



REGIONE PUGLIA



COMUNE DI CERIGNOLA

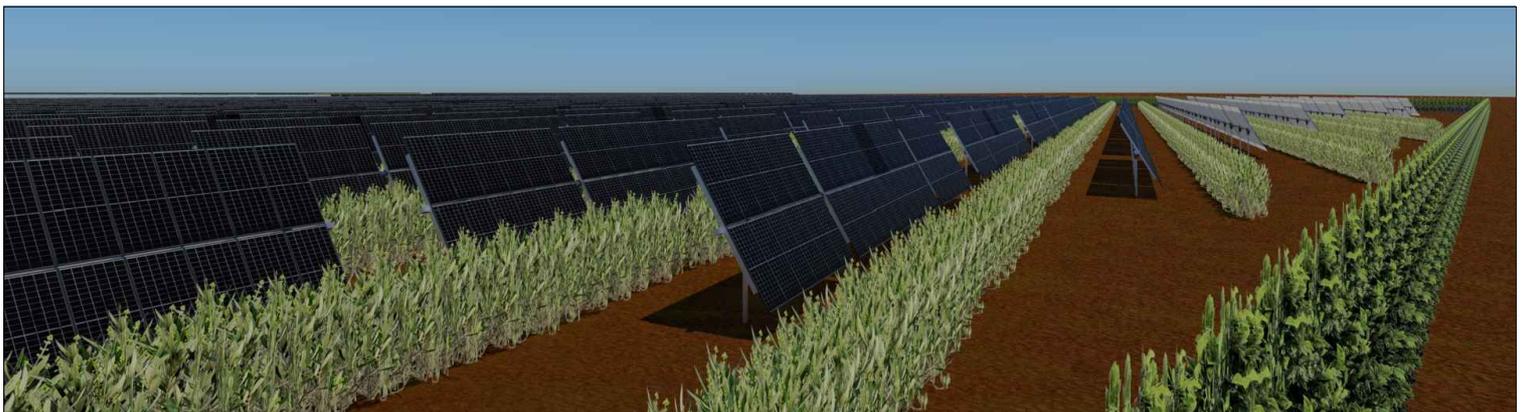
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA P=26,720 MWp CIRCA E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Nome impianto CER02
Comune di Cerignola, Regione Puglia

PROGETTO DEFINITIVO

Codice pratica: **90134A3**

N° Elaborato: **RT17**



ELABORATO:

RELAZIONE E STUDIO DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA

COMMITTENTE:

Sole Verde s.a.s. della Praetorian s.r.l.
via Walter Von Vogelweide n°8
39100 Bolzano (BZ)
p.iva: 03124450218

PROGETTISTI:

dott. Geol. Angelo Ruta



PROGETTAZIONE:



LT SERVICE s.r.l.
via Trieste n°30, 70056 Molfetta (BA)
tel: 0803346537
pec: studiotecnicolt@pec.it

File: 90134A3_RelazioneGeologica.pdf

Folder: 90134A3_RelazioneGeologica.zip

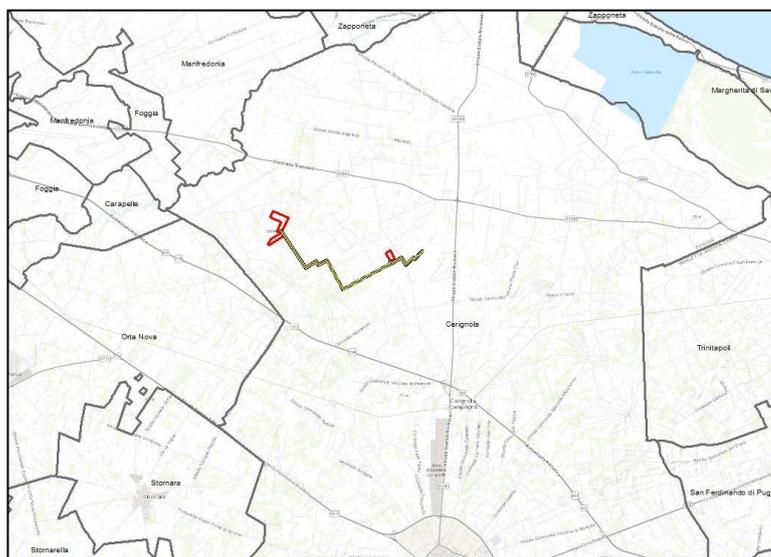
| REV. | DATA | SCALA | FORMATO | NOME FILE | DESCRIZIONE REVISIONE |
|------|------------|-------|---------|-----------|-----------------------|
| 00 | 10/05/2022 | | | | PRIMA EMISSIONE |

INDICE

| | |
|--|----|
| PREMESSA | 2 |
| PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO | 5 |
| INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO | 8 |
| CARATTERI GEOLITOLOGICI | 15 |
| CARATTERI TETTONICI | 22 |
| CARATTERI MORFOLOGICI E IDROGRAFICI | 27 |
| CARATTERI IDROGEOLOGICI | 31 |
| SISMICITA' E PARAMETRI SISMICI | 36 |
| INDAGINI MASW, V_{SEQ} E CATEGORIA DI SOTTOSUOLO | 46 |
| PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE P E PARAMETRI GEOTECNICI | 64 |
| CONCLUSIONI | 80 |

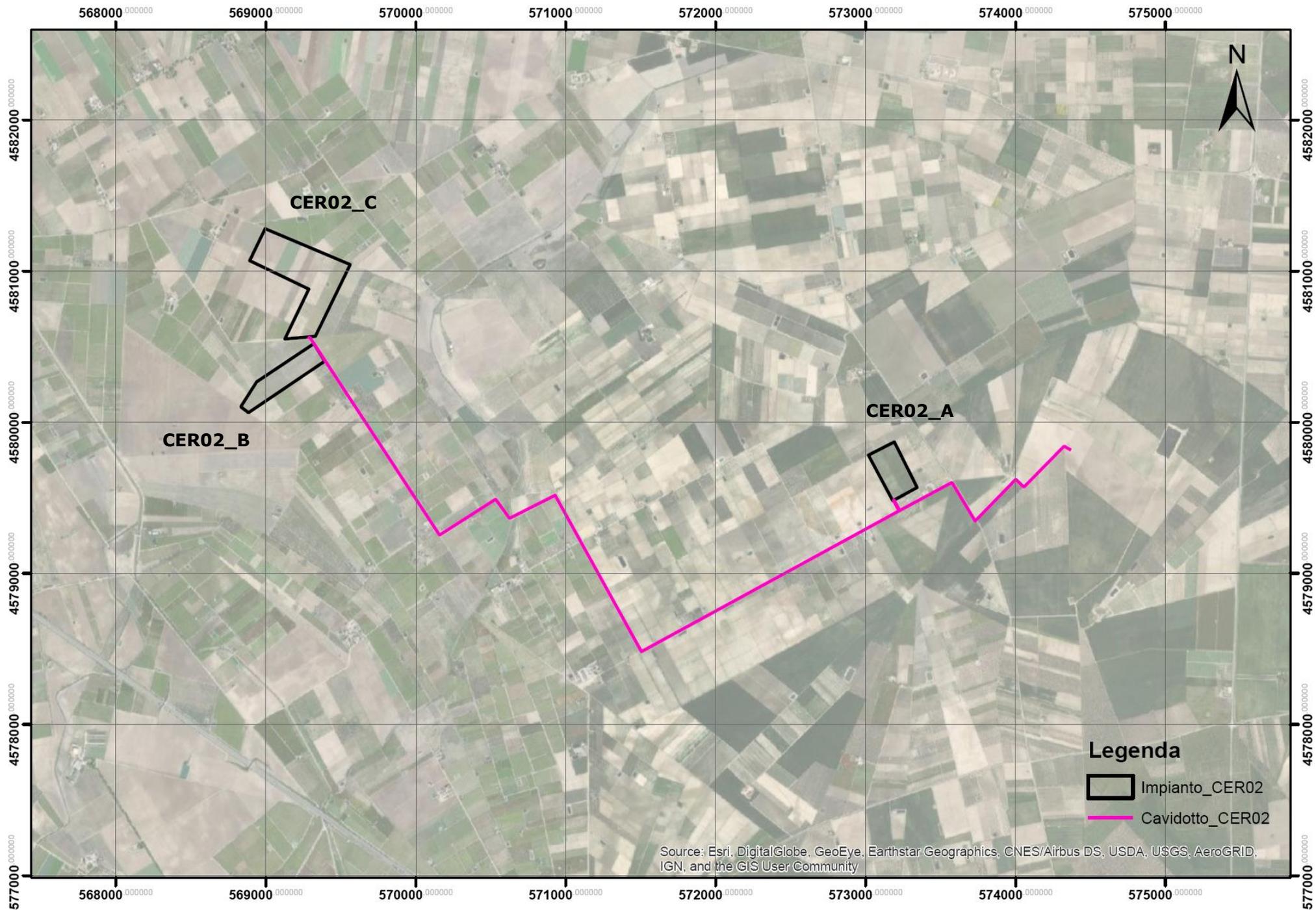
PREMESSA

Su incarico conferito allo scrivente dalla LT SERVICE Srl è stata redatta la seguente relazione geologica e della pericolosità sismica di base a supporto del progetto di realizzazione di un parco fotovoltaico su suolo, denominato CER02 in proprietà alla società Sole Verde S.a.s. della Praetorian S.r.l., con sede a Bolzano in Piazza Walther-von-der-Vogelweide n. 8, da installarsi su tracker monoassiali E-O con potenza complessiva di circa 19,872 MWac a sorgere in agro del Comune di Cerignola (FG) in località Posta Crusta, Tramezzo su una superficie recintata complessiva di circa 34,56 Ha.



Inquadramento territoriale

Planimetria Impianti



Presa visione dei luoghi, ed in accordo con la committenza ed i progettisti sono state concordate le seguenti indagini:

- Rilevamento geologico di dettaglio;
- Analisi vincolistica Idraulica e Geomorfologica;
- Modellazione geologica ed idrogeologica;
- Pericolosità sismica di base;
- Indagini MASW
- V_{seq} e classificazione del suolo di fondazione;
- Indagini geofisiche a rifrazione in onde P;
- Parametrizzazione geotecnica del substrato di fondazione;

I dati di campagna sono stati integrati con la bibliografia specialistica esistente sulla zona. La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alla vigente normativa sui terreni di fondazione, L. 64/74, DM 21.01.81, DM 11.03.88, DM 14.09.05, DM 14.01.08 e NTC 2018.

PIANO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

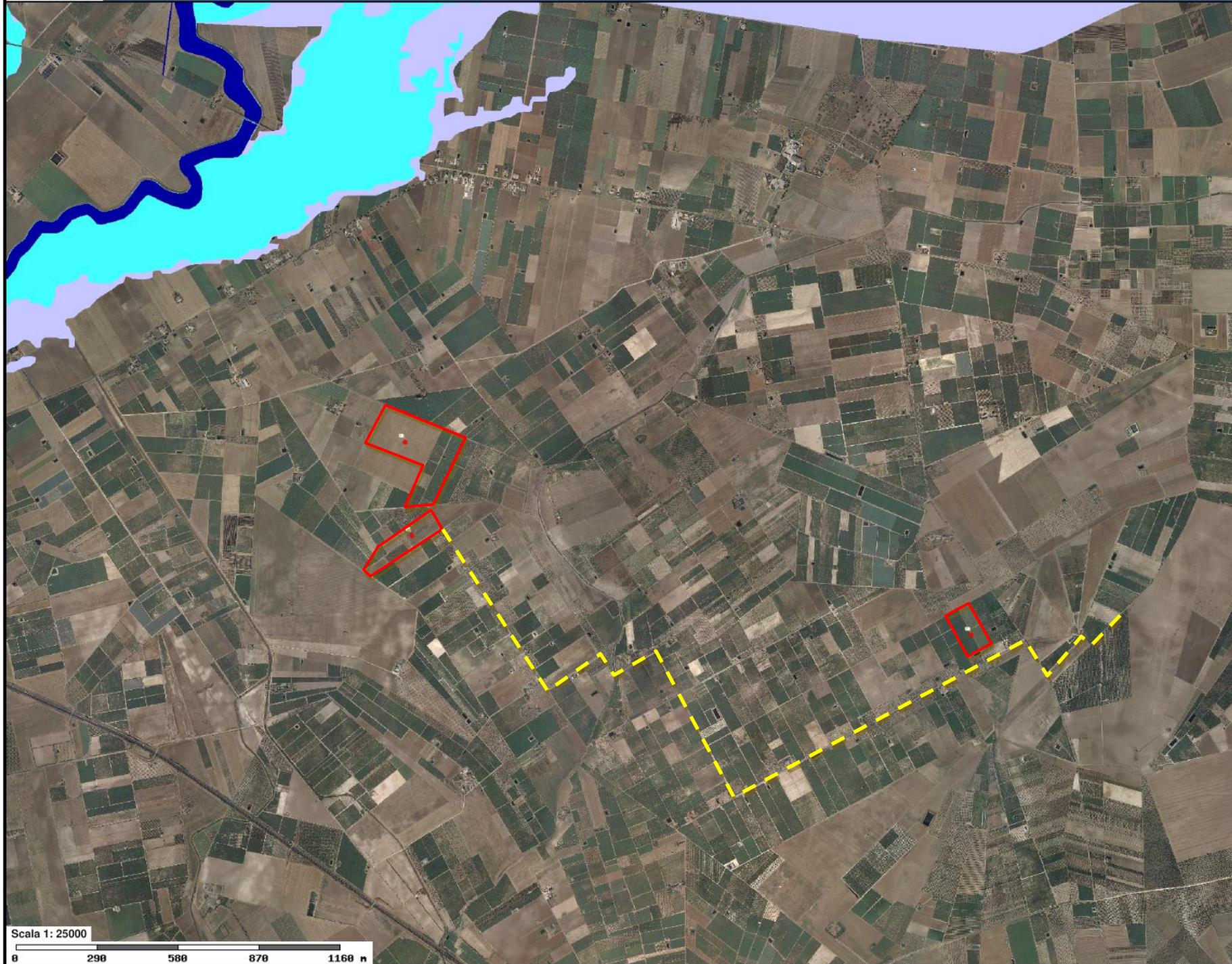
Autorità Di Bacino Distrettuale Dell'appennino Meridionale

Il PAI, adottato con Delibera Istituzionale n°25 del 15/12/2004 ed approvato con Delibera Istituzionale n°39 del 30/11/2005, è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità dei versanti, necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

L'analisi della "Carta di Rischio e della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica" ha permesso di escludere situazioni di pericolosità idraulica e geomorfologica nelle aree oggetto di studio.

Dall'analisi invece della "Carta Idrogeomorfologica" ed IGM si rileva una interferenza tra il tracciato del cavidotto ed il reticolo idrografico del "F.sso Marana di Castello"; pertanto, in ottemperanza a quanto disciplinato nelle N.T.A. del Piano di Bacino (PAI), si è proceduto a specifico studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ha permesso di evidenziare le reali interferenze e criticità al fine di operare adeguate scelte progettuali nel rispetto dell'attuale assetto morfologico ed idraulico dei luoghi.

Per una disamina dettagliata si rimanda a specifica relazione di compatibilità idrologica ed idraulica.



Pericolosità e Rischio

Peric. Geomorf.
■ media e moderata (PG1)

■ elevata (PG2)

■ elevata (PG3)

Peric. Idraulica

■ bassa (BP)

■ media (MP)

■ alta (AP)

Cartografia di base

Scala 1: 25000

0 290 580 870 1160 m



FORME ED ELEMENTI LEGATI ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE

ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE

- Corsi d'acqua
- Corso d'acqua
 - Corso d'acqua
 - Corso d'acqua
 - Corso d'acqua
 - Recapito finale di bacino endoreico
 - Sorgenti

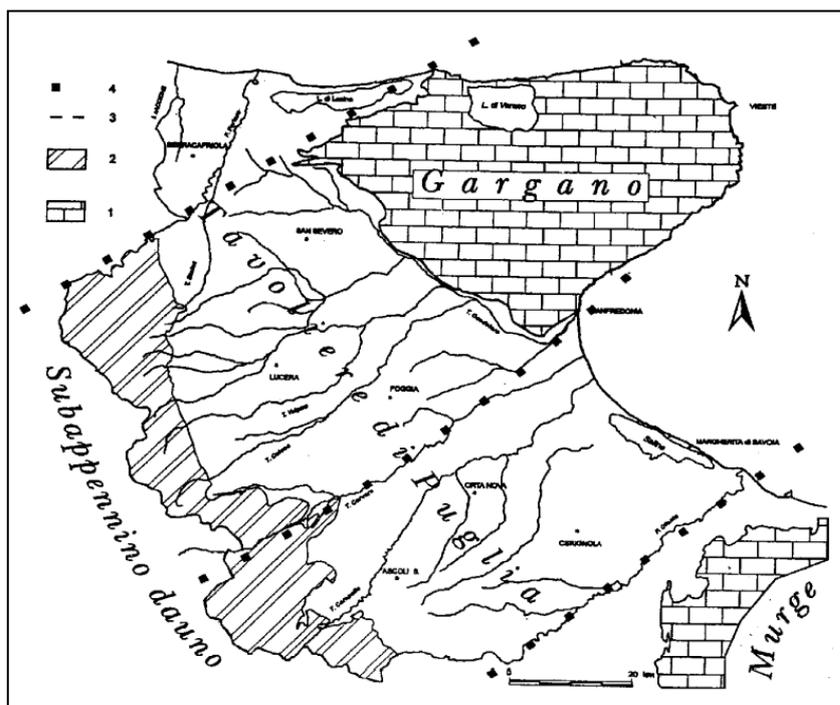
Cartografia di base



Area di interferenza tra il tracciato del cavidotto ed il reticolo idrografico del "F.sso Marana di Castello"

Il territorio comunale di Cerignola ricade nella porzione meridionale di un'estesa unità geografica denominata Tavoliere di Puglia, delimitata a SO dall'arco collinare del Preappennino Dauno, a NO dal torrente Cervaro, a NE dal Golfo di Manfredonia e a SE dal fiume Ofanto.

La situazione geomorfologica, stratigrafico-strutturale, idrogeologica e tettonica dei terreni presenti nell'area in esame è stata ricostruita partendo dai dati contenuti nelle cartografie ufficiali. Dal punto di vista geologico e propriamente geodinamico, l'area in esame è parte integrante del settore sud-occidentale dell'articolato sistema geostrutturale rappresentato da tre domini: Catena-Avanfossa-Avampaese (Ollier, 1980, Ortolani e Pagliuca, 1988; Merenda, 1991; Bigi et al. 1992). Questi ultimi (Avanfossa-Avampaese), procedendo dall'interno verso il mare, appaiono approssimativamente come fasce orientate secondo l'attuale linea di costa (NO-SE), ed evidenziano due settori distinti aventi ognuno caratteristiche peculiari e molto diverse tra loro sia nella dinamica dei processi esogeni, sia nei caratteri morfoevolutivi. Questi settori sono caratterizzati da confini alquanto netti e omologhi con quelli dei domini geodinamici prima citati.



Inquadramento geologico-territoriale della Capitanata. 1) Calcari della Piattaforma Apula; 2) Flysch del subappennino dauno; 3) limiti tra i settori: settentrionale, centrale e meridionale del Tavoliere [da Caldara & Pennetta, 1993]

In un ambito sufficientemente ampio, riguardante il territorio in esame, s'identificano due grandi complessi morfologico-strutturali, allungati in direzione appenninica (NO-SE), che si succedono da SO a NE. In particolare, sulla base dei caratteri litostratigrafici e strutturali, di cui il territorio comunale fa parte, si distinguono affioramenti di formazioni geologiche riferibili ai seguenti complessi:

- Complesso delle Unità mesozoiche e cenozoiche dell'Appennino meridionale, corrispondente ai domini alto-strutturali, che ospitano i sedimenti flyscioidi preplioceni, che costituiscono la porzione sud-occidentale dei Monti della Daunia, le coperture detritiche e alluvionali del margine preappenninico;
- Complesso delle Unità del Tavoliere, verso nord-est, con carattere di "bacino", ospita terreni prevalentemente clastici d'età plio-quadernaria ed è solcato dai torrenti e dai fiumi più importanti della Puglia Nord-Occidentale che rappresenta l'esteso bassopiano morfologico sbarrato a nord dalle falde del Gargano.

Quanto detto induce a ritenere che i due elementi morfologico-strutturali siano l'espressione, in superficie, di due grandi geostrutture differenti, sia per le facies sedimentarie, che le caratterizzano, sia per il luogo occupato nella paleogeografia dell'Italia Meridionale.

Le Unità mesozoiche e cenozoiche dell'Appennino meridionale sono sostanzialmente costituite da una potente serie flyscioide, del Miocene medio, poggiante su un complesso caotico in prevalenza composto d'argille e marne varicolori scagliose, denominato "Complesso indifferenziato". Questo complesso (definito anche pasta fondamentale, ufficializzato con la denominazione Argille Variegate) è principalmente formato da argille varicolori scagliose, prive di stratificazione, con inclusi frammenti di roccia e di pacchi di strati lapidei disarticolati. Si tratta di argille e marne prevalentemente siltose, grigie e varicolori, con differente grado di costipazione e scistosità; molteplici di strati calcarei, calcareo-marnosi, calcarenitici, di brecce calcaree, di arenarie varie, puddinghe,

diaspri e scisti diasprigni; rari livelli di sabbie con elementi vulcanici; episodi di frane sottomarine intraformazionali. Su tali terreni poggiano depositi d'argille e argille sabbiose, sabbie e arenarie, puddinghe poligeniche, del Pliocene, depositi fluviali terrazzati, alluvioni recenti e attuali del Quaternario. Al complesso delle Unità del Tavoliere si fa corrispondere la colmata del richiamato "bacino" e l'area di raccordo tra la prosecuzione verso sud della stessa colmata (Fossa Bradanica) e quella verso Nord (Fossa Adriatica). Il bacino è una depressione morfologico-strutturale disposta in senso NO-SE ed è delimitata dalla catena appenninica a Sud Ovest e dall'avanpaese apulo a Nord Est. Durante Miocene, la porzione occidentale della piattaforma carbonatica apula a causa delle forti spinte, da parte della catena appenninica, si sarebbe frantumata, in diversi blocchi con prevalente allineamento NO-SE, riproducendo un esteso semigraben, raffigurando l'avanfossa della catena. Con il Pliocene medio, dalla catena appenninica in rapido sollevamento, ragguardevoli colate gravitative di materiale fliscioide, unitamente alle spinte dell'Appennino, provocarono sensibili contrazioni della parte interna dell'avanfossa, colmandola. All'esterno prevalsero fenomeni di subsidenza con graduale riempimento di materiali in prevalenza costituiti da sedimenti torbiditici e sabbiosoargillosi.

Il Pliocene superiore contrassegna il limite finale delle fasi orogenetiche, che condurrà alla separazione dell'avanfossa in diversi bacini ben definiti. In questa fase tettonica, di tipo trasversale, ha origine l'approfondimento del "Graben del Tavoliere delle Puglie", con assetto antiappenninico interposto fra il Promontorio del Gargano e l'altopiano delle Murge. L'approfondimento dell'avanfossa proseguì per tutto il Pleistocene inferiore-medio e l'interruzione delle tensioni appenniniche (congiuntamente ai consecutivi bilanciamenti isostatici) permise l'innalzamento dal mare della Pianura di Capitanata, con emersione da ovest. I sedimenti del Tavoliere costituiscono difatti una potente copertura dell'avanfossa. Dal Pleistocene medio, negli intervalli di rallentamento e/o di blocco dell'innalzamento della pianura, insieme all'avvento di fenomeni

glacio eustatici, avvennero azioni modellatrici d'incisione, abrasione e di disfacimento dei sedimenti ivi depositati e la generazione di molteplici differenti unità litostratigrafiche, in concomitanza di più cicli sedimentari marini e/o di fasi continentali di alluvionamento. L'intera area del bacino in parola è ricoperta da depositi quaternari, in prevalenza di facies alluvionale. Tra questi prevale l'argilla più o meno marnosa, di probabile origine lagunare, ricoperta a luoghi da lenti di conglomerati e da straterelli di calcare evaporitico (crosta). Sotto l'argilla si rinviene in generale un deposito clastico sabbioso-ghiaioso, cui fa da basamento impermeabile il complesso delle argille azzurre pliocenico-calabriane che costituisce il ciclo sedimentario più recente delle argille subappennine. Queste, costituiscono i principali affioramenti argillosi e sono trasgressive sulle argille azzurre infra medio-plioceniche (ciclo più antico). I depositi argillosi di entrambi i cicli sono indicativi di una facies neritica e mostrano d'essersi originati in un bacino lentamente subsidente. Sono costituiti da argille marnose più o meno siltoso-sabbiose e da marne argillose di color grigio-azzurro o giallastro, con giacitura generalmente sub orizzontale. La potenza di questi depositi varia sensibilmente da punto a punto con spessori massimi dell'ordine di centinaia di metri. Il ciclo argilloso plio-pleistocenico a luoghi poggia, in continuità di sedimentazione, su depositi calcarenitici trasgressivi sul basamento mesozoico. Le argille preappennine, grigio-azzurre, formano lembi discontinui, anche se talora vasti, venuti a giorno (soprattutto in aree a NW) là dove l'erosione ha asportato la copertura post-calabriana. Spesso sotto quest'ultima, le argille giacciono a pochi metri di profondità. I sedimenti post-calabriani sono essenzialmente di origine continentale e poggiano generalmente in discordanza sui sottostanti depositi marini.

La copertura post-calabriana, di facies deltizia e/o fluvio-lacustre, poggia in discordanza stratigrafica sui depositi marini sottostanti, lungo un piano debolmente inclinato verso la costa adriatica, la cui continuità è più volte interrotta da modesti gradini, verosimilmente prodotti da fasi di stasi del livello del mare durante il Quaternario. Nella parte orientale dell'area,

infine, affiorano i calcari mesozoici del Promontorio del Gargano che rappresentano il settore maggiormente sollevato dell'intero segmento apulo. Quest'ultimo costituisce il settore di avampaese sia per l'Orogene appenninico a W sia per quello dinarico a E (D'Argenio et alii 1973-Ricchetti, 1980-Ricchetti et alii, 1988-Royden et alii 1978-Dogliani et alii 1994 e Pieri et alii, 1997). L'avampaese apulo s'individua nel Miocene inferiore in coincidenza della formazione della Catena appenninica, quando la piattaforma apula subduce verso W sotto gli appennini. Il risultato è un'area debolmente inclinata formata da una zona sollevata ed emersa (Gargano, Murge e Salento) e da una zona sommersa nell'adriatico e mar Ionio. L'intero avampaese apulo corrisponde a una struttura orientata all'incirca WNW-ESE attraversata da numerose faglie dirette sub-parallele a orientazione appenninica e da faglie di trasferimento oblique o perpendicolari. Queste, l'hanno diviso e segmentato in tre blocchi di cui il Gargano rappresenta quello con livello di sollevamento più marcato.

