



REGIONE SICILIA

COMUNE DI CALATAFIMI SEGESTA COMUNE DI MONREALE

PROGETTO:

Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrovoltaico denominato "PV Gallitello" di Pn pari a 99,026 MW e sistema di accumulo di capacità pari a 45 MWh, da realizzarsi nei Comuni di Calatafimi-Segesta (TP) e Monreale (PA)

Progetto Definitivo

PROPONENTE:

DREN SOLARE 4 s.r.l.
SORESINA (CR)
VIA PIETRO TRIBOLDI 4 CAP 26015
PIVA 01771780192



ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA

STUDI AMBIENTALI:



VAMIRGEOIND S.r.l.
PALERMO (PA)
VIA TEVERE 9 CAP 90144
PIVA 01698240197

VAMIRGEOIND
AMBIENTE GEOLOGIA E GEOTECNICA s.r.l.
Direttore Tecnico
Dott.ssa MARINO MARIA ANTONIETTA

Scala:

Tavola:

R-022

Data:

10-03-2024

Rev.	Data	Revisione	Descrizione
00	07-06-2023		emissione
01	10-03-2024		revisione

REGIONE SICILIA

COMUNI DI CALATAFIMI-SEGESTA (TP) E MONREALE (PA)

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
AGROVOLTAICO E RELATIVE OPERE CONNESSE DENOMINATO
“PV CALATAFIMI”**

**RELAZIONE GEOLOGICA E SULLA COMPATIBILITA’
GEOMORFOLOGICA **AGGIORNATA IN RISPOSTA ALLA NOTA
DEL MASE PROT. 0001260 DEL 31.01.2024****

SOMMARIO

1. PREMESSE	2
3. CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE	9
4. CONSIDERAZIONI GEOMORFOLOGICHE ED IDROGEO-LOGICHE	13
8. INDAGINI DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (TROMOGRAFIA)	33
9. CARATTERISTICHE SISMICHE DEL TERRITORIO	47
10. LIQUEFAZIONE DEI TERRENI	50
11. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA DEI TERRENI INTERESSATI DALLE OPERE IN PROGETTO	57
12. CAMPAGNA INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE DA ESEGUIRE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA	59
13. PRESENZA DI ATTIVITA’ INSALUBRI	61

1. PREMESSE

Con la nota indicata in epigrafe, il MASE ha richiesto alcune integrazioni alla documentazione presentata.

Per una più facile e rapida lettura tutte le modifiche/integrazioni al testo originario sono evidenziate in rosso.

In particolare la richiesta relativa al punto 2 “Geologia ed idrogeologia” è relativa a:

2. In relazione alla complessità dei terreni interessati, si richiede un maggiore livello di approfondimento degli aspetti geologici e idrogeologici, al fine di verificare l'idoneità delle scelte localizzative dell'intero impianto agrivoltaico, comprensivo dei tracciati dei cavidotti e della nuova sottostazione elettrica, nonché l'interferenza di eventuali falde acquifere con le opere da realizzare. In particolare si richiede l'esecuzione di un sondaggio che dovrà essere realizzato in corrispondenza della SSU/SSE e che dovrà raggiungere profondità superiori a quelle delle fondazioni delle relative fondazioni. I risultati ottenuti dovranno essere integrati nel SIA e nelle varie relazioni di settore allegate. Ai fini della completa valutazione degli impatti sulle acque sotterranee si richiede di fornire per ciascuna delle fasi di vita del Progetto (cantierizzazione, esercizio e dismissione):

2.a la quantificazione risorse idriche utilizzate;

2.b la descrizione dei livelli di inquinamento nelle acque di falda e gli eventuali danni ambientali attualmente presenti nell'area, anche in relazione a vicinanza di eventuali attività insalubri in

esercizio o dismesse (già menzionate al punto 1.1.a).

Il Proponente dovrà fornire misure recenti circa la soggiacenza della falda acquifera superficiale e le sue variazioni stagionali, che siano rappresentative della vasta area del sito di progetto e delle diverse caratteristiche del sottosuolo; va evidenziato il fabbisogno idrico necessario per la realizzazione dell’impianto, nelle diverse fasi di costruzione, esercizio e dismissione e le relative fonti di approvvigionamento.

Valutare l’opportunità di una relazione che dettagli la portanza del terreno rispetto al peso dei pannelli.

Il presente studio geologico-idrogeologico preliminare è stato eseguito in ossequio a quanto descritto nelle normative vigenti in materia (D.M. 17/01/2018).

In particolare, il paragrafo 6.12 delle NTC 2018 così testualmente recita:

6.12. FATTIBILITÀ DI OPERE SU GRANDI AREE.

Le presenti norme definiscono i criteri di carattere geologico e geotecnico da adottare nell’elaborazione di piani urbanistici e nel progetto di insiemi di manufatti e interventi che interessano ampie superfici, quali:

- a) nuovi insediamenti urbani civili o industriali;*
- b) ristrutturazione di insediamenti esistenti, reti idriche e fognarie urbane e reti di sottoservizi di qualsiasi tipo;*
- c) strade, ferrovie ed idrovie;*
- d) opere marittime e difese costiere;*
- e) aeroporti;*
- f) bacini idrici artificiali e sistemi di derivazione da corsi d’acqua;*

- g) sistemi di impianti per l'estrazione di liquidi o gas dal sottosuolo;*
- h) bonifiche e sistemazione del territorio;*
- i) attività estrattive di materiali da costruzione.*

6.12.1. INDAGINI SPECIFICHE. Gli studi geologici e la caratterizzazione geotecnica devono essere estesi a tutta la zona di possibile influenza degli interventi previsti, al fine di accertare che la destinazione d'uso sia compatibile con il territorio in esame. In particolare, le indagini e gli studi devono caratterizzare la zona di interesse in termini vulnerabilità ambientale, per processi geodinamici interni (sismicità, vulcanismo,...) ed esterni (stabilità dei pendii, erosione, subsidenza,...) e devono consentire di individuare gli eventuali limiti imposti al progetto di insiemi di manufatti e interventi (ad esempio: modifiche del regime delle acque superficiali e sotterranee, subsidenza per emungimento di fluido dal sottosuolo).

Nello specifico ha previsto l'analisi critica dei dati acquisiti nell'ambito di altri lavori redatti dal sottoscritto nelle vicinanze e l'esecuzione di specifici rilievi di superficie per:

- determinare la costituzione geologica dell'area interessata dal progetto;
- studiarne le caratteristiche geomorfologiche con particolare riguardo alle condizioni di stabilità dei versanti;
- definire l'assetto idrogeologico con riguardo alla circolazione idrica superficiale e sotterranea;
- individuare tutte le problematiche geologico-tecniche che possono interferire con le opere in progetto;

- indicare, in linea di prima approssimazione, eventuali opere di consolidamento o presidio per garantire la realizzazione ottimale delle opere in progetto;
- determinare, in linea di prima approssimazione, le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni con maggiore interesse a quelle che più da vicino riguardano gli aspetti progettuali;
- verificare l’eventuale presenza di problematiche legate a fenomeni di liquefazione;
- indicare un programma di indagini geognostiche e geotecniche da eseguire nelle successive fasi di progettazione.

Lo studio è stato, quindi, articolato come segue:

a) Studio geologico dell’area interessata comprendente la descrizione delle formazioni geologiche presenti, delle loro caratteristiche litologiche, dei reciproci rapporti di giacitura, dei loro spessori, nonché l’indicazione di tutti i lineamenti tettonici.

b) Studio geomorfologico dell’area interessata comprendente la descrizione dei principali lineamenti morfologici, degli eventuali fenomeni di erosione e dissesto, dei principali processi indotti da antropizzazione.

c) Studio idrogeologico dell’area interessata comprendente la descrizione dei lineamenti essenziali sulla circolazione idrica superficiale e sotterranea in relazione alla loro interferenza con le problematiche geotecniche ed all’individuazione delle aree soggette ad esondazione.

d) Studio delle pericolosità geologiche dell’area interessata comprendente tutto quanto necessario ad evidenziare le aree interessate da “pericolosità geologiche” quali frane, colate, crolli, erosioni, esondazioni, rappresentando, cioè, un’attenta analisi ed interpretazione degli studi precedenti.

e) Studio della pericolosità sismica locale atto ad evidenziare le aree con particolari problematiche sismiche e tali da poter provocare fenomeni di amplificazione, liquefazione, cedimenti ed instabilità.

Da quanto detto prima si evince che in una prima fase il nostro lavoro è stato organizzato eseguendo numerosi sopralluoghi finalizzati allo studio di una zona più vasta rispetto a quella direttamente interessata dal progetto per inquadrare, in una più ampia visione geologica, la locale situazione geostrutturale.

Nostro interesse era, inoltre, quello di definire l'habitus geomorfologico e l'assetto idrogeologico concentrando la nostra attenzione sulle condizioni di stabilità dei versanti, sullo stato degli agenti morfogenetici attivi e sulla presenza e profondità di eventuali falde freatiche.

Per la ricostruzione della serie stratigrafica locale e del modello geologico, nonché per l'individuazione dell'eventuale presenza di falde freatiche, della profondità del livello piezometrico **e dell'individuazione dei livelli di inquinamento nelle acque di falda, sono stati realizzati/installati:**

- ⇒ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo denominato “PZ1” di profondità pari a 15 mt., superiore alla profondità delle fondazioni, in corrispondenza del sito in cui è prevista la realizzazione dell'impianto agrivoltaico;
- ⇒ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo denominato “PZ2” di profondità pari a 15 mt., superiore alla profondità delle fondazioni, in corrispondenza del sito in cui è prevista la realizzazione della Sottostazione Elettrica;
- ⇒ n. 1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza del sondaggio “PZ1”;

⇒ n. 1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza del sondaggio “PZ2”;

⇒ analisi chimiche sul campione di acqua prelevato in corrispondenza del piezometro “PZ2”.

Si mette in evidenza che, dai dati acquisiti in corrispondenza il piezometro “PZ1” localizzato nelle aree di impianto, si evince l’assenza di una falda freatica fino alla profondità pari a 15 m.

Considerato che il sondaggio è entrato nel pieno della formazione argillosa che ha spessori certamente superiori a 50 metri si può affermare che nel sito di progetto non è presente alcuna falda freatica, affermazione confortata dai numerosi laghetti collinari scavati nelle argille.

Per la caratterizzazione sismica sono stati utilizzati i dati delle indagini sismiche eseguite per il presente studio, che hanno consentito di ottenere informazioni sulle velocità delle onde sismiche Vs nei primi 30 m di profondità a partire dal p.c.

- ❖ n. 1 carta geologica, geomorfologica ed idrogeologica in scala 1/10.000 fuori testo;
- ❖ n. 4 carte relative al “Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.)” redatte dall’Assessorato Territorio e Ambiente – Servizio 4 “Assetto del territorio e difesa del suolo”, con l’ubicazione delle aree interessata delle opere in progetto (fuori testo);
- ❖ n. 2 carte del Piano regionale di Gestione del Rischio Alluvioni (PRGRA) fuori testo
- ❖ n. 1 carte del Piano di Gestione del Distretto Idrografico fuori testo;
- ❖ n. 1 carta del Piano di tutela delle acque fuori testo;

- ❖ n. 3 colonne stratigrafiche tipo dell'area;
- ❖ risultati delle indagini geofisiche eseguite.
- ❖ **risultati delle indagini geognostiche eseguite;**
- ❖ **risultati delle analisi chimico-fisiche eseguite sul campione di acqua dal Laboratorio Ufficiale CADA s.n.c. di Menfi (accreditato ACCREDIA).**

Le ipotesi geologiche formulate in questa sede sono da confermare con l'esecuzione delle indagini indicate nell'apposito capitolo, nella successiva fase di progettazione.

3. CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE

Lo studio geologico, di insieme e di dettaglio, è stato realizzato conducendo inizialmente la necessaria ricerca bibliografica sulla letteratura geologica esistente, la raccolta ed il riesame critico dei dati disponibili ed, infine, una campagna di rilievi effettuati direttamente nell'area strettamente interessata dallo studio.

L'insieme dei terreni presenti, delle relative aree di affioramento e dei rapporti stratigrafici e strutturali è riportato nella carta geologica allegata alla presente relazione.

I tipi litologici affioranti nell'area studiata sono riferibili ad un ampio periodo di tempo che va dall'Olocene al Messiniano inferiore e che distinguiamo dal più recente al più antico:

- **DEPOSITI ALLUVIONALI (Olocene):** si tratta prevalentemente di rocce sciolte costituite da limi, silt, ghiaie, sabbie e sabbie limose con inclusi sporadici blocchi con giacitura sub-orizzontale. Le sabbie presentano granulometria variabile da fine a grossolana. Le ghiaie sono caratterizzate da sporadici clasti calcarei arrotondati di dimensioni da millimetriche a decimetriche. Interessano alcuni limitati tratti del cavidotto.
- **DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI (Olocene):** Sono prevalentemente costituito da ghiaie, sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi con intercalazioni di strati e banchi calcarenitici. Interessano alcuni tratti del cavidotto.
- **FM. TERRAVECCHIA (Tortoniano-Messiniano inf.):** Questa formazione è stata introdotta da Schmidt di Friedberg nel 1962 e

prende il nome dalla località tipo: il fianco settentrionale di Cozzo Terravecchia, circa 2 km a nord di S. Caterina Villaerosa. I depositi sono costituiti in basso da una sequenza conglomeratica più o meno potente, passante verso l'alto a sabbie, arenarie, molasse calcaree, molasse dolomitiche, quindi ad argille ed argille marnose, spesso siltose, ricche di livelli sabbiosi di potenza variabile, talora anche con lenti conglomeratiche. Si distinguono due litofacies tipiche:

1. **Litofacies conglomeratica:** comprende le sequenze prevalentemente conglomeratiche presenti nella formazione. I conglomerati sono costituiti da conglomerati poligenici e ghiaie con elementi a spigoli arrotondati di natura arenacea e quarzarenitica.
2. **Litofacies sabbiosa:** comprende le sequenze prevalentemente sabbiose, arenacee presenti nella formazione. Si tratta di sabbie e/o arenarie in cui si distinguono sabbie, sabbie limose ed arenarie, di colore da giallastro al tabacco, limi sabbiosi e sabbie limose. In particolare si rinvengono sabbie quarzose da bruno giallastre a rossastre, in genere incoerenti o debolmente cementate, cui si alternano banchi di arenarie quarzose e sottili livelli conglomeratici con ciottoli appiattiti.
3. **Litofacies argilloso-marnosa:** Si tratta di argille ed argille sabbiose, di colore grigio e tabacco, con intercalati sottili livelli sabbiosi che ne marcano la stratificazione e da marne e marne argillose con tenori variabili di sabbie quarzose con foraminiferi planctonici passanti verso l'alto a marne e marne sabbiose brune a foraminiferi. Dal punto di vista mineralogico sono costituite da un abbondante scheletro sabbioso in cui prevalgono quarzo, gesso,

calcite, tracce di dolomite, feldspati, pirite, ossidi di ferro, mentre la frazione argillosa è costituita da kaolinite, illite e scarsa clorite, cui si aggiungono in minori quantità interlaminazioni illitiche-montmorillonitiche. La tessitura è brecciata e talora a scaglie; la stratificazione è marcata dai sottili livelli sabbiosi intercalati. Le argille spesso si presentano piuttosto tettonizzate con giunti variamente orientati con superfici lucide.

In conclusione, nell'area direttamente interessata dal progetto sono state individuate tre situazioni geologicamente diverse, dettagliatamente rappresentate nelle colonne stratigrafiche tipo allegate.

In particolare:

- ✓ Tipo 1 (Area impianto) – Limi sabbiosi di colore marrone scuro alterati di spessore pari 1.7 m che ricoprono la frazione inalterata costituita da sabbie limose, addensate e consistente, a struttura omogenea intercettata fino a 9.0 m di profondità (Fm. Terravecchia - Frazione sabbiosa). Detti terreni poggiano sulla frazione argillosa della Fm. Terravecchia costituita da argille limose e limi argillosi di colore grigio, consistenti, con intercalazioni di livelli sabbiosi. Nel sito di progetto la presenza di una prevalente frazione fina (limi ed argille) non permette la formazione di falde freatiche;
- ✓ Tipo 2 (Area impianto) – Argille ed argille limose della Fm. Terravecchia che si presentano alterate per uno spessore pari a 4-6 m;
- ✓ Tipo 3 (Sottostazione e stazione di utenza) – Sabbie limose di colore ocra, addensate, con frequenti inclusi elementi lapidei

arrotondati quarzarenitici di spessore pari 1.90 m che ricoprono la frazione inalterata costituita da sabbie e sabbie limose, addensate e consistenti, a struttura omogenea intercettata fino a 6.10 m di profondità (Fm. Terravecchia - Frazione sabbiosa). Detti terreni poggiano sulla frazione argillosa della Fm. Terravecchia costituita da argille limose e limi argillosi di colore grigio, consistenti, con intercalazioni di livelli sabbiosi. Considerato che nei primi 6 metri prevale la frazione sabbiosa sia pure immersa in una matrice limosa, si creano le condizioni per la formazione di una falda a prevalente carattere stagionale.

I terreni sopra descritti sono ricoperti da uno spessore variabile tra 0.40 e 0.50 m di terreno vegetale e sovrastano i litotipi (alterati ed inalterati) dei complessi precedentemente descritti.

4. CONSIDERAZIONI GEOMORFOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

Da un punto di vista geomorfologico, l'area vasta in cui sono ubicate le opere in progetto può essere divisa in tre settori:

- ⇒ un settore occidentale caratterizzato da un habitus geomorfologico piuttosto irregolare e contraddistinto dall'affioramento dei terreni riferibili alla frazione conglomeratica della Fm. Terravecchia,
- ⇒ un settore ad habitus geomorfologico regolare, caratterizzato da rilievi dolci e mammellonati dove prevalgono i litotipi argillosi e sabbiosi della stessa formazione con frequenti fenomeni geodinamici sia attivi che quiescenti anche di notevoli proporzioni,
- ⇒ una zona di fondovalle stabile dove affiorano i termini alluvionali recenti e terrazzati caratterizzati dalla presenza di limi sabbiosi, sabbie e ghiaie.

Questa marcata differenziazione di origine “strutturale” viene ulteriormente accentuata dalla cosiddetta “erosione selettiva”, ossia dalla differente risposta dei terreni agli agenti morfogenetici, che nel sistema morfoclimatico attuale sono dati essenzialmente dalle acque di precipitazione meteorica e da quelle di scorrimento superficiale.

Le litologie più coerenti vengono erose in misura più ridotta e tendono, quindi, a risaltare nei confronti delle circostanti litologie pseudo-coerenti o incoerenti.

I processi morfodinamici prevalenti nel sistema morfoclimatico attuale vedono, infatti, come agente dominante l'acqua, sia per quanto riguarda i processi legati all'azione del ruscellamento ad opera delle acque selvagge, che per i processi di erosione e/o sedimentazione operati dalle acque incanalate.

Sono essenzialmente i processi fluviali quelli che hanno esplicato e tutt'ora esplicano un ruolo fondamentale nell'evoluzione geomorfologica dell'area.

Per quanto riguarda i processi fluviali, il reticolato idrografico risulta organizzato in maniera abbastanza indipendente da discontinuità iniziali, con un pattern molto articolato dove affiorano i materiali fini da poco permeabili ad impermeabili, mentre diventa poco articolato in corrispondenza delle aree caratterizzate dalla presenza di litologie conglomeratiche permeabili, come desumibile dal rilievo aereo fotogeologico.

