

Ambito Territoriale Ottimale n.3
 Ente d'Ambito Sarnese Vesuviano



GESTIONE OTTIMALE RISORSE IDRICHE




Comune di Torre del Greco
Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento
dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali
- 2° Lotto -

<p>AceaGori Servizi Gruppo Acea</p>	7305	PROGETTO DEFINITIVO				
	Elaborato: <div style="text-align: center; font-size: 1.5em; margin: 10px 0;">G 01</div> Scala:	Titolo: <div style="text-align: center; font-size: 1.2em; margin: 10px 0;">Relazione geologica</div>				
INGEGNERIA Il Responsabile ing. Domenico Cesare	IL GEOLOGO Geol. Teresa Parlato	Revisione _____ _____ _____	Data _____ _____ _____	Redatto _____ _____ _____	Verificato _____ _____ _____	Approvato _____ _____ _____
COLLABORATORI geom. Domingo Gambardella geom. Raimondo Nugnes	DIRETTORE TECNICO ing. Antonio De Cicco		IL R.U.P.			
DATA _____ _____						

Codice Intervento 7305	Comune di Torre del Greco – Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali - II lotto
---------------------------	--

INDICE

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO GEOAMBIENTALE	3
3	INDAGINI GEOGNOSTICHE	10
4	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO	11
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLE OPERE PUNTUALI	13
6	- INDAGINE ESEGUITA	16
7	- ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	17
8	- INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI	22
9	- RISPOSTA SISMICA LOCALE	24
10	- CONCLUSIONI	33

Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	---

Codice Intervento 7305	Comune di Torre del Greco – Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali - II lotto
---------------------------	---


1 - PREMESSA

La sottoscritta Dott. Geol. Teresa Parlato, regolarmente iscritta all'Ordine dei Geologi della Regione Campania al n. 2249, ha redatto la presente Relazione Geologica inerente il progetto di "Comune di Torre del Greco – Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali - II lotto.

Il progetto può essere suddiviso in due parti:

1. Un intervento a mare con la posa di due condotte prementi le quali per i primi 100 metri circa, perpendicolarmente alla costa verranno sarcofagate e successivamente sul fondale sabbioso verranno fissate con delle speciali ancore. Superata quota batimetrica 10-11 dove il moto ondoso non influenza più il fondale, le condotte verranno poggiate parallelamente alla costa.
2. Due interventi significativi a terra, uno all'interno dell'impianto di San Giuseppe alle paludi per permettere alle condotte di arrivare a mare e l'altro a Via Mortelle per accogliere le due condotte che proseguiranno via terra fino a giungere la galleria comprensoriale di Torre Annunziata, lavori progettati I lotto.

Tutti questi interventi sono stati descritti dettagliatamente nell'elaborati TD.01 Relazione Generale.

Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	---

2 INQUADRAMENTO GEOAMBIENTALE

a) Geologia Regionale

Il territorio comunale di Torre del Greco ricade nei quadranti meridionali del foglio geologico 185 "Salerno" della "Carta Geologica d'Italia" in scala 1:100.000. La sua storia geologica è ovviamente legata all'evoluzione del Somma – Vesuvio e della piana del Sarno.

La piana del Sarno, compresa tra il Somma – Vesuvio a N, i monti di Sarno a NE, i monti Lattari a S ed il mar Tirreno ad W, costituisce la porzione meridionale della ben più ampia Piana Campana, da cui è separata proprio dal vulcano vesuviano.

La Piana Campana è uno dei più estesi bacini quaternari dell'Italia meridionale; essa è delimitata da rilievi carbonatici Mesozoici che furono smembrati e ribassati dalla tettonica plio-pleistocenica.

Il graben risultante continuò a sprofondare nel Quaternario con un rigetto variabile dai 3 ai 5 km. Le linee tettoniche lungo le quali è avvenuto tale sprofondamento sono evidenziate lungo i margini della Piana da ripidi versanti di faglie, apparentemente dirette, orientate prevalentemente con direzioni Appenniniche (NW – SE) ed Antiappenniniche (SO – NE).

Durante gli ultimi 50 kyr, lungo queste strutture recenti si è impostato il vulcanismo potassico della provincia Romana e Campana (Roccamonfina, Campi Flegrei, Ischia e Somma – Vesuvio).


Nel settore orientale della Piana Campana, e più precisamente quello comprendente il Somma – Vesuvio e la Piana del Sarno, indagini geofisiche hanno permesso di ricostruire a grandi linee l'andamento del top del substrato carbonatico al di sotto della potente copertura vulcanica e sedimentaria.

Il substrato risulta smembrato in vari blocchi da faglie con andamento Appenninico ed Antiappenninico che lo ribassano verso il centro della piana del Sarno fino alla profondità di 2000 m. Tale ribassamento continua verso ovest al di sotto del Somma – Vesuvio dove, in corrispondenza del bordo occidentale del vulcano, la presenza di faglie, orientate SO e NE, determina un gradino strutturale tra la piana del Sarno e quella napoletano – voltornina.

La piana del fiume Sarno, si trova confinata a sud ed a nord da due strutture che ne hanno condizionato la storia geologica recente: il Somma – Vesuvio e la dorsale dei monti Lattari.

Il vulcano strato del Somma - Vesuvio appartiene alla cosiddetta Provincia Comagmatica Romana, caratterizzata da un'età almeno superiore ai 2.0 milioni di anni. Direttamente connessa all'apertura della Piana Abissale Tirrenica, successiva alla rotazione antioraria della Penisola Italiana, gli apparati vulcanici facenti parte di tale provincia sono caratterizzati da magmi potassici interpretati quali membri shoshonitici di associazione orogenetica oppure quali prodotti alcalini di aree di rift. Tettonicamente, tali vulcani quaternari sono impostati su di una crosta continentale notevolmente assottigliata, all'intersezione di grandi faglie dal tipico andamento appenninico ed antiappenninico. Caratteristicamente, i vulcani Campani si situano al centro della grande depressione della Piana Campana bordata a nord dall'horst del M.te Massico, a sud da quello dei M.ti Lattari e ad est dai contrafforti della Catena Appenninica.

Come noto, il Somma - Vesuvio è uno strato vulcano complesso, costituito dall'antico apparato del M.te Somma, la cui attività termina con il collasso della caldera centrale e dal Vesuvio, accresciutosi successivamente quale cono isolato nell'antica caldera e sono separati tra di loro dalla incassata "Valle" del Gigante. La

Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	---

Codice Intervento 7305	Comune di Torre del Greco – Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali - II lotto
---------------------------	---


caratteristica saliente del complesso vulcanico è data dal forte contrasto morfologico tra le pendici profondamente erose del M.te Somma ed il regolarissimo cono del Vesuvio. Il cono sommitale del Vesuvio presenta un cratere del diametro di circa 450.0 m e della profondità di 330.0 m. Innumerevoli risultano le evidenze di crateri eccentrici, tra i quali il più evidente è rappresentato dal cono dei Camaldoli della Torre presso Torre del Greco.

La ricostruzione cronologica dell'attività del Somma Vesuvio parte dai dati ottenuti dalla realizzazione del sondaggio Trecase 1 dell'Agip, che ha messo in evidenza la presenza di un'attività vulcanica, in parte sottomarina, precedente (ProtoSomma) alla messa in posto dell'Ignimbrite Campana (39.000 yrs. B.P.).

L'esame delle sequenze stratigrafiche, unitamente alle datazioni assolute, consentono la suddivisione dell'attività vulcanica in un ciclo preignimbritico e uno postignimbritico; quest'ultimo è a sua volta suddiviso in attività preistorica e attività storica.

Per queste ultime è stata distinta la seguente successione di eventi principali:

- 25.000 anni - eruzione pliniana delle pomici di Codola;
- 22.000 anni - eruzione pliniana delle pomici di Sarno;
- 17.000 anni - eruzione pliniana delle pomici di base;
- 15.000 anni - eruzione pliniana delle pomici verdoline;
- 11.400 anni - eruzione pliniana delle pomici del Lago Amendolare;
- 7.900 anni - eruzione pliniana delle pomici di Mercato;
- 3.800 anni - eruzione pliniana delle pomici di Avellino;
- più di nove eventi eruttivi intermedi;
- 79 d.C. - eruzione pliniana di Pompei;
- 203 d.C. - eruzione subpliniana;
- 472 d.C. - eruzione subpliniana di Pollena;
- 512 d.C. - eruzione;
- 685 d.C. - eruzione;
- 787 d.C. - eruzione;
- 968 d.C. - eruzione;
- 1037 d.C. - eruzione;
- 1139 d.C. - eruzione subpliniana;
- 1631 d.C. - eruzione subpliniana;
- 1638-1737 d.C. - periodo con effusioni laviche;

Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	---

Codice Intervento 7305	Comune di Torre del Greco – Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali - II lotto
---------------------------	---

1744-1794 d.C. - periodo con effusioni laviche;

1798-1822 d.C. - periodo con effusioni laviche;

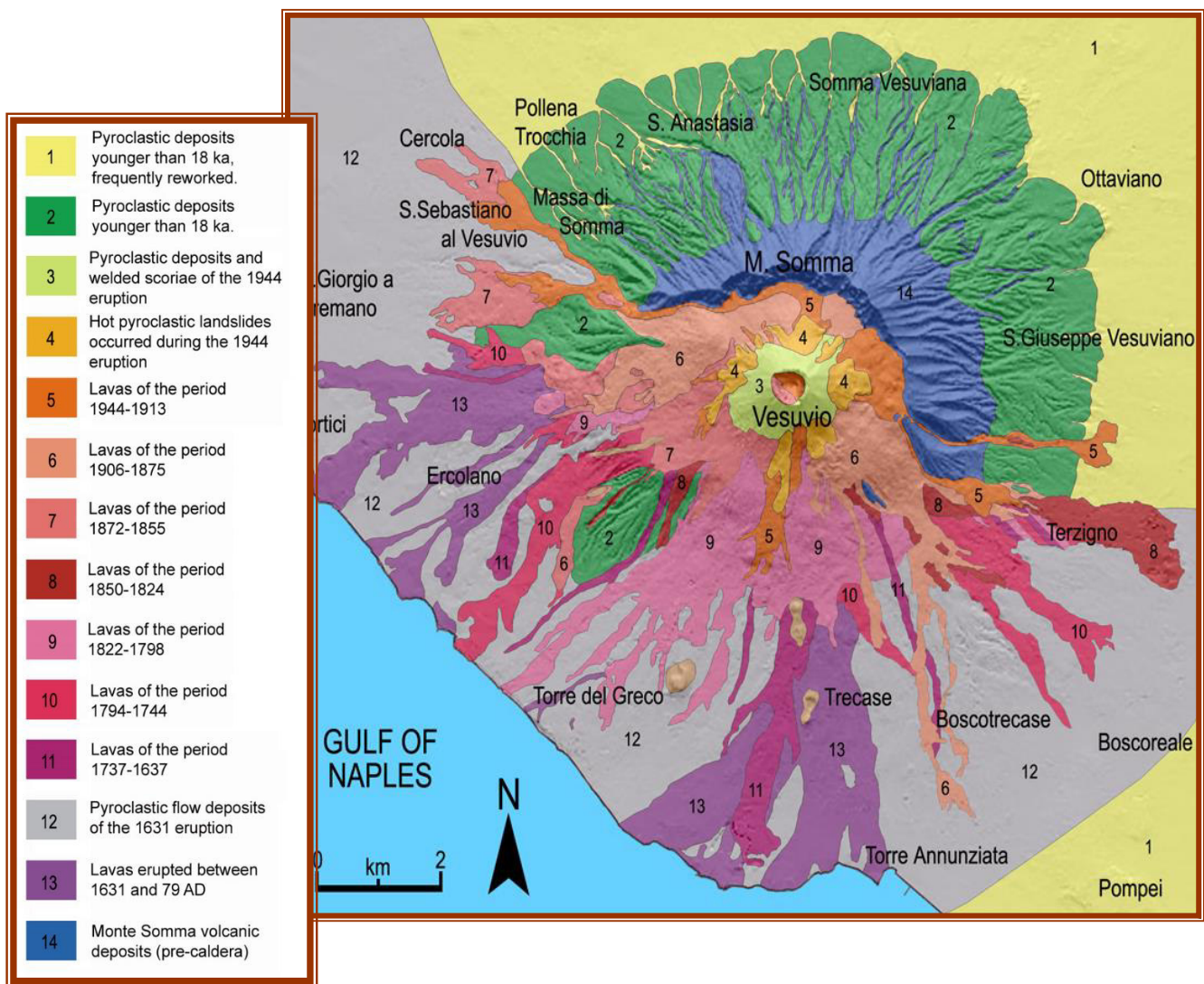
1824-1850 d.C. - periodo con effusioni laviche;

1855-1872 d.C. - periodo con effusioni laviche;

1875-1906 d.C. - periodo con effusioni laviche;

1913-1944 d.C. - periodo con effusioni laviche;

Tale successione evidenzia l'elevato rischio sotteso al Somma - Vesuvio.



Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	--

b) Geomorfologia

Il territorio comunale di Torre del Greco è sito lungo le pendici dell'edificio del vulcano strato del Somma - Vesuvio, nell'area di raccordo con la piana del fiume Sarno. Esso è compreso nel foglio 185 NW della Carta d'Italia in scala 1:25000 edita dall'IGM, con quote variabili tra 17 e 155 m. s.l.m; inoltre si presenta con una forma poligonale allungata, con orientazione prevalente W – E; presenta latitudini comprese tra 40° 45' 22" e 40° 47' 53" e longitudine compresa tra 02° 00' 39" e 02° 05' 55".

L'intero territorio è morfologicamente suddividibile in due porzioni: la prima, che comprende anche il centro urbano, è collinare, con morfologie dovute al forte condizionamento geologico – strutturale imputabile al Vesuvio ed alle colate laviche delle eruzioni dello stesso vulcano. In queste aree le pendenze sono variabili, con valori massimi pari a circa 25° in strettissime fasce territoriali in prossimità delle colate laviche, ma in generale presentano valori medi compresi tra i 7° - 9.

c) Idrogeologia


Il complesso idrogeologico del Somma - Vesuvio è caratteristicamente un complesso idrogeologico vulcanico centrale misto. Questa tipologia di complessi idrogeologici, che è caratterizzata da permeabilità dovuta sia a porosità che a fessurazione, presenta diversi livelli acquiferi sovrapposti intercomunicanti tra loro a causa della ridotta continuità dei livelli impermeabili. Gli acquiferi sono quindi eterogenei ed anisotropi. Il complesso idrogeologico vulcanico del Vesuvio presenta una falda radiale basale centrifuga, priva di sorgenti di importanza regionale, in quanto l'acquifero piroclastico alluvionale della piana campana drena tutte le acque vesuviane a nord, est ed ovest, mentre sul versante meridionale il recapito delle acque è costituito dal Mar Tirreno.

In particolare i litotipi fondamentali che compongono il complesso idrogeologico vesuviano sono lave scoriacee da compatte a fratturate, con elevata permeabilità per fessurazione nelle zone a maggior presenza di giunti, e piroclastiti sciolte, tipiche di eruzioni pliniane e subpliniane, con modalità di messa in posto che vanno dai fall ai flussi, fino ai surge. Le piroclastiti hanno una permeabilità variabile per porosità; la stessa variabilità è funzione della granulometria dei depositi.

Come già detto il complesso idrogeologico vulcanico è bordato dai complessi idrogeologici alluvionali della Piana Campana sensu latu, ed in particolare della Piana Campana ad ovest, della piana nolana a nord e della piana del fiume Sarno ad est.

Nella seguente tabella sono presentati i parametri idrogeologici del complesso idrogeologico del Somma – Vesuvio:

Area di riferimento	153.0 km ²
Precipitazione	924 mm
Evapotraspirazione	606 mm
Deflusso globale	318 mm
Area di infiltrazione	138.5 km ²

Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	---

Codice Intervento 7305	Comune di Torre del Greco – Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali - II lotto
---------------------------	---


Volume	37.4 × 106 m ³ /anno
Resa	8.6 l/s × km ²
Volume medio annuo della portata della falda + emungimenti	50.4 × 106 m ³ /anno

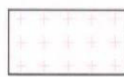
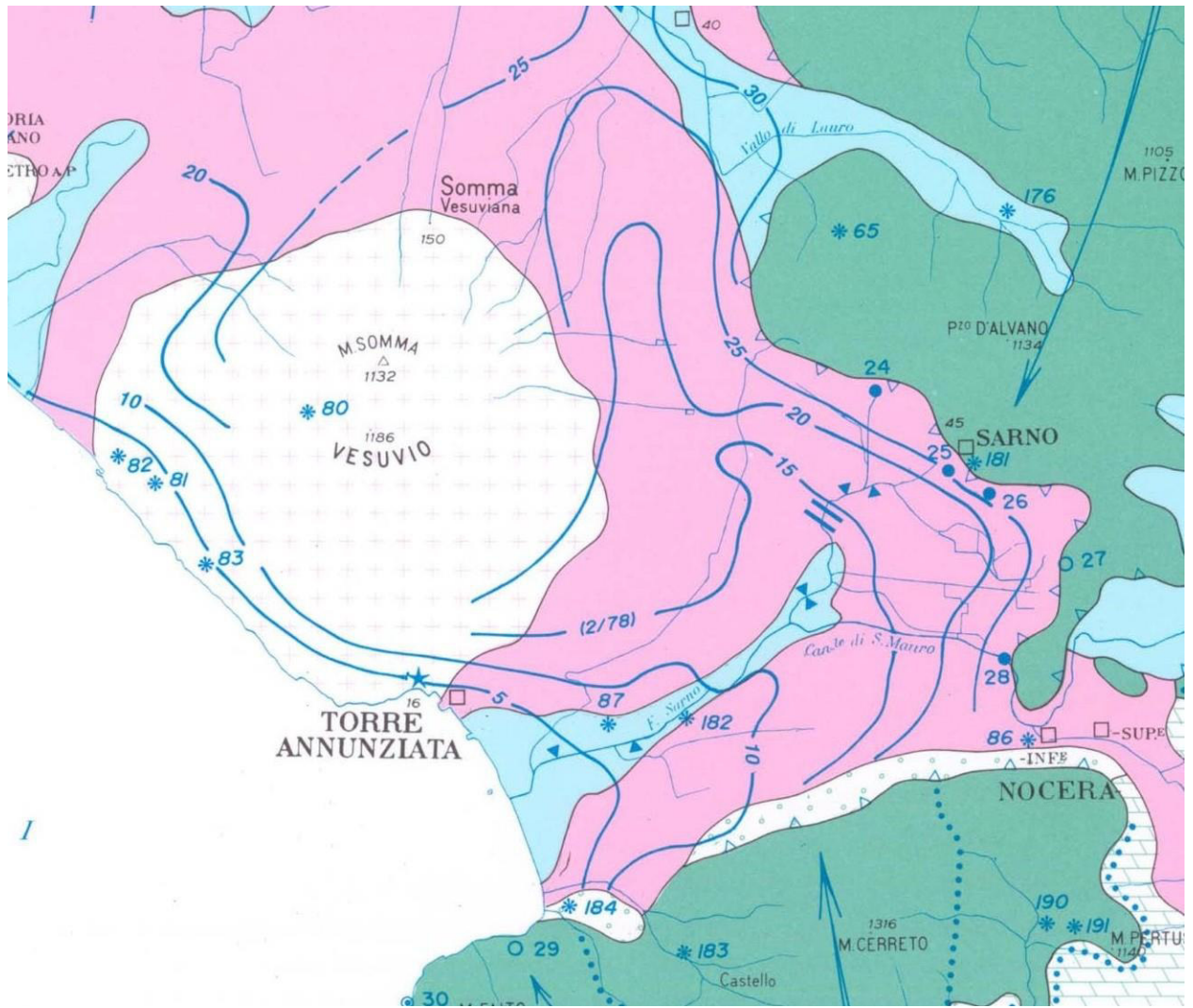
La falda di base è rinvenibile solo a grandi profondità.

Nel territorio in esame si individuano tre principali complessi litologici:

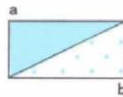
- Complesso del surge piroclastico: rappresenta la fase di chiusura dell'eruzione di Pompei, presenta permeabilità bassa ($7 \cdot 10^{-7} / 7 \cdot 10^{-6}$ cm/sec) dovuta all'elevato grado di addensamento dei terreni costituiti da livelli cineritici e ghiaie con granuli arrotondati di origine vulcanica. La frazione fine raggiunge, quindi, una percentuale molto elevata e l'intero orizzonte appare litoide per fenomeni di zeolitizzazione (loc. tuono);
- Complesso dei lapilli pomicei: rappresenta la fase iniziale e media dell'eruzione del 79 d.C. ed è costituita da lapilli di pomici grigie e bianche con permeabilità elevata per porosità;
- Complesso delle lave: è presente come substrato per gran parte del territorio comunale ed è caratterizzato da due facies, una facies bollosa e scoriacea che presenta alti valori di permeabilità per fratturazione, essendo caratterizzata dalla presenza di numerosi vacuoli da degassazione e fratture sin-genetiche dovute al rapido raffreddamento; e una facies compatta da considerare impermeabile relativo.

Il centro abitato presenta variazioni della acque di falda, per cui la piana sarnense e la costa rappresentano le zone di recapito principale delle summenzionate acque di falda e delle acque ruscellanti.

Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	---



Corpi lavici del Somma-Vesuvio, dell'area flegreo-ischitana, del Roccamonfina, talora sepolti o intercalati a prodotti di lancio e di flusso. Permeabilità medio-alta per frattura (nelle lave), medio-bassa per porosità nelle piroclastiti. Circolazione idrica "sospesa" e di fondo (quest'ultima dotata talora di chimismo influenzato da apporti gassosi di origine endogena).



Depositi di colmata per bonifica; terreni fluvio-lacustri o di transizione prevalentemente a grana fina (argille, limi, sabbie limose talora con torba e lenti ciottolose discontinue): a). Depositi alluvionali prevalentemente a grana grossa (ghiaie in matrice sabbiosa con locali intercalazioni limo-argillose - valle Sele:b). Permeabilità bassa in a); permeabilità del tipo strato su strato in b).



Terreni piroclastici limo-sabbiosi, in sede o rimaneggiati, delle aree circostanti agli apparati vulcanici dei C. Flegrei, del Somma-Vesuvio e del Roccamonfina. Nella piana Campana e di Sorrento sovrastano sovente un banco di tufo litoide di spessore crescente in direzione dei rilievi circostanti.

Modesta circolazione idrica collegata al reticolo idrografico superficiale e all'acquifero vulcano-sedimentario sottostante al banco di tufo (quando quest'ultimo esercita una insufficiente azione di confinamento).

Codice Intervento 7305	Comune di Torre del Greco – Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali - II lotto
---------------------------	---

d) Sismica

Per ciò che concerne la caratterizzazione sismica del sito, considerate le attuali normative, si ritiene utile fornire al progettista i parametri in funzione sia della vecchia normativa sismica, Legge 2-2-74 n. 64, D.M. 3-3-1975, D.M. 5-2-1996, sia seguendo i criteri dell'Eurocodice 8, normati in Italia con l'emanazione dell'O.P.C.M. 3274 del 2003.

Seguendo i dettami della vecchia classificazione per quel che riguarda la valutazione della risposta sismica locale, la Giunta Regionale della Campania conferisce al comune di Torre del Greco i seguenti parametri di Legge:

Grado di Sismicità S = 9


Coefficiente di Intensità Sismica C = (S-2)/100 = 0.07 (g).