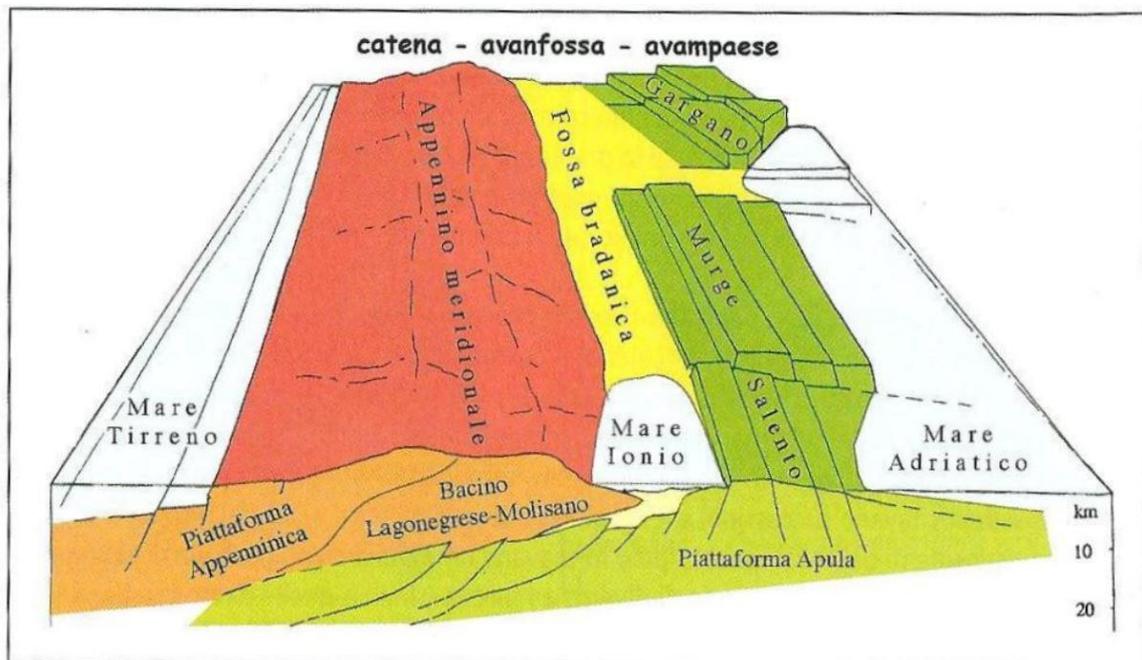
Tale fondamentale struttura è sostanzialmente costituita da:

- basamento pre-cambriaco di natura cristallina;
- successione continentale permio triassica;
- successione anidritico-dolomitica triassica;
- sedimenti di piattaforma carbonatica d'età giurassico cretaceo.

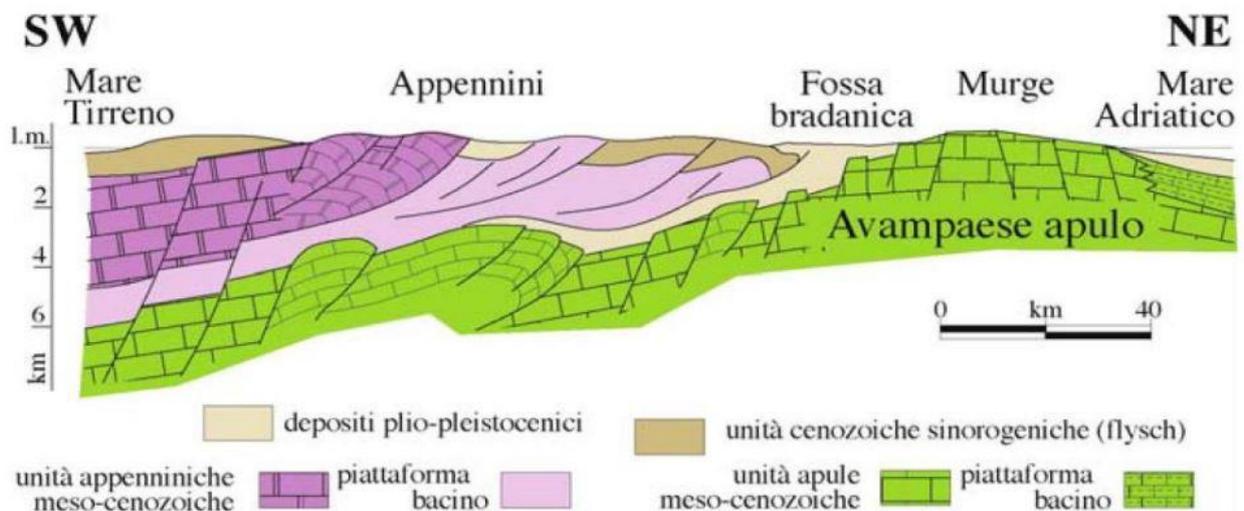
La successione si chiude con la deposizione di sedimenti, discontinui, terziari e quaternari. Affioramenti di modesto sviluppo areale di sedimenti di età più antica emergono in località Punta delle Pietre Nere-Masseria San Giovanni in Pane (gessi, calcari e calcari marnosi triassici) e limitatissimi lembi di rocce eruttive. Dal pleistocene medio in poi, l'interazione tra il sollevamento tettonico regionale e le oscillazioni glacio-eustatiche del livello del mare ha favorito la sedimentazione dei depositi marini terrazzati, associati spesso ai depositi eolici.

In base alle interpretazioni di Funicello e altri, il modello geodinamico di questa porzione di territorio può essere di contro schematizzato con la seguente evoluzione paleogeografico-strutturale:

- formazione della piattaforma carbonatica mesozoico-paleogenica;
- frammentazione della piastra Apula con relativa individuazione dell'avanfossa a partire dal Miocene;
- riempimento di questo bacino subsidente durante il Plio-Pleistocene;
- sollevamento regionale concomitante con oscillazioni glacio-eustatiche del livello del mare e conseguente importante fase di terrazzamento mesopleistocenico-olocenica.



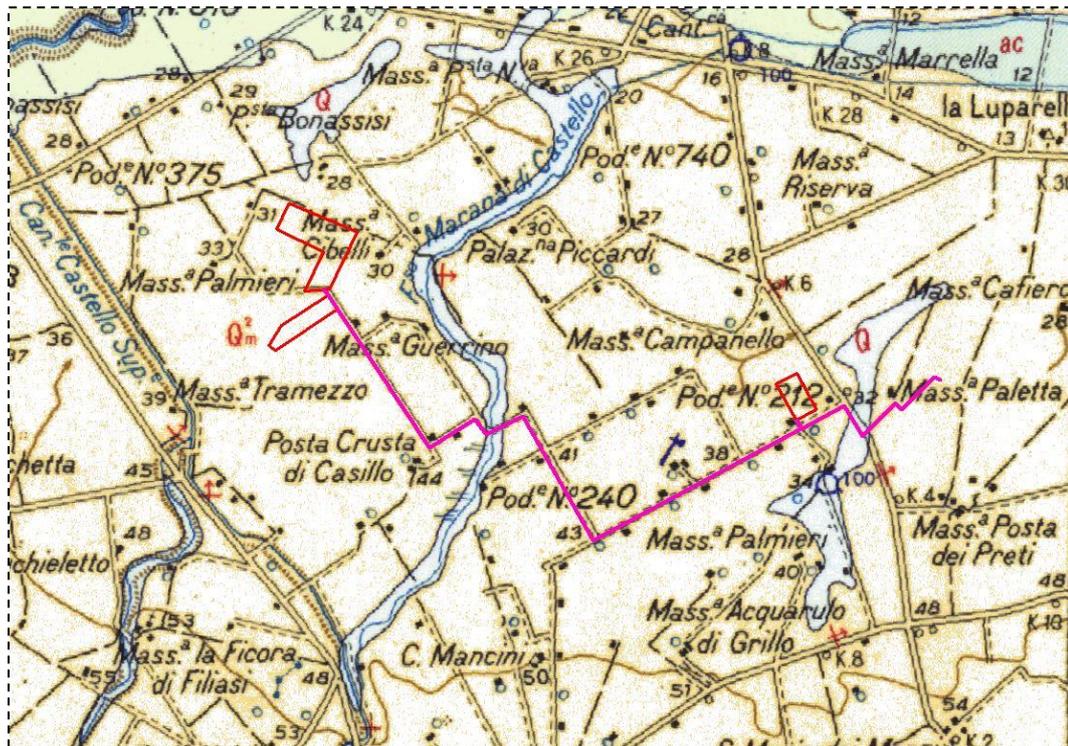
Schema geologico tridimensionale dell'Italia meridionale (da Funiciello et al., 1991)



Sezione trasversale illustrante l'assetto dei domini geostrutturali nel sistema orogenico Appenninico (da Tropeano M., 2003)

CARATTERI GEOLITOLOGICI

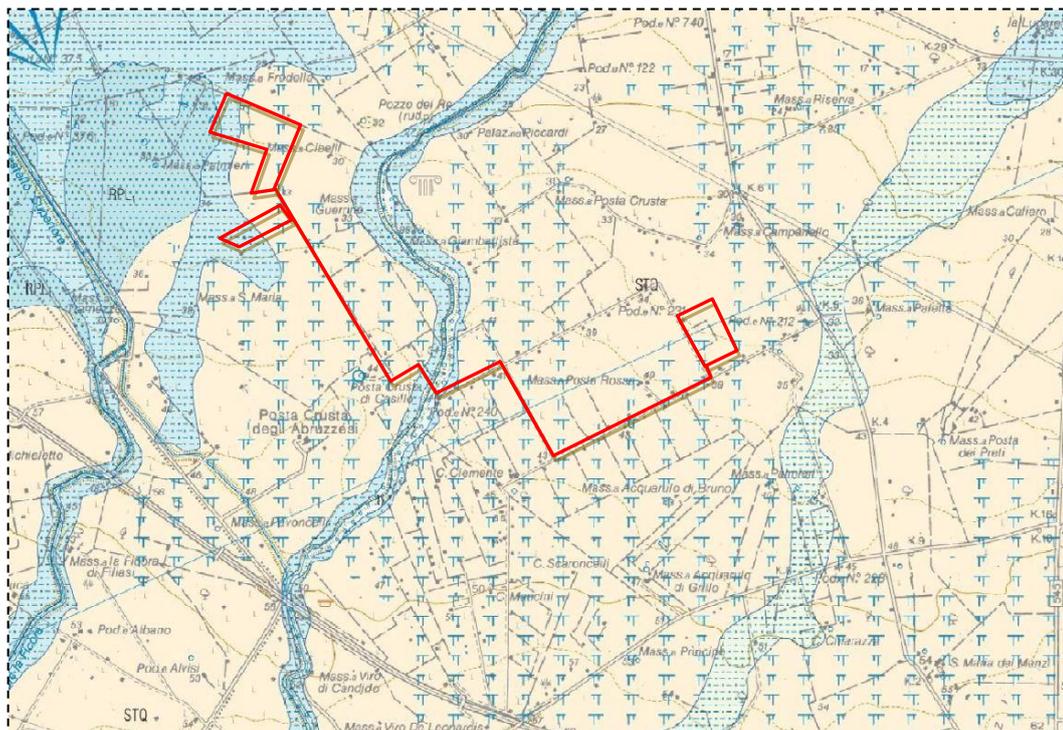
L'area in esame ricade nel Foglio 164 "Foggia" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 e nel Foglio 422 "Cerignola" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000. Essa è occupata dalla potente serie dei sedimenti pleistocenici-quadernari che si sono depositi durante il ciclo trasgressivo-regressivo che ha portato al riempimento dell'avanfossa appenninica.



Alluvioni recenti e attuali (Q); conoidi di deiezione. Detriti di falda (dt).



Sabbie giallastre, pulverulente, con concrezioni calcaree e molluschi marini di facies litorale. Quasi dovunque coperte da un crostone calcareo-sabbioso straterellato.



TP SUPERSISTEMA DEL TAVOLIERE DI PUGLIA

Comprende i depositi alluvionali riferibili a tutti i corsi d'acqua che solcano il Tavoliere di Puglia compresi fra il Fiume Fortore e il Fiume Ofanto. Il limite inferiore è rappresentato nelle aree occidentali del foglio da una discordanza angolare sulla formazione delle argille subappennine e sulle sabbie di Monte Marano Auct., mentre nelle aree orientali la superficie diventa di paraconcordanza sulle argille subappennine; il limite superiore coincide con la superficie.

RPL SINTEMA DEI TORRENTI CARAPELLE E CERVARO

Depositi alluvionali ghiaioso-sabbioso-limosi, terrazzati e sopraelevati rispetto all'alveo attuale del Torrente Carapelle. Il limite inferiore del sistema è costituito da una superficie inconforme di tipo erosivo e di significato regionale localmente affiorante sul sistema di Cerignola (RGL). Il limite superiore coincide con la superficie topografica: spessore massimo 10-15 metri. Il sistema del Torrente Carapelle è stato suddiviso in subsistemi.

PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE



RPL₃ SINTEMA DEI TORRENTI CARAPELLE E CERVARO - Subsistema delle Marane La Pidocchiosa-Castello

Depositi ghiaioso-sabbioso-limosi. Sono presenti livelli di piroclastiti riconducibili all'eruzione vesuviana di Avellino. A sud prevalgono le facies ghiaiose, mentre a nord, prevalgono le facies sabbioso-limose. Sono sopraelevati di pochi metri rispetto all'alveo attuale in aree inondabili; lo spessore massimo è di 25-30 metri. Localmente è presente fauna di acqua dolce: *Bithynia leachi* (SHEPPARD) e *Planorbis planorbis* (LINNEO). Datazioni assolute effettuate su un esemplare di *Bithynia leachi* ha fornito un'età radiocarbonio di 4150 ±40 anni BP.

OLOCENE

UNITA' DELL'AVANFOSSA BRADANICA

RGL SINTEMA DI CERIGNOLA

E' costituito da due unità litostratigrafiche fra loro eteropiche (ODN e STQ) che nell'insieme formano un sistema progredente. Il limite superiore è rappresentato da una superficie di erosione fluviale coincidente con la base del supersistema del Fiume Ofanto ovvero con la base del supersistema del Tavoliere di Puglia; il limite inferiore è rappresentato da una superficie erosiva che separa il sistema di Cerignola dalle argille subappennine e dalle unità sabbioso-conglomeratica non affioranti nell'area del Foglio 422 Cerignola ma rinvenute in sottosuolo ed affioranti nelle aree limitrofe (sabbie di Monte Marano e conglomerato di Irsina Auct.).

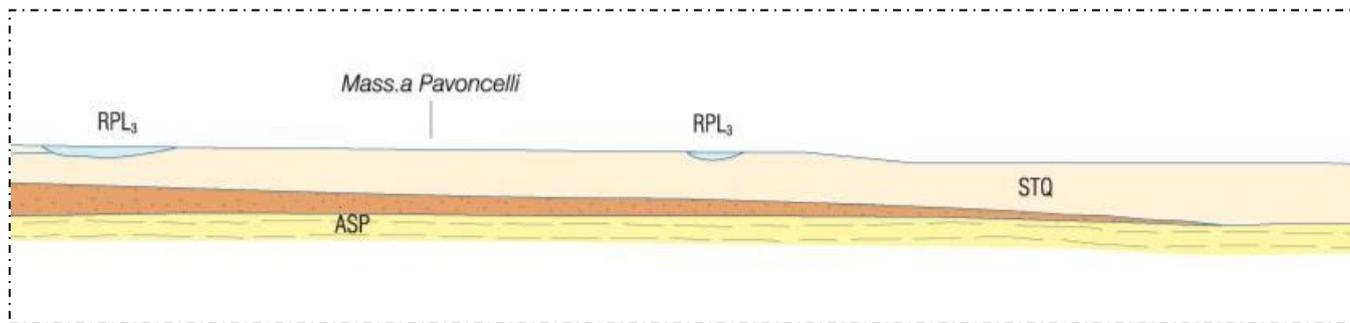
PLEISTOCENE MEDIO



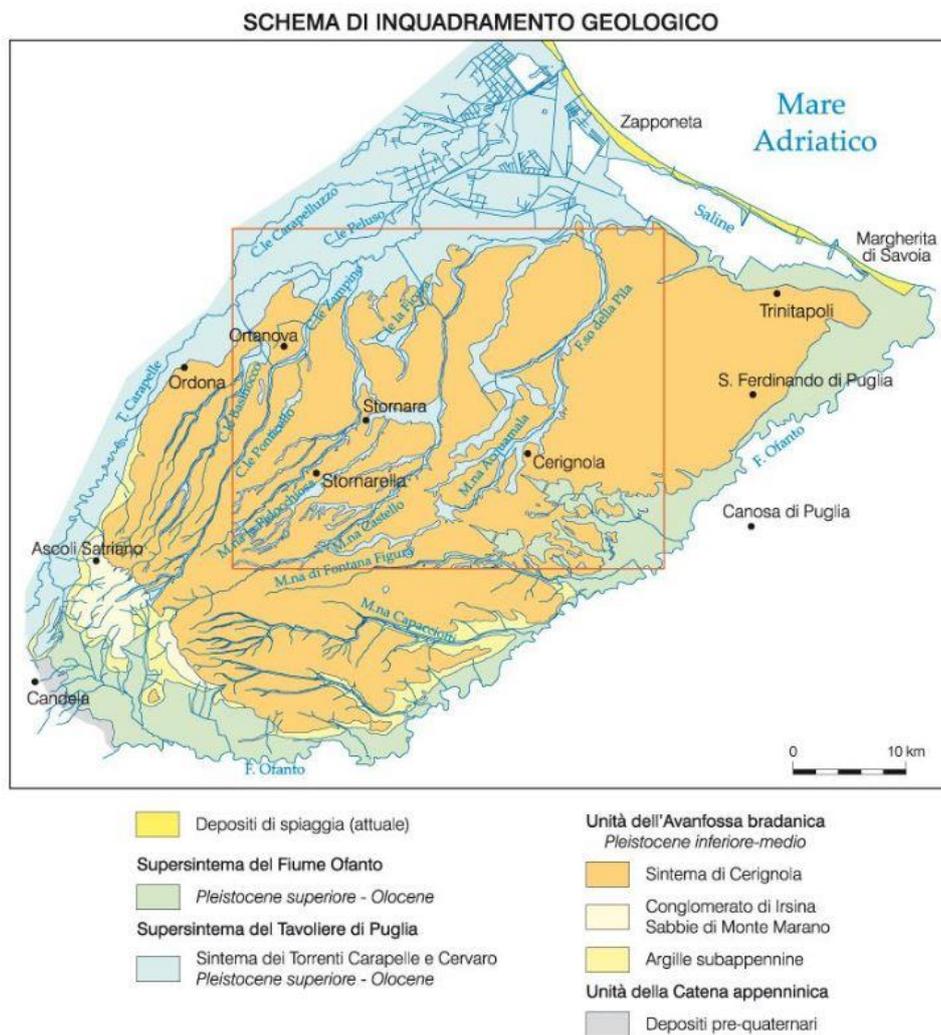
STQ Sabbie di Torre Quarto

Sabbie medie e fini di colore giallo ocra generalmente poco cementate in strati di spessore variabile da pochi centimetri a 50 centimetri con intercalazioni di livelli centimetrici e decimetrici di arenarie, argille e silt di colore giallastro a luoghi marnose; lo spessore massimo è di circa 55 metri. Presenti laminazione piano parallela e incrociata e, nella parte superiore, paleosuoli. Le macrofaune forniscono indicazioni di ambienti molto variabili che vanno dall'infralitorale, *Spisula subtruncatula* (DA COSTA), *Pitar rudis* (POLI), *Chamelea gallina* (LINNEO), alle aree di transizione comprensive di ambienti di spiaggia, lagunari, *Cerastoderma glaucum* (BRUGUIERE), *Hydrobiidae* spp, *Abra segmentum* (RECLUZ) e retrodontari. Le associazioni a foraminiferi (*Rotalia* e *Elphidium*) e a nannofossili calcarei non forniscono indicazioni cronologiche.

PLEISTOCENE MEDIO

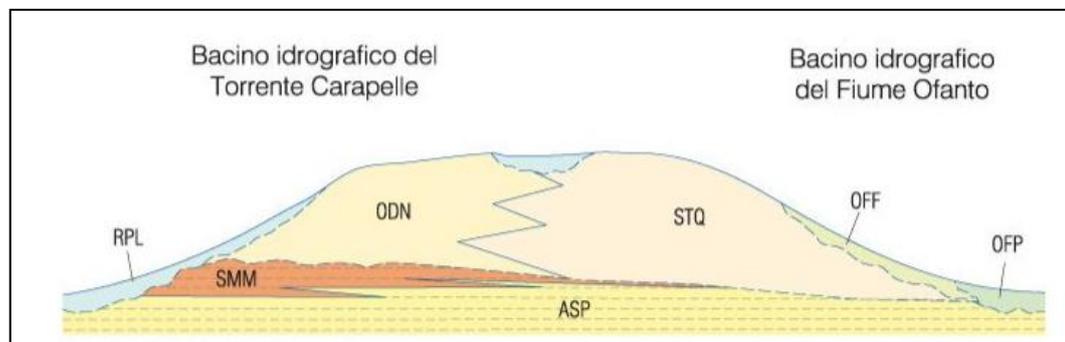


- Rapporti stratigrafici relativi alle aree d'intervento -



Geologicamente l'area del Foglio 422 "Cerignola" è caratterizzata dalla presenza di depositi recenti che vanno dal Pleistocene inferiore all'Olocene. All'interno di questi sedimenti è stato possibile individuare, sia in affioramento che in perforazione, importanti superfici di discontinuità, che hanno costituito la base per la suddivisione del record sedimentario in

unità stratigrafiche a limiti inconformi di diverso rango gerarchico (SALVADOR, 1987, 1994) ed hanno permesso l'elaborazione dello schema stratigrafico riportato in seguito.



La prima importante discontinuità separa le argille subappennine (ASP) e le sabbie di Monte Marano Auct.1, largamente affioranti nella Fossa Bradanica (AZZAROLI et alii, 1968a, CANTELLI 1960, RICCHETTI 1967), dai depositi sabbioso- conglomeratici in facies marina e continentale ascrivibili al Pleistocene medio e che costituiscono la gran parte dei terreni affioranti nell'area del Foglio "Cerignola".

Tali depositi, che costituiscono due unità litostratigrafiche eteropiche (ODN e STQ), sono stati raggruppati nel sistema di Cerignola (RGL).

Le argille subappennine (ASP) e le sabbie di Monte Marano Auct. (SMM) unitamente al sistema di Cerignola (RGL) sono state incluse nelle Unità dell'Avanfossa Bradanica, poiché questi terreni si sono depositati in un contesto di sollevamento regionale e superficializzazione del bacino di avanfossa.

A tetto del sistema di Cerignola (RGL) sono state riconosciute due superfici a limiti inconformi di tipo erosivo e di importanza regionale: la prima, riconoscibile nei quadranti sud-orientali del Foglio, separa i depositi del sistema di Cerignola (RGL) dai depositi alluvionali del Fiume Ofanto raggruppati nel supersistema del Fiume Ofanto (OF). La seconda superficie inconforme, riconoscibile nella restante parte del Foglio, costituisce la base del supersistema del Tavoliere di Puglia (TP) che

raggruppa i depositi alluvionali ricadenti nel bacino idrografico del Torrente Carapelle.

Entrambi i supersintemi includono al loro interno sintemi e subsintemi individuati sulla base del riconoscimento di superfici inconformi di carattere locale. L'attribuzione dei depositi alluvionali del Fiume Ofanto e del Torrente Carapelle a supersintemi si è resa necessaria a causa dell'importanza regionale delle discontinuità e dopo un coordinamento con i fogli limitrofi. Tutte le unità stratigrafiche sopra descritte sono ricoperte in modo discontinuo da depositi alluvionali attuali (b), da depositi eluvio-colluviali (b2), da depositi palustri (e3) e depositi antropici (h), ascrivibili all'Olocene. Tali depositi sono stati cartografati come "Unità non distinte in base al bacino di appartenenza" e per essi si è mantenuto il criterio litostratigrafico che ne ha guidato il riconoscimento e la suddivisione. Nello specifico, le litofacies che caratterizzano i terreni della zona in esame, sono costituiti da:

SUPERSINTEMA DEL TAVOLIERE DI PUGLIA (TP)

Il supersintema del Tavoliere di Puglia comprende i depositi alluvionali riferibili a tutti i corsi d'acqua che solcano il Tavoliere compresi fra il Fiume Fortore e il Fiume Ofanto.

I terreni appartenenti a questa unità a limiti inconformi affiorano diffusamente nel quadrante nord-occidentale, localmente, lungo le incisioni della parte centro-occidentale del Foglio. Nel complesso si tratta di depositi alluvionali riferibili al Torrente Carapelle e ai suoi affluenti.

La base dei depositi è una superficie inconforme di tipo erosivo in appoggio sul sistema di Cerignola (RGL) e, dai dati di perforazione, anche sulle argille subappennine (ASP). Il limite superiore coincide con la superficie topografica. Il supersintema del Tavoliere di Puglia è qui rappresentato dal sintema dei Torrenti Carapelle e Cervaro (RPL), a sua volta suddiviso in tre subsintemi: subsintema dell'Incoronata (RPL1),

subsintema di Masseria Torricelli (RPL2) e subsintema delle Marane La Pidocchiosa-Castello (RPL3)

Subsintema delle Marane La Pidocchiosa - Castello (RPL3)

Si tratta di depositi ghiaioso-sabbioso-limosi, localmente a stratificazione incrociata concava e obliqua. Queste alluvioni sono legate all'attività di una serie di corsi d'acqua affluenti di destra del Torrente Carapelle (il principale è la Marana La Pidocchiosa) e della Marana Castello con il suo affluente Fosso La Pila, che, attraverso opere di canalizzazione, sbocca a mare tra la foce del Fiume Ofanto e quella del Torrente Carapelle, dopo aver attraversato la depressione oggi occupata dalle saline di Margherita di Savoia. La tessitura prevalente del deposito dipende dal substrato inciso dal corso d'acqua. A sud, pertanto, prevalgono le facies ghiaiose, mentre a nord, prevalgono le facies sabbioso-limose. In località La Lupara, a circa 13 km a nord dell'abitato di Cerignola, in corrispondenza di zone di alluvionamento recente, si assiste alla presenza di sedimenti fini con livelli scuri ricchi in sostanza organica a testimonianza di prolungati ristagni d'acqua. Il limite inferiore del deposito è una superficie di tipo inconforme sul sistema di Cerignola (RGL) e sui depositi alluvionali più antichi (RPL1 e RPL2) mentre il limite superiore coincide con la superficie topografica. Lo spessore massimo dell'unità, desunto da dati di perforazione è di circa 25-30 metri.

In località Marrella, in corrispondenza di un taglio artificiale relativo alla canalizzazione della Marana Castello, è stata studiata una piccola sezione di circa 2 metri. La base è costituita da un silt limoso biancastro ricco di fauna di acqua dolce *Bithynia leachi* (SHEPPARD) e *Planorbis planorbis*, maggiormente concentrati in livelli o nidi. Al di sopra è presente un orizzonte di alcuni decimetri costituito interamente da pomice di colore grigio chiaro. Il deposito piroclastico mostra nella parte alta i caratteri di accumulo da dilavamento areale. Indicazioni di età relative al subsintema delle Marane La Pidocchiosa - Castello sono fornite da una datazione

assoluta (tipo AMS) effettuata su un esemplare di B. leachi che ha fornito un'età radio-carbonio di 4150 ± 40 anni BP e dall'episodio piroclastico riconducibile all'eruzione vesuviana di Avellino. Per le Pomici di Avellino le numerose datazioni radiometriche disponibili in letteratura coprono un intervallo di età compreso tra circa 3500 e 3600 anni dal presente (DELIBRAS et alii, 1979; VOGEL et alii, 1990; ROLANDI et alii, 1998; TERRASSI et alii, 1999; ALBORE LIVADIE et alii, 1998; ANDRONICO et alii, 1995). Nel Tavoliere la presenza di materiali attribuibili con certezza all'eruzione di Avellino è già stata accertata nei sedimenti lagunari ai piedi dell'insediamento archeologico di Coppa Nevigata, ai bordi della ex laguna di Salpi (CALDARA et alii, 2001; 2003). Non deve, quindi, meravigliare il ritrovamento di questi depositi nella Marana del Castello, in quanto questo canale altro non è che un affluente dell'antica ampia laguna di Salpi.