Per quanto concerne le forme di dissesto legate ai movimenti franosi eventualmente presenti nei versanti interessati dalle opere in progetto, si mette in evidenza che tramite i rilievi di superficie, integrati dallo studio delle fotografie aeree del territorio e dall'analisi del PAI, non sono state individuate aree di progetto coinvolte da fenomeni geodinamici eccetto che una limitata porzione nel settore sud Ovest dell'impianto (come visibile nella carta geomorfologica di dettaglio allegata a fine capitolo) ed un breve tratto del cavidotto come visibile nella “Carta dei dissesti” (allegata fuori testo) redatta dal P.A.I.

In particolare, si tratta di dissesti riferibili a “Soliflusso” attivi e “Colata lenta” inattiva con grado di pericolosità P2 (Livello medio) – Rischio R2 (Rischio medio) e P0 (Livello moderato) – Rischio R1 (Rischio moderato).

Detti dissesti, sono legati esclusivamente all'azione delle acque ed alla pendenza medio-bassa dei versanti in quanto la coltre superficiale si imbibisce durante i periodi di piogge prolungate e tende a muoversi sia pure con movimenti di massa lenti.

Tale previsione non è ostativa alla realizzazione dell'impianto in progetto come meglio specificato dalle Norme Tecniche di Attuazione del PAI - Capitolo 11 all'Articoli 22 e 23.

Infatti ai sensi di detti articoli l'intervento è fattibile; riportiamo di seguito il testo integrale degli articoli su citati:

Articolo 22

Aree a pericolosità media (P2)

22.1. Nelle aree a pericolosità media (P2) oltre agli interventi di cui all'articolo 21, è consentita, previa verifica di compatibilità, l'attuazione delle previsioni degli strumenti urbanistici, generali, attuativi, e di settore, sia per gli elementi esistenti sia per quelli di nuova realizzazione, purché corredati da indagini geologiche e geotecniche effettuate ai sensi della normativa vigente ed estese ad un ambito morfologico o ad un tratto di versante significativi, individuabili nel contesto del bacino idrografico di ordine inferiore in cui ricade l'intervento.

22.2. Gli studi geologici di cui al precedente comma devono tener conto degli elaborati cartografici del P.A.I., onde identificare le interazioni fra le opere previste e le condizioni geomorfologiche dell'area. Tali studi devono individuare gli interventi di mitigazione compatibili con il livello di criticità dell'area anche al fine di attestare che le opere non aggravino le condizioni di pericolosità dell'area o ne aumentino l'estensione, secondo quanto definito dal precedente articolo 20.

Articolo 23

Aree a pericolosità moderata (P1) e bassa (P0)

23.1. Nelle aree a pericolosità moderata (P1) e bassa (P0), oltre agli interventi di cui ai precedenti articoli 21 e 22, sono ammessi, previa verifica di compatibilità, tutti gli interventi di carattere edilizio e infrastrutturale che non aggravino le condizioni di pericolosità dell'area o ne aumentino l'estensione, in accordo con quanto previsto dagli strumenti urbanistici e Piani di Settore vigenti, conformemente alle prescrizioni generali del presente provvedimento.

Infatti, si mette in evidenza che nelle successive fasi di progettazione si eseguiranno le opportune indagini geognostiche e geotecniche che serviranno alla progettazione delle opere di ingegneria naturalistica per il completo consolidamento dei fenomeni geodinamici che interessano l'area in studio.

Nell'eventualità che le indagini programmate dovessero evidenziare spessori più elevati di quelli oggi indicati dai risultati delle indagini geofisiche eseguite in questa fase, le opere di ingegneria naturalistica saranno accompagnate da opere di consolidamento tradizionali.

Per preservare il sito da fenomeni di erosione superficiale verranno adottati tecniche utili alla stabilizzazione della porzione più superficiale di suolo che hanno il vantaggio di essere molto elastiche e in grado di adattarsi alla presenza dei pannelli fotovoltaici, alle irregolarità del terreno ed a ulteriori movimenti di assestamento del terreno dopo la messa in opera.

In tal modo il consolidamento ed il ripristino delle condizioni ambientali sarà raggiunto impiegando opere relativamente leggere per non sovraccaricare il terreno, assicurando la massima protezione antierosiva.

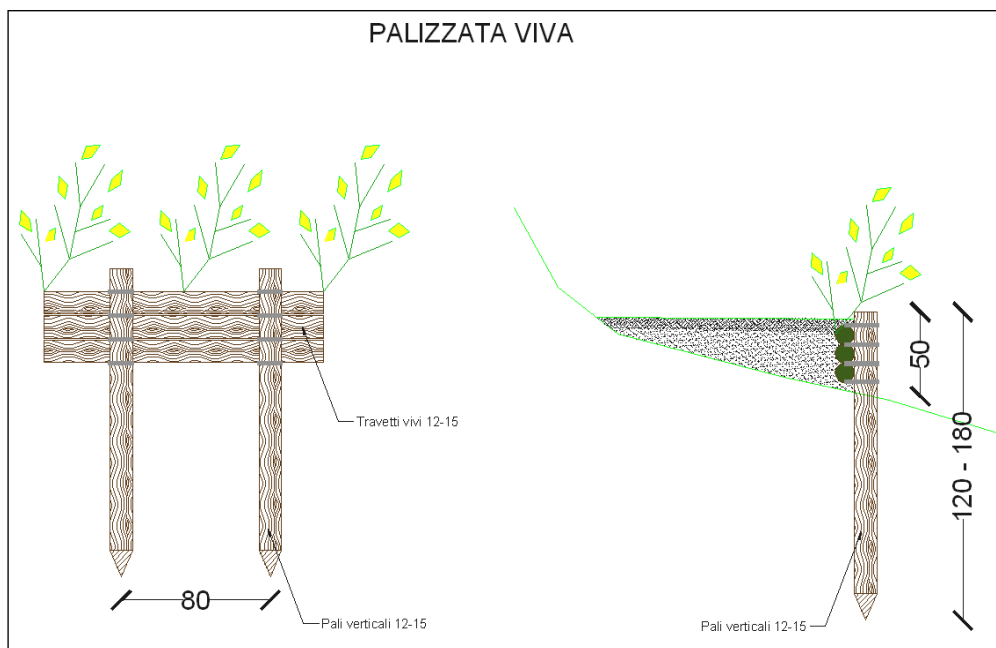
Nello specifico del nostro caso, le aree interessate da questi interventi sono tutte quelle individuate da fenomeni geodinamici dove è prevista l’installazione dei pannelli fotovoltaici.

Nello specifico del nostro caso riteniamo di prevedere:

- ❖ **Palizzate vive.** La tecnica della palizzata in legname con talee e/o piantine unisce l’impiego di talee con strutture fisse in legno per la stabilizzazione di pendii e scarpate, naturali o artificiali.

Con questo sistema si tende a rinverdire le scarpate attraverso la formazione di piccoli gradoni lineari, sostenuti dalle strutture di legno, che corrono lungo le curve di livello del pendio e dove, a monte, si raccoglie del materiale terroso.

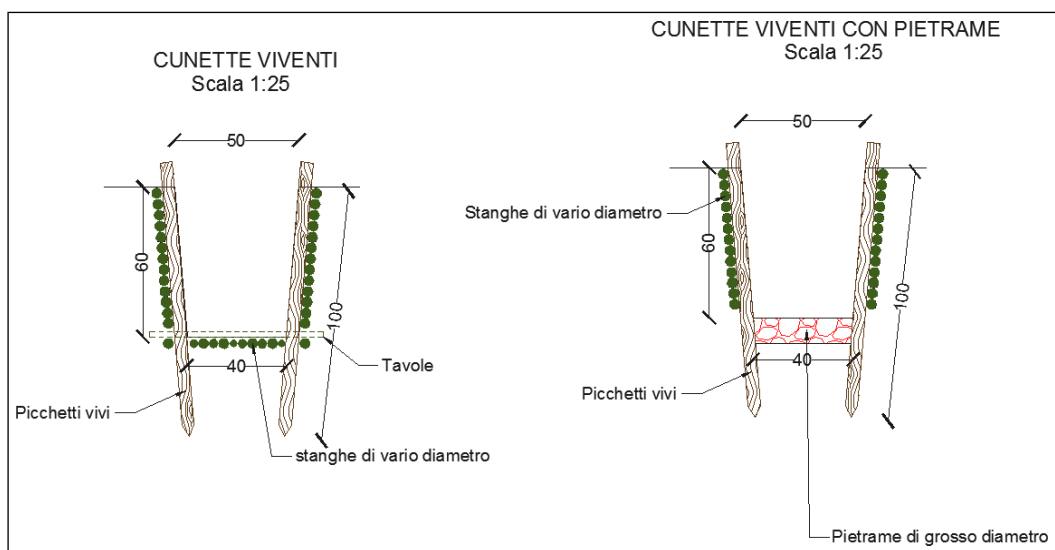
Le piante, una volta che la vegetazione si sarà sviluppata, garantiranno un consolidamento del terreno con l’apparato radicale e una resistenza all’erosione superficiale, con la loro parte epigea.



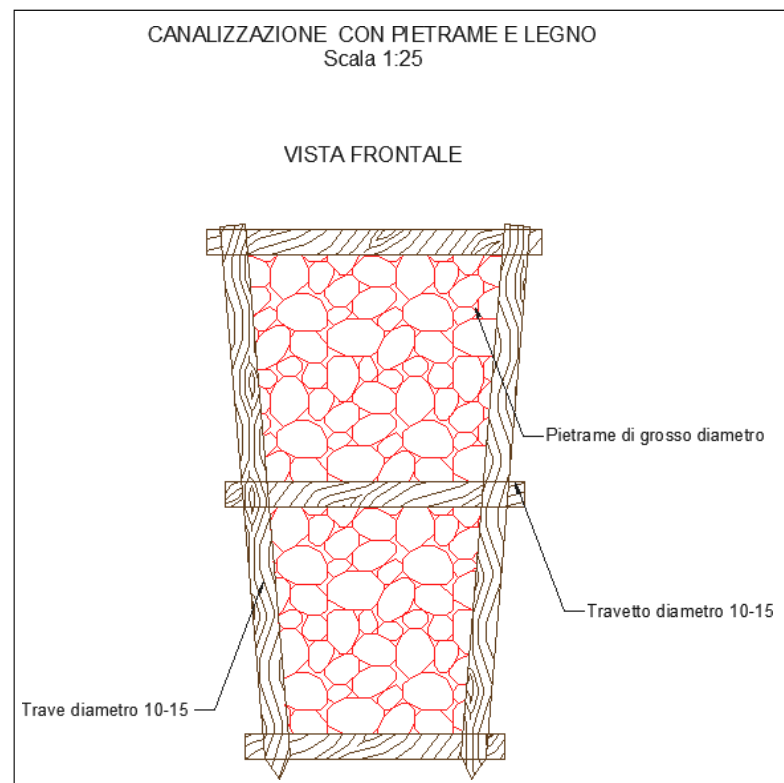
❖ **Cunetta vivente.** Le cunette sono di norma pensate in terra. E’ però importante sottolineare che nei tratti di maggiore pendenza l’acqua può destabilizzare la cunetta e con essa la strada. Pertanto si suggerisce l’adozione di cosiddette cunette viventi, maggiormente resistenti all’azione erosiva dell’acqua.

Sarà la fase cantieristica ed anche osservazionale ad indicare i tratti ove è opportuno realizzarle cunette “vive” al posto delle cunette in terra.

Esecuzione del lavoro: in un fosso a sezione trapezoidale vengono sistemati sul letto e sulle pareti del fosso, uno accanto all’altro, dei rami o delle stanghe vive in modo serrato, tenendoli fermi con pali vivi infissi nel terreno, ad intervalli da 2 a 4 m per mezzo di sagome in legno preparate in precedenza, oppure ad intervalli da 0,5 m fino ad 1 m uno dall’altro posti lungo le pareti del fosso. Nel caso di portata idrica permanente si può consolidare il letto e la parte inferiore della parete del fosso con tavoloni.



- ❖ **Canalizzazioni in pietrame e legno.** Nei casi di piccoli impluvi naturali che intercettano la viabilità di progetto causando spesso solchi ed erosione puntuale si può prevedere la costruzione di canalizzazioni in legname e pietrame, di sezione trapezia avente lo scopo di convogliare le acque nei punti di recapito.



In risposta alla richiesta presente al punto 1.1.a che recita:

si raccomanda di:

- *Prevedere nel SIA e nelle relazioni specialistiche un censimento di tutte le aree dove sono evidenti fenomeni di erosione accelerata, dissesti in atto o potenziali, linee di impluvio, etc. inoltrando gli stati informativi aggiornati contenenti l'area d'impianto e le opere connesse inerenti il Progetto.*

Risposta: E' stato redatto lo stralcio della “Carta con l'ubicazione dei dissesti in atto e potenziali e delle linee di impluvio” (elaborato cod. T-028), frutto di un rilevamento geomorfologico di dettaglio in campagna e della consultazione di tutte le ricerche scientifiche in materia.

Nel suddetto elaborato cartografico è visibile l'ubicazione di tutte le aree dove sono evidenti fenomeni di erosione accelerata, dissesti in atto o potenziali, linee di impluvio, gli stati informativi aggiornati contenenti l'area d'impianto e le opere connesse inerenti il Progetto.

Dal punto di vista idrogeologico l'area in studio è caratterizzata dall'affioramento di terreni diversi che, da un punto di vista idrogeologico, abbiamo suddiviso in 2 tipi di permeabilità prevalente:

❖ **Rocce permeabili per porosità:** Si tratta di rocce incoerenti e coerenti caratterizzate da una permeabilità per porosità che varia al variare del grado di cementazione e delle dimensioni granulometriche dei terreni presenti.

In particolare la permeabilità risulta essere media nella frazione sabbiosa fine mentre tende ad aumentare nei livelli sabbiosi grossolani e ghiaiosi.

Di conseguenza la circolazione idrica sotterranea è discontinua con livelli acquiferi sospesi.

Rientrano in questo complesso i terreni afferenti ai depositi alluvionali ed alla frazione sabbiosa della Fm. Terravecchia.

❖ **Rocce impermeabili:** Questo complesso è costituito dalle argille che presentano fessure o pori di piccole dimensioni in cui l'infiltrazione si esplica tanto lentamente da essere considerate praticamente impermeabili.

Si mette in evidenza, però, che l'acqua, riuscendo a permeare la frazione alterata superficiale ed aumentare le pressioni neutre, tende a destrutturare la frazione alterata azzerando la coesione e rendendola soggetta a possibili movimenti gravitativi lungo i versanti.

Rientrano in questo complesso i terreni afferenti la frazione argillosa della Fm. Terravecchia.

Dalle misure acquisite all'interno dei piezometri installati “PZ1” e “PZ2” in corrispondenza rispettivamente dell'impianto e della SSU/SSE si evince quanto segue:

- 1) nell'area dell'impianto non è presente una falda freatica fino alla profondità di 15 m dal p.c. in quanto il piezometro installato è risultato asciutto durante la campagna di monitoraggio e ciò è dovuto al fatto che è prevalente la matrice limo-argillosa ed è confermato dalla presenza di numerosi laghetti artificiali.
- 2) nell'area della SSE/SSU non è presente una vera e propria falda freatica ma sono presenti livelli idrici stagionali che si formano, in corrispondenza dei livelli più sabbiosi, durante i periodi di pioggia. Le acque infiltratesi vengono drenate rapidamente verso valle come si evince dal monitoraggio eseguito i cui risultati sono visibili nella tabella seguente. L'esperienza maturata in queste zone ci permette di affermare che il calo del livello piezometrico della misura di marzo coincide con la fine della stagione piovosa e del depauperamento dei livelli idrici che tendono nell'arco di un paio di mesi circa ad esaurirsi.

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
*Relazione Geologica e di Compatibilità geomorfologica aggiornata in risposta alla nota del
MASE Prot. 0174246 del 30/10/2023 – Progetto per la realizzazione di un impianto agro-
voltaico denominato “PV Calatafimi”, sito nel territorio comunale di Calatafimi-Segesta (TP) e
Monreale (PA)*

		Data 04/01/2024	Data 05/01/2024	Data 15/01/2024	Data 29/01/2024	Data 15/02/2024	Data 26/02/2024	Data 08/03/24
Piezometro PZ1 (AREA IMPIANTO)	Livello (m) dal p.c.	assente	assente	assente	assente	assente	assente	assente
Piezometro PZ2 (AREA SSE/SSU)	Livello (m) dal p.c.	3.40	3.30	3.00	2.45	3.20	3.40	4,3

Alla luce dei sondaggi eseguiti e del monitoraggio del livello della falda si evince che non è possibile alcuna interferenza negativa tra la realizzazione/esercizio/dismissione delle opere in progetto e la falda, anche in considerazione del fatto che non è possibile alcun impatto sulla circolazione idrica sotterranea sia perché i pali di fondazione non raggiungono il livello freatico, sia perché in ogni caso, vista la distanza relativa tra i pali, non è possibile alcun effetto diga.

Inoltre, le opere in progetto non rilasciano alcuna sostanza inquinante né nel suolo, né nelle acque.

Si mette inoltre in evidenza che l'area non rientra all'interno di acquiferi considerati dalla Regione come significativi ma l'area è comunque ricca di risorse idriche sia pure di scarso interesse e potenzialità.

Un pozzo tutelato dal Piano di Tutela delle Acque è individuato a nord est all'impianto ma a distanza tale che quest'ultimo non interferisce con l'area di protezione e di riserva dei corpi idrici sotterranei. (vedi carte dei Corpi Idrici Sotterranei e delle Aree Protette Associate fuori testo).

