

Città di Soverato



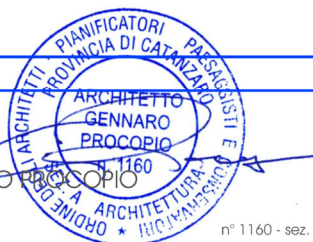
PIANO COMUNALE SPIAGGIA

LEGGE REGIONALE

L.R. 21 dicembre 2005, n° 17, art. 12

PROGETTISTA

architetto GENNARO PROCOPIO



n° 1160 - sez. A - ordine architetti PPC della provincia di cz

IL GEOLOGO

geologo ANTONIO SATURNINO



Il Responsabile del Procedimento

Approvazioni

Delibera di Adozione

tipo CC n. 26 del 14/06/2017

Delibera di Adozione definitiva

tipo n. del

Delibera di Approvazione

tipo n. del

ALLEGATO

07_RGG

TITOLO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

Prima emissione

08 giugno 2017

Aggiornamento

D 18 ottobre 2019

Cloud computing studio

ARCHITETTURA



PROCOPIO architetto GENNARO

sede

I - 88068 Soverato (cz) - Via Carlo Alberto n° 22

cel: +39 328 2863876 - fax +39 1782211252

mail: architetto.gennaroprocopio@gmail.com - pec: gennaro.procopio@archiworldpec.it

c.f. PRC GNR 66130 C352W - p.i. 02147610790

COMUNE DI SOVERATO

Amministrazione Comunale di SOVERATO

Piano Comunale delle Spiagge

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA

1. Premessa. Inquadramento, descrizione del progetto
 2. Geologia. Cenni generali sul bacino, le stratigrafie
 3. Geomorfologia. La normativa P.A.I. Idrologia. Tettonica.
 4. Sismicità dell'area. Sul rischio di liquefazione
 5. La campagna geognostica
 6. Dati riassuntivi. Conclusioni
-

1 . PREMESSA

In ottemperanza alle vigenti normative in materia di costruzioni in zone sismiche (Art. 13 Legge 64/74, L.R. 7/98 e seguenti), mi è stato conferito l'incarico di redigere uno studio geomorfologico, atto alla caratterizzazione geomorfologica dei terreni di sedime, su cui è in progetto la realizzazione del piano comunale delle spiagge relative all'arenile di nell'area di Soverato.

In questa fase della progettazione, sarà curato l'aspetto della geomorfologia, e si esprimerà un primo parere di fattibilità.

La zona interessata è situata a valle della Strada Statale 106, esattamente le aree si trovano a valle della linea della FF SS.

Tutte le zone interessate, si trovano sulla antica piana alluvionale, Recente dunque, in area

completamente pianeggiante, in fortissima espansione urbanistica nella parte retrostante, buona parte delle aree già godono di una notevole antropizzazione con opere quali stabilimenti balneari più o meno stabili, altre sono totalmente libere da ogni opera urbana o antropica.

L'area si trova esattamente contenuta tra l'abitato di Satriano e il comune di Montepaone, in una fascia continua senza soluzione di continuità, intervallata solo dalla presenza di fossi di scolo o canalizzazione di acque provenienti da monte e che necessariamente vanno particolarmente curati e tenuti in considerazione.

La morfologia è quella della classica area alluvionale, piatta, senza alcun dislivello o salto di pendenza descrivibile.

L'area è interessata dal Torrente Soverato Beltrame che corre in destra orografica e che divide la cittadina soveratese da Montepaone.

In questa fase progettuale sono state considerate e si è fatto riferimento, vista l'omogeneità dei siti, ad una serie di prove specialistiche, che mi hanno permesso di avere tutti i dati necessari a classificare i terreni di sedime, a dare le stratigrafie, il modello geologico preliminare; le prove sono state eseguite dallo scrivente negli anni precedenti proprio sulla area di arenile.

2. GEOLOGIA. CENNI GENERALI SUL BACINO.

LE STRATIGRAFIE

L'area oggetto del presente studio ricade nel bacino del Torrente "Beltrame", bacino, questo, di limitata estensione, che si sviluppa preferenzialmente in territori vallivi, con affioramenti quasi esclusivi di formazioni argillose compatte e uniformi, rappresentate dalla serie regressiva del Calabriano.

Nella parte sommitale, si possono seguire, ad occhio nudo, gli allineamenti di caratteristici terrazzi – o brandelli di terrazzi – di abrasione marina ascrivibili al Recente.

Nei territori montani si trovano piccoli lembi di rocce granitoidi, qualche lembo di rocce filladiche e tutta una serie di rocce sedimentarie che possono raggrupparsi in formazioni detritiche piuttosto coerenti (conglomerati e arenarie mio-oligoceniche), formazioni abbastanza lapidee (calcari) e formazioni sabbiose conglomeratiche sciolte o semicoerenti (conglomerati irregolari poligenici).

Nella parte valliva, a contatto con la linea di costa si trovano le alluvioni marine e fluviali.

La successione litostratigrafica dei terreni affioranti nell'area oggetto di geognosia, può essere così descritta semplicemente, con due formazioni, diverse, ma con le stesse caratteristiche geomeccaniche:

Alluvioni sabbiose, a luoghi limose, ciottolose, con livelli e strati o sacche completamente ghiaiose. Si presentano mal stratificati, dove tale stratificazione si riconosce è molteplice, da quella incrociata a quella a sacche, sempre aritmica e con classazione non riconoscibile dei grani.

Tali alluvioni, sono presenti su tutta l'area, sono riconoscibilissime in quanto hanno il caratteristico colore grigiastro, sono molto dense, e contengono la prima falda reale a circa -10.50 mt dal piano campagna, anche se poi si ha risalita sino ad anche 3.50 mt dal piano campagna.