SINTEMA DI CERIGNOLA (RGL)

Questa unità stratigrafica a limiti inconformi comprende a sua volta due unità litostratigrafiche fra loro eteropiche denominate rispettivamente conglomerati di Ortona (ODN) e sabbie di Torre Quarto (STQ). Per questi depositi in letteratura non esiste un nome formale ma generalmente viene utilizzato il termine informale di Depositi Marini Terrazzati (BONARDI et alii, 1992).

Il limite inferiore del sintema non affiora; esso è rappresentato da una superficie erosiva che segna il passaggio tra questa unità, le argille subappennine (ASP) e delle sabbie non affioranti ma riconosciute nei pozzi ovvero affioranti in aree limitrofe al Foglio e correlabili con le sabbie di Monte Marano Auct. (RICCHETTI, 1965, 1967; AZZAROLI et alii, 1968a, 1968b, BOENZI et alii, 1971a; 1971b). Questa superficie è netta nei quadranti occidentali, dove si assiste al passaggio fra l'unità litostratigrafica costituita dai conglomerati di Ortona e le sabbie di Monte Marano Auct., mentre è poco distinguibile verso est dove il passaggio

stratigrafico è fra le sabbie di Torre Quarto e le sabbie di Monte Marano Auct. In questo caso la separazione è resa possibile dal tracciamento a scala dell'intero Foglio della superficie di erosione evidenziata ad ovest, non essendo possibile una distinzione di carattere biostratigrafico a causa dell'oggettiva mancanza di dati.

Il limite stratigrafico superiore del sistema di Cerignola corrisponde ad una superficie inconforme di tipo di erosivo e di importanza regionale che lo pone a contatto con i depositi alluvionali del sistema dei Torrenti Carapelle e Cervaro e supersistema del Fiume Ofanto e le coperture oloceniche. Per la diffusa presenza di minerali del Vulture all'interno dei depositi sabbioso-conglomeratici delle unità ODN e STQ, l'età del sistema di Cerignola può essere riferita al Pleistocene medio.

Sabbie di Torre Quarto (STQ).

Si tratta prevalentemente di sabbie di colore giallastro, in genere poco cementate, in strati di spessore variabile da pochi centimetri fino a 50 centimetri, con intercalazioni arenitiche, marnose e argilloso-siltose; raramente sono presenti orizzonti costituiti da ciottoli di piccole dimensioni in abbondante matrice sabbiosa. Gli spessori, desumibili dai dati di perforazione, sono di norma compresi fra 25 e 30 metri; il valore massimo, di 55 metri, è raggiunto nella parte settentrionale del Foglio. Le sabbie sono laminate con intervalli a laminazione piano parallela ed intervalli con set di lamine a stratificazione incrociata con ripple asimmetrici da correnti trattive. Nelle sabbie sono diffusi i fenomeni di bioturbazione.

CARATTERI TETTONICI

L'area del Foglio "Cerignola" ricade interamente in un settore di Avanfossa poco deformato compreso fra l'Appennino Dauno e l'Avampaese Apulo-Garganico. Questo settore di Avanfossa presenta uno stile strutturale caratterizzato da scarsa deformazione tettonica, strati e contatti stratigrafici sub-orizzontali ovvero disposti secondo l'originaria clinostratificazione. Secondo i più recenti modelli geodinamici l'Avanfossa bradanica esprime l'effetto della subsidenza flessurale dell'Avampaese apulo dovuta alla subduzione verso ovest della litosfera adriatico-ionica (MALINVERNO & RYAN, 1986; ROYDEN et alii, 1987; DOGLIONI, 1991; PATACCA & SCANDONE, 2001a). Nel settore in esame il processo di subsidenza flessurale inizia nel Pliocene superiore con l'ingressione marina e prosegue fino al Pleistocene medio quando a causa della cessazione del processo di subduzione, si ha il sollevamento regionale con la deposizione di una successione regressiva. La fine del processo di subduzione è imputata, a seconda dei diversi modelli geodinamici a varie cause:

- resistenza a subdurre della spessa litosfera apulo-garganica (DOGLIONI, 1991);
- rimbalzo viscoso-elastico dell'intero sistema di catena (CINQUE et alii, 1993; HIPPOLYTE et alii, 1994).

A queste due cause sono legate le principali strutture tettoniche che caratterizzano l'area del Foglio "Cerignola".

Queste strutture non risultano affioranti ma sono state individuate sulla base di indicazioni morfologiche e dati di profondità.

LE STRUTTURE DI SOTTOSUOLO

I carbonati meso-cenozoici dell'Avampaese Apulo-Garganico formano una rampa regionale che immerge verso ovest ed è dislocata da una serie di faglie che conferiscono un tipico assetto ad horst e graben con blocchi

ribassati sia verso ovest che verso est. In Figura 13 è riportata una carta delle isobate del tetto dei carbonati (SELLA et alii, 1992) sulla quale sono stati sovrainposti i limiti dell'area del Foglio 422 "Cerignola". Sulla base della direzione azimutale le strutture che interessano il substrato meso-cenozoico possono essere raggruppate in due sistemi di faglie:

- faglie ad orientazione N120-N150 che dislocano i carbonati apuli con blocchi ribassati sia verso ovest che verso est;
- faglie ad orientazione circa E-O con blocchi ribassati prevalentemente verso nord.

Entrambe le famiglie di faglie sembrano mostrare una cinematica di tipo diretto e/o trascorrente, com'è confermato dai numerosi affioramenti presenti nelle zone delle Murge e del Gargano prossime all'area del Foglio.

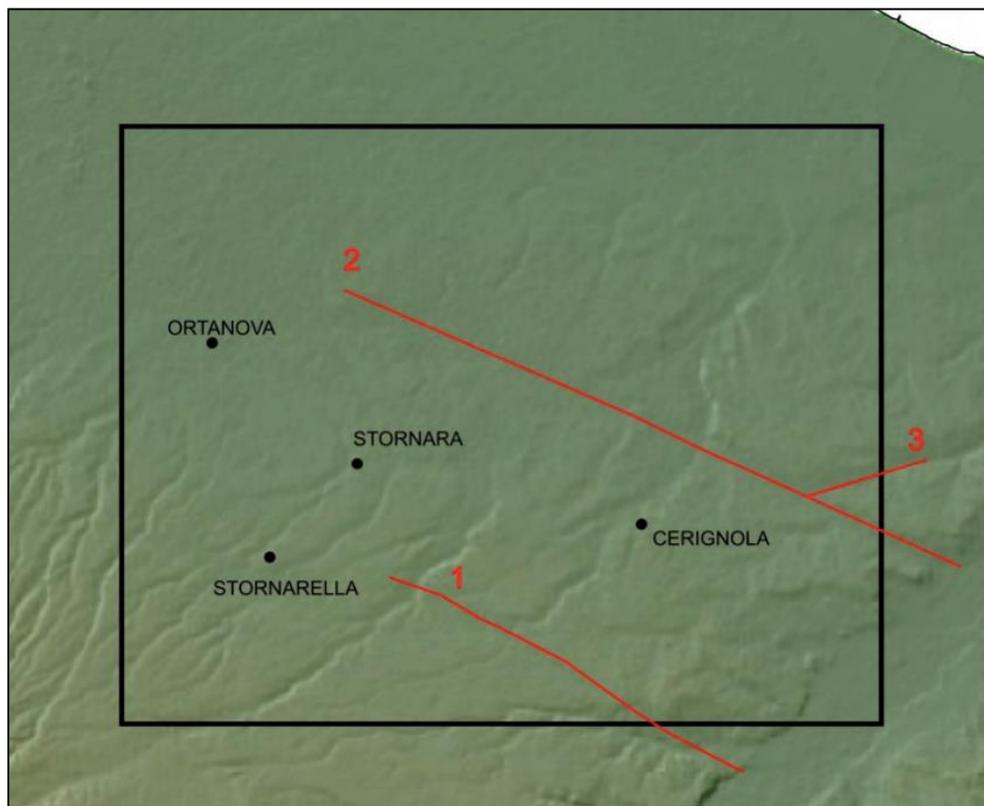
Per quanto riguarda l'età di queste strutture gli unici dati a disposizione sono quelli contenuti in un lavoro condotto da PATACCA & SCANDONE (2001b) per conto dell'ENEA e finalizzato all'individuazione di strutture sismogenetiche nell'area del Tavoliere. Secondo quanto riportato dagli Autori tali strutture sono attive durante il Pliocene superiore e sono generalmente suturate da depositi quaternari a partire da circa 1.50 Ma. Fanno eccezione alcune faglie che mostrano segni di attività anche in tempi recenti. In particolare gli Autori evidenziano una struttura ad orientazione N130 denominata faglia Foggia-Cerignola il cui ramo meridionale è situato a pochi chilometri ad ovest di Cerignola ed una struttura ad orientazione circa E-O il cui ramo più orientale lambisce il centro abitato di Stornarella; tali strutture sembrano deformare intervalli stratigrafici ascrivibili a 0.66 Ma.

LE STRUTTURE DI SUPERFICIE

Evidenze morfologiche di deformazione superficiale sono state rinvenute nella parte sud-orientale del Foglio "Cerignola". Si tratta di tre strutture di

cui due ad orientazione N130 ubicate rispettivamente a sud-ovest e ad est dell'abitato di Cerignola ed una, poco estesa nel Foglio "Cerignola", ma che prosegue nel Foglio 423 "Barletta", ad andamento N60. Le strutture sono ben evidenti sul DEM di seguito allegato.

La prima struttura è situata a sud-ovest dell'abitato di Cerignola ed è evidenziata da una modesta scarpata ad orientazione NO-SE, la cui parte ribassata è rivolta a SO (faglia 1 denominata faglia Foggia - Cerignola). La struttura è posta trasversalmente al reticolo idrografico ed interrompe la continuità di un corso d'acqua (Marana Acquamala). Proprio qui, alla base della scarpata è presente una modesta conoide alluvionale costituita da depositi sabbioso-ghiaiosi scarsamente cementati riferiti al subsistema delle Marane Pidocchiosa-Castello (RPL2). Le evidenze di carattere morfologico e la direzione delle paleocorrenti forniscono per la conoide un deflusso opposto all'attuale andamento del corso d'acqua; l'orientazione della scarpata, inoltre, appare completamente svincolata dall'attuale orientazione del reticolo idrografico. Tale situazione è stata interpretata come dovuta ad un'attività tettonica recente che ha ribassato il settore posto ad ovest della scarpata interessando i conglomerati di Ortona (ODN) e i depositi ghiaiosi del subsistema di Salve Regina (OFF2) e risultando coperta dai modesti spessori di depositi palustri (e3) e alluvionali (RPL2). Per questi motivi nella carta geologica è stata riportata con il simbolo di faglia sepolta. Queste morfologie anomale mostrano per ubicazione ed orientazione una stretta connessione con le strutture individuate attraverso i dati di profondità ed in particolare con il ramo meridionale della faglia Foggia - Cerignola (faglia 1) evidenziata da PATACCA & SCANDONE (2001b). Una seconda struttura tettonica è visibile ad est dell'abitato di Cerignola, nei pressi della tenuta Torre Quarto (faglia 2 denominata Torre Quarto).



Modello digitale del terreno del Foglio Cerignola con le principali strutture evidenziate

In superficie la struttura è caratterizzata da una modesta depressione morfologica talora riempita da depositi alluvionali e colluviali (b2) che da una parte si collegano alla valle del fiume Ofanto (situazione riscontrabile nel limitrofo Foglio “Barletta”) e dall'altra ai corsi d'acqua appartenenti al sistema dei Torrenti Carapelle e Cervaro.

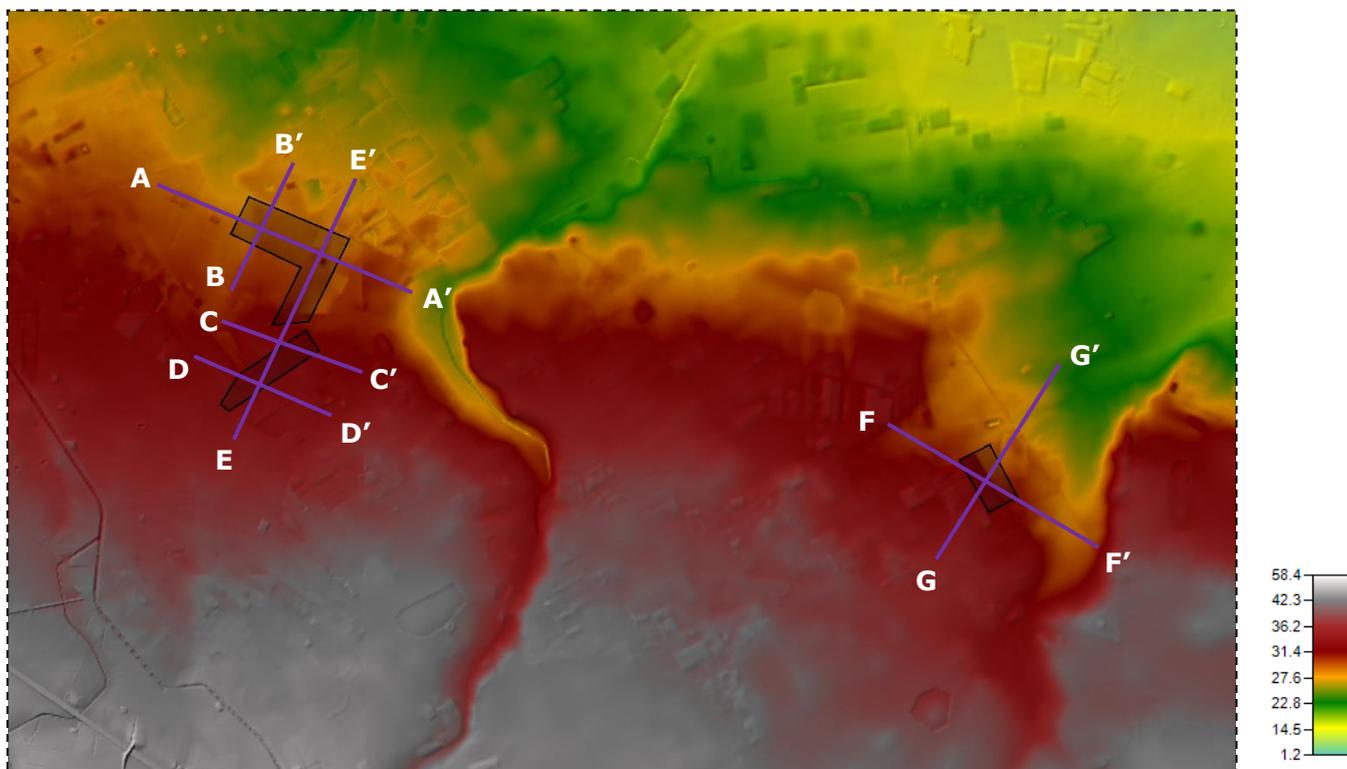
Una terza faglia (faglia 3 denominata S. Ferdinando - Bellaveduta), che si raccorda con la faglia di Torre Quarto, ha andamento N60 è individuata da una valle rettilinea con pendenze opposte riempita da sedimenti colluviali (b2).

CARATTERI MORFOLOGICI E IDROGRAFICI

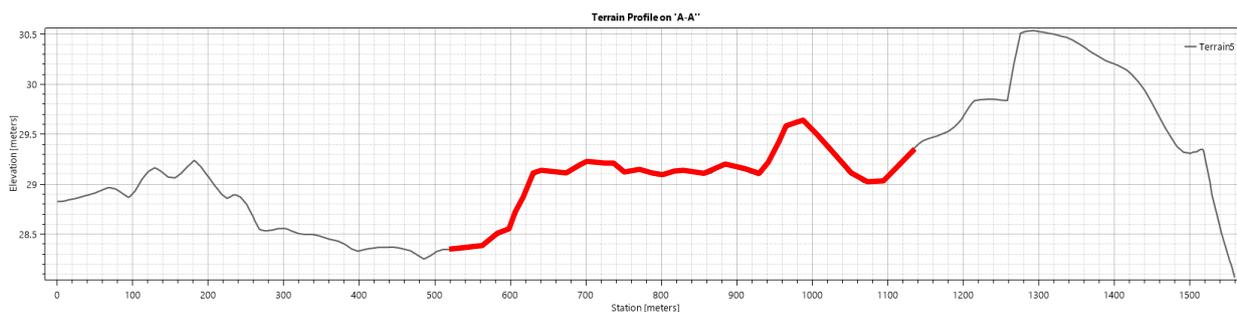
L'elemento morfologico più significativo del Foglio 422 "Cerignola" è rappresentato da una superficie subpianeggiante, debolmente inclinata verso nord-est, solcata da alcuni corsi d'acqua minori localmente chiamati "marane". Questo ripiano, compreso fra le valli del Fiume Ofanto e del Torrente Carapelle, fa parte di una vasta superficie che si estende da Ascoli Satriano fino al Golfo di Manfredonia, quasi a raccordare il rilievo appenninico alla piana costiera attuale.

La morfologia è quella tipica del Tavoliere delle Puglie, caratterizzata da una serie di superfici pianeggianti, più o meno estese, interrotte dai principali corsi d'acqua (Torrente Cervaro, Torrente Candelaro, Torrente Carapelle, Torrente Celone) e da locali canali e/o marane a deflusso spiccatamente stagionale, e degradanti con deboli pendenze verso la linea di costa adriatica. In tali aree l'evoluzione dei caratteri morfologici è stata evidentemente condizionata dalla natura del substrato geologico presente; gli affioramenti topograficamente più elevati, in corrispondenza dei quali spesso sorgono i centri urbani, sono caratterizzati dalla presenza di una litologia più resistente all'azione modellatrice degli agenti esogeni, al contrario le aree più depresse sono la testimonianza di una litologia meno competente e quindi più facilmente modellabile. Nel complesso l'area di progetto non è interessata dalla presenza di fenomeni erosivi in senso lato né è soggetta a rapida evoluzione e rimodellamento morfologico (inteso esclusivamente in termini di agenti esogeni naturali), in quanto questo si esercita in forma marginale ed attenuata e del tutto trascurabile ai fini degli interventi previsti.

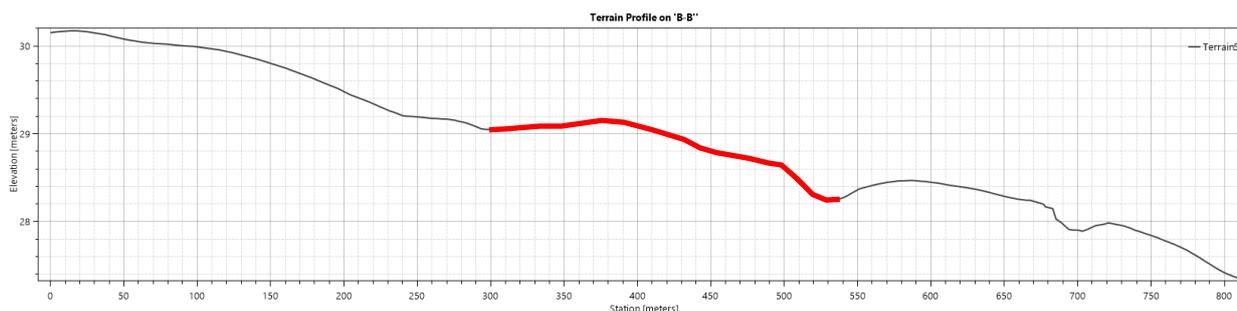
Si riportano di seguito alcune sezioni delle aree d'intervento al fine di evidenziare l'attuale assetto morfologico dei luoghi; il rapporto elevazione-distanza è volutamente fuori scala per meglio evidenziare le quote topografiche.



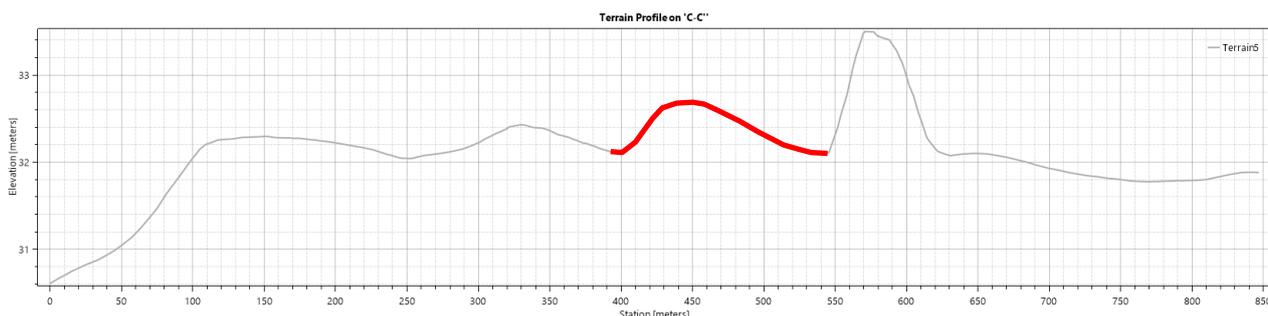
Aree d'impianto e traccia delle sezioni morfologiche



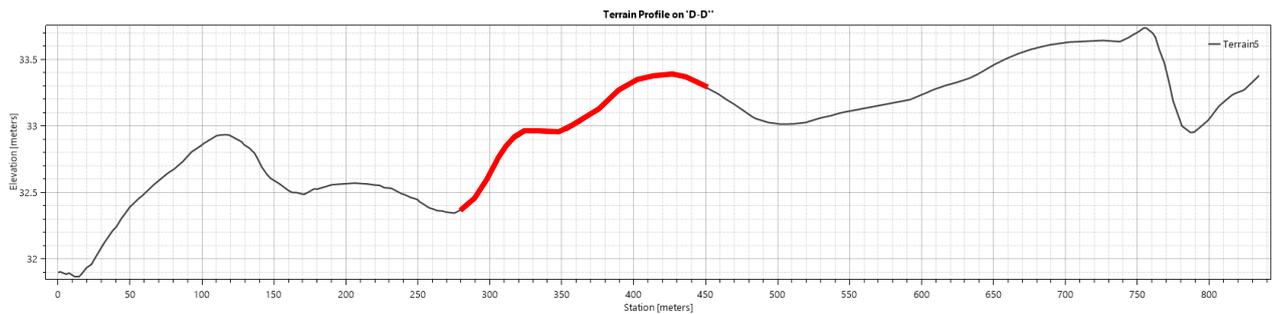
Sezione A-A'. Pendenza media area impianto 0.12° (0.21%)
Pendenza massima area impianto 0.34° (0.60%)



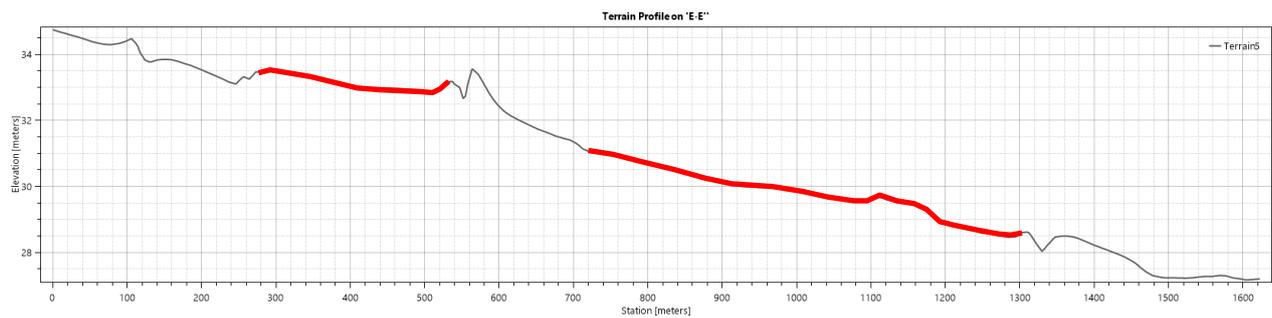
Sezione B-B'. Pendenza media area impianto 0.19° (0.33%)
Pendenza massima area impianto 0.57° (1.00 %)



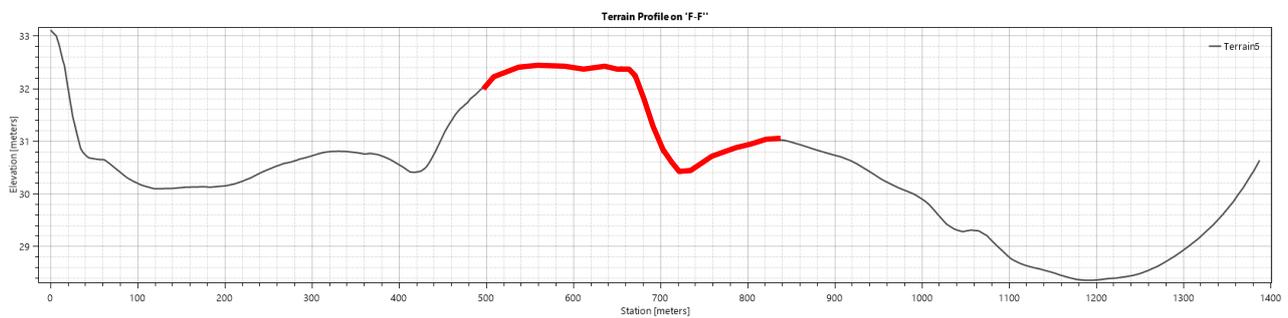
Sezione C-C'. Pendenza media area impianto 0.4° (0.70%)
Pendenza massima area impianto 0.57° (1.00%)



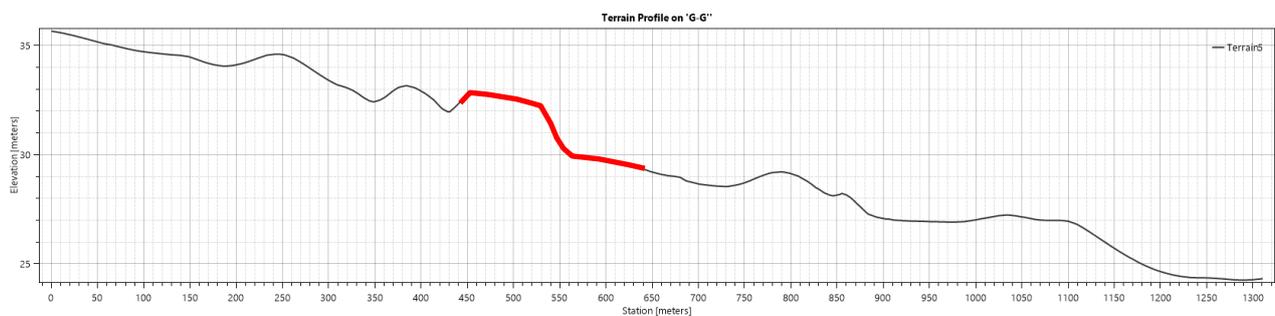
Sezione D-D'. Pendenza media area impianto 0.35° (0.61%)
 Pendenza massima area impianto 0.67° (1.17%)



Sezione E-E'. Pendenza media area impianto 0.24° (0.42%)
 Pendenza massima area impianto 0.34° (0.60%)



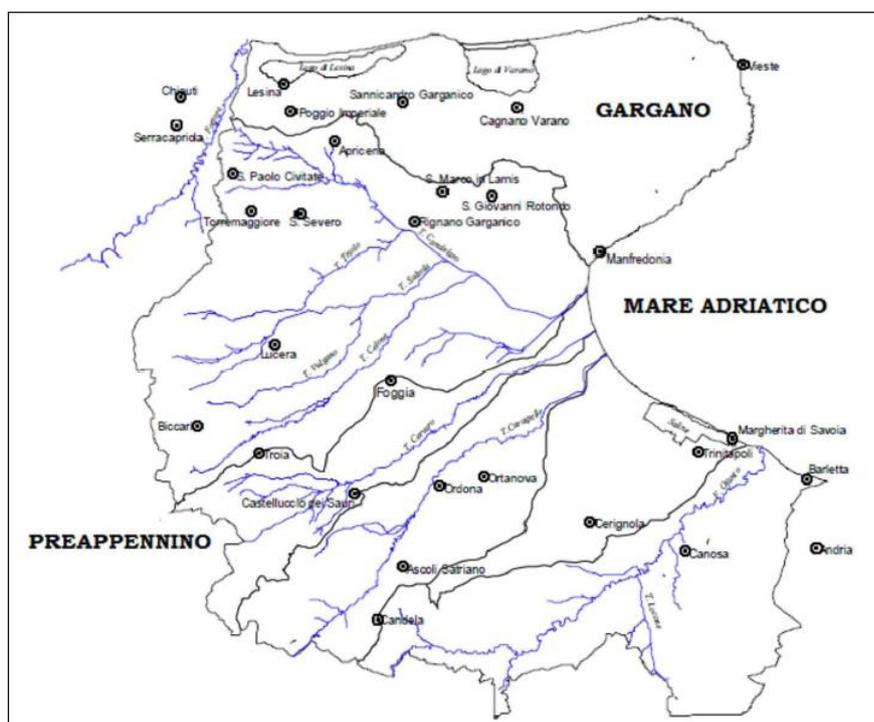
Sezione F-F'. Pendenza media area impianto 0.42° (0.73%)
 Pendenza massima area impianto 1.85° (3.20%)



Sezione G-G'. Pendenza media area impianto 0.96° (1.68%)
 Pendenza massima area impianto 2.75° (4.80%)

Da un punto di vista idrografico l'area in studio l'intero Tavoliere di Puglia, è caratterizzato da un'idrografia superficiale piuttosto diffusa. Ciò e da mettere in relazione sia alla natura geolitologica, con affioramenti di litologie prevalentemente limo argillose che favoriscono il ruscellamento superficiale sia anche alla collocazione morfologica e geografica, ai piedi di importanti rilievi dove si verificano intense precipitazioni e forti ruscellamenti a causa delle pendenze elevate e degli affioramenti lapidei impermeabili.