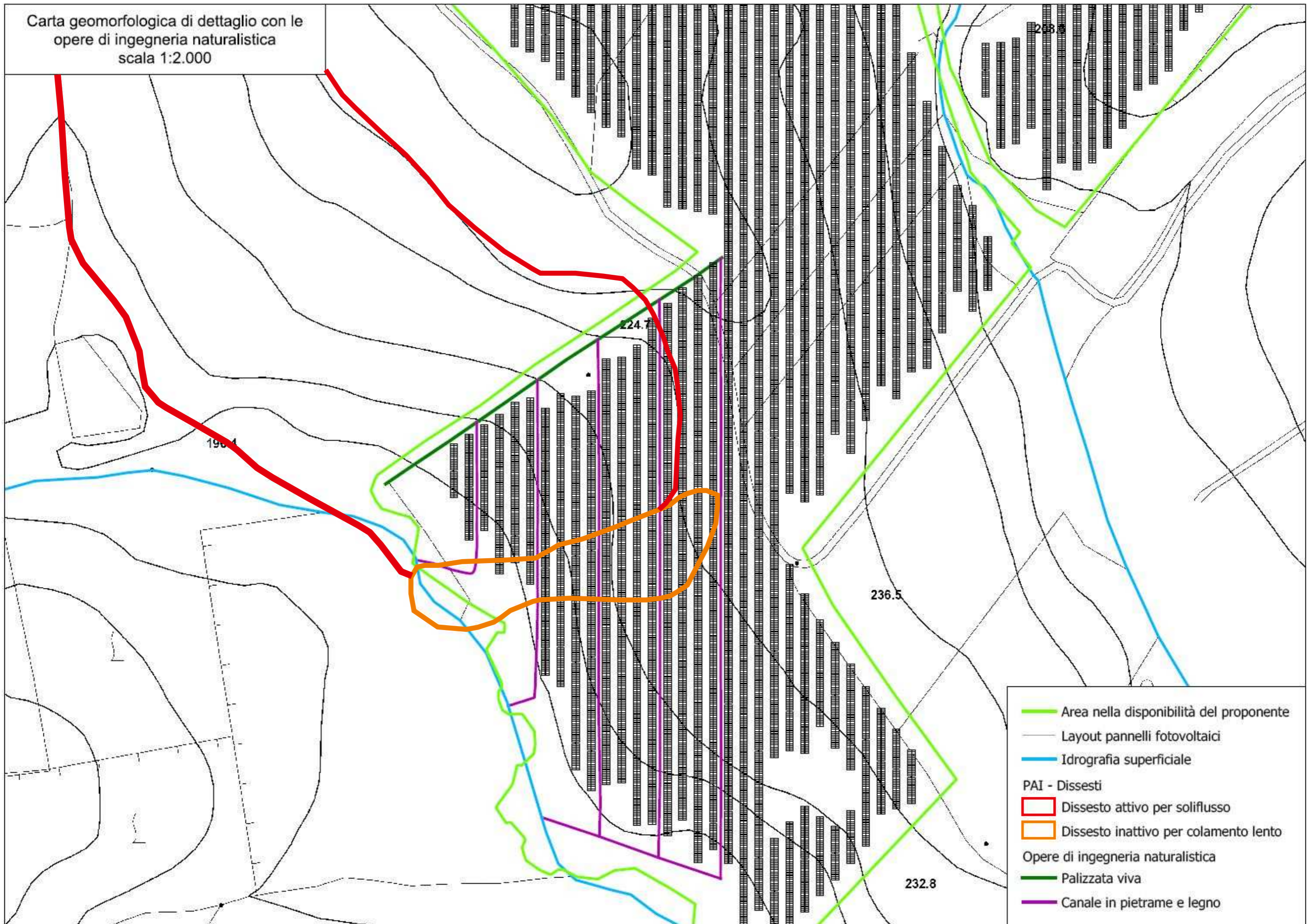
Le fondazioni dei pannelli vista la loro limitata profondità, non interferiscono con le falde freatiche presenti, né con il loro deflusso sotterraneo.

Infine, si evidenzia che le aree dell'impianto non sono interessate da a rischio e pericolosità idraulica come indicato dal P.A.I. e dal P.G.R.A.

Solo un breve tratto di cavidotto di lunghezza pari a circa 300 m intercetta un'area a pericolosità P3 elevata - $Tr = 50$ anni e a Rischio R2 in corrispondenza strada di collegamento tra l'Autostrada E90 e la Strada statale SS119.

In tale area il cavidotto sarà interrato utilizzando la tecnica T.O.C., di conseguenza non interferirà con il vincolo idraulico presente.

Carta geomorfologica di dettaglio con le
opere di ingegneria naturalistica
scala 1:2.000



- Area nella disponibilità del proponente
- Layout pannelli fotovoltaici
- Idrografia superficiale
- PAI - Dissesti
 - Dissesto attivo per soliflusso
 - Dissesto inattivo per colamento lento
- Opere di ingegneria naturalistica
 - Palizzata viva
 - Canale in pietrame e legno

5. INDAGINI ESEGUITE

Come accennato nelle premesse, come chiesto nella nota del MASE, per la caratterizzazione della serie stratigrafica locale e per l'individuazione delle profondità del livello piezometrico, sono stati realizzati/installati:

- ⇒ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo denominato “PZ1” di profondità pari a 15 mt., superiore alla profondità delle fondazioni, in corrispondenza del sito in cui è prevista la realizzazione dell'impianto agrivoltaico;
- ⇒ n. 1 sondaggio meccanico a carotaggio continuo denominato “PZ2” di profondità pari a 15 mt., superiore alla profondità delle fondazioni, in corrispondenza del sito in cui è prevista la realizzazione della Sottostazione Elettrica;
- ⇒ n. 1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza del sondaggio “PZ1”;
- ⇒ n. 1 piezometro a tubo aperto in corrispondenza del sondaggio “PZ2”;
- ⇒ analisi chimiche sul campione di acqua prelevato in corrispondenza del piezometro “PZ2”.

Si mette in evidenza che, dai dati acquisiti in corrispondenza il piezometro PZ1” localizzato nelle aree di impianto, si evince l'assenza di una falda freatica fino alla profondità pari a 15 m.

4.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Vengono di seguito riportati in dettaglio i dati emersi nel corso dei lavori e le caratteristiche dei mezzi impiegati.

Le campagne d'indagini geognostiche, sono finalizzate a:

- ricostruire la stratigrafia di dettaglio;
- definire l'assetto geologico profondo della zona di progetto;
- accertare l'eventuale presenza di falde freatiche nei terreni interessati;
- caratterizzare da un punto di vista geologico-tecnico il substrato interessato delle opere di progetto.

Le perforazioni sono state eseguite mediante macchine perforatrici munite di centralina integrata ed operanti a rotazione ed avanzamento oleodinamico, aventi le seguenti caratteristiche:

Perforatrice Idraulica EGT Mod. MD 710.3:

- 1) Coppia testa di rotazione 1500 Kgm;*
- 2) Giri testa di rotazione 0÷360 min.;*
- 3) Tiro – Spinta 6.000 Kg.*

Le perforazioni sono state eseguite adottando la tecnica della conservazione del nucleo per tutto lo spessore indagato, con l'ausilio di tubi carotieri semplici, doppi e con corone diamantate aventi diametro esterno pari 101,6 mm e diametro interno pari a 88,8 mm con lunghezza di 2,00 e 3,00 metri; tutte le manovre sono state eseguite con l'ausilio di aste di perforazione di diametro 76 mm, lunghezza 1,50 metri.

La stabilizzazione delle pareti del foro è stata ottenuta mediante l'uso di tubazione di rivestimento di acciaio di spessore standard.

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
*Relazione Geologica e di Compatibilità geomorfologica aggiornata in risposta alla nota del
MASE Prot. 0174246 del 30/10/2023 – Progetto per la realizzazione di un impianto agro-
voltaico denominato “PV Calatafimi”, sito nel territorio comunale di Calatafimi-Segesta (TP) e
Monreale (PA)*

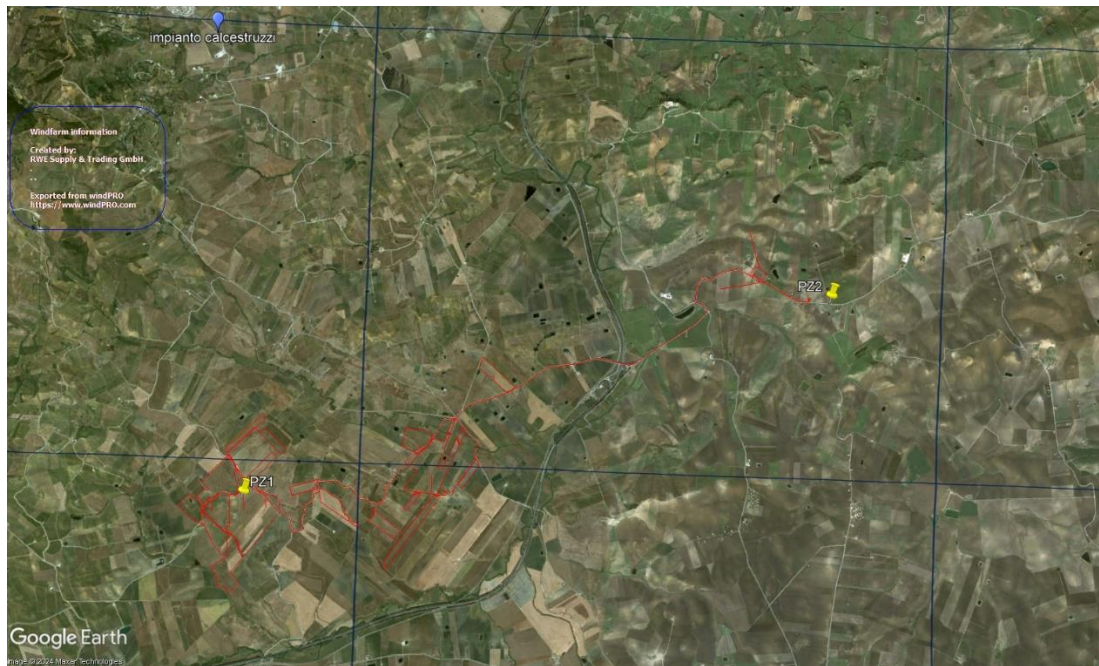


Foto aerea con l'ubicazione dei piezometri PZ1 e PZ2

SONDAGGIO PZ1

Committente: DECAL RENEWABLES S.p.A.	Scala: 1:100
Oggetto Lavori: PROGETTO IMPIANTO PV CALATAFIMI	Data: 04/01/2024
Località: GALLITELLO	Coordinate: 37°50'40.19"N-12°53'58.03"E
Impresa esecutrice: VAMIRGEOIND	Quota: 265 m s.l.m.
Attrezzatura: EGT 700	Redattore: Dott. Bellomo

R v	Pz	metri	Litologia	Campioni	Prof. m	DESCRIZIONE
					0,40	Terreno vegetale
		1				Limi sabbiosi di colore marrone scuro alterato (Fm. Terravecchia sabbiosa alterata)
		2		1) ind 200 250	1,70	Sabbie limose, addensate e consistente, a struttura omogenea (Fm. Terravecchia sabbiosa inalterata)
		3				
		4				
		5				
		6				
		7				
		8		2) ind 750 800		
		9			9,00	Argille limose e limi argillosi di colore grigio, consistenti, con intercalazioni di livelli sabbiosi (Fm. Terravecchia argillosa).
		10				
		11				
		12				
		13		3) ind 250 1300		
		14				
		15			15,00	

***"Impianto Agrovoltaico PV CALATAFIMI"
Sondaggio geognostico PZ1 – Postazione***



Sondaggio geognostico PZ1 - Cassetta 1 – Prof. 0.00-5.00 m



Sondaggio geognostico PZ1 - Cassetta 2 – Prof. 5.00-10.00 m



Sondaggio geognostico PZ1 - Cassetta 3 – Prof. 10.00-15.00 m


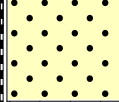
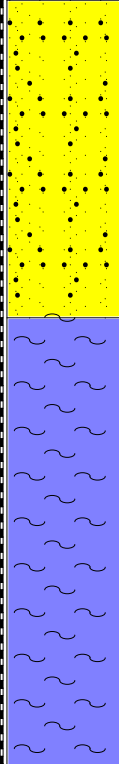
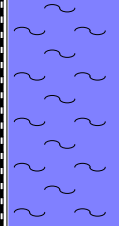


Sondaggio geognostico PZ1 – Pozzetto Piezometro



SONDAGGIO PZ2

Committente: DECAL RENEWABLES S.p.A.	Scala: 1:100
Oggetto Lavori: PROGETTO IMPIANTO PV CALATAFIMI	Data: 05/01/2024
Località: GALLITELLO	Coordinate: 37°52'8.39"N-12°58'58.18"E
Impresa esecutrice: VAMIRGEOIND	Quota: 198 m. s.l.m.
Attrezzatura: EGT 700	Redattore: ' R W W % H O O R P

R v	A r s	Pz	metri	Litologia	Campioni	Prof. m	DESCRIZIONE
			0,50			0,50	Terreno vegetale
			1,90			1,90	Sabbie limose di colore oca, addensate, con frequenti inclusi elementi lapidei arrotondati quarzarenitici (Fm. Terravecchia sabbiosa alterata)
			6,10		1)ind 200 250	6,10	Sabbie limose, addensate e consistente, a struttura omogenea (Fm. Terravecchia sabbiosa inalterata)
			15,00		2)ind 700 750	15,00	Argille limose e limi argillosi di colore grigio, consistenti, con intercalazioni di livelli sabbiosi (Fm. Terravecchia argillosa).

***"Impianto Agrovoltaiico PV CALATAFIMI"
Sondaggio geognostico PZ2 – Postazione***



Sondaggio geognostico PZ2 - Cassetta 1 – Prof. 0.00-5.00 m



Sondaggio geognostico PZ2 - Cassetta 2 – Prof. 5.00-10.00 m



Sondaggio geognostico PZ2 - Cassetta 3 – Prof. 10.00-15.00 m



Sondaggio geognostico PZ2 – Pozzetto Piezometro



6. CARATTERIZZAZIONE FISICO-CHIMICA DELLE ACQUE DELLA FALDA SUPERFICIALE

Per rispondere a quanto richiesto dal MASE, per quanto riguarda la caratterizzazione chimico-fisica delle acque sotterranee, sono stati installati n. 2 piezometri in corrispondenza dei punti PZ1 Area impianto (Area) e PZ2 (Area sottostazione elettrica).

Per il campionamento delle acque è stata utilizzata la tecnica del campionamento dinamico che ha previsto lo spurgo dei piezometri.

Considerato che nel piezometro PZ1 non è stata intercettata alcuna falda fino alla profondità raggiunta pari a 15 m., è stato prelevato un campione di acqua in corrispondenza del piezometro PZ2 e sono state eseguite tutte le analisi previste e riportate nei capitoli successivi e confrontati con i valori delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione di Tabella 2 all’Allegato 5 al Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

Le attività di campionamento sono state svolte come descritto di seguito.

Come prima operazione è stata eseguita la misura della profondità della superficie freatica rispetto alla testa del piezometro, mediante sonda freatimetrica.

In accordo con quanto previsto dalla normativa vigente, tutte le misure sono state effettuate prendendo come riferimento la testa della tubazione in PVC (testa pozzo).

Tutte le operazioni di prelievo dei campioni sono state eseguite nel rispetto delle procedure standard di controllo della qualità, tese in particolare

ad evitare episodi di contaminazione incrociata tra un punto di campionamento e l'altro.

Per le operazioni di spurgo è stata utilizzata una pompa a 12 volt da 1,5“ dotata di frequenzimetri necessari a regolare la portate delle pompe stesse.

Considerato che all'interno dei piezometri, nel tempo intercorso tra un campionamento e quello successivo, si sarebbero potuti accumulare residui di natura minerale ed avere scambi con l'atmosfera, l'operazione di spurgo estata effettuata con pompe sommerse, a bassa portata, che ha permesso di rimuovere l'acqua dal piezometro e dal suo intorno senza mobilizzare particelle di terreno che sarebbero potute entrare nel campione rendendolo torbido.

Lo spurgo ha comportato la rimozione di un volume di acqua compresa tra 3 e 5 volte il volume di acqua presente in condizioni statiche all'interno del piezometro.

La sequenza di operazioni effettuate è stata la seguente:

- ✓ Rimozione della chiusura del piezometro;
- ✓ Misurazione del livello statico dell'acqua all'interno del piezometro per mezzo di un freatometro;
- ✓ Misurazione della profondità del piezometro;
- ✓ Pulizia e decontaminazione del freatometro mediante una specifica soluzione sgrassante di cui è dotato ogni AC;
- ✓ Determinazione del diametro interno del pozzo;
- ✓ Calcolo del volume di acqua V_1 (in Litri) contenuta nel piezometro, per mezzo della seguente relazione:

$$V_1 = \frac{R^2}{10} * 3,14 (L_2 - L_1)$$

dove:

- ⇒ R è il raggio interno del pozzo in centimetri;
- ⇒ L2 è la profondità del fondo pozzo, in metri;
- ⇒ L1 è la profondità del livello statico dell’acqua in metri.

Il volume minimo di acqua che è stato spurgato, V2, è stato pari a 3V1.

- ❖ Discesa lenta della pompa fino ad una profondità di poco inferiore al livello statico dell’acqua, evitando agitazioni non necessarie all’interno del piezometro.
- ❖ Avvio della pompa e regolazione il flusso. La portata non ha superato 30 l/min, per evitare il risollevarsi di sedimenti finì eventualmente presenti sul fondo e/o il prosciugamento del piezometro.
- ❖ Osservazione livello dell’acqua all’interno del piezometro mediante freatometro.

Una volta terminato lo spurgo del piezometro si è proceduto al campionamento.

I campioni di acqua sono stati raccolti e conservati in conformità alla normativa vigente e trattato e conservato in contenitori in PE, bottiglie di polietilene di vetro ambrato, vials e falcon, a seconda del tipo di determinazione da eseguire, le quali hanno garantito un volume pari alla quantità necessaria per la esecuzione di un set di analisi ed hanno costituito l’elemento campione.

Tutti i campioni prelevati sono stati contrassegnati con etichette adesive riportanti:

- ✓ Identificativo del progetto di riferimento;
- ✓ Data del campionamento;

- ✓ Identificativo del piezometro di monitoraggio per il campione di acque sotterranee.

Il nome del campione prelevato inviato in laboratorio, le informazioni ad esso relativi riportati sulla etichetta e l’elenco delle analisi chimiche previste sono state indicate su un’apposita scheda (catena di custodia) che lo hanno accompagnato durante la spedizione e conservato alla temperatura di 4°C +/- 2° C, mediante l’impiego di un mezzo frigorifero.

Sono stati ricercati alcuni parametri chimici di cui alla Tab. 2, Allegato 5, parte IV, D.Lgs.152/06 ritenuti più significativi indicati nel certificato allegato redatto dal Laboratorio CADA s.n.c. di Menfi (Accreditato Accredia).

7. ESITI DELLE ANALISI E CONCLUSIONI

Rinviando al certificato del Laboratorio CADA s.n.c. di Menfi (Accreditato ACCREDIA) dove sono riportati tutti risultati ottenuti, per una più immediata e facile lettura dei risultati si riporta di seguito una tabella riassuntiva con indicati solo gli analiti che hanno fatto registrare i superamenti dei limiti normati.

Tutti gli altri hanno fatto registrare valori conformi alla norma.

Parametri chimici	Risultato	Unità di Misura	Incertezza	Limite max D. Lgs. 152/06 – Tab. 2
Manganese	330	µg/l	40	50
Fluoruri	2640	µg/l	650	1500
Nitriti	510	µg/l	120	500
Solfati	383	mg/l	92	250

Dai dall’analisi dei risultati si evince il superamento del limite normativo per il Manganese, i Floruri e i Solfati.

Detti superamenti sono riconducibili ai valori di fondo naturale in quanto, dall’analisi effettuata per l’individuazione di aree contaminate o potenzialmente contaminate nell’area vasta, si può affermare che non esistono elementi o impianti produttivi che possano fare pensare a fenomeni di inquinamenti.

Quelli presenti si trovano a distanza notevoli e tali da non potere interferire con il sito di progetto.

Per quanto riguarda i Nitriti, che considerando l’incertezza della tecnica analitica non superano il limite normativo, sono riconducibili ad attività agricole ed ai prodotti utilizzati in agricoltura molto diffusi nella zona caratterizzata da una intensa attività agricola soprattutto legata alla coltivazione di frutto, leguminose, viticoltura e olivocultura.