Nell'area di studio, come appurato direttamente con gli scavi, le alluvioni hanno un primo strato, superficiale, con matrice più fine, limosa, che ha comportato un forte stato di addensamento, con anche una coesione come dimostra l'analisi sul campione prelevato a circa -3.00 mt nel sondaggio S1.

Questo strato si presenta scuro, molto duro da superare con le prove e ricopre un secondo strato alluvionale, chiaramente ciottoloso, sabbioso grossolano anche questo denso, ma senza coesione in quanto la frazione limosa scompare quasi completamente.

All'interno di questo strato alluvionale compare uno strato molto duro, litoide, composto da ghiaia completamente cementata che alcuni autori definiscono "beach rocks". Tale strato è stato rinvenuto solo in alcune zone dell'area arenile.

Queste brecce marine riportate nella letteratura scientifica inglese col nome di "*BEACH ROCK*", sono meglio conosciute col termine francese "*BRECHES MARINES*" (Jean Jung - *Precis De*

Petrographie - Roches Sedimentaires Metamorphiques et Eruptives - Masson - Paris 1963) si vanno a formare in casi molto particolari che riguardano unicamente le regioni ad alta instabilità caratteristica dell'epoca della sedimentazione.

Questo caratteristico litotipo formatosi in queste condizioni, presenta nella composizione elementi non classificabili, non selezionabili che formano masse a strutture caotiche, ad altissima tenacità, come quelle individuate e classificate a suo tempo come "*Brèche du Tèlègraphe*" in alta Savoia.

La pasta cementante, la matrice è di natura calcarea con una miriade di cristalli tabulari di mica bianca potassica (muscovite) e di mica scura verdastra (biotite).

E' stata più volte sottoposta a percussione col martello, provocando così la formazione delle caratteristiche scintille, comuni in tutte le rocce cristalline per la presenza del quarzo piromaco.

L'età della formazione è chiaramente Recente.

La seconda formazione, che nella parte più bassa della lottizzazione ricopre per qualche metro il materasso alluvionale, è la formazione eolica di Duna.

Tale pacco di sabbie pulverulenti, è composto appunto da sabbie monogranuli, giallastre, e nella parte più a valle è ricoperta dalla pineta o dall'eucalipteto caratteristica vegetazione di queste zone marine.

Altre descrizioni litologiche sono difficili da fare in quanto la zona è omogenea da un punto di vista geolitologico.

Da un punto di vista stratigrafico, questi sedimenti, nella loro eterogeneità litologica, conservano sempre, stesse caratteristiche e geolitologiche e geomeccaniche e geotecniche.

Nell'area oggetto di studio, non è stata mai cartografata alcuna faglia o altra dislocazione di minore importanza.

A monte della nostra area, i versanti collinari, argillosi, sono sovrastati dai terrazzi quaternari, sabbiosi, con motivo morfologico dei rilievi, grosso modo regolari, con versanti molto dolci, che degradano verso mare con superfici spesso terrazzate, senza grossi salti di pendenze, senza scompensi, evolvendo nella descritta costa sabbiosa ghiaiosa bassa.

L'attuale configurazione morfologica è il risultato di una dinamica dei processi – come già evidenziato precedentemente – di sollevamento ed abbassamento della costa, con una linea di costa che si è andata modificando nel tempo.

Giova ancora sottolineare che in questo ampio paesaggio descritto non sono minimamente presenti aree in particolare crisi di erosione che interferisce con i manufatti, anzi si farà una sovrapposizione con le planimetrie PAI per evidenziare tale condizione.

Dal punto di vista cartografico, il Foglio 242 III SO “SOVERATO” della Carta Geologica della Calabria scala 1:25.000, riporta queste aree, e li va ad ascrivere al Recente, riportandoli con caratteristico colore e simbolo (Ac e Af). All'epoca (1958/62) i ricercatori M. P. Marchetti, D. O. Hughes, G. Pezzotta, D. D. Bayliss e G. Chiarini riconoscevano anche le formazioni incoerenti in parte obliterate da questa serie eolica, di duna.

E' stato ritenuto opportuno consultare gli elaborati geomorfologici previsti per la verifica all'Art. 13 della Legge 2/2/74 n° 74, per la Redazione del Piano Urbanistico di Soverato; anche in questo caso, il rilevatore, non ha mai riportato alcun problema sulle aree in cui è stata sistemata l'edificazione.

A conclusione del paragrafo sulla geologia, mi sembra giusto riassumere la stratigrafia media dell'area risultato dei sondaggi.

MODELLO GEOLOGICO

- **Da 0.00 a 1.00 mt** – Sabbia quasi monogranulare media o, grossolana, con frequenti ciottoli variegati di dimensioni centimetriche, e percentuale limosa, di colore scuro.
- **Da 1.00 a 3.00 mt** – Roccia incoerente, sabbiosa, limosa, con sporadici ciottoli cristallini, di colore marrone scuro, senza stratificazione particolare, alternanze di sabbie medie, sabbie fini limose.
- **Da 3.00 a 8.00 mt** – Roccia incoerente, sabbiosa, grossolana, con pezzatura anche fine; contiene livelli o sacche completamente ghiaiose.
- **Da 8.00 a 8.40 mt** – Sabbie e ghiaie completamente cementate, brecce marine di colore chiaro o biancastro.

- **Da 8.00 a 10.00 mt** – Ancora alluvioni come il terzo strato, ma ancora più dense.

3. GEOMORFOLOGIA. IDROLOGIA. TETTONICA

L'area oggetto di studi e verifiche copre una vasta area e ricade tra la quota altimetrica 0 mt. s.l.m. e la 3 mt. s.l.m.

La stessa si trova dunque all'interno di un'area di classica antica zona alluvionale, zona di pianura costiera; si presenta perfettamente tabulare, e si trova a valle della area a Pineta, dell'abitato, e del lungomare, opera antropica più vicina alla linea di costa.