Per quello che riguarda la nuova normativa sismica, i criteri stabiliti dall'OPCM 3274 indicano 4 valori di accelerazioni orizzontali (a_g/g) dello spettro di risposta elastico e le norme progettuali e costruttive da applicare, pertanto il numero delle zone è fissato in quattro. Ciascuna zona è stata individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema seguente:

Z ona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) a_g/g
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05- 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

In virtù di quanto esposto il territorio comunale di Torre del Greco presenta un'accelerazione orizzontale massima al suolo pari a

$$a_g = 0.25 \text{ g.}$$

Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	---

Codice Intervento 7305	Comune di Torre del Greco – Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali - II lotto
---------------------------	---


3 INDAGINI GEOGNOSTICHE

La campagna indagine è stata programmata in funzione delle varie strutture progettate, in particolare:

- Nell' area dell'impianto di San Giuseppe alle Paludi sono stati effettuati 1 sondaggio verticale ed 1 orizzontale;
- Nell'area di via Mortelle sono stati effettuati 2 sondaggi verticali e una MASW.

Tutti i sondaggi sono riportati nell'elaborato G.02

Durante la stesura del Progetto Esecutivo, verrà ampliato il programma delle indagini dirette ed indirette da effettuare sul territorio, nelle aree più sensibili.

Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	---

4 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO


Come riportato nella carta geologica allegata G.04, nell'area d'interesse affiorano i seguenti litotipi:

- Piroclastiti sciolte appartenenti all'eruzione storiche, in particolare del 79 d.C. e del 1631 d.C., presenta depositi di caduta e di flusso, i primi sono costituiti granulometricamente sabbie piroclastiche nerastre sciolte e da lapilli di pomice bianche e grigie a gradazione inversa con scarsa presenza di litici, i secondi sono costituiti da flussi piroclastici cineritici solitamente ricchi in litici;
- Depositi alluvionali e fluvio palustri, caratterizzate da piroclastiti sciolte delle eruzioni vesuviane storiche rimaneggiate in ambiente fluviale;

La stratigrafia dell'area è quindi caratterizzata da una successione di livelli piroclastici a granulometria e grado di addensamento e di rimaneggiamento variabile, con intercalati paleosuoli, poggianti su colate laviche da compatte a scoriacee presenti, nella porzione nord orientale del territorio comunale, .

In questo contesto, limitatamente alle profondità di interesse del presente intervento, si possono quindi individuare i seguenti complessi geotecnici caratterizzati da proprietà litotecniche omogenee, i cui rapporti geometrici sono meglio definiti nelle allegati sezioni geologico -tecniche:

- * **Complesso dei terreni di riporto - A:** Terreno vegetale attuale a granulometria sabbioso limosa nerastra intervallato con riporto antropico costituito da sabbie piroclastiche rimaneggiate con pezzate lavico e pomiceo – il livello presenta scadenti caratteristiche geomeccaniche, con spessori variabili e mediamente pari ad 1.50 metri;
- * **Complesso delle sabbie limose - B:** Successione di sabbie piroclastiche limose e ghiaiose e limi da sciolte a mediamente addensate, di colore nerastro, inglobano pomice grigiastre, attribuibili alle eruzioni vesuviane storiche, nella porzione territoriale più prossima allo strato – vulcano vesuviano, e a livelli eruttivi rimaneggiati in ambienti fluviali nella fascia ambientalmente inserita nella piana sarnense.
 - Spessore = 1.00 – 2.00 m.
 - $N_{spt} = 5 - 7$;
 - Peso dell'unità di volume saturo (g_{sat}) = 1.77 - 1.85 g/cm³;
 - Peso dell'unità di volume secco (g_d) = 1.32 - 1.40 g/cm³;
 - Angolo di attrito interno (f) = 23° - 26°;
 - Coesione = 0.00 kg/cm²;
 - Permeabilità = media per porosità - $1 \times 10^{-6} / 7 \times 10^{-7}$
- * **Complesso del surge del 79 d.C. - C:** Litologicamente tale complesso è descrivibile quale una alternanza di cineriti compatte (loc. Tuono) grigio verde, sabbie e ceneri con abbondantissime pisooliti. La successione è genericamente costituita da una alternanza di livelli cineritici e ghiaie i cui elementi generalmente a spigoli arrotondati, sono di natura sia vulcanica che calcarea (xenoliti). Tale litotipo rappresenta il surge piroclastico di chiusura dell'eruzione pliniana del 79 d.C. Granulometricamente prevale la frazione sottile costituita prevalentemente da ceneri e sabbie che


Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	---

Codice Intervento 7305	Comune di Torre del Greco – Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali - II lotto
---------------------------	---

raggiungono una media che supera il 50% e picchi anche superiori al 90%. L'eccezionalità di questo litotipo sta nella caratteristica presenza di un elevato grado di addensamento dovuto agli stessi particolari processi di messa in posto dei surges. La neoformazione di minerali tipo zeoliti avvenuta prevalentemente durante le fasi di raffreddamento appena successive alla messa in posto, conferisce al complesso un aspetto quasi litoide. Conseguentemente le caratteristiche geomeccaniche di questo orizzonte risultano elevate ed assimilabili a:

- Spessore = 1.50 - 2.50 m.
- $N_{s\text{cpt}}$ = Rifiuto;
- Peso dell'unità di volume saturo (g_{sat}) = 1.99 g/cm³;
- Peso dell'unità di volume secco (g_d) = 1.63 g/cm³;
- Angolo di attrito interno (f) = 35°;
- Coesione = 0.00 kg/cm²;
- Permeabilità = bassa - 7×10^{-5} / 7×10^{-4} ;

Per ciò che concerne l'idrogeologia della zona, la falda principale si rinviene sempre a più di dieci metri di profondità dal p.c., mentre è possibile rinvenire livelli acquiferi di scarsa entità nel complesso ghiaioso dei lapilli pomicei dell'eruzione del 79 d.C., che però, non comportano interferenze di rilievo con il lavoro a farsi.


Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	---

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO INTERESSATO DALLE OPERE PUNTUALI


Le prove geotecniche realizzate sono state opportunamente interpretate, ed i dati emersi hanno permesso di caratterizzare dal punto di vista geotecnico i terreni interessati dagli interventi puntuali a farsi.

In particolare, i terreni vengono di seguito riportati con le caratteristiche geotecniche:

- * **Complesso dei terreni di riporto - A:** Riporto antropico costituito da una soletta in cemento armato con relativa sottofondazione, composta da sabbie piroclastiche rimaneggate con trovanti lavici di dimensioni variabili che raggiungono anche i 4 – 5 cm e poche pomici – presenta scadenti caratteristiche geomeccaniche;
- * **Complesso delle sabbie limose - B:** Successione di sabbie piroclastiche limose e ghiaiose e limi da sciolte a mediamente addensate, di colore nerastro, inglobano pomici grigiastre.
 - o Spessore = 3.00 m.
 - o $N_{spt} = 13$;
 - o Peso dell'unità di volume saturo (g_{sat}) = 1.84 g/cm³;
 - o Peso dell'unità di volume secco (g_d) = 1.42 g/cm³;
 - o Angolo di attrito interno (f) = 28°;
 - o Coesione = 0.00 kg/cm²;
 - o Permeabilità = media per porosità - $1 \times 10^{-6} / 7 \times 10^{-7}$
- * **Complesso del surge del 79 d.C. - C:** Litologicamente tale complesso è descrivibile quale una alternanza di cineriti compatte (loc. Tuono) grigio verde, sabbie e ceneri con abbondantissime pisoliti. La successione è genericamente costituita da una alternanza di livelli cineritici e ghiaie i cui elementi generalmente a spigoli arrotondati, sono di natura sia vulcanica che calcarea (xenoliti). Tale litotipo rappresenta il surge piroclastico di chiusura dell'eruzione pliniana del 79 d.C. Granulometricamente prevale la frazione sottile costituita prevalentemente da ceneri e sabbie che raggiungono una media che supera il 50% e picchi anche superiori al 90%. L'eccezionalità di questo litotipo sta nella caratteristica presenza di un elevato grado di addensamento dovuto agli stessi particolari processi di messa in posto dei surges. La neoformazione di minerali tipo zeoliti avvenuta prevalentemente durante le fasi di raffreddamento appena successive alla messa in posto, conferisce al complesso un aspetto quasi litoide. Conseguentemente le caratteristiche geomeccaniche di questo orizzonte risultano elevate ed assimilabili a:
 - o Spessore = 2.00 m.
 - o $N_{spt} = 44$;
 - o Peso dell'unità di volume saturo (g_{sat}) = 1.99 g/cm³;
 - o Peso dell'unità di volume secco (g_d) = 1.63 g/cm³;
 - o Angolo di attrito interno (f) = 35°;
 - o Coesione = 0.00 kg/cm²;

Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	---

- Permeabilità = bassa - $7 \times 10^{-5} / 7 \times 10^{-4}$;
- ※ **Complesso delle pomici del 79 d.C. - D:** Pomici, lapilli e litici, anche di grosse dimensioni (ϕ max = 4.0 cm), costituenti il fall piroclastico relativo alla fase iniziale e media dell'eruzione pliniana del 79 d.C. La parte alta di tale strato è costituita prevalentemente da pomici grigie prive di litici, mentre la parte bassa è costituita da pomici bianche con abbondanti litici. Il livello è quindi costituito da elementi di varie dimensioni, anche superiori ai 5.0 cm a luoghi fortemente alterate inglobate in una consistente porzione di frazione fine. Alla base dell'intero strato è generalmente riconoscibile un sottile livello di ceneri (ash fall) rappresentante il primo prodotto della summenzionata eruzione. Lo spessore massimo osservato dell'intero orizzonte è pari a 1.80 m. Le caratteristiche geomeccaniche di questo orizzonte risultano scadenti soprattutto se si considera l'estrema leggerezza degli elementi e la costituzione vetrosa a cui va aggiunta una permeabilità elevatissima per porosità. Granulometricamente la componente ghiaiosa supera il 40% con massimi che possono raggiungere il 90% circa. I parametri geomeccanici riconosciuti sono:
- Spessore = 1.80 m.
 - $N_{s\text{cpt}} = 10$;
 - Peso dell'unità di volume saturo (g_{sat}) = 1.81 g/cm^3 ;
 - Peso dell'unità di volume secco (g_d) = 1.40 g/cm^3 ;
 - Angolo di attrito interno (f) = 27° ;
 - Coesione = 0.00 kg/cm^2 ;
 - Permeabilità = elevata per porosità - 1×10^{-8} ;
- ※ **Complesso dei paleosuoli e delle piroclastiti sciolte - E:** Successione indifferenziata di più livelli di paleosuoli con ceneri humificate, limi humificati, veri e propri fall di pomici rimaneggiate ed humificate. A più altezze sono riconoscibili intercalari cineritici variamente addensati ed arrivi di sabbie e ghiaie. Lo spessore massimo riconosciuto in zona, dell'intero orizzonte, è pari a 4.00 m, e ricordiamo che si inglobano nello stesso orizzonte terreni dalle caratteristiche estremamente eterogenee e che per ragioni puramente cautelative vengono caratterizzati con i parametri degli intercalari più scadenti riconosciuti:
- Spessore = 3.00 m.
 - $N_{s\text{cpt}} = 5$;
 - Peso dell'unità di volume saturo (g_{sat}) = 1.40 g/cm^3 ;
 - Peso dell'unità di volume secco (g_d) = 1.25 g/cm^3 ;
 - Angolo di attrito interno (f) = 23° ;
 - Coesione = 0.00 kg/cm^2 ;
 - Permeabilità = elevata per porosità - 1×10^{-8} ;

Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	---


* **Complesso delle scorie laviche - F;** Successione di scorie laviche, sabbie e ghiaie addensate e saldate a luoghi con neoformazione di minerali in patine di ossidi prevalenti. Tali materiali si presentano in genere ampiamente rimaneggiati e con gradi di aggregazione estremamente variabili. A più luoghi, sono stati individuati, vuoti e cunicoli di ridotte dimensioni legati a fenomenologie proprie della messa in posto delle colate laviche quali cunicoli di scorrimento ("buche di verme"), bolle di degassazione superficiale, spaccature da raffreddamento, ecc. attualmente parzialmente riempite da materiale fine quale ceneri, ma anche sabbie e ghiaie. Lo spessore massimo dell'intero orizzonte è pari a 2.00 m. Le caratteristiche geomeccaniche compressive risultano:

- o Spessore = 2.00 m.
- o $N_{spt} = 17$;
- o Peso dell'unità di volume saturo (g_{sat}) = 1.88 g/cm³;
- o Peso dell'unità di volume secco (g_d) = 1.48 g/cm³;
- o Angolo di attrito interno (f) = 30°;
- o Coesione = 0.00 kg/cm²;
- o Permeabilità = elevata per porosità - 1×10^{-8} ;

* **Complesso delle lave - G;** Colata lavica preistorica costituente il bedrock locale con andamento della superficie debolmente articolato, ma caratterizzato da microrilievi legati a fenomenologie proprie della messa in posto delle colate laviche quali cunicoli di scorrimento, bolle di degassazione superficiale, spaccature da raffreddamento, ecc. attualmente parzialmente riempite da materiale fine quale ceneri ma anche sabbie e ghiaie. Lo spessore massimo certificato da alcuni pozzi eseguiti in zona certificano uno spessore della colata almeno superiore ai 25.0 m. Generalmente, si tratta di una formazione litoide caratterizzata da una estrema abbondanza di vacuoli da degassazione e da pasta prevalentemente vetrosa. Le caratteristiche geomeccaniche compressive risultano:

- o Spessore = 15.00 m.
- o N_{spt} = Rifiuto;
- o Peso dell'unità di volume saturo (g_{sat}) = 2.6 g/cm³;
- o Peso dell'unità di volume secco (g_d) = 2.5 g/cm³;
- o Angolo di attrito interno (f) = 40°;
- o Resistenza a rottura (n/mm^2) = 23 - 113
- o Modulo di elasticità (mpa) = 5.000 - 6.000
- o Permeabilità = medio alta per fratturazione
- o V_s media m/s = 1.200

Per tutta la lunghezza del sondaggio non sono stati riscontrati livelli acquiferi.

Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	---

6 - INDAGINE ESEGUITA

È stata inoltre condotta un'analisi della risposta sismica del suolo fornendo il calcolo degli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto (D.M. 14 gennaio 2008).

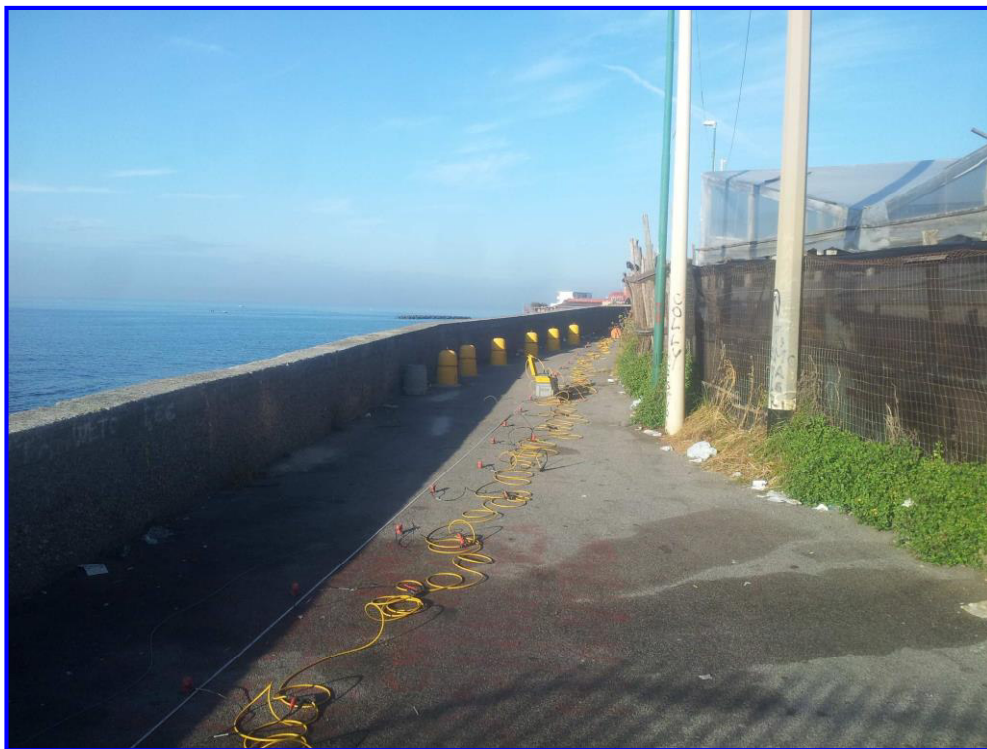


Fig. 1 – Prospezione sismica MASW effettuata in area progettuale.

Al fine di caratterizzare sismicamente il suolo nell'area oggetto di indagine, è stata eseguita una prospezione sismica MASW (Fig. 1), con le seguenti caratteristiche (Tab. 1):

<i>Prospezione sismica</i>	<i>Lunghezza complessiva dello stendimento (m)</i>	<i>Offset e spacing (m)</i>	<i>Direzione</i>
<i>MASW n.1</i>	<i>37.50</i>	<i>1.50</i>	<i>N 280° E</i>

Tab. 1 – Riepilogo caratteristiche delle fasi di acquisizione relative allo stendimento geofonico messo in opera.

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo di sismografo M.A.E. A6000-S 24 bit 24 canali, strumento compatto e versatile progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione sismica

convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali [Re.Mi. (Refraction Microtremor); M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves); S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves)].

L'elevata dinamica (24 bit di risoluzione) unita alla notevole memoria per l'acquisizione, ne consente l'utilizzo per tecniche di indagine di tipo non convenzionale. Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo (noise).

La gestione dell'apparecchiatura è notevolmente semplificata dall'interfaccia grafica e dall'interazione con essa tramite il sistema di puntamento touch-screen, che consente di eseguire tutte le operazioni toccando con un pennino gli oggetti interessati direttamente sullo schermo.

L'ambiente operativo dello strumento è quello di Microsoft Windows XP embedded.

La sorgente sismica (Fig. 2) è costituita da un impatto transiente verticale (maglio dal peso di 10kg che batte su una piastra circolare in alluminio). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14Hz, posto in prossimità della piastra.

Quando la battuta sulla superficie della piastra non risultava netta o veniva colpita due volte erroneamente, la prova veniva ripetuta.

La sorgente è stata posizionata all'inizio e alla fine dello stendimento geofonico, con offset pari a 1.50m, in modo tale da ottenere profili sismici diretti ed inversi. Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da 24 geofoni verticali (Geospace – 4.5Hz) posizionati lungo il profilo di indagine con spacing predefinito (Fig. 1; Tab. 1). La lunghezza complessiva dello stendimento geofonico è stata sufficiente a determinare la sismostratigrafia 2D dei terreni nel sito prescelto fino alla profondità di 34.9m dal p.c..

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con apposito programma (SurfSeis 2.05 della Kansas Geological Survey) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.

Fig. 2 – Sorgente energizzante, costituita da massa battente su piastra di alluminio. Come starter/trigger è stato utilizzato un geofono verticale Geospace a 14 Hz.


7 - ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI

Le acquisizioni dei segnali, di lunghezza temporale $T=2.048s$, sono state effettuate con passo di campionamento $dt=0.5ms$. La frequenza di campionamento è data da:

$f_{\text{campionamento}}=1/dt=2000Hz$. La frequenza massima dei segnali, ovvero la frequenza di Nyquist, è data da: $f_{\text{Nyquist}}=1/2dt=1000Hz$. La frequenza minima dei segnali è data da: $f_{\text{min}}=1/T=0.488Hz$.

L'elaborazione dei dati e l'inversione delle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh sono state effettuate con il programma SurfSeis 2.05 della Kansas Geological Survey che ha permesso di eseguire l'intero processo di elaborazione di n°1 sezione sismostratigrafica 2D delle V_s (Fig. 9).

Gli elaborati relativi alla prova effettuata sono di seguito riportati (Figg. 3 – 9).

Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	---

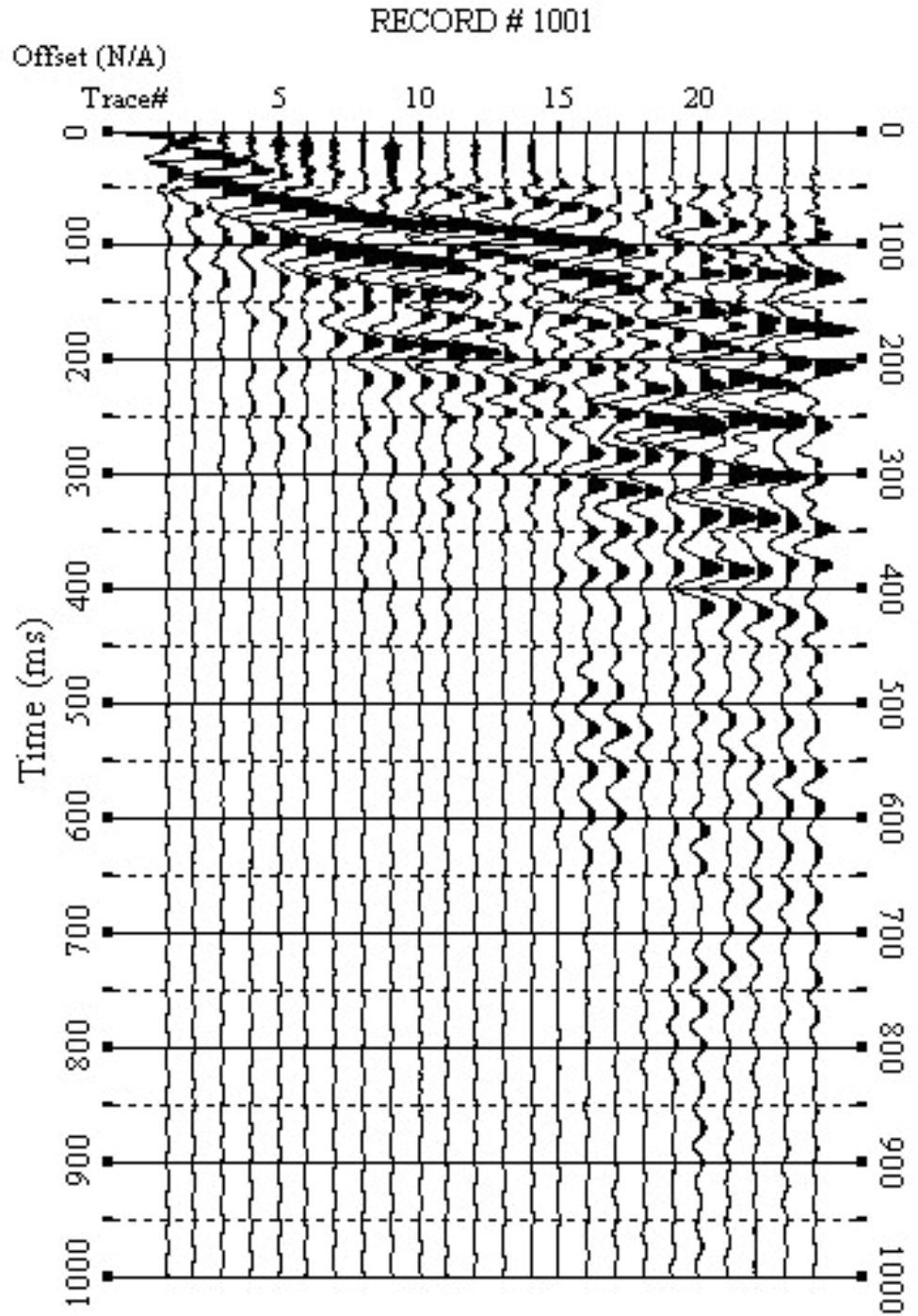


Fig. 3 – Sismogrammi relativi all’indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1. Finestra temporale [0-1000]ms.