Rapporto di prova n°: **2158638-002** del: **28/02/2024**

Descrizione: **Acque sotterranee "Piezometro PZ2" - Sito in Località Gallitello - Comune di Calatafimi Segesta (TP)**

**Spettabile:
VAMIRGEOIND srl
Via Tevere, 9
90121 PALERMO (PA)
Italia**

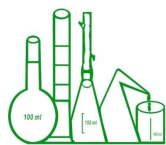
Nota: **In sostituzione del Rapporto di Prova n°2158638-002 del 22/02/2024 per eliminazione parametro "Livello Piezometrico" come da richiesta del cliente**

Accettazione: **2158638**
Punto di Campionamento: ****
Luogo di Campionamento: ****
Data di Campionamento: **29-gen-24**
Data Arrivo Camp.: **29-gen-24**
Data Inizio Prova: **29-gen-24** Data Fine Prova: **22-feb-24**
Mod.Campionam.: **A cura del Laboratorio**
Tecnico Campionatore.: **Mario Marino**
Presenza Allegati: **NO**
Riferim. dei limiti: **D.lgs n°152 del 03/04/2006 GU n°88 del 14/04/06 All.5 titolo V Parte IV Tab.2**

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	Lim. Min.	Lim. Max.
Campionamento per parametri chimici	Man UNICHIM 196/2 2004 - solo p.fo 5 e 7						
Data inizio: 29/01/2024 10:30:00 Data fine: 29/01/2024 11:15:00							
PARAMETRI CHIMICI							
METALLI							
Alluminio	UNI EN ISO 17294-2:2016	< 20	µg/l				200
Antimonio	UNI EN ISO 17294-2:2016	< 0,5	µg/l				5
Argento	UNI EN ISO 17294-2:2016	< 0,5	µg/l				10
Arsenico	UNI EN ISO 17294-2:2016	< 0,5	µg/l				10
Berillio	UNI EN ISO 17294-2:2016	< 0,5	µg/l				4
Cadmio	UNI EN ISO 17294-2:2016	< 0,5	µg/l				5
Cobalto	UNI EN ISO 17294-2:2016	1,30	µg/l	0,20			50
Cromo Totale	UNI EN ISO 17294-2:2016	< 0,5	µg/l				50
Cromo esavalente (VI)	EPA 7199 1996	< 0,5	µg/l				5
Ferro	UNI EN ISO 17294-2:2016	25,0	µg/l	4,0			200
Manganese	UNI EN ISO 17294-2:2016	330	µg/l	40			50
Mercurio	UNI EN ISO 17294-2:2016	< 0,1	µg/l				1

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il simbolo * indica che la prova non è accreditata da ACCREDIA così pure il metodo di campionamento ad esso associato.



Segue Rapporto di
prova n°:

2158638-002

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	Lim. Min.	Lim. Max.
Nichel	UNI EN ISO 17294-2:2016	2,90	µg/l	0,70			20
Piombo	UNI EN ISO 17294-2:2016	< 0,5	µg/l				10
Rame	UNI EN ISO 17294-2:2016	< 5	µg/l				1000
Selenio	UNI EN ISO 17294-2:2016	2,60	µg/l	0,70			10
Tallio	UNI EN ISO 17294-2:2016	< 0,1	µg/l				2
Zinco	UNI EN ISO 17294-2:2016	< 10	µg/l				3000
INQUINANTI INORGANICI							
Boro	UNI EN ISO 17294-2:2016	760	µg/l	110			1000
Cianuri liberi	UNI EN ISO 14403-2:2013	< 5	µg/l				50
Fluoruri	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	2640	µg/l	650			1500
Nitriti	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	510	µg/l	120			500
Solfati	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	383	mg/l	92			250
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI							
Benzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				1
Etilbenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				50
Stirene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				25
Toluene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				15
para-Xilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				10
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI							
Benzo(a)antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				0,1
Benzo(a)pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				0,01
Benzo(b)fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				0,1
Benzo(k)fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				0,05
Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				0,01
Crisene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				5
Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				0,01

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il simbolo * indica che la prova non è accreditata da ACCREDIA così pure il metodo di campionamento ad esso associato.



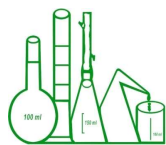
Segue Rapporto di
prova n°:

2158638-002

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	Lim. Min.	Lim. Max.
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				0,1
Pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	0,0140	µg/l	0,0049			50
Sommatoria idrocarburi policiclici aromatici	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				0,1
COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI							
Clorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				1,5
Triclorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				0,15
Cloruro di Vinile	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				0,5
1,2-Dicloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				3
1,1-Dicloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,005	µg/l				0,05
Tricloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				1,5
Tetracloroetilene (Percloroetilene)	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				1,1
Esaclorobutadiene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				0,15
Sommatoria organoalogenati	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				10
COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI							
1,1-Dicloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				810
1,2-Dicloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				60
1,2-Dicloropropano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				0,15
1,1,2-Tricloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				0,2
1,2,3-Tricloropropano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,0001	µg/l				0,001
1,1,2,2-Tetracloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				0,05
COMPOSTI ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI							
Tribromometano (Bromoformio)	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				0,3
1,2-Dibromoetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,0001	µg/l				0,001

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il simbolo * indica che la prova non è accreditata da ACCREDIA così pure il metodo di campionamento ad esso associato.



Segue Rapporto di
prova n°:

2158638-002

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	Lim. Min.	Lim. Max.
Dibromoclorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				0,13
Bromodichlorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				0,17
NITROBENZENI							
Nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,005	µg/l				3,5
1,2-Dinitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,005	µg/l				15
1,3-Dinitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,005	µg/l				3,7
CLORONITROBENZENI							
1-Cloro-2-Nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,005	µg/l				0,5
1-Cloro-3-Nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,005	µg/l				0,5
1-Cloro-4-Nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,005	µg/l				0,5
CLOROBENZENI							
Monoclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				40
1,2-Diclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				270
1,4-Diclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	< 0,01	µg/l				0,5
1,2,4-Triclorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,01	µg/l				190
1,2,4,5-Tetraclorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,01	µg/l				1,8
Pentaclorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,01	µg/l				5
Esaclorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				0,01
FENOLI E CLOROFENOLI							
2-Clorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,01	µg/l				180
2,4-Diclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,01	µg/l				110
2,4,6-Triclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				5
Pentaclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,01	µg/l				0,5
AMMINE AROMATICHE							

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il simbolo * indica che la prova non è accreditata da ACCREDIA così pure il metodo di campionamento ad esso associato.



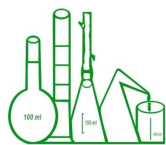
Segue Rapporto di
prova n°:

2158638-002

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	Lim. Min.	Lim. Max.
Anilina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,01	µg/l				10
Difenilammina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,01	µg/l				910
p-Toluidina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,01	µg/l				0,35
FITOFARMACI							
Alachlor	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,01	µg/l				0,1
Aldrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				0,03
Atrazina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,01	µg/l				0,3
alfa-esaclorocicloesano	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				0,1
beta-esaclorocicloesano	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				0,1
gamma-esaclorocicloesano (Lindano)	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				0,1
Clordano	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				0,1
DDD, DDT, DDE	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				0,1
Dieldrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				0,03
Endrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,001	µg/l				0,1
Sommatoria fitofarmaci	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	< 0,01	µg/l				0,5
POLICLOROBIFENILI							
PCB	EPA 3510C 1996 + EPA 3620C 2014 + EPA 8082A 2007	< 0,001	µg/l				0,01
IDROCARBURI							
Idrocarburi totali	ISPRA Man 123 2015	< 50	[n-esano] µg/l				350
ALTRE SOSTANZE							
Acrilammide	EPA 3535A 2007 + EPA 8321 B 2007	< 0,01	µg/l				0,1
Acido paraftalico	EPA 8321 B 2007	< 100	µg/l				37000
Amianto	ISS.EAA.000:2015	< 9700	ff/l				

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il simbolo * indica che la prova non è accreditata da ACCREDIA così pure il metodo di campionamento ad esso associato.



Segue Rapporto di
prova n°:

2158638-002

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	Lim. Min.	Lim. Max.
-------	--------	-----------	-----	------------	--------------	-----------	-----------

Sedi:

Sede Principale (A): Via Pio La Torre n° 13 Area P.I.P. - 92013 Menfi (AG)

Sede Secondaria (B): C.da Piana del Signore - Strada provinciale n° 82 - 93012 Gela (CL)

La lettera (B) riportata accanto al singolo parametro indica che la prova è stata eseguita presso la Sede Secondaria. In caso contrario le attività di prova sono eseguite presso la Sede Principale

Abbreviazioni:

- “L.B.” = Criterio Lower Bound per l’espressione delle sommatorie
- “U.B.” = Criterio Upper Bound per l’espressione delle sommatorie
- “M.B.” = Criterio Medium Bound per l’espressione delle sommatorie
- “MDL” = Limite di Rilevabilità del metodo di prova
- “RL” = Reporting Limit Limite di Quantificazione del metodo di prova
- “U.M.” = Unità di Misura
- “N.P.” = Non percettibile
- “R” = Valore del recupero percentuale, nel caso di analisi di residui/tracce
- “ss” = sostanza secca
- “TQ” = tal quale
- “N.A.” = “Non applicabile per effetto della matrice”
- “N.D.” = “Non determinabile per l’assenza delle condizioni necessarie per l’esecuzione della prova”
- “Mod. Campionamento” = “Modalità di Campionamento”
- “TC” = “Analita determinato sull’eluato da Test di Cessione”

Regole decisionali e dichiarazioni di conformità:

All’atto della stipula del contratto o della sottoscrizione dell’offerta, viene definita con il cliente la regola decisionale da applicare per la presentazione dei risultati e il relativo rispetto ai requisiti di Norma e/o Specifica.

Se non diversamente indicato la dichiarazione di conformità/non conformità si riferisce ai parametri richiesti, analizzati ed indicati sul Rapporto di Prova. Qualora sia presente un riferimento Norma e/o specifica del cliente i valori riportati in grassetto indicano un risultato superiore/inferiore ai valori di riferimento di tale norma e/o specifica.

La valutazione di conformità del risultato confrontato con il limite di legge e/o specifica è da intendersi come risultato dell’analisi a cui sia stato sottratto, sommato o non considerato il valore dell’incertezza estesa secondo le regole decisionali adottate. Tale risultato è arrotondato al numero di cifre decimali con cui è definito il limite di legge a prescindere dai valori arrotondati dei risultati riportati nel Rapporto di Prova.

Nel caso di matrice Rifiuti ai fini dell’ammissibilità in impianto di smaltimento/recupero, la valutazione di conformità non terrà conto dell’arrotondamento al numero di cifre decimali previste dal limite di legge.

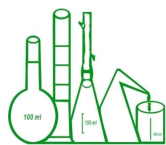
DICHIARAZIONE DI CONFORMITA' / NON CONFORMITA' ai requisiti di Norma e/o Specifica:

Il campione oggetto di Prova rientra entro i limiti di Norma e/o specifica per i parametri “Manganese, Fluoruri, Nitriti, Solfati” in quanto i relativi dati analitici risultano superiori ai valori di riferimento non considerando l’incertezza di misura. ["Risultato">"Valore Limite"].

Il campione oggetto di Prova rientra entro i limiti di Norma e/o specifica per i restanti parametri richiesti, analizzati ed indicati sul presente Rapporto di Prova non considerando l’incertezza di misura. ["Risultato"<"Valore Limite"].

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il simbolo * indica che la prova non è accreditata da ACCREDIA così pure il metodo di campionamento ad esso associato.



Segue Rapporto di prova n°:

2158638-002

Prova	Metodo	Risultato	U.M	Incertezza	Recupero [%]	Lim. Min.	Lim. Max.
-------	--------	-----------	-----	------------	--------------	-----------	-----------

Informazioni Tecniche

Nel caso in cui il risultato della prova risulti non valutabile, per valore inferiore a MDL, il Laboratorio indica nel campo del risultato del rapporto di prova “<MDL”.

In caso di determinazione di residui/tracce, il recupero è compreso nel range di accettabilità dei metodi di prova e non è utilizzato nei calcoli, se non diversamente specificato.

Per le prove chimiche e microbiologiche, l'incertezza di misura è espressa come estesa e con la stessa unità di misura del risultato analitico, ed è calcolata utilizzando un fattore di copertura K=2 ed una probabilità di misura del 95%.

Per le prove microbiologiche su acque l'incertezza è espressa come livelli di confidenza.

Per le prove microbiologiche su acque destinate al consumo umano l'incertezza di misura è calcolata nel rispetto dell'Annex F della norma ISO 29201:2012.

Per le prove microbiologiche su matrici solide, il Laboratorio per il calcolo dell'incertezza di misura tiene conto solo dello scarto di riproducibilità SR del laboratorio in conformità alla norma ISO 19036:2019.

Per le analisi microbiologiche su campioni di acque in conformità alla norma ISO 8199:2018 valgono le seguenti regole:

- Se il risultato è pari a 0 ufc (unità formanti colonie) si intende numero di microorganismi inferiori ad 1 nel volume analizzato.
- Se il risultato è ≤ 2 ufc (unità formanti colonie) si intende numero di microorganismi presenti nel volume analizzato.
- Se il risultato è compreso tra 3 ufc e 9 ufc (unità formanti colonie) si intende numero di microorganismi stimati.

Per le prove olfattometriche, l'intervallo di incertezza di misura, calcolato al livello di fiducia $p=95\%$ e con fattore di copertura $k=2$, non è simmetrico intorno al valore centrale perché la concentrazione di odore ha una distribuzione log-normale.

Per la determinazione delle fibre aerodisperse si definiscono i limiti fiduciali, superiore (LFS) e inferiore (LFI) ad un livello di confidenza del 95%.

I risultati analitici sono espressi in conformità a quanto previsto dalla normativa di riferimento se non diversamente richiesto da cliente/richiedente.

Se non diversamente indicato, le sommatorie sono calcolate mediante il criterio del Lower Bound (L.B.)

Le informazioni relative all'incertezza di campionamento sono disponibili presso il laboratorio.

Il presente rapporto di prova riguarda il campione sottoposto a prova ed esso non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte della C.A.D.A. s.n.c.

Le firme in calce al rapporto di prova indicano la fine del rapporto di prova stesso.

Note per prove D. Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. Tab. 2

Per “Sommatoria di Idrocarburi Policiclici Aromatici” si intende la “Somma di Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3-cd)pirene”.

Per “Sommatoria Organoalogenati” si intende la “Somma di Clorometano, Triclorometano(Cloroformio), Cloruro di Vinile, 1,2-Dicloroetano, 1,1-Dicloroetilene, Tricloroetilene, Tetracloroetilene, Esaclorobutadiene”.

Per “1,2-Dicloroetilene” si intende la “Somma di cis-1,2-Dicloroetilene e trans-1,2-Dicloroetilene”.

Per “Cloronitrobenzeni” si intende la “Somma di 1-Cloro-2-Nitrobenzene, 1-Cloro-3-Nitrobenzene, 1-Cloro-4-Nitrobenzene”.

Per “Clordano” si intende la “Somma di alfa-Clordano e gamma-Clordano”.

Per “DDD, DDT, DDE” si intende la “Somma di 2,4'-DDD, 2,4'- DDE, 2,4'-DDT, 4,4'-DDD, 4,4'-DDE e 4,4'-DDT”.

Per “Sommatoria Fitofarmaci” si intende la “Somma di 2,4'-DDD, 2,4'- DDE, 2,4'-DDT, 4,4'-DDD, 4,4'-DDE, 4,4'-DDT, Alachlor, Aldrin, alfa-Clordano, gamma-Clordano, alfa-Esaclorocicloesano, beta-Esaclorocicloesano, gamma-Esaclorocicloesano(Lindano), Atrazina, Dieldrin ed Endrin”.

Responsabile Tecnico Laboratorio

Dott. Giuseppe Rocca

Chimico
Ordine Interprovinciale dei Chimici della Sicilia
Sigillo N.294

Direttore del Laboratorio

Dott.ssa Margherita Augello

Ordine Nazionale dei Biologi
Albo professionale N.036132

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente.

Il simbolo * indica che la prova non è accreditata da ACCREDIA così pure il metodo di campionamento ad esso associato.

8. INDAGINI DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA (TROMOGRAFIA)

Si è ritenuto necessario l'utilizzo della tecnica di sismica passiva a stazione singola HVSR (tomografia) allo scopo di determinare le velocità delle onde di taglio (V_s) dei terreni presenti, in corrispondenza delle opere progettate.

In particolare sono state eseguite n. 4 misure di microtremore ambientale, con un tromografo digitale progettato specificatamente per l'acquisizione del rumore sismico (vedi planimetria ubicazione tromini allegata di seguito).

Di seguito vengono riportati alcuni cenni riguardo la metodologia utilizzata.

La sismica passiva è una tecnica che permette di definire la serie stratigrafica locale basandosi sul concetto di contrasto di impedenza dove per strato si intende un'unità distinta in relazione al rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

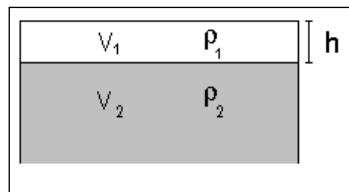
I primi studi su questa tecnica sono da attribuire a Kanai (1957) e da allora diversi metodi sono stati proposti per estrarre utili informazioni sul sottosuolo a partire dagli spettri del rumore sismico registrati in sito.

Tra questi la tecnica che si è maggiormente consolidata è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (HVSR), applicata da Nogoshi e Igarashi (1970).

Successivamente Nakamura (1989) ha applicato tale metodo come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale.

Le basi teoriche dell’HVSr sono relativamente semplici in un sistema stratificato in cui i parametri variano solo con la profondità (1-D).

Considerando lo schema illustrato nella figura sotto riportata si osserva che sono presenti due strati (1 e 2) che si differenziano per le densità (ρ_1 e ρ_2) e le velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2).



Modello di suolo costituito da due strati a diverse velocità delle onde sismiche e densità.

In questo caso un’onda che viaggia nel mezzo 1 viene parzialmente riflessa dalla superficie di strato.

L’onda riflessa interferendo con quelle incidenti si somma e raggiunge le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell’onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato.

Ne consegue che la frequenza di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde P è pari a:

$$f_r = V_{P1}/(4 H) \quad [1]$$

mentre quella relativa alle onde S è

$$f_r = V_{S1}/(4 H). \quad [2]$$

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSr mostra, come massimi relativi, le frequenze di risonanza dei vari strati.

Questo dato, insieme alla stima delle velocità, è in grado di fornire utili previsioni sullo spessore H degli strati.

Questa informazione è contenuta principalmente nella componente verticale del moto ma la prassi di usare il rapporto tra gli spettri orizzontali e quello verticale, piuttosto che il solo spettro verticale, deriva dal fatto che il rapporto fornisce un'importante normalizzazione del segnale per:

- ❖ il contenuto in frequenza;
- ❖ la risposta strumentale;
- ❖ l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

La normalizzazione, che rende più semplice l'interpretazione del segnale, è alla base della popolarità del metodo.

Da evidenziare, inoltre, che i microtremori sono costituiti da onde di volume, P o S, ed in misura maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh.

Tale inconveniente è facilmente superabile sia perché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva, sia perché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S.

D'altro canto l'applicabilità pratica della formula [2] è stata già dimostrata in molti studi sia nell'ambito della prospezione geofisica che nell'ambito ingegneristico.