Le aree sono da sempre state salvaguardate dall'aggressione urbana e se non per qualche opera quasi stabile o stabile, l'arenile è stato ben tenuto. E da sempre è sede di barche ed elementi utili alla pesca.

Le uniche evidenze morfologiche che corre l'obbligo segnalare, sono il corso d'acqua che scorre in destra orografica al confine con Montepaone e che di suo è sede di vincolo idrogeologico per cui si dovrà operare con tutte le cautele e le norme dettate dall'uso delle NT dettate dall'ABR nella redazione del PAI, ed una serie di canali di scolo, ai quali è stato posto un vincolo di inedificabilità ed uso neanche temporaneo.

Appare chiaro che qualunque opera stabile o provvisoria dovranno essere progettati in modo da non intralciare il libero deflusso delle stesse acque.

Mai dovranno essere creati restringimenti o impedimenti all'attuale decorso delle acque, se non dopo regolare ed attento studio idraulico delle sezioni.

Bene ed ottimamente hanno fatto i progettisti, a salvaguardare tali elementi morfologici evidenti per mitigare ogni rischio.

Lo studio di un'area, dei suoi lineamenti morfologici, non può prescindere dall'analisi delle foto aeree, dal riconoscimento delle forme e delle sue caratteristiche litologiche.

Per le aree di studio, si è avuto modo di analizzare e le foto aeree inserite con scala 1:10.000 negli elaborati PAI.

Analizzando i fotogrammi, osservando ogni particolare geomorfologico, si può asserire che le aree sono perfettamente stabili e non sono presenti evidenti faglie.

3.1 - PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

Art. 1 (Finalità)

1. Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e di pianificazione mediante il quale l'Autorità di Bacino Regionale della Calabria (ABR), pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate alla salvaguardia delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo.

2. Il PAI persegue l'obiettivo di garantire al territorio di competenza dell'ABR adeguati livelli di sicurezza rispetto all'assetto geomorfologico, relativo alla dinamica dei versanti e al pericolo di frana, l'assetto idraulico, relativo alla dinamica dei corsi d'acqua e al pericolo d'inondazione, e l'assetto della costa, relativo alla dinamica della linea di riva e al pericolo di erosione costiera.

3. Le finalità del PAI sono perseguite mediante:

- l'adeguamento degli strumenti urbanistici e territoriali;
- la definizione del rischio idrogeologico e di erosione costiera in relazione ai fenomeni di dissesto considerati;

- la costituzione di vincoli e prescrizioni, di incentivi e di destinazioni d'uso del suolo in relazione al diverso livello di rischio;
-;
-;
- la definizione degli interventi atti a favorire il riequilibrio tra ambiti montani e costieri con particolare riferimento al trasporto solido e alla stabilizzazione della linea di riva.

Il livello di rischio definito dal PAI dipende da differenti fattori correlati fra loro; l'incidenza maggiore è rappresentata dalle caratteristiche del fenomeno in relazione con la vulnerabilità degli elementi esposti.

Di seguito verranno allegati gli stralci degli allegati P.A.I. riguardanti l'area di studio.

Nell'ordine saranno allegati:

- stralcio carta rischio frane
- stralcio carta rischio idraulico
- stralcio sovrapposizione PAI con cartografia alla scala 1:2.000



