



COMUNE DI ERCHIE
PROVINCIA DI BRINDISI



**Progetto per la realizzazione di un impianto
per il trattamento di matrici organiche con
produzione di compost ed energia elettrica
in Zona Industriale**



GESTECO Spa
Via Pramollo, 6
33040 – Povoletto (UD) Italy

GESTECO S.p.A.
Via Pramollo, 6
33040 GRONIS DEL MONFALCONE - POVOLETTO (UD)
C.F. e P.IVA n° 0523580304

TITOLO ELABORATO

**RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA,
IDRAULICA E GEOTECNICA**


ELAB. N.

R3

Progetto:




Data: Agosto 2012

	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	

INDICE

1. PREMESSA	3
2. CARATTERISTICHE GEOGRAFICHE MORFOLOGICHE E IDROLOGICHE DELL'AREA	4
2.1 Caratteristiche idrologiche del territorio indagato.	5
3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE	5
4. SISMICITA' DEL TERRITORIO	9
5. RISULTATI DELL'INDAGINE SISMICA.....	10
5.1 Strumentazione e metodologia	13
5.2 Interpretazione delle misure eseguite	16
5.3 Modello sismico locale	20
6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELLE ROCCE DI FONDAZIONE.....	21
7. CONCLUSIONI	25

	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	

1. PREMESSA

Nella presente Relazione vengono valutate le caratteristiche stratigrafiche, idrogeologiche, Geotecniche, idrauliche e sismiche di un'area ubicata nel territorio di Erchie, nella Zona P.I.P., interessata da un progetto per la realizzazione di un impianto di compostaggio mediante ciclo misto: digestione anaerobica e trattamento aerobico.


La società proponente è **GESTECO S.P.A.** con sede in Via Pramollo, 6 33040 – Povoletto (UD).

Lo studio si avvalso oltre che di una documentazione bibliografica costituita da diversi sondaggi e prove meccaniche sia in situ che in laboratorio svolte dal sottoscritto in aree limitrofe, di specifiche indagini eseguite sull'area oggetto dell'intervento.

Con il Testo unico "Norme Tecniche per le costruzioni" D.M. 14/01/2008, e successiva Circolare n. 617 del 2.02.2009, Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n. 27 : "Istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al D.M. 14 gennaio 2008", si definiscono le procedure per eseguire una modellazione geologica e geotecnica del sito interessato da opere interagenti con i terreni e rocce. Perciò in ottemperanza alle prescrizioni del suddetto decreto sono state svolte delle indagini per la caratterizzazione dell'area in oggetto, per la definizione del modello geologico del terreno e per la definizione delle caratteristiche geotecniche dello stesso. Il modello geologico qui elaborato è orientato alla costruzione dei caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici. Il programma delle indagini è stato articolato come segue:

- Consultazione dei dati geotecnici stratigrafici e idrogeologici relativi a indagini eseguite dallo scrivente su tutto il territorio di Erchie;
- Rilievo geologico e geomorfologico speditivi;
- Elaborazione geotecnica dei parametri ricavati in base alla tipologia delle strutture che si intendono realizzare.

In particolare l'indagine eseguita è stata mirata alla definizione delle successioni stratigrafiche e dei rapporti intercorrenti tra i vari litotipi che direttamente o indirettamente condizionano le opere in progetto, individuando in particolare:

	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	

- la stratigrafia dell'area e l'eventuale spessore dei terreni di copertura da sbancare;
- presenza o meno di falda d'acqua superficiale.
- le caratteristiche meccaniche e la capacità portante del banco di fondazione;
- categoria del suolo e V_{s30} determinata mediante utilizzo di tromografo portatile Mod. Tromino, il quale: - misura delle frequenze di risonanza dei suoli, effetti di sito e microzonazione sismica (curve H/V, metodo di Nakamura), stratigrafia sismica passiva, V_{s30} da fit vincolato della curva H/V e doppia risonanza suolo-struttura.

2. CARATTERISTICHE GEOGRAFICHE MORFOLOGICHE E IDROLOGICHE DELL'AREA

L'area è situata nella zona a nord-est del centro urbano in prossimità con il confine di Torre S. Susanna, distinta in catasto al f. 5 p.lle 2200 e 2004.

La zona di intervento è pianeggiante, la quota media sul lo del mare si attesta a circa 67 m, rimanendo tale per circa 1km intorno all'area.

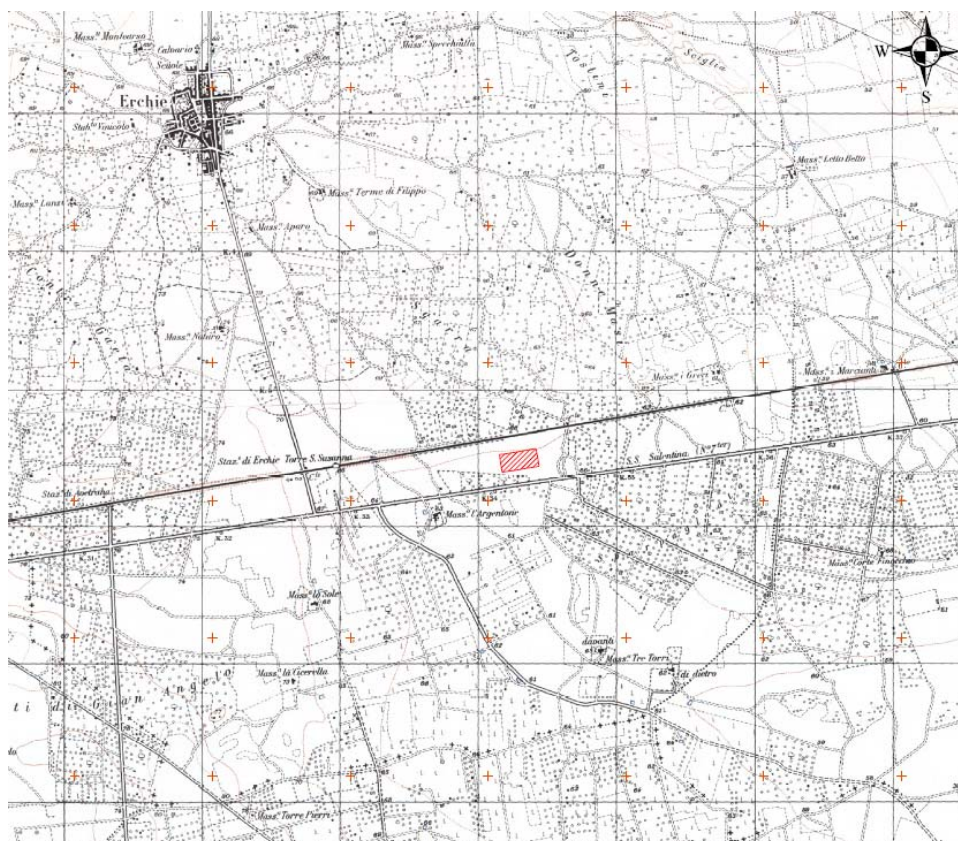



Figura 1: Localizzazione dell'impianto su base IGM.

	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	

2.1 Caratteristiche idrologiche del territorio indagato.

In questa zona del territorio non affiora la falda idrica superficiale.