La strumentazione utilizzata per l'acquisizione dei dati sperimentali, consiste in un tromografo digitale denominato “Tromino”, dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V, fornito di GPS interno e senza cavi esterni. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz.

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate e analizzate due serie di dati:

- le curve HVSR che sono state ottenute col software Grilla eseguendo un processing con i seguenti parametri:
 - ✓ larghezza delle finestre d’analisi pari a 20 s per tempi di acquisizione di 20 minuti;
 - ✓ lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 15% della frequenza centrale,
 - ✓ rimozione delle finestre con rapporto STA/LTA (media a breve termine/media a lungo termine) superiore a 2;
 - ✓ rimozione manuale di eventuali transienti ancora presenti.
- le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto sono state ottenute dopo l’analisi con gli stessi parametri sopra riportati.

Le profondità H delle discontinuità sismiche sono state ricavate tramite la formula sotto riportata, in cui:

- ✓ V_0 è la velocità al tetto dello strato;
- ✓ ad un fattore che dipende dalle caratteristiche del sedimento (granulometria, coesione ecc.);
- ✓ ν la frequenza fondamentale di risonanza.

$$H = \left[\frac{V_0(1-\alpha)}{4\hat{v}_1} + 1 \right]^{1/(1-\alpha)} - 1$$

Le ubicazioni dei sondaggi che sono stati eseguiti sono visibili nelle planimetrie allegate mentre di seguito sono riportate, in dettaglio, le interpretazioni dei dati sperimentali ottenuti.

I dati sperimentali ricavate dalle indagini di sismica passiva a stazione singola permettono di ricavare una stima delle velocità delle onde di taglio V_s .

In generale, la frequenza di risonanza delle onde S che viaggiano all'interno di uno strato è legata al tempo di tragitto delle onde S nello strato stesso dalla relazione

$$f_r = \frac{1}{4T_H}$$

Dove T_H è il tempo di tragitto dall'interfaccia risonante e f_r è la frequenza di risonanza.

A partire dalla formula precedente e conoscendo la profondità h dell'interfaccia risonante è definibile la velocità media delle onde S nella struttura risonante

$$V = \frac{H}{T_H}$$

e

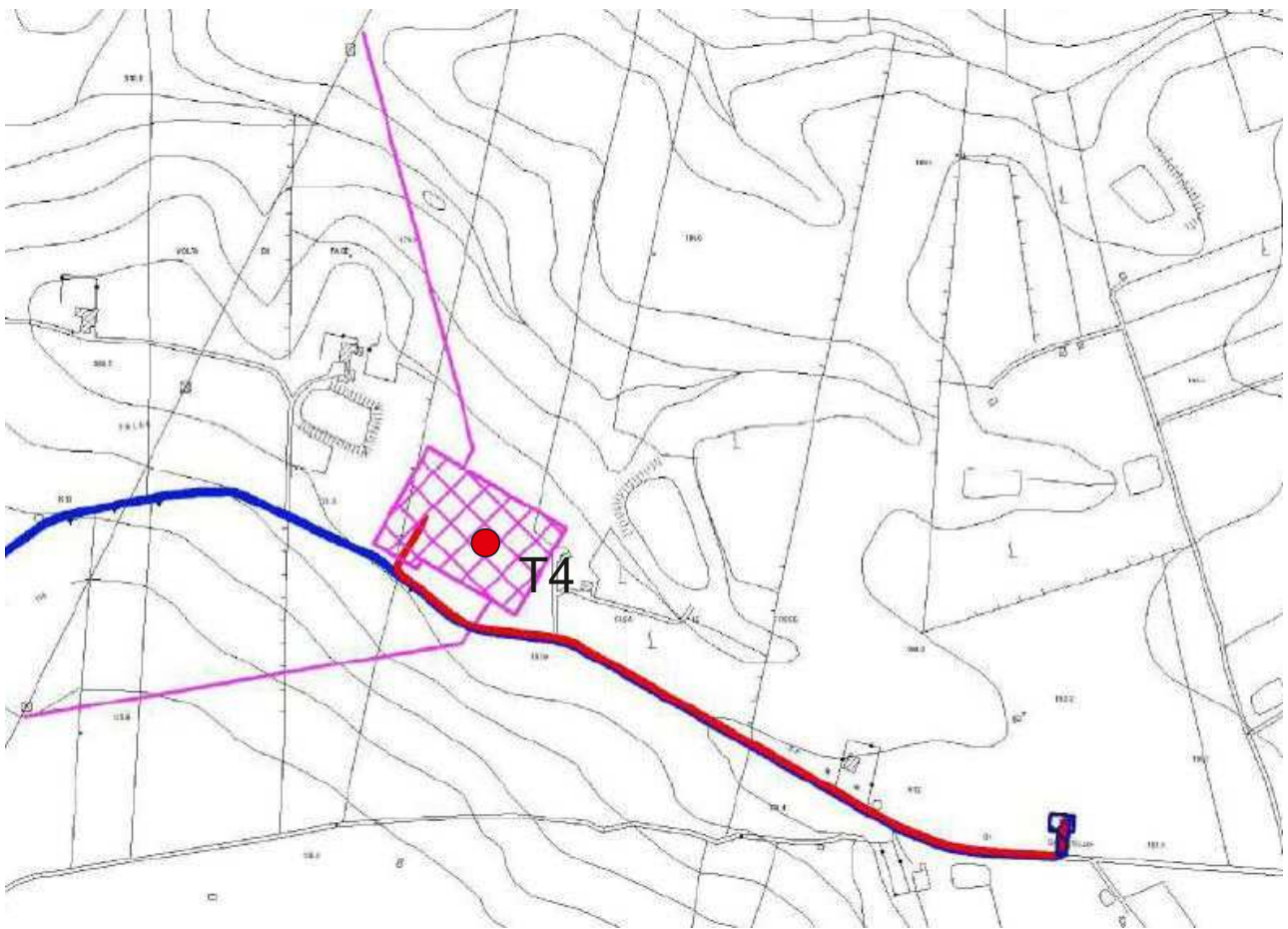
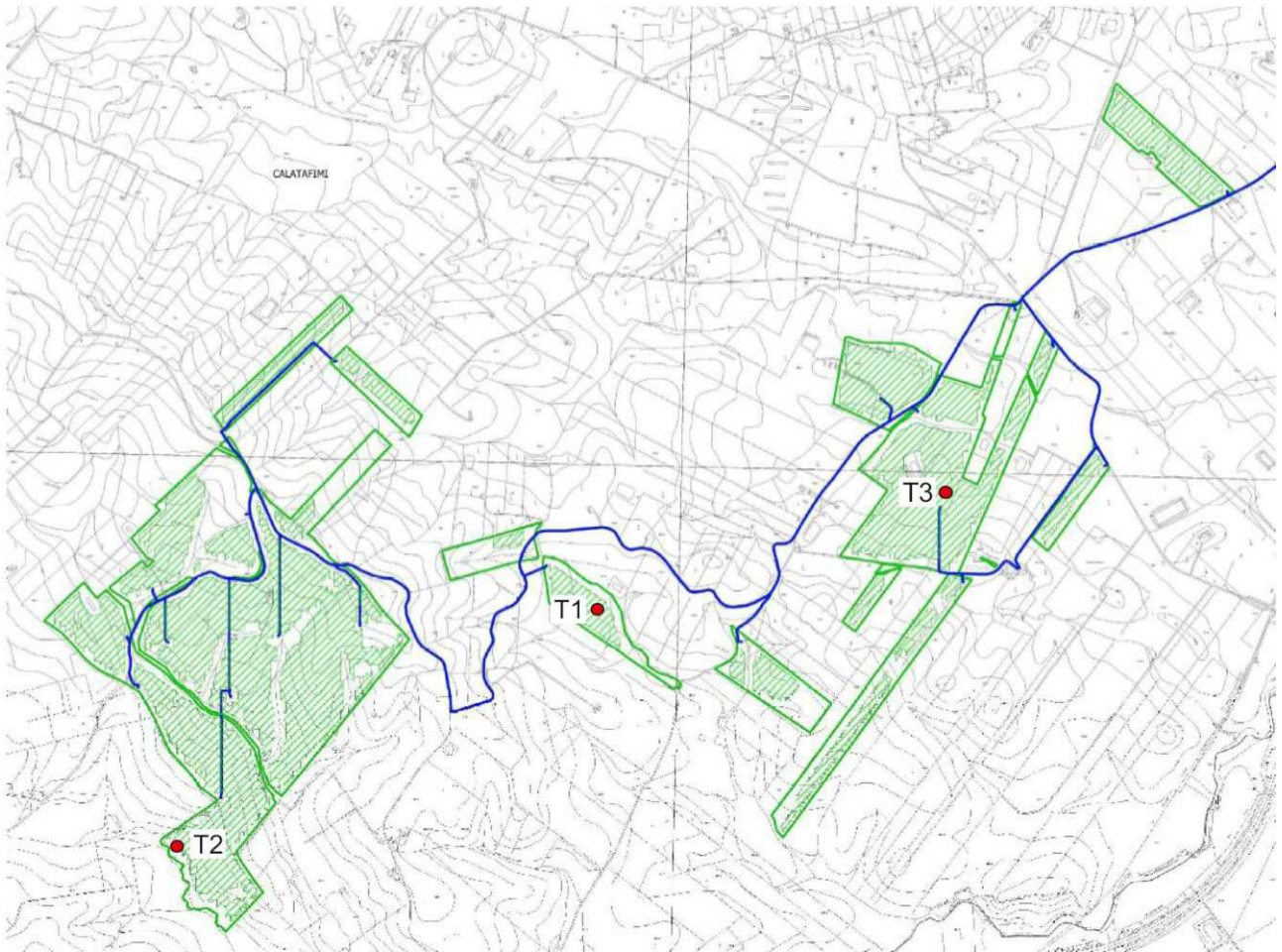
$$f_r = \frac{1}{4T_H}$$

da cui si ricava

$$V = 4 f_r h$$

In allegato sono riportate, in dettaglio, le interpretazioni dei dati sperimentali ottenuti.

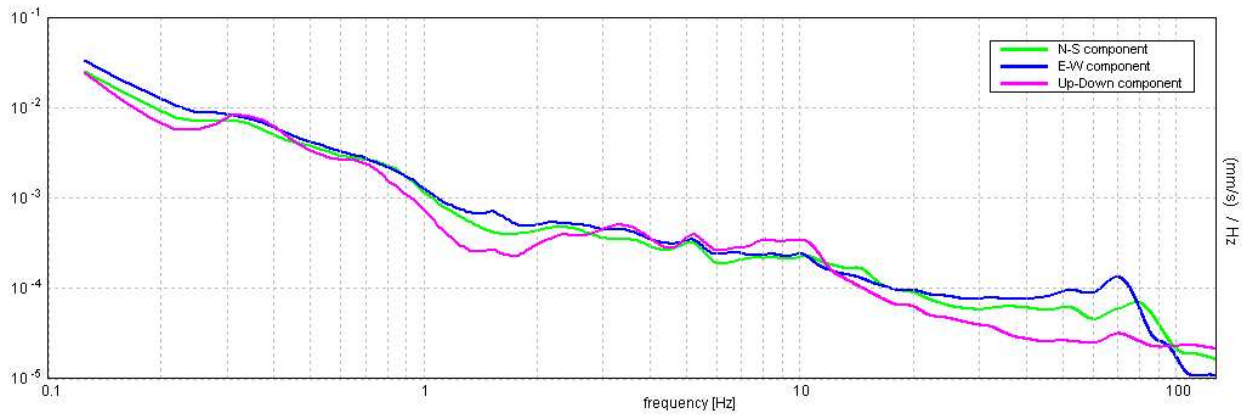
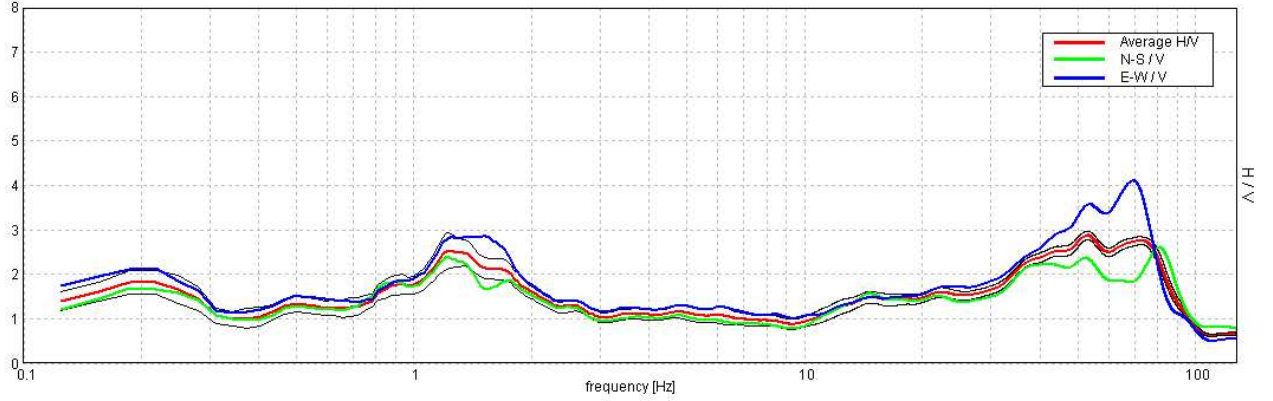
CARTA SCHEMATICA CON L'UBICAZIONE DELLE INDAGINI HVSR



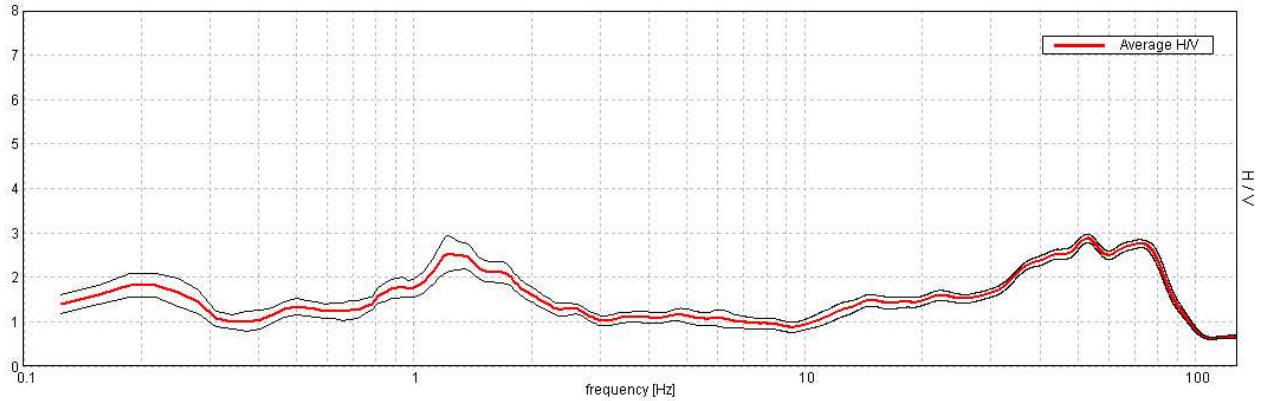
T1 ● Indagine HVSR

Sondaggio tromografico T1

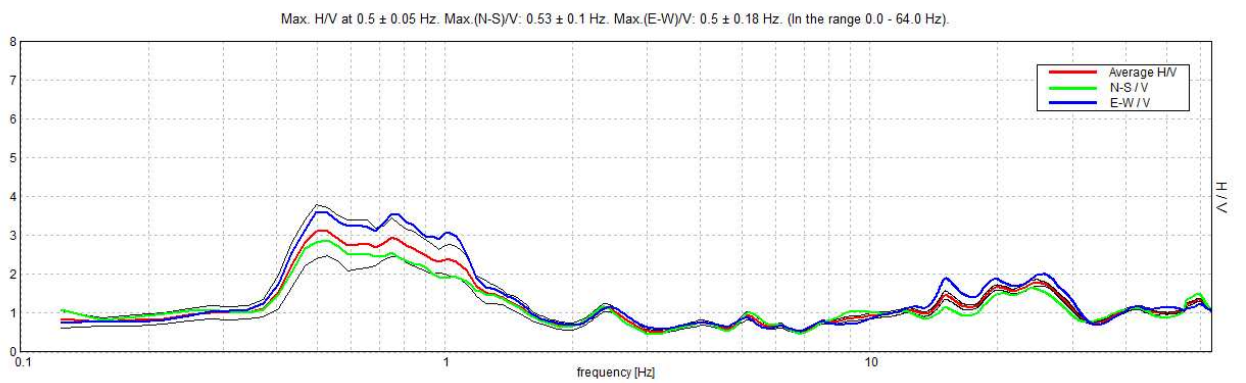
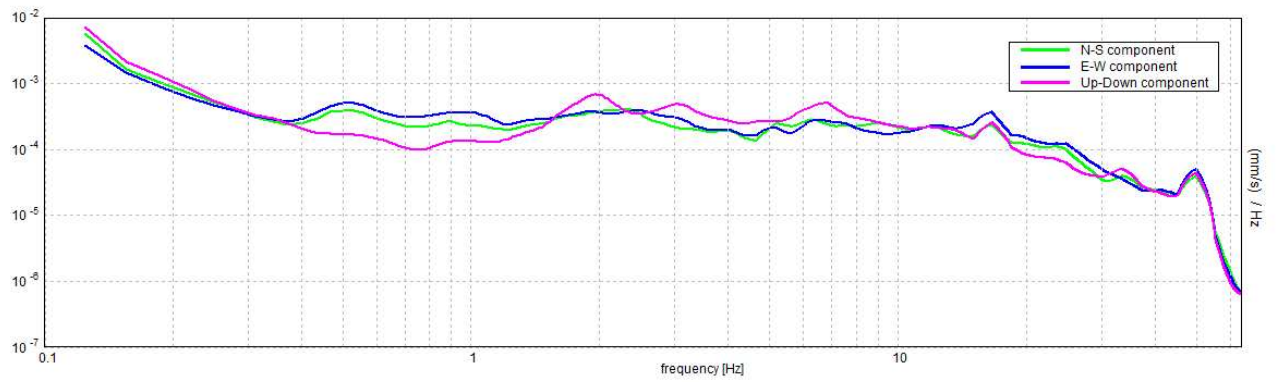
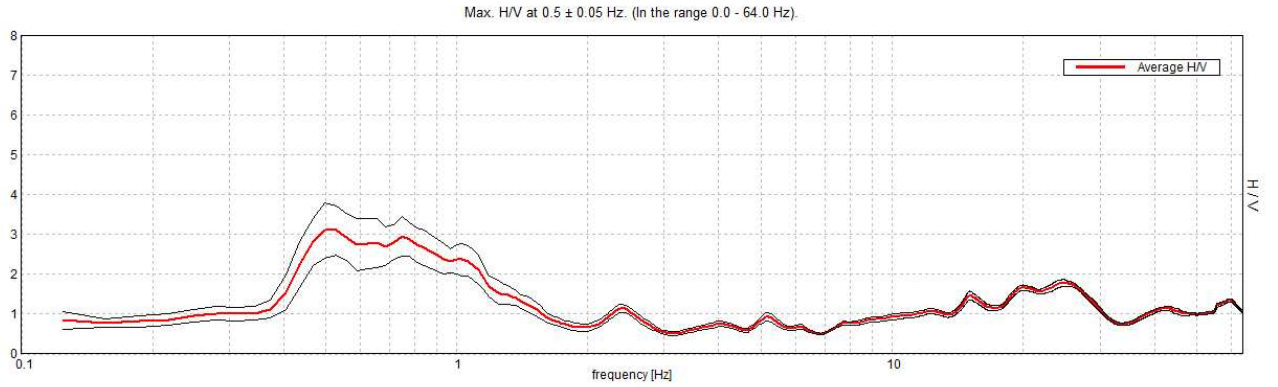
Max. HV at 53.09 ± 7.14 Hz. Max. (N-S)/V: 80.94 ± 14.44 Hz. Max. (E-W)/V: 69.38 ± 3.48 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).