Il torrente Cervaro, il Carapelle e il fiume Ofanto rappresentano gli elementi idrografici principali, mentre quelli minori sono rappresentati da canali artificiali e di bonifica dislocati verso la costa.



Reticolo idrografico schematico dell'area del Tavoliere di Puglia.

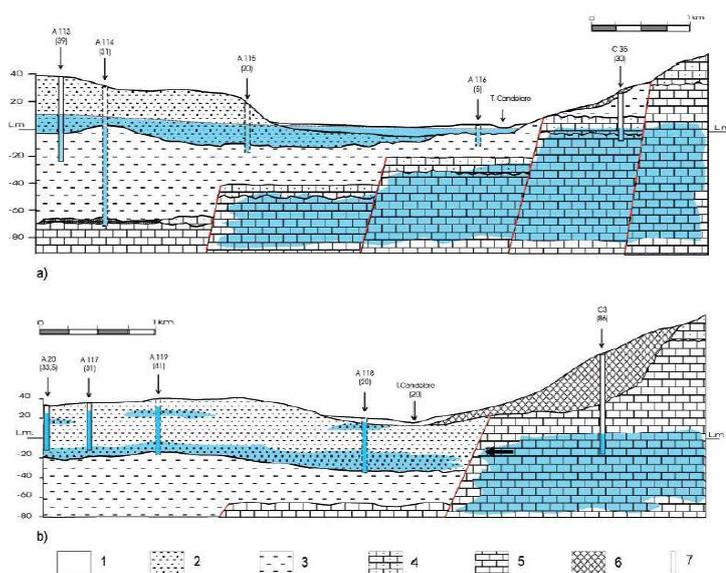
Lo scorrimento idrico in superficie, pertanto, avviene secondo linee di massima pendenza che normalmente seguono una direzione ortogonale alla linea di costa. L'idrografia rivela nel complesso una fase di maturità con un andamento meandriforme e con presenza talora di alvei abbandonati. Fuorché l'Ofanto, che evidenzia un regime a carattere

perenne, i suddetti corsi d'acqua hanno carattere torrentizio e le portate assumono un valore significativo solo a seguito di precipitazioni particolarmente abbondanti e prolungate. Generalmente con le prime forti precipitazioni autunnali non si vengono a determinare deflussi idrici di particolare rilievo, tanto che gli alvei restano privi d'acqua, persino fino a dicembre. Nei periodi piovosi invernali, anche se per breve durata, si possono determinare inaspettate piene con portate e coefficienti di deflusso alquanto elevati, il che è da mettere in relazione con il fatto che i terreni dei bacini imbriferi sono portati a saturazione dalle precipitazioni liquide e solide più frequenti anche se meno copiose, e con valori di evapotraspirazione molto bassi che non permettono il drenaggio verso l'alto delle acque.

Nello specifico le aree d'intervento, come da carta idrogeomorfologica ed igm non presentano interferenze con nessun reticolo idrografico.

CARATTERI IDROGEOLOGICI

In relazione alle caratteristiche stratigrafico-strutturali dell'area e in funzione della profondità, si identificano tre unità acquifere principali, di seguito elencate, dal basso verso l'alto [Maggiore et alii, 1996].



Sezioni idrogeologiche. Legenda

- 1) Depositi d'alveo (Olocene);
- 2) depositi della pianura alluvionale (Olocene – Pleistocene sup.);
- 3) argille grigio- azzurrognole con intercalazioni sabbiose (Pleistocene inf. – Pliocene sup.)
- 4) Calcarenite (Pliocene sup. – Miocene);
- 5) calcari della piattaforma carbonatica apula (Cretaceo);
- 6) Conoidi detritiche (Olocene – Pleistocene sup.)
- 7) Pozzo (in tratteggio, se proiettato).

Si distinguono, a partire dal basso.

- Acquifero fessurato-carsico profondo, situato in corrispondenza del substrato carbonatico prepliocenico.
- Acquifero poroso profondo, situato in corrispondenza delle lenti sabbiose intercalate alle argille plio-pleistoceniche.
- Acquifero poroso superficiale, la cui falda ha sede nei livelli sabbioso ghiaiosi dei depositi marini e alluvionali del Pleistocene sup. Olocene.

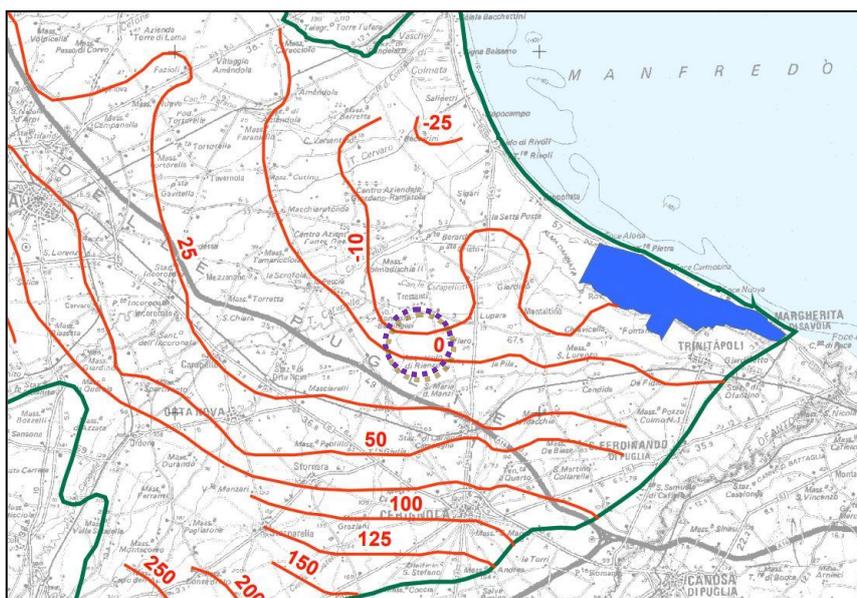
Le principali differenze tra queste tre unita acquifere risiedono nei caratteri della circolazione idrica sotterranea e nelle caratteristiche chimiche delle acque, legate a un diverso grado di mescolamento di tre componenti fondamentali: acque di origine meteorica, acque salate di intrusione marina e acque connate.

Acquifero poroso superficiale.

Si viene a formare nella porzione più superficiale del sottosuolo negli estesi depositi marini e alluvionali quaternari, che ricoprono con continuità le argille grigio-azzurre plio-pleistoceniche. La falda idrica si rinviene a modeste profondità dal piano campagna, variabili da zona a zona e può essere ripartita su più livelli.

Si tratta di un acquifero articolato, costituito da alternanze irregolari di strati ghiaiosi, sabbiosi, argillosi e argilloso-limosi con diverso grado di permeabilità. La presenza di livelli argillosi impermeabili intercalati, in configurazione lenticolare, consente in ogni caso l'interconnessione idraulica tra i vari livelli acquiferi, per cui i caratteri della circolazione idrica sono riferibili a un'unica falda, molto eterogenea, frazionata su più livelli. L'acquifero è sostenuto dalle argille grigio-azzurre impermeabili di base e la potenza dello stesso è variabile tra i 25 e 50 m, talora superiore, solo nelle aree più interne si riscontrano valori inferiori a 25m. Specifici studi di carattere idrogeologico indicano che la morfologia della superficie

piezometrica del territorio e notevolmente influenzata da quella del substrato impermeabile. Orientativamente si evidenzia che i corpi sedimentari a granulometria più grossolana (di maggiore permeabilità) prevalgono nelle aree di alta pianura e, man mano verso la costa, la presenza d'intercalazioni argilloso-limose (scarsamente permeabili) aumenta sia come spessore sia in frequenza. Coticché nella fascia pedemontana la falda circola liberamente, mentre, nella parte mediana e bassa è in pressione, in condizioni artesiane. La particolare configurazione litostratigrafica è tale che le zone di maggiore alimentazione sono quelle dove affiorano i depositi più grossolani, adatti ad assorbire buona parte delle acque meteoriche, destinandole alla circolazione idrica sotterranea.



Distribuzione dei carichi piezometrici con indicazione delle aree d'intervento

Come già rilevato lo spessore complessivo di questi terreni, e piuttosto esiguo in corrispondenza del lembo appenninico, aumenta sensibilmente verso est, raggiungendo i 50 m nella zona mediana della pianura e a luoghi i 100 m presso il litorale adriatico. La superficie piezometrica si

rinviene a circa 250 m s.l.m. nelle zone più interne e degrada fino alla costa con gradienti compresi tra 0,15% e 0,25%.

Nell'area in studio il carico piezometrico varia tra circa 0 e -10 metri rispetto alla quota del piano di campagna.

Tale falda ha potenzialità variabili da zona a zona, anche in base alle modalità di ricarica. Dati i processi naturali che lo alimentano, il deflusso, ed i grandi emungimenti a cui l'acquifero è sottoposto, la superficie isofreatica subisce sensibili escursioni nell'arco dell'anno con oscillazioni stagionali anche dell'ordine dei 5-10 metri a seconda della località considerata.

In linea generale, al di sotto delle aree d'intervento, la falda è stimata a profondità variabili tra 10 e 40 m e quindi ininfluenza con gli interventi in progetto.

Acquifero poroso profondo.

L'acquifero poroso profondo, plio-pleistocenico, è situato in corrispondenza degli strati sabbioso-limosi e localmente ghiaiosi intercalati alla successione argillosa dell'avanfossa. I livelli acquiferi sono rappresentati da corpi discontinui di forma lenticolare, dello spessore di pochi metri, alternati a strati argillosi impermeabili spessi anche alcune decine di metri. La falda è in pressione ovunque e di solito presenta forti caratteri di artesianità. Le reali caratteristiche di questo sistema acquifero sono poco conosciute, soprattutto riguardo alla geometria e distribuzione spaziale dei corpi acquiferi, alla connessione idraulica tra i diversi livelli e con le altre falde del Tavoliere, alle modalità di alimentazione e di deflusso.

I livelli utilizzati, captati di norma per uso irriguo, sono localizzati a profondità variabili tra 150 m e 500 m dal p.c.; nei livelli sabbiosi più profondi la possibilità di rinvenimento di acque dolci utilizzabili è fortemente condizionata dall'esistenza di acque connate, associate ad accumuli d'idrocarburi.

Acquifero fessurato-carsico profondo.

Dal T. Candelaro, procedendo verso ovest, l'acquifero carbonatico mesozoico del Gargano risulta ribassato a gradinata da sistemi di faglie dirette, a direzione appenninica e antiappenninica, che danno origine nel substrato un'articolata struttura ad horst e graben.

L'interesse pratico per questo acquifero è limitato alle zone dove il substrato è situato a profondità inferiori a qualche centinaio di metri, quali si riscontrano nella fascia pedegarganica del Tavoliere. Questa limitazione è giustificata dal fatto che procedendo verso la parte mediana dell'avanfossa, con la profondità del substrato aumenta notevolmente il contenuto salino delle acque che passano da valori tipici di acque di origine meteorica, più o meno contaminate dagli apporti marini, a valori e chimismo caratteristici delle acque connate associate ai giacimenti di idrocarburi. Le acque di falda circolano nelle rocce carbonatiche del substrato e sono confinate sotto la successione argillosa o di livelli poco fratturati delle stesse rocce calcaree. La circolazione idrica risente delle caratteristiche idrauliche dell'acquifero, variabili da zona a zona in funzione del grado di fessurazione e carsismo della roccia. Le modalità di deflusso della falda sono anche influenzate dalla presenza delle numerose faglie del substrato che determinano direttrici di deflusso preferenziali.

SISMICITA' E PARAMETRI SISMICI

In generale il quadro sismotettonico di un territorio è caratterizzato da:

- grado di sismicità del territorio;
- grado di sismicità dei territori contigui.

La Puglia è caratterizzata da sismicità rilevante in Capitanata e nel Gargano e più moderata nel Salento; inoltre forti terremoti del basso Ionio e del versante greco-albanese hanno prodotto effetti anche gravi nel territorio pugliese.

Il settore più attivo è il Gargano, colpito nel Seicento da una lunga sequenza di forti terremoti e, nei secoli successivi, da eventi di energia più contenuta (magnitudo MW minore di 6.0). L'evento garganico più importante è quello del 30 luglio 1627 (MW 6.7), che causò danni gravissimi e migliaia di vittime e fu seguito da eventi altrettanto forti nel 1646 (MW 6.6), nel 1647 (MW 5.9) e nel 1657 (MW 6.4).

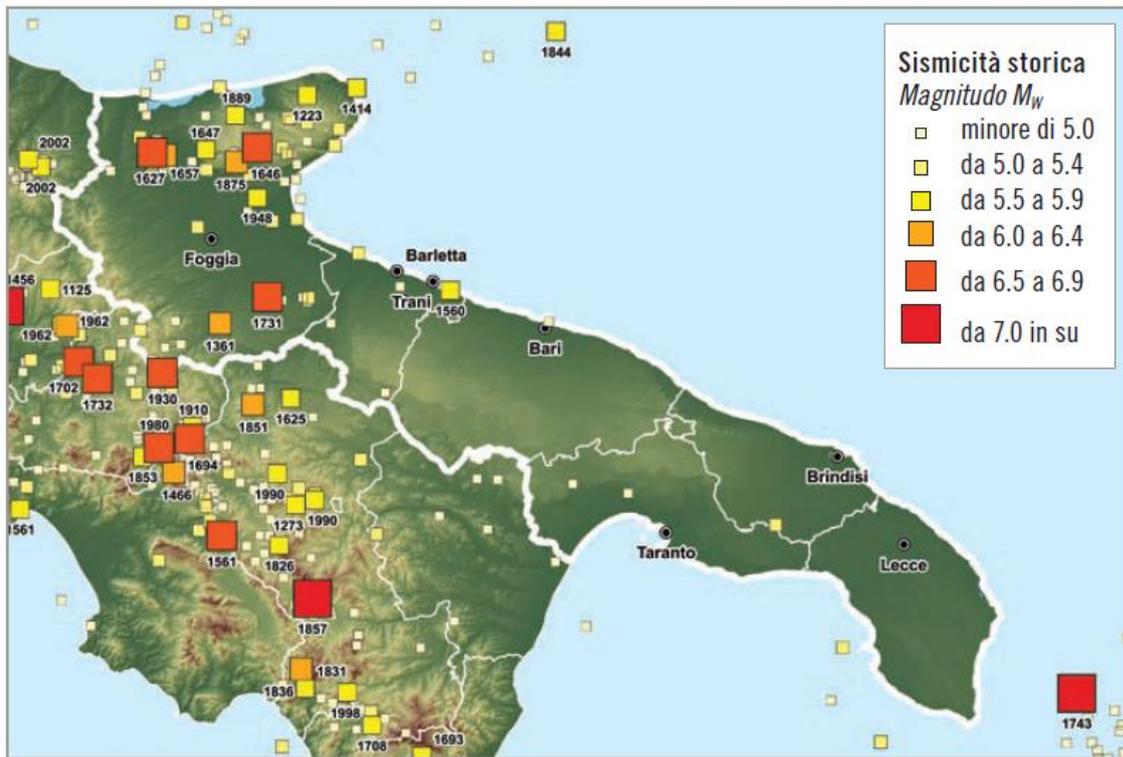
Il massimo terremoto della Capitanata avvenne il 20 marzo 1731 (MW 6.5), causando il crollo di circa un terzo degli edifici di Foggia, dove ci furono circa 500 morti e danni molto gravi nella pianura e sulle colline circostanti (Cerignola, Ortanova, Ascoli Satriano). Questo terremoto mandò in crisi l'economia di Foggia, che era un importante centro amministrativo e commerciale. Estremamente importante è il terremoto del 20 febbraio 1743 (MW 7.1), localizzato in mare nel basso Ionio, che colpì tutta la penisola salentina e le isole greche di Corfù e Lefkada, causando morti e crolli. A Nardò, la località pugliese più danneggiata, ci furono oltre 100 morti. Danni abbastanza seri si ebbero a Taranto e Brindisi, meno gravi a Lecce e nella penisola salentina. Il terremoto fu avvertito in un'area vastissima sino a Trento, Milano e Venezia e in numerose località lungo la costa adriatica.

Piuttosto rilevanti sono anche gli effetti in Puglia di terremoti localizzati in Irpinia, in particolare quelli del 1930 (MW 6.6) e del 1962 (MW 6.1).

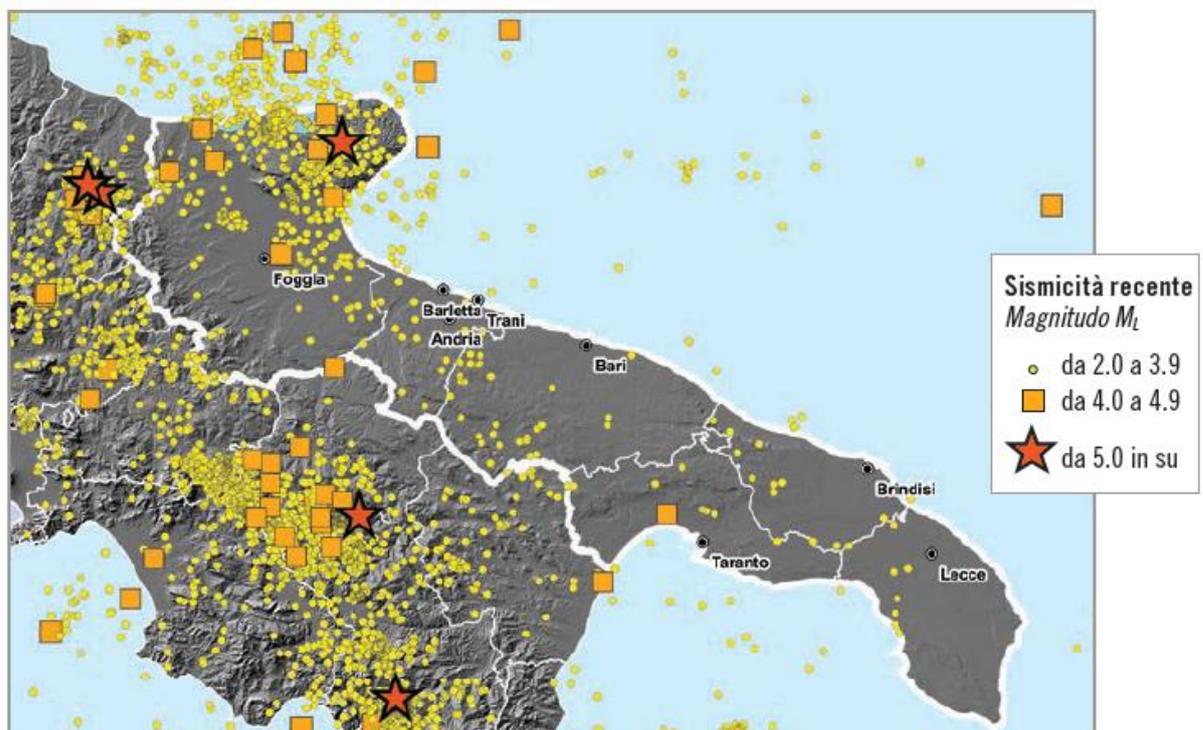
La sismicità regionale recente è molto più debole di quella storica, ma conferma le stesse strutture attive, con un terremoto di magnitudo ML pari a 5.2, il 30 settembre 1995, pochi eventi di magnitudo ML intorno a 4.5 localizzati in area garganica (1989, 1992, 1998, 2006) e una sequenza concentrata prevalentemente in territorio molisano al confine con la Puglia, nel Subappennino Dauno, nel 2002-2003. Questa sequenza fu caratterizzata da una scossa di magnitudo ML 5.7 il 31 ottobre 2002, che provocò danni gravi a San Giuliano di Puglia (CB) ed effetti del grado 7 MCS in alcune località delle province di Campobasso e Foggia. Il giorno seguente, 1° novembre, si verificò un'altra forte scossa (ML 5.7) con effetti del grado 7 MCS a Castellino del Biferno e Larino (CB) e a Carlintino (FG).

| Data | Area epicentrale | I _{MAX} | M _W |
|------------|-------------------------|------------------|----------------|
| 1223 | Gargano | 9 | 5.8 |
| 1361 07 17 | Ascoli Satriano | 10 | 6.0 |
| 1414 | Vieste (FG) | 8-9 | 5.8 |
| 1560 05 11 | Barletta-Bisceglie | 8 | 5.6 |
| 1627 07 30 | Gargano | 10 | 6.7 |
| 1646 05 31 | Gargano | 10 | 6.6 |
| 1647 05 05 | Gargano | 7-8 | 5.9 |
| 1657 01 29 | Lesina (FG) | 9-10 | 6.4 |
| 1694 09 08 | Irpinia-Basilicata | 10 | 6.8 |
| 1731 03 20 | Foggiano | 9 | 6.5 |
| 1743 02 20 | Basso Ionio | 9 | 7.1 |
| 1875 12 06 | San Marco in Lamis (FG) | 8 | 5.9 |
| 1889 12 08 | Apricena (FG) | 7 | 5.7 |
| 1930 07 23 | Irpinia | 10 | 6.6 |
| 1948 08 18 | Puglia settentrionale | 7-8 | 5.6 |
| 1962 08 21 | Irpinia | 9 | 6.1 |
| 1980 11 23 | Irpinia-Basilicata | 10 | 6.9 |
| 2002 10 31 | Monti Frentani, Molise | 8-9 | 5.7 |
| 2002 11 01 | Subappennino Dauno | 7 | 5.7 |

*Principali terremoti storici che hanno prodotto danni in Puglia (fonte: CPT111).
I_{MAX} è l'intensità massima osservata (scala MCS) e M_W è la magnitudo stimata.*



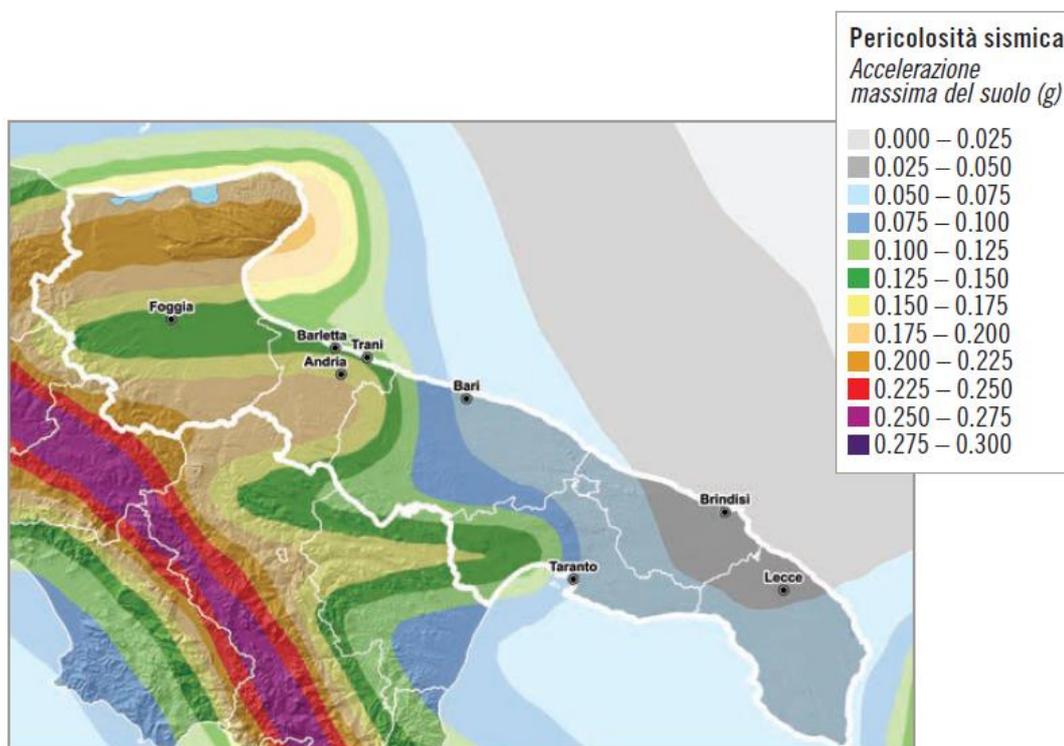
Distribuzione della sismicità storica in Puglia negli ultimi mille anni (fonte: CPTI11, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11>).



Terremoti di magnitudo $M_L \geq 2$ registrati dalla Rete Sismica Nazionale dal 1981 al 30 settembre 2013 (fonte: CSI, Bollettino Sismico e ISIDE, <http://iside.rm.ingv.it>).

