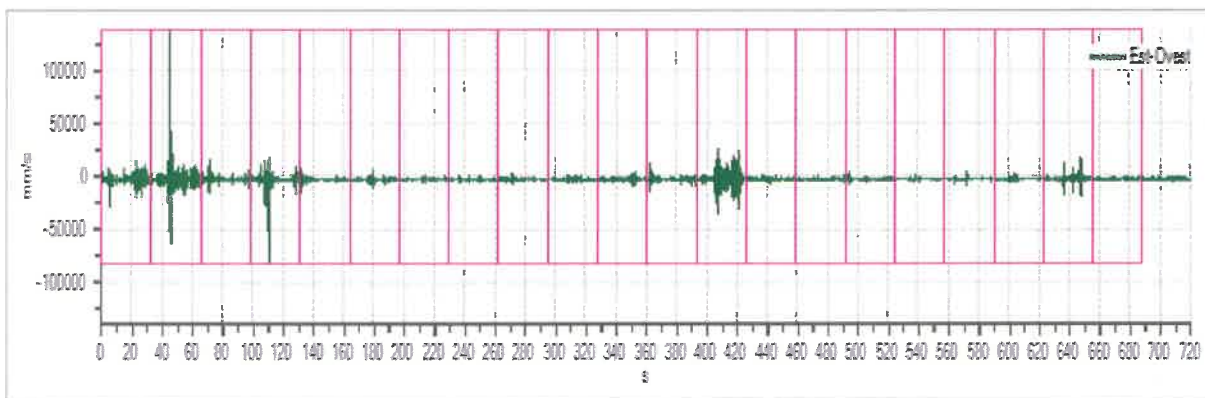
Tabella finestre:

Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	32,768	Inclusa
2	32,768	65,536	Inclusa
3	65,536	98,304	Inclusa
4	98,304	131,072	Inclusa
5	131,072	163,84	Inclusa
6	163,84	196,608	Inclusa
7	196,608	229,376	Inclusa
8	229,376	262,144	Esclusa
9	262,144	294,912	Inclusa
10	294,912	327,68	Inclusa
11	327,68	360,448	Inclusa
12	360,448	393,216	Inclusa
13	393,216	425,984	Esclusa
14	425,984	458,752	Inclusa
15	458,752	491,52	Inclusa
16	491,52	524,288	Inclusa
17	524,288	557,056	Inclusa
18	557,056	589,824	Inclusa
19	589,824	622,592	Inclusa
20	622,592	655,36	Inclusa
21	655,36	688,128	Inclusa

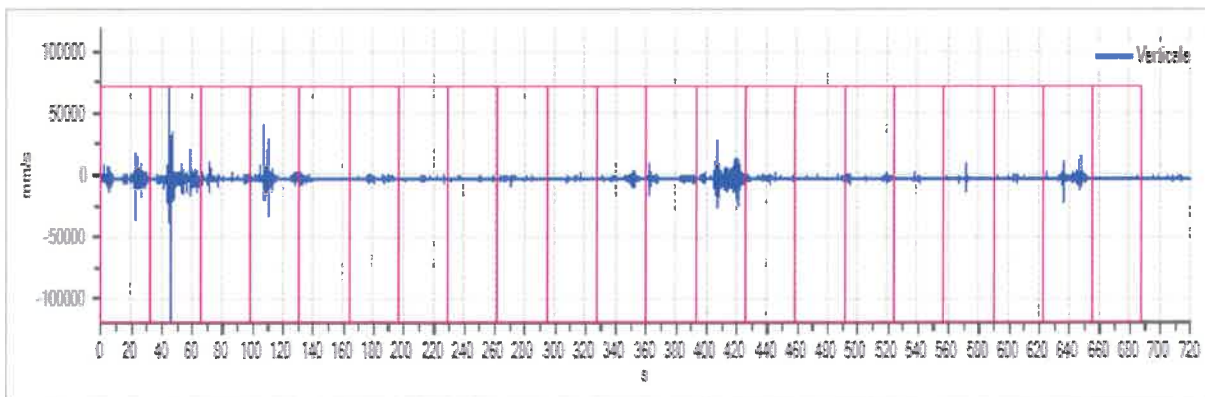
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud

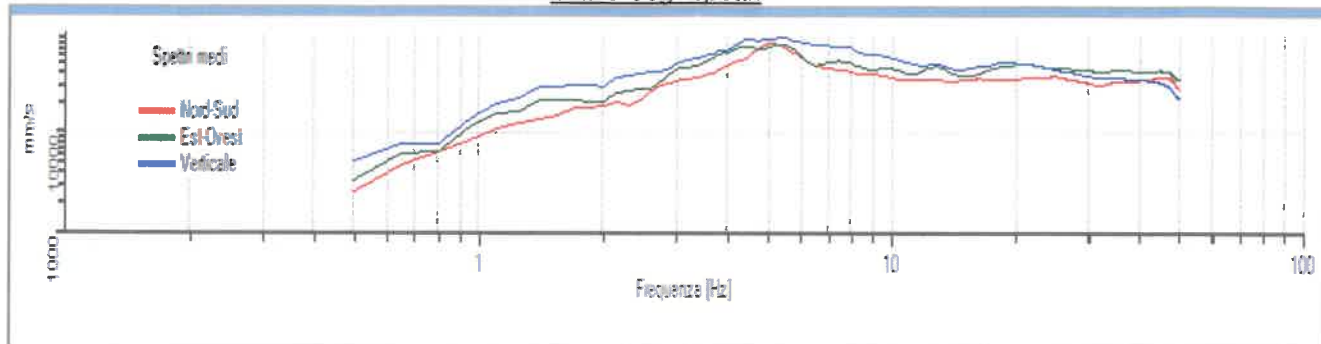


Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

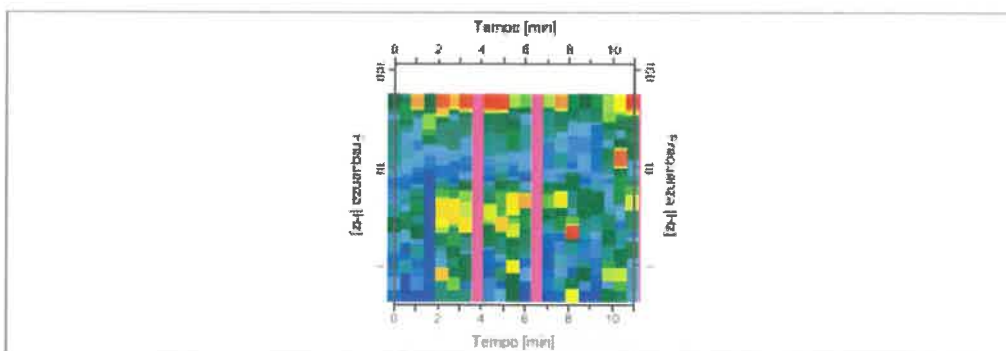


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

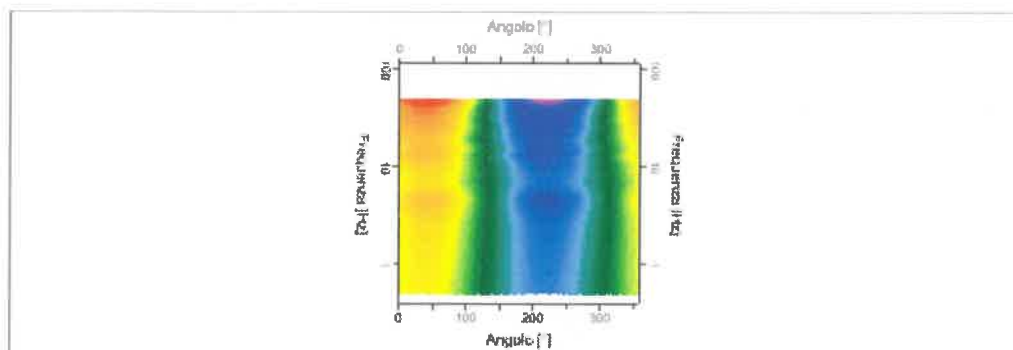
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

