



STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Pasquale Lopresto
Via R. Scotellaro, 23
74018 Palagianello (TA)
tel. 0998495345

COMUNE DI MANDURIA (TA) –Località: Contrada Scapolata

"PROGETTO: IMPIANTO DI RECUPERO INERTI"

Verifica di Assoggettabilità alla V.I.A. ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.

RELAZIONE
GEOLOGICO-TECNICA,
IDROGEOLOGICA E
SISMICA

Committente:

RECUPERI ED AMBIENTE S.r.l.

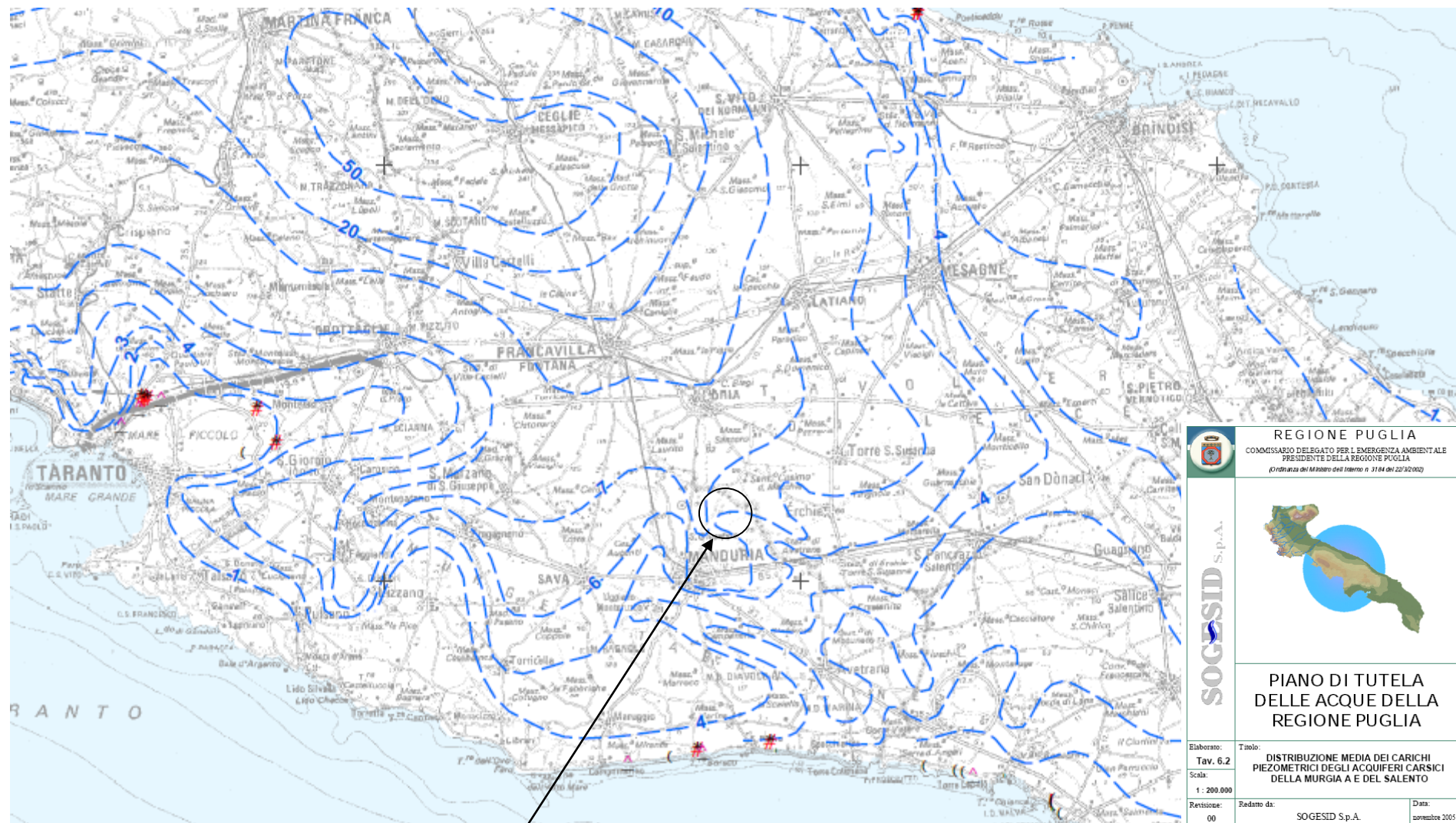
Dott. Geol. Pasquale LOPRESTO




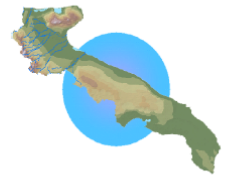
Scala:

Data:

Agosto 2011



Area dell'intervento

	REGIONE PUGLIA COMMISSARIO DELEGATO PER L'EMERGENZA AMBIENTALE PRESIDENTE DELLA REGIONE PUGLIA <small>(Circolare del Ministro dell'Interno n. 3184 del 22/12/2002)</small>		
			
SOGESID S.p.A.	PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE DELLA REGIONE PUGLIA		
	Elaborato: Tav. 6.2	Titolo: DISTRIBUZIONE MEDIA DEI CARICHI PIEZOMETRICI DEGLI ACOQUFERI CARSI DELLA MURGA A E DEL SALENTO	
	Scala: 1 : 200.000	Redatto da: SOGESID S.p.A.	Data: settembre 2005
Revisione: 00			

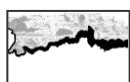
INDICE

1) Premessa	pagina 2
2) Normativa di riferimento	pagina 6
3) Ubicazione e sismicità e dell'area in esame e definizione del punto di scarico secondo il sistema U.T.M.	pagina 10
4) Inquadramento geologico	pagina 12
5) Idrogeologia ed idrologia	pagina 13
6) Note morfologiche e statiche	pagina 18
7) Geologia dell'area e costituzione del sottosuolo	pagina 19
8) Caratterizzazione geologiche, geotecniche e sismiche delle rocce interessate dalle opere in progetto	pagina 21
9) Prospezione e caratterizzazione sismica	pagina 30
10) Note climatiche	pagina 36
11) Definizione della curva di possibilità climatica	pagina 38
12) Caratteristiche di permeabilità delle rocce interessate dallo scarico e valutazione della capacità di assorbimento	pagina 41
13) Analisi del rischio idraulico, idrogeologico ed ambientale	pagina 43
15) Conclusioni	pagina 46

FIGURA

Stralcio della Carta geologica e della sezione del Foglio 203 "Brindisi"
Corografia con coordinate U.T.M. del punto di scarico
Sezione idrogeologica schematica e definizione del franco di sicurezza
Coordinate ed individuazione della pericolosità sismica del sito
Stralcio delle tavole del Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.)
Temperature medie mensili ed annue
Diagramma termopluviometrico
Carta delle isoiete della precipitazione annua media
Carta delle isoterme annue
Diagramma delle giornate ventose
Direzione dei venti dominanti (mesi e stagioni)

RISULTATI DELLE ANALISI MASW

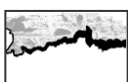


1) PREMESSA

Il presente studio fa seguito all'incarico conferito da parte della Recuperi e Ambiente S.r.l. ed ha lo scopo di definire la stratimetria e le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni interessati dal "Progetto: Impianto di recupero inerti – Verifica di Assoggettabilità alla V.I.A. ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii." in agro del territorio comunale di Manduria (TA). L'intervento consisterà principalmente nella L'intervento in parola consisterà principalmente nel recupero e riutilizzo di rifiuti inerti provenienti da attività di costruzione, demolizioni e scavi.

Per ogni eventuale chiarimento e approfondimento e per dati di dettaglio sulle opere da realizzare e sulle strutture si rimanda agli elaborati progettuali, redatti dal tecnico competente, di cui questa relazione ne costituisce parte integrante.

Ciò premesso, lo studio in oggetto viene finalizzato alla ricostruzione delle condizioni geologiche ed idrogeologiche dell'area in parola ed alla caratterizzazione dei terreni dal punto di vista geomeccanico; inoltre l'allegata cartografia permette di restituire, sotto l'aspetto geologico, quanto osservato durante i sopralluoghi. Per l'espletamento dell'incarico conferito non sono state compiute indagini profonde, in quanto la costituzione del sottosuolo è nota fundamentalmente dall'osservazione delle pareti delle cave sparse nell'area di interesse, compreso quelle in esame, dei fronti di scavi, eseguiti per l'edificazione di fabbricati e delle reti di urbanizzazione, e dalle colonne stratigrafiche dei pozzi realizzati nella zona. Allo scopo di conoscere e di caratterizzare sismicamente la successione stratigrafica esistente è stata eseguita, lungo un allineamento con direzione grosso modo ovest – est, una prospezione



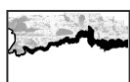
geosismica secondo la metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), per la cui ubicazione si rinvia allo stralcio planimetrico allegato alla presente.

Il settore in parola si mostra degradante principalmente verso meridione ed è caratterizzato dall'affioramento di un complesso calcarenitico-sabbioso giallastro, a vario grado di diagenesi. L'idrografica superficiale, legata alle caratteristiche dei terreni e al loro assetto ed alle condizioni climatiche, è praticamente inesistente; si fa osservare che tutta l'area appare stabile, con assenza di fenomeni di dissesto geologico ed idrogeologico.

Inoltre nel sito in parola, al fine di rispondere a quanto previsto nella normativa vigente in materia, è in corso la progettazione degli impianti di trattamento delle acque meteoriche e di dilavamento delle aree esterne scolanti impermeabilizzate, costituito dalle sezioni di grigliatura, dissabbiatura e disoleazione, per poi procedere alla loro messa in opera; a fine trattamento le acque avranno caratteristiche compatibili con l'ambiente ricettore, nel rispetto dei limiti fissati dalla tab. 4 dell'Allegato 5 al D.L.vo 152/06, e risulteranno idonee allo smaltimento per subirrigazione negli strati superficiali del suolo.

Nel piazzale sostanzialmente è previsto il transito e la sosta di automezzi che accederanno alle strutture e che usufruiranno dei servizi che verranno prestati in sito. Le destinazioni d'uso possono generare gli inquinanti elencati nella seguente tabella:

<i>Inquinante</i>	<i>Fonte</i>	<i>Riferimento Tab. 3 all. 5 del D.Lgs. 152/99 e D.Lgs. 152/2006</i>
Solidi	Usura manto stradale, veicoli	Solidi sospesi totali
Idrocarburi	Perdite di lubrificanti, carburante, fluidi anti-gelo ed idraulici	Idrocarburi totali
Terra	Aiuole	Solidi sospesi totali



La tabella 3 dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/99 e D.Lgs. 152/2006 individua per gli inquinanti su elencati come livelli massimi di emissione per lo scarico in acque superficiali i seguenti valori:

- 80 mg/l per i solidi sospesi totali;
- 5 mg/l per gli idrocarburi totali.

I valori limite per il riuso irriguo delle acque reflue trattate sono definiti nella tabella 7.3 del "Piano Direttore" e sono, per le categorie cui appartengono gli inquinanti considerati, più severi di quelli già forniti:

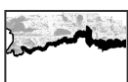
- 10 mg/l per i solidi sospesi totali;
- 0,05 mg/l per gli Oli Minerali.

Le coperture delle strutture sono impraticabili e, dunque, non contribuiscono alla produzione di carico inquinante per le acque meteoriche che dilavano da esse.

In relazione a quanto già evidenziato sugli aspetti normativi relativi alla gestione ed il controllo delle acque di prima pioggia, la progettazione ed il calcolo degli impianti di accumulo e di trattamento è stata condotta facendo riferimento alle ipotesi prima citate.

Inoltre fra le 51 sostanze elencate nella tabella 3 dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/99 e le 55 sostanze elencate nella tabella 7.3 del "Piano Direttore" della Regione Puglia gli inquinanti che, per effetto del dilavamento delle superfici, possono trovarsi nelle acque meteoriche di prima pioggia, scolanti nelle pertinenze dell'impianto in oggetto, rientrano unicamente nelle due categorie dei "Solidi Sospesi Totali" e degli "Idrocarburi Totali".

Per ciò che attiene, quindi agli obblighi di legge fissati al punto 6 dell'appendice A1 del "Piano Direttore", considerato quanto finora esposto e le indicazioni fornite più avanti per le più corrette modalità di funzionamento dei sistemi di scarico delle acque trattate, questi sono rispettati.

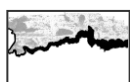


Nello specifico lo schema di trattamento delle acque meteoriche in genere e di quelle di prima pioggia generalmente è di:

- Grigliatura realizzata con l'adozione di griglie di raccolta delle acque piovane, per la rete bianca a monte della vasca, tali da garantire una luce libera fra le barre che le costituiscono non superiore ai 4÷5 cm;
- Sedimentazione realizzata in vasca grazie all'adozione di una geometria della stessa che consente una forte diminuzione dell'energia cinetica del flusso idrico e quindi l'attivarsi del processo di decantazione cercato;
- Disoleazione realizzata in vasca mediante l'installazione di un tubo di scarico di troppo pieno sagomato con un curva a 90° che pesca a circa 60 cm di profondità rispetto al massimo livello di invaso della vasca.

Le acque subiranno quindi un trattamento, costituito dalle sezioni di grigliatura, dissabbiatura e disoleazione, prima di essere smaltite per subirrigazione negli strati superficiali del suolo, mentre quelle non chiarificate ed i fanghi verranno smaltiti, dopo una adeguata decantazione di almeno 48 ore, da ditte autorizzate, in conformità con quanto stabilito dal D.Lgs. 152/1999, dal D.Lgs. 22/1997 e D.Lgs. 152/2006 e s.m.i..

Partendo da tali presupposti lo studio è finalizzato alla ricostruzione delle condizioni geologiche ed idrogeologiche dell'area in parola. Nel corso del lavoro uno speciale riferimento sarà dato alla permeabilità, elemento utile per avere un quadro, quanto più possibile preciso del potere assorbente del terreno. Al fine di ottenere un corretto inquadramento geologico è stato eseguito un rilevamento del settore in esame, esteso anche alle superfici limitrofe, oltre a ricerche e correlazioni bibliografiche e cartografiche. Nelle linee generali si può affermare che nell'area in esame il reticolo idrografico superficiale è praticamente inesistente, le acque di precipitazione meteorica, che cadono nei periodi di piovosità, tipici del clima mediterraneo, vengono



drenate dalle incisioni e depressioni e dalla viabilità esistenti. Inoltre tutto il settore appare stabile, con assenza di fenomeni di dissesto geologico ed idrogeologico.

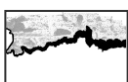
Tenuto conto del tipo di intervento previsto, il concetto di "*idoneità*", nel caso in oggetto, è piuttosto ampio, in quanto assomma in sé non solo gli aspetti geomorfologici ed idrologici, ma anche quelli relativi all'impatto ambientale; si potrà definire, pertanto, "*idoneo*" un sito quando si è in presenza di parametri ambientali e geologici favorevoli. Partendo da ciò lo studio fornisce tutte le informazioni, riguardanti il territorio impegnato dall'iniziativa sotto l'aspetto qualitativo, inoltre nel corso del lavoro uno speciale riferimento sarà dato alla permeabilità, elemento utile per avere un quadro, quanto più possibile preciso del potere assorbente del terreno.

La presente relazione è stata redatta, in conformità alle disposizioni legislative vigenti, sulla scorta di lavori eseguiti nell'area di Manduria, delle indagini geologiche e geotecniche a corredo degli elaborati progettuali e di numerose pubblicazioni di attività scientifiche. Inoltre nel corso del lavoro uno speciale riferimento sarà dato alla permeabilità, elemento utile per aver un quadro, quanto più preciso possibile del potere assorbente del terreno.

2) NORMATIVA DI RIFERIMENTO

a) Sismica

Secondo quanto contenuto nel D.M. 14/01/2008 "*Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*", le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali. I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica devono essere esposti in una specifica relazione geologica e le analisi di progetto devono essere basate su modelli



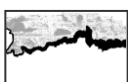
geotecnici dedotti da specifiche indagini e prove, che il progettista deve definire in base alle scelte tipologiche dell'opera o dell'intervento e alle previste modalità esecutive. Le scelte progettuali, il programma e i risultati delle indagini, la caratterizzazione e la modellazione geotecnica, unitamente ai calcoli per il dimensionamento geotecnico delle opere e alla descrizione delle fasi e modalità costruttive, devono essere illustrati in una successiva e specifica relazione geotecnica.

I risultati delle indagini geognostiche e geofisiche, i sopralluoghi diretti e la conoscenza della zona valutata dallo scrivente, hanno permesso di esaminare e definire i seguenti argomenti dell'area studiata:

- inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico,
- caratterizzazione litostratigrafica e geomeccanica dei terreni,
- caratterizzazione sismica del sito,
- eventuali prescrizioni.