La maggior parte dell'acqua meteorica, ad esclusione di quella evapotraspirata, va ad alimentare l'acquifero profondo. Questa falda ha come sede i calcari cretacici e si attesta ad una profondità di circa 60-70 m, con variazioni di livello stagionale di alcuni metri.

3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

L'area interessata dal progetto è inserita nel foglio 203 "BRINDISI" della Carta Geologica D'Italia.

Nel territorio della provincia di Brindisi e nel suo hinterland il ciclo trasgressivo Pleistocenico si è svolto dando luogo ad una successione di sedimenti marini il cui spessore, variabile in funzione della profondità del substrato calcareo, raggiunge 30m circa.

Nel territorio di Erchie affiorano due formazioni note in letteratura come Calcare di Altamura e terreni appartenenti alla Formazione di Gallipoli termine col quale in letteratura si intende una sequenza di Calcareni, Sabbie argillose e sabbie mediamente cementate di età Calabrianiana:


L'area in esame risulta notevolmente pianeggiante, interessata qui e là da deboli pendenze (0.5-1.5)% di origine pluviale allungate approssimativamente in direzione WNW-ESE. Tali pendenze in molti casi risultano ridotte dall'intervento dell'uomo che nel caso specifico usa le distese in esame per coltivazioni intensive.

Dai dati reperiti in letteratura si riconosce il seguente assetto stratigrafico, dall'alto basso verso il basso:

- *Depositi terrazzati marini costituiti da biocalcareni e sabbie a grana variabile di colore giallo-rossastro - FORMAZIONE DI GALLIPOLI*
- *calcari, calcari dolomitici e dolomie grigio chiari del Cretaceo- CALCARE DI ALTAMURA.*

di seguito si riporta una descrizione delle suddette unità litologiche.

- **DEPOSITI TERRAZZATI MARINI COSTITUITI DA BIOCALCARENITI E SABBIE A GRANA VARIABILE DI COLORE GIALLO-ROSSASTRO**

	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	

Le calcareniti intercalate a vari livelli alle sabbie argillose sono rocce costituite essenzialmente da calcare granulare tenero, poroso e poco compatto, di colore bianco-giallastro, a grana variabile da ruditica a siltitica.

I granuli sono di tipo concrezionato formati cioè da aggregati di particelle carbonatiche a legante calcitico di origine chimica.


Le sabbie coprono abbondantemente i banchi calcarenitici e ad essi si intercalano. Sono essenzialmente sabbie calcaree poco cementate, sabbie argillose grigio-azzurre con presenza spesse volte di livelli esclusivamente argillosi che danno a questa formazione carattere di bassa permeabilità.

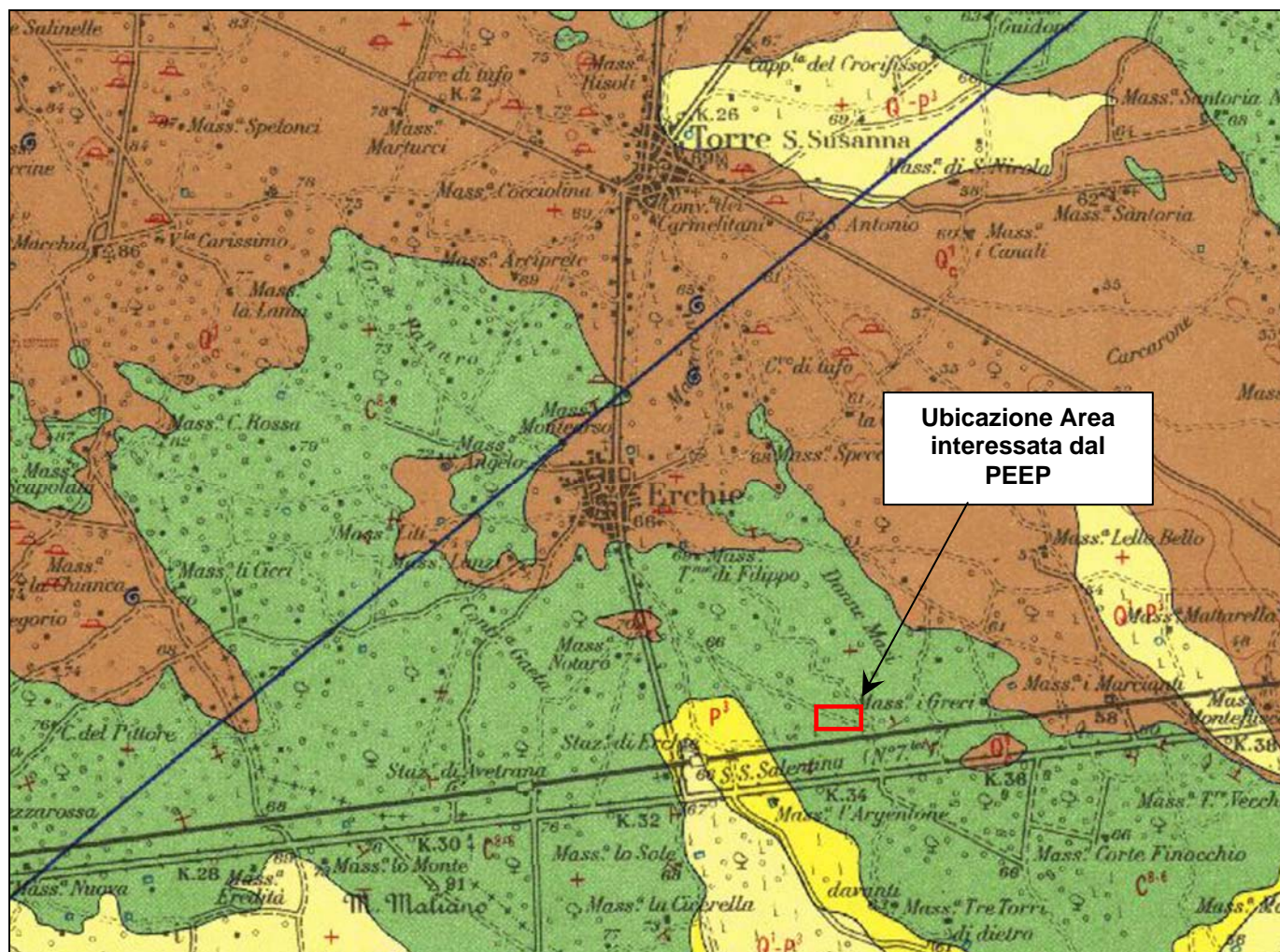
L'età di formazione è ascrivibile al Calabriano.