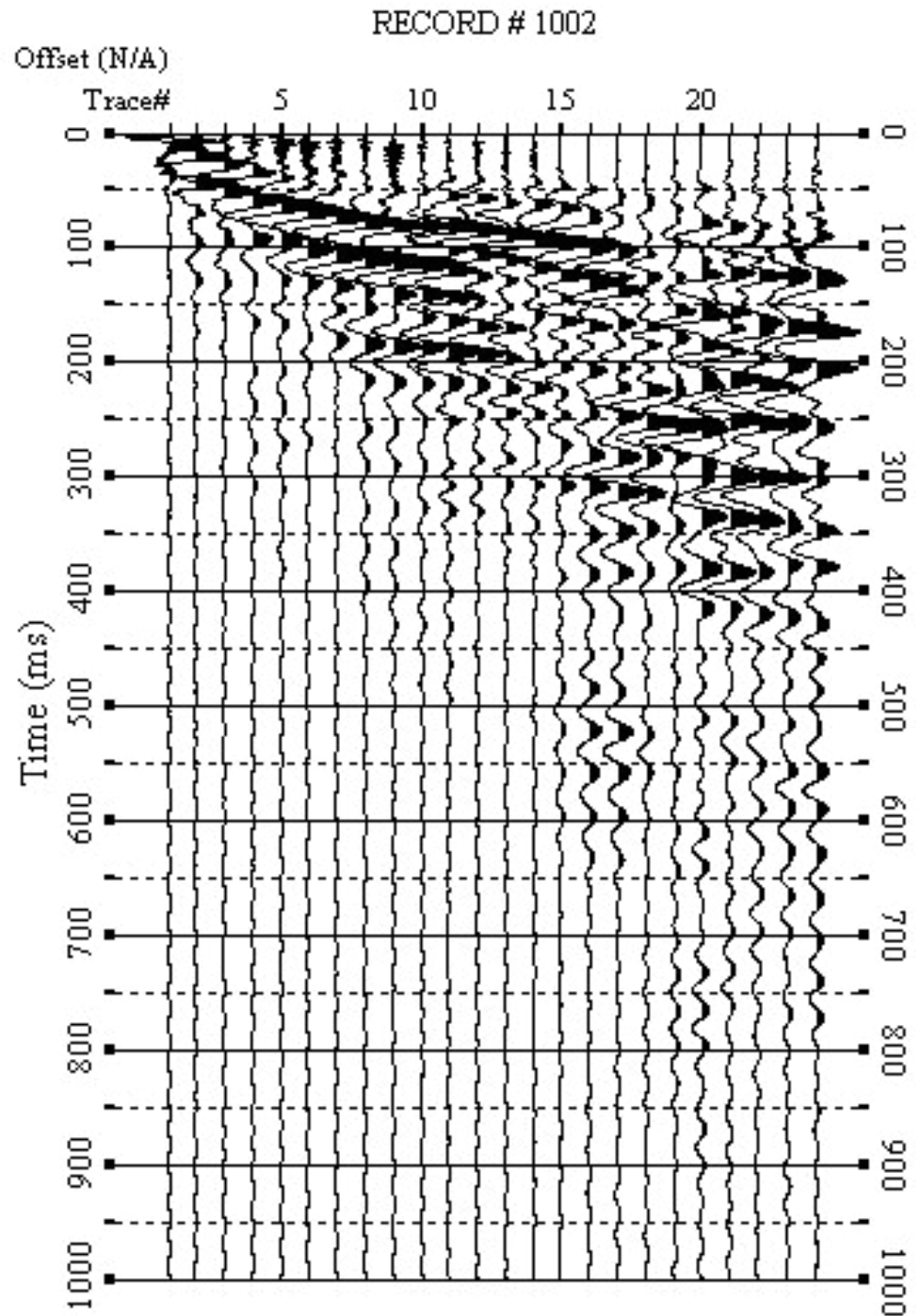


Fig. 4 – Sismogrammi relativi all’indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2. Finestra temporale [0-1000]ms.

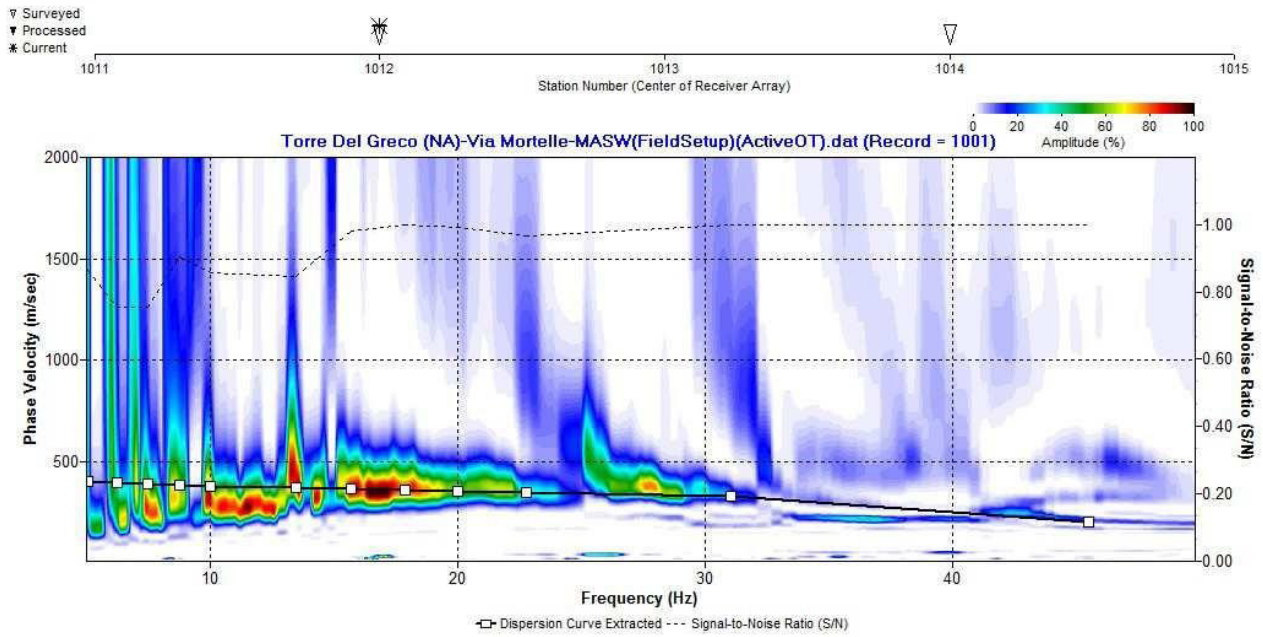


Fig. 5 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 1.

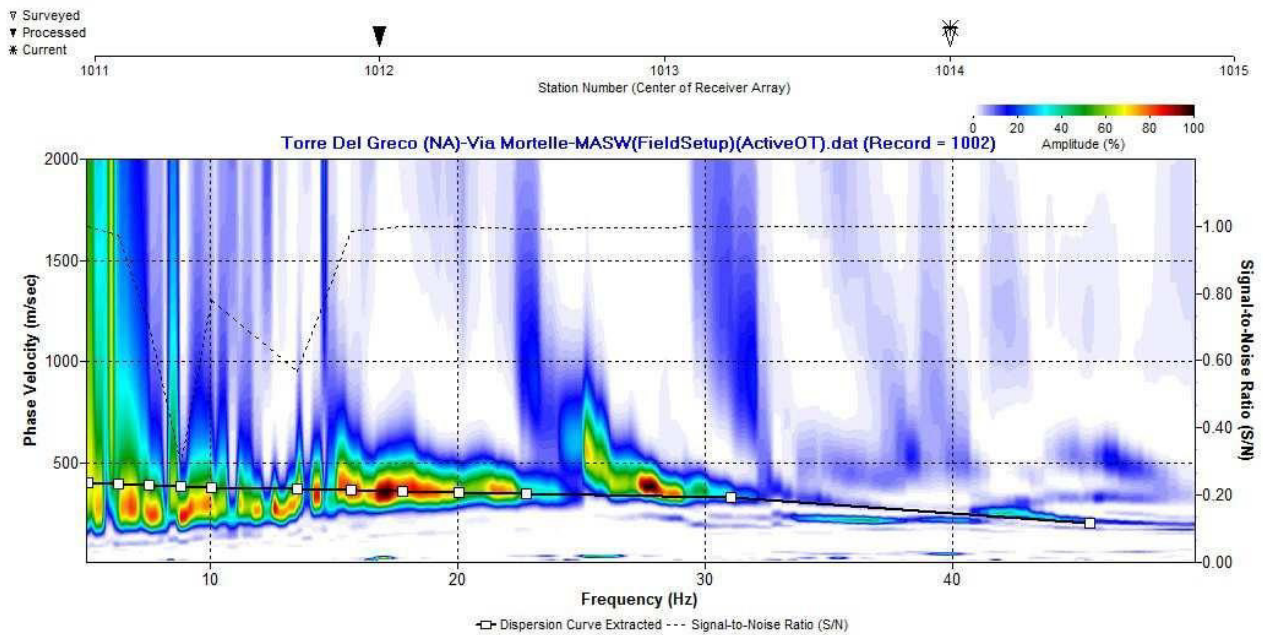


Fig. 6 – Curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh ottenuta dall'indagine Sismica MASW n. 1: acquisizione n. 2.

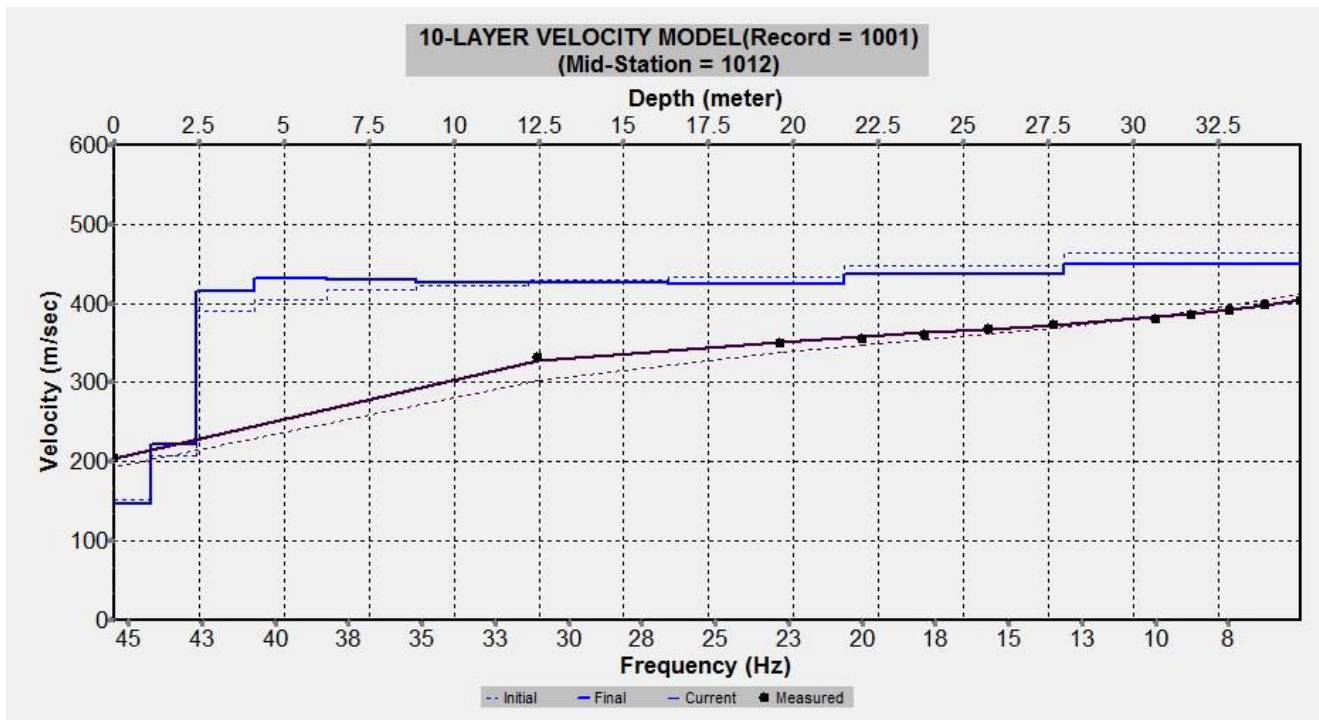


Fig. 7 – Profilo verticale 1D delle V_s ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 1.