Le indagini geognostiche e la presente relazione sono conformi a quanto disposto nelle normative seguenti:

- AGI Associazione Geotecnica Italiana "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" (1977);
- D.M. del 11/03/1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni ecc.";
- Circolare Ministero LL PP del 24/09/1988 n. 30483;
- D.P.R. 554/1999;
- D.P.R. 328/2001;
- O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003;
- D.M. 14/01/2008 Nuove Norme Tecniche per le costruzioni;
- Circolare LL.PP. n. 617 del 02/02/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni"".

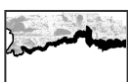


Nei riguardi dell'azione sismica le NTC 2008 hanno come obiettivo il controllo del livello di danneggiamento della struttura a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. L'azione sismica sulle costruzioni è generata dal moto non uniforme del terreno di sedime per effetto della propagazione delle onde sismiche. Il moto sismico eccita la struttura provocandone la risposta dinamica, che va verificata e controllata negli aspetti di sicurezza e di prestazioni attese. Si fa presente, per quanto riportato, che le opere in progetto, in ogni caso, dovranno essere dimensionate nell'osservanza e nel rispetto delle vigenti norme di legge per l'edilizia civile ed industriale e della normativa per la disciplina delle opere strutturali.

b) Acque meteoriche

La disciplina sulle acque meteoriche è inizialmente rappresentata dal Regolamento Regionale n° 5/1989, per ciò che riguarda gli scarichi delle fognature pluviali e scaricatori di piena, e della Legge Regionale n° 31/1995, per quanto riguarda l'Autorità competente al rilascio delle autorizzazioni degli scarichi. Nel Regolamento Regionale si definivano i corpi idrici recettori, i trattamenti a cui devono essere sottoposti tali scarichi, ed altre prescrizioni tecniche. La normativa regionale individua nelle Amministrazioni Provinciali l'autorità competente al rilascio delle autorizzazioni all'immissione diretta in mare dei rifiuti liquidi provenienti anche da fognature pluviali e allo scarico delle pubbliche fognature anche pluviali.

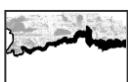
La problematica relativa allo smaltimento delle acque meteoriche, ai sensi dell'art. 39 del D.Lgs. 152/1999 come modificato dall'art. 18 del D.Lgs. 258/2000, ha vietato lo scarico o l'immissione diretta di acque meteoriche nelle acque sotterranee. Questo divieto comporta l'obbligo per i titolari dello scarico di individuare nuovi recapiti. In una regione come la Puglia, praticamente priva di corpi idrici superficiali, con esclusione delle fasce costiere e delle aree del Tavoliere e del Subappennino



Dauno, gli unici recapiti conformi alla normativa, nelle restanti aree interne della regione, sono identificabili nel suolo e nello strato superficiale del sottosuolo. Nello stesso articolo il Decreto ha demandato alla Regione la disciplina delle forme di controllo degli scarichi, delle particolari ed eventuali prescrizioni ed autorizzazioni da imporre alle immissioni, ed infine la disciplina del trattamento eventuale delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne.

Il problema in oggetto è stato affrontato dalla Regione Puglia con atti del Commissario Delegato per l'emergenza socio-ambientale. Il primo atto significativo, lo si rinviene nel Piano Direttore emanato nell'ambito delle attività connesse alla redazione del Piano di Tutela delle Acque, con Decreto n. 191 del 13/06/2002 che fissa i criteri per la disciplina delle acque meteoriche di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne. Successivamente il Commissario Delegato per l'emergenza socio-ambientale in Puglia con Decreto n. 282 del 21/11/2003 ha disciplinato il regime autorizzativo delle acque meteoriche di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne. Tale Decreto, all'art. 4, prescrive che il titolare dell'immissione delle acque meteoriche di dilavamento di cui all'art. 39, comma 1 lettera b) del D.Lgs. 152/1999 e s.m.i., riveniente da coperture, canalette, grondaie, superfici esterne di insediamenti destinati alla residenza o ai servizi, strade, piste, rampe, e piazzali sulle quali si effettua il transito, la sosta e il parcheggio di mezzi di qualsiasi tipo, nonché la movimentazione e il deposito di materiali e sostanze non pericolose, localizzate in aree sprovviste di reti fognarie separate, se dilava:

a) da superfici di raccolta inferiori a 2000 metri quadrati, è tenuto a inviare apposita comunicazione all'Autorità competente documentando le modalità di raccolta, di trattamento e di smaltimento delle acque meteoriche; l'Autorità competente, nel termine di 90 giorni potrà imporre eventuali prescrizioni;



b) da superfici di raccolta superiori a 2000 metri quadrati, è tenuto a richiedere all'Autorità competente apposita autorizzazione al fine dell'attivazione dell'immissione.

Secondo quanto riportato nella normativa regionale vigente in materia:

“Per acque di prima pioggia si intendono quelle corrispondenti per ogni evento meteorico corrispondente ad una pioggia di 5 millimetri uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in 15 minuti; i coefficienti di afflusso della rete si assumono pari ad 1 per le superfici coperte, lastricate ed impermeabilizzate, e a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici coltivate”.

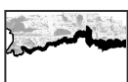
L'impianto di drenaggio delle acque piovane acquista sempre più importanza nell'economia di gestione del territorio, sia in conseguenza dell'aumento delle superfici impermeabilizzate che per una corretta gestione delle acque di scarico.

L'assoluta urgenza che assume nel nostro tempo l'emanazione da parte di diversi attori istituzionali, di una corretta Politica Ambientale e l'acquisizione di una mentalità adeguata alla sua implementazione, hanno portato il legislatore a prolungare, negli anni appena passati, una serie di norme (D.Lgs. 152/1999, 258/2000, 152/2006 e s.m.i.) che obbligano ad una corretta gestione delle acque di prima pioggia.

3) UBICAZIONE E SISMICITÀ DELL'AREA IN ESAME E DEFINIZIONE DEL PUNTO DI SCARICO SECONDO IL SISTEMA U.T.M.

L'intervento in parola è localizzato a circa tre chilometri verso nord est dell'abitato della Città di Manduria, ad una quota altimetrica prossima all'isoipsa di 74 metri sul livello del mare. Il settore in parola ricade in parte delle tavolette 203 III N.E.

“Oria” e S.E. “Manduria”, edite dall'Istituto Geografico Militare, alla scala 1:25.000, si



Città di Manduria (TA) - Località: Contrada Scapolata 10

Progetto: Impianto di recupero inerti - "Verifica di Assoggettabilità alla V.I.A. ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii." Committente: RECUPERI ED AMBIENTE S.r.l. - Relazione geologico-tecnica, idrogeologica e sismica
Dott. Pasquale Lopresto - Geologo - Via R. Scotellaro, 23 - 74018 Palagianello (TA) - ☎ 0998495345

mostra degradante principalmente verso meridione ed è caratterizzato dall'affioramento di un complesso calcarenitico-sabbioso giallastro, a vario grado di diagenesi poggiate in trasgressione sul basamento calcareo.

Le coordinate del punto di "scarico", secondo il sistema UTM, sono: 33TYE264794 (figura 2), mentre quelle caratterizzanti il sito, secondo il sistema WGS84, sono le seguenti:

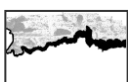
- *latitudine: 40.4337°;*
- *longitudine: 17.6685°;*

e nel sistema ED50 diventano:

- *latitudine: 40,434683°;*
- *longitudine: 17,669289°.*

Nella tavola allegata alla presente, relativa alla pericolosità sismica del sito, è riportata l'individuazione dell'area in oggetto oltre ai riferimenti cartografici ora citati.

Dal punto di vista sismico il comune in oggetto (Manduria - Codice ISTAT 2001 n° 16073012), secondo quanto riportato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 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* (Ordinanza n. 3274) pubblicata nella Gazzetta Ufficiale del 08 maggio 2003, e dal provvedimento regionale di cui alla Deliberazione della Giunta della Regione Puglia del 02 marzo 2004 n° 153 (B.U.R. N° 33 del 18 marzo 2004), ricade in area non classificata (Z4) (accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni <0,05 ed accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme tecniche) 0,05).

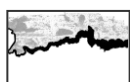


4) INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area oggetto del presente studio ricade nel quadrante sud occidentale del Foglio 203 "*Brindisi*", della carta geologica edita alla scala 1:100.000. In questa parte del territorio affiora, in aree discontinue, la piattaforma geologica carbonatica che risulta ricoperta, a luoghi, da una coltre di depositi trasgressivi di età plio-pleistocenica, di natura calcarenitico-sabbiosa, di colore giallo-rossastro, e di spessore alquanto variabile, da pochi decimetri ad alcuni metri. Dalle più antiche alle più recenti, si riconoscono le seguenti formazioni, note in letteratura geologica, con il nome di:

- ❑ *Calcarea di Altamura;*
- ❑ *Depositi plio-pleistocenici;*
- ❑ *Argille subappennine.*

Il basamento, affiorante nel sito in oggetto, è costituito da calcari e calcari dolomitici cretacei appartenenti alla Formazione del *Calcarea di Altamura*; si tratta di rocce lapidee di natura carbonatica, generalmente ben stratificate, a grana medio-fine, talora lastriformi o in banchi. La giacitura degli strati risulta in genere pressoché orizzontale, con deboli ondulazioni e ristrette fasce più intensamente fratturate, in corrispondenza delle discontinuità più importanti che, mostrando modesti spostamenti tra i loro labbri, rappresentano delle piccole faglie. Accanto a tali discontinuità ne esistono numerose altre che si presentano alquanto serrate. Talora esse sono "spalmate" o riempite da "terra rossa", che tende a scomparire con la profondità. Localmente si hanno sviluppi molto irregolari di cavità carsiche di modeste dimensioni, generalmente intasate, verso la parte più elevata, da terre rosse. In sostanza, seppure il quadro fessurativo della formazione geologica sia alquanto sviluppato e venga a combinarsi con le discontinuità di strato, il notevole "serraggio" delle fessure ed i riempimenti di materiali scarsamente permeabili, quali le terre rosse, rendono la

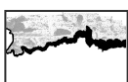


permeabilità in grande di tali terreni sensibilmente più modesta di quella che in genere compete alle formazioni calcaree. Il coefficiente di permeabilità può essere dunque considerato variabile fra 10 e 10^{-4} cm/s, con una tendenza più spiccata verso il limite inferiore.

A copertura si osservano i tipi litologici appartenenti ai *Depositi plio-pleistocenici*, corrispondenti alle unità calcarenitiche pugliesi (*Calcareniti di Gravina*) in lembi di spessore variabile, da pochi decimetri ad alcuni metri. Nelle aree di affioramento risultano formati principalmente da calcareniti, in livelli decimetrici con diverso grado di cementazione, passanti dalla consistenza pseudolitoide a poco addensate o sciolto. In superficie si riscontra spesso un banco tenace e compatto (cappellaccio), inoltre lungo la verticale si possono rinvenire variazioni granulometriche, con locale aumento della percentuale pelitica (limi ed argille), e del grado di diagenesi e di cromatismo, le rocce si possono presentare di colore variabile dal giallastro al rossastro. L'unità in parola si rinviene, a chiusura, in trasgressione sulla formazione calcarea prima descritta.

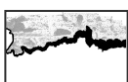
5) IDROGEOLOGIA ED IDROLOGIA

L'idrografia superficiale dell'area in parola è praticamente inesistente, per la presenza in affioramento di rocce dotate di permeabilità di grado variabile. Infatti tale situazione è legata alle particolari condizioni litologiche, con rocce di natura calcarea ricoperte da sedimenti prevalentemente psammitici, a vario grado di diagenesi, permeabili principalmente per fessurazione e carsismo, le prime, e porosità, le seconde, e morfologiche dell'area, caratterizzata da tavolati e ripiani, incisi nei calcari mesozoici, in strati o in banchi e interessati da innumerevoli discontinuità di origine tettonica, le quali, con i giunti di stratificazione, vanno a costituire una vera e propria rete di fratture



di norma intercomunicanti tra loro, in cui si esplica la circolazione idrica. Queste situazioni geostrutturali delle masse rocciose precludono la possibilità di formazione di corsi d'acqua superficiali e favoriscono l'assorbimento delle acque meteoriche, in modo particolare di quelle del semestre ottobre-marzo, quando le perdite per evaporazione ed evapotraspirazione sono minime. Solo in caso di piogge abbondanti le acque che rigurgitano e cioè che non vengono assorbite dalle rocce fessurate, si riversano nella rete di canali superficiali, naturali e/o artificiali, altrimenti asciutti, che vanno a costituire un reticolo di tipo endoreico, spesso poco definito.

Per la presenza di ampie superfici di accumulo e per le caratteristiche idrologiche del complesso calcareo-calcarenitico, prima descritto, che è dotato di potere assorbente, soprattutto negli strati superficiali, dovuto alla permeabilità per porosità (calcareniti) e fessurazione (calcari), la circolazione idrica endogena risulta piuttosto sviluppata. Si fa notare che il grado di permeabilità è legato al numero ed alle dimensioni delle discontinuità, sia primarie che secondarie, esistenti nell'ammasso roccioso ed alla carsificazione che può essere spinta in vario modo. La conoscenza della distribuzione superficiale delle rocce assorbenti offre un limitato contributo alla comprensione della circolazione idrica sotterranea perché le situazioni geologiche e carsiche, che si riscontrano in profondità, non sempre coincidono con quelle che si osservano in superficie. Infatti una caratteristica di rilevante importanza è che le acque di falda si possono rinvenire anche a notevole profondità sotto il livello del mare e confinate tra livelli rocciosi poco permeabili e più compatti alla scala dell'ammasso roccioso. Questa particolare situazione idrogeologica impone alla falda idrica una circolazione in pressione, anche con carichi idraulici elevati. Altro fattore determinante agli effetti della circolazione idrica sotterranea è rappresentato dalla terra rossa, inclusa nelle cavità carsiche e nelle fessurazioni della roccia, che ne riduce il grado di permeabilità. Solo in presenza di rocce ampiamente carsificate e fessurate, non



interessate da riempimenti di terra rossa, il carico idraulico della falda acquifera tende a ridursi notevolmente e a portarsi al valore del livello del mare. In questo caso la falda acquifera può rinvenirsi a pelo libero e risentire degli effetti di una falda circolante in equilibrio sulle acque marine di invasione continentale.

La falda circolante nell'acquifero in parola ha come superficie di fondo il contatto tra acque dolci, dotate di minore densità, ed acque salate di invasione continentale, costituente una fascia di acque salmastre definenti una zona di transizione, corre in direzione della costa con una cadente piezometrica dell'ordine del 2 per mille. Essa si viene a trovare, secondo quanto riportato nel Piano di Tutela delle Acque, nella tavola 6.2 "*distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento*" relativa all'andamento della superficie piezometrica della falda, in prossimità dell'isofreatica di 6 metri sul livello del mare (vedasi stralcio allegato grafico). Poiché la quota topografica dell'area in esame è corrispondente all'isoipsa di 74 metri sul livello del mare, la profondità di rinvenimento della falda si viene a trovare, rispetto al piano su cui saranno realizzate le opere di smaltimento delle acque di dilavamento, ad una distanza prossima ai 68 metri dal piano di campagna, misura che costituisce il "franco di sicurezza". Si può quindi affermare che la falda idrica profonda o carsica risulta geologicamente "protetta", poiché circola, in pressione, a notevole profondità dal piano di campagna.

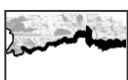
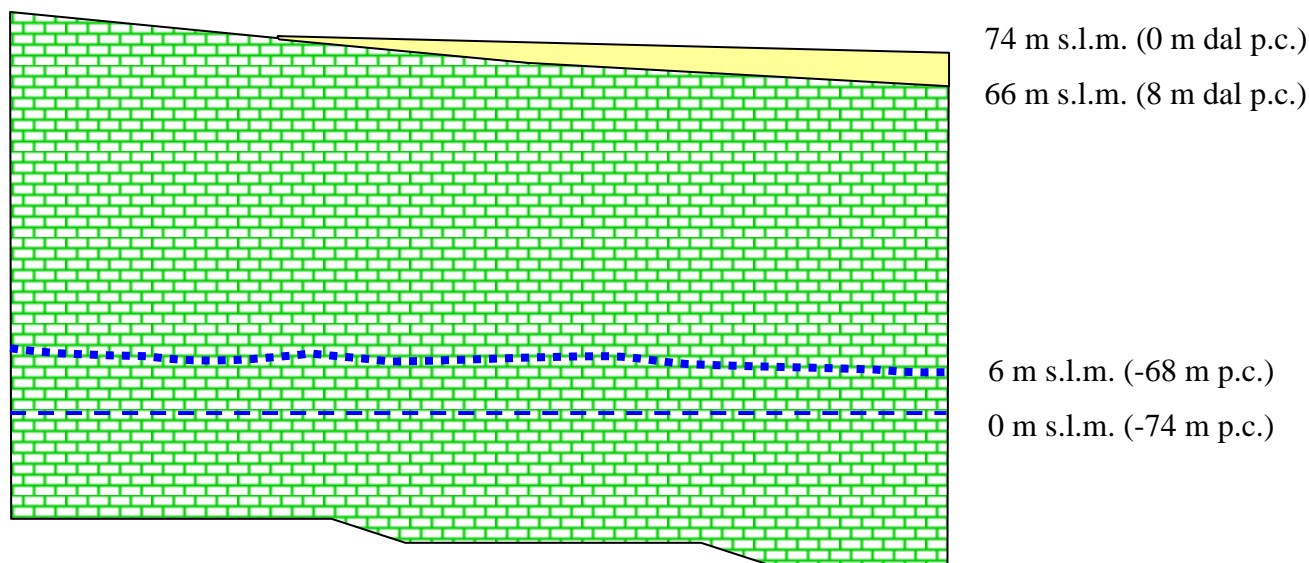






figura 3)

SEZIONE IDROGEOLOGICA SCHEMATICA
CON DEFINIZIONE DEL FRANCO DI SICUREZZA



Legenda

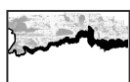
-  Calcareniti giallastre a vario grado di diagenesi
-  Calcari biancastri stratificati, fratturati e variamente carsificati
-  Livello del mare
-  Livello piezometrico della falda (circa 6 sul livello del mare e 68 metri dal piano di campagna)

La morfologia della superficie piezometrica consente di individuare per l'area in esame un deflusso diretto principalmente verso meridione e una quota piezometrica posta a circa 6 metri sul livello del mare.