- **CALCARI, CALCARI DOLOMITICI E DOLOMIE GRIGIO CHIARI DEL CRETACEO**

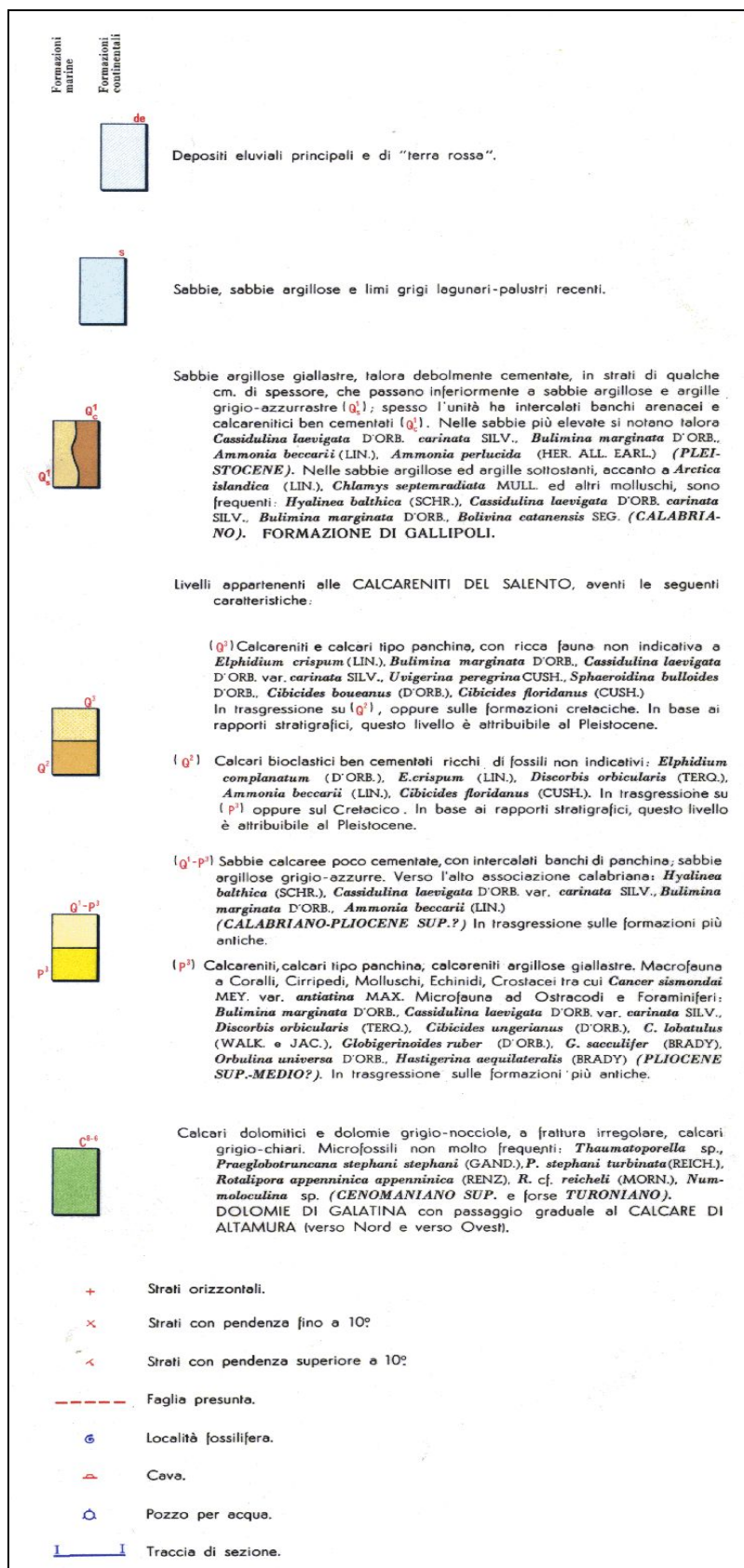
Questa formazione, nota in letteratura geologica con il nome di Dolomie di Galatina, rappresenta il basamento dei più recenti sedimenti plio-pleistocenici. Costituiscono il substrato sul quale poggia in trasgressione, localmente, la successione sedimentaria del ciclo della Fossa Bradanica, altrove terreni miocenici e plio-pleistocenici riferiti a differenti cicli sedimentari.


Si tratta di calcari, calcari dolomitici e dolomie di colore grigio-nocciola, in strati di potenza variabile, da qualche decimetro al metro e talora con giacitura massiccia. Tale formazione è costituita da rocce molto compatte ma a luoghi intensamente fratturata e interessata da fenomeni di dissoluzione di tipo carsico. Questa formazione carbonatica ospita la potente e cospicua falda di fondo. Ottime le caratteristiche fisico-meccaniche con valori a rottura a compressione semplice con carico monoassiale anche superiori ai 500 kg/cm².

	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	



Stralcio del Foglio 203 della Carta Geologica D'Italia "BRINDISI"
scala 1:100.000



	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	

4. SISMICITA' DEL TERRITORIO

Il territorio comunale di Erchie è classificato sismico ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 in zona sismica 4.

L'O.P.C.M. 3519 del 28 Aprile 2006 ha definito i "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (G.U. n.108 del 11/05/2006)"

La mappa riportata di seguito individua la pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione del suolo (a_g), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s (ovvero categoria A).


In tale quadro il comune di Erchie rientra in un area caratterizzata da valori di accelerazione del suolo (a_g) compresa tra 0.025 e 0.050 m/s.

Nella seguente Tabella 1 è individuata ciascuna zona secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a_g/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [a_g/g]
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Tabella 1

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, infatti, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un 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.

	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	

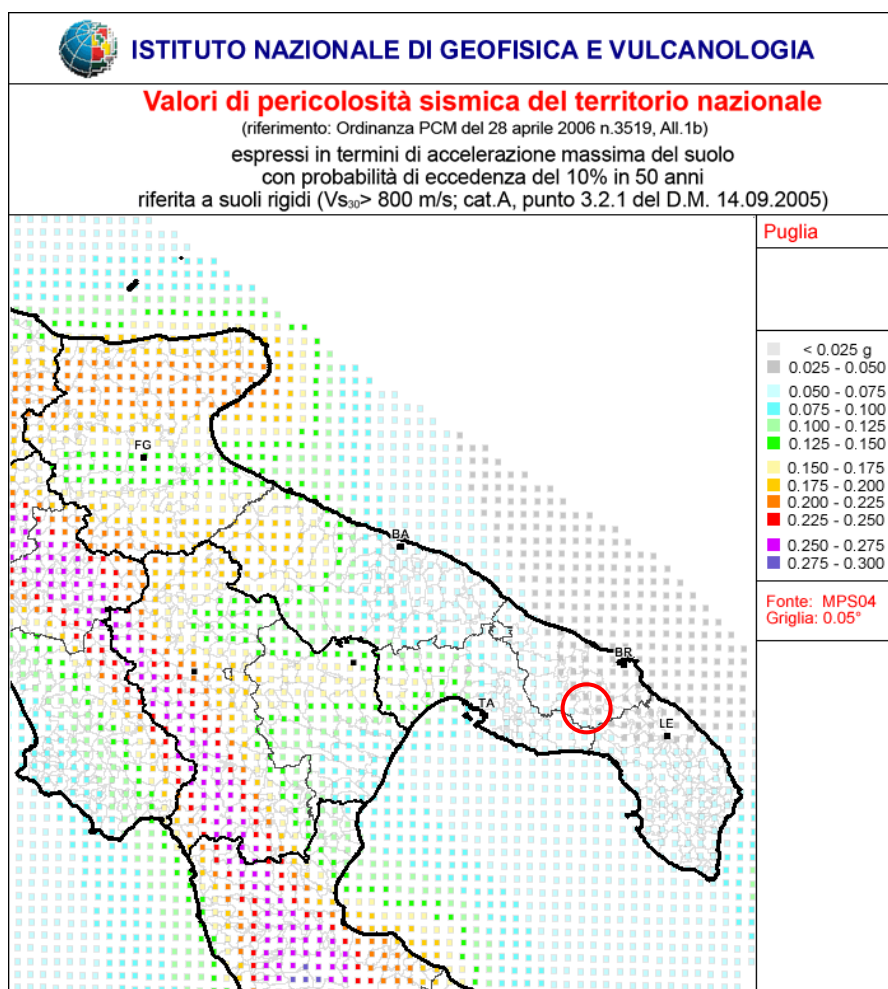



Figura 2: Valori di pericolosità sismica

5. RISULTATI DELL'INDAGINE SISMICA

Lo scopo di questa indagine è la caratterizzazione sismica del sottosuolo e, in particolare, l'individuazione delle discontinuità sismiche nonché la profondità della formazione rocciosa compatta (bedrock geofisico). Con tale metodo viene stimata la velocità di propagazione delle onde di taglio (V_{s30}) come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008.