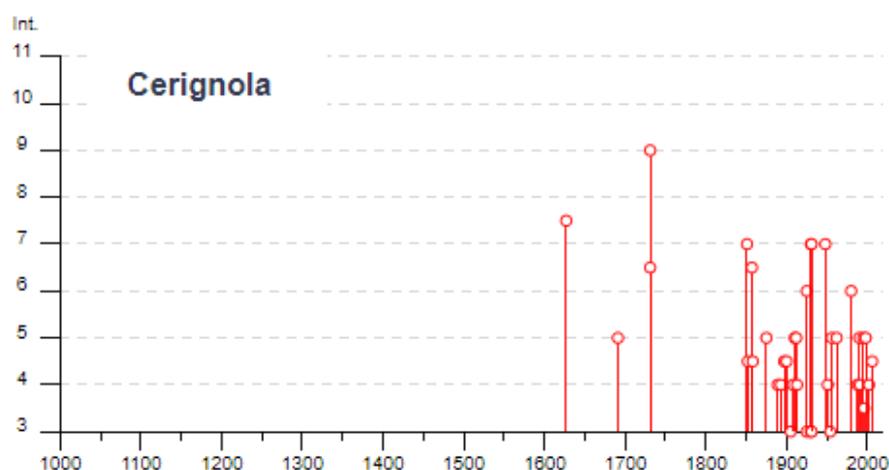
Il territorio regionale è caratterizzato da una pericolosità sismica da media ad alta, più elevata nell'area garganica e dell'Ofanto, minore nel Salento. Questo significa che gli eventi di magnitudo elevata sono più probabili nel nord della regione che non in altre aree, dove possono comunque verificarsi eventi forti o risentirsi eventi dell'Adriatico come avvenne nel 1743, per quanto la frequenza di forti terremoti è molto bassa. I valori di accelerazione previsti dal modello di pericolosità sismica (probabilità del 10% in 50 anni) sono compresi tra 0.50 e 0.225g, ma la maggior parte del territorio regionale mostra valori maggiori di 0.10g.

La pericolosità sismica della regione è determinata dalla presenza di strutture sismicamente attive del Gargano e della Valle dell'Ofanto, che hanno avuto i loro massimi con i terremoti garganici del 1627 ($M_w6.7$) e del 1646 ($M_w6.6$) e quello di Foggia del 1731 ($M_w6.5$).



Pericolosità sismica in Puglia.

Di seguito si riporta l'elenco delle osservazioni macrosismiche di terremoti relative al Comune di Cerignola al di sopra della soglia del "danno".



| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | | | | | |
|---------|--------------------------------|----|----|----|----|----|------------------------|------|------------|
| Int. | Anno | Me | Gi | Ho | Mi | Se | Area epicentrale | NMDP | Io Mw |
| 7-8 | 1627 | 07 | 30 | 10 | 50 | | Capitanata | 64 | 10 6.66 |
| 5 | 1691 | 09 | 26 | | | | Tavoliere delle Puglie | 1 | 5 4.16 |
| 9 | 1731 | 03 | 20 | 03 | | | Tavoliere delle Puglie | 49 | 9 6.33 |
| 6-7 | 1731 | 10 | 17 | 11 | | | Tavoliere delle Puglie | 6 | 6-7 4.86 |
| 7 | 1851 | 08 | 14 | 13 | 20 | | Vulture | 103 | 10 6.52 |
| 4-5 | 1852 | 12 | 09 | 21 | 15 | | Gargano | 12 | 5 4.31 |
| 6-7 | 1857 | 12 | 16 | 21 | 15 | | Basilicata | 340 | 11 7.12 |
| 4-5 | 1858 | 05 | 24 | 09 | 20 | | Tavoliere delle Puglie | 13 | 4-5 4.35 |
| 5 | 1875 | 12 | 06 | | | | Gargano | 97 | 8 5.86 |
| 2-3 | 1882 | 06 | 06 | 05 | 40 | | Isernino | 50 | 7 5.20 |
| 4 | 1889 | 12 | 08 | | | | Gargano | 122 | 7 5.47 |
| NF | 1892 | 06 | 06 | | | | Isole Tremiti | 68 | 6 4.88 |
| 4 | 1893 | 01 | 25 | | | | Vallo di Diano | 134 | 7 5.15 |
| 4-5 | 1897 | 05 | 28 | 22 | 40 | 02 | Ionio | 132 | 6 5.46 |
| 4-5 | 1900 | 12 | 23 | 22 | 30 | | Gargano | 20 | 5 4.37 |
| 3 | 1905 | 09 | 08 | 01 | 43 | | Calabria centrale | 895 | 10-11 6.95 |
| 2 | 1905 | 11 | 26 | | | | Irpinia | 122 | 7-8 5.18 |
| NF | 1908 | 09 | 16 | 20 | 15 | | Gargano | 14 | 3-4 3.72 |
| 4 | 1908 | 12 | 28 | 04 | 20 | 27 | Stretto di Messina | 772 | 11 7.10 |
| 5 | 1910 | 06 | 07 | 02 | 04 | | Irpinia-Basilicata | 376 | 8 5.76 |
| 5 | 1912 | 07 | 02 | 07 | 34 | | Tavoliere delle Puglie | 49 | 5 4.55 |
| 4 | 1913 | 10 | 04 | 18 | 26 | | Molise | 205 | 7-8 5.35 |
| 6 | 1925 | 07 | 28 | 03 | 33 | | Tavoliere delle Puglie | 6 | 5 4.20 |
| 3 | 1925 | 08 | 25 | 05 | 10 | | Gargano | 14 | 5 4.92 |
| 7 | 1930 | 07 | 23 | 00 | 08 | | Irpinia | 547 | 10 6.67 |
| 3 | 1930 | 11 | 06 | 21 | 56 | | Alta Murgia | 16 | 5 4.41 |

| | | | | | | |
|-----|-------------------|---------------------|------------------------|------|-----|------|
| 3 | 📄 | 1931 05 10 10 48 55 | Irpinia | 43 | 5-6 | 4.64 |
| 7 | 📄 | 1931 12 03 09 32 | Tavoliere delle Puglie | 12 | 6 | 4.59 |
| 7 | 📄 | 1948 08 18 21 12 20 | Gargano | 58 | 7-8 | 5.55 |
| 4 | 📄 | 1951 01 16 01 11 | Gargano | 73 | 7 | 5.22 |
| 3 | 📄 | 1954 08 06 19 21 12 | Potentino | 13 | 5-6 | 5.18 |
| NF | 📄 | 1955 02 09 10 06 | Gargano | 31 | 6-7 | 5.05 |
| NF | 📄 | 1955 07 12 04 02 | Gargano | 8 | 5 | 4.16 |
| 2 | 📄 | 1956 01 09 00 44 | Materano | 45 | 6 | 4.72 |
| 5 | 📄 | 1956 09 22 03 19 39 | Gargano | 57 | 6 | 4.64 |
| 2-3 | 📄 | 1962 01 19 05 01 25 | Gargano | 31 | 5 | 4.42 |
| 5 | 📄 | 1962 08 21 18 19 | Irpinia | 562 | 9 | 6.15 |
| NF | 📄 | 1978 09 24 08 07 44 | Materano | 121 | 6 | 4.75 |
| 6 | 📄 | 1980 11 23 18 34 52 | Irpinia-Basilicata | 1394 | 10 | 6.81 |
| NF | 📄 | 1984 04 29 05 02 59 | Umbria settentrionale | 709 | 7 | 5.62 |
| 4 | 📄 | 1988 04 26 00 53 4 | Adriatico centrale | 78 | | 5.36 |
| NF | 📄 | 1990 02 18 20 10 4 | Adriatico centrale | 46 | | 4.24 |
| 5 | 📄 | 1990 05 05 07 21 2 | Potentino | 1375 | | 5.77 |
| 4 | 📄 | 1991 05 26 12 25 5 | Potentino | 597 | 7 | 5.08 |
| 2-3 | 📄 | 1992 11 05 13 34 2 | Gargano | 32 | 5 | 4.34 |
| 5 | 📄 | 1995 09 30 10 14 3 | Gargano | 145 | 6 | 5.15 |
| 3-4 | 📄 | 1996 04 03 13 04 3 | Irpinia | 557 | 6 | 4.90 |
| 5 | 📄 | 1998 04 07 21 36 0 | Valle dell'Ofanto | 45 | 5 | 4.31 |
| 4 | 📄 | 2002 11 01 15 09 0 | Molise | 638 | 7 | 5.72 |
| NF | 📄 | 2003 06 01 15 45 1 | Molise | 501 | 5 | 4.44 |
| NF | 📄 | 2004 09 03 00 04 1 | Potentino | 156 | 5 | 4.41 |
| 4-5 | 📄 | 2006 05 29 02 20 0 | Gargano | 384 | | 4.64 |
| 2 | 📄 | 2006 12 10 11 03 4 | Adriatico centrale | 54 | | 4.48 |

In seguito all'Ordinanza PCM del 20 marzo 2003 n° 3274, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha redatto la nuova mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche. La mappa finale è stata ottenuta dall'uso ponderale di tre gruppi di relazioni di attenuazione e due insiemi di intervalli di completezza. La mappa presenta anche una fascia "marginale", dove sono raggruppati quei territori che possono essere inseriti in una zona sismica o in quella contigua, nell'ambito del potere discrezionale che l'Ordinanza affida alle Regioni. Le zone sismiche, distinte in 4 classi di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, sono state individuate in base al sistema dei codici europei (EC8).

ZONA 1 – caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale del suolo $0,25 < a_g \leq 0,35$ g (alta sismicità)

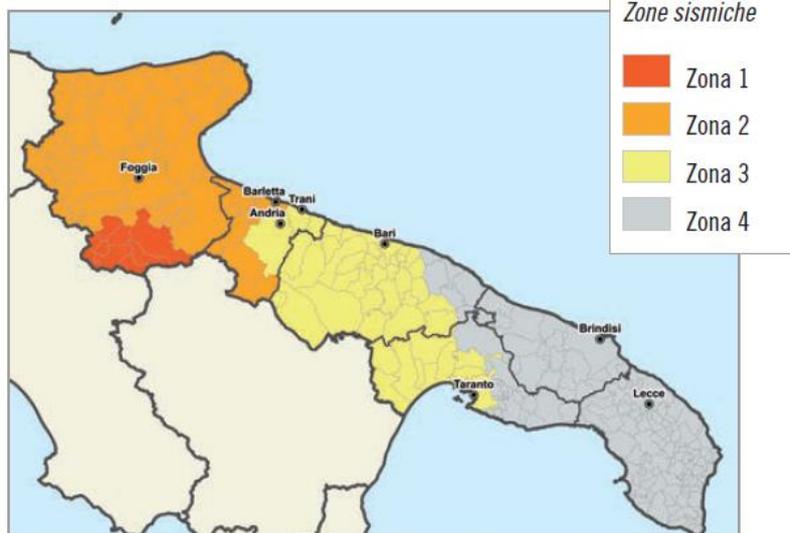
ZONA 2 - caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale del suolo $0,15 < a_g \leq 0,25$ g (media sismicità)

ZONA 3 - caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale del suolo $0,05 < a_g \leq 0,15$ g (bassa sismicità)

ZONA 4 - caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale del suolo $a_g \leq 0,05$ g (sismicità molto bassa)

| Decreti fino al 1984 | GdL 1988 | Classificazione 2003 |
|----------------------|----------|----------------------|
| I categoria | S=12 | Zona 1 |
| II categoria | S=9 | Zona 2 |
| III categoria | S=6 | Zona 3 |
| N.C. | N.C. | Zona 4 |

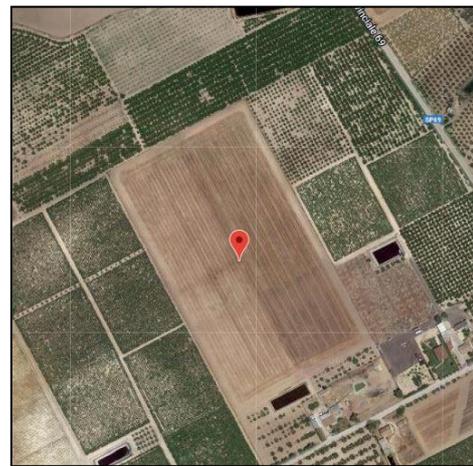
*Attuale classificazione sismica (DGR n. 153/2004
che ha recepito OPCM n. 3274/2003).*



Il territorio di Cerignola è classificato in Zona 2.

Secondo quanto riportato nelle NTC 2018, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito oggetto d'intervento, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento; pertanto la stima della pericolosità sismica, viene definita mediante un approccio "sito-dipendente" e non più tramite un criterio "zona-dipendente".

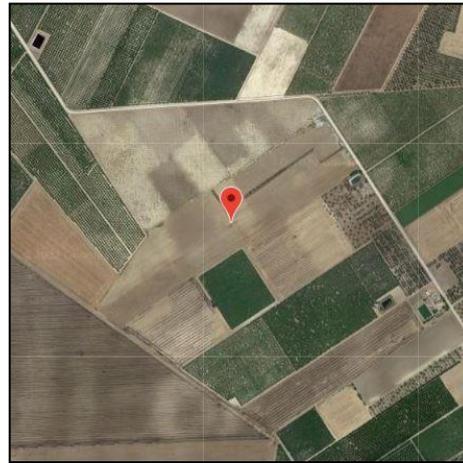
AREA IMPIANTO CER02_A



| Stati limite | | | | |
|---|-----------------|-----------|-------|-------------|
| Classe Edificio | | | | |
| II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali... | | | | |
| Vita Nominale | 50 | | | |
| Interpolazione | Media ponderata | | | |
| CU = 1 | | | | |
| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | F_0 | T_C^* [s] |
| Operatività (SLO) | 30 | 0.042 | 2.501 | 0.284 |
| Danno (SLD) | 50 | 0.053 | 2.550 | 0.324 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 475 | 0.134 | 2.606 | 0.436 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 975 | 0.176 | 2.592 | 0.445 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 50 | | | |

| Coefficienti sismici | | | | |
|--|--------|-------|-------|-------|
| Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni | | | | |
| <input type="checkbox"/> Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti. | | | | |
| H (m) | us (m) | | | |
| 1 | 0.1 | | | |
| Cat. Sottosuolo | B | | | |
| Cat. Topografica | T1 | | | |
| | SLO | SLD | SLV | SLC |
| SS Amplificazione stratigrafica | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 |
| CC Coeff. funz categoria | 1,41 | 1,38 | 1,30 | 1,29 |
| ST Amplificazione topografica | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| <input type="checkbox"/> Acc.ne massima attesa al sito [m/s ²] | | | | |
| | | | | 0.6 |
| | SLO | SLD | SLV | SLC |
| kh | 0.010 | 0.013 | 0.039 | 0.051 |
| kv | 0.005 | 0.006 | 0.019 | 0.025 |
| Amax [m/s ²] | 0.498 | 0.628 | 1.583 | 2.069 |
| Beta | 0.200 | 0.200 | 0.240 | 0.240 |

AREA IMPIANTO CER02_B



Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | Fo | Tc* [s] |
|--|-----------|-----------|-------|---------|
| Operatività (SLO) | 30 | 0.043 | 2.496 | 0.285 |
| Danno (SLD) | 50 | 0.054 | 2.551 | 0.325 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 475 | 0.134 | 2.608 | 0.437 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 975 | 0.175 | 2.596 | 0.446 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 50 | | | |

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1 us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: B

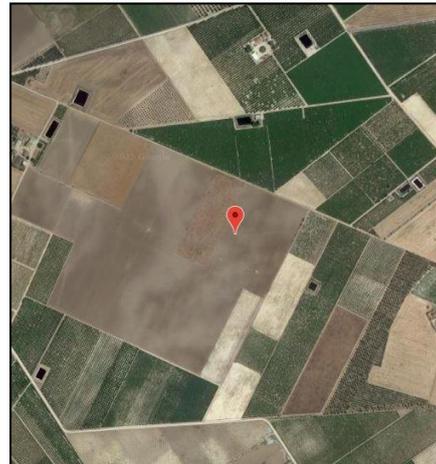
Cat. Topografica: T1

| | SLO | SLD | SLV | SLC |
|---------------------------------|------|------|------|------|
| SS Amplificazione stratigrafica | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 |
| CC Coeff. funz categoria | 1,41 | 1,38 | 1,30 | 1,29 |
| ST Amplificazione topografica | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

| Coefficienti | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------|-------|-------|-------|-------|
| kh | 0.010 | 0.013 | 0.039 | 0.051 |
| kv | 0.005 | 0.006 | 0.019 | 0.025 |
| Amax [m/s²] | 0.502 | 0.631 | 1.583 | 2.065 |
| Beta | 0.200 | 0.200 | 0.240 | 0.240 |

AREA IMPIANTO CER02_C



Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

CU = 1

| Stato Limite | Tr [anni] | a_g [g] | Fo | Tc [*] [s] |
|--|-----------|-----------|-------|---------------------|
| Operatività (SLO) | 30 | 0.043 | 2.494 | 0.285 |
| Danno (SLD) | 50 | 0.054 | 2.550 | 0.325 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 475 | 0.134 | 2.610 | 0.437 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 975 | 0.174 | 2.600 | 0.447 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 50 | | | |

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1 us (m): 0,1

Cat. Sottosuolo: B

Cat. Topografica: T1

| | SLO | SLD | SLV | SLC |
|---------------------------------|------|------|------|------|
| SS Amplificazione stratigrafica | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 |
| CC Coeff. funz categoria | 1,41 | 1,38 | 1,30 | 1,29 |
| ST Amplificazione topografica | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

| Coefficienti | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| kh | 0.010 | 0.013 | 0.039 | 0.050 |
| kv | 0.005 | 0.006 | 0.019 | 0.025 |
| Amax [m/s ²] | 0.502 | 0.631 | 1.573 | 2.047 |
| Beta | 0.200 | 0.200 | 0.240 | 0.240 |

INDAGINI "MASW"

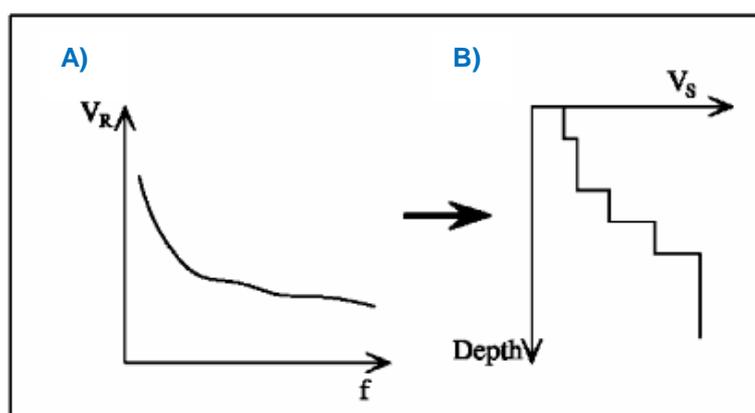
Cenni metodologici

Il metodo "MASW" è una tecnica d'indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi e ciò limita i costi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.



La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle V_s , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati. Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione della velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite processo di inversione.



A) Velocità delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza; B) profilo di velocità delle onde di taglio in funzione della profondità (a destra) ricavato tramite processo d'inversione.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede 3 passi fondamentali:

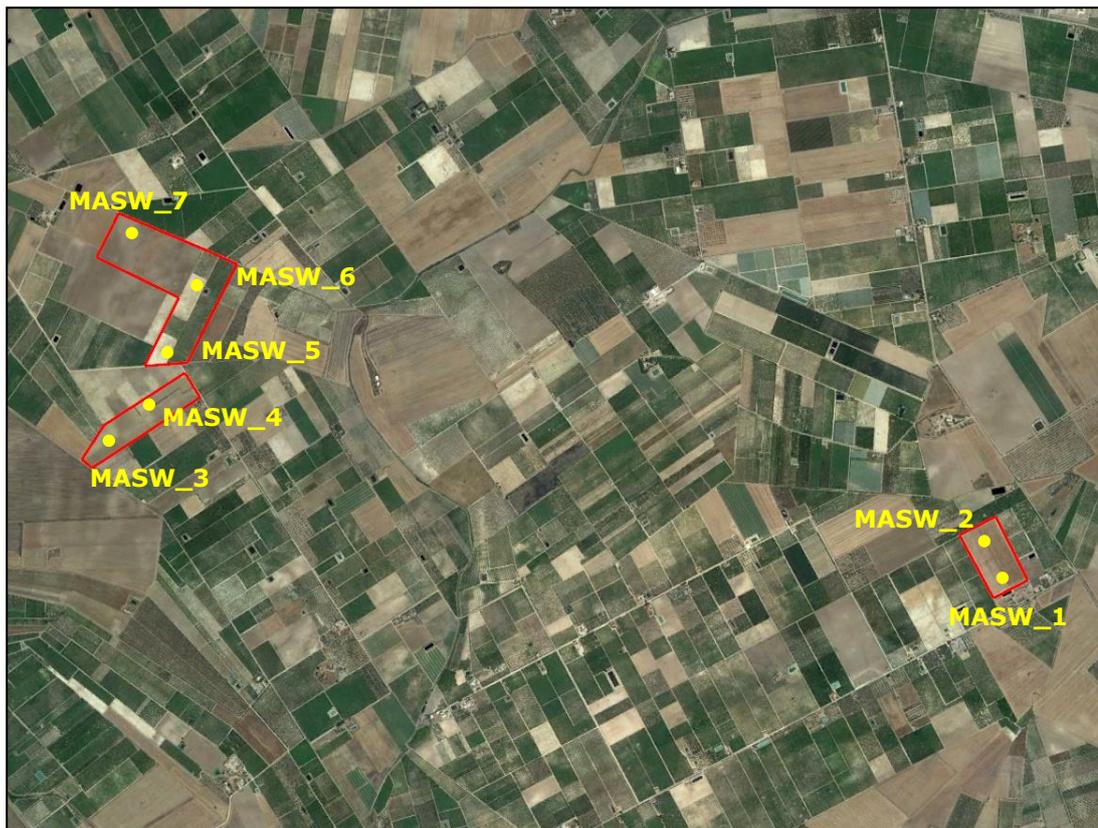
1. calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale;
2. calcolo della velocità di fase apparente numerica;
3. individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio V_s e di compressione V_p (o in maniera alternativa alle velocità V_p è possibile assegnare il coefficiente di Poisson), la densità di massa degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato.

Il modello di suolo e quindi il profilo di velocità delle onde di taglio verticali possono essere individuati con procedura manuale o con procedura automatica o con una combinazione delle due. Generalmente si assegnano il numero di strati del modello, il coefficiente di Poisson, la densità di massa e si variano lo spessore h e la velocità V_s degli strati.

Nella procedura manuale l'utente assegna per tentativi diversi valori delle velocità V_s e degli spessori h , cercando di avvicinare la curva di dispersione numerica alla curva di dispersione sperimentale. Nella procedura automatica, invece, la ricerca del profilo di velocità ottimale è affidata ad un algoritmo di ricerca globale o locale che cerca di minimizzare l'errore tra la curva sperimentale e la curva numerica. In genere quando l'errore relativo, tra curva sperimentale e curva numerica è compresa tra il 5% e il 10% si ha un soddisfacente accordo tra le due curve e il profilo di velocità delle onde di taglio V_s e quindi il tipo di suolo sismico conseguente rappresentano una soluzione valida da un punto di vista ingegneristico.

Modalità esecutive

La modalità d'esecuzione è la stessa utilizzata per la sismica a rifrazione: cinque stendimenti di lunghezza pari 50 metri cadauno, lungo i quali sono stati disposti alternativamente e collegati in serie 24 geofoni con frequenza di 4.5 Hz e distanza intergeofonica di 2.00 m. Gli shots, realizzati mediante l'utilizzo di una massa battente del peso di 10 kg circa, sono stati eseguiti esternamente ad ogni singolo stendimento ad una distanza di circa 10 mt; la registrazione dei sismogrammi è stata effettuata mediante un sismografo DoReMi della "SARA e.i." a 16 bit.