Attraverso la formula di Ghyben e Herzberg:

$$H_I = \left[\frac{\rho_F}{\rho_m} - \rho_F \right] H_p$$

H_I = Spessore dell'interfaccia dal livello del mare.
 ρ_F = Densità media dell'acqua dolce (0-30) g/l = 0.976
 ρ_m = Densità dell'acqua di mare = 1.027
 H_p = Altezza carico idrostatico sopra il livello del mare = 6 m



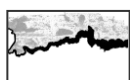
e partendo da informazioni ottenute dai proprietari dei pozzi di emungimento presenti nell'area, possiamo valutare approssimativamente lo spessore totale della lente presente nella zona a salinità compresa tra 0-30 g/l. Dai calcoli effettuati tale spessore è pari a 115 m, mentre la profondità sino la quale si spinge la lente di acque salmastre è di -189 m dal piano di campagna.

In merito alle condizioni idrogeologiche dei terreni è stato possibile verificare, anche tramite prove dirette di assorbimento, che:

- i tipi litologici appartenenti alla Formazione del *Calcere di Altamura*, per le discontinuità che la caratterizzano, presentano un grado di permeabilità variabile tra 10 e 10^{-4} cm/s;
- le rocce calcarenitico-sabbiose, per la porosità di cui sono dotate, mostrano valori della permeabilità compresi tra 10^{-2} e 10^{-4} cm/s.

I suddetti valori possono ridursi quando in superficie si rinviene, a seconda del tipo di roccia, un lastrone molto compatto e cementato ("cappellaccio"), per le calcareniti, o livelli o lenti di "terra rossa", per i calcari, si tratta di suoli residuali legati agli effetti del carsismo, a granulometria fine, pelitica, lo stesso dicasi per le calcareniti in presenza di percentuali elevate di limi.

Si riporta, di seguito, una tabella riassuntiva delle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche, tipo e grado di permeabilità, e sul ruolo strutturale dei tipi litologici affioranti

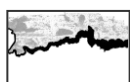


Colonna Stratigrafica	Litotipi prevalenti	Età	Permeabilità		Ruolo idrostrutturale	
			Tipo	Grado		
	Sabbie con ciottoli e limi	Olocene	per porosità di interstizi	Poco permeabile	Acquicludo	
	Conglomerato poligenico a matrice sabbiosa	Pleistocene Medio-Inferiore		Mediamente permeabile		
	Limi organici con noduli calcigni			Pleistocene inferiore		Da poco permeabile a Impermeabile
	Sabbie fini rossastre con ciottoli	Da poco a mediamente permeabile				Acquifero superiore
	Calcareniti con interstrati sabbiosi fini giallastre	Pleistocene inferiore		Impermeabile		Acquicludo
	Limi argillosi e argille limose grigio-azzurre			Pleistocene Inferiore Pliocene Superiore		Poco permeabile a mediamente permeabile
	Calcareniti bioclastiche bianco giallastre	Cretaceo Superiore	per porosità interstiziale e per fessurazione		Acquifero profondo inferiore	
	Calcarei micritici a luoghi dolomitici		per fessurazione e carsismo			

Serie idrogeologica delle unità

6) NOTE MORFOLOGICHE E STATICHE

Il settore indagato appartiene ad una superficie subpianeggiante, ricadente lungo un versante degradante verso meridione, con basso valore dell'angolo della pendenza, interessato da pratiche estrattive. Nel territorio in parola sono infatti molto diffuse cave, molte ormai dismesse da tempo, come quelle interessate dall'intervento in oggetto, per l'estrazione delle calcareniti sia sciolte che in conci. La situazione dei luoghi è in accordo con la struttura geologica, in precedenza descritta, inoltre la morfologia risulta regolare, senza indizi di movimenti di masse in atto o in preparazione; nel complesso le aree e le pareti di cava risultano ben salde e stabili e per nulla



predisposte a fenomeni di dissesto. Si può quindi affermare l'idoneità del sito alla realizzazione delle opere in progetto in quanto "*stabile per posizione*".

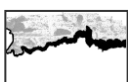
Si mette in evidenza che, per il particolare tipo di intervento in progetto, non sono previsti grandi movimenti di terra oltre agli scavi in cui realizzare delle opere fondali delle

, inoltre i lavori non costituiscono pregiudizio alla stabilità del sito, in quanto le strutture in progetto non saranno tali da trasmettere al suolo ed al sottosuolo sollecitazioni tali da sovraccaricare i terreni, con valori che possano turbare lo stato di equilibrio delle masse.

Si fa inoltre presente che le opere in progetto verranno eseguite in modo da non variare il naturale deflusso delle acque, che vengono captate dalle naturali linee di deflusso, che provvedono ad un loro rapido allontanamento, ne tanto meno turberanno l'andamento della falda, in quanto questa è rilevabile a quote molto più profonde rispetto al piano di campagna (circa 68 metri).

7) GEOLOGIA DELL'AREA E COSTITUZIONE DEL SOTTOSUOLO

Il settore indagato presenta caratteri strutturali simili a quelli prima citati. Dall'osservazione delle sezioni naturali prossime all'area dell'intervento e dalle informazioni assunte sulle stratigrafie dei pozzi per acqua scavati nella zona, si può affermare che le opere fondali andranno ad interessare i tipi litologici appartenenti al complesso calcarenitico sabbioso giallastro, variamente cementato, poggiate, approssimativamente ad otto metri di profondità dal piano di campagna, sul bedrock calcareo mesozoico. I termini in parola, appartenenti ai "tufi" pugliesi, sono, in linea di massima, dei buoni terreni di fondazione, in quanto si tratta di rocce pseudolitoidi di



media resistenza, tali da fornire a fondazioni superficiali una capacità portante largamente sufficiente. L'esistenza della degradazione carsica permette la supposizione di una suddivisione in diverse situazioni geotecniche:

1. roccia fortemente degradata in sabbia o in terra rossa, allentata, che si confonde con il terreno agrario superficiale;
2. roccia degradata in sabbia o con abbondante terra rossa o molto carciata;
3. roccia compatta poco alterata, con scarsa terra rossa.

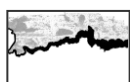
L'osservazione delle pareti di scavi e dei materiali estratti fanno supporre che le calcareniti giallastre che saranno interessate dai lavori ricadano ai punti 2 e 3 della ora citata ripartizione.

Di seguito si descrivono le caratteristiche litologiche dei terreni rinvenuti:

“Si è in presenza di calcareniti per lo più massicce (con irregolari accenni di stratificazione), aventi granulometria e valore di cementazione alquanto variabile, da luogo a luogo, a seconda del grado di diagenesi.

Le particelle minute che costituiscono queste calcareniti hanno dimensioni medie, dell'ordine di qualche millimetro, sono di natura calcarea e di derivazione litoclastica e/o bioclastica. Anche il cemento che lega le particelle è calcareo e di norma di origine chimica. Queste rocce, nel complesso tenere, porose e mediamente durevoli, rappresentano, sotto il profilo tecnico, i ben noti tufi calcarei pugliesi; si lasciano tagliare e ridurre piuttosto facilmente, a mano o a macchina, in conci ben squadrati, per essere posti in opera nelle murature e lo loro parte di sfrido (detta tufina) può essere impiegata nella preparazione delle malte. Va notato che i sedimenti in parola, anche se induriscono all'aria, esposti all'azione prolungata degli agenti esterni, possono alquanto disgregarsi in superficie in varia misura.

I valori di resistenza meccanica di queste calcareniti, sia nella loro sede naturale che al di fuori di essa, sono più che discreti; nel corso dei lavori saranno interessate dalla realizzazione delle opere fondali delle strutture in progetto”.

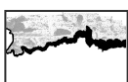


8) CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE SULLE ROCCE INTERESSATE DALLE OPERE IN PROGETTO

Il settore indagato presenta caratteri strutturali corrispondenti a quelli prima citati. Superficialmente, a luoghi, si rinvengono, ricoperti dal terreno agrario derivante dai processi di alterazione e pedogenizzazione delle rocce in posto, localmente di uno spessore esiguo inferiore ad un metro, rilevato negli scavi effettuati nel sito, i termini litologici appartenenti alla Formazione delle *Calcareniti di Gravina* giacenti in trasgressione sul bedrock calcareo, indicativamente alla profondità di circa otto metri dal piano di campagna. Tenendo presente che le opere fondali dell'intervento in progetto faranno affidamento su un substrato affidabile, si presentano, di seguito, le caratteristiche chimico-fisiche, meccaniche e petrografiche dei tipi litologici appartenenti al complesso calcarenitico giallastro a vario grado di diagenesi, che costituirà il banco di appoggio delle fondazioni. Le rocce in oggetto presentano caratteristiche chimico-fisiche, meccaniche e petrografiche simili a quelle dei tufi calcarei delle cave in via di coltivazione nell'area in esame ed appartenenti allo stesso ambiente geologico; di queste se ne illustreranno i tratti salienti.

a) *Caratteri sedimentologico-petrografici e chimici*

Le calcareniti o "tufi calcarei", al microscopio, si rivelano delle biocalcareniti a grana da grossolana a media, con granuli rappresentati da bioclasti quali frammenti di Alghe calcaree, Briozoi, Foraminiferi bentonici, radioli e placche dermali di Echini e frammenti di macrofossili, e clasti litici. La tessitura è granulo-sostenuta, con cemento sparifico; generalmente scarsa risulta la matrice siltosa, di natura calcarea. La porosità della roccia è legata sia alle cavità intergranulari che a quelle intragranulari. La composizione è quasi totalmente carbonatica.



Città di Manduria (TA) - Località: Contrada Scapolata 21

Progetto: Impianto di recupero inerti - "Verifica di Assoggettabilità alla V.I.A. ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii." Committente: RECUPERI ED AMBIENTE S.r.l. - Relazione geologico-tecnica, idrogeologica e sismica
Dott. Pasquale Lopresto - Geologo - Via R. Scotellaro, 23 - 74018 Palagianello (TA) - ☎ 0998495345

b) Parametri fisico-meccanici

I valori di resistenza meccanica di queste calcareniti, da quanto riportato in letteratura geologica e geotecnica, sia nella loro sede naturale che al di fuori di essa, sono più che discreti, in particolare la compattezza (= 0,68), la resistenza a compressione, variabile da 15 a 30 kg/cm², a seconda del grado di cementazione (con abbattimento dei valori fino al 40% nel caso di provini saturi), e la coesione, variabile tra 1,5 e 5 kg/cm², a seconda del grado di diagenesi della roccia.

La tabella che segue evidenzia i valori dei principali parametri fisico-meccanici alla scala del campione ed i relativi campi di variabilità:

$$\gamma_d = 1,58-1,72 \text{ g/cm}^3 \text{ (peso di volume secco)}$$

$$\gamma_u = 1,80-2,05 \text{ g/cm}^3 \text{ (peso di volume allo stato saturo)}$$

$$\gamma_s = 2,70-2,72 \text{ g/cm}^3 \text{ (peso specifico reale)}$$

$$\sigma_c = 16-37 \text{ kg/cm}^2 \text{ (resistenza a compressione)}$$

$$\sigma_t = 3 \text{ kg/cm}^2 \text{ (resistenza a trazione)}$$

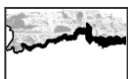
$$\phi = 35^\circ \text{ (angolo di attrito)}$$

$$c = 1,5-5 \text{ kg/cm}^2 \text{ (coesione)}$$

$$E_s = 1.200-6.800 \text{ kg/cm}^2 \text{ (modulo di elasticità statico)}.$$

Per quanto riguarda le caratteristiche di permeabilità, nella zona in esame le calcareniti presentano permeabilità per porosità e in subordine per fessurazione.

Sulla base di numerosi dati reperibili in bibliografia e dei risultati di alcune prove di assorbimento a carico variabile eseguite nell'ambito degli affioramenti delle Calcareniti di Gravina in aree limitrofe a quella in esame, è possibile affermare che si tratta di rocce dotate di buona conducibilità idraulica, con valori del coefficiente di permeabilità dell'ordine di 10⁻³ cm/sec".



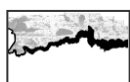
Scendendo in dettaglio, soprattutto dal punto di vista geotecnico, le rocce in parola si mostrano nel complesso tenere, porose e mediamente durevoli. Inoltre queste ultime sono in linea di massima dei buoni terreni di fondazione, in quanto si tratta di rocce pseudolitoidi dotate di media resistenza meccanica, tali da fornire a fondazioni superficiali una capacità portante largamente sufficiente, come provato dalla stabilità delle pareti di scavo, presenti nell'area dell'intervento, che si mostrano verticali e con assenza di superfici di discontinuità.

Sulla base dei risultati di prove di laboratorio eseguite su campioni prelevati in aree limitrofe a quella in esame, si riportano i seguenti valori dei parametri fisico – meccanici più significativi:

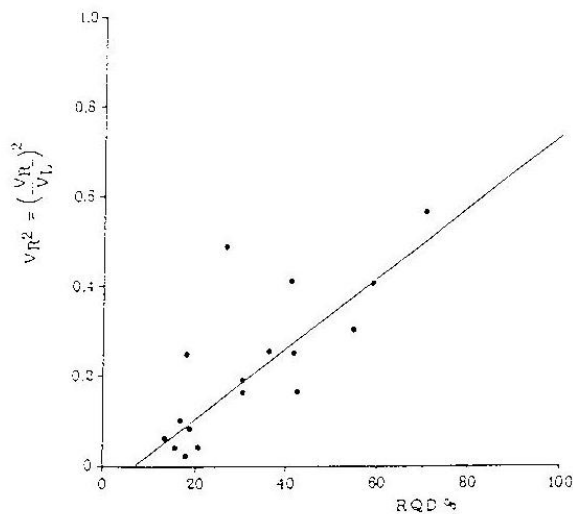
Peso di volume medio	1.5 g/cm ³
Porosità minima	33%
Tensione di rottura per compressione monoassiale (valore medio)	25 kg/cm ²
Modulo di deformazione (valore medio)	2.9 kg/cm ²
Permeabilità per porosità	$9.3 \cdot 10^{-3} < K < 1.3 \cdot 10^{-3}$

Valori di letteratura riferiti ai parametri fisico-chimici delle Calcareniti di Gravina

Per la caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso possono utilizzarsi alcune correlazioni semi-empiriche tra la velocità di propagazione delle onde elastiche ed i principali parametri geomeccanici: densità, modulo di Poisson, moduli elastici, RQD (Rock Qualità Designation). Relativamente a quest'ultimo parametro, rappresentante il recupero percentuale di carotaggio tenuto conto dei singoli spezzoni di carota aventi lunghezza superiore a 10 centimetri, F. Zezza (Caratterizzazione in sito delle rocce carbonatiche in aree carsiche e paracarsiche mediante il metodo sismico a rifrazione – Milano, 25 maggio 1978) correla il rapporto di velocità VR e l'indice RQD



determinato su campioni di sondaggio meccanici eseguiti nelle stesse zone ove sono state effettuate le misure di velocità nelle rocce carsificate:

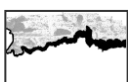


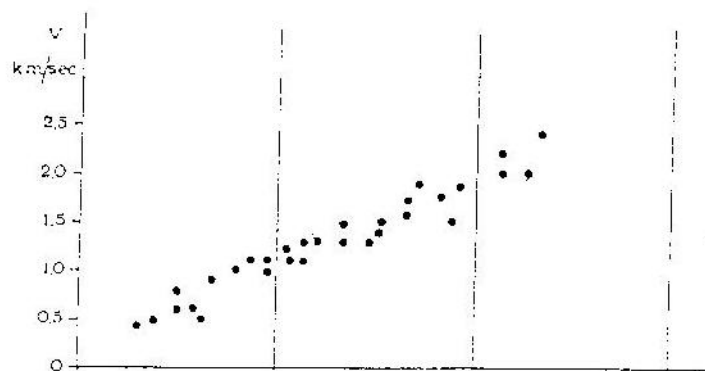
TAV. 1 – Correlazione tra VR e RQD nelle zone carsificate della Puglia (da F. ZEZZA 1976, mod.)