L'indagine geofisica proposta si avvale della metodologia basata sulla tecnica di Nakamura e sul rapporto spettrale H/V.

La tecnica dei rapporti spettrali o HVSr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di

	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	


perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazione esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque. I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

- ❖ la **frequenza caratteristica di risonanza del sito** che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;
- ❖ la **frequenza fondamentale di risonanza di un edificio**, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In seguito sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito e capire se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;
- ❖ la **velocità media delle onde di taglio V_s** calcolata tramite un apposito codice di calcolo. È necessario, per l'affidabilità del risultato, conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H/V. E' possibile calcolare la V_{s30} e la relativa categoria del suolo di fondazione come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008.
- ❖ la **stratigrafia del sottosuolo** con un range di indagine compreso tra 0.5 e 700 m di profondità anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso;

Le basi teoriche della tecnica HVSr si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e in parte alla teoria dei microtremiti. La forma di un'onda registrata in un sito x da uno strumento dipende:

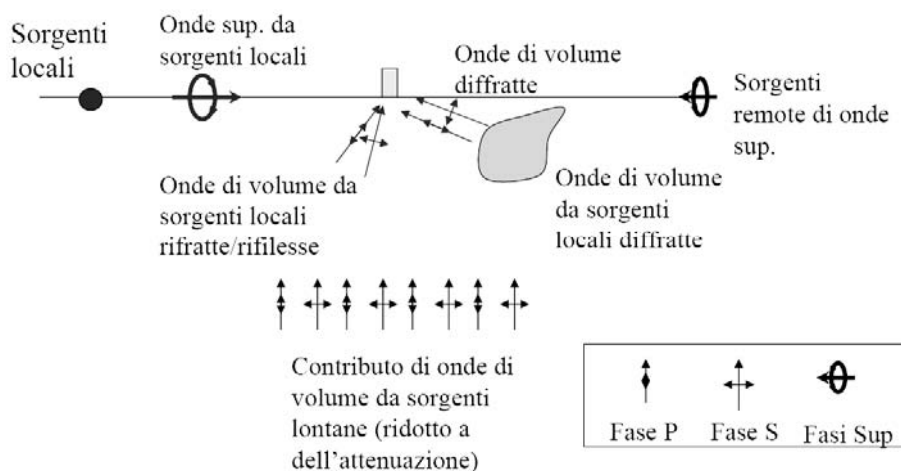
1. dalla forma dell'onda prodotta dalla sorgente s,
2. dal percorso dell'onda dalla sorgente s al sito x (attenuazioni, riflessioni, rifrazioni, incanalamenti per guide d'onda),
3. dalla risposta dello strumento.

Possiamo scrivere questo come:


	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	

segnale registrazione al sito x = sorgente * effetti di percorso * funzione trasferimento strumento

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto piccole, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.



Nel tragitto dalla sorgente s al sito x le onde elastiche (sia di terremoto che microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato. Questo significa che se da un lato l'informazione relativa alla sorgente viene persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni relative al percorso del segnale ed in particolare relative alla struttura locale vicino al sensore. Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartate dalla sismologia classica, contiene informazioni. Questa informazione è però "sepolta" all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune. Una di queste tecniche è la teoria dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSR che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali dei sottosuoli; informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica.

	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	

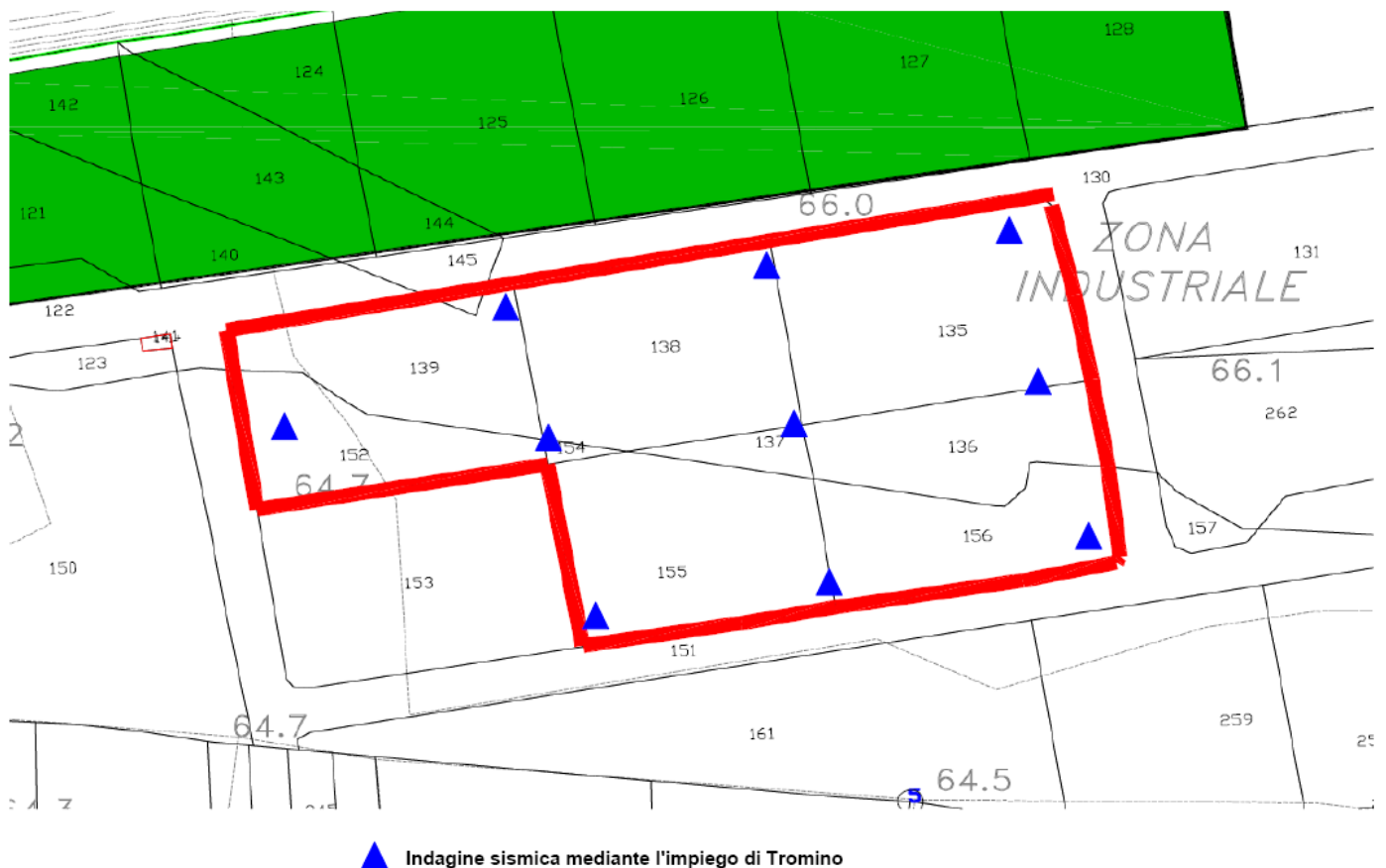
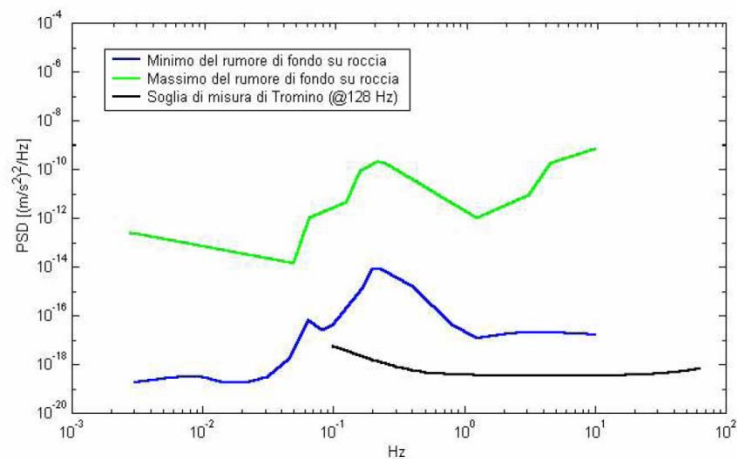
5.1 *Strumentazione e metodologia*


Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale modello "Tromino" che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra-leggeri e ultra-compatti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni e sono state eseguite **n. 10 misure** in punti diversi riportate in planimetria allegata.



Lo strumento racchiude al suo interno tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz. I dati vengono memorizzati in una scheda di memoria interna da 512 Mb, evitando così la presenza di qualsiasi cavo che possa introdurre rumore meccanico ed elettronico. Nella figura seguente si riporta la curva di rumore di "Tromino" a confronto con i modelli standard di rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra. Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.

I dati sono stati convertiti in file ASCII mediante il software “Grilla”, fornito a supporto dello strumento utilizzato, quindi elaborati per ottenere spettri di velocità in funzione della frequenza. Per evitare di introdurre basse frequenze spurie i dati sono stati corretti per offset e trend ma non filtrati così come raccomandato dalla norma DIN 4150-3.



	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	


In fase operativa, non molto distante dall'area in oggetto, sono state eseguite le seguenti operazioni:

1. *il rumore sismico è stato registrato nelle sue tre componenti per un intervallo di tempo dell'ordine delle decine di minuti (circa 20 minuti),*
2. *la registrazione è stata suddivisa in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno,*
3. *per ogni segmento viene eseguita un'analisi spettrale del segmento nelle sue tre componenti,*
4. *per ciascun segmento si calcolano i rapporti spettrali fra le componenti del moto sui piani orizzontale e verticale,*
5. *vengono calcolati i rapporti spettrali medi su tutti i segmenti.*

Per considerare la misura ottenuta come una stima dell'ellitticità delle onde di Rayleigh è necessario che:

1. *i rapporti H/V ottenuti sperimentalmente siano "stabili" ovvero frutto di un campionamento statistico adeguato,*
2. *gli effetti di sorgente siano stati effettivamente mediati ovvero non ci siano state sorgenti "dominanti",*
3. *la misura non contenga errori sistematici (per es. dovuti ad un cattivo accoppiamento dello strumento con il terreno)*

Per la determinazione delle velocità delle onde di taglio si utilizza un codice di calcolo appositamente creato per interpretare i rapporti spettrali (HVSR) basati sulla simulazione del campo di onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli secondo la teoria descritta in AKI (1964) e Ben-Menahem e Singh (1981). Il codice può elaborare modelli con qualsiasi numero di strati (limitati a 50 nella tabella d'input), in qualsiasi intervallo di frequenze e in un qualsiasi numero di modi (fondamentale e superiori). Operativamente si costruisce un modello teorico HVSR avente tante discontinuità sismiche quante sono le discontinuità evidenziate dalla registrazione eseguita. Successivamente, tramite uno specifico algoritmo, si cercherà di adattare la curva teorica a quella sperimentale; in questo modo si otterranno gli spessori dei sismostrati con la relativa velocità delle onde Vs.

	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	


In via puramente indicativa, al fine di correlare le velocità delle onde di taglio ad un tipo di suolo, si riportano una serie d'esempi di classificazioni fatte sulla base di semplici misure H/V a stazione singola. In tutti i siti descritti, la stratigrafia è nota da sondaggi e prove penetrometriche e il profilo Vs è ricavato anche con metodi alternativi.

TIPO DI SUOLO	Vs min [m/s]	Vs media [m/s]	Vs max [m/s]
ROCCE MOLTO DURE (es. rocce metamorfiche molto - poco fratturate)	1400	1620	-
ROCCE DURE (es. graniti, rocce ignee, conglomerati, arenarie e argilliti, da mediamente a poco fratturate).	700	1050	1400
SUOLI GHIAIOSI e ROCCE DA TENERE A DURE (es. rocce sedimentarie ignee tenere, arenarie, argilliti, ghiaie e suoli con > 20% di ghiaia).	375	540	700
ARGILLE COMPATTE e SUOLI SABBIOSI - GHIAIOSI (es. ghiaie e suoli con < 20% di ghiaia, sabbie da sciolte a molto compatte, limi e argille sabbiose, argille da medie a compatte e argille limose).	200	290	375
TERRENI TENERI (es. terreni di riempimento sotto falda, argille da tenere a molto tenere).	100	150	200