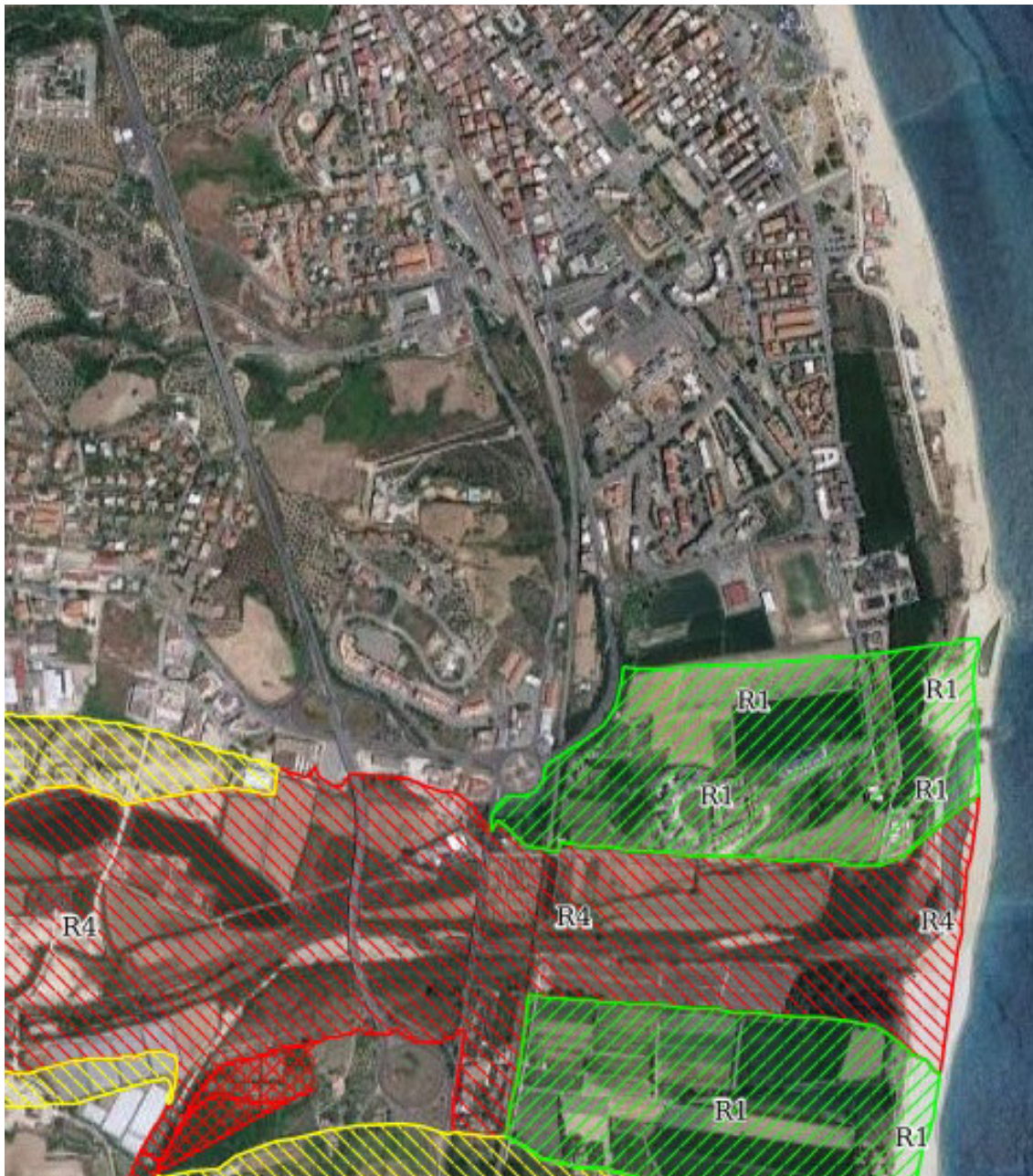
IN BLU LA LINEA DI COSTA NEL 1998 –

ASSENTE IL RISCHIO EROSIONE COSTIERA



PAI RISCHIO IDRAULICO

NESSUNA AREA DELL'ARENILE DI SOVERATO E' INTERESSATA



PARTICOLARE RISCHIO IDRAULICO

AREA SATRIANO



PARTICOLARE RISCHIO IDRAULICO

AREA MONTEPAONE

4. SISMICITÀ DELL'AREA. SUL PERICOLO DI LIQUEFAZIONE

E' necessario ricordare che in campo geotecnico, la normativa italiana di riferimento è rappresentata dall'OPCM n° 3274 del 20/03/2003 e successive modifiche ed integrazioni, dal Testo Unico "Norme Tecniche per le costruzioni" approvato con il D.M. del 14/09/2005 ed infine dal D.M. del 14/01/08. Tali testi rappresentano l'allineamento della normativa italiana agli Eurocodici, documenti prodotti dalla Commissione Europea, che hanno l'obiettivo di fungere da riferimento per i criteri di progettazione e per le normative sismiche nazionali.

L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 - Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione ed aggiornamenti degli elenchi nelle medesime zone – e delle relative norme tecniche, - ha aggiornato la normativa sismica, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale, un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini d'incremento dell'accelerazione al suolo.

Inoltre, tale Ordinanza propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante sette tipologie di suoli (A - B - C - D – E - S1 - S2), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (VS30).

L'ottenimento del valore della VS30 è possibile raggiungerlo tramite misure dirette di VS, oppure con misure indirette di VS (mediante la VP di indagini sismiche di superficie, previa conoscenza del Modulo di Poisson per gli strati investigati; con indagini SPT o comunque prove penetrometriche correlabili alle SPT, mediante la correlazione di Ohta e Goto (1978) tra NSPT e VS; ed infine con indagini SPT o comunque prove penetrometriche correlabili alle SPT, mediante la correlazione di Motonori e Yoshida (1988) tra NSPT e VS.

Ai sensi dell'ordinanza n. 3274, il territorio comunale di Soverato, viene classificato Zona Sismica 1, a cui corrisponde un valore di accelerazione di picco orizzontale del suolo – a_g – con probabilità di superamento del 10% in 50 anni pari $a_g/g = 0.35$. mentre, data la categoria di suolo, il “fattore moltiplicatore S dell'accelerazione a_g ” risulta pari a 1.25 e i periodi “ T_b , T_c , T_d ”, che individuano la forma dello spettro di risposta elastico della componente orizzontale dell'azione sismica, sono rispettivamente pari a 0.15, 0.50 e 2.00 secondi.

Di seguito vengono riportate alcune tabelle relative a quanto sopra esposto:

TABELLA 1: Valori di a_g da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale

Zona	Valore di a_g

1	0.35g
2	0.25g
3	0.15g
4	0.05g

TABELLA 2: Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali

Categoria di suolo	S	TB	TC	TD
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 3: Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico delle componenti verticali

Categoria di suolo	S	TB	TC	TD
A,B,C,D,E	1.0	0.05	0.15	1.0

Il Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, che reca le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) adotta un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture nuove e alla verifica di quelle esistenti.

Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una “pericolosità sismica di base”, in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite,
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno T_R ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi;

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle

condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie.

Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

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

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_R considerati dalla pericolosità sismica, si ricavano i tre parametri.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame.

Nell'allegato B delle NTC si trovano le tabelle dei parametri che definiscono l'azione sismica.

In tale Tabella 1 di tale allegato, vengono forniti, per 10751 punti del reticolo di riferimento e per 9 valori del periodo di ritorno T_R (30 anni, 50 anni, 72 anni, 101 anni, 140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni), i valori dei parametri a_g , F_0 , T^*C da utilizzare per definire l'azione sismica nei modi previsti dalle NTC.

I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati a Latitudine e Longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine.

L'accelerazione al sito a_g è espressa in $g/10$; F_0 è adimensionale, T^*C è espresso in secondi.

Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi.

In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento

Categorie di sottosuolo

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 $NSPT_{,30} > 50$ 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 $15 < NSPT_{,30} < 50$ 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 $NSPT_{,30} < 15$ 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).

Come anticipato in precedenza, fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 m di profondità.

Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di

imposta della fondazione. La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata.

Nei casi in cui tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (Standard Penetration Test) NSPT, nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente c_u , nei terreni prevalentemente a grana fina.