Relativamente alle calcareniti quaternarie F. Zezza ha registrato tre distinti campi di velocità sismiche:

- Calcareniti tenaci: 2,0-2,4 km/s;
- Calcareniti mediamente cementate: 1,0-2,0 km/s;
- Calcareniti poco cementate: 0,4-1,0 km/s.

La figura seguente mostra la relazione media osservata dall'autore nelle calcareniti pugliesi tra velocità delle onde elastiche e caratteristiche fisico-meccaniche.





densità reale	260-270 g/cm ³	2,69-2,74	270-294 g/cm ³
densità apparente	1,30-1,52	1,40-1,67	1,85-2,35
grado di compattezza	0,48-0,57	0,51-0,6	0,58-0,85
coefficiente di porosità	0,42-0,51 %	0,38-0,44 %	0,14-0,33 %
resistenza a compressione	11-13 kg/cm ²	13-25 kg/cm ²	76-300 kg/cm ²

Sulla base di quanto sopra e dei risultati delle prove di laboratorio eseguite anche in occasione di altri lavori, alle calcareniti condizionanti i luoghi in esame possono attribuirsi i seguenti parametri geomeccanici:

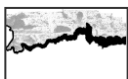
- Velocità onde longitudinali: 1.000÷1.700 m/s;
- Modulo di Poisson: 0,25-0,35;
- Modulo di Young: 28.000÷38.000 kg/cm²;
- Modulo elastico statico: 2.800÷3.800 kg/cm²;
- RQD: 25%÷35%;
- Resistenza a compressione: 20÷70 kg/cm²;
- Peso di volume: 1,3÷1,5 g/cm³;

che consentono di classificare le calcareniti come mediamente cementate.

Per la caratterizzazione geotecnica dell'ammasso roccioso condizionante i luoghi in questione è stato utilizzato il sistema di classificazione di Bieniawski che permette una valutazione quali-quantitativa delle caratteristiche dell'ammasso.

Questo sistema di classificazione tiene conto di cinque parametri caratteristici:

- Resistenza a compressione uniaassiale della roccia intatta;
- Indice RQD;
- Condizione dei giunti (scabrezza, alterazioni delle pareti, apertura, materiale di riempimento);



Città di Manduria (TA) - Località: Contrada Scapolata 25

Progetto: Impianto di recupero inerti - "Verifica di Assoggettività alla V.I.A. ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii." Committente: RECUPERI ED AMBIENTE S.r.l. - Relazione geologico-tecnica, idrogeologica e sismica
Dott. Pasquale Lopresto - Geologo - Via R. Scotellaro, 23 - 74018 Palagianello (TA) - ☎ 0998495345

- Spaziatura dei giunti;
- Condizioni idrauliche (afflusso di acqua, pressione interstiziale).

Ciascun parametro viene valutato in modo quantitativo e a ciascuno di essi è assegnato un indice parziale, come indicato nell'allegata Tabella 1.

PARAMETRI		CAMPO VALORI							
1	Resistenza roccia intatta	Carico puntuale	>80 kg/cmq	40-80 kg/cmq	20-40 kg/cmq	10-20kg/cmq	Non applicabile		
		Compressione uniassiale	>2000 kg/cmq	1000-2000 kg/cmq	500-1000 kg/cmq	250-500 kg/cmq	100-250 kg/cmq	30-100 kg/cmq	10-30 kg/cmq
INDICE			15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	<25%		
	INDICE		20	17	13	8	3		
3	SPAZIATURA GIUNTI		>3 m	1-3 m	0,3-1 m	50-300 mm	<50 mm		
	INDICE		30	25	20	10	5		
4	CONDIZIONE GIUNTI		Superfici molto scabre non continue Pareti roccia dura	Superfici scabre Apertura <1 mm Pareti roccia dura	Superfici scabre Apertura >1 mm Pareti roccia dura	Superfici lisce o laminate o riempimento <5mm o apertura 1-5 mm giunti continui	Riempimento tenero spessore >5 mm o giunti aperti >5 mm giunti continui		
	INDICE		25	20	12	6	0		
5	Condizioni idrauliche	Afflusso per 10 m lungh. tunnel	Assente		<25 l/min	25/125 l/min	>125 l/min		
		Rapp. pressione acqua nei giunti soll. nat. in situ	0		0-0,2	0,2-0,5	>0,5		
		Condizioni generali	Completamente asciutto		Solo umidità	Acqua in debole pressione	Severi problemi idraulici		
INDICE		10		7	4	0			

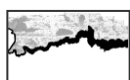
Tabella 1 - Valore dei parametri relativi alla classificazione di Bieniawski

La resistenza a compressione uniassiale può assumersi pari a 25 kg/cm², valore più frequente riscontrato per le calcareniti in oggetto. A tale valore della resistenza della roccia intatta corrisponde, nella classificazione di Bieniawski, un indice pari a 0.

Il valore dell'RQD, come visto precedentemente, può assumersi pari a 0,35; a tale valore compete un indice 8.

Per quanto riguarda la spaziatura e le condizioni dei giunti, dall'analisi strutturale eseguita lungo le pareti di cave esistenti in zona, è risultato che la prima può essere stimata in 50-300 mm, mentre la seconda è caratterizzata da riempimento tenero, spessore maggiore di 5 mm e/o giunti aperti maggiori di 5 mm, pareti della roccia dura.

Al primo parametro può essere assegnato il valore di 10 ed al secondo il valore di 5.



Alle condizioni idrauliche si può assegnare l'indice 10, corrispondente alla condizione "completamente asciutto" poiché non sussistono le condizioni idrogeologiche perché sia presente l'acqua.

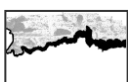
Pertanto, riepilogando i valori dei parametri relativi alla classificazione di Bieniawski, si è ottenuto:

• Resistenza a compressione uniassiale roccia intatta	punti 0
• Indice RQD	punti 8
• Spaziatura giunti	punti 10
• Condizioni giunti	punti 5
• Condizioni idrauliche	punti 10
	Totale punti 33

La somma degli indici parziali relativi ai singoli parametri analizzati fornisce l'indice complessivo, o indice RMR, dell'ammasso roccioso.

In base al valore di tale indice, l'ammasso roccioso viene suddiviso in 5 classi come indicato nell'allegata 2. Per ciascuna classe viene riportata una stima, di larga massima, dei parametri di resistenza globale dell'ammasso roccioso.

Poiché nel caso in esame $RMR = 33$, l'unità geomeccanica può essere collocata nella classe IV, "scadente", cui compete una coesione $c = 1-1,5 \text{ kg/cm}^2$ ed un angolo di attrito interno $\phi = 30^\circ-35^\circ$.



N=Σni	0-25	25-50	50-70	70-90	90-100
CLASSE	V	IV	III	II	I
QUALITA' DELL'AMMASSO	molto scadente	scadente	discreta	buona	ottima
c (kg/cmq)	<1	1-1,5	1,5-2,0	2,0-3,0	>3
φ	<30°	30-35°	35-40°	40-45°	>45°
GIUDIZIO SULLE DIFFICOLTA' DI SCAVO	nessuna difficoltà	può essere cavato facilmente Frammentazione notevole	discreta difficoltà	si scava con difficoltà. Frammenti di notevoli dimensioni	notevoli difficoltà di scavo
T	10 minuti	5 ore	1 settimana	6 mesi	10 anni
L (m)	0,5	1,5	2	4	5

Tabella 2 - Classificazione dell'ammasso roccioso secondo Bieniawski

Volendo riassumere dal valore di RMR_b , pari nel nostro caso a 33, si derivano i parametri caratteristici dell'ammasso, che secondo Bieniawski assumono il valore:

coesione in termini di tensioni efficaci: $c' = 5 RMR_b = 5 * 33 = 165 \text{ kPa}$

angolo di attrito in termini di tensioni efficaci: $\phi' = 0,5 * RMR_b + 5 = 21^\circ$

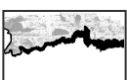
modulo di deformazione: $E_d = 2 * RMR_b - 100$ (Bieniawski - 1978)

La formula di E_d è però da considerare valida per valori di RMR superiori di 50, mentre per valori inferiori si utilizza la formula di Serafim e Pereira (1983): $E_d = 10^{(RMR_b - 10)/40}$, per cui, utilizzando la seconda espressione, si ottiene: $E_d = 3,76 \text{ GPa}$.

Coefficiente di reazione verticale

Riguardo al valore del coefficiente di reazione verticale (il coefficiente di reazione k , secondo il modello alla Winkler, non è una caratteristica del terreno: il suo valore dipende, oltre che dalla deformabilità del terreno, anche dalla geometria della fondazione e dall'entità dei carichi applicati), da assumere ai fini del dimensionamento geotecnico delle opere di fondazione si può far riferimento ai seguenti valori:

$$\text{costante di Winkler } k \qquad 3 \div 6 \text{ daN/cm}^3.$$



Potenziale di liquefazione

Come riportato nel par. 7.11.3.4.2 del D.M. 14/01/2008 la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- 2) accelerazioni massime attese al piano di campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
- 3) profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano di campagna, per piano di campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 4) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$, dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa, e qc_{1N} è il valore della resistenza, determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 5) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1 (a), nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1 (b), nel caso di terreni con coefficienti di uniformità $U_c > 3,5$.

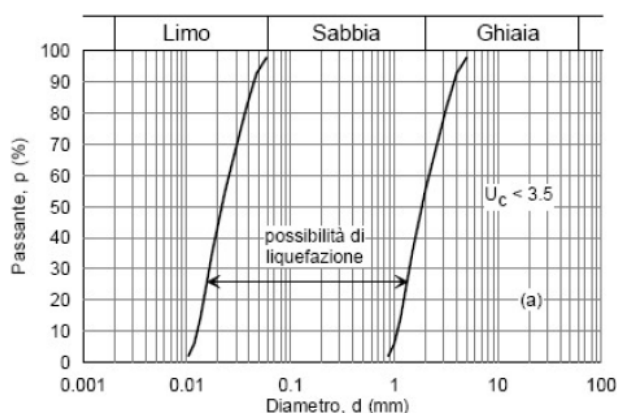


Figura 7.11.1(a) DM 14-01-2008

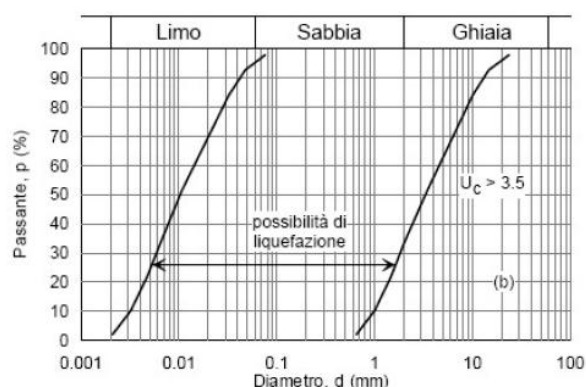
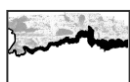


Figura 7.11.1(b) DM 14-01-2008



Nel caso specifico è possibile affermare che la situazione oggetto di studio rientra nelle circostanze per le quali le verifiche a liquefazione possono essere omesse.

9) PROSPEZIONE E CARATTERIZZAZIONE SISMICA

❖ Descrizione della campagna d'indagine

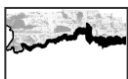
Le prospezioni sismiche a rifrazione sono tra le indagini geofisiche più diffuse ed utilizzate, grazie all'elevato contenuto di informazioni che possono fornire sul sottosuolo, in alternativa o ad integrazione dei classici metodi di indagine diretta (perforazioni di sondaggio). Il metodo consiste nel generare onde elastiche longitudinali, in un punto del terreno, e di rilevarne il loro arrivo in altri punti per poter ricostruire, attraverso lo studio dei percorsi e delle velocità, la disposizione geometrica dei litotipi presenti al di sotto della sezione indagata.

La prospezione geosismica è stata eseguita utilizzando la metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), avente il fine di conoscere l'andamento dei terreni nel suolo e sottosuolo e caratterizzare sismicamente la successione stratigrafica esistente.

❖ Acquisizione dati sismici

Per l'esecuzione delle indagini in oggetto è stato impiegato il seguente apparato di acquisizione:

- Sismografo a 12 canali - modello Dolang DBS270
- N° 12 geofoni PE-3 S da 4,5 Hz
- Cavo geofonico da 12 Geofoni;
- Attrezzatura per l'energizzazione in superficie costituito da una massa battente;



- Computer portatile.

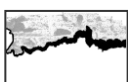
❖ Acquisizione ed elaborazione dati

I dati acquisiti sono stati elaborati utilizzando il programma specifico per la MASW, ideato e prodotto dall'Ingegnere Vitantonio Roma.

❖ Classificazione sismica

Le indagini geofisiche, consistenti in prospezioni sismiche a rifrazione e geoelettriche del tipo dipolo-dipolo, eseguite su rocce appartenenti alla stessa formazione geologica hanno evidenziato che i calcari manifestano una velocità V_p variabile tra 1.000 e 3.000 metri al secondo, mentre le calcareniti fanno rilevare valori compresi tra 1.000 e 1700 m/s. È evidente che la differente velocità delle onde sismiche riscontrata, non denota variazioni nella litologia, in quanto il sottosuolo è esclusivamente calcareo o calcarenitico, bensì rispettivamente del suo grado di fratturazione o diagenesi.

Per quanto riguarda gli aspetti sismici caratterizzanti la successione stratigrafica in parola, secondo quanto emerso dalle indagini eseguite e secondo quanto riportato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 (Ordinanza n. 3274) relativamente al punto 3. azione sismica, 3.1 Categorie di suolo di fondazione, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, che definisce le categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni), la successione delle rocce rinvenute, caratterizzata dal valore della V_{s30} di 880 metri al secondo, riscontrato dalla prova MASW, può essere classificata, secondo l'applicazione della normativa del D.M. 14 gennaio 2008, come appartenente al primo gruppo, precisamente:



“A. Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 metri.”

Una volta assegnata la classe di riferimento del suolo oggetto di studio, si possono definire, secondo gli schemi seguenti, i parametri per le espressioni dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali (Tabella 3), che verticali (Tabella 4).

Tabella 3

Categoria del suolo	S	T_B	T_C	T_D
A	1,0	0,15	0,40	2,0
B, C, E	1,25	0,15	0,50	2,0
D	1,35	0,20	0,80	2,0

Tabella 4

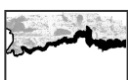
Categoria del suolo	S	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05	0,15	1,0

Le ultime considerazioni sono in merito ai valori dello spostamento e delle velocità orizzontali massime del suolo (d_g) e (v_g) che derivano dalle seguenti espressioni:

$$d_g = 0,025 * S * T_C * T_D * a_g =$$

$$v_g = 0,16 * S * T_C * a_g =$$

Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{S30} > 800$ m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Infatti, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 2008, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, questo sarà sempre compreso tra 4 punti



della griglia di accelerazioni Allegato B – NTC 2008), tramite media pesata utilizzando la formula

$$p = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{P_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i}}$$

in cui :

p = valore parametro di interesse nel punto in esame;

P_i = valore parametro di interesse nell' i -simo punto della maglia elementare contenete il punto in esame;

d_i = distanza del punto in esame dall' i -simo punto della maglia suddetta.

Si otterranno così i parametri spettrali P (a_g , F_o , T_c^*), con:

a_g = accelerazione massima al sito;

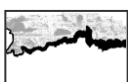
F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri, vedasi allegato, descrivono i caratteri del moto sismico orizzontale del sito di riferimento rigido le cui grandezze definiscono le forme spettrali relative alla particolare PVR.

Dall'elaborazione si ottengono i valori dei parametri caratteristici per il calcolo delle azioni sismiche, relativi all'area di verifica, riferiti al suolo di categoria A, di seguito indicati:

Parametri sismici determinati con l'utilizzo dei programmi Spettri di risposta ver. 1.0.3



Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,018	2,355	0,190
50	0,024	2,336	0,252
72	0,028	2,333	0,315
101	0,032	2,430	0,339
140	0,036	2,500	0,359
201	0,040	2,565	0,385
475	0,051	2,710	0,445
975	0,060	2,889	0,467
2475	0,073	3,093	0,520

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	60	0,026	2,335	0,282
SLD	101	0,032	2,429	0,338
SLV	949	0,059	2,882	0,466
SLC	1950	0,069	3,039	0,506

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

❖ Estrapolazione dei dati geotecnici dall'elaborazione dei dati sismici

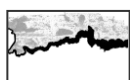
È possibile, tramite la conoscenza della densità del materiale e della velocità delle onde S, risalire ad alcuni parametri di carattere geotecnico.