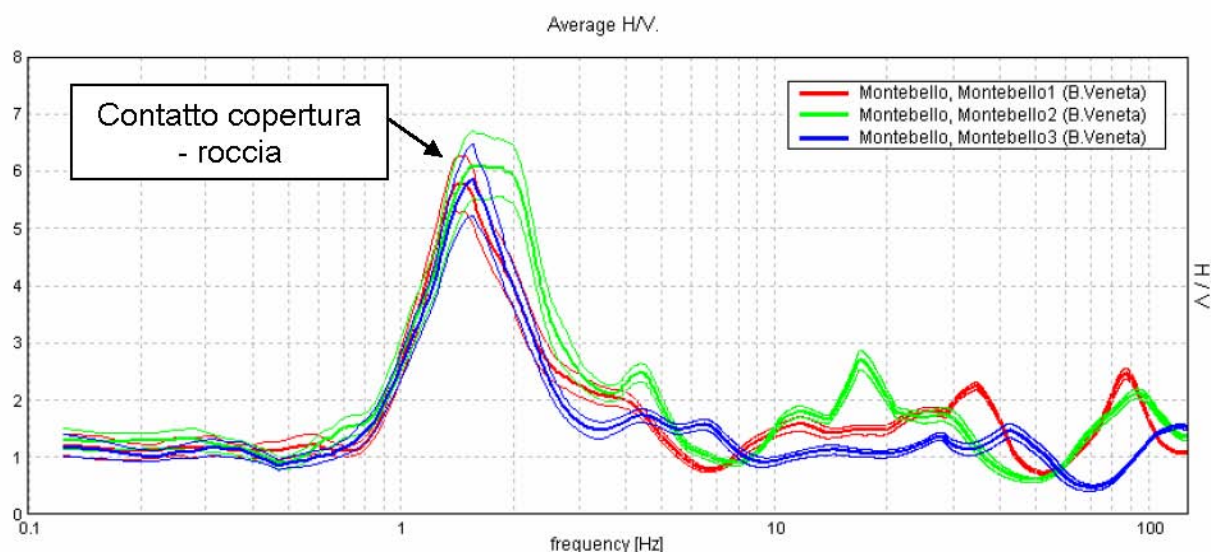
5.2 Interpretazione delle misure eseguite

L'interpretazione consente di correlare il valore di picco dello spettro di risposta HVSR con la profondità del substrato roccioso compatto (bedrock geofisico) e di individuare una corrispondenza tra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e i cambi litologici presenti nell'immediato sottosuolo.

Interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, si possono ricavare il valore di frequenza caratteristica del sito. Sapendo che ad ogni picco in frequenza corrisponde una profondità [m] dell'orizzonte che genera il contrasto d'impedenza si può estrapolare una stratigrafia geofisica del sottosuolo.

	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	

La frequenza caratteristica di risonanza del sito risulta generata dalla discontinuità sismica localizzata alle medie frequenze (circa 1,5 Hz) e associabile a contatto copertura – roccia. La sovrapposizione degli spettri sismici acquisiti (figura a seguire) mostra un andamento monodimensionale del substrato roccioso mentre per frequenze maggiori (minori profondità) si osservano sostanziali diversità.

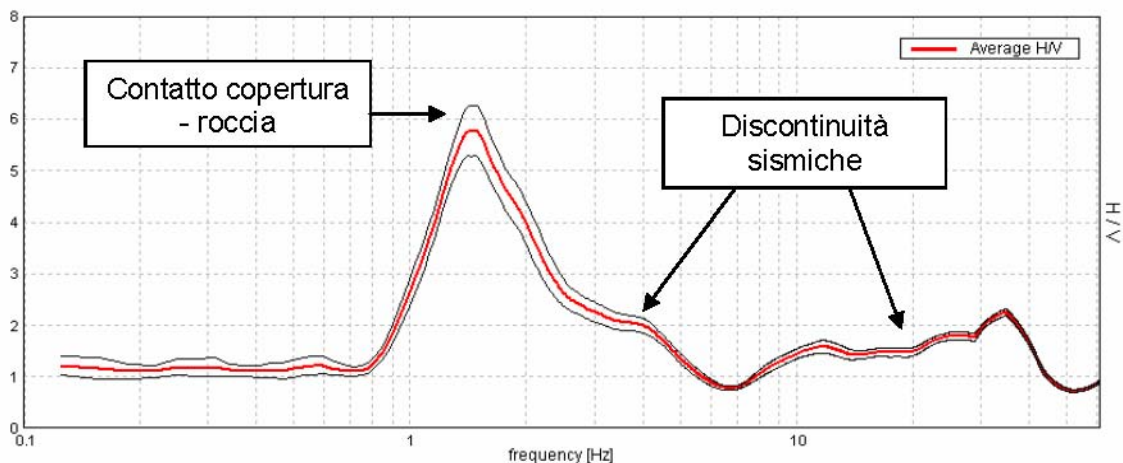


L'utilizzo del codice di calcolo sintetico ha, in questo caso, evidenziato un'elevata discontinuità sismica a 10-12 Hz (circa 10 – 12 m dal p.c.) e una successiva graduale crescita delle velocità di propagazione delle onde di taglio con la profondità poiché lo spettro sismico si stabilizza costantemente su di un rapporto spettrale $H/V > 2$.

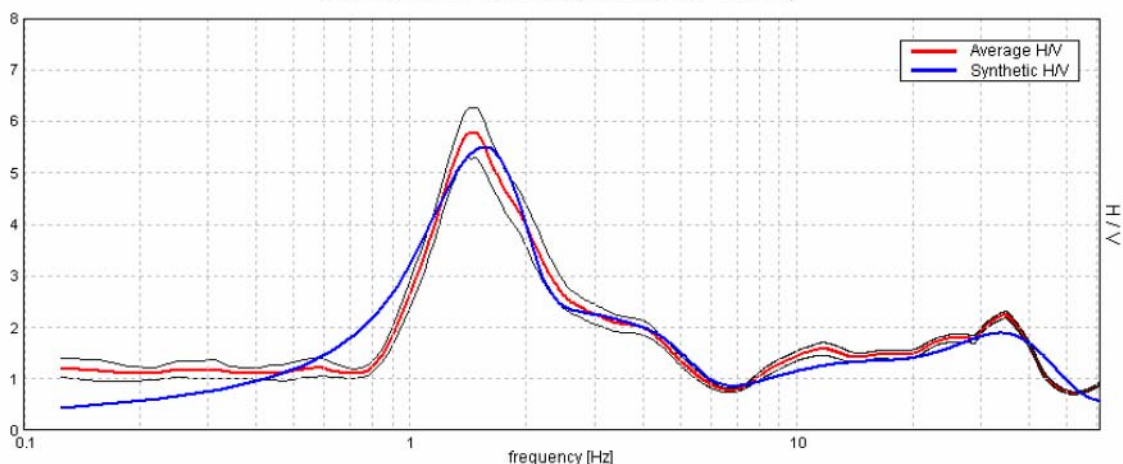
La crescita di velocità di propagazione delle onde sismiche è correlabile ad un aumento della rigidità del sottosuolo.

Il bedrock geofisico si localizza ad una profondità di circa 2 m dal p.c. ed è caratterizzato da una velocità di propagazione delle onde $V_s = 900\text{m/s}$.

Acquisizione sismica HVSR n°1
Frequenza fondamentale di risonanza di sito
 $1,47 \pm 0,03 \text{ Hz}$


 Max. HVSR at $1.47 \pm 0.03 \text{ Hz}$. (in the range 0.0 - 128.0 Hz).


Rapporto spettrale H/V misurato. In rosso è indicato l'HV medio mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%.

 Max. HVSR at $1.47 \pm 0.03 \text{ Hz}$. (in the range 0.0 - 128.0 Hz).