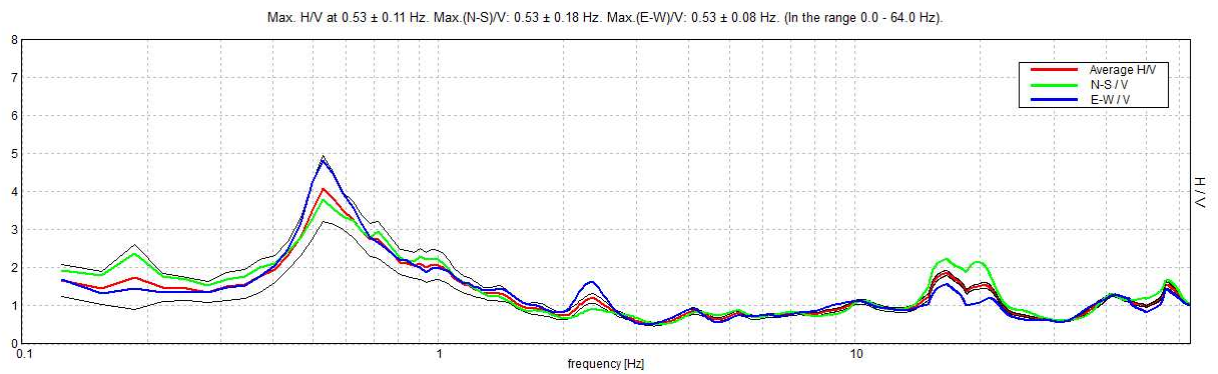
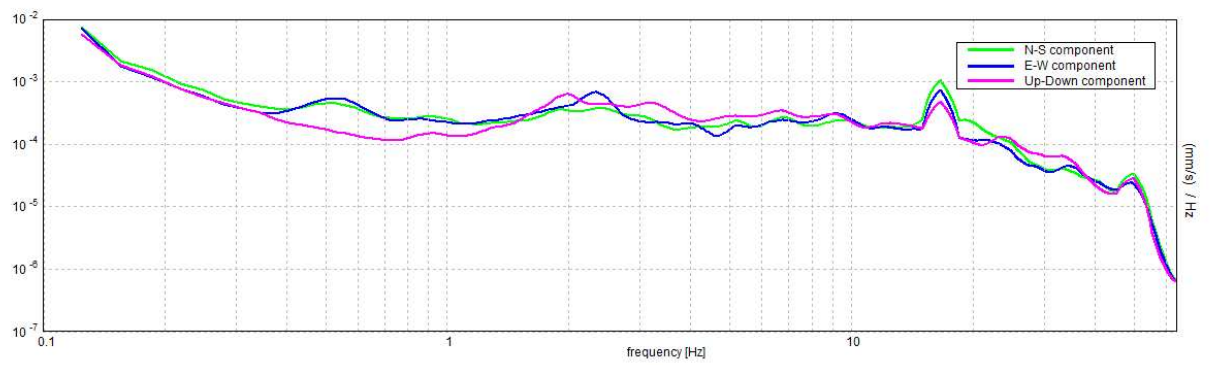
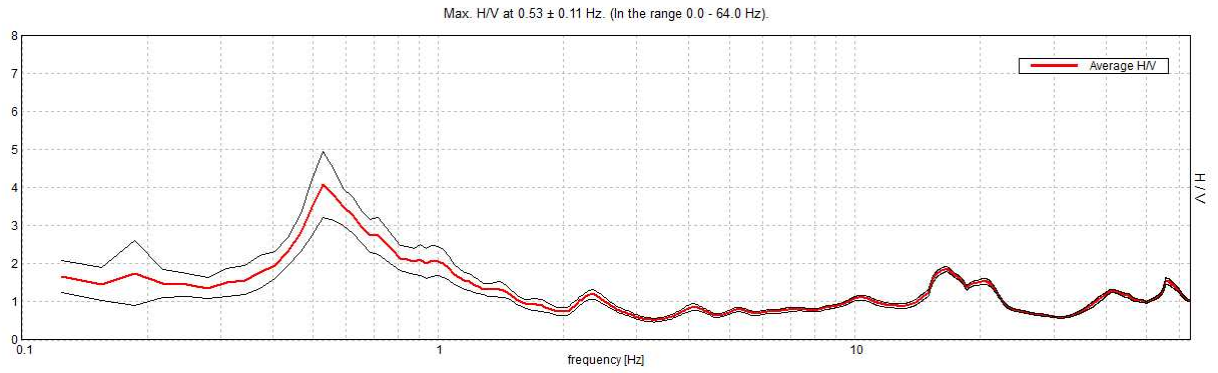
Max. HV at 53.09 ± 7.14 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).



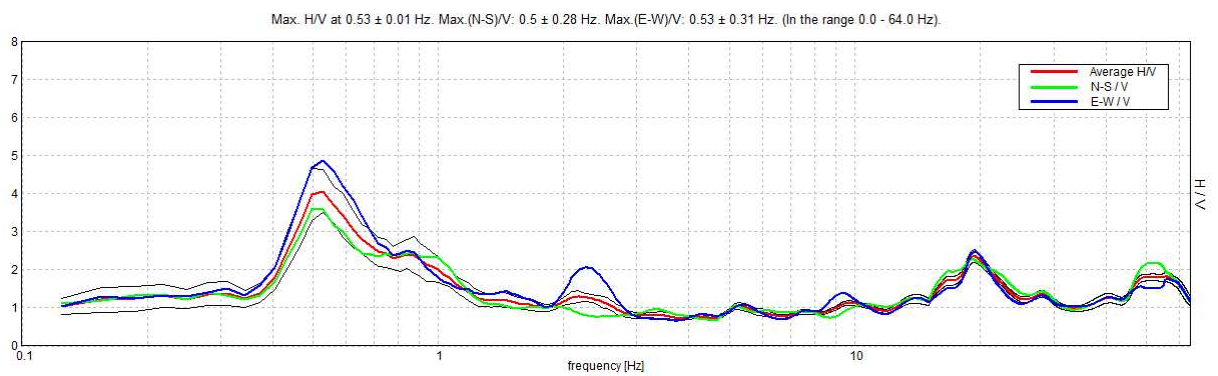
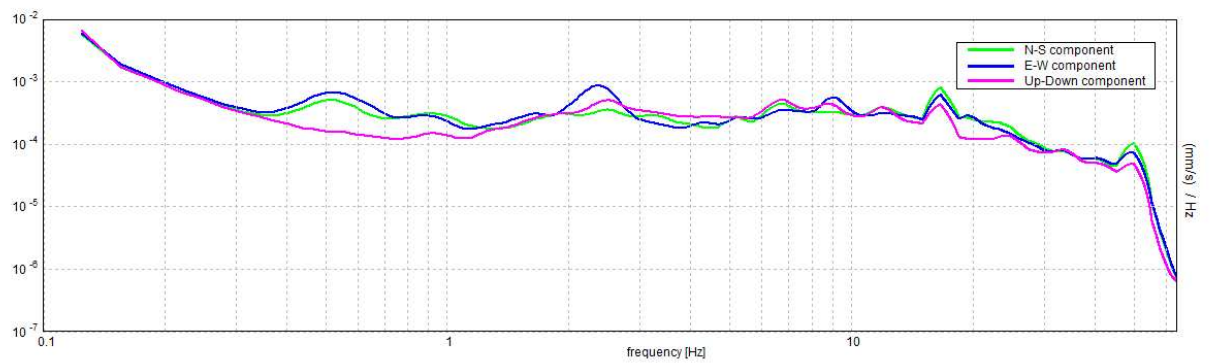
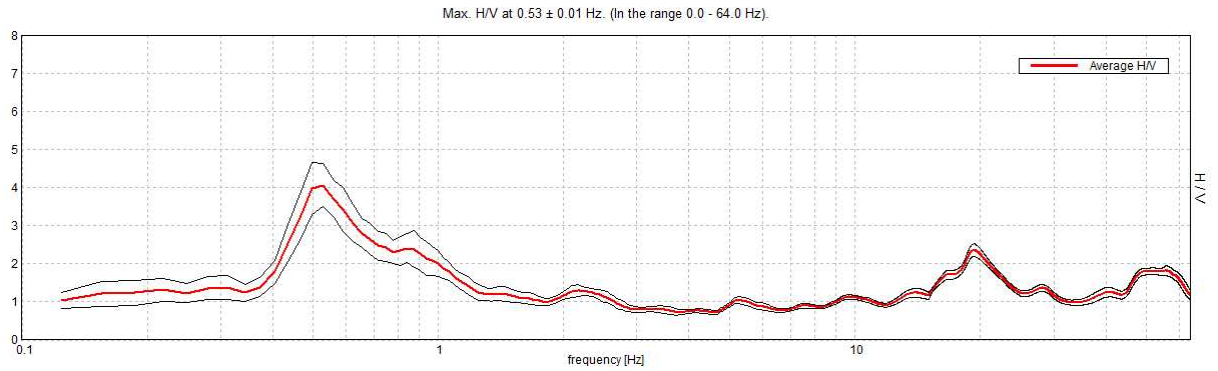
Sondaggio tromografico T2



Sondaggio tromografico T3



Sondaggio tromografico TSott



I dati sperimentali ricavate dalle indagini di sismica passiva a stazione singola permettono di ricavare una stima delle velocità delle onde di taglio Vs.

In generale, la frequenza di risonanza delle onde S che viaggiano all'interno di uno strato è legata al tempo di tragitto delle onde S nello strato stesso dalla relazione

$$f_r = \frac{1}{4T_H}$$

Dove T_H è il tempo di tragitto dall'interfaccia risonante e f_r è la frequenza di risonanza.

A partire dalla formula precedente e conoscendo la profondità h dell'interfaccia risonante è definibile la velocità media delle onde S nella struttura risonante

$$V = \frac{H}{T_H}$$

e

$$f_r = \frac{1}{4T_H}$$

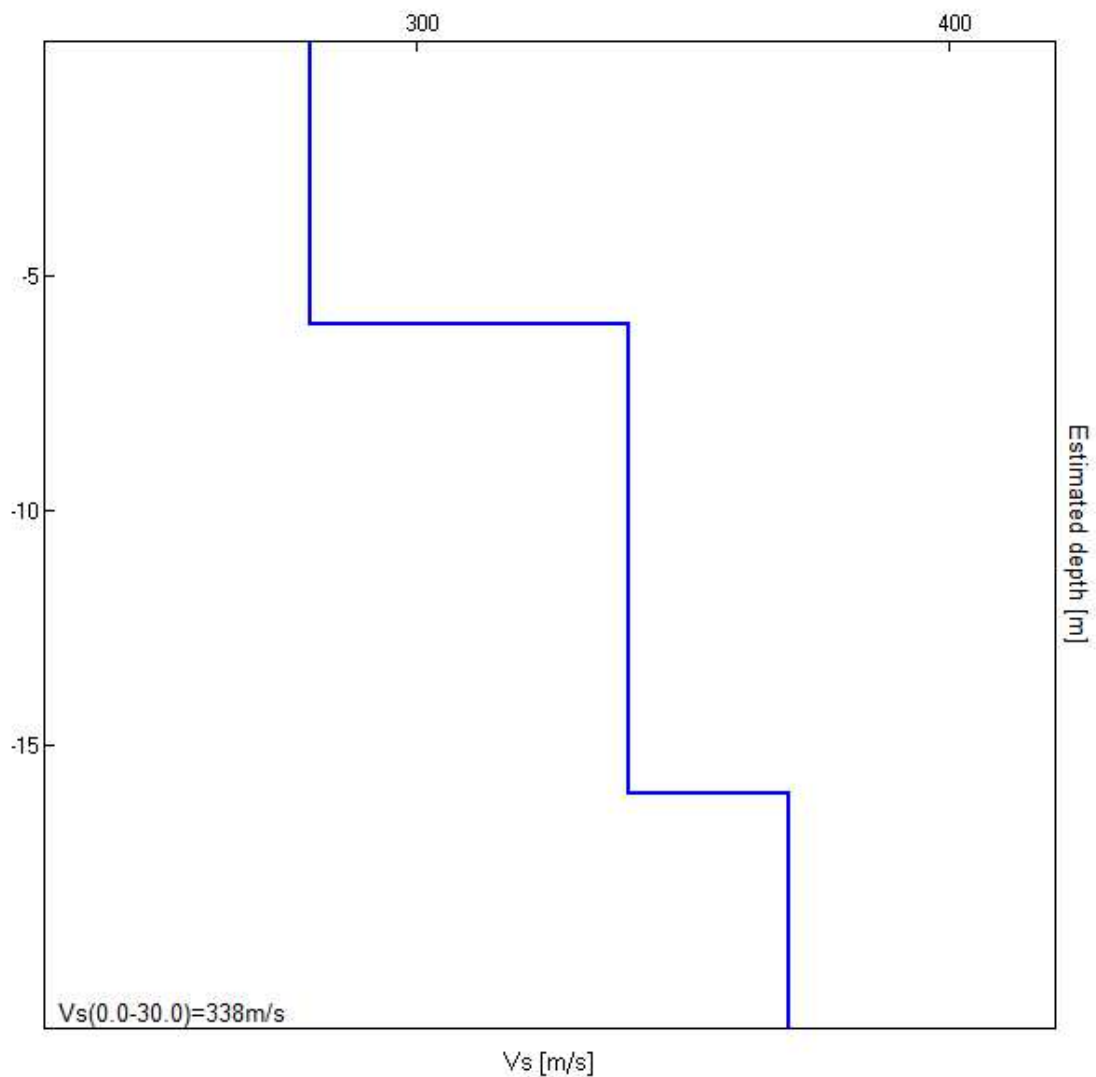
da cui si ricava

$$V = 4 f_r h$$

In allegato sono riportate, in dettaglio, le interpretazioni dei dati sperimentali ottenuti.

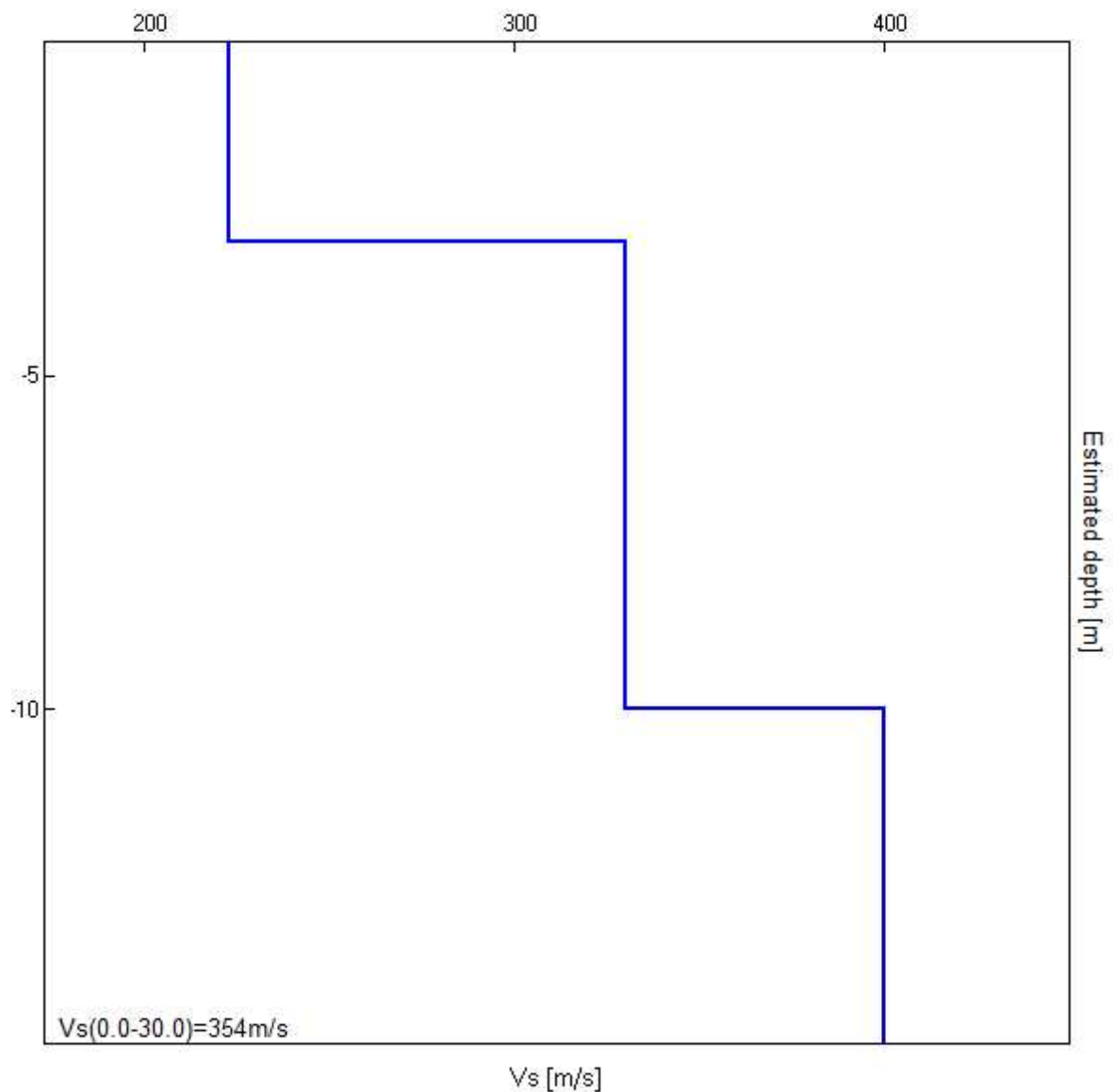
Sondaggio tomografico T1

<i>Profondità (m)</i>	<i>Vs (m/s)</i>	<i>Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018</i>	
0.00-6.00	280	D	C (Vs,eq =338 m/s)
6.00-16.00	340	C	
16.00-30.00	370	B	