Esistono altre due ulteriori categorie S1 ed S2 di seguito indicate

Categorie aggiuntive di sottosuolo

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. La velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,30}$ è definita dall'espressione S_{30}

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale.

Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione

Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le su esposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico ST riportati di seguito, in funzione delle categorie topografiche definite in precedenza e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica ST

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento ST
T1	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio 1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo 1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo 1,4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove ST assume valore unitario.

Nell'area di progetto queste sono le caratteristiche sismiche e topografiche salienti ricavate con l'analisi sismica condotta sul sito:

Categoria Descrizione suolo

Categoria	Descrizione suolo
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o 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 $V_{s,30}$ 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).</i>
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Pendii con inclinazione media tra 0 e inferiore ai 15°

Il particolare rischio sismico dell'area è comprovato da una serie di terremoti storicamente riportati e descritti, soprattutto quello iniziato nel 1783 che sconvolse tutta la Calabria e buona parte della Sicilia, e che causò circa 30.000 morti nella nostra regione. I centri capoluoghi furono colpiti e danneggiati profondamente, con decine di morti e centinaia di migliaia di ducati di danni (Baratta - I terremoti d'Italia).

Bisogna sottolineare dunque che una forma di struttura soddisfacente, è di fondamentale importanza nelle regioni sismiche come la Calabria. Non esistendo, naturalmente una forma di struttura ideale, si deve tenere presente nella scelta della

stessa durante la progettazione, di una serie di principi: essere semplice, essere simmetrica, non essere troppo allungata in elevazione o in pianta, avere una capacità di distribuzione della resistenza uniforme e continua, avere membrature orizzontali che formino cerniere prima delle membrature verticali, avere una rigidità proporzionale alle proprietà del suolo.

I terremoti hanno sempre dimostrato che le strutture semplici sono quelle che hanno la maggiore probabilità di sopravvivenza; questo perchè è maggiore la nostra comprensione del suo comportamento sismico, sia perchè è maggiore la nostra comprensione dei dettagli costruttivi. Per le stesse ragioni è opportuna la simmetria.

Pericolo di liquefazione

La legge sismica, impone la valutazione del pericolo di fenomeni di liquefazione. Questo fenomeno è connesso con la presenza di sedimenti o depositi colluviali incoerenti, sabbiosi, saturi, in cui la sollecitazione sismica provoca una notevole ed improvvisa riduzione della resistenza al taglio fino a far assumere al materiale una condizione di fluidità; non dissimile da quella di un liquido viscoso, per il sorgere, in concomitanza dell'arrivo del treno delle onde sismiche, di forti pressioni interstiziali indotte.

La perdita della resistenza avviene quando la pressione dell'acqua che riempie i pori interstiziali del materiale, eguaglia la pressione di confinamento, cioè quando gli

sforzi efficaci che si esercitano attraverso le particelle solide divengono nulli. La diminuzione della resistenza, che è tanto maggiore quanto più la sabbia è sciolta, ha come conseguenza effetti di assestamento del terreno nel caso di depositi sub-orizzontali, di scivolamento nel caso di strati in declivio.

In generale la liquefazione è un fenomeno collegato con strato di saturazione nei primi 15 m di profondità, con la presenza di sabbie argille e limi in quantità ben definite.

Il D.M. 14 febbraio 2008 prevede una procedura per la determinazione della liquefacibilità dei terreni.

In particolare il decreto, indica che la verifica della liquefacibilità può essere omessa qualora ci si trovi in una delle seguenti condizioni:

- eventi sismici attesi nell'area con Magnitudo inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti minori di 0,1 g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal p.c.;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $q_{cln} > 180$. Dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche standard (SPT) normalizzate ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{cln} è il valore della resistenza determinata in prove

penetrometriche statiche (cone penetretion test) normalizzata alla medesima tensione efficace verticale di 100 kPa;

- distribuzione granulometrica esterna alla figura 2.5.1 nel caso di terreni con coefficienti di uniformità $U_c > 3,5$ ed in figura 2.5.2 nel caso di terreni con coefficienti di uniformità $U_c < 3,5$.

E' doveroso sottolineare che la falda, non è stata intercettata che, accoppiato alla litologia molto grossolana fa sì che non esista il rischio di liquefazione.

5. LA CAMPAGNA GEOGNOSTICA

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di sedime si è ritenuto opportuno effettuare una comparazione con i sondaggi specialistici realizzati per la verifica di aree proprio sull'arenile, eseguiti dallo scrivente, in quanto parte delle aree sono le medesime, e la restante parte, ricade in aree simili da un punto di vista geolitologico e di meccanismo formazionale.

Ecco come è stata concepita la campagna di analisi sul terreno col dettaglio delle indagini:

- *n° 2 prove penetrometriche dinamiche;*
- *n° 1 sondaggi geosismici a rifrazione;*

I sondaggi della campagna geognostica sono stati fedelmente riportati negli elaborati qui acclusi.

6. DATI RIASSUNTIVI. CONCLUSIONI

Il presente studio geomorfologico è teso alla valutazione delle caratteristiche geomorfologiche dei terreni interessati dal Piano delle Spiagge comunale di Soverato.

Tutte le aree interessate sono state inserite nelle planimetrie tematiche.

In questa fase della progettazione, si valuta la compatibilità geomorfologica delle aree, e la fattibilità di quanto progettato.

Le opere previste programmate, dovranno chiaramente seguire le linee guide dettate dai vincoli presenti e che sono sempre caratterizzati dalla non edificabilità nelle aree prossime ai fossi o canali di scolo, ed il rispetto delle norme PAI per le aree vicine alle aree vincolate come rischio dall'ABR ai confini con i comuni contermini.

Dall'analisi del PAI nella ristretta area comunale soveratese, non sono evidenziati vincoli, idraulici, per frana e neanche per erosione costiera.