I terreni riscontrati dall'indagine sismica sono pressoché omogenei e ad essi è stato attribuito un determinato valore di peso di volume naturale. In considerazione delle osservazioni litologiche sopra esposte è possibile definire che il peso di volume (valori medi desunti da dati bibliografici) della sequenza stratigrafica possa essere:

* $\gamma_t = 17 \text{ kN/m}^3$ (calcareniti giallastre a vario grado di diagenesi);

* $\gamma_t = 22 \text{ kN/m}^3$ (ammasso calcareo).

Pertanto in base alla valutazione delle velocità dei singoli strati individuati con le onde di taglio (V_s) si possono ricavare:



- Modulo di taglio (G)
- Modulo di elasticità dinamico (E_d);
- Rigidità sismica (R);

I parametri geotecnici sopra menzionati sono stati calcolati nel seguente modo e sintetizzati nella tabella 5:

- Modulo di taglio (G) (OHTA Y., GOTO N., 1978) o modulo di taglio a piccole deformazioni G_0

$$G = \frac{\gamma_t}{g} \times (Vs)^2$$

dove:

γ_t = peso di volume naturale

g = accelerazione di gravità ($9,81 \text{ m/s}^2$)

V_s = velocità delle onde di taglio (S)

- Modulo di compressibilità dinamico (E_d)

$$E_d = 2 * G * (1 + \nu)$$

dove:

E_d = modulo di elasticità dinamico

G = modulo di taglio

ν = coefficiente di Poisson

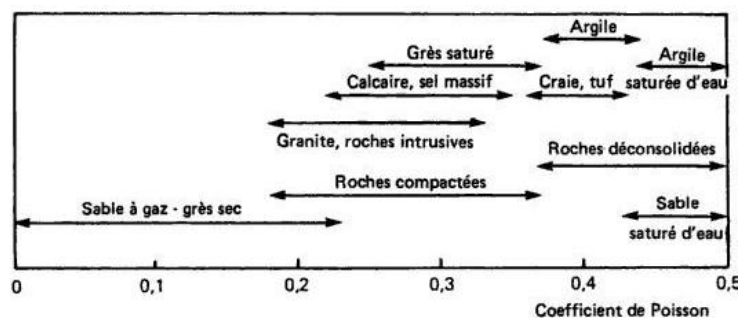
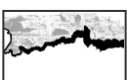
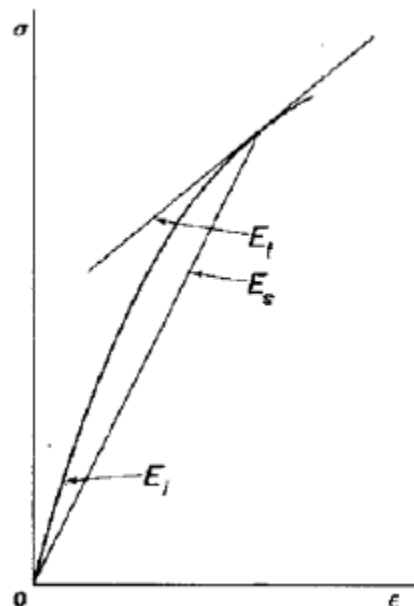


Figure 3.21 Ordre de grandeur du coefficient de Poisson pour différents types de roche (d'après Lavergne, 1986).



Il grafico riportato a lato rappresenta l'andamento di una curva sollecitazioni/deformazioni di un litotipo con caratteristiche elastiche (da I. W. Farmer).

Il modulo che viene calcolato con l'utilizzo delle velocità delle onde di taglio (V_s) è disegnato dalla E_i (riportata nel grafico), che rappresenta il modulo tangente iniziale, che è il più elevato, ma anche quello ottenuto con maggiore precisione ed esprime il valore di E sotto carico nullo.



- Rigidità sismica (R)

$$R = \gamma_t * V_s$$

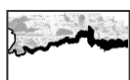
È un parametro strettamente legato alla amplificazione sismica locale: infatti l'incidenza dei danni tende a diminuire all'aumentare della rigidità sismica.

Tabella 5 – Classi litotecniche (valori medi)

Intervallo dell'unità litologica desunta dall'indagine sismica	V_s (m/s)	V_p (m/s)	G_0 (MPa)	E_d (MPa)	k (MPa)	Rigidità sismica (m/s x kN/m ³)
0-8 m calcareniti giallastre a vario grado di diagenesi	771,98	1646,51	1032,74	2685,13	2237,609	13123,66
8-30 m calcari biancastri	771,98	1646,42	1336,49	3474,87	2895,729	16983,56
30 m ed oltre substrato calcareo	1147,69	1646,43	2953,95	7680,27	6400,221	25249,18

10) NOTE CLIMATICHE

La Puglia è caratterizzata da un clima temperato-caldo, con inverni miti, in non più di quattro mesi la temperatura è inferiore a 10 °C, e con estati calde, nel mese più caldo la temperatura supera i 23 °C, e asciutte, le piogge in questa stagione sono



inferiori a 100 millimetri. Le precipitazioni, in genere, sono modeste, minime quelle estive. Il periodo di siccità è sempre molto esteso, vi fanno parte, oltre ai mesi di luglio ed agosto, anche giugno e, in parte, settembre; nelle località di pianura talvolta si estende a maggio ed aprile, per le Murge, invece, si ha un accorciamento sensibile soprattutto in primavera.

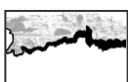
Al fine di aver a disposizione elementi che coprono un'area vasta ed un lungo lasso di tempo, sono stati presi in considerazione, interpolandoli, i dati climatici relativi a Grottaglie, Manduria, Martina Franca e Taranto. Nelle tabelle 6 e 7 sono riportate, nella prima, le temperature, medie ed annue, in gradi centigradi, e, nella seconda, le precipitazioni, in millimetri, dei valori relativi alle stazioni di Castellaneta e Taranto.

Dall'elaborazione dei dati summenzionati sono stati realizzati i diagrammi termo-pluviometrici, tenendo conto dei criteri proposti da Bagnouls e Gaussen: "*si ha aridità quando il totale delle precipitazioni, espresse in millimetri, è uguale al doppio della temperatura media mensile, indicata in gradi centigradi ($P = 2 \times t$)*".

La piovosità media annuale, ricavata dall'elaborazione dei dati conosciuti, è di circa 600 millimetri, con un valore massimo giornaliero superiore ai 100 millimetri. Le precipitazioni atmosferiche sono più elevate nel periodo autunno-invernale e minime nei mesi estivi, come si evince dall'esame delle tabelle e dei grafici e secondo le caratteristiche tipiche del clima mediterraneo.

Si allega la mappa delle temperature medie annue, desunta dalle rilevazioni effettuate in un periodo di tempo di trenta anni.

Per quel che concerne i dati anemometrici sono stati estrapolati dalle stazioni meteorologiche di: Castellaneta, Gioia del Colle, Massafra e Taranto. A seconda della stagione i venti cambiano di direzione e di intensità, infatti, nel periodo primavera-estate sono deboli, vengono da sud ovest con velocità inferiore a 10 km/h e con



caratteristiche di brezza; invece, nel periodo autunno-inverno sono forti, provenienti da settentrione e con valori della velocità compresi tra 10 e 35 km/h.

Nelle tabelle 8 e 9 sono riportati, per l'area, i valori medi dei venti dominanti dei mesi dell'anno e per stagioni.

TABELLA 8

Gennaio	NE
Febbraio	NE
Marzo	NE
Aprile	SE
Maggio	S
Giugno	S
Luglio	O
Agosto	ONO
Settembre	SE
Ottobre	SE
Novembre	SE
Dicembre	NO

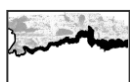
TABELLA 9

Inverno	N E
Primavera	S SE
Estate	S SO
Autunno	S E

Dal diagramma esplicativo (mesi, giornate ventose) basato sulle osservazioni pluriennali, si evince che le giornate ventose, nel corso dell'anno, sono, in genere, di poco superiori al centinaio; nel periodo autunno-invernale si hanno i valori massimi, minimi negli altri.

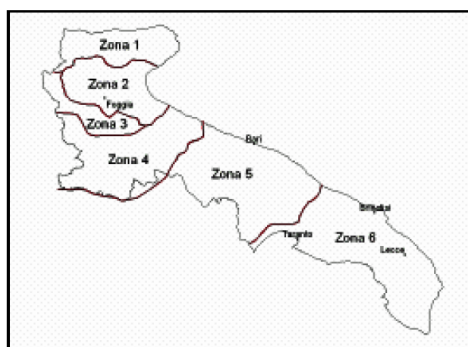
11) DEFINIZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ CLIMATICA

Al fine di procedere ai calcoli degli impianti di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque di dilavamento, si riporta di seguito lo studio condotto relativo alla definizione della curva segnalatrice di possibilità climatica (curva di pioggia). L'elaborazione dei dati pluviometrici forniti da una stazione di misura delle piogge si svolge ricercando la relazione esistente tra l'altezza h delle precipitazioni e le loro durate t . Affinché le deduzioni siano attendibili è necessario che il periodo di



osservazione sia sufficientemente esteso nel tempo: si ammette che un periodo non inferiore a 30/35 anni possa dare discreto fondamento alla elaborazione. Le relazioni $h = h(t)$ sono generalmente della forma: $h = at^n$, nella quale le costanti a e n sono determinate caso per caso. Per costruire le equazioni relative ad una certa località si utilizzano i dati che si estraggono dagli Annali Idrologici. Attualmente, vista la scarsa diffusione di stazioni meteorologiche nel territorio pugliese con dati aggiornati, vengono utilizzate metodologie statistiche, che forniscono dati sufficientemente corretti per la conduzione di studi idraulici. Nel seguito verrà eseguito il calcolo idrologico adottando la metodologia proposta dal VAPI.

Prima di tutto si individua la zona omogenea di appartenenza del bacino, ovvero viene individuata l'area in cui ricade il territorio considerato, nel caso in parola Montemesola si rinviene, come meglio riportato nella tavola allegata, nella "zona 6".



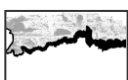
Zone pluviometriche omogenee VAPI

Per tale zona la relazione della curva di possibilità pluviometrica utilizzata è:

$$x(t,z) = 33,7 t^{[(0,002 z + 0,628)/3,178]}, \text{ con } Z = \text{quota media assoluta sul livello del mare} =$$

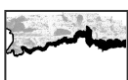
74 m.

Ai detti valori, vanno applicati coefficienti moltiplicativi relativamente al Fattore di Crescita KT (funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto, espresso in anni), che per la zona considerata (zona 6), vale: $KT = 0,1599 + 0,5166 \ln T$. Con tempo di ritorno di 5



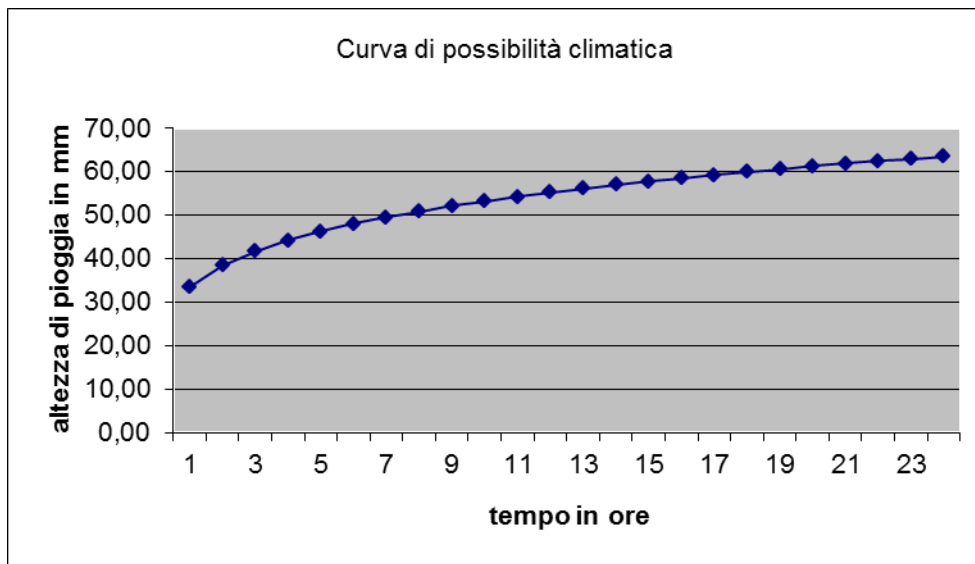
anni e applicando questo ultimo al valore discreto si ottiene la seguente tabella con la relativa curva:

MANDURIA VAPI ZONA 6 altezza 74 m s.l.m.		
t (ore)	H (mm)	H x Kt (5 anni) (mm)
1	33,70	33,41
2	38,77	38,44
3	42,09	41,72
4	44,61	44,22
5	46,67	46,26
6	48,42	48,00
7	49,95	49,52
8	51,32	50,88
9	52,56	52,10
10	53,69	53,23
11	54,74	54,26
12	55,71	55,22
13	56,62	56,13
14	57,47	56,97
15	58,28	57,77
16	59,04	58,53
17	59,77	59,26
18	60,47	59,94
19	61,13	60,60
20	61,77	61,24
21	62,38	61,84
22	62,97	62,43
23	63,54	62,99
24	64,09	63,54



Città di Manduria (TA) - Località: Contrada Scapolata 40

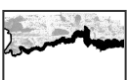
Progetto: Impianto di recupero inerti - "Verifica di Assoggettabilità alla V.I.A. ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii." Committente: RECUPERI ED AMBIENTE S.r.l. - Relazione geologico-tecnica, idrogeologica e sismica
Dott. Pasquale Lopresto - Geologo - Via R. Scotellaro, 23 - 74018 Palagianello (TA) - ☎ 0998495345

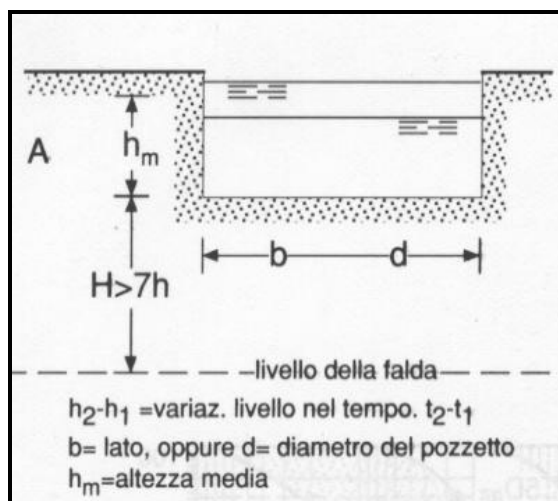


12) CARATTERISTICHE DI PERMEABILITÀ DELLE ROCCE INTERESSATE DALLO SCARICO E VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ DI ASSORBIMENTO

➤ Caratteristiche di permeabilità dei terreni interessati dallo scarico

Per valutare la permeabilità dei terreni superficiali si fa riferimento ad una prova di permeabilità, a carico variabile, eseguita in un pozzetto, scavato nelle rocce calcarenitiche appartenenti allo stesso contesto geologico, avente le seguenti dimensioni in metri di 0,60 x 0,60 x 1,00, secondo le prescrizioni AGI-Roma 1977 (Raccomandazioni e prescrizioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche). Dopo aver saturato il pozzetto mediante l'immissione continua di acqua, e non appena lo stesso è stato colmo, è stata bloccata l'immissione e si sono misurati gli abbassamenti nel tempo.





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.

POZZETTO SCAVO (cm 60 x 60)

	prima	seconda	terza	quarta	quinta	sesta	settima	MEDIA
t1 (s)	0	0	0	0	0	0	0	
t2 (s)	180	240	300	480	600	900	1200	
h1 (cm)	100	100	100	100	100	100	100	
h2 (cm)	90	86	76	70	64	55	40	
Hm	5	7	12	15	18	22,5	30	
b (cm)	60	60	60	60	60	60	60	
K (cm/s)	0,012345679	0,011698	0,013333	0,009615	0,008649	0,006667	0,006061	0,009767
K (m/s)	0,000123457	0,000117	0,000133	9,62E-05	8,65E-05	6,67E-05	6,06E-05	9,77E-05

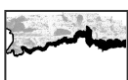
Per la valutazione del coefficiente di permeabilità si è utilizzata la seguente formula empirica:

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

dove:

h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto (0,60 m);

b = lato della base quadrata del pozzetto (1,00 m);



$t_2 - t_1$ = intervallo di tempo (s);

$h_2 - h_1$ = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo $t_2 - t_1$ (m);

Il coefficiente di permeabilità risulta corrispondente a rocce aventi una permeabilità media.