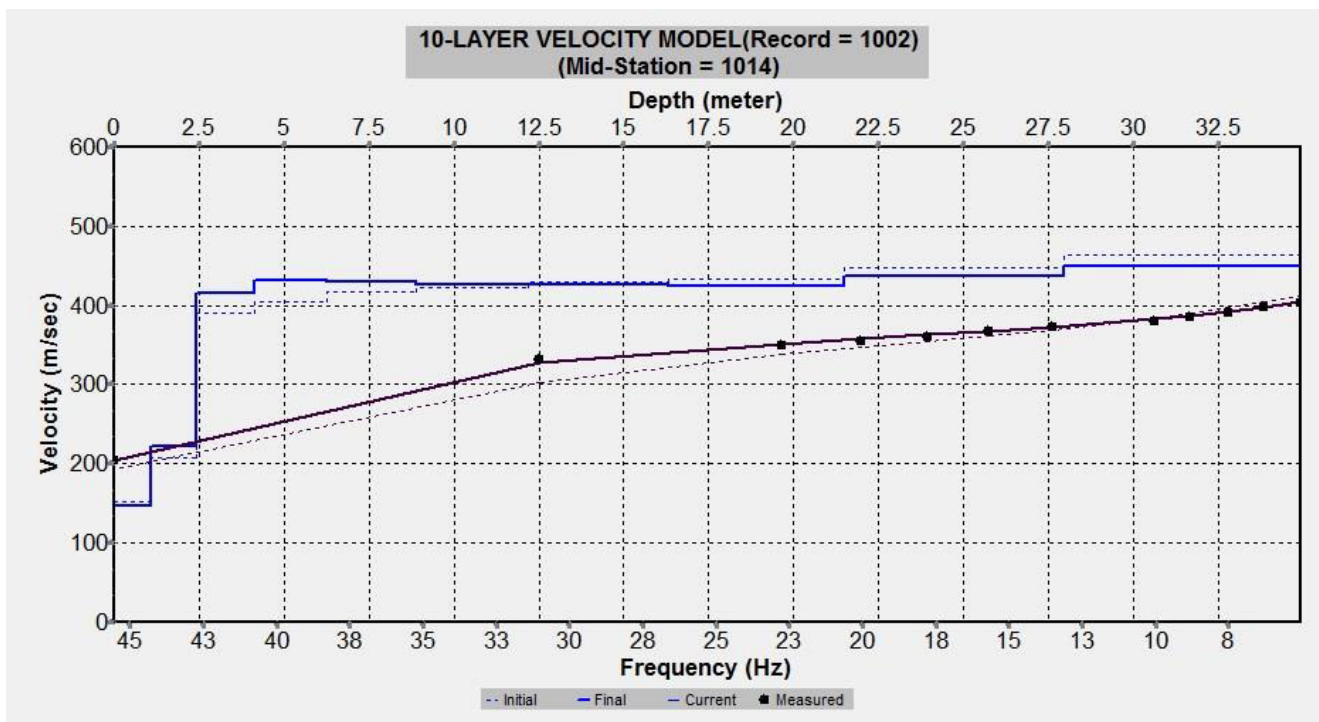


Fig. 8 – Profilo verticale 1D delle V_s ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh: MASW n. 1 - acquisizione n. 2.

Codice Intervento 7305	Comune di Torre del Greco – Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali - II lotto
---------------------------	---

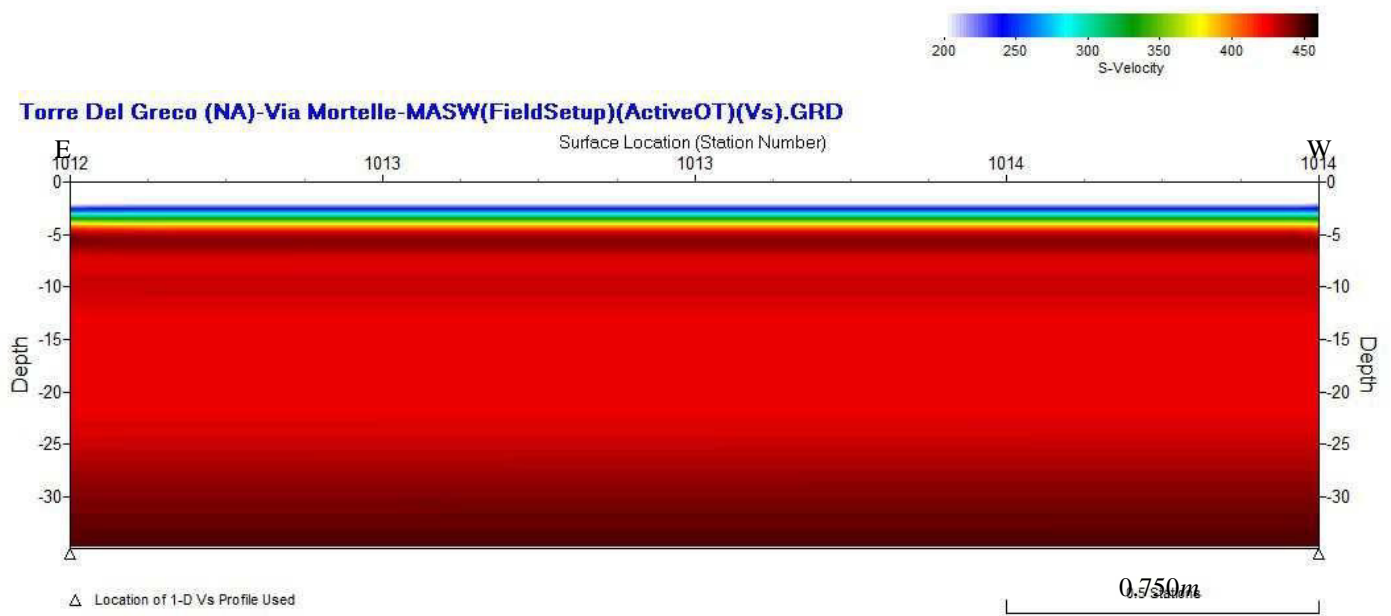


Fig. 9 – Modello sismostratigrafico 2D delle V_s ottenuto dall'indagine Sismica MASW n. 1.

8 - INTERPRETAZIONE ED ANALISI DEI DATI

L'indagine sismica MASW effettuata, considerando la sismostratigrafia fino alla profondità di 30 m (0m-30m) dal p.c., ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine nella categoria **B** del D.M. 14 gennaio 2008 (Tab. 2; Tab. 3). Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

$$VS30 = \frac{30m}{\sum_{i=1, N} h_i \cdot V_i}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di profondità al di sotto del piano fondale.

Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	--

Codice Intervento 7305	Comune di Torre del Greco – Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali - II lotto
---------------------------	---

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ 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.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.


Tab. 2 – Categorie Suoli di fondazione (D.M. 14 gennaio 2008).

<i>Prospezione sismica</i>	<i>$V_{s\ 0-30}$ (m/s)</i>	<i>Categoria Suoli di Fondazione (D.M. 14/01/2008)</i>
MASW n. 1	[387]	B

Tab. 3 – Categoria Suolo di fondazione ottenuta dalla prospezione sismica MASW effettuata.

Categoria di suolo di fondazione B = *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360m/s e 800m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Categoria topografica T1 = Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	---

9 - RISPOSTA SISMICA LOCALE

È noto da tempo che i danni che si manifestano durante un terremoto possono avere dimensioni molto diverse in località tra loro vicine a causa di una differente risposta sismica locale; ad esempio, per lo stesso sisma registrato da strumenti identici e a breve distanza reciproca, uno posto su di una coltre alluvionale di 200m di spessore, l'altro su rocce cristalline, fu rilevato un rapporto di ampiezza pari a 5 corrispondente a circa 2 unità della scala sismica delle intensità (Carrara et al., 1992). D'altra parte, lo stesso concetto di magnitudo tiene conto di ciò, legando la sua valutazione all'ampiezza del moto del suolo normalizzata sia mediante una funzione di attenuazione con la distanza, sia mediante un coefficiente di stazione e quest'ultimo è legato, appunto, alla diversa risposta dei siti di registrazione ad uno stesso evento sismico.

Questo fenomeno fu notato per la prima volta un secolo fa quando, durante il tristemente noto terremoto di S. Francisco del 1906, edifici praticamente identici per forma, dimensioni e materiali impiegati, subirono danni sensibilmente diversi (alcuni edifici subirono crolli totali mentre altri subirono danni praticamente trascurabili).

È ormai assodato che le caratteristiche con cui si presenta un sisma in un dato sito sono fortemente dipendenti oltre che dalle caratteristiche della sorgente, dalle modalità di emissione dell'energia e dalla distanza ipocentrale, soprattutto da fattori di risposta locale che modificano la composizione spettrale del sisma.

In sostanza la risposta sismica locale è l'azione di filtro e d'amplificatore esercitata localmente dagli strati più superficiali del terreno sovrapposti ad un basamento roccioso; essa è l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo a una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (deposito di copertura) fino alla superficie.


Per una corretta valutazione della risposta sismica locale è quindi indispensabile calcolare gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto.

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata secondo i dettami del recente D.M. del 14 gennaio 2008, tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica MASW precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) (Tab. 4; Fig. 10).

In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ - Classe d'uso della costruzione II) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV) (Tabb. 5 - 7; Figg. 11 - 12).

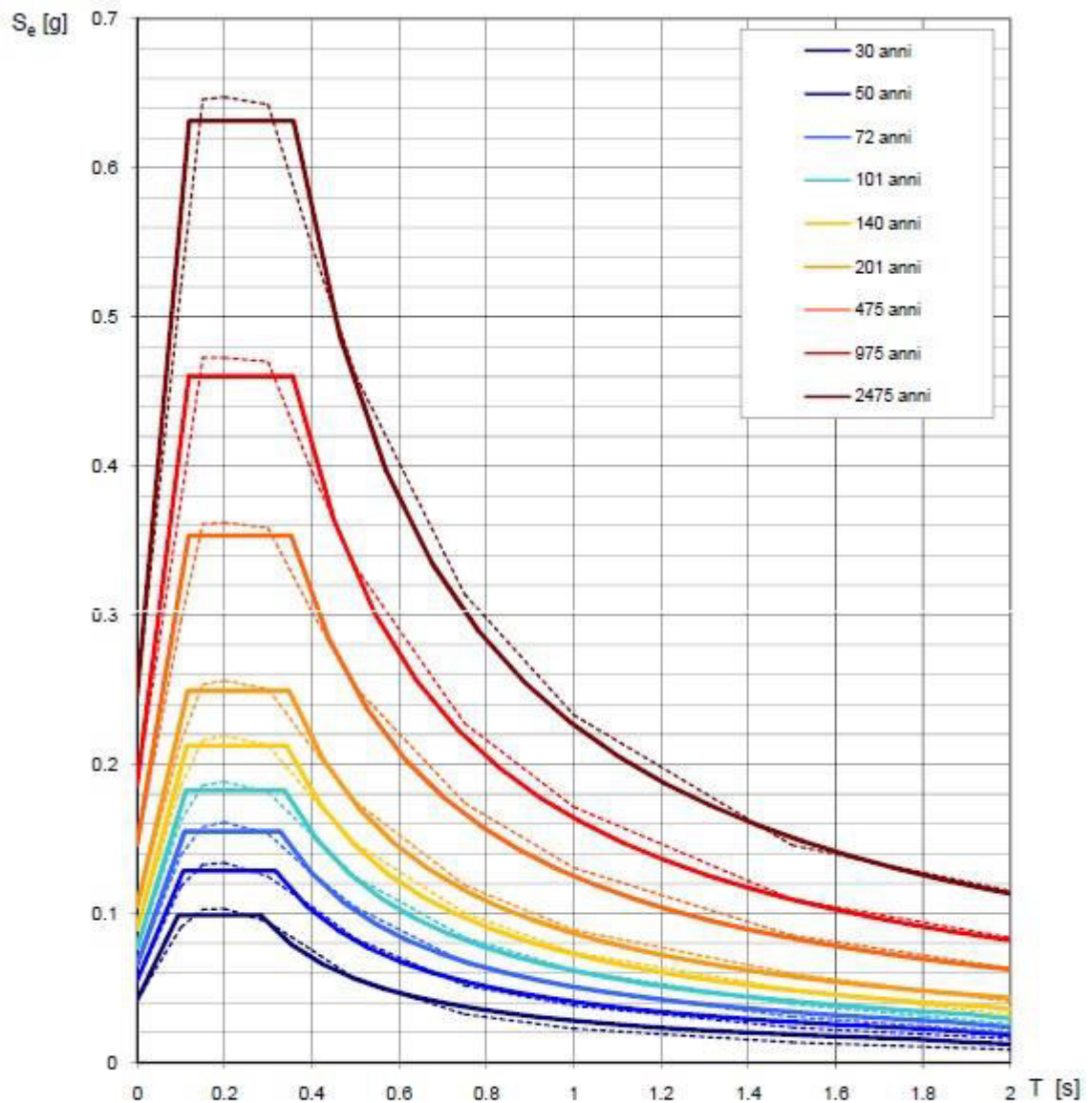
Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	---

Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di suolo **B** – categoria topografica **T1**) individuata nell'area oggetto di indagine.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER PERIODI DI RITORNO DI RIFERIMENTO
PER CATEGORIA DI SUOLO A
PUNTO DI COORDINATE LONG. 14.404740 – LAT. 40.757130 (IN GRADI DECIMALI)**

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
30	0.042	2.370	0.283
50	0.055	2.339	0.317
72	0.065	2.368	0.327
101	0.077	2.374	0.337
140	0.089	2.377	0.342
201	0.105	2.382	0.347
475	0.146	2.417	0.353
975	0.186	2.476	0.356
2475	0.246	2.566	0.358

Tab. 4 - Prospetto dei valori dei parametri a_g , F_0 , T_c per i periodi di ritorno T_R di riferimento. a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Fig. 10 – Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_r di riferimento per categoria di suolo A.

**SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI PER CATEGORIA DI SUOLO B
E PER CATEGORIA TOPOGRAFICA T1
PUNTO DI COORDINATE LONG. 14.404740 – LAT. 40.757130 (IN GRADI DECIMALI)**

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.055 g
F_D	2.340
T_C	0.317 s
S_D	1.200
C_C	1.384
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.146 s
T_C	0.439 s
T_D	1.820 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_D \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 / (S + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.086
$T_B \leftarrow$	0.146	0.155
$T_C \leftarrow$	0.439	0.155
	0.505	0.134
	0.571	0.119
	0.638	0.107
	0.702	0.097
	0.768	0.088
	0.834	0.081
	0.899	0.075
	0.965	0.070
	1.031	0.066
	1.097	0.062
	1.163	0.058
	1.228	0.055
	1.294	0.052
	1.360	0.050
	1.426	0.048
	1.491	0.046
	1.557	0.044
	1.623	0.042
	1.689	0.040
	1.754	0.039
$T_D \leftarrow$	1.820	0.037
	1.924	0.033
	2.028	0.030
	2.132	0.027
	2.235	0.025
	2.339	0.023
	2.443	0.021
	2.547	0.019
	2.651	0.018
	2.754	0.016
	2.858	0.015
	2.962	0.014
	3.066	0.013
	3.170	0.012
	3.273	0.012
	3.377	0.011
	3.481	0.010
	3.585	0.010
	3.689	0.009
	3.792	0.009
	3.896	0.008
	4.000	0.008

Tab. 5 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD. Categ. suolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d’uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{av}	0.017 g
S_s	1.000
S_r	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.741
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_r \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_{av}}{g}\right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.017
T_B ←	0.050	0.027
T_C ←	0.150	0.027
	0.235	0.017
	0.320	0.013
	0.405	0.010
	0.490	0.008
	0.575	0.007
	0.660	0.006
	0.745	0.005
	0.830	0.005
	0.915	0.004
T_D ←	1.000	0.004
	1.094	0.003
	1.188	0.003
	1.281	0.002
	1.375	0.002
	1.469	0.002
	1.563	0.002
	1.656	0.001
	1.750	0.001
	1.844	0.001
	1.938	0.001
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.001
	2.688	0.001
	2.781	0.001
	2.875	0.000
	2.969	0.000
	3.063	0.000
	3.156	0.000
	3.250	0.000
	3.344	0.000
	3.438	0.000
	3.531	0.000
	3.625	0.000
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.906	0.000
	4.000	0.000

Tab. 6 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLD. Categ. suolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d’uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

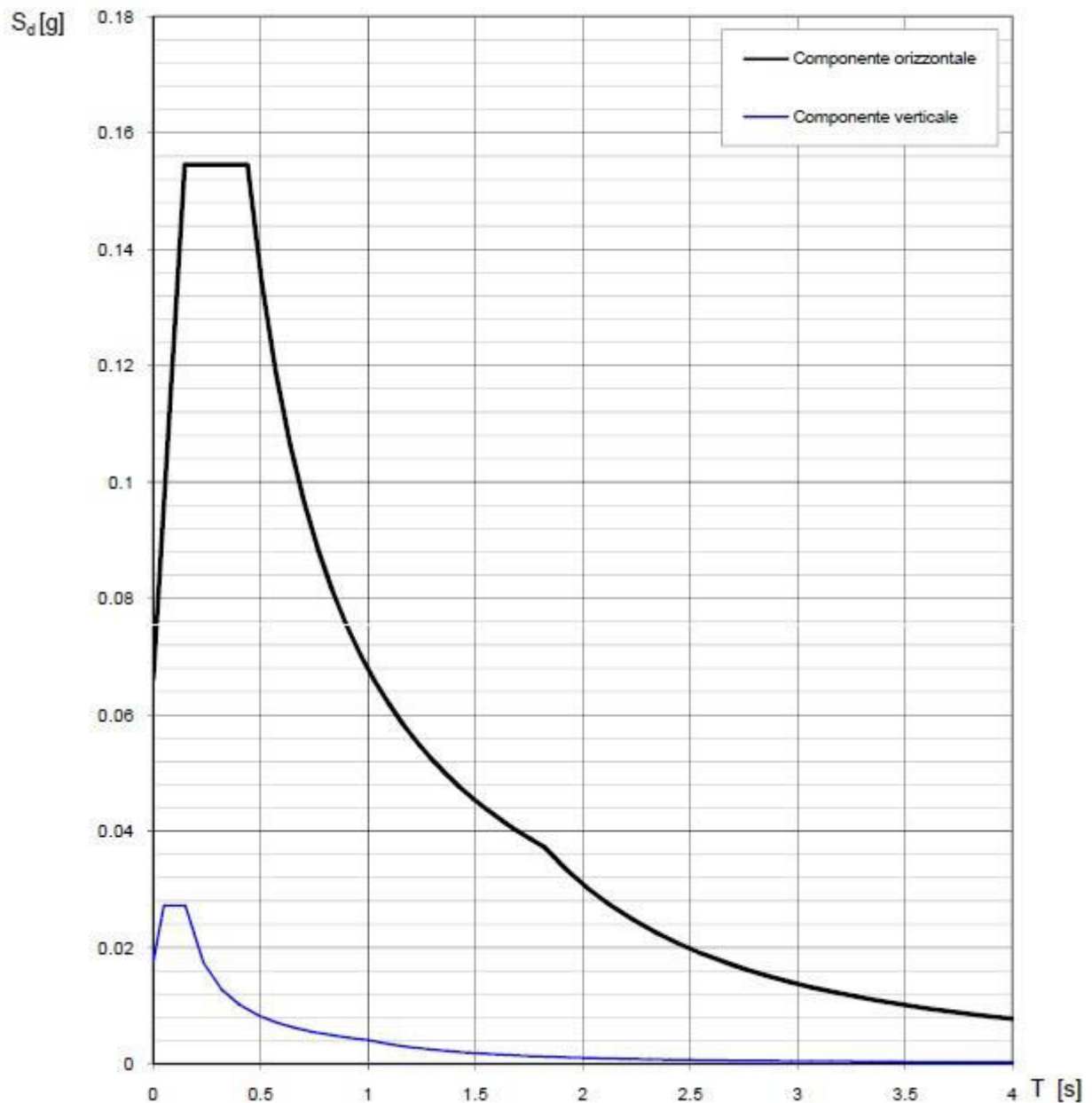


Fig. 11 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLD – Categ. suolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.146 g
F_0	2.417
T_c	0.353 s
S_0	1.200
C_c	1.354
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.159 s
T_C	0.478 s
T_D	2.185 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_0 \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(S + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_0(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_0(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_0(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_0(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_0(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.175
T_B ←	0.159	0.424
T_C ←	0.478	0.424
	0.560	0.362
	0.641	0.318
	0.722	0.281
	0.803	0.252
	0.885	0.229
	0.966	0.210
	1.047	0.194
	1.128	0.180
	1.210	0.168
	1.291	0.157
	1.372	0.148
	1.453	0.140
	1.535	0.132
	1.616	0.126
	1.697	0.119
	1.778	0.114
	1.860	0.109
	1.941	0.104
	2.022	0.100
	2.103	0.096
T_D ←	2.185	0.093
	2.271	0.086
	2.358	0.080
	2.444	0.074
	2.530	0.069
	2.617	0.065
	2.703	0.061
	2.790	0.057
	2.876	0.054
	2.963	0.050
	3.049	0.048
	3.136	0.045
	3.222	0.043
	3.308	0.040
	3.395	0.038
	3.481	0.037
	3.568	0.035
	3.654	0.033
	3.741	0.032
	3.827	0.030
	3.914	0.029
	4.000	0.029

Tab. 7 – Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV. Categ. suolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.075 g
S_B	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.247
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_B \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_u \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_u} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.075
T_B ←	0.050	0.122
T_C ←	0.150	0.122
	0.235	0.078
	0.320	0.057
	0.405	0.045
	0.490	0.037
	0.575	0.032
	0.660	0.028
	0.745	0.024
	0.830	0.022
	0.915	0.020
T_D ←	1.000	0.018
	1.094	0.015
	1.188	0.013
	1.281	0.011
	1.375	0.010
	1.469	0.008
	1.563	0.007
	1.658	0.007
	1.750	0.006
	1.844	0.005
	1.938	0.005
	2.031	0.004
	2.125	0.004
	2.219	0.004
	2.313	0.003
	2.406	0.003
	2.500	0.003
	2.594	0.003
	2.688	0.003
	2.781	0.002
	2.875	0.002
	2.969	0.002
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.002
	3.438	0.002
	3.531	0.001
	3.625	0.001
	3.719	0.001
	3.813	0.001
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Tab. 8 – Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV. Categ. suolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d’uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d’uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