Appare chiaro che nella programmazione si dovrà tenere anche conto della stagionalità delle strutture e del fatto che comunque la pericolosità del mare, evidenzia che gli stabilimenti dovranno rispettare precisi periodi di apertura e chiusura delle attività.

In questa fase preliminare, si ribadisce la piena validità di quanto progettato, nonché la piena fattibilità.

Sull'area, viste le litologie affioranti – sabbie grossolane, ciottoli e sabbie fini addensate -, e fatte le dovute calcolazioni è anche da escludere ogni tipo di liquefazione.

Le aree dunque, sono idonee allo scopo di progetto.

Catanzaro Lido, marzo 2018
(aggiornata a settembre 2019)

Dott. Geol. Antonio Saturnino



--

Dott Geol Antonio Saturnino	Via: Milazzo 9d 88100 Catanzaro
------------------------------------	--

Realizzazione piano spiaggia

soverato LOC. arenile marzo 2018 (aggiornata a settembre 2019)	Data: marzo 2018 - (aggiornata a settembre 2019)
	Il committente comune di soverato
	IL Tecnico 
	Il Progettista 
Indagine geofisica tramite tecnica MASW	

Easy MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P-Longitudinale:** onda profonda di compressione;
- **S-Trasversale:** onda profonda di taglio;
- **L-Love:** onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R-Rayleigh:** onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

Dati generali

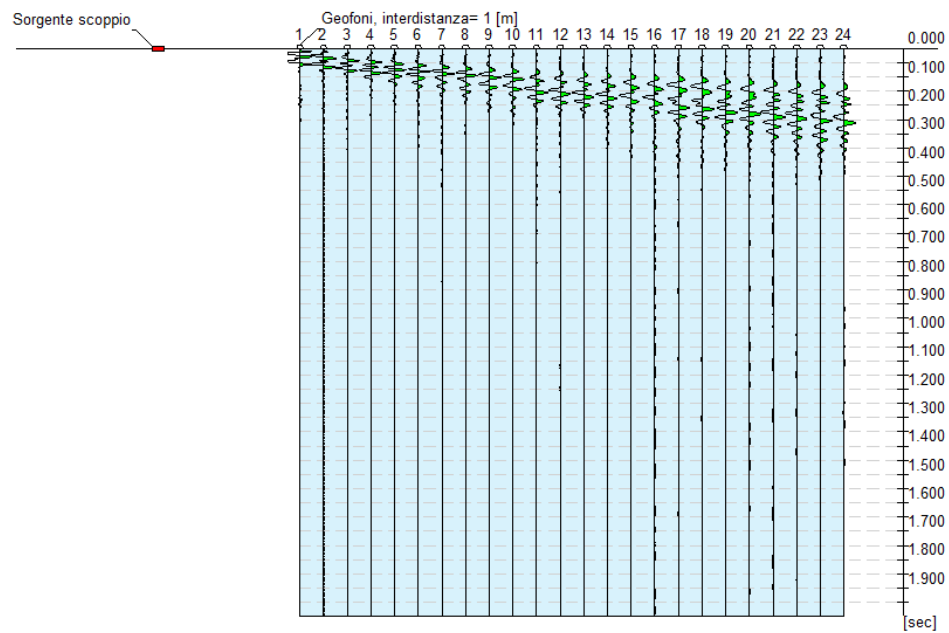
Operatore	Dott. Geol Antonio Saturnino
Responsabile	Dott. Geol Antonio Saturnino
Zona	Soverato arenile
Data	16/01/2016 015:59
Latitudine	
Longitudine	

Indagine masw



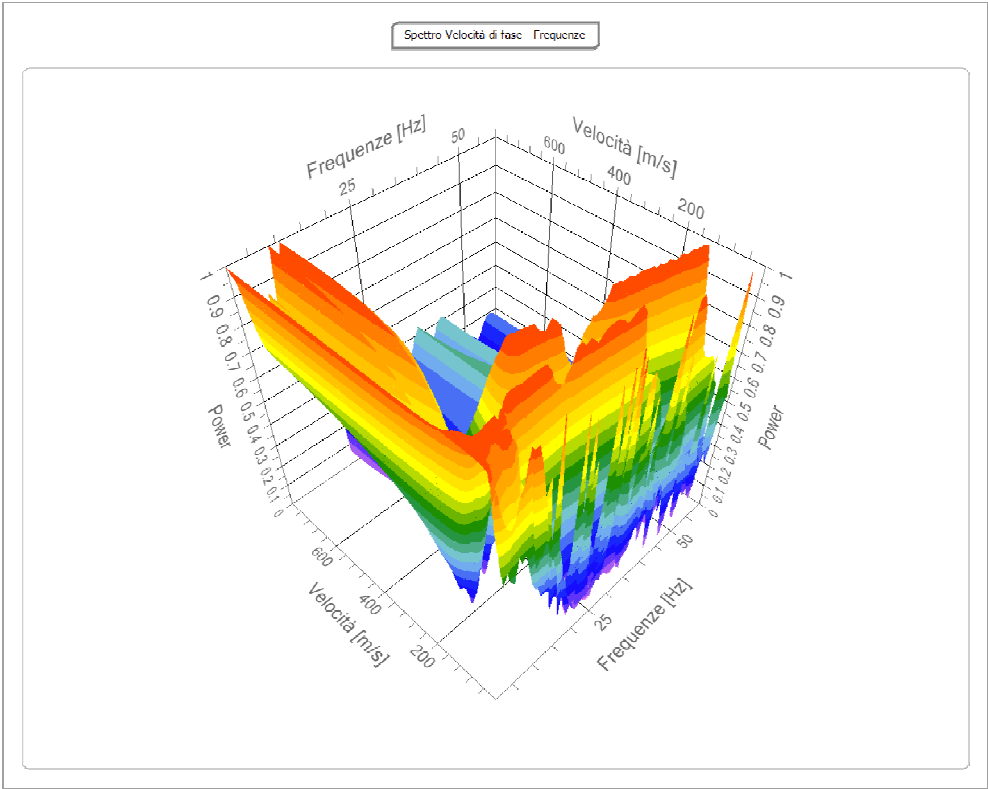
Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	1000.0
Interdistanza geofoni [m]	1.0
Periodo di campionamento [msec]	1.00



Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz] 1
Frequenza massima di elaborazione [Hz] 60
Velocità minima di elaborazione [m/sec] 1
Velocità massima di elaborazione [m/sec] 800
Intervallo velocità [m/sec] 1

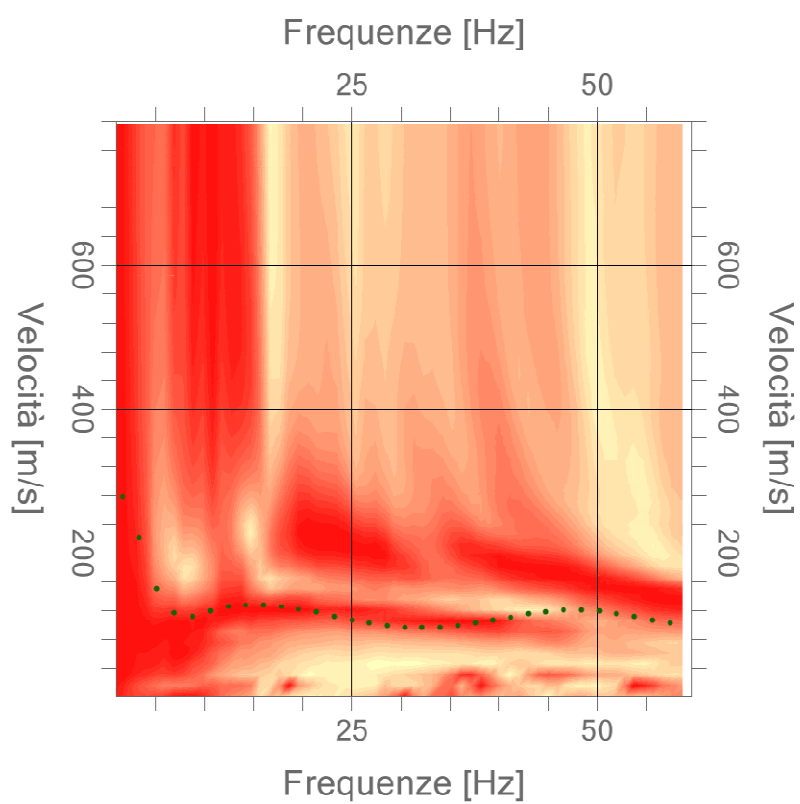


Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	1.7	266.4	0
2	3.3	218.5	0
3	5.2	146.6	0
4	6.9	110.2	0
5	8.8	111.4	0
6	10.6	115.3	0
7	12.4	120.1	0
8	14.2	126.6	0

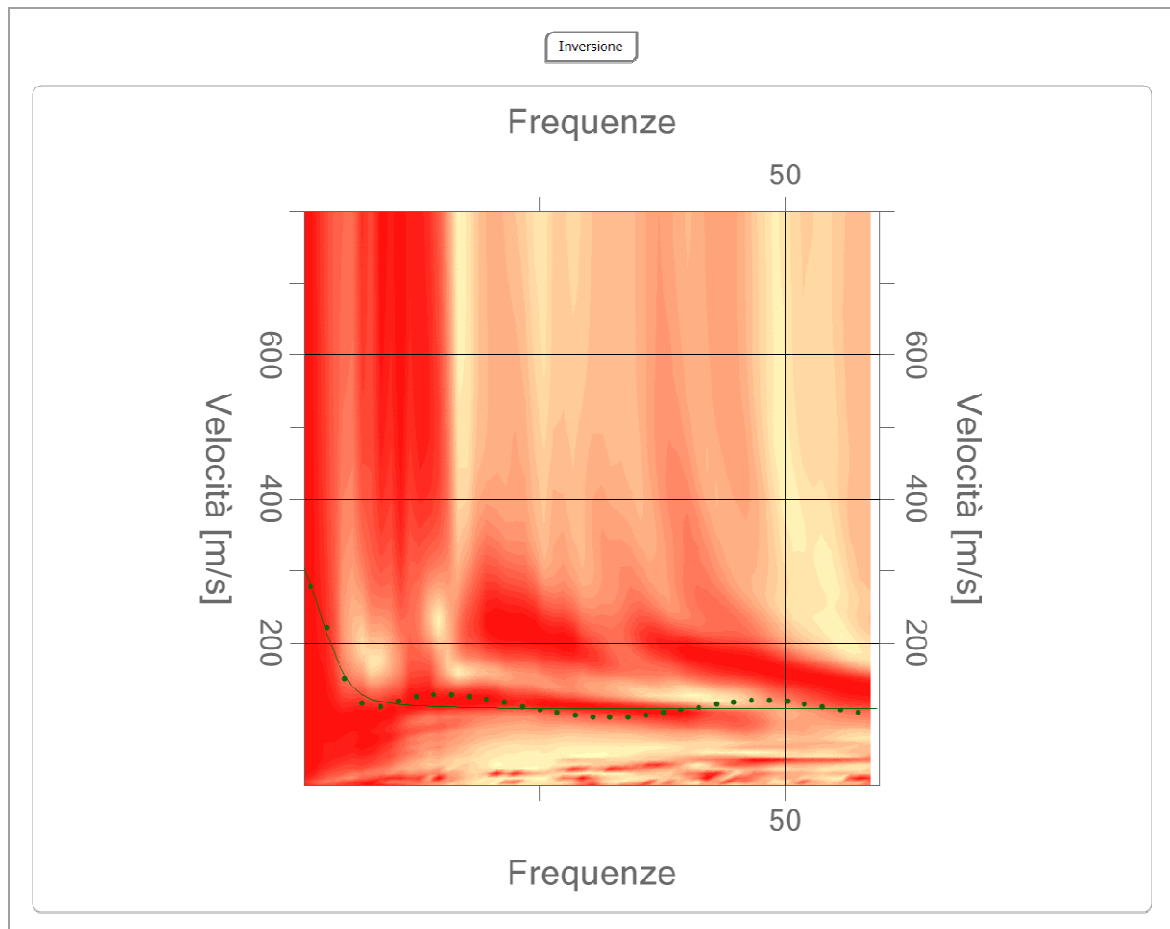
9	16.0	126.6	0
10	17.8	124.2	0
11	19.6	120.1	0
12	21.4	114.5	0
13	23.2	108.9	0
14	25.0	103.3	0
15	26.8	100.4	0
16	28.6	95.5	0
17	30.4	94.2	0
18	32.2	95.4	0
19	34.0	94.3	0
20	35.8	98.3	0
21	37.6	101.2	0
22	39.4	102.3	0
23	41.2	111.3	0
24	43.0	112.8	0
25	44.8	118.0	0
26	46.6	121.9	0
27	48.4	120.2	0
28	50.2	116.5	0
29	52.0	115.6	0
30	53.8	110.4	0
31	55.6	104.4	0
32	57.4	102.3	0