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

Spessore sismostrati [m]	Profondità [m]	Velocità onde Vs [m/s]	Interpretazione stratigrafica
1	0,0 – 1	150	Terreno vegetale
2	1- 3	500	calcari molto fratturati
27	3 – ≈30	1200	Strato rigido (calcare mediamente fratturato)
Tabella 1			

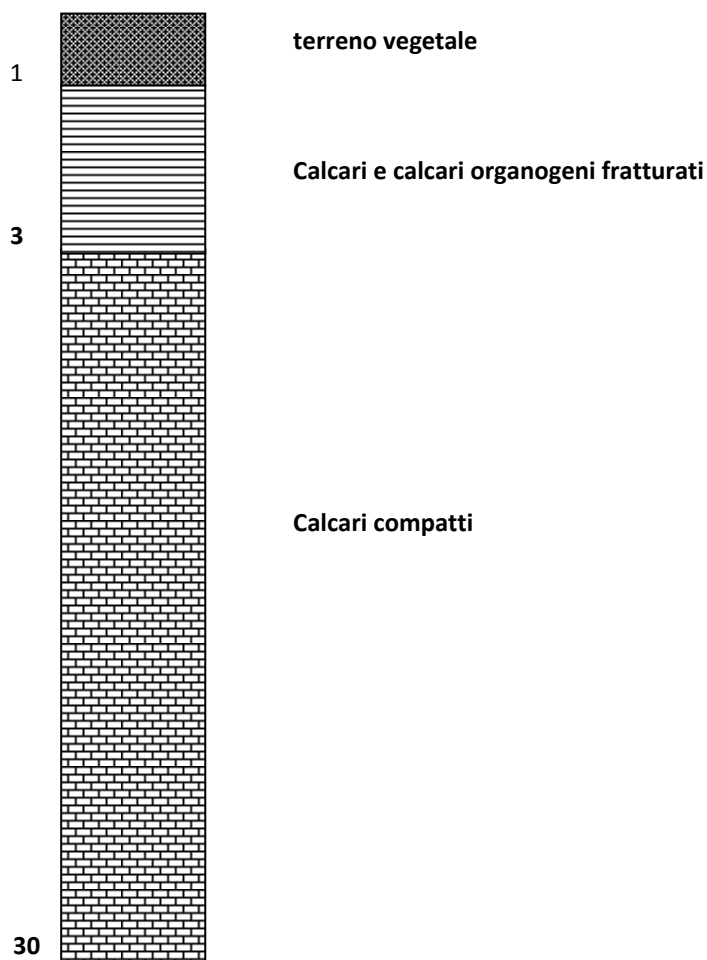
	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	


È stato quindi possibile stimare, tramite la formula $V_{s30} = 30 / \sum h_i / V_i$, la velocità delle onde Vs nei 30 m dal p.c., come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008:

1	150	0.007
2	500	0.004
27	1200	0.023
		0.033
Vs30	904.52	

$V_{s30} \approx 904,52$ m/s.

Stratigrafia delle aree interessate alla realizzazione delle strutture



	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	

5.3 *Modello sismico locale*

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di fondazione (D.M. 14 gennaio 2008):


Perciò si è resa necessaria la caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno.

Per ogni categoria del suolo (A-B-C-D-E), così come riportato nella tabella seguente, è fissata una descrizione litostratigrafica, con ad essa associati i parametri di riferimento geotecnici e sismici. Grazie alla tecnica di Refraction Microtremor (ReMi) descritta precedentemente è stato possibile giungere all'individuazione della categoria del suolo per l'area indagata.

La V_{s30} è stata calcolata con la seguente espressione: $V_{s30} = 30 / \sum h_i / V_i$

Da tale relazione è emerso un valore di V_{s30} pari a **904,52 m/s**, Si attribuisce, perciò, al suolo di fondazione la **categoria A**:

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $C_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $C_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	

E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>
----------	--

6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELLE ROCCE DI FONDAZIONE

I parametri geotecnici dei terreni, in relazione alla progettazione delle opere previste, sono stati desunti indagini eseguite in zone limitrofe.

Nello specifico è stato possibile stimare i seguenti parametri geotecnici attraverso le correlazioni dirette con i valori di V_s e V_p :

- C Coesione - kN/m^2
- Peso unità di unità di volume - KN/m^3
- ϕ (°) Angolo di attrito interno


L'insieme dei dati ottenuti è sufficiente a delineare le linee guida progettuali, connesse con le peculiarità geotecniche dei litotipi, ed indirizzare quindi le scelte progettuali.

Da premettere che il carico limite rappresenta quel carico che, applicato alla fondazione, produce la rottura del complesso terreno-opera di fondazione e che è dipendente dalle caratteristiche fisiche e di resistenza (c , ϕ) del terreno nonché dalla geometria della fondazione (D , B).

Litologia	Profondità dello strato fondale (m da p.c.)	γ KN/m^3	ϕ' (°)	C (Kpa)
Calciari mediamente compatti	1 -4	22	35	15

Tabella 2: Valori dei parametri geomeccanici e fisici

Per il calcolo del carico limite, in fase di progettazione esecutiva e per l'esecuzione dei calcoli statici delle strutture in c.a. si utilizzeranno i suddetti parametri.

	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	

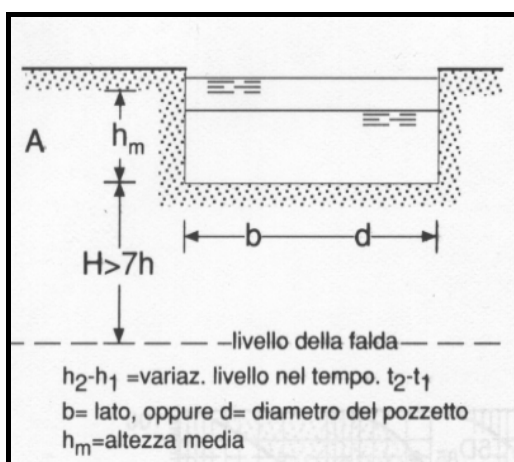
7. IDROGEOLOGIA FINALIZZATA ALLA CARATTERIZZAZIONE DELLE ROCCE INTERESSATE ALLO SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE DEPURATE NEGLI STRATI SUPERFICIALI DEL SOTTOSUOLO.

7.1 Prova di permeabilit 

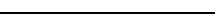
Sono state eseguite prove di permeabilit  in pozzetto superficiale a carico variabile secondo le prescrizioni AGI-Roma 1977 (Raccomandazioni e prescrizioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche), per valutare la permeabilit  dei terreni superficiali.

I n.3 pozzetti scavati mediante un escavatore leggero, hanno forma cubica 1m x 1m x 1m, e dopo la prova sono stati richiusi e ripristinati.

Dopo aver saturato il pozzetto mediante l'immissione continua di acqua tramite autobotte, e non appena lo stesso   stato colmo,   stata bloccata l'immissione e si sono misurati gli abbassamenti nel tempo.



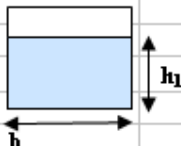

Fasi della prova di assorbimento a carico variabile

	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	

Per la valutazione del coefficiente di permeabilità si è utilizzata la seguente formula empirica:


$$K = [(h_2 - h_1) / (t_2 - t_1)] \times [1 + (2h_m/b) / (27h_m/b + 3)]$$

Nella tabella sono riportati gli abbassamenti registrati, gli intervalli di tempo relativi alle letture e i corrispondenti valori del coefficiente di permeabilità risultati dal calcolo.