➤ Valutazione della capacità di assorbimento

Considerando il volume iniziale ($V_1 = 360$ l) e finale ($V_2 = 216$ l) di acqua contenuto nel pozzetto e quello assorbito ($V_1 - V_2 = 144$ l) dal terreno, attraverso la superficie bagnata (S_b), nel corso della prova, utilizziamo per il calcolo della capacità di assorbimento (C), espressa in litri/ora/metro quadrato, la seguente formula:

$$C = [(V_1 - V_2) / (t_2 - t_1)] / S_b,$$

dove:

$S_b = 0,60 \times 0,60 = 0,36$ m² (superficie bagnata);

$V_1 - V_2 = 144$ [l] (volume di acqua assorbito nel corso della prova);

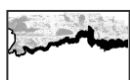
$t_2 - t_1 = 1200$ [s] (tempo di durata della prova);

da cui, trasformando il tempo in ore, ricaviamo:

$$C = [(144) / (1200)] / 0,36 = 0,34 \text{ l/s/m}^2 = 1212,12 \text{ l/h/m}^2.$$

13) ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO, IDROGEOLOGICO ED AMBIENTALE

Oltre a quelli già discussi non ultimo è l'aspetto relativo all'impatto ambientale, termine ormai divenuto ricorrente per ogni intervento da attuarsi sul territorio. Il "diritto ambientale", nel caso in parola, è salvaguardato dalle modalità di progettazione e realizzazione dell'intervento, relativamente alla qualità delle acque di pioggia depurate, dalle condizioni meteorologiche e geologiche e dalla particolare struttura



Città di Manduria (TA) - Località: Contrada Scapolata 43

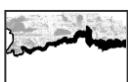
Progetto: Impianto di recupero inerti - "Verifica di Assoggettabilità alla V.I.A. ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii." Committente: RECUPERI ED AMBIENTE S.r.l. - Relazione geologico-tecnica, idrogeologica e sismica
Dott. Pasquale Lopresto - Geologo - Via R. Scotellaro, 23 - 74018 Palagianello (TA) - ☎ 0998495345

morfologica ed idrogeologica locale. Infatti, secondo quanto contenuto negli elaborati progettuali, redatti al fine di ottenere l'autorizzazione allo scarico delle acque depurate (meteoriche e di lavaggio) da parte delle autorità competenti, l'impianto proposto è stato progettato per garantire il rispetto di quanto stabilito dalla legislatura nazionale e regionale esistente in materia, precisamente, per la Regione Puglia, dall'art. 3 comma 1 lett. a) e art. 5 dell'appendice A1 al Piano Direttore "*Criteria per la disciplina delle acque meteoriche di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, di cui all'art. 39 D.Lgs. 152/1999 come novellato dal D.Lgs. 258/2000 e dal D.Lgs. 152/2006*". Trattandosi nel caso in parola di acque di dilavamento di coperture e di piazzali, e tenendo conto che è previsto il transito, la sosta ed il parcheggio di mezzi di qualsiasi tipo, si suppone siano prevalenti le autovetture per l'accesso degli utenti alle strutture, nonché si può prevedere la movimentazione ed il deposito di materiali e sostanze "NON PERICOLOSE", gli "elementi inquinanti" saranno:

- oli minerali, benzine ed idrocarburi non emulsionati in quantità indeterminabile, ma non elevata;
- terra, terriccio e materiali grossolani eventualmente trasportati dal dilavamento delle aree di parcheggio e transito durante la pioggia;

e che, inoltre, non sono previsti scarichi di soluzioni concentrate, le acque in oggetto saranno sottoposte a trattamenti di grigliatura, dissabbiatura, sedimentazione e disoleazione. Per l'immissione di tali acque non è prescritto alcun limite di emissione di nessuna Tabella di cui all'Allegato 5 del D.Lgs. 152/99 e D.Lgs. 152/2006. Le acque di dilavamento successive a quelle di prima pioggia (acque di seconda pioggia) subiranno lo stesso trattamento di grigliatura, dissabbiatura e disoleazione prima del loro smaltimento sul suolo.

L'area in oggetto risulta idonea alla distribuzione e smaltimento sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo delle acque di dilavamento successive al trattamento di

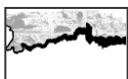


depurazione sia dal punto morfologico che litologico. Infatti nella porzione del comprensorio interessata dalle operazioni di smaltimento i terreni hanno disposizione quasi pianeggiante, lievemente degradante verso meridione, e costituiti da riporti di brecce calcaree, dotate di medi valori della permeabilità, dello spessore di circa tre metri. Anche dal punto di vista idrogeologico la situazione si mostra favorevole per la distanza esistente tra il suolo interessato dallo smaltimento e il pelo libero della falda, interfacciata con le acque marine di ingressione, circolanti nel basamento calcareo, avente superficie piezometrica posta a circa un metro sul livello del mare. Infatti questa risulta compressa sotto un gli strati calcarei e la zona anidra è prossima se non superiore ai 68 m, distanza che costituisce un "franco di sicurezza" più che idoneo, considerando poi che la distribuzione delle acque depurate, con valori rientranti nei limiti previsti dalla normativa vigente in materia, permetterà un'infiltrazione di tipo orizzontale rispetto a quella verticale.

Per quanto riguarda il rischio di inquinamento della falda acquifera, bisogna considerare che, nel suolo e sottosuolo si verificano una serie di processi autodepurativi, consistenti nella variazione dello stato fisico e chimico degli inquinanti:

- precipitazione chimica
- adsorbimento
- scambio-ionico
- ossido-riduzione
- biodegradazione
- idrolisi
- osmosi
- volatilizzazione

in pratica una sostanza organica è soggetta ad una serie di fenomeni d'interazione con la matrice; tali fenomeni, definiti col termine **sorption**, sono descritti nei processi di:



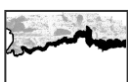
- assorbimento (*absorption*) imprigionamento della sostanza inquinante all'interno dei materiali che compongono la matrice
- adsorbimento (*adsorption*) processo che lega una sostanza inquinante sulla superficie solida della matrice.

Si fa rilevare che nell'area in esame vi è completa assenza di forme legate a fenomeni carsici e paracarsici, quali inghiottitoi, doline, ecc.. e che la zona non è soggetta a cedimenti, frane, subsidenza, e non presenta forme di ruscellamento concentrato o aree di potenziale allagamento. Pertanto si può concludere che non vi sono particolari preoccupazioni di rischio idrogeologico e ambientale, intesi come rischi per eventuali inquinamenti della falda e del suolo. L'affermazione è rafforzata anche dal fatto che sui piazzali circoleranno automezzi che trasportano "sostanze non pericolose".

14) CONCLUSIONI

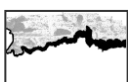
Le indagini condotte permettono di pervenire ad una serie di considerazioni di carattere tecnico circa il più idoneo uso del suolo, come meglio illustrato di seguito:

- l'area in oggetto è interessata dall'affioramento di litotipi appartenenti ai *Depositi plio-pleistocenici* - Formazione della *Calcarenite di Gravina*, con spessore di circa otto metri, poggiate in trasgressione sul basamento calcareo;
- le osservazioni e le prove di laboratorio condotte hanno permesso di verificare che le proprietà tecniche delle "rocce", interessate dai futuri lavori si possono considerare buone e costanti nell'ambito dell'affioramento;
- la morfologia del sito si presenta con una superficie debolmente degradante verso meridione, senza indizio alcuno di movimento del terreno in atto o potenziale;



- le operazioni di scavo potranno essere condotte con gli usuali mezzi meccanici (escavatore e martellone, in corrispondenza di tipi litologici particolarmente tenaci);
- per quanto attiene la stabilità dei fronti liberi, si fa presente che, per le caratteristiche fisico-meccaniche, che caratterizzano i terreni interessati dai lavori, i materiali ora citati possono essere considerati "autosostentanti". Ad ogni buon fine si consiglia di seguire le prescrizioni e le indicazioni riportate nella normativa esistente e vigente in materia, con previsione di esecuzione di opere di protezione in corrispondenza delle strutture esistenti, al fine di evitare perdita della capacità portante e/o a verificarsi di cedimenti.
- non esistono problemi di inquinamento delle acque in quanto, non è stato riscontrato un corpo idrico superficiale e la falda, circolante nel basamento calcareo, è rilevabile ad una profondità di circa 68 metri dal piano di campagna;
- l'intervento in progetto sarà eseguito in modo che non venga variato il naturale deflusso delle acque superficiali, di origine meteorica, inoltre si consiglia di provvedere alla loro regimazione ed ad un loro rapido allontanamento verso le linee di deflusso, allo scopo di eliminare possibili ristagni delle stesse ed al fine di evitare deleteri fenomeni di interazione con le strutture di fondazione.

A seguito di quanto riportato si può affermare che l'intervento non comporterà variazioni dell'attuale assetto della formazione calcarenitica, ne tanto meno verranno turbate, data la tipologia edilizia scelta, le condizioni morfologiche e si può ritenere che l'intervento da attuare, di cui al progetto in parola, non fa temere nel complesso problematiche connesse con l'uso del suolo e del sottosuolo, in termini di sollecitazioni fondali. Da quanto sopra lo scrivente ritiene che le "rocce calcarenitiche" in parola risultano in grado di sostenere, con opere fondali di tipo superficiale e continuo, debitamente dimensionate, i carichi indotti in elevazione e gli incrementi legati alle strutture, cui corrispondono deformazioni di valore molto ridotto. Nel corso delle

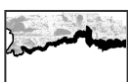


calcolazioni e dell'esecuzione delle opere lo strutturista dovrà verificare che le sollecitazioni trasmesse dal fabbricato siano in grado di non sovraccaricare il suolo ed il sottosuolo, con valori che possano turbare lo stato di equilibrio delle masse.

Per quel che attiene alle caratteristiche idrogeologiche del sito ed all'interazione delle acque sotterranee con le fondazioni e le strutture in elevazione, si fa presente che l'area è priva di corpi idrici superficiali; inoltre da quanto riportato nella carta relativa all'andamento della superficie piezometrica della falda, l'isofreatica della lamina carsica è rilevabile a circa 68 metri dal piano di campagna.

Alla luce dello studio finora condotto, si può affermare che l'area in parola appare idonea allo smaltimento delle acque di origine meteorica depurate sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, in quanto:

- * le acque di dilavamento, a termine dei processi di depurazione, avranno caratteristiche chimico-fisiche e batteriologiche compatibili con l'"ambiente ricettore";
- * nel settore in esame si rinvencono in superficie rocce calcarenitiche dello spessore di circa otto metri, poggianti in trasgressione sui calcari, appartenenti questi ultimi al basamento mesozoico pugliese;
- * le rocce rinvenute mostrano valori della permeabilità variabili e medi;
- * non sono presenti aree a rischio di frana o alluvionamento o con forme legate ai fenomeni carsici (doline, inghiottitoi, ecc.);
- * l'intervento in progetto sarà eseguito in un'area priva di significative circolazioni idriche superficiali e non varierà il naturale deflusso delle acque superficiali;
- * non esistono problemi di inquinamento delle acque di falda in quanto, per la posizione topografica del lotto in questione, sito a circa 74 metri sul livello del mare, la profondità di rinvenimento del corpo idrico profondo o carsico, rispetto al piano di campagna, si viene a trovare a circa 68 metri dal piano di campagna, che si



livella a tale quota, misura questa superiore al valore minimo previsto dalla normativa vigente in materia e che costituisce il "franco geologico di sicurezza";

- * da ricerche effettuate risulta che non sono stati censiti, presso la Provincia di Taranto, pozzi ad uso irriguo e potabile nel raggio rispettivamente di 250 e 500 metri dal punto di scarico;
- * le condizioni climatiche, caratterizzate prevalentemente da periodi aridi, appaiono favorevoli alla tipologia dell'impianto e dello smaltimento in oggetto.

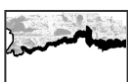
Per la tipologia dell'intervento da attuare, consistente essenzialmente nello scarico sul suolo, delle acque provenienti dall'impianto di trattamento, regolarmente depurate, verranno rispettati i limiti stabiliti nella tabella 4 allegato 5 del D.Lgs. n° 152 del 11 maggio 1999 integrato dal D.Lgs. 298/2000 e D.Lgs. 152/2006 e successive modifiche e della normativa regionale. In riferimento agli eventuali rischi è possibile affermare che la profondità di rinvenimento della falda, a circa 68 metri di profondità dal piano di campagna, per il corpo idrico carsico, garantisce un sufficiente franco di sicurezza, contro eventuali rischi ed inquinamento, inoltre è possibile escludere la possibilità di rischi idrogeologici.

A seguito di quanto riportato il progetto risulta conforme con i principi generali del "Piano Direttore" e di quanto previsto dalla normativa nazionale e regionale in materia, riguardo il trattamento e lo smaltimento meteoriche di dilavamento. Al fine di mantenere sempre perfettamente efficienti i sistemi di trattamento è indispensabile programmare controlli periodici sulla funzionalità degli impianti soprattutto a riguardo della quantità di sedimenti ed oli accumulati.

Dott. Geol. Pasquale LOPRESTO



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Pasquale", written over the right side of the professional stamp.



Città di Manduria (TA) - Località: Contrada Scapolata 49

Progetto: Impianto di recupero inerti - "Verifica di Assoggettabilità alla V.I.A. ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii." Committente: RECUPERI ED AMBIENTE S.r.l. - Relazione geologico-tecnica, idrogeologica e sismica
Dott. Pasquale Lopresto - Geologo - Via R. Scotellaro, 23 - 74018 Palagianello (TA) - ☎ 0998495345

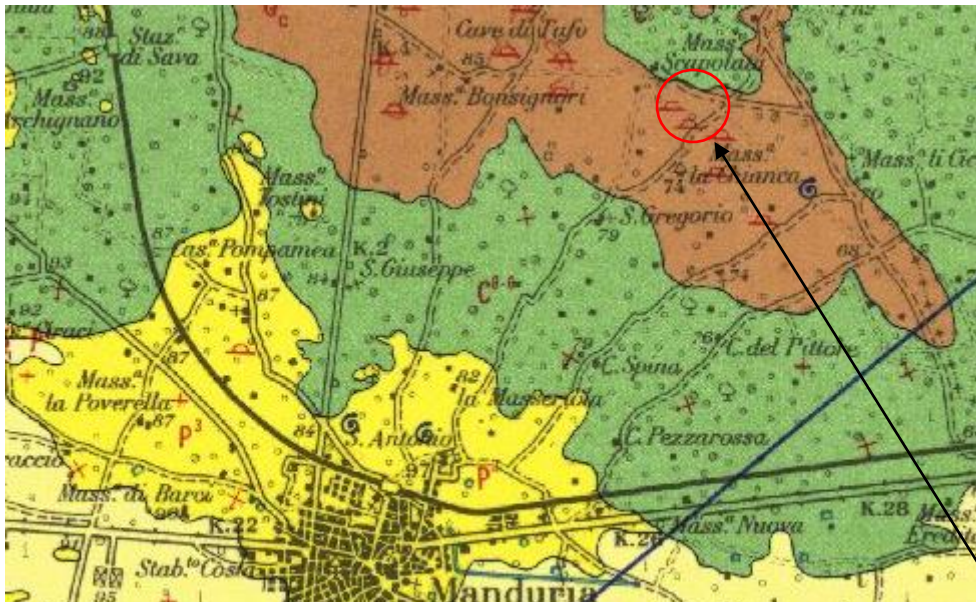


figura 1

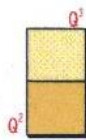
Area dell'intervento



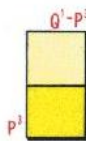
CARTA E SEZIONE GEOLOGICA

(estratto del Foglio 203 "Brindisi" della Carta Geologica d'Italia)

Legenda



(Q²) Calcareniti e calcari tipo panchina, con ricca fauna non indicativa a *Elphidium crispum* (LIN.), *Bulimina marginata* D'ORB., *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Uvigerina peregrina* CUSH., *Sphaerulina bulloides* D'ORB., *Cibicides boueanus* (D'ORB.), *Cibicides floridanus* (CUSH.)
In trasgressione su (Q¹), oppure sulle formazioni cretache. In base ai rapporti stratigrafici, questo livello è attribuibile al Pleistocene.



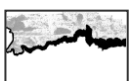
(Q¹) Calcari bioclastici ben cementati ricchi di fossili non indicativi: *Elphidium complanatum* (D'ORB.), *E. crispum* (LIN.), *Discorbis orbicularis* (TERQ.), *Ammonia beccarii* (LIN.), *Cibicides floridanus* (CUSH.). In trasgressione su (P³) oppure sul Cretaceo. In base ai rapporti stratigrafici, questo livello è attribuibile al Pleistocene.



(Q¹-P³) Sabbie calcaree poco cementate, con intercalati banchi di panchina; sabbie argillose grigio-azzurre. Verso l'alto associazione calabriana: *Hyalinea balthica* (SCHR.), *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Bulimina marginata* D'ORB., *Ammonia beccarii* (LIN.)
(CALABRIANO-PLIOCENE SUP.?) In trasgressione sulle formazioni più antiche.