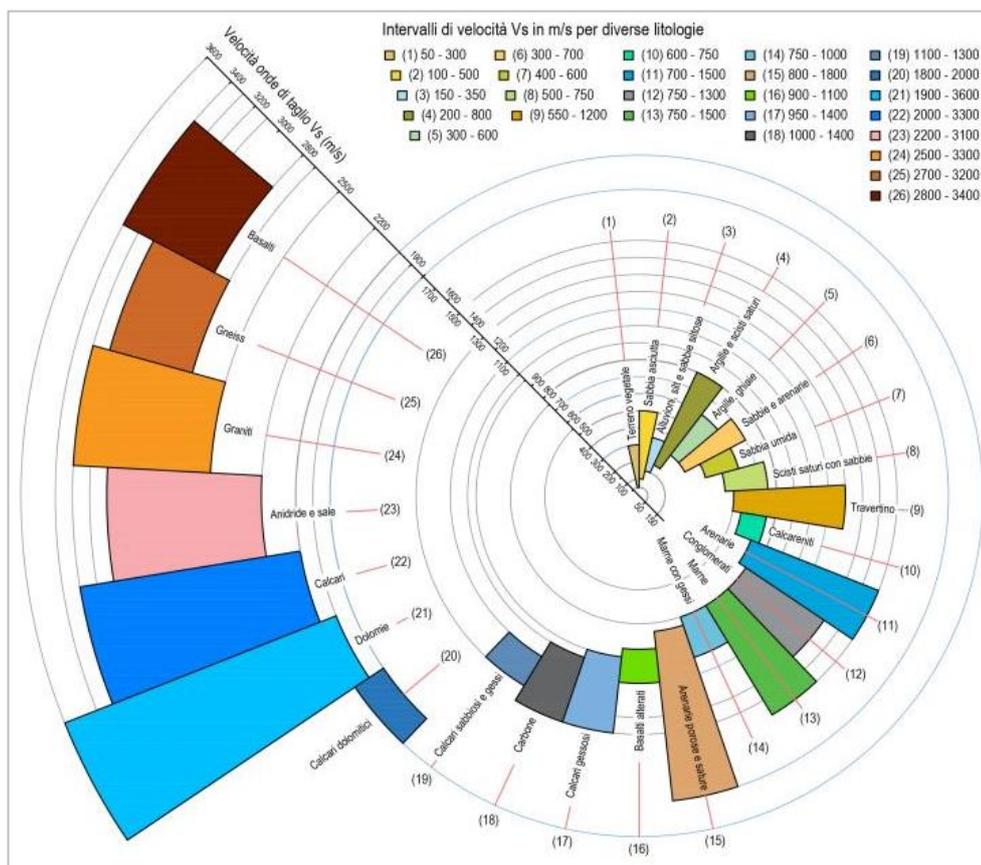
Planimetria indagini MASW

VS,eq E CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

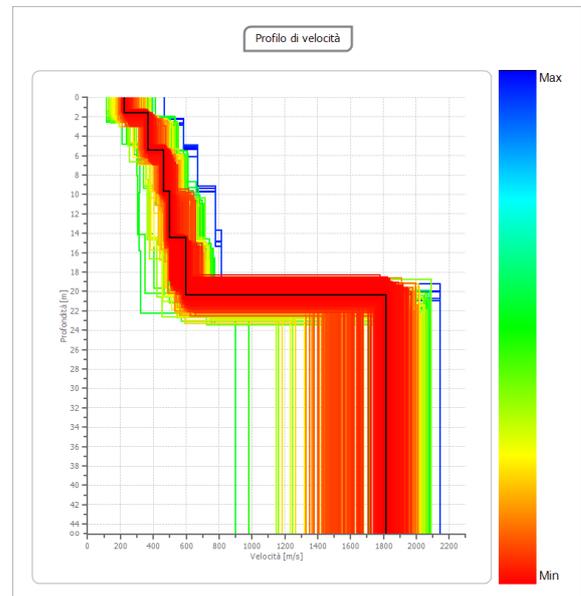
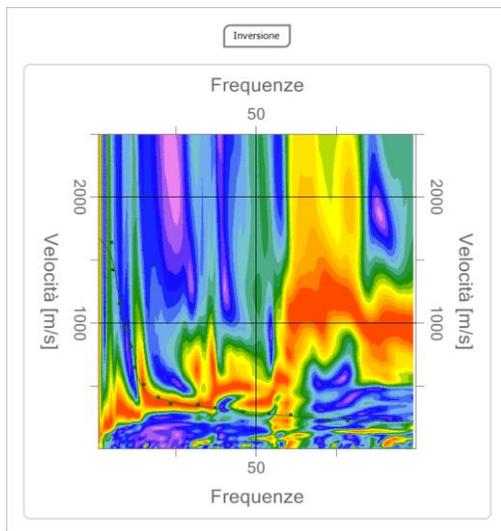
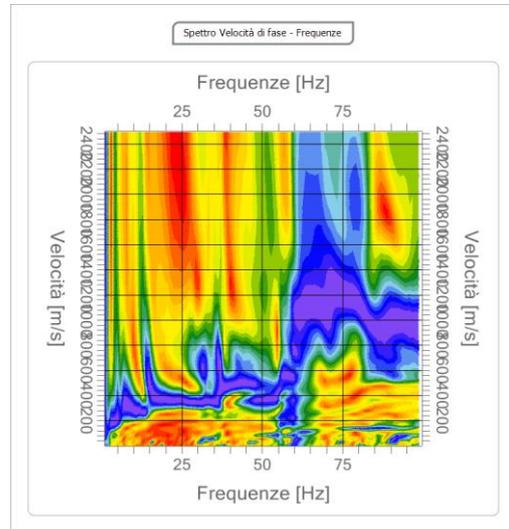
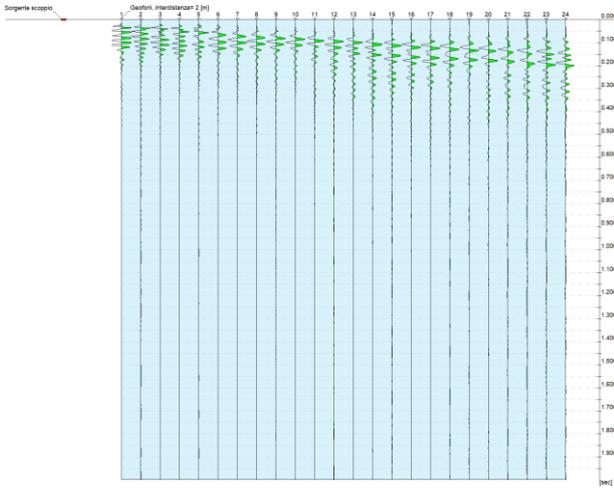
Per velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio si intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati nei primi metri di profondità dal piano di posa della fondazione, secondo la relazione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{strato=1}^N \frac{h(strato)}{V_s(strato)}}$$

dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore $h(strato)$ e dalla velocità delle onde $S[V_s(strato)]$. Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro V_{s30} ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.



AREA IMPIANTO CER02_A. MASW_1



Indagine MASW_1: Spettro F-V, sismogramma e profilo Vs

Profondità del piano d'impasto delle fondazioni: m da p.c.

[Info](#)

Caratteristiche dei sismostrati:

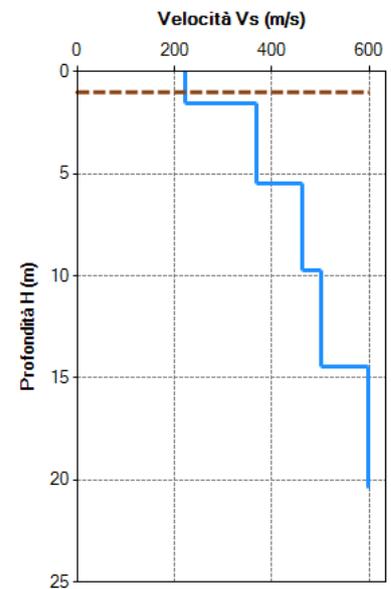
| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | Vs (m/s) | Hcalc (m) | hi calc (m) | hi/Vs (s) | Retino |
|-----|----------------|--------------|----------|-----------|-------------|-----------|--------|
| 1 | 1.57 | 1.57 | 222.37 | 0.57 | 0.57 | 0.002563 | |
| 2 | 5.47 | 3.90 | 368.16 | 4.47 | 3.90 | 0.010593 | |
| 3 | 9.72 | 4.25 | 462.74 | 8.72 | 4.25 | 0.009184 | |
| 4 | 14.48 | 4.76 | 499.97 | 13.48 | 4.76 | 0.009521 | |
| 5 | 20.40 | 5.92 | 597.51 | 19.40 | 5.92 | 0.009908 | |
| ▶* | | | | | | | |

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): Vs.eq: m/s

[Info](#)

Descrizione per la categoria:

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.



Profondità del piano d'impasto delle fondazioni: m da p.c.

[Info](#)

Caratteristiche dei sismostrati:

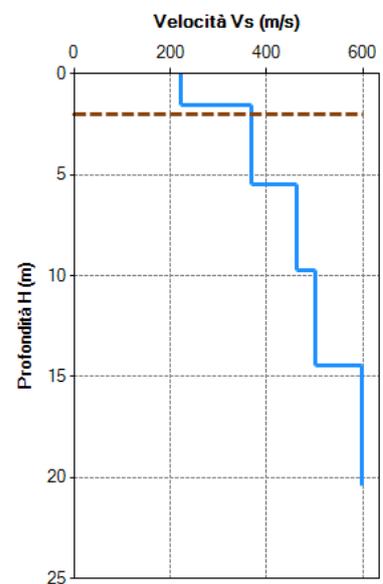
| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | Vs (m/s) | Hcalc (m) | hi calc (m) | hi/Vs (s) | Retino |
|-----|----------------|--------------|----------|-----------|-------------|-----------|--------|
| 1 | 1.57 | 1.57 | 222.37 | 0.00 | 0.00 | 0.000000 | |
| 2 | 5.47 | 3.90 | 368.16 | 3.47 | 3.47 | 0.009425 | |
| 3 | 9.72 | 4.25 | 462.74 | 7.72 | 4.25 | 0.009184 | |
| 4 | 14.48 | 4.76 | 499.97 | 12.48 | 4.76 | 0.009521 | |
| 5 | 20.40 | 5.92 | 597.51 | 18.40 | 5.92 | 0.009908 | |
| ▶* | | | | | | | |

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): Vs.eq: m/s

[Info](#)

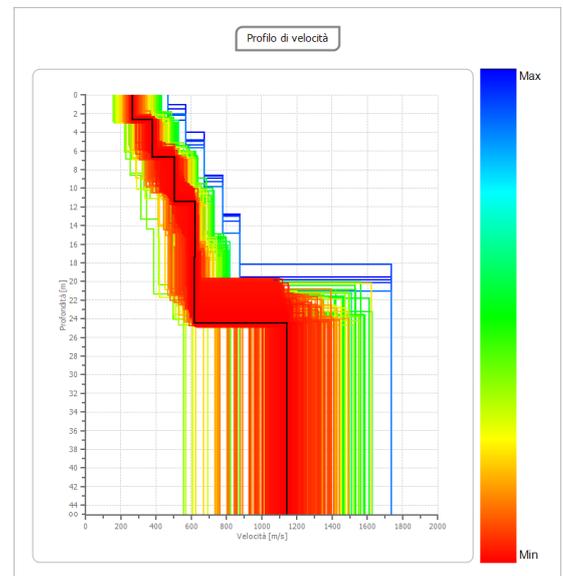
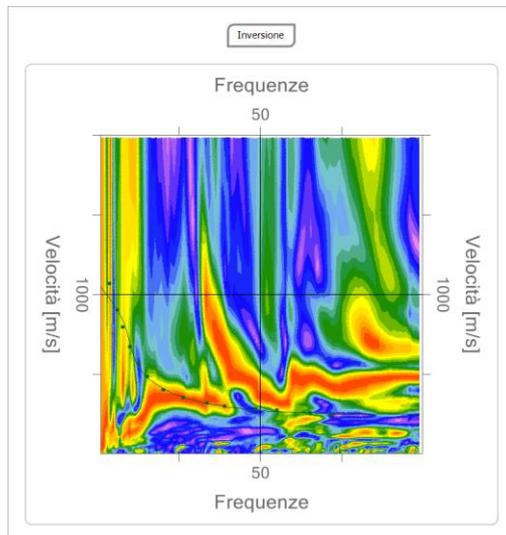
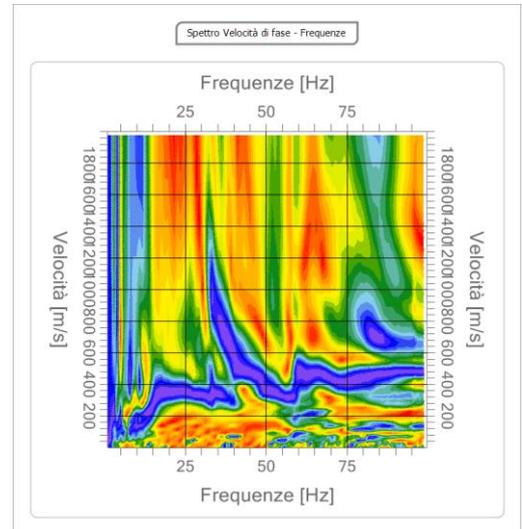
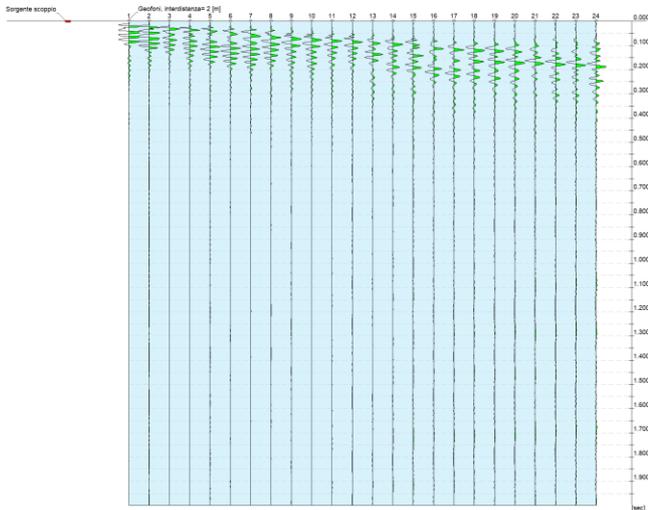
Descrizione per la categoria:

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

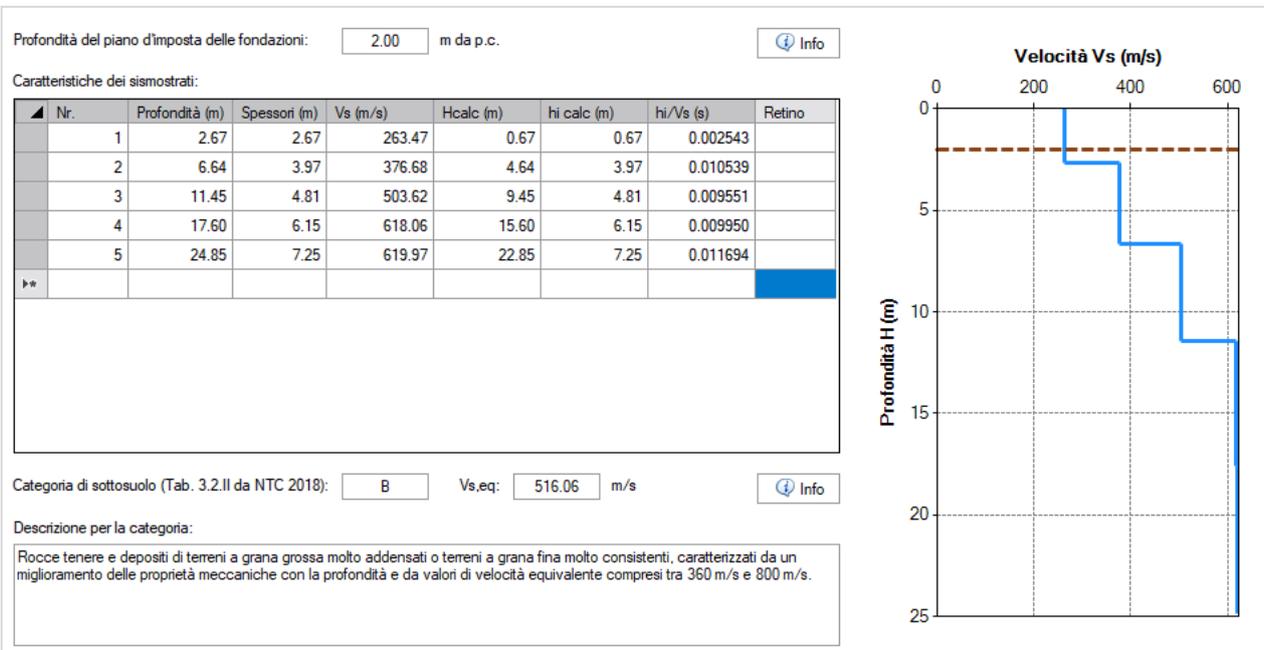
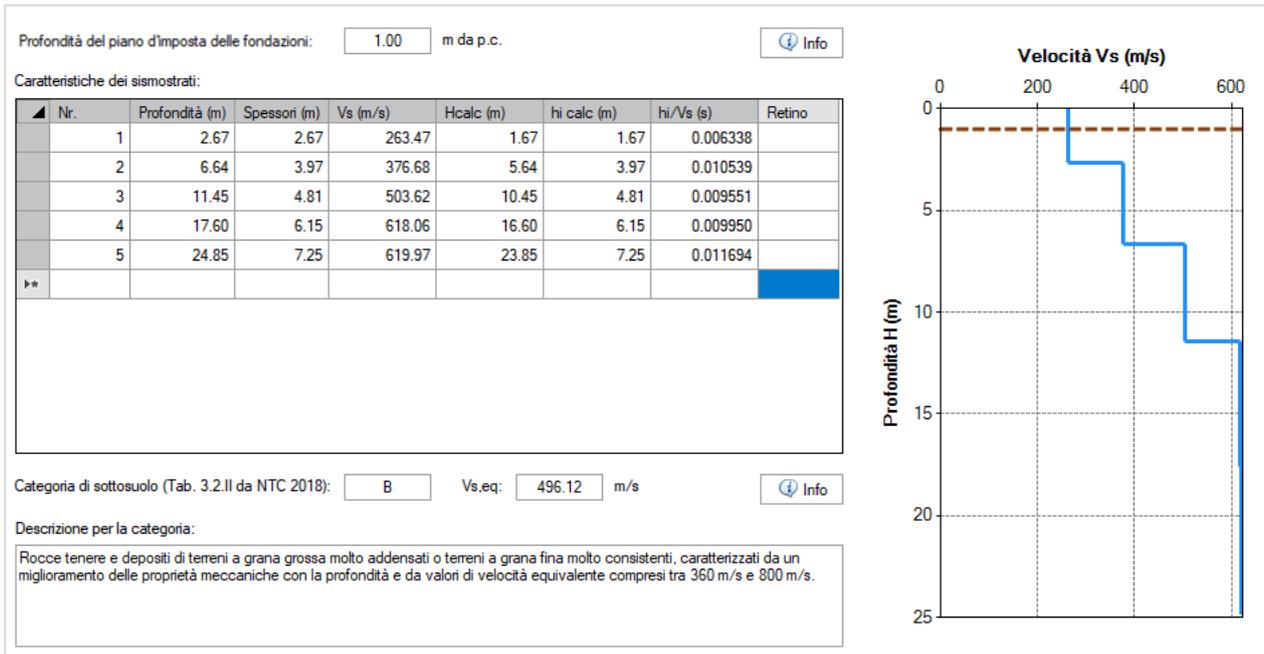


V_{Seq} da indagine MASW_1

AREA IMPIANTO CER02_A. MASW_2

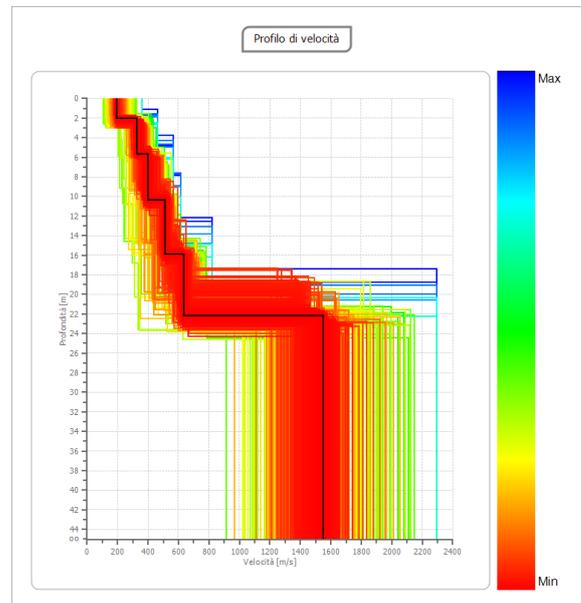
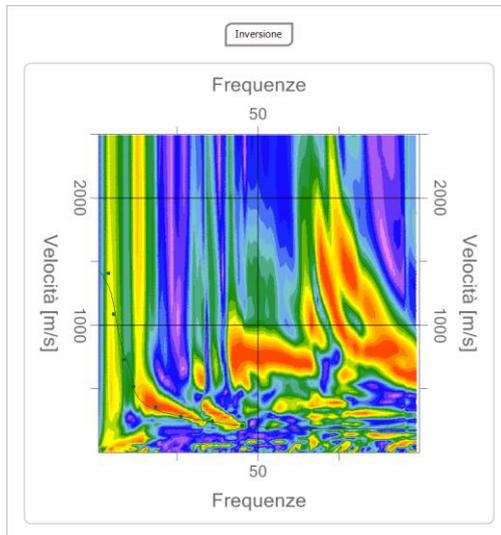
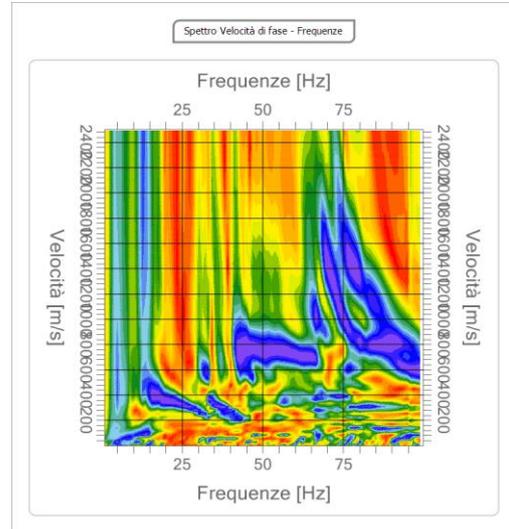
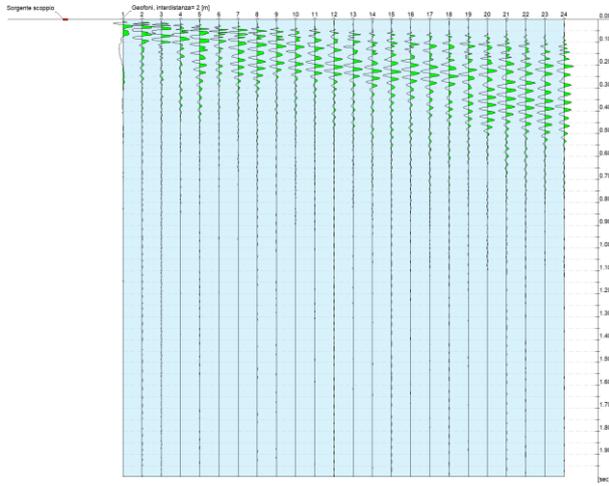


Indagine MASW_2: Spettro F-V, sismogramma e profilo Vs

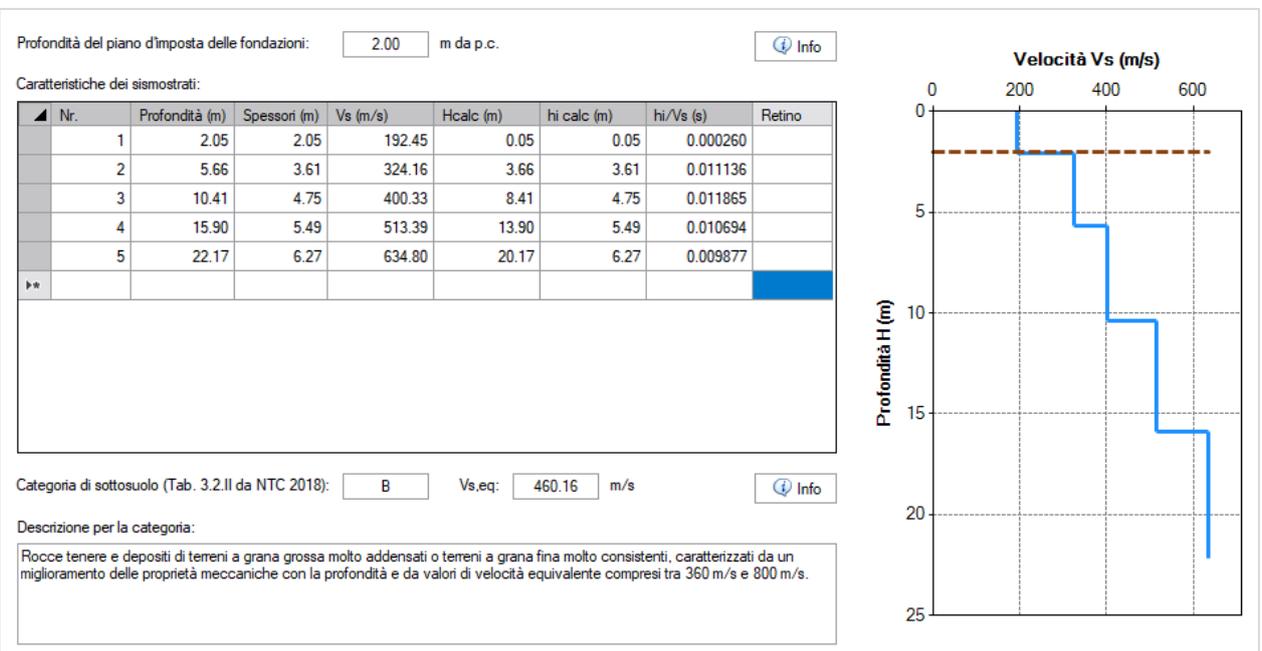
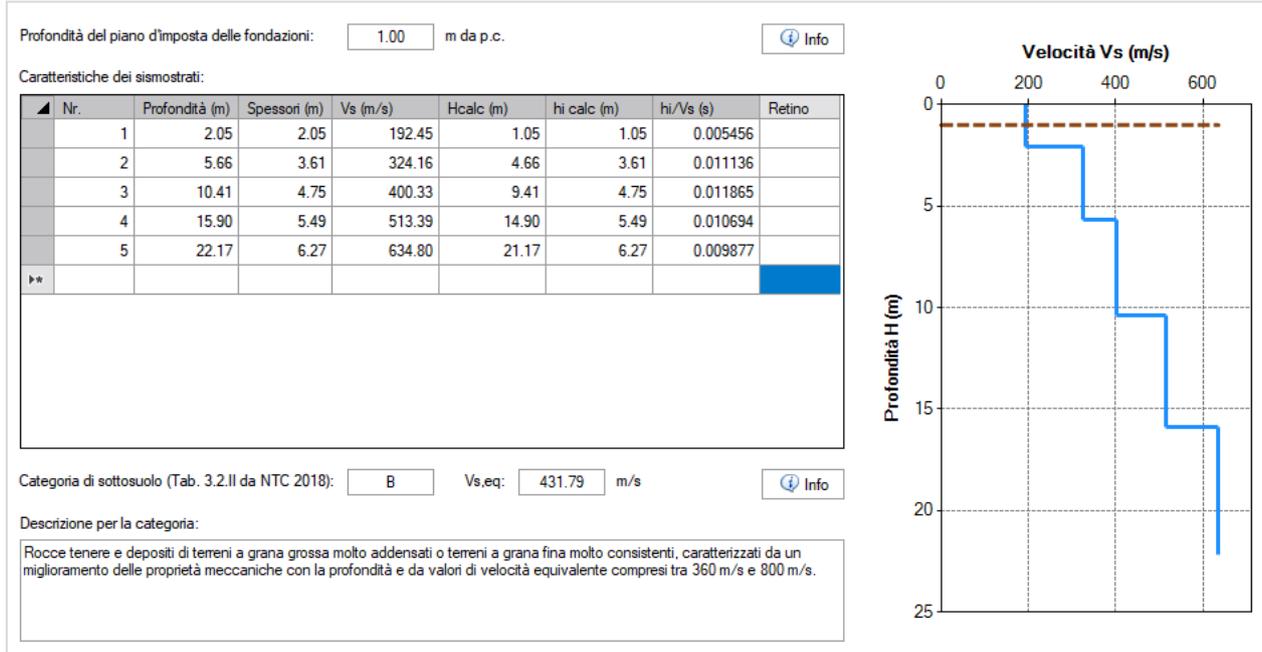