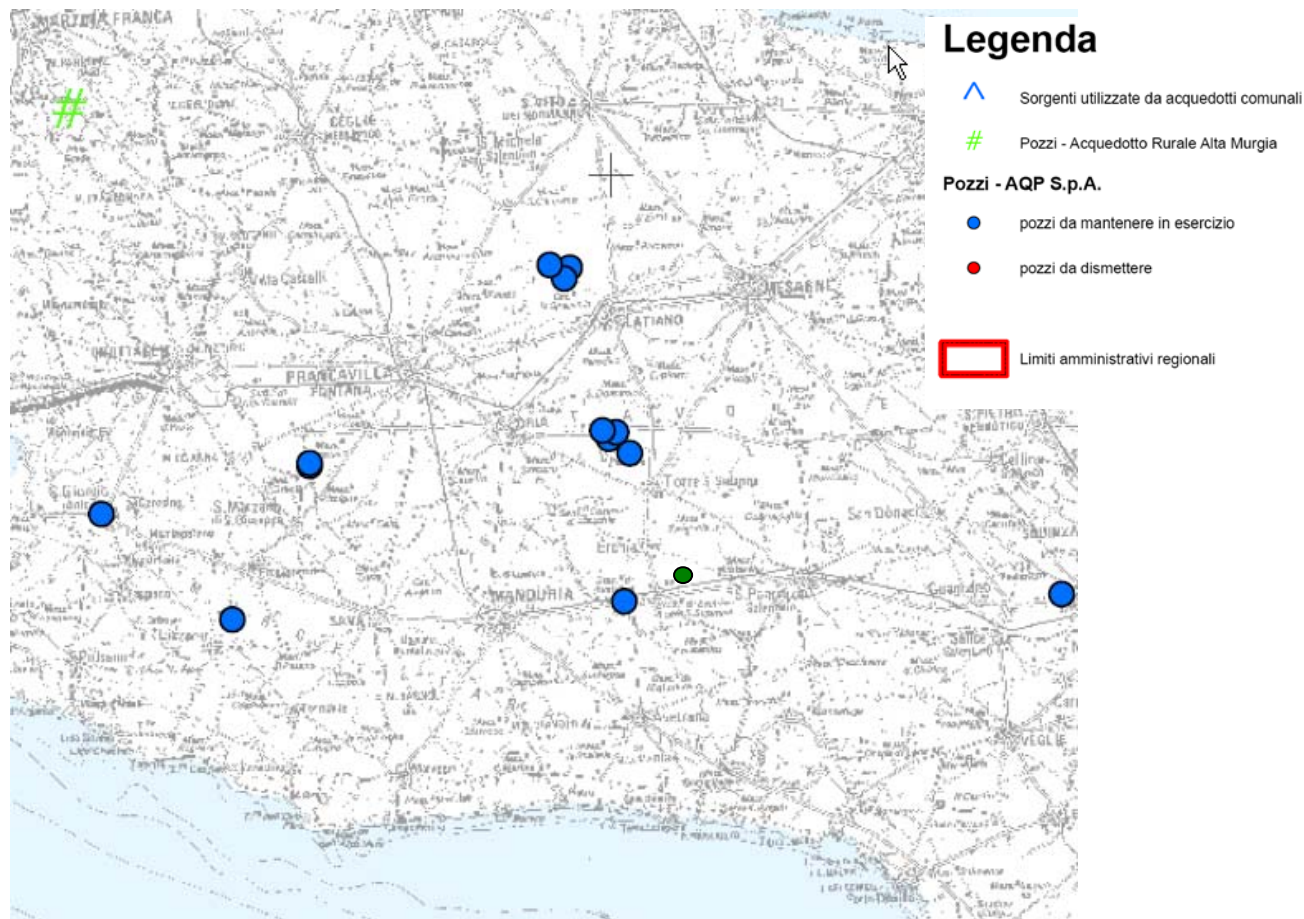
Prova di permeabilità in pozzetto superficiale eseguita a carico variabile (A.G.I. 1977)					
Responsabile:	Dott. Geol. Giuseppe MASILLO	Ditta: GESTECO SPA - Zona PIP Erchie			
Esecuzione prove:	Ditta Morleo Leonzio Erchie	Data	ago-12		
$K = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \times \left[1 + \frac{2h_m/b}{27h_m/b + 3} \right]$					
					
					
		Prova n° 1	Prova n° 2	Prova n° 2	Media
h₁ (altezza iniziale del livello dell'acqua: cm)		100	100	100	
h₂ (altezza finale del livello dell'acqua: cm)		20	32	15	22,3333333
t₂ - t₁ (tempo trascorso per il raggiungimento di h ₂ : min.)		38	45	55	46
h_m (altezza media tra h ₁ e h ₂ : cm)		60	66	57,5	61,1666667
b (lato della base del pozzetto: cm)		100	100	100	
K (coefficiente di permeabilità: cm/sec)		0,00402	0,00281	0,00299	0,00327

Si è ottenuta pertanto una Permeabilità medio-elevata

$$K = 3,27 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	

8. DISTANZA DAI POZZI LIMITROFI



Da PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE


Rif. Tav.11.2 “OPERE DI CAPTAZIONE DESTINATE AD USO POTABILE”



Impianto Gesteco S.p.A.

(Pozzo potabile piu' vicino ad oltre 3 Km)

Non risultano esserci pozzi utilizzati per scopi potabili nel raggio di 500 metri.

	RELAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA, IDRAULICA E GEOTECNICA	R3
	Progetto per la realizzazione di un impianto per il trattamento di matrici organiche con produzione di compost ed energia elettrica in Zona Industriale del Comune di Erchie (BR)	

9. CONCLUSIONI

Il presente studio è stato redatto al fine di caratterizzare il sito, ubicato nel Comune di Erchie in Zona PIP interessato dalla realizzazione di un impianto di compostaggio.

Esso è stato svolto in ottemperanza alle prescrizioni del nuovo Testo Unico “*Norme Tecniche per le costruzioni*” D.M. 14/01/2008, il quale definisce le procedure per eseguire una modellazione geologica del sito interessato da opere interagenti con i terreni e rocce.

Le indagini eseguite dallo scrivente hanno consentito di giungere alle seguenti conclusioni:

- *L’ammasso roccioso che ospiterà le strutture fondali è rappresentato da calcari di buona portanza anche se fratturati;*
- *La falda superficiale è assente;*

Le caratteristiche fisiche della roccia di fondazione , da utilizzare nei calcoli geotecnici sono le seguenti:

- peso di volume 22 kN/m³
- angolo d’attrito interno 35°
- coesione 15 kN/m²

L’ indagine REMI eseguita con Tromografo digitale “Tromino” nelle vicinanze dell’area interessata, ha permesso di classificare il sottosuolo di fondazione in esame nella categoria “A”, poiché il valore della **V_{s30}** calcolato è pari a **904,52 m/s** (tab. 3.2.II delle NTC 2008).

Non si esclude la presenza di cavita’ diffuse, tipiche della zona , eventualmente da verificare con l’ausilio di tecniche piu’ specifiche in fase di progettazione esecutiva.

- *La permeabilità calcolata per gli starti superficiali del sottosuolo è pari a $K = 3,27 \times 10^{-3}$ m/s*

Il geologo
Dott. Giuseppe MASILLO