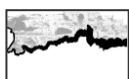
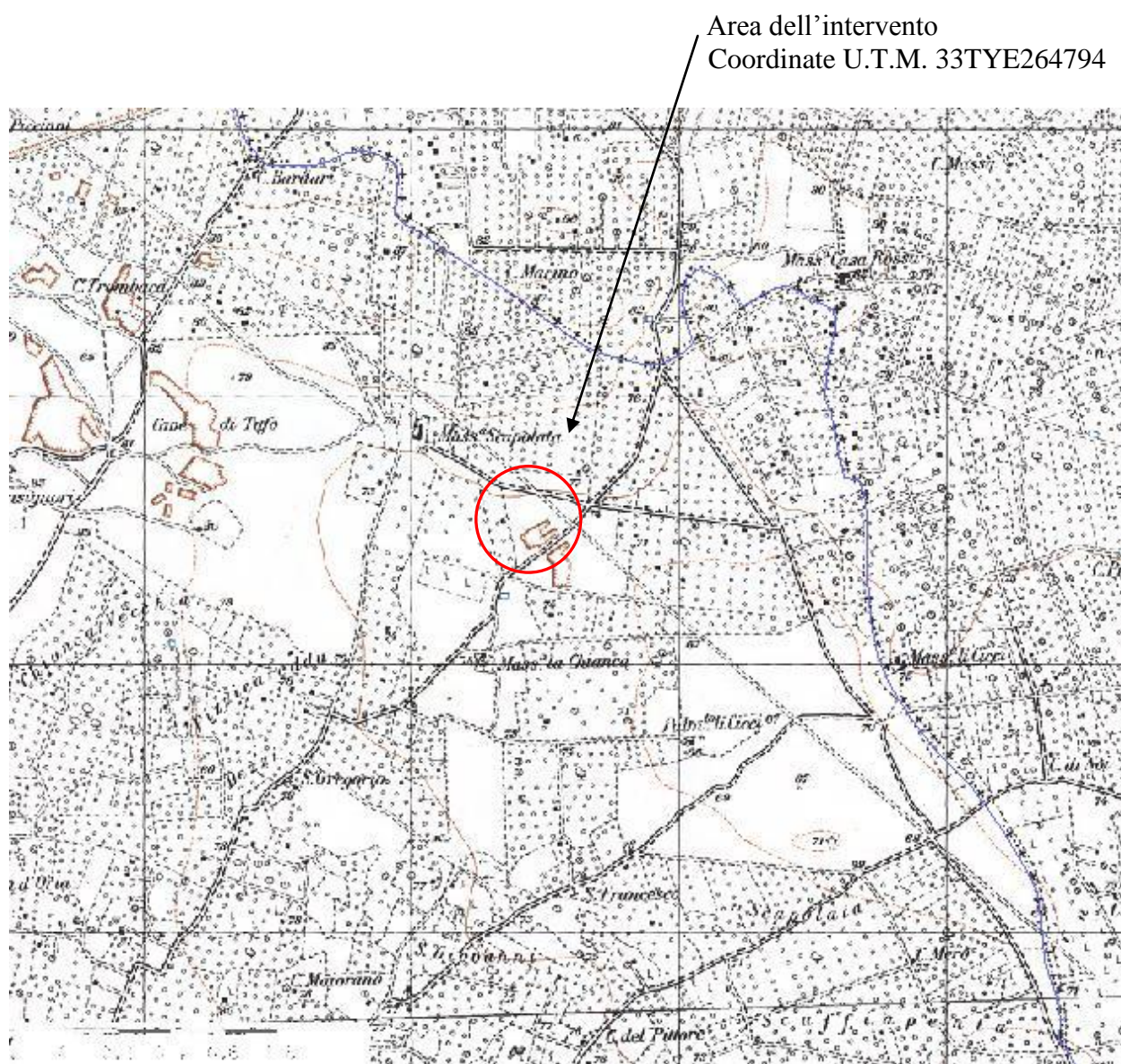
(P³) Calcareniti, calcari tipo panchina, calcareniti argillose giallastre. Macrofauna a Coralli, Cirripedi, Molluschi, Echinidi, Crostacei tra cui *Cancer siemondai* MEY. var. *antiatina* MAX. Microfauna ad Ostracodi e Foraminiferi: *Bulimina marginata* D'ORB., *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Discorbis orbicularis* (TERQ.), *Cibicides ungerianus* (D'ORB.), *C. lobatulus* (WALK. e JAC.), *Globigerinoides ruber* (D'ORB.), *G. sacculifer* (BRADY), *Orbulina universa* D'ORB., *Hastigerina aequilateralis* (BRADY) (PLIOCENE SUP.-MEDIO?). In trasgressione sulle formazioni più antiche.

Calcari dolomitici e dolomie grigio-nocciola, a frattura irregolare, calcari grigio-chiari. Microfossili non molto frequenti: *Thaumatoporella* sp., *Præglobotruncana stephani stephani* (GAND.), *P. stephani turbinata* (REICH.), *Rotalipora appenninica appenninica* (RENZ), *R. cf. reicheli* (MORN.), *Nummoloculina* sp. (CENOMANIANO SUP. e forse TURONIANO).
DOLOMIE DI GALATINA con passaggio graduale al CALCARE DI ALTAMURA (verso Nord e verso Ovest).

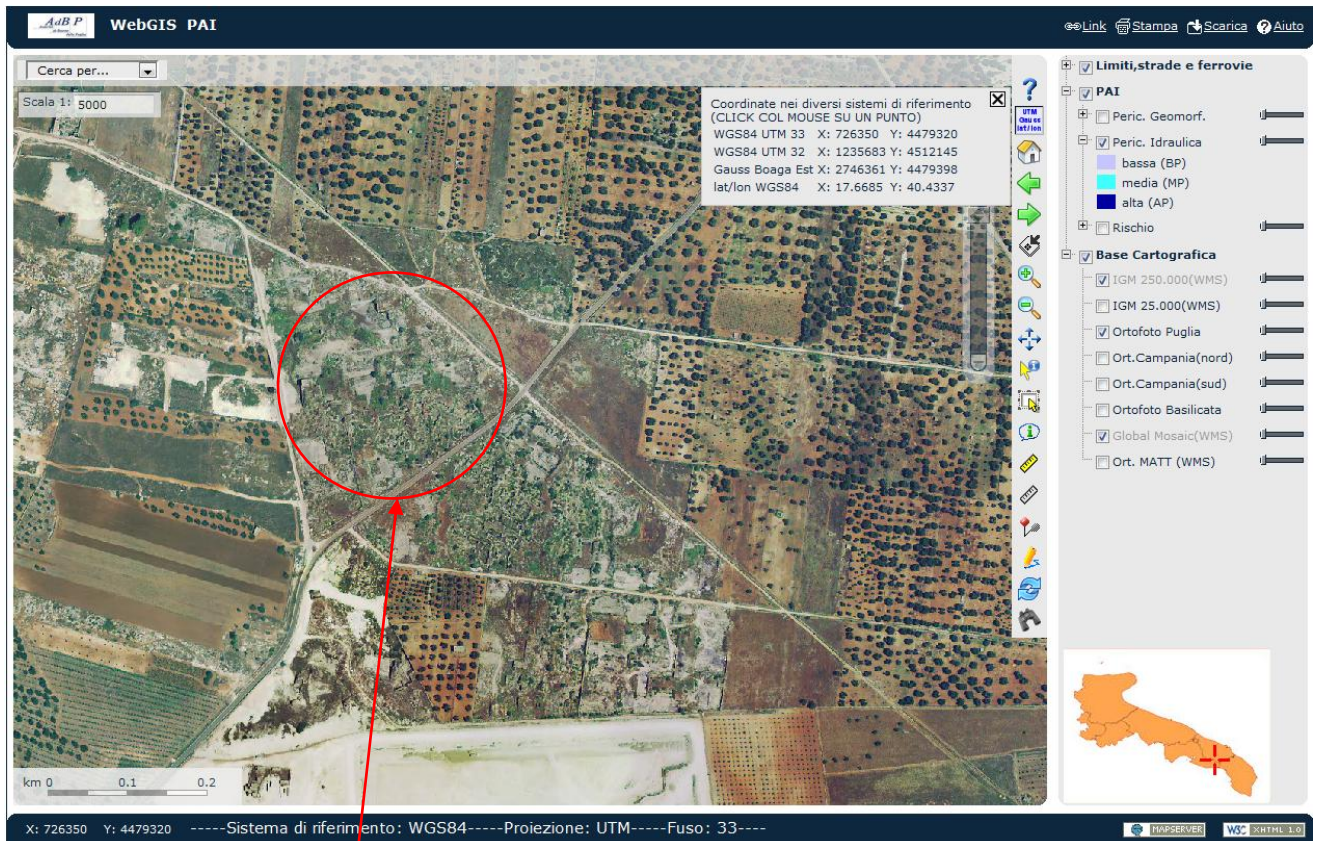


Città di Manduria (TA) – Località: Contrada Scapolata
Progetto: Impianto di recupero inerti
“Verifica di Assoggettabilità alla V.I.A. ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.”
Committente: Recuperi ed Ambiente S.r.l.

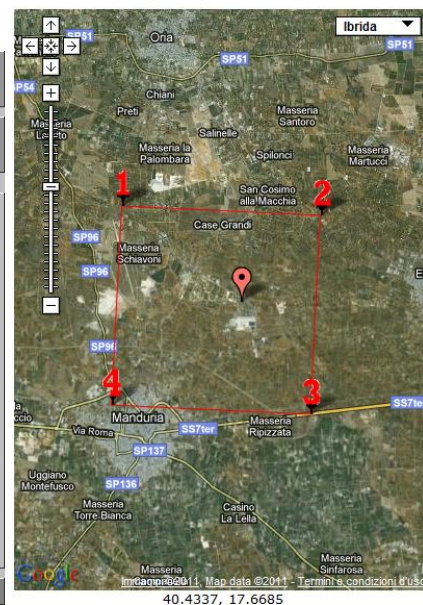
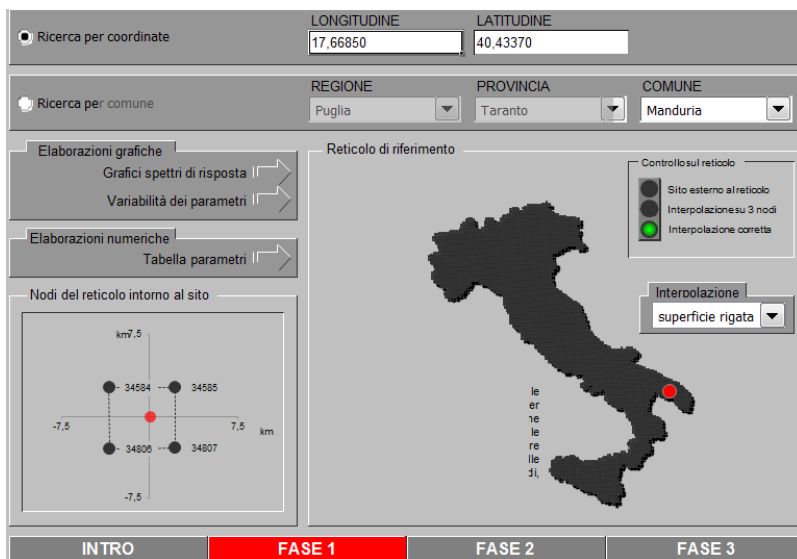
COROGRAFIA
CON COORDINATE U.T.M. DEL PUNTO DI SCARICO
(estratto della tavoletta 203 III N.E. “Oria” e S.E. “Manduria” alla scala 1:25.000)



COORDINATE ED INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO



Ubicazione dell'intervento



Parametri sismici determinati con l'utilizzo dei programmi Spettri di risposta ver. 1.0.3 e GeoStruPS Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	34584	40,458710	17,629980	4266,4
Sito 2	34585	40,456260	17,695570	3271,4
Sito 3	34807	40,406330	17,692310	3706,4
Sito 4	34806	40,408770	17,626770	4610,6



STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Pasquale Lopresto

Via R. Scotellaro, 23

74018 Palagianello (TA)

Tel. 0998495345



Risultati delle analisi MASW

Città di Manduria (TA) – Località: Contrada Scapolata

Progetto: Impianto di recupero inerti

“Verifica di Assoggettabilità alla V.I.A. ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.”

Committente: Recuperi ed Ambiente S.r.l.

Redatto da MASW

(c) Vitantonio Roma. All rights reserved.

1 - Dati sperimentali

Nome del file delle tracceManduria\sondaggio_Recupamb_A.TXT
Numero di ricevitori..... 12
Distanza tra i sensori:.....2 m
Numero di campioni temporali 1500
Passo temporale di acquisizione 0.3333 ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 12
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a..... 0 ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 4094 ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

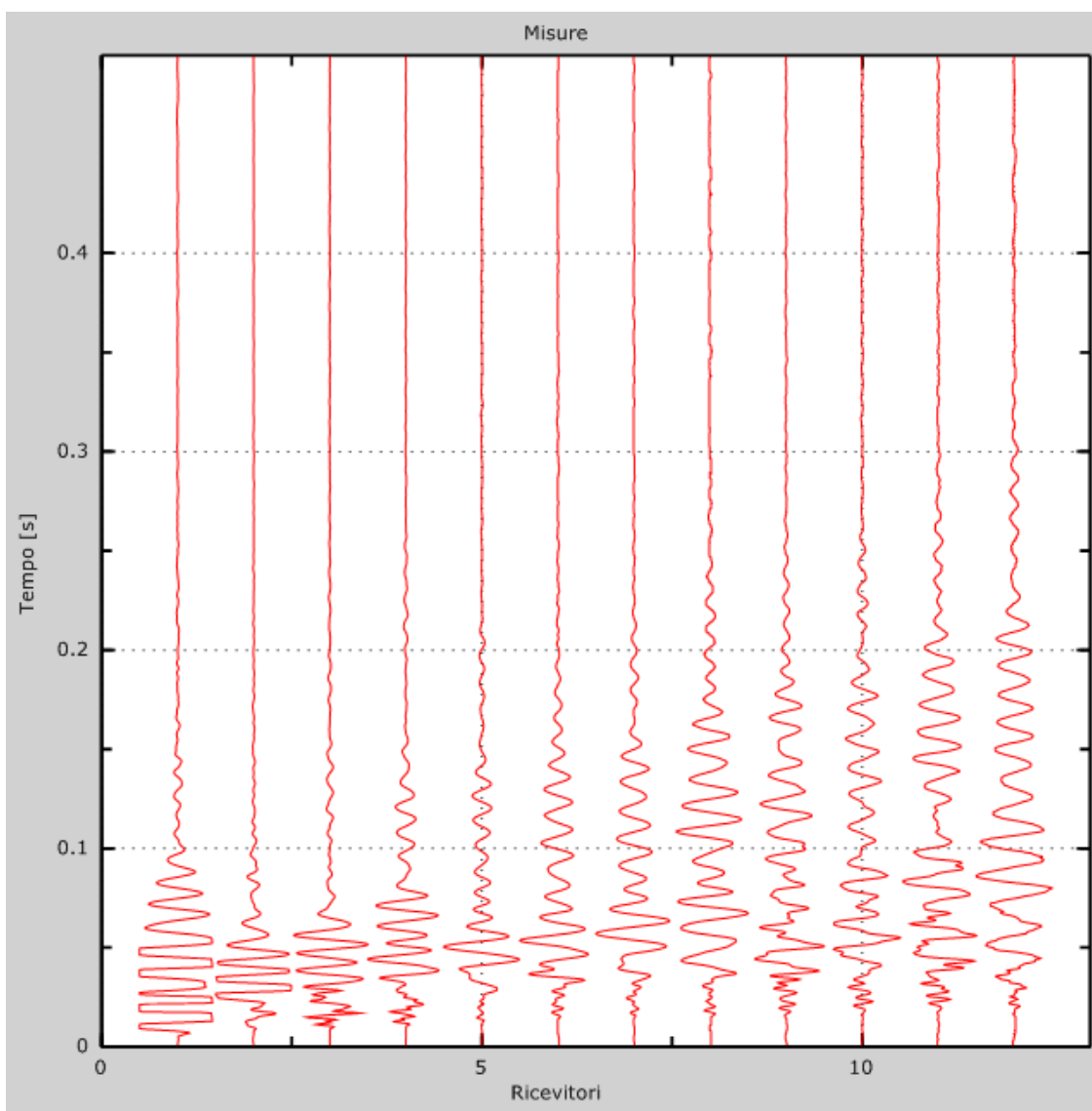


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale..... 70 Hz
Frequenza iniziale..... 2 Hz