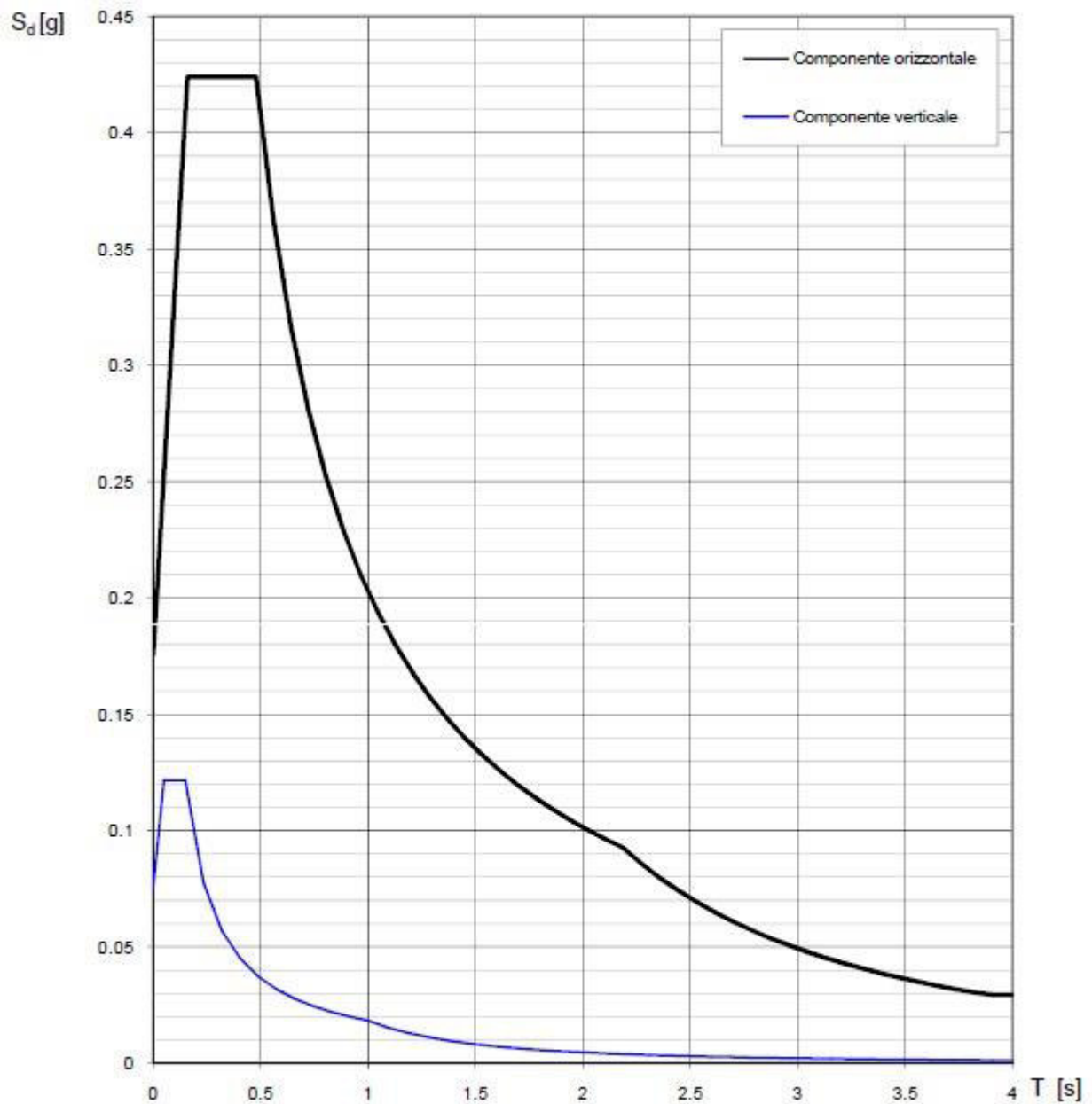


Fig. 12 – Spettri di risposta elastici (componenti orizzontale e verticale) per lo stato limite SLV – Categ. suolo B. Categ. topografica T1. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.

10 - CONCLUSIONI

La sottoscritta dott. geol. Teresa Parlato, iscritto al numero 2243 dell'Albo Professionale dell'Ordine dei Geologi della Regione Campania ha redatto la presente relazione geologica a supporto del progetto per le opere di Comune di Torre del Greco – Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali - II lotto.

Il territorio comunale di Torre del Greco (NA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in II categoria - $S=9$ - $a_g=0.25g$ (Fig. 13).

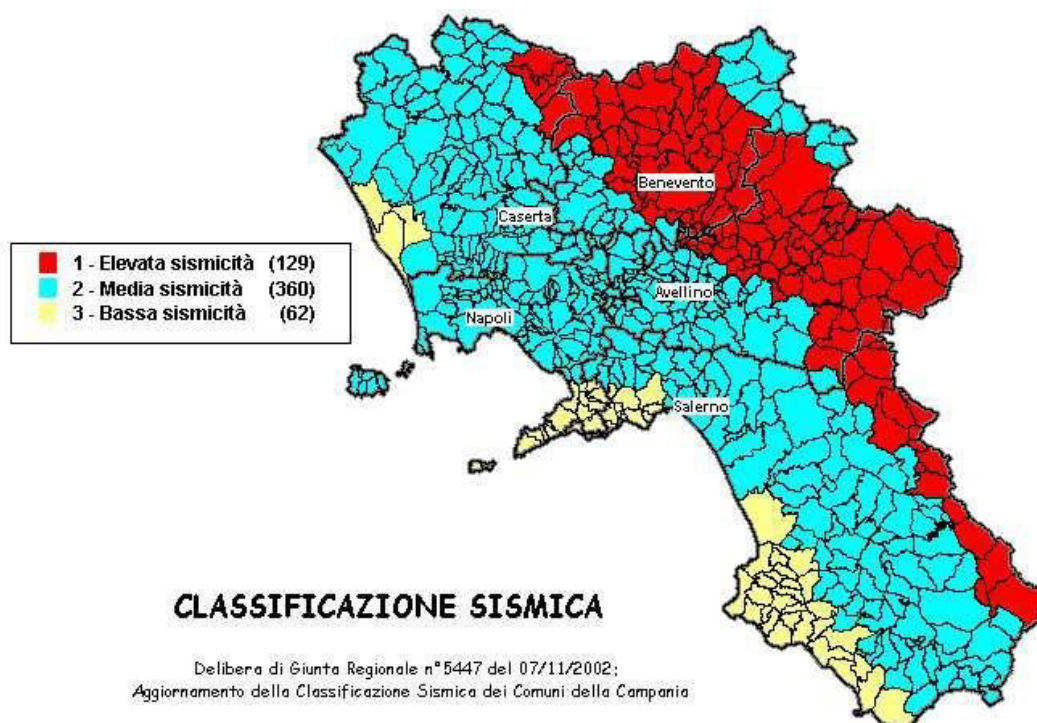


Fig. 13 – Classificazione sismica del 2002 dei Comuni della Regione Campania. Zona 1, valore di $a_g=0.35g$; Zona 2, valore di $a_g=0.25g$; Zona 3, valore di $a_g=0.15g$.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Fig. 14), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, redatta secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008), indica che il territorio comunale di Torre del Greco (NA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.150 e 0.175 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	--

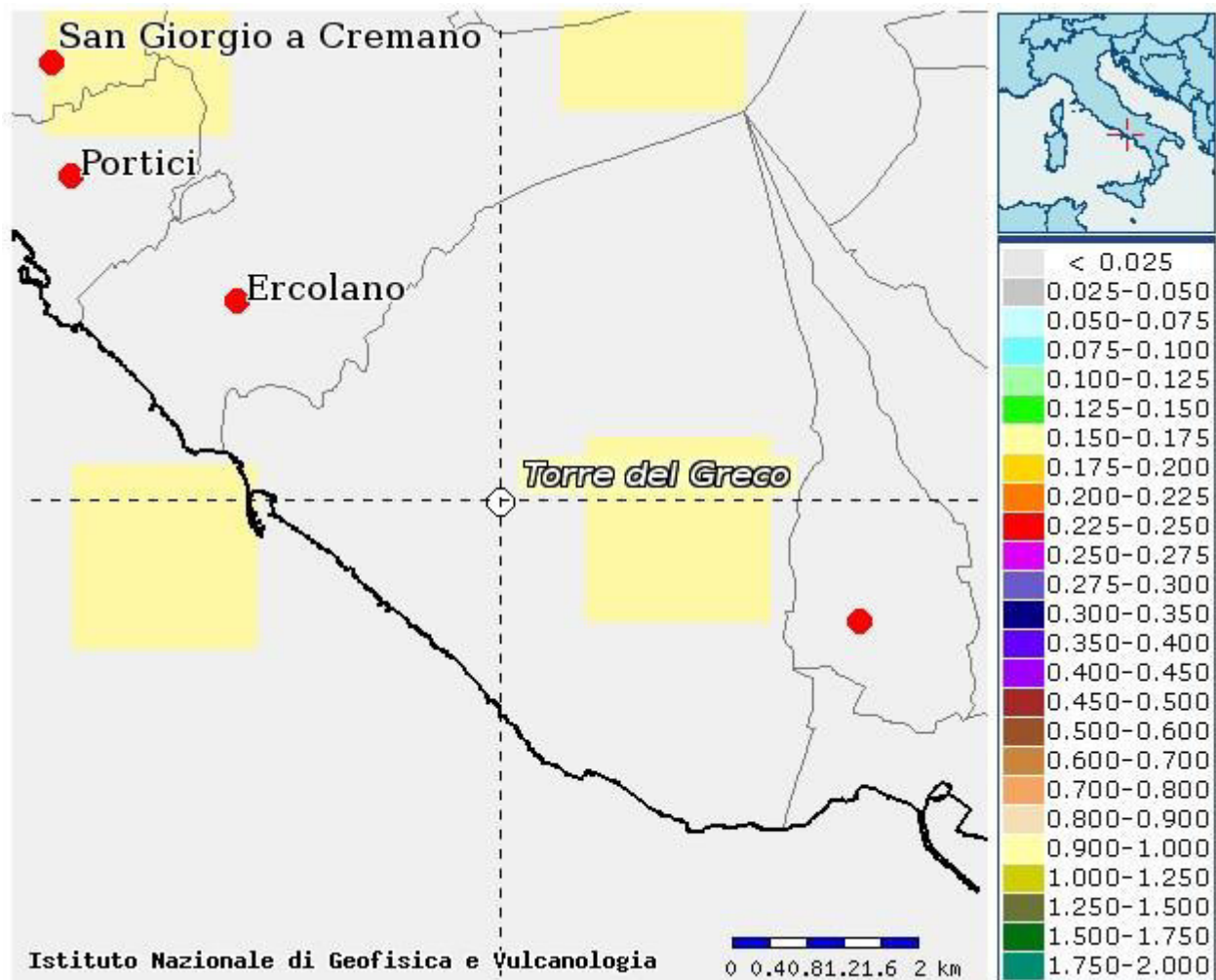


Fig. 14 – Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento

a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

I risultati forniti dall'indagine sismica MASW effettuata permettono di definire la categoria di suolo del sito, che risulta posto nella categoria **B** (vedi par. 6), con valori di V_{S30} calcolati pari a (Tab. 9):

Prospezione sismica	$V_{S\ 0-30}$ (m/s)
MASW n. 1	[387]

Tab. 9 – Valori di V_{S30} calcolati, relativi alla prospezione sismica MASW effettuata.

Proprio in funzione della categoria di suolo **B** e della categoria topografica **T1** sono stati ricavati tutti i parametri d'interesse ingegneristico, quali gli spettri di risposta elastici (vedi par. 7).

Il calcolo degli spettri di risposta elastici è stato effettuato con la seguente strategia di progettazione:

- Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni;
- Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II.

Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	--

Codice Intervento 7305	Comune di Torre del Greco – Riabilitazione della rete fognaria interna e collettamento dei reflui ai sistemi depurativi comprensoriali - II lotto
---------------------------	---

Il computo ha fornito valori massimi di a_g (accelerazione orizzontale massima al suolo) e S_e [g] (accelerazione orizzontale corrispondente ai periodi compresi tra T_B e T_C) (Tabb. 5 – 7 – 10), relativamente agli stati limite SLD (Stato Limite di Danno) e SLV (Stato Limite di salvaguardia della Vita) pari a:

a_g SLD	a_g SLV	S_e [g] SLD	S_e [g] SLV
[0.055]	[0.146]	[0.155]	[0.424]

Tab. 10 – Valori massimi di a_g e S_e [g] relativamente agli stati limite SLD e SLV – componenti orizzontali degli spettri di risposta elastici. Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ – Classe d'uso della costruzione II; smorzamento 5%, fattore di struttura $q = 1.5$.


Di seguito si riportano i valori di V_s per i sismostrati riscontrati nella prospezione sismica MASW (Tab. 11).

Sismostrato	Profondità (m)	V_s (m/s) acquisizione n.1	V_s (m/s) acquisizione n.2
S1	0.0 – 1.1	147	147
S2	1.1 – 2.4	221	222
S3	2.4 – 34.9	430	430

Tab. 11 - Prospetto delle determinazioni dei valori di V_s per i sismostrati riscontrati nell'indagine sismica MASW.

Vista la particolare natura dei terreni è possibile che gran parte degli scavi venga effettuato in roccia lavica, per la realizzazione del progetto esecutivo sarà necessario una campagna di indagini accurate per definire con precisione i vari parametri geotecnici. In conclusione il sottoscritto dichiara che l'area in esame non presenta condizioni geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche e sismiche che possano compromettere la realizzazione delle opere di progetto.

Pomigliano d'Arco

Progetto Definitivo	G01	Relazione Geologica	Rev.0	
---------------------	-----	---------------------	-------	---