spettro velocità di fase - Frequenze

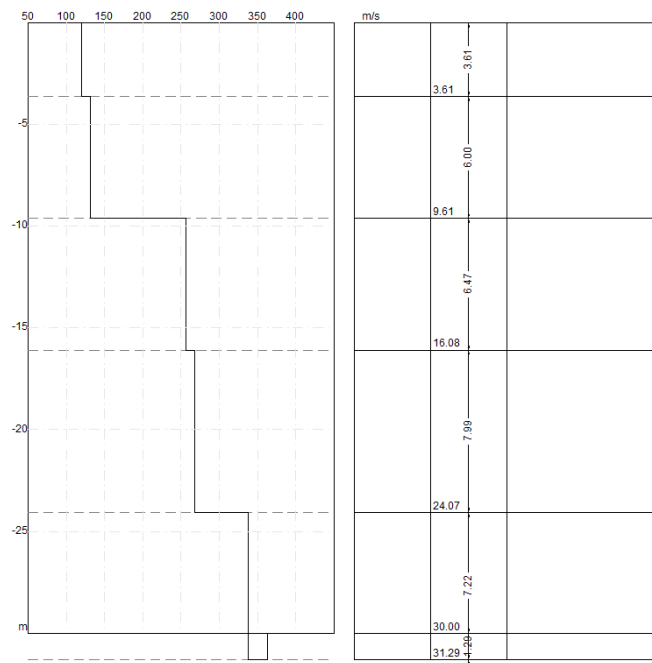
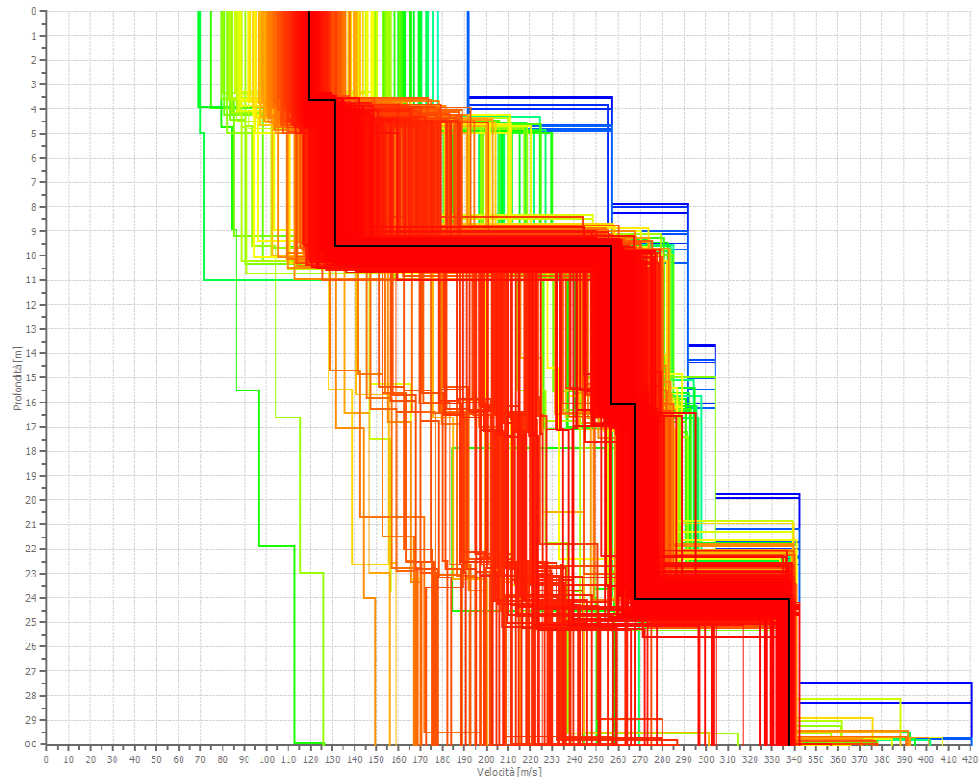


Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.54	1.54	1800.0	0.2	No	166.8	99.6
2		7.45	5.91	1800.0	0.2	No	208.5	125.1
3		15.06	7.61	1800.0	0.2	No	356.8	214.0
4		25.35	10.29	1800.0	0.2	No	412.8	247.6
5		32.65	7.30	1800.0	0.2	No	546.9	328.1
6		oo	oo	1800.0	0.2	No	560.1	336.0



Profilo di velocità



Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	194.37
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o 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 Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < \text{NSPT}_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < \text{cu}_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).