Rapporto spettrale H/V

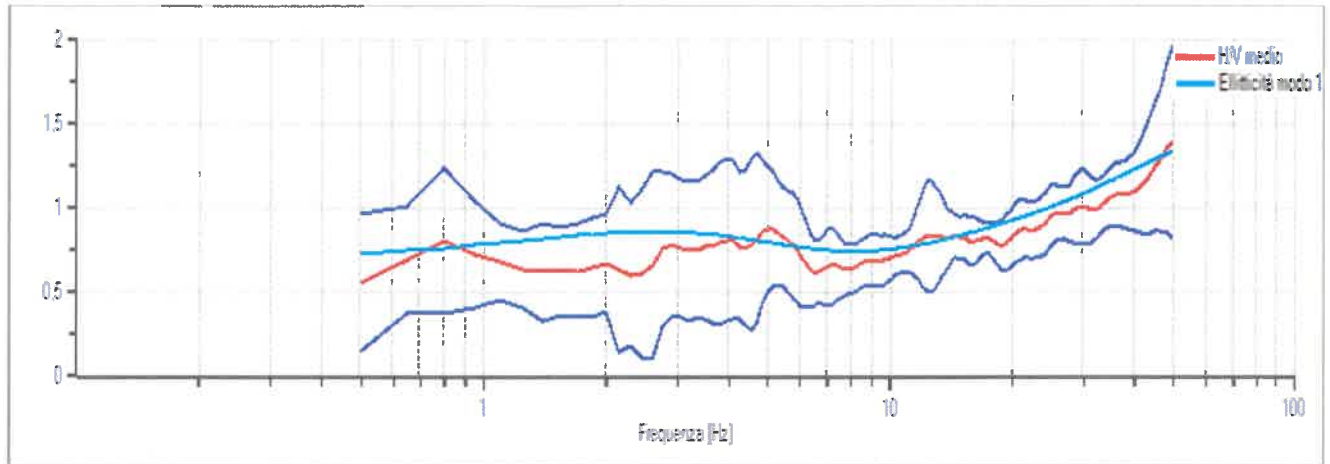
Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	50,00 Hz
Frequenza minima:	0,50 Hz
Passo frequenze:	0,15 Hz
Tipo lisciamo::	Triangolo proporzionale
Percentuale di lisciamo:	10,00 %
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 49.85 Hz ±0.41 Hz pari a 1.40

Grafico rapporto spettrale H/V



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5H$.	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5H$.	Ok
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	Ok
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Ok
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

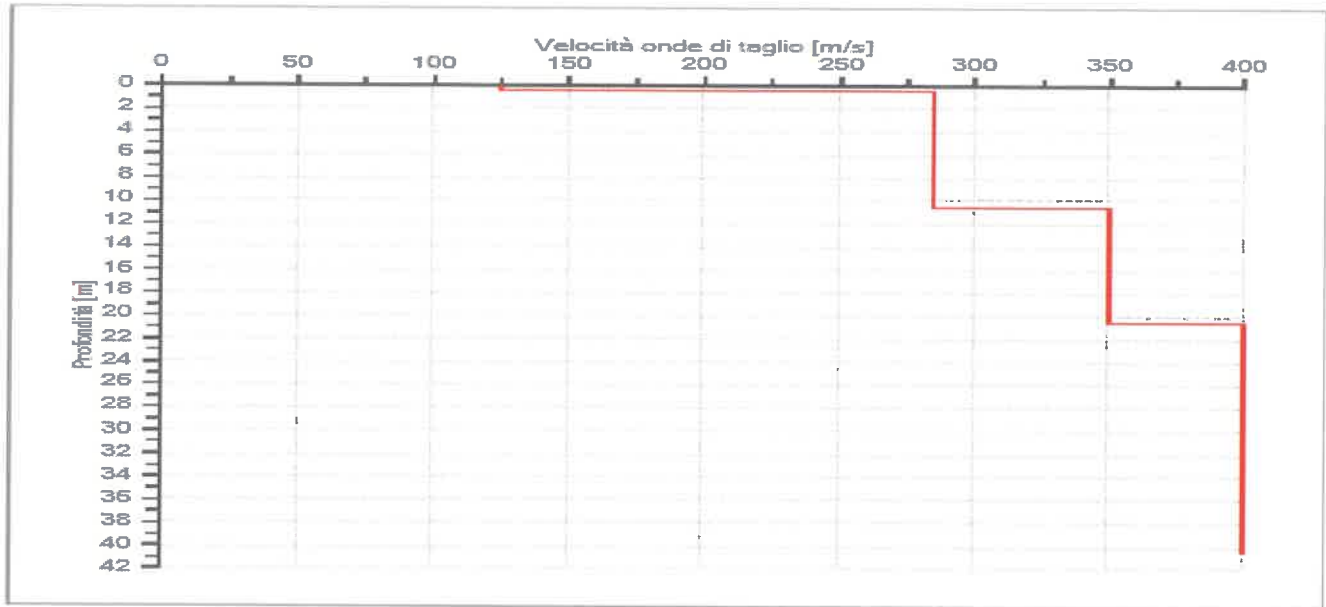
Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati:	4
Frequenza del picco dell'ellitticità:	49,85 Hz
Valore di disadattamento:	-1,00
Valore Vs30:	328,19 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/mc]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	0,5	17	0,35	125
2	0,5	10	18	0,3	285
3	10,5	10	18	0,3	350
4	20,5	20	18	0,3	400



Profilo delle velocità delle onde di taglio