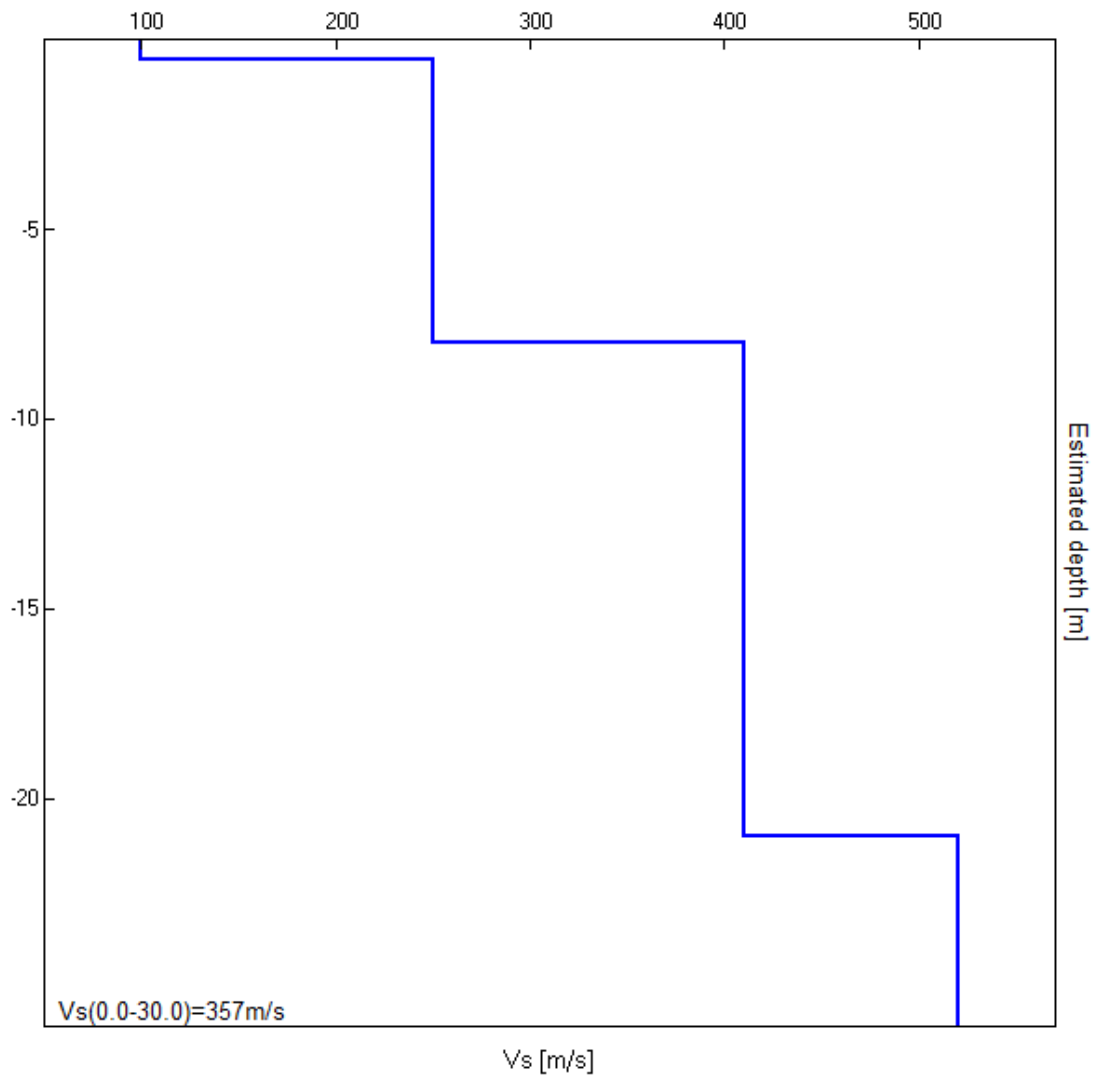
Sondaggio tromografico T2

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2008	
0.00 – 3.00 (depositi rimaneggiati)	220	C	C (Vs,eq =354 m/s)
3.00 – 10.00	330	C	
10.00 – 30.00	400	B	



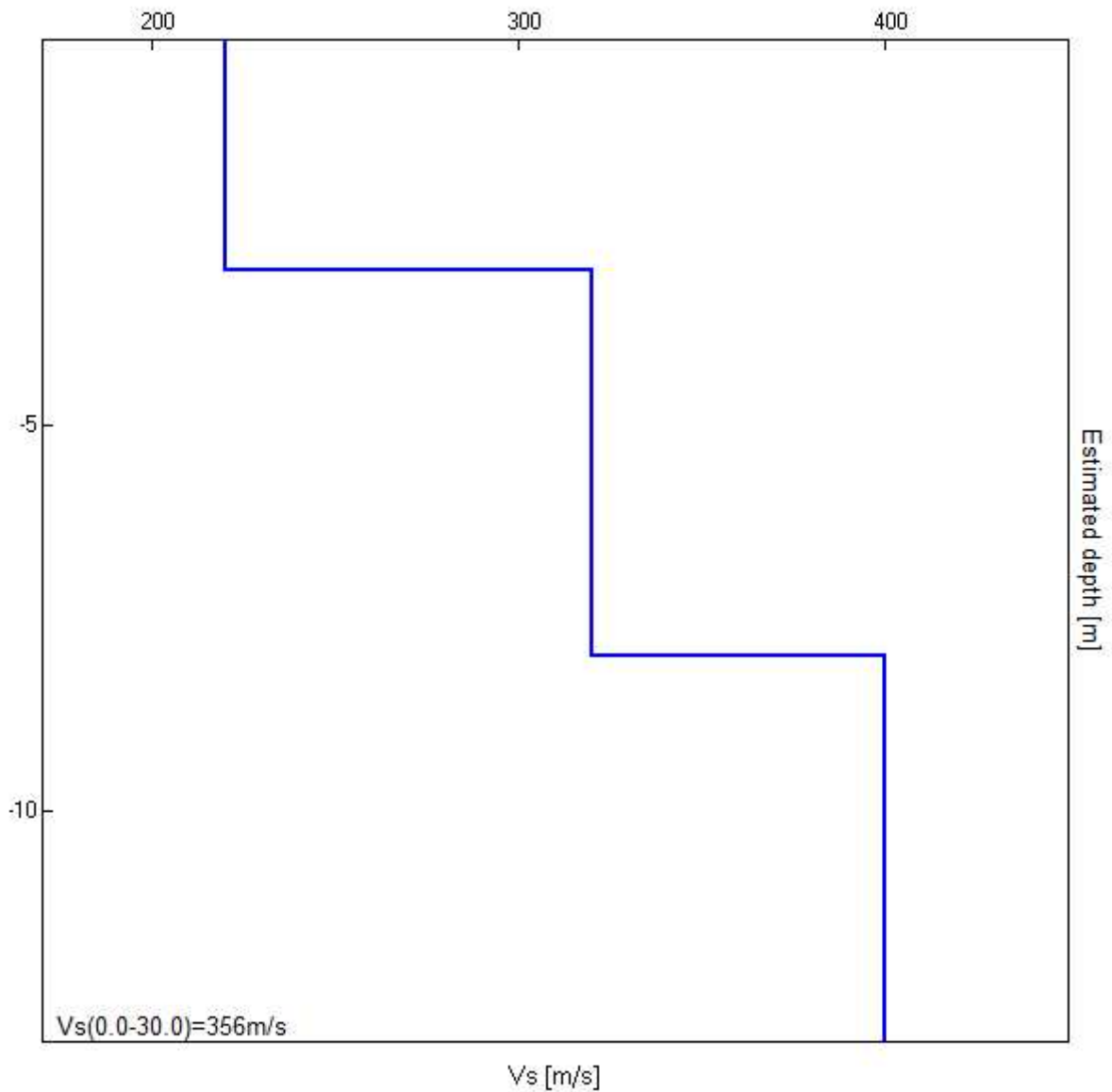
Sondaggio tromografico T3

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2018	
0.00-0.50	100	D	C (Vs30=357 m/s)
0.50-6.00	250	C	
6.00-21.00	410	B	
21.00-30.00	520	B	



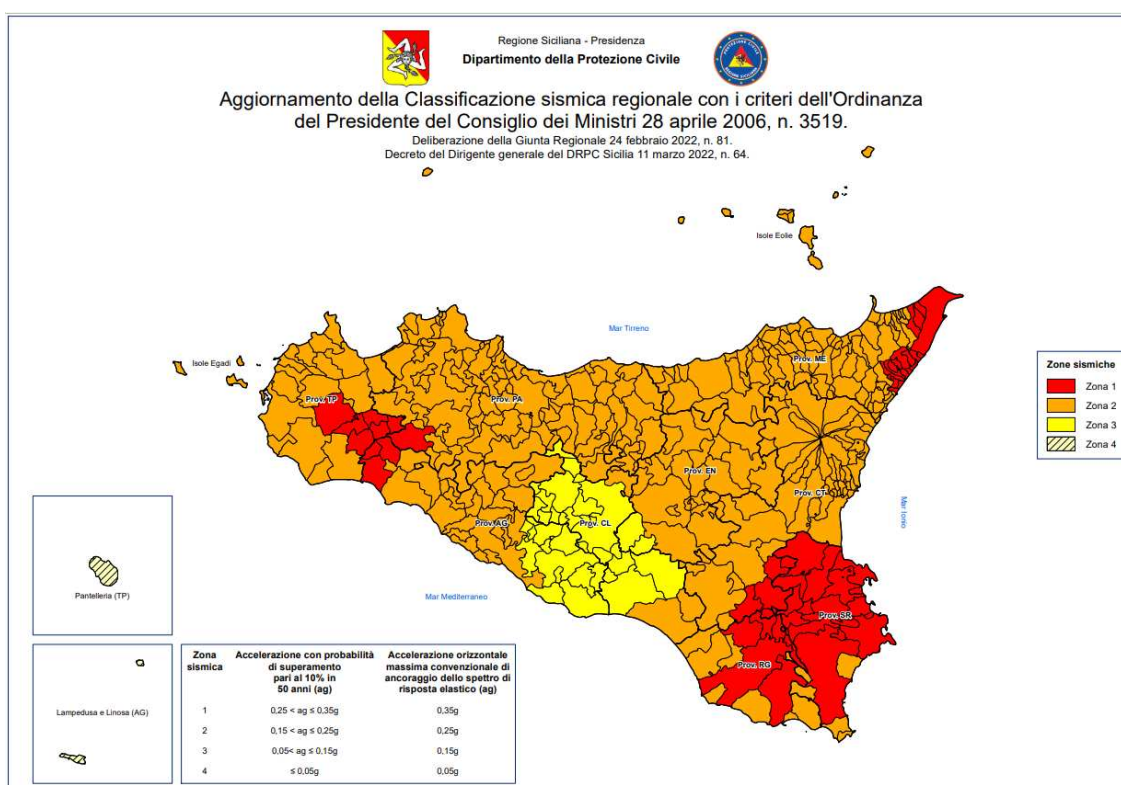
Sondaggio tromografico Tsott

Profondità (m)	Vs (m/s)	Categoria sismica ai sensi del D.M. del 17/01/2008	
0.00 – 3.00	220	C	C (Vs,eq =356 m/s)
3.00 – 8.00	320	C	
8.00 – 30.00	400	B	



9. CARATTERISTICHE SISMICHE DEL TERRITORIO

I territori dei Comuni di Calatafimi-Segesta e Monreale, in cui si trovano le aree oggetto di intervento progettuale, a seguito di aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale della Sicilia con Decreto del Dirigente Generale del DRPC Sicilia dell’11 marzo 2022, n. 64 ricadono entrambi in zona sismica 2.



In questo quadro trova conferma la classificazione sismica dell’area e la necessità di studiare le eventuali modificazioni che dovessero subire le sollecitazioni sismiche ad opera dei fattori morfologici, strutturali e litologici.

Tali studi, eseguiti anche in Italia nelle zone dell'Irpinia, del Friuli, dell’Umbria e più recentemente di Palermo e del Molise, hanno evidenziato notevoli differenze di effetti da zona a zona nell'ambito di brevi distanze,

associate a differenti morfologie dei siti o a differenti situazioni geologiche e geotecniche dei terreni.

In tal senso sembra opportuno soffermarsi su alcuni aspetti di carattere generale riguardanti la tematica in oggetto, utili all'inquadramento del "problema sismico".

La propagazione delle onde sismiche verso la superficie è influenzata dalla deformabilità dei terreni attraversati.

Per tale ragione gli accelerogrammi registrati sui terreni di superficie possono differire notevolmente da quelli registrati al tetto della formazione di base, convenzionalmente definita come substrato nel quale le onde di taglio, che rappresentano la principale causa di trasmissione degli effetti delle azioni sismiche verso la superficie, si propagano con velocità maggiori o uguali a 1.000 m/sec.

Si può osservare in generale che nel caso in cui la "formazione di base" sia ricoperta da materiali poco deformabili e approssimativamente omogenei gli accelerogrammi che si registrano al tetto della formazione di base non differiscono notevolmente da quelli registrati in superficie: inoltre in tale caso lo spessore dei terreni superficiali non influenza significativamente la risposta dinamica locale.

Nel caso in cui la formazione di base è ricoperta da materiali deformabili, gli accelerogrammi registrati sulla formazione ed in superficie possono differire notevolmente, in particolare le caratteristiche delle onde sismiche vengono modificate in misura maggiore all'aumentare della deformabilità dei terreni.

La trasmissione di energia dal bedrock verso la superficie subisce trasformazioni tanto più accentuate quanto più deformabili sono i terreni

attraversati; all'aumentare della deformabilità alle alte frequenze di propagazione corrispondono livelli di energia più bassi e viceversa a frequenze più basse corrispondono livelli di energia più alti.

Il valore del periodo corrispondente alla massima accelerazione cresce quanto la rigidità dei terreni diminuisce; nel caso di rocce sciolte tale valore aumenta anche all'aumentare della potenza dello strato di terreno.

Di particolare importanza è, inoltre, lo studio dei contatti stratigrafici in affioramento soprattutto tra terreni a risposta sismica differenziata.

Ai sensi del D.M. 17/01/2018, dai dati delle indagini sismiche eseguite i terreni presenti appartengono alla C “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*”

10.LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Il problema della liquefazione dei terreni è di estrema importanza in aree a rischio sismico, come quella in cui si deve realizzare il progetto.

Si tratta di un fenomeno estremamente importante e pericoloso in particolari condizioni.

Il termine *liquefazione* viene usato, per definire un processo per cui una massa di terreno saturo, a seguito dell'intervento di forze esterne, statiche o dinamiche perde resistenza al taglio e si comporta come un fluido.

Ricordando la relazione di un terreno incoerente saturo:

$$\tau_f = (\sigma_f - u) \operatorname{tg} \varphi$$

se per effetto delle azioni esterne la pressione applicata si trasferisce integralmente alla fase liquida, ossia $\sigma = u$, viene $\tau_f = 0$ e quindi resistenza tangenziale nulla.

Sono soprattutto le azioni dinamiche a disturbare l'equilibrio dello scheletro solido orientando le particelle di roccia, immerse in acqua, verso una maggiore compattezza.

Le particelle di terreno sotto la vibrazione, si dispongono infatti facilmente in un nuovo assetto ed in questa fase di transizione perdono il contatto fra di loro e, quindi, sono «flottanti» temporaneamente nell'acqua perdendo ogni funzione portante.

La presenza dell'acqua pone le sabbie, sottoposte a rapide alternanze di carico, in situazione analoga a quella delle argille sature sottoposte rapidamente a carichi statici; infatti la velocità con la quale si producono le variazioni di volume è talmente elevata che, nonostante la forte permeabilità dello scheletro granulare della sabbia, l'acqua non riesce a sfuggire mentre

avviene la riduzione di volume del tessuto e, quindi, le pressioni interstiziali annullano la resistenza di attrito.

Di qui la liquefazione del terreno e lo sprofondamento delle opere.

La predisposizione alla liquefazione dipende, quindi, dalla capacità del terreno ad aumentare la propria densità, il che è legato evidentemente alla percentuale di vuoti iniziale.

Il fenomeno della liquefazione si verifica per stratificazioni superficiali, a profondità di 15 m può dirsi che esso sia escluso a causa della compattezza prodotta dalla pressione geostatica.

Notevoli assestamenti possono verificarsi con terreni anche asciutti sottoposti a vibrazioni ma senza la presenza della falda non è possibile l'istaurarsi del fenomeno della liquefazione.

I metodi con cui si calcola la tendenza alla liquefazione sono divisi in due categorie: a) Metodi semplificati; b) Metodi empirici ed il nostro studio utilizza quelli definiti dal programma Liquiter della Geostru.

I metodi semplificati si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto; hanno perciò bisogno di valutare i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito, determinati questi ultimi privilegiando metodi basati su correlazioni della resistenza alla liquefazione con parametri desunti da prove in situ ed indagini geofisiche per il calcolo delle Vs30.

La resistenza del deposito alla liquefazione viene, quindi, valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione

$$(1.0)F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

I metodi semplificati proposti differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata CRR, la resistenza alla liquefazione.

Il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT anche se oggi, con il progredire delle conoscenze, si preferisce valutare il potenziale di liquefazione utilizzando prove di misurazione delle onde di taglio Vs.

I metodi di calcolo del potenziale di liquefazione adottati dal programma sono:

- 1) *Metodo di Seed e Idriss (1982);*
- 2) *Metodo di Iwasaki et al. (1978; 1984);*
- 3) *Metodo di Tokimatsu e Yoshimi (1983);*
- 4) *Metodo di Finn (1985);*
- 5) *Metodo di Cortè (1985);*
- 6) *Metodo di Robertson e Wride modificato (1997);*
- 7) *Metodo di Andrus e Stokoe (1998);*
- 8) *Metodi basati sull'Eurocodice 8 (ENV 1998-5);*
- 9) *Metodo basato sull'NTC 2008.*

In base all'Eurocodice 8 (ENV 1998-5) si può escludere pericolo di liquefazione per i terreni sabbiosi saturi che si trovano a profondità di 15 m o quando $a_g < 0,15$ e, contemporaneamente, il terreno soddisfi almeno una delle seguenti condizioni:

- ❖ contenuto in argilla superiore al 20%, con indice di plasticità > 10 ;
- ❖ contenuto di limo superiore al 10% e resistenza $N_{1,60} > 20$;

- ❖ frazione fine trascurabile e resistenza $N_{1,60} > 25$.

Quando nessuna delle precedenti condizioni è soddisfatta, la suscettibilità a liquefazione deve essere verificata come minimo mediante i metodi generalmente accettati dall'ingegneria geotecnica, basati su correlazioni di campagna tra misure in situ e valori critici dello sforzo ciclico di taglio che hanno causato liquefazione durante terremoti passati.

Lo sforzo ciclico di taglio CSR viene stimato con l'espressione semplificata:

$$CSR = 0,65 \frac{a_g}{g} S \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \frac{r_d}{MSF}$$

dove **S** è il coefficiente di profilo stratigrafico, definito come segue:

Categoria suolo	Spettri di Tipo 1- S ($M > 5,5$)	Spettri di Tipo 2 - S ($M < 5,5$)
A	1,00	1,00
B	1,20	1,35
C	1,15	1,50
D	1,35	1,80
E	1,40	1,60

Il fattore di correzione della magnitudo **MSF** consigliato dalla normativa è quello di Ambraseys.

Nel caso vengano utilizzati dati provenienti da prove SPT, la resistenza alla liquefazione viene calcolata mediante la seguente relazione di Blake, 1997:

(a)

$$CRR = \frac{0,04844 - 0,004721(N_{1,60})_{cs} + 0,0006136[(N_{1,60})_{cs}]^2 - 0,00001673[(N_{1,60})_{cs}]^3}{1 - 0,1248(N_{1,60})_{cs} + 0,009578[(N_{1,60})_{cs}]^2 - 0,0003285[(N_{1,60})_{cs}]^3 + 0,000003714[(N_{1,60})_{cs}]^4}$$

dove $(N_{1,60})_{cs}$ viene valutato con il metodo proposto da Youd e Idriss (1997) e raccomandato dal NCEER:

$$(N_{1,60})_{cs} = \alpha + \beta N_{1,60}$$

dove $N_{1,60}$ è la normalizzazione dei valori misurati dell'indice N_m (ridotti del 25% per profondità < 3 m) nella prova SPT rispetto ad una pressione efficace di confinamento di 100 KPa ed a un valore del rapporto tra l'energia di impatto e l'energia teorica di caduta libera pari al 60%, cioè:

$$N_{1,60} = C_N C_E N_m$$

$$C_N = \left(\frac{100}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,5}$$

$$C_E = \frac{ER}{60}$$

dove ER è pari al rapporto dell'energia misurato rispetto al valore teorico x 100 e dipende dal tipo di strumento utilizzato.