V_{Seq} da indagine MASW_2

AREA IMPIANTO CER02_B. MASW_3

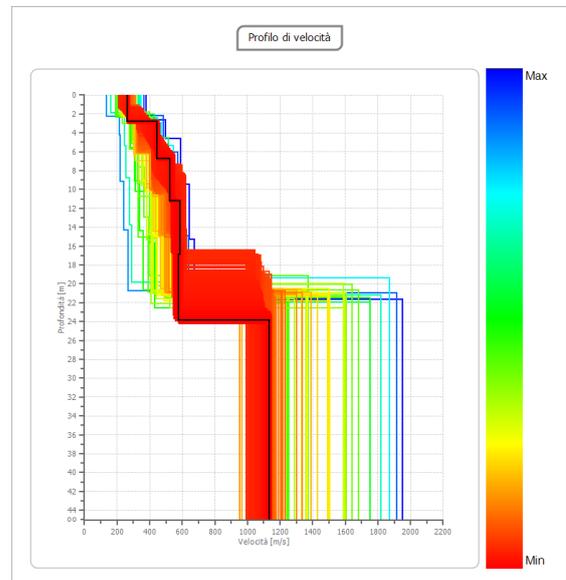
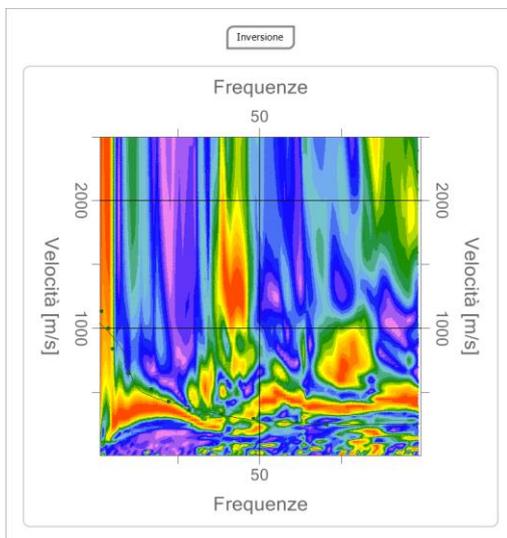
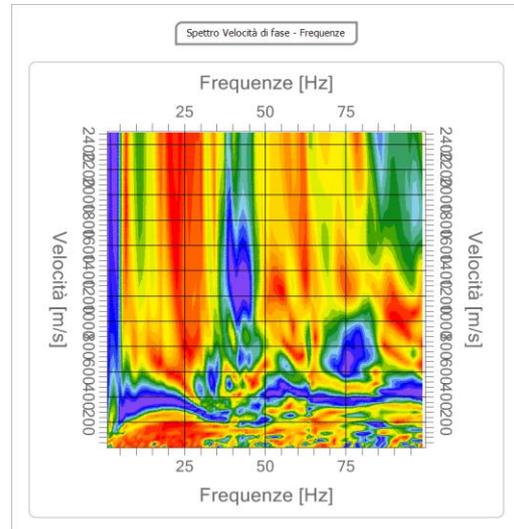
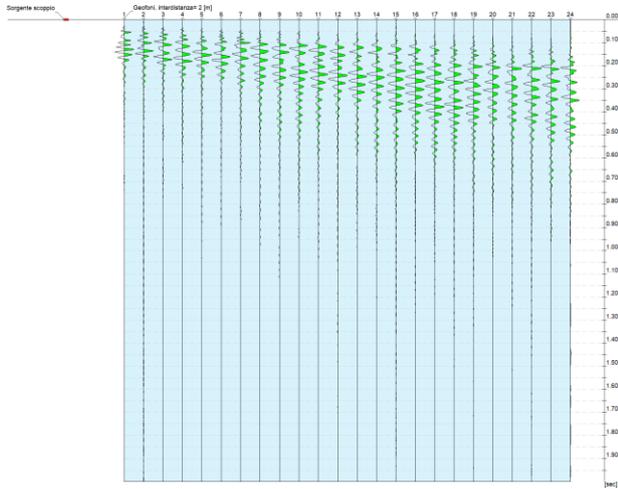


Indagine MASW_3: Spettro F-V, sismogramma e profilo Vs

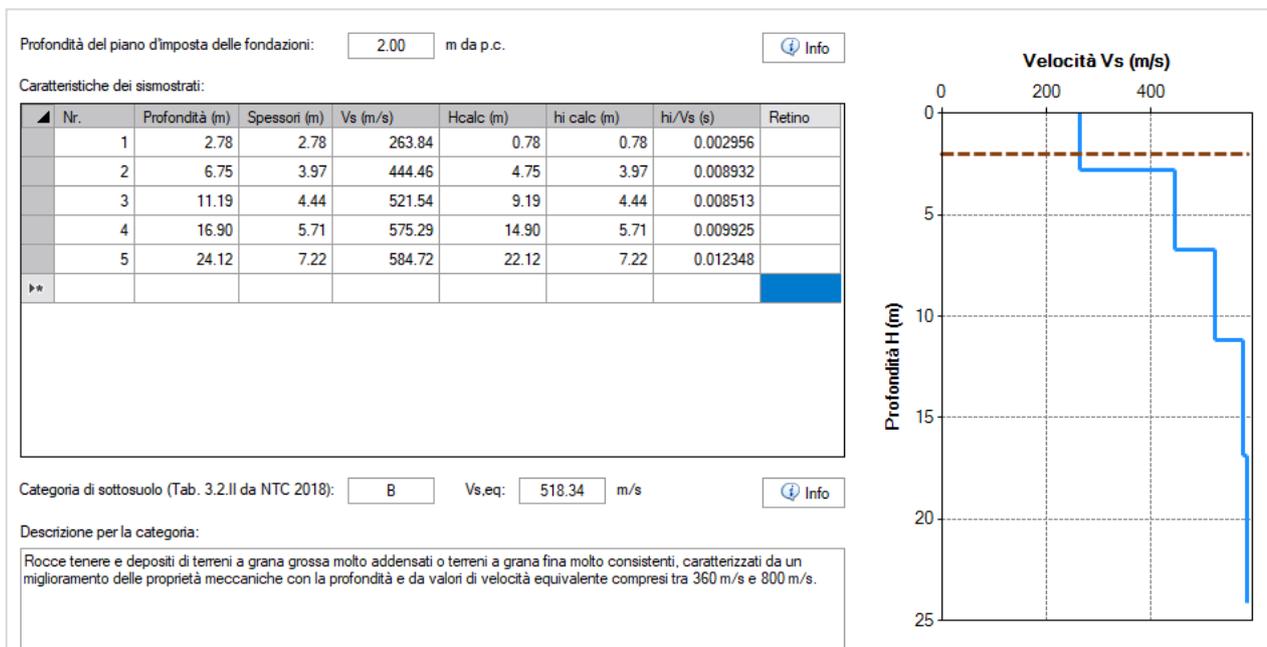
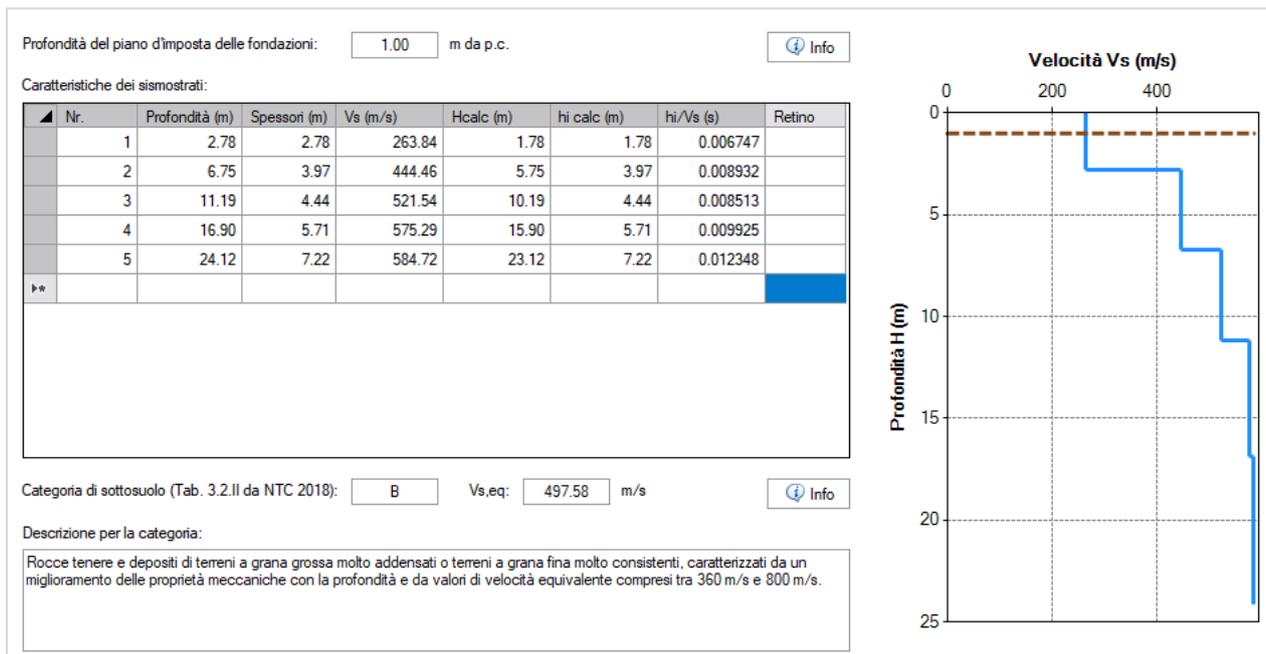


V_{Seq} da indagine MASW_3

AREA IMPIANTO CER02_B. MASW_4

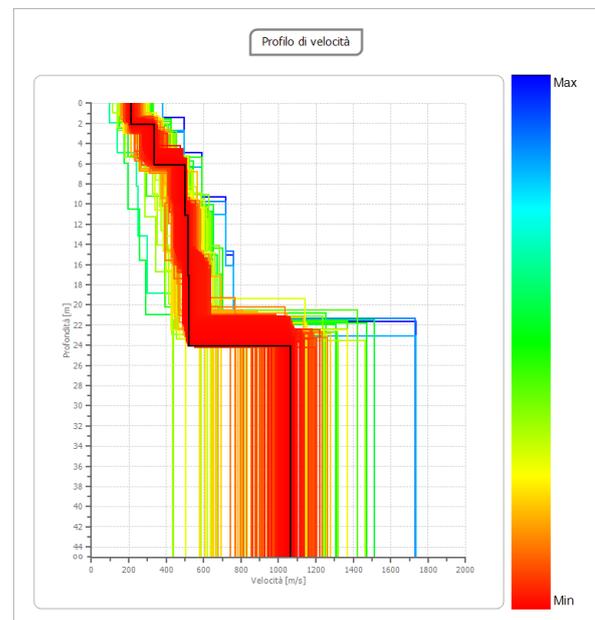
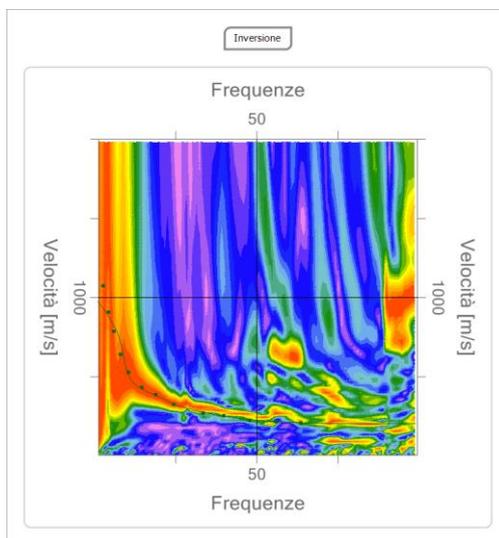
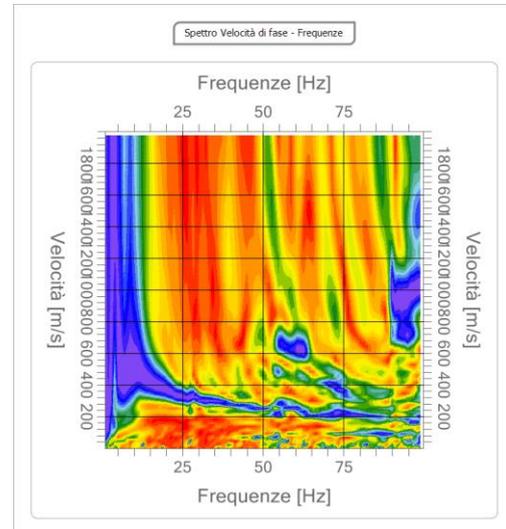
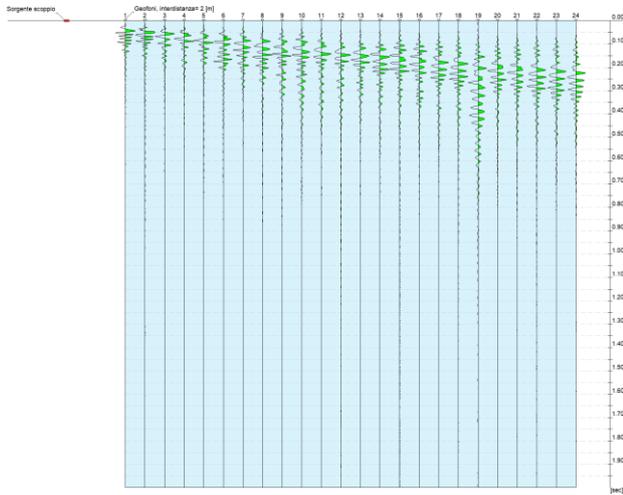


Indagine MASW_4: Spettro F-V, sismogramma e profilo Vs



V_{seq} da indagine MASW_4

AREA IMPIANTO CER02_C. MASW_5



Indagine MASW_5: Spettro F-V, sismogramma e profilo Vs

Profondità del piano d'impasto delle fondazioni: m da p.c.[Info](#)

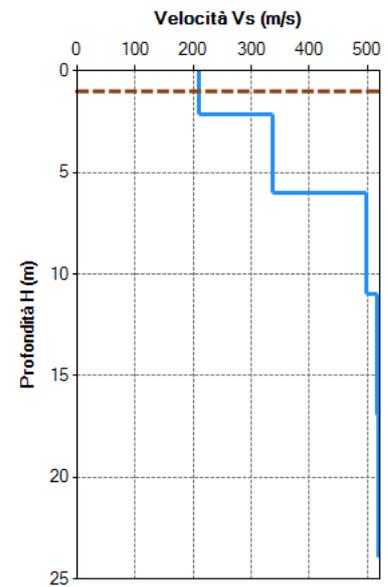
Caratteristiche dei sismostrati:

| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | Vs (m/s) | Hcalc (m) | hi calc (m) | hi/Vs (s) | Retino |
|-----|----------------|--------------|----------|-----------|-------------|-----------|--------|
| 1 | 2.12 | 2.12 | 210.76 | 1.12 | 1.12 | 0.005314 | |
| 2 | 6.00 | 3.88 | 336.76 | 5.00 | 3.88 | 0.011522 | |
| 3 | 10.99 | 4.99 | 498.26 | 9.99 | 4.99 | 0.010015 | |
| 4 | 16.97 | 5.98 | 516.94 | 15.97 | 5.98 | 0.011568 | |
| 5 | 23.95 | 6.98 | 518.75 | 22.95 | 6.98 | 0.013455 | |
| ▶* | | | | | | | |

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): Vs,eq: m/s[Info](#)

Descrizione per la categoria:

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Profondità del piano d'impasto delle fondazioni: m da p.c.[Info](#)

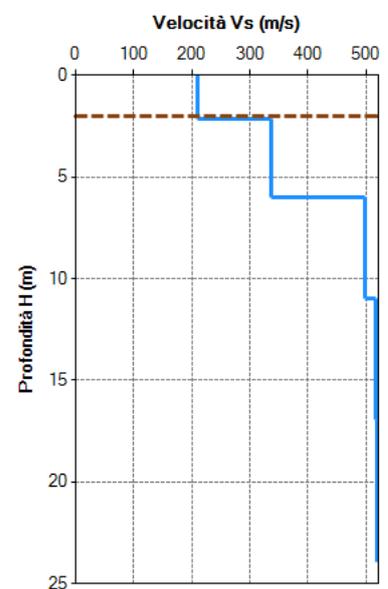
Caratteristiche dei sismostrati:

| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | Vs (m/s) | Hcalc (m) | hi calc (m) | hi/Vs (s) | Retino |
|-----|----------------|--------------|----------|-----------|-------------|-----------|--------|
| 1 | 2.12 | 2.12 | 210.76 | 0.12 | 0.12 | 0.000569 | |
| 2 | 6.00 | 3.88 | 336.76 | 4.00 | 3.88 | 0.011522 | |
| 3 | 10.99 | 4.99 | 498.26 | 8.99 | 4.99 | 0.010015 | |
| 4 | 16.97 | 5.98 | 516.94 | 14.97 | 5.98 | 0.011568 | |
| 5 | 23.95 | 6.98 | 518.75 | 21.95 | 6.98 | 0.013455 | |
| ▶* | | | | | | | |

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): Vs,eq: m/s[Info](#)

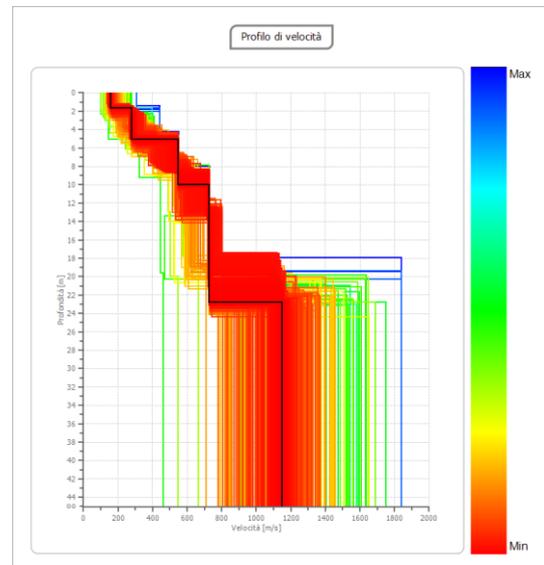
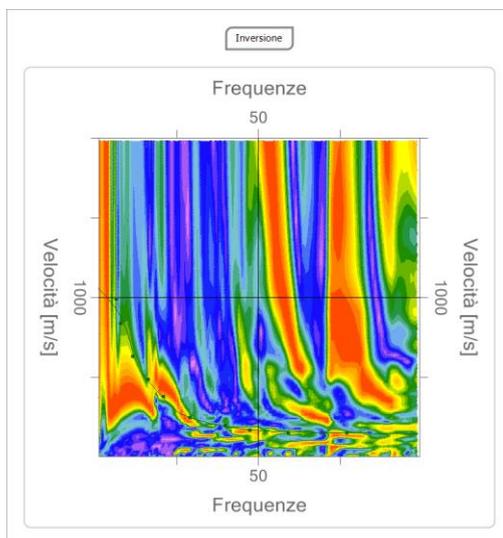
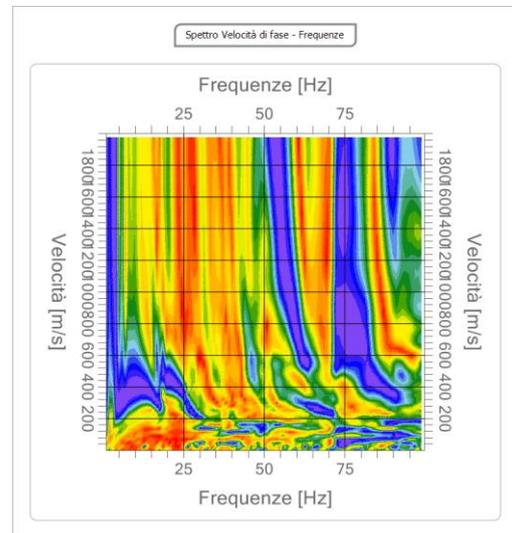
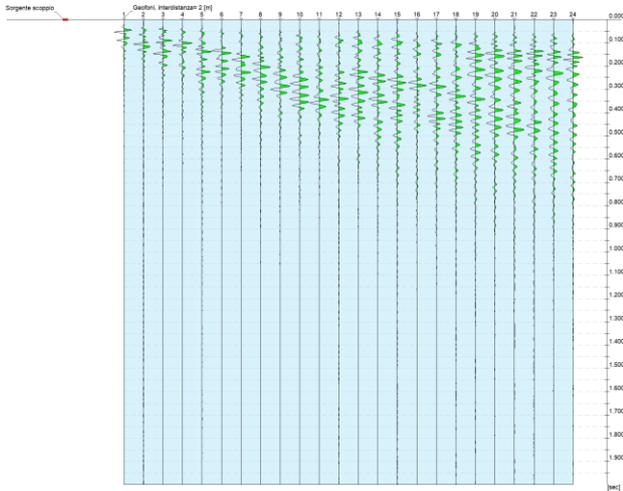
Descrizione per la categoria:

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

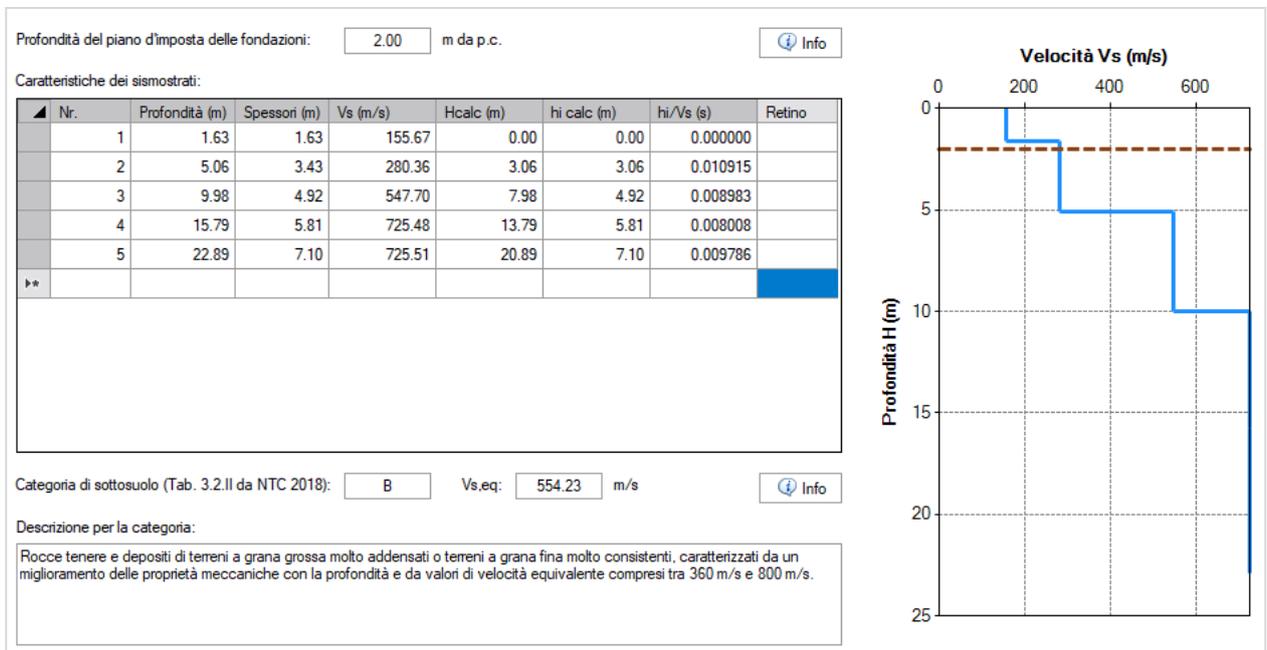
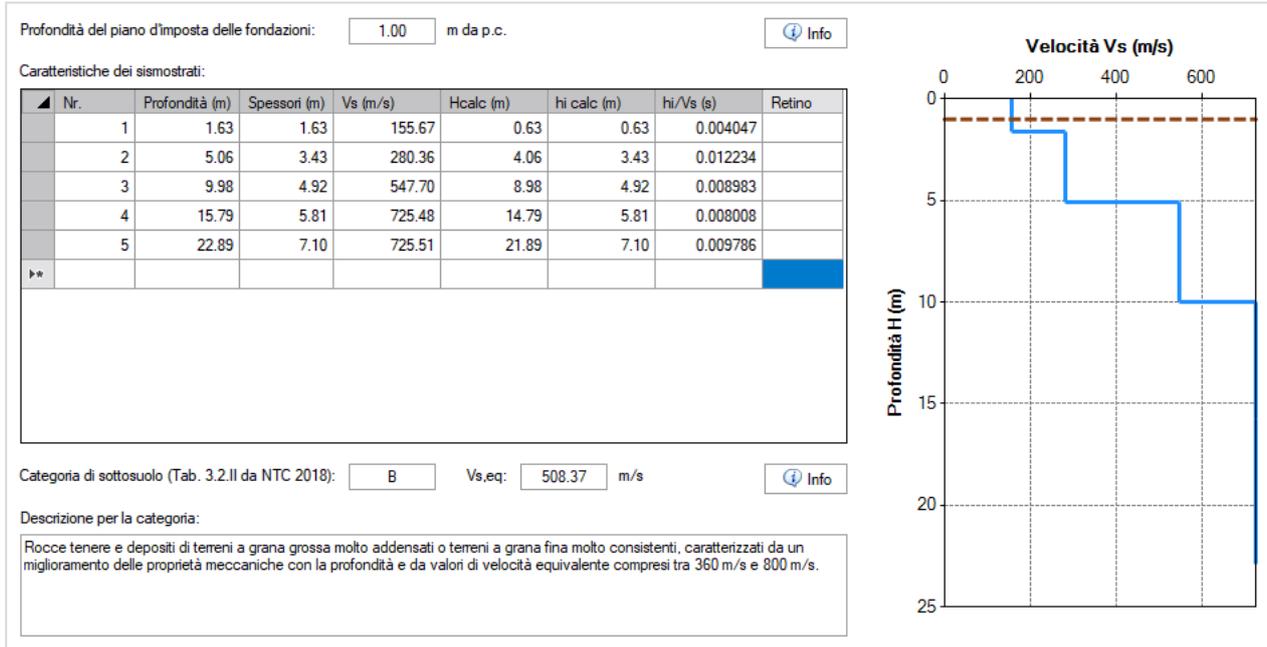


V_{Seq} da indagine MASW_5

AREA IMPIANTO CER02_C. MASW_6

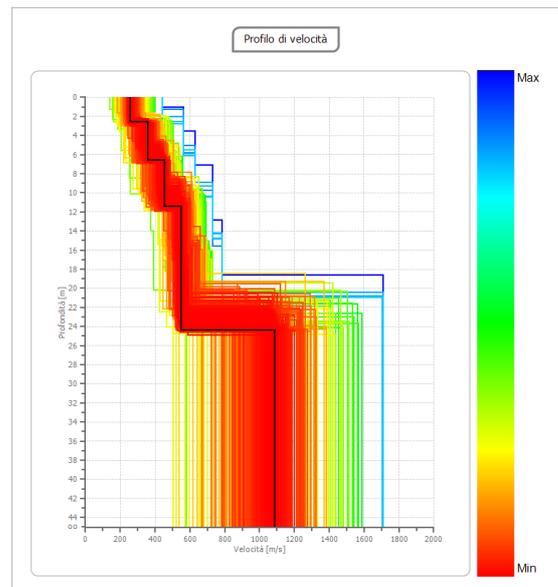
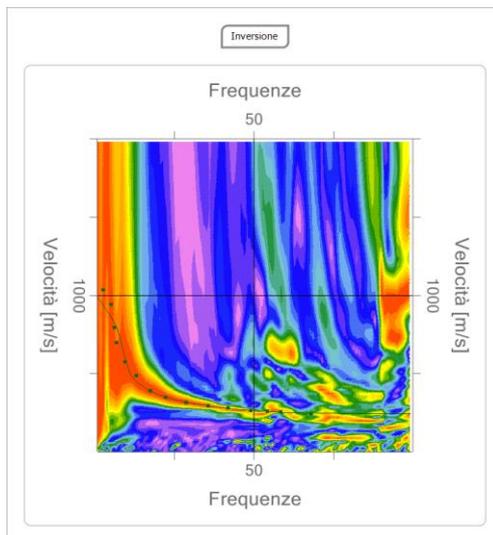
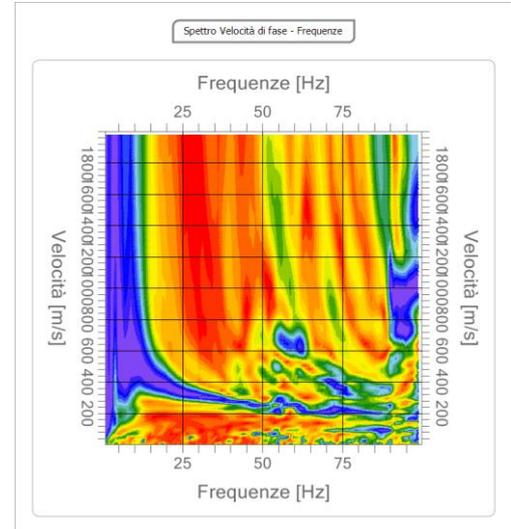
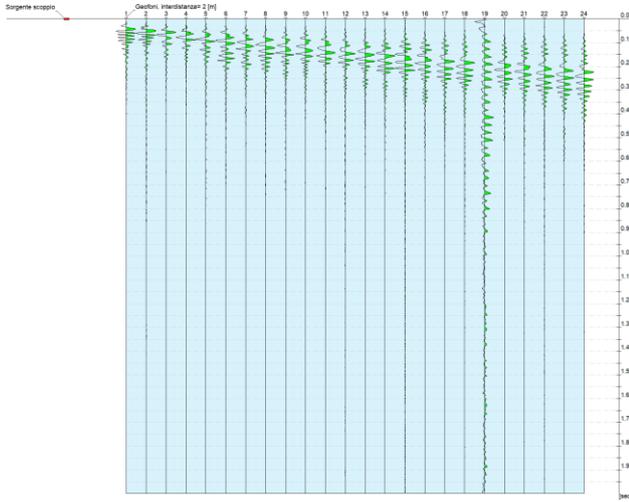


Indagine MASW_6: Spettro F-V, sismogramma e profilo Vs



V_{Seq} da indagine MASW_6

AREA IMPIANTO CER02_C. MASW_7



Indagine MASW_7: Spettro F-V, sismogramma e profilo Vs

Profondità del piano d'impasto delle fondazioni: m da p.c.