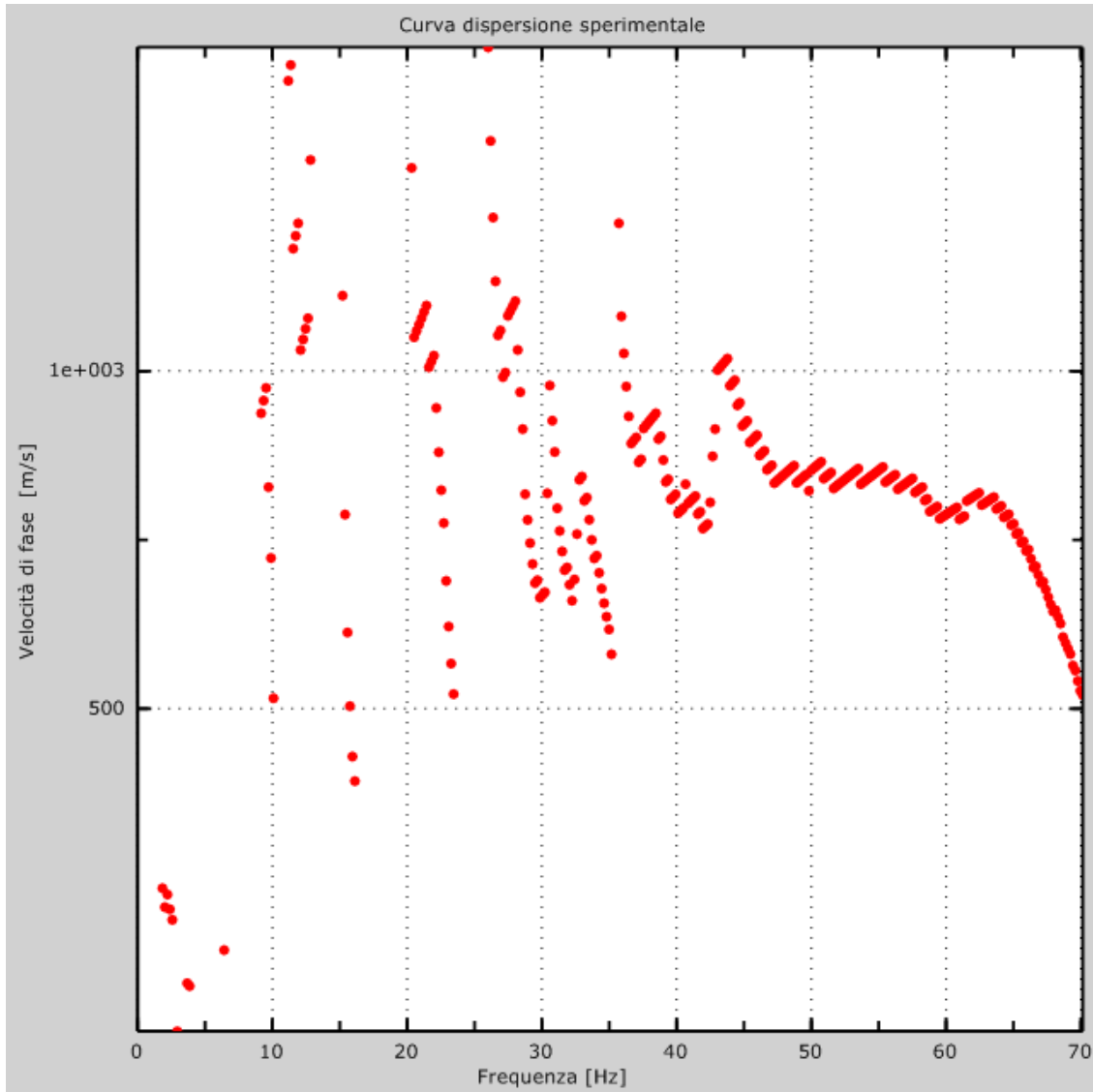


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
12.1045	1032.92	929.624	1136.21
15.5289	647.949	583.154	712.744
22.3777	868.665	781.799	955.532
29.2266	726.769	654.092	799.446
32.651	782.763	704.487	861.039
36.0754	1026.14	923.53	1128.76
39.4998	819.035	737.132	900.939
42.9242	949.101	854.191	1044.01
46.3486	878.907	791.017	966.798
49.773	827.522	744.77	910.274
53.1975	851.159	766.043	936.275
56.6219	828.297	745.467	911.127
60.0463	788.3	709.47	867.13
63.4707	812.425	731.182	893.667
66.8951	694.784	625.305	764.262

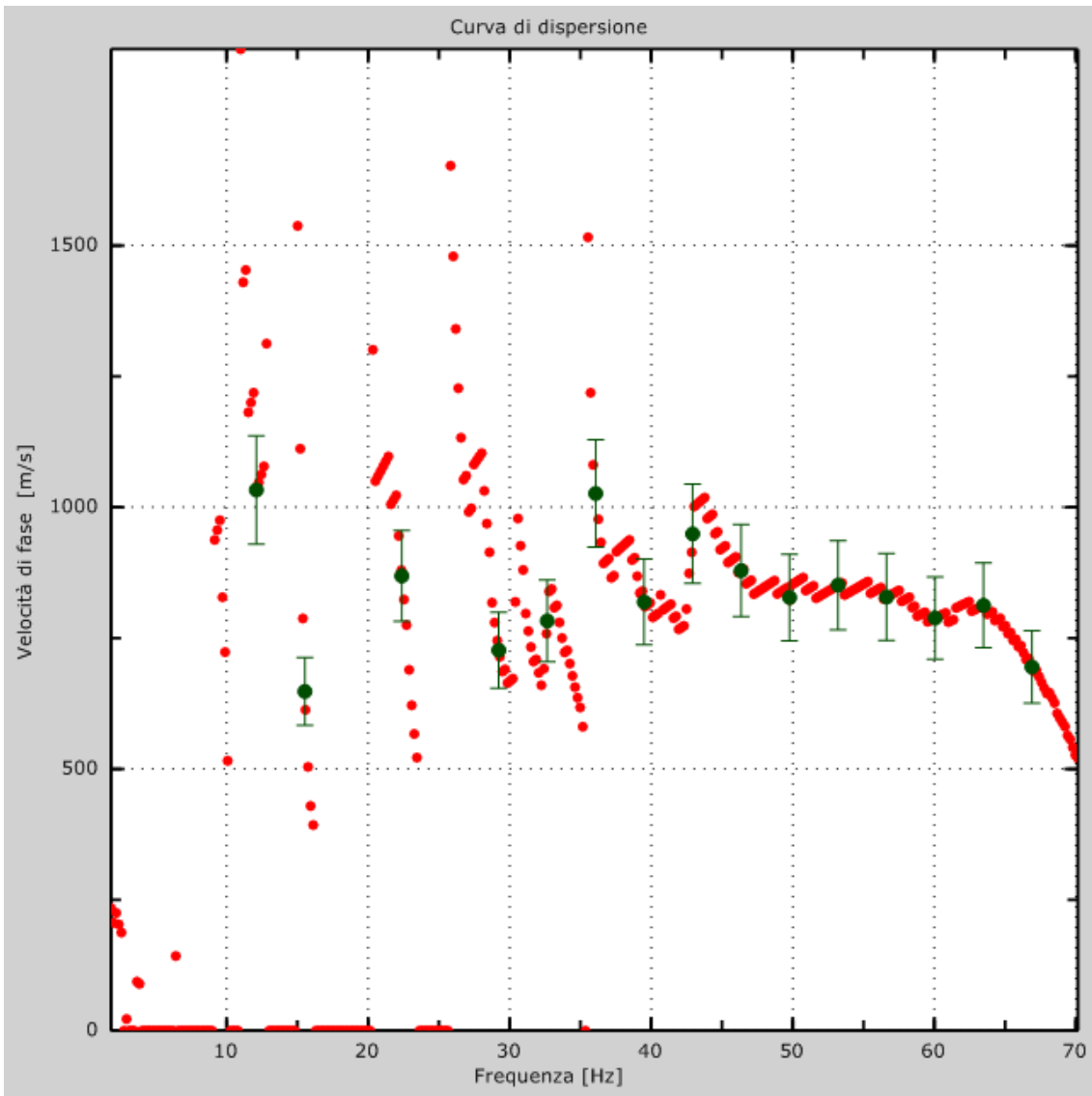


Figura 3: Curva di dispersione

4 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio)	3
Spaziatura ricevitori [m]	2 m
Numero ricevitori	12
Numero modi	3
Numero iterazioni	3
Massimo errore [%]	2.000000e-001
Consenti forti contrasti di rigidità tra 2 strati consecutivi	

Strato 1 – Calcareniti giallastre

h [m]	8
z [m]	-8
Densità [kg/m ³]	1700
Poisson	0.3
Vs [m/s]	771.98
Vp [m/s]	1646.51
Vs min [m/s]	385.99
Vs max [m/s]	1543.96
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale d	
Vs fin.[m/s]	880.098

Strato 2 – Calcari biancastri

h [m]	22
z [m]	-30
Densità [kg/m ³]	2200
Poisson	0.3
Vs [m/s]	771.98
Vp [m/s]	1646.42
Vs min [m/s]	385.99
Vs max [m/s]	1543.96
Falda non presente nello strato	
Strato non alluvionale	
Vs fin.[m/s]	880.050

Strato 3 – Bedrock calcareo

h [m]	0
z [m]	-∞
Densità [kg/m ³]	2200
Poisson	0.3
Vs [m/s]	1147.69

V_p [m/s] 1646.43
 V_s min [m/s] 573.84
 V_s max [m/s]..... 2295.38
 Falda non presente nello strato
 Strato non alluvionale
 V_s fin.[m/s] 880.055

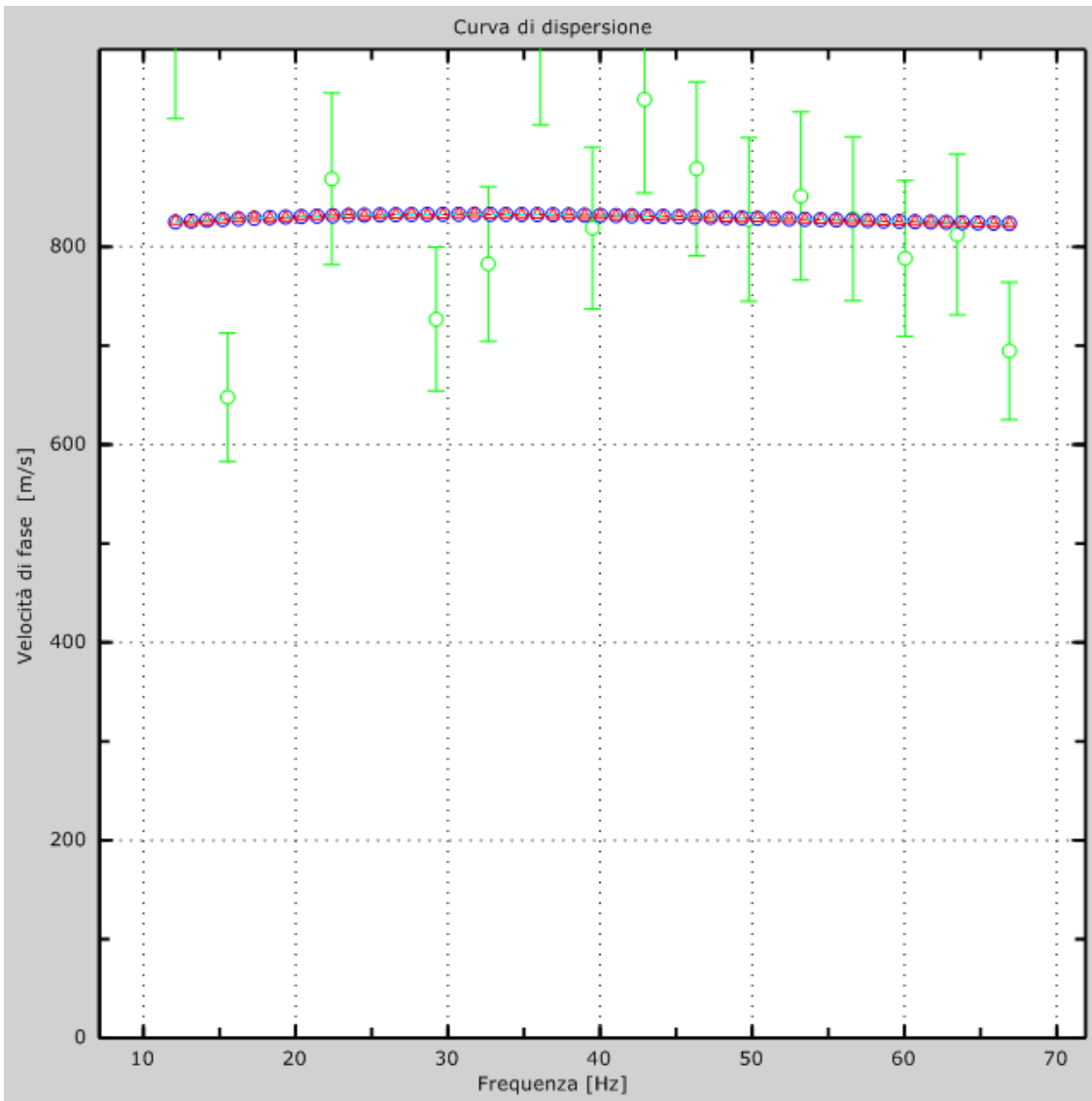


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano),
 curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

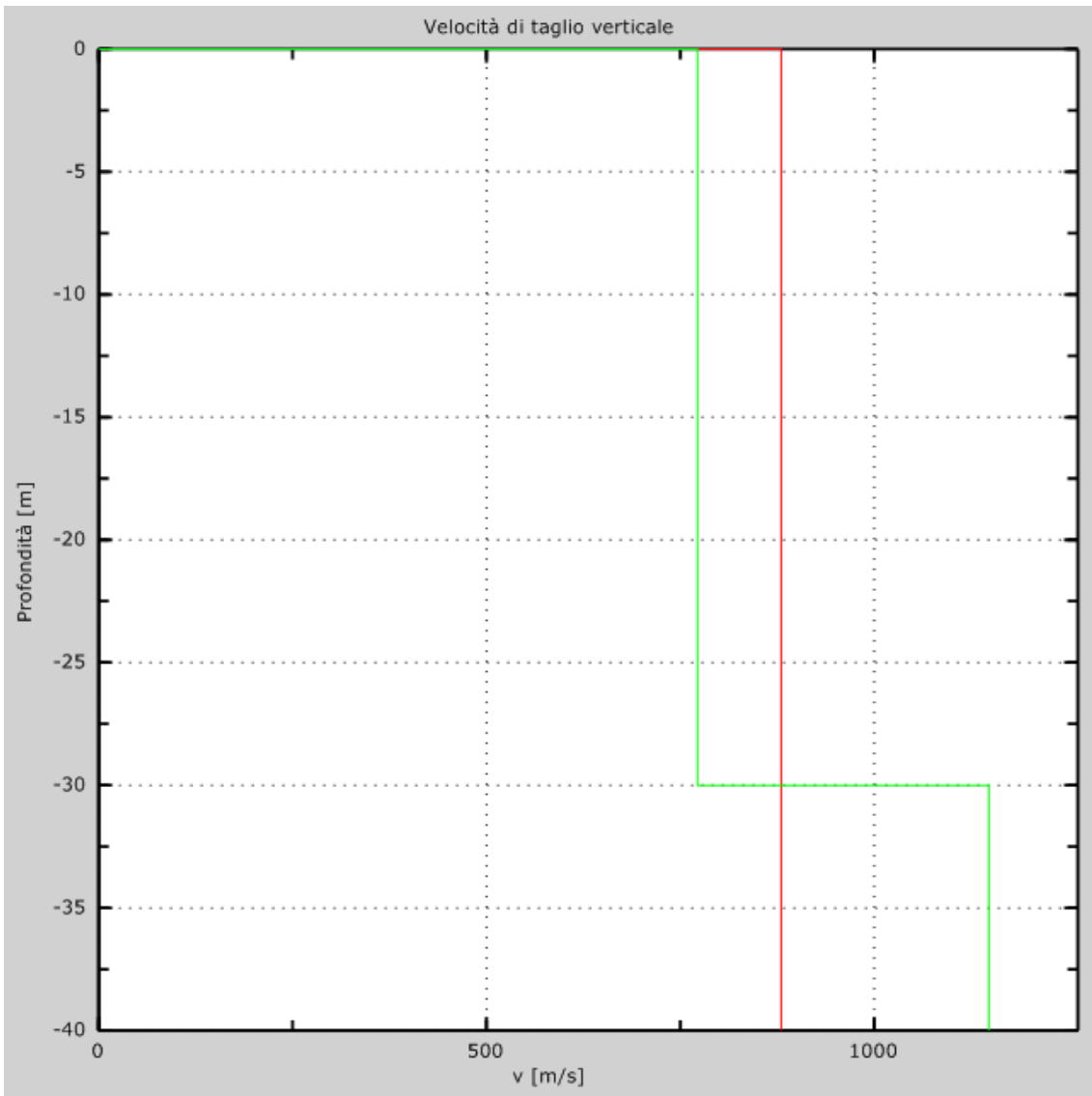


Figura 5: Velocità

5 - Risultati finali

Piano di riferimento $z = 0$ [m].....74

V_{s30} [m/s].....880

La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008

Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E o S1 (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).

Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.

Non esiste uno strato di alterazione di spessore maggiore di 3 m

Tipo di suolo A

Appendice

Tipo di suolo

Tipo A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

Tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Tipo C: Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Tipo D: Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

Tipo E: 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).

Tipo S1: Depositati di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < cu_{30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

Tipo S2: Depositati di terreno liquefacibile o argille sensitive o altri profili di terreno non inclusi nei tipi A, B, C, D, E o S1. Attenzione: la nuova norma classifica come S2 una serie di siti che prima erano classificati come B, C, D, E.