Attrezzatura	C_E
Safety Hammer	0,7 – 1,2
Donut Hammer (USA)	0,5 – 1,0
Donut Hammer (Giappone)	1,1 – 1,4
Automatico-Trip Hammer (Tipo Donut o Safety)	0,8 – 1,4

I parametri α e β , invece, dipendono dalla frazione fine (FC):

$\alpha = 0$	per $FC \leq 5\%$
$\alpha = \exp[1,76 - (190 / FC^2)]$	per $5\% < FC \leq 35\%$
$\alpha = 5$	per $FC > 35\%$
$\beta = 1,0$	per $FC \leq 5\%$
$\beta = [0,99 + (FC^{1,5} / 1000)]$	per $5\% < FC \leq 35\%$

$$\beta = 1,2 \quad \text{per FC} > 35\%$$

Se invece si possiedono dati provenienti da una prova penetrometrica statica (CPT), i valori di resistenza alla punta misurati q_c devono essere normalizzati rispetto ad una pressione efficace di confinamento pari a 100 KPa e vanno calcolati mediante la seguente formula

$$q_{c1N} = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n$$

Per poter tenere conto della eventuale presenza di particelle fini, il software utilizza il metodo di Robertson e Wride.

Poiché, come dimostrato, è possibile assumere:

$$\frac{(q_{c1N})_{cs}}{(N_{1,60})_{cs}} = 5$$

come proposto dall'EC8, derivato $(N_{1,60})_{cs}$, si utilizza la (a) per il calcolo di CRR.

Quando invece si possiedono dati provenienti da prove sismiche, si calcola la velocità di propagazione normalizzata con la formula:

$$V_{s1} = V_s \left(\frac{100}{\sigma'_{vo}} \right)^{0,25}$$

e la resistenza alla liquefazione mediante la formula di Andrus e Stokoe:

$$CRR = 0,03 \left(\frac{V_{s1}}{100} \right)^2 + 0,9 \left[\frac{1}{(V_{s1})_{cs} - V_{s1}} - \frac{1}{(V_{s1})_{cs}} \right]$$

Rispetto alla normativa europea, la normativa italiana (NTC 2008) è meno accurata e non fornisce proposte di metodologie per valutare il potenziale di liquefazione.

La normativa richiede che il controllo della possibilità di liquefazione venga effettuato quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse

di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

Secondo le normative europea e italiana è suscettibile di liquefazione un terreno in cui lo sforzo di taglio generato dal terremoto supera l'80% dello sforzo critico che ha provocato liquefazione durante terremoti passati.

La probabilità di liquefazione P_L , invece, è data dall'espressione di Juang et al. (2001):

$$P_L = \frac{1}{1 + \left(\frac{F_s}{0,72} \right)^{3,1}}$$

Nello specifico del nostro lavoro si evince che in corrispondenza dell'impianto la serie stratigrafica locale è data in prevalenza dal complesso argilloso-marnoso, mentre nell'area delle cabine di trasformazione utente sono presenti la frazione limosa dei depositi fluviali che sovrastano i Trubi.

Viste le caratteristiche litologiche dei terreni può essere esclusa la possibilità che si possano instaurare fenomeni di liquefazione.

A vantaggio della sicurezza, in questa fase sono stati eseguiti i primi preliminari calcoli, simulando la presenza di falda, che ci confortano in base alla notevole presenza di materiali a granulometria fine che inibiscono l'istaurarsi di tale fenomeno per cui si può dire che in generale il problema non sussiste, come peraltro dimostra la serie storica dei terremoti che si sono avvertiti in zona.

Infatti, in tutta la storia recente, pur in presenza di terremoti anche di magnitudo importante, non si sono osservati fenomeni di liquefazione in sito.

Si ritiene, comunque, indispensabile che in fase di progettazione esecutiva e di calcolo delle strutture in c.a. si eseguano le indagini di verifica delle su esposte ipotesi geologiche.

11. CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA DEI TERRENI INTERESSATI DALLE OPERE IN PROGETTO

Da quanto desumibile dalle indagini eseguite in questa prima fase, i terreni che costituiscono il volume geotecnicamente significativo delle opere in progetto sono riferibili alle seguenti litologie: **a) Fm Terravecchia (Frazione argillosa), b) Fm Terravecchia (Frazione sabbiosa).**

Ne descriviamo singolarmente le caratteristiche litologiche e meccaniche così come desumibili dalle pubblicazioni scientifiche e dall'esperienza maturata su questi terreni, tenendo conto che in fase di progettazione esecutiva e di calcolo delle strutture fondali sarà necessario integrare le indagini eseguite di questa fase come descritto in premessa.

a) Fm Terravecchia (facies sabbiosa): si tratta di "rocce incoerenti" costituite da sequenze prevalentemente sabbiose ed arenacee. Si tratta di sabbie, sabbie limose ed arenarie, di colore da giallastro al tabacco, limi sabbiosi e sabbie limose. In particolare si rinvengono sabbie quarzose da bruno giallastre a rossastre, in genere incoerenti o debolmente cementate, cui si alternano banchi di arenarie quarzose e sottili livelli conglomeratici con ciottoli appiattiti. Si presentano alterate per una profondità variabile tra 5-8 m dal p.c.

Per la caratterizzazione fisico-meccanica di tale complesso, il progettista può fare riferimento ai seguenti valori desunti dall'esperienza maturata su questo litotipo:

$$\varphi' = 30^\circ, c' = 0 \text{ t/mq}, \gamma = 1,8 \text{ t/mc}$$

b) Fm Terravecchia (facies argillosa): si tratta di "rocce pseudo-coerenti" costituite da argille ed argille limose quando alterate, di

colore dal nocciola al grigio. Si presentano alterate per una profondità variabile tra 4-5 m dal p.c. Per la caratterizzazione fisico-meccanica di tale complesso, il progettista può fare riferimento ai seguenti valori desunti dall'esperienza maturata su questo litotipo:

$$\varphi' = 20^\circ, c' = 2 \text{ t/mq}, \gamma = 1,9 \text{ t/mc}$$

12.CAMPAGNA INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE DA ESEGUIRE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

Fermo restando che il piano di indagini sotto indicato sarà individuato in modo definitivo prima della redazione della progettazione esecutiva utile per la realizzazione dell'impianto, sulla base di un'analisi preliminare si ritiene opportuno eseguire, nelle successive fasi di progettazione, le indagini di seguito elencate.

In corrispondenza di ciascuna area:

- ✓ n. 1 sondaggio a carotaggio continuo di profondità pari a 15 mt. dal p.c.;
- ✓ prelievo di n. 2 campioni indisturbati sui quali eseguire le prove geotecniche in laboratorio per la caratterizzazione fisico-meccanica;
- ✓ 5 prove penetrometriche DPSH;
- ✓ n. 20 S.P.T. in foro;
- ✓ esecuzione di n. 20 prove granulometriche in laboratorio per lo studio del potenziale di liquefazione;
- ✓ n. 1 indagine di sismica attiva “Masw”;

In corrispondenza della stazione:

- ✓ n. 1 sondaggio a carotaggio continuo di profondità pari a 15 mt. dal p.c.;
- ✓ prelievo di n. 2 campioni indisturbati per ogni sondaggio sui quali eseguire le prove geotecniche in laboratorio per la caratterizzazione fisico-meccanica;

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
*Relazione Geologica e di Compatibilità geomorfologica aggiornata in risposta alla nota del
MASE Prot. 0174246 del 30/10/2023 – Progetto per la realizzazione di un impianto agro-
voltaico denominato “PV Calatafimi”, sito nel territorio comunale di Calatafimi-Segesta (TP) e
Monreale (PA)*

- ✓ n. 5 S.P.T. in foro;
- ✓ esecuzione di n. 5 prove granulometriche in laboratorio per lo studio del potenziale di liquefazione;
- ✓ n. 1 indagine di sismica attiva “Masw”.

13. PRESENZA DI ATTIVITA' INSALUBRI

In merito la CTVIA ha chiesto:

Prevedere una sezione relativa alla descrizione di attività insalubri, anche dismesse, presenti nelle vicinanze, fonti di probabile rischio della contaminazione del suolo/sottosuolo/falda.

Risposta: la risposta a questa richiesta è visibile nell'elaborato grafico codice T-029 che rappresenta graficamente la distanza tra il sito di impianto e le attività insalubri,

In particolare sono presenti:

- ✓ Impianti di calcestruzzi
- ✓ Discariche autorizzate ex art. 12
- ✓ Discariche autorizzate ex art. 13
- ✓ Discariche pre 82
- ✓ Impianti di carburante.

Come richiesto nella richiesta di integrazioni formulata dal MASE facendo riferimento alle “LINEE GUIDA SNPA 28/2020” le varie tematiche ambientali sono caratterizzate a livello di area vasta (che è la porzione di territorio nella quale si esauriscono gli effetti significativi, diretti e indiretti, dell'intervento con riferimento alla tematica ambientale considerata) riferita all'area di intervento comprendente il campo fotovoltaico, il cavidotto e la Sottostazione Elettrica Utente.

E' stata, quindi, studiata ed analizzata la presenza di aree definite contaminate o potenzialmente tali ovvero per le quali sia noto il superamento delle CSC di cui alla Colonna A della Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del D.L.gs 152/06 s.m.i. che interferiscono con il cantiere o

prossime allo stesso (raggio 10 km) o comunque oggetto di scavo/rinterro,

In particolare, sono stati individuati tutte le aree potenzialmente contaminate (discariche) e le potenziali fonti di emissione di inquinanti (Impianti di carburante - Impianti di calcestruzzo).

Dall’analisi effettuali si evince che sono presenti in corrispondenza di:

Sottostazione

- 1) L’Impianto di calcestruzzi più vicino si trova a circa 8.3 km nel Comune di Calatafimi Segesta e non potrà in nessun modo interferire con le opere in progetto;
- 2) Il Distributore di carburanti più vicino si trova a circa 9.1 km nel Comune di Calatafimi Segesta e non potrà in nessun modo interferire con le opere in progetto;
- 3) La Discarica più vicina trova a circa 10.5 km nel Comune di Camporeale e non potrà in nessun modo interferire con le opere in progetto;

Impianto

- 4) L’Impianto di calcestruzzi più vicino si trova a circa 4.7 km nel Comune di Calatafimi non potrà in nessun modo interferire con le opere in progetto;
- 5) Il Distributore di carburante più vicino si trova a circa 4.1 km nel Comune di Gibellina e non potrà in nessun modo interferire con le opere in progetto;
- 6) La Discarica più vicina trova a circa 7.6 km nel Comune di Salemi e non potrà in nessun modo interferire con le opere in progetto;

Cavidotto

- 7) L’Impianto di calcestruzzi più vicino si trova a circa 5.6 km nel Comune di Calatafimi e non potrà in nessun modo interferire con le opere in progetto;
- 8) Il Distributore di carburante più vicino si trova a circa 4.3 km nel Comune di Gibellina e non potrà in nessun modo interferire con le opere in progetto;

Si mette in evidenza che, a titolo di maggiore cautela, sono state predisposte nel “Piano Preliminare delle terre e rocce da scavo” tutte le attività di caratterizzazione per le individuazioni di potenziali contaminanti all’interno dello spessore oggetto di scavo.

Nella tavola allegata fuori testo denominata “*Carta delle aree potenzialmente contaminate e delle potenziali fonti di emissione di inquinanti*” (codice T-029.) sono visibili le opere in progetto, le discariche autorizzate ex art. 12, le discariche autorizzate ex art. 13, le discariche pre legge dell’82, impianti di calcestruzzi e gli impianti di carburante.

Dalla lettura della carta e dalle interpretazioni geologiche si evince chiaramente che non ci possono essere incidenze negative di queste attività insalubri con le aree di progetto, vista la notevole distanza e la geologia del territorio.

A conferma di quanto detto sono state eseguite analisi fisico-chimiche delle acque di falda in data 29/01/2024; i risultati sono riportati nei capitoli precedenti.

14. CONCLUSIONI

Da quanto detto precedentemente, in ordine alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e tecniche del sito si evince che:

➤ in generale le aree direttamente interessate dal progetto sono costituite dai depositi alluvionali terrazzati e dalle frazioni sabbiosa e argillosa della Fm. Terravecchia. In particolare sono state individuate 3 situazioni geologicamente diverse, dettagliatamente rappresentate nelle colonne stratigrafiche tipo allegate.

- ✓ Tipo 1 (Area impianto) – Limi sabbiosi di colore marrone scuro alterati di spessore pari 1.7 m che ricoprono la frazione inalterata costituita da sabbie limose, addensate e consistente, a struttura omogenea intercettata fino a 9.0 m di profondità (Fm. Terravecchia - Frazione sabbiosa). Detti terreni poggiano sulla frazione argillosa della Fm. Terravecchia costituita da argille limose e limi argillosi di colore grigio, consistenti, con intercalazioni di livelli sabbiosi. Nel sito di progetto la presenza di una prevalente frazione fina (limi ed argille) non permette la formazione di falde freatiche;
- ✓ Tipo 2 (Area impianto) – Argille ed argille limose della Fm. Terravecchia che si presentano alterate per uno spessore pari a 4-6 m;
- ✓ Tipo 3 (Sottostazione e stazione di utenza) – Sabbie limose di colore ocra, addensate, con frequenti inclusi elementi lapidei arrotondati quarzarenitici di spessore pari 1.90 m che ricoprono la frazione inalterata costituita da sabbie e sabbie limose,

addensate e consistenti, a struttura omogenea intercettata fino a 6.10 m di profondità (Fm. Terravecchia - Frazione sabbiosa). Detti terreni poggiano sulla frazione argillosa della Fm. Terravecchia costituita da argille limose e limi argillosi di colore grigio, consistenti, con intercalazioni di livelli sabbiosi. Considerato che nei primi 6 metri prevale la frazione sabbiosa sia pure immersa in una matrice limosa, si creano le condizioni per la formazione di una falda a prevalente carattere stagionale.

✓ I terreni sopra descritti sono ricoperti da uno spessore variabile tra 0.40 e 0.50 m di terreno vegetale e sovrastano i litotipi (alterati ed inalterati) dei complessi precedentemente descritti.

- per quanto concerne le forme di dissesto legate ai movimenti franosi eventualmente presenti nei versanti interessati dalle opere in progetto, si mette in evidenza che tramite i rilievi di superficie, integrati dallo studio delle fotografie aeree del territorio e dall’analisi del PAI, non sono state individuate aree di progetto coinvolte da fenomeni geodinamici eccetto che una limitata porzione nel settore sud Ovest dell’impianto ed un breve tratto del cavidotto come visibile nella “Carta dei dissesti” (allegata fuori testo) redatta dal P.A.I.;
- in particolare, di tratta di dissesti riferibili a “Soliflusso” attivi e “Colata lenta” inattiva con grado di pericolosità P2 (Livello medio) – Rischio R2 (Rischio medio) e P0 (Livello moderato) – Rischio R1 (Rischio moderato) e sono legati esclusivamente all’azione delle acque ed alla pendenza medio-bassa dei versanti in quanto la coltre superficiale si imbibisce durante i periodi di piogge prolungate e tende a muoversi sia pure con movimenti di massa lenti.

- Tale previsione non è ostativa alla realizzazione dell’impianto in progetto come meglio specificato dalle Norme Tecniche di Attuazione del PAI - Capitolo 11 all’Articoli 22 e 23.
- si mette in evidenza che nelle successive fasi di progettazione si eseguiranno le opportune indagini geognostiche e geotecniche che serviranno alla progettazione delle opere di ingegneria naturalistica per il completo consolidamento dei limitati fenomeni geodinamici che interessano l’area in studio. Nell’eventualità che le indagini programmate dovessero evidenziare spessori più elevati di quelli oggi indicati dai risultati delle indagini geofisiche eseguite in questa fase, le opere di ingegneria naturalistica saranno accompagnate da opere di consolidamento tradizionali;
- **Dalle misure acquisite all’interno dei piezometri installati “PZ1” e “PZ2” in corrispondenza rispettivamente dell’impianto e della SSU/SSE si evince quanto segue:**
 - 1) nell’area dell’impianto non è presente una falda freatica fino alla profondità di 15 m dal p.c. in quanto il piezometro installato è risultato asciutto durante la campagna di monitoraggio e ciò è dovuto al fatto che è prevalente la matrice limo-argillosa ed è confermato dalla presenza di numerosi laghetti artificiali.
 - 2) nell’area della SSE/SSU non è presente una vera e propria falda freatica ma sono presenti livelli idrici stagionali che si formano, in corrispondenza dei livelli più sabbiosi, durante i periodi di pioggia. Le acque infiltratesi vengono drenate rapidamente verso valle come si evince dal monitoraggio eseguito. L’esperienza maturata in queste zone ci permette di affermare che il calo del livello piezometrico

della misura di marzo coincide con la fine della stagione piovosa e del depauperamento dei livelli idrici che tendono nell’arco di un paio di mesi circa ad esaurirsi.

- **Alla luce dei sondaggi eseguiti e del monitoraggio del livello della falda si evince che** non è possibile alcuna interferenza negativa tra la realizzazione/esercizio/dismissione delle opere in progetto e la falda, anche in considerazione del fatto che non è possibile alcun impatto sulla circolazione idrica sotterranea sia perché i pali di fondazione non raggiungono il livello freatico, sia perché in ogni caso, vista la distanza relativa tra i pali, non è possibile alcun effetto diga.
- le opere in progetto non rilasciano alcuna sostanza inquinante né nel suolo, né nelle acque.
- ai sensi del D.M. 17/01/2018 i terreni presenti appartengono alla **Categoria C** “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s*”.
- non esistono pericolosità geologiche e sismiche che possano ostare la realizzazione del progetto;
- in questa fase sono stati eseguiti i primi preliminari calcoli, simulando la presenza di falda, che ci confortano in base alla notevole presenza di materiali a granulometria fine che inibiscono l’istaurarsi di tale fenomeno per cui si può dire che in generale il problema non sussiste, come peraltro dimostra la serie storica dei terremoti che si sono avvertiti in zona;

VAMIRGEOIND Ambiente Geologia e Geofisica s.r.l.
*Relazione Geologica e di Compatibilità geomorfologica aggiornata in risposta alla nota del
MASE Prot. 0174246 del 30/10/2023 – Progetto per la realizzazione di un impianto agro-
voltaico denominato “PV Calatafimi”, sito nel territorio comunale di Calatafimi-Segesta (TP) e
Monreale (PA)*

- si ritiene indispensabile eseguire, in fase di progettazione esecutiva e dei calcoli delle strutture, una campagna di indagini ai sensi del D.M. 17/01/2018, come sopra descritta.

Dott. Geo. ~~Gualtieri~~ Bellomo