[Info](#)

Caratteristiche dei sismostrati:

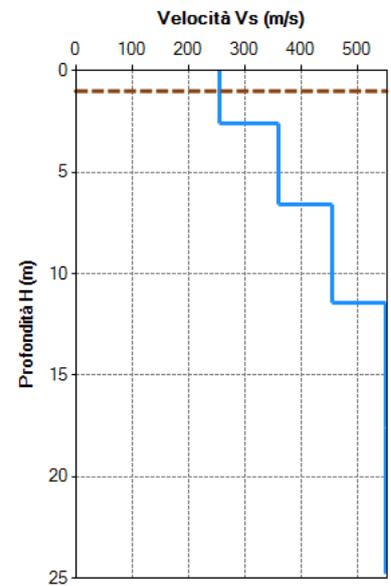
| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | Vs (m/s) | Hcalc (m) | hi calc (m) | hi/Vs (s) | Retino |
|-----|----------------|--------------|----------|-----------|-------------|-----------|--------|
| 1 | 2.57 | 2.57 | 255.69 | 1.57 | 1.57 | 0.006140 | |
| 2 | 6.57 | 4.00 | 359.59 | 5.57 | 4.00 | 0.011124 | |
| 3 | 11.42 | 4.85 | 455.73 | 10.42 | 4.85 | 0.010642 | |
| 4 | 17.57 | 6.15 | 550.30 | 16.57 | 6.15 | 0.011176 | |
| 5 | 24.81 | 7.24 | 551.80 | 23.81 | 7.24 | 0.013121 | |
| ▶* | | | | | | | |

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): Vs,eq: m/s

[Info](#)

Descrizione per la categoria:

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.



Profondità del piano d'impasto delle fondazioni: m da p.c.

[Info](#)

Caratteristiche dei sismostrati:

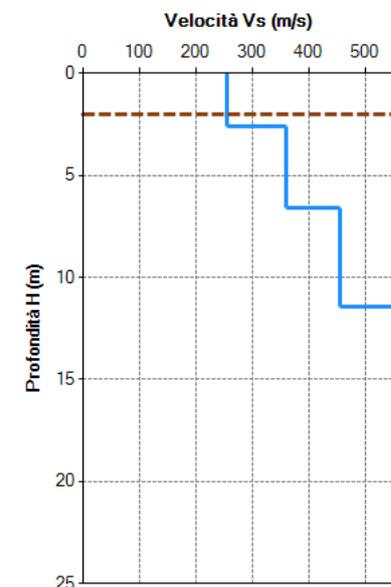
| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | Vs (m/s) | Hcalc (m) | hi calc (m) | hi/Vs (s) | Retino |
|-----|----------------|--------------|----------|-----------|-------------|-----------|--------|
| 1 | 2.57 | 2.57 | 255.69 | 0.57 | 0.57 | 0.002229 | |
| 2 | 6.57 | 4.00 | 359.59 | 4.57 | 4.00 | 0.011124 | |
| 3 | 11.42 | 4.85 | 455.73 | 9.42 | 4.85 | 0.010642 | |
| 4 | 17.57 | 6.15 | 550.30 | 15.57 | 6.15 | 0.011176 | |
| 5 | 24.81 | 7.24 | 551.80 | 22.81 | 7.24 | 0.013121 | |
| ▶* | | | | | | | |

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): Vs,eq: m/s

[Info](#)

Descrizione per la categoria:

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.



V_{seq} da indagine MASW_7

PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE IN ONDE P

Cenni metodologici

Il metodo consiste nella rilevazione delle velocità delle onde sismiche, generate da una massa battente, attraverso un'interfaccia tra due mezzi con diverse caratteristiche elastiche. I valori di velocità delle onde sismiche, misurati in sito per ciascun volume di sottosuolo differenziato, unitamente alla "facies litologica" interpretata, hanno consentito di determinare una serie di parametri elasto-meccanici di riferimento.

Questi risultano derivati da correlazioni sperimentali, per tipologia litologica, tra parametri geomeccanici e parametri elastici. I parametri derivati risultano verificati nel complesso struttura/terreno cui si riferiscono e risultano associati ad un volume significativo di suolo che, puntualmente, può presentare caratteri differenti dai valori proposti.

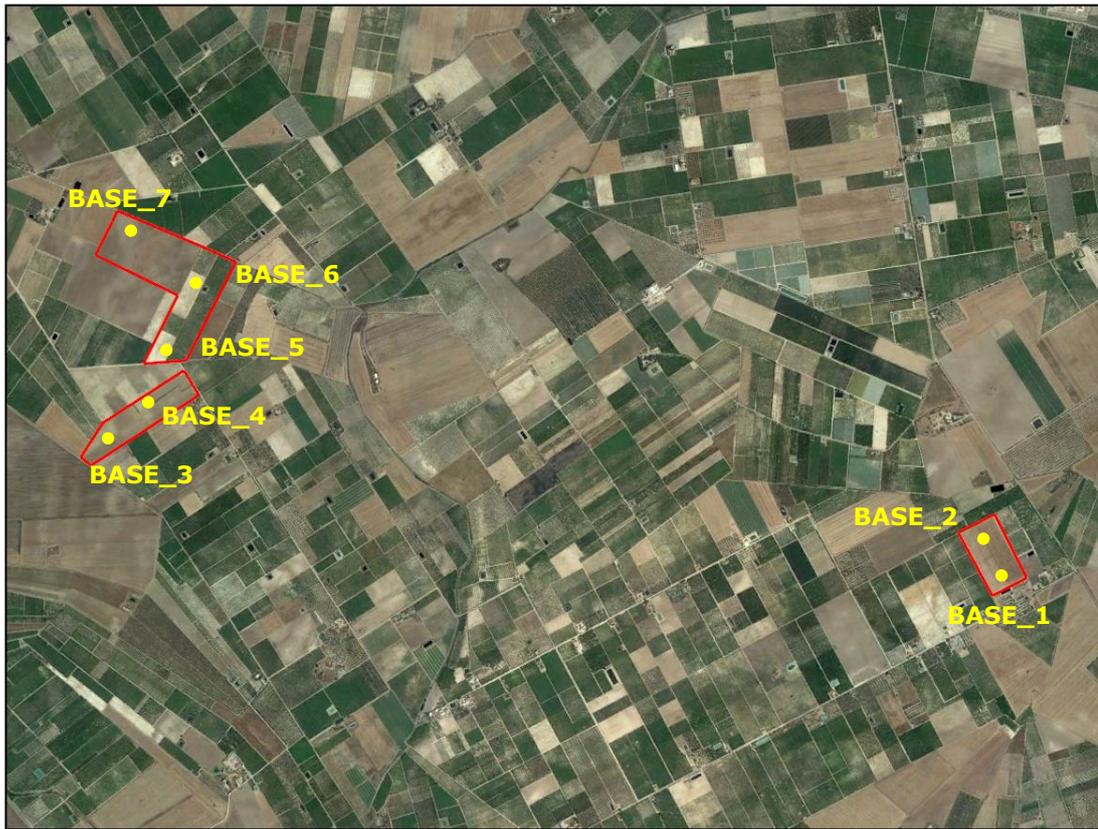
Modalità esecutive

Nel caso in oggetto, sono state realizzate sette basi sismiche con stendimenti di 48 metri lungo i quali sono stati disposti alternativamente e collegati in serie 24 geofoni con frequenza di 4.5 Hz e distanza intergeofonica di 2.00 m.

Per ogni base sismica sono stati realizzati 3 shots, mediante l'utilizzo di una massa battente del peso di 10 kg e l'energizzazione è avvenuta secondo il seguente modo:

- 2 shots esterni allo stendimento;
- 1 shots centrale;

La registrazione dei sismogrammi è stata effettuata mediante un sismografo DoReMi della "SARA e.i." a 16 bit.



Planimetria indagini geofisiche



Base_1



Base_2



Base_3



Base_4



Base_5

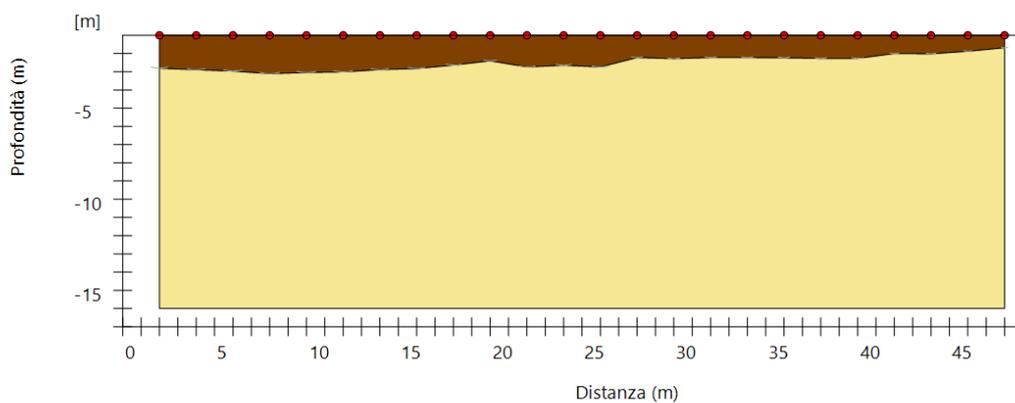
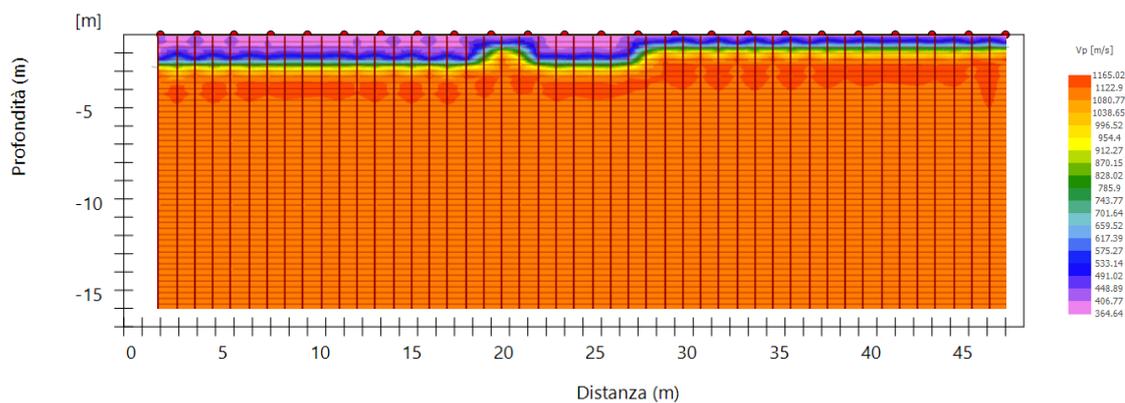
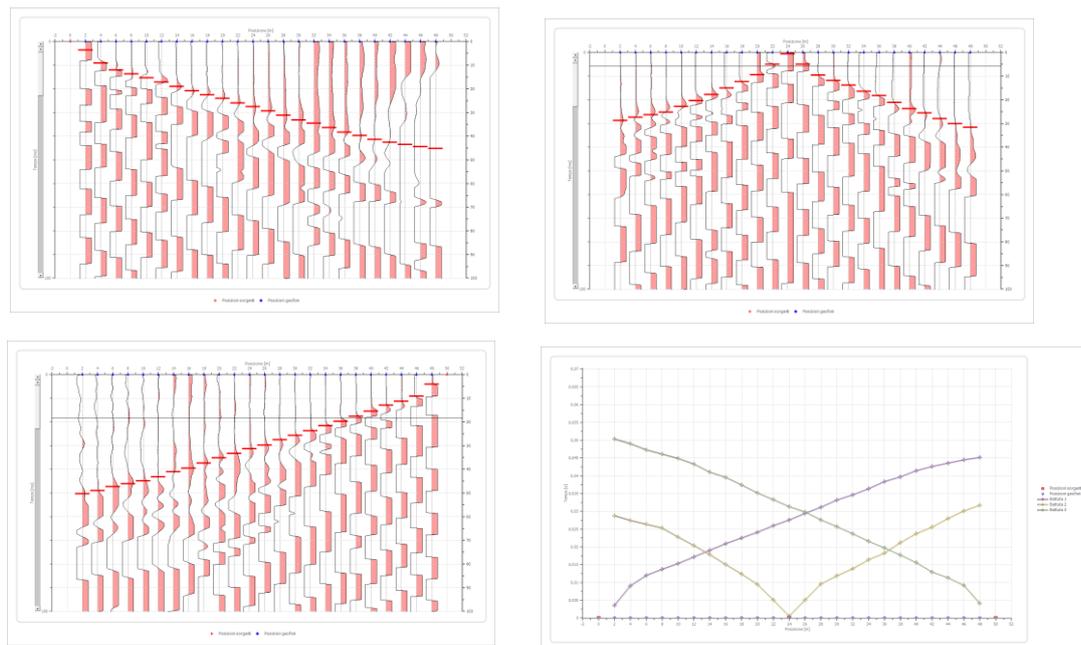


Base_6



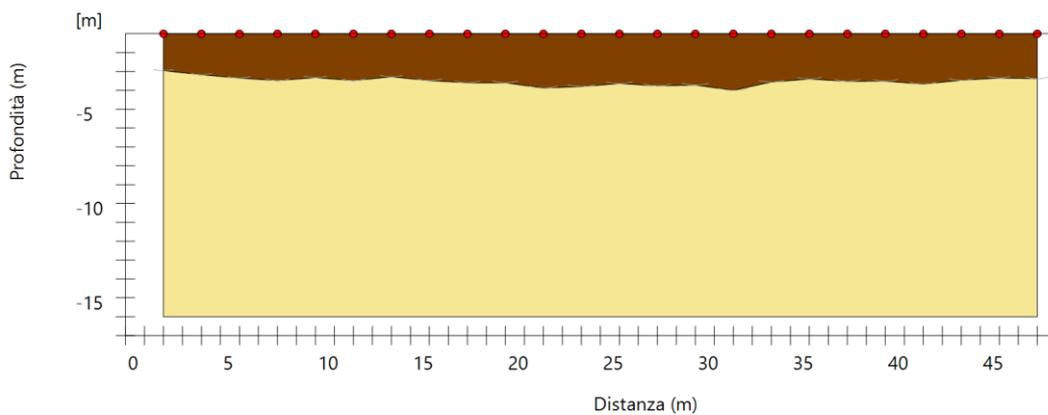
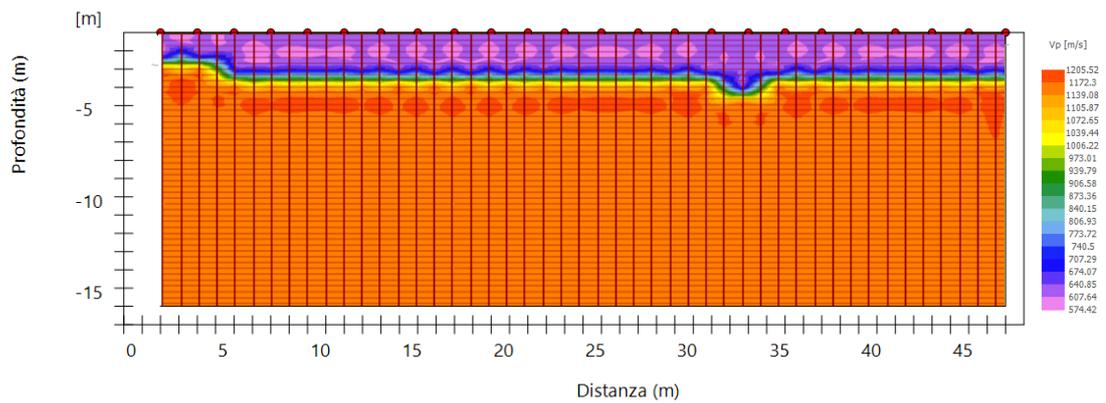
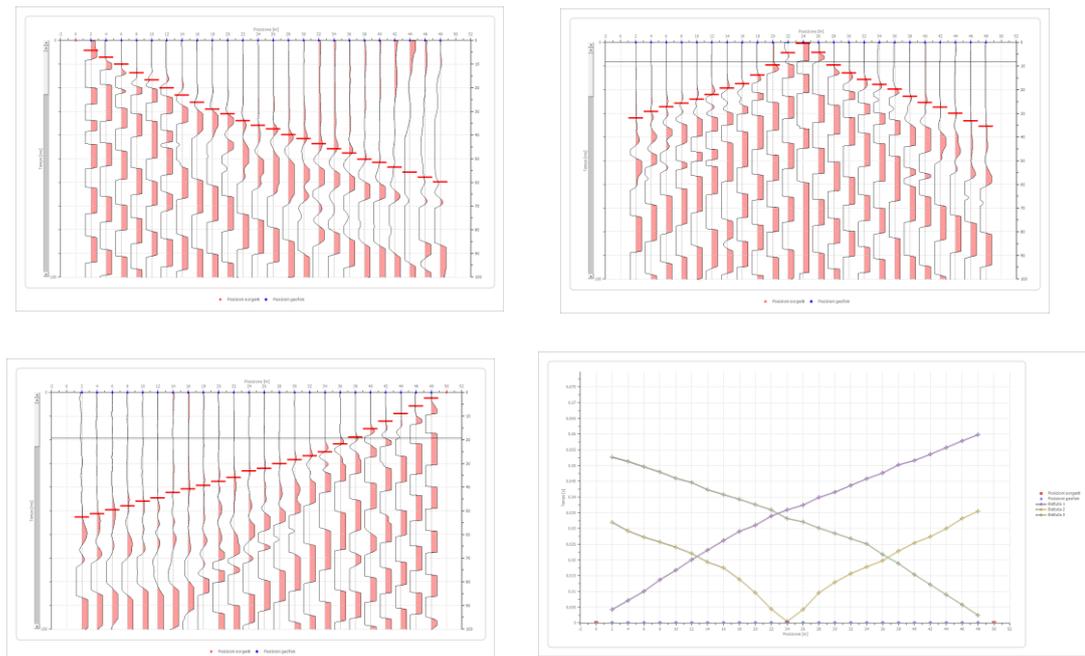
Base_7

AREA IMPIANTO CER02_A. BASE_1



- I Sismostrato. Terreno vegetale poco addensato. Vp 360-430 m/sec
- II Sismostrato. Depositi da sabbiosi a sabbioso-limosi mediamente addensati con frequenti intercalazioni di arenarie, argille e marne. Le porzioni sommitali sono coperte da un crostone calcareo stratificato (Crosta Pugliese o Calcrete). Vp 1000-1100 m/sec

AREA IMPIANTO CER02_A. BASE_2

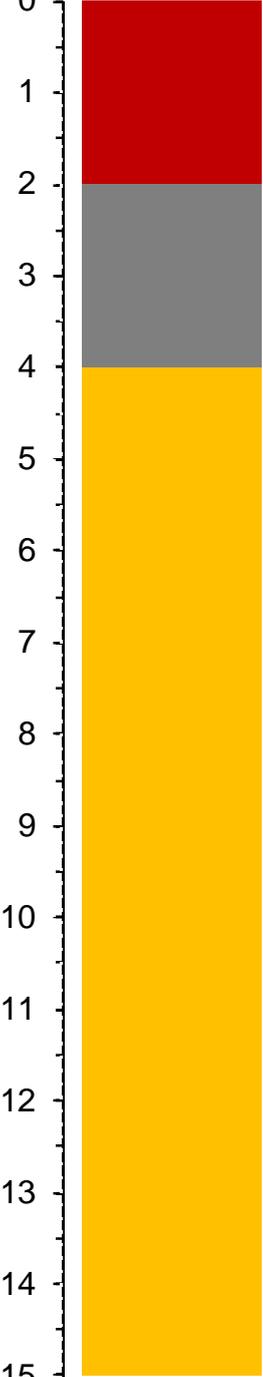


- I Sismostrato. Terreno vegetale addensato. Vp 500-600 m/sec
- II Sismostrato. Depositi da sabbiosi a sabbioso-limosi mediamente addensati con frequenti intercalazioni di arenarie, argille e marne. Le porzioni sommitali sono coperte da un crostone Calcareao stratificato (Crosta Pugliese o Calcrete). Vp 1100-1200 m/sec

BASE_2: sismogrammi, dromocrona, mappa delle velocità e sezione sismostratigrafica

AREA D'IMPIANTO CER02_A

SCHEMA STRATIGRAFICO

| Stratigrafia | Falda | Descrizione |
|---|-------|--|
|  <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15</p> | | <p>Terreno vegetale</p> <p>Discontinua presenza di Calcrete (Crosta pugliese)</p> <p>Depositi da sabbiosi a sabbioso-limosi mediamente addensati con frequenti intercalazioni di arenarie, argille e marne</p> |

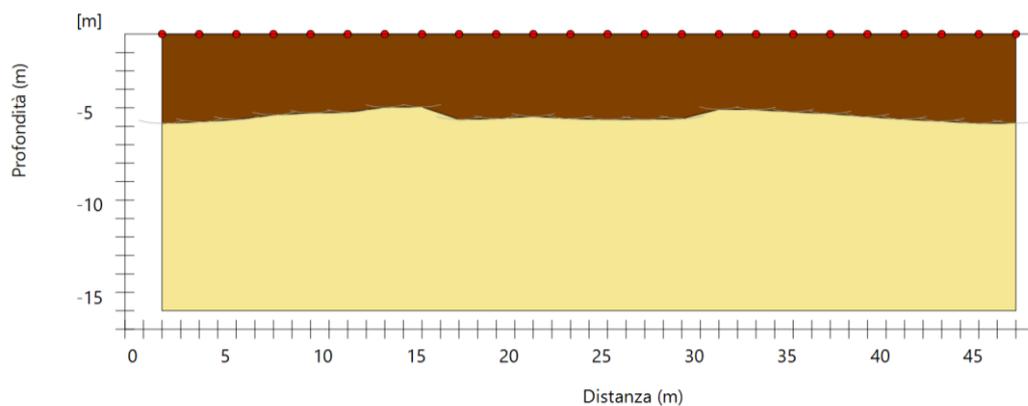
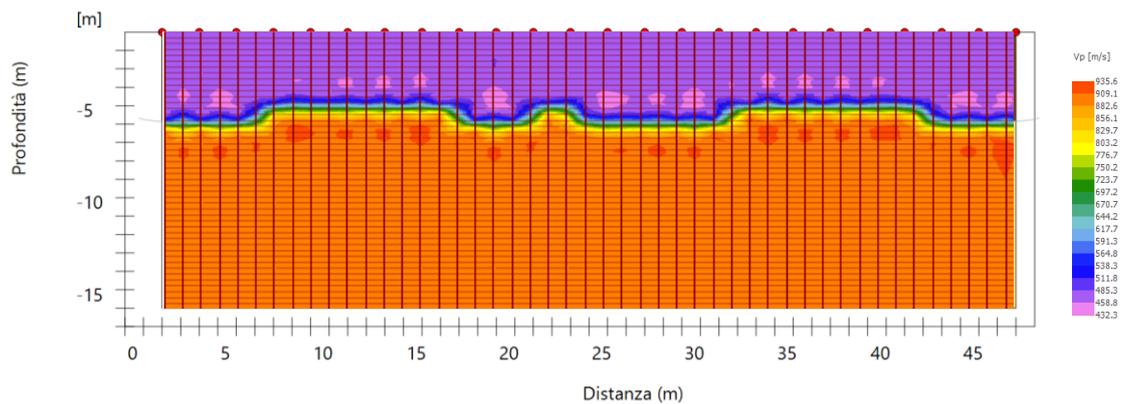
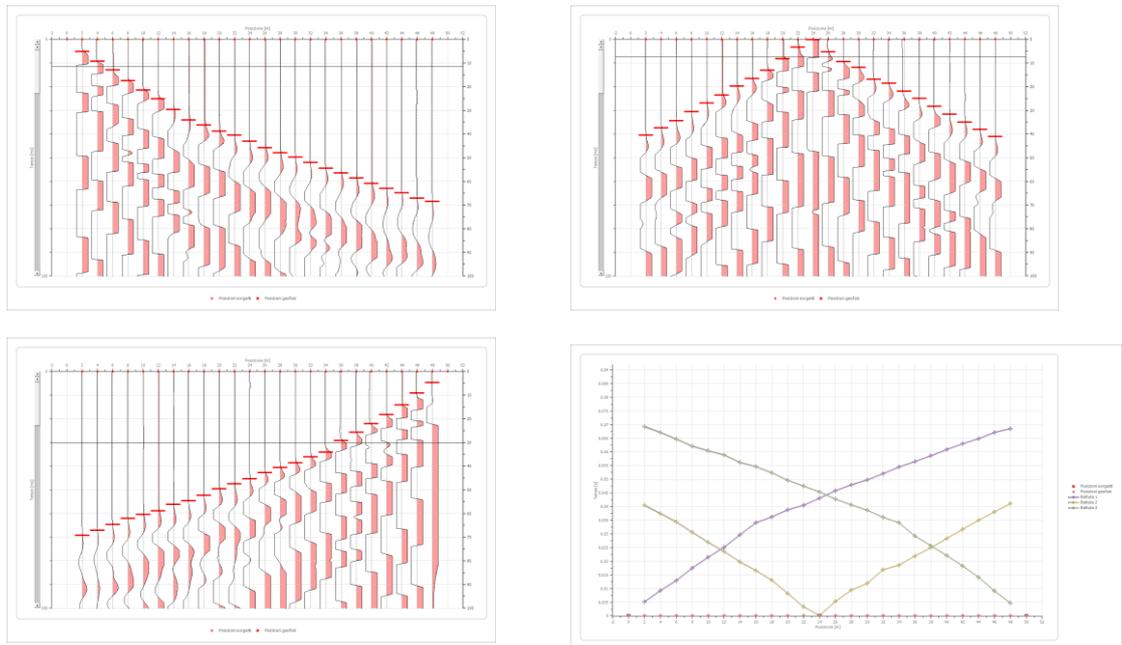
AREA IMPIANTO CER02_A

PARAMETRI SISMICI E GEOTECNICI

| Range di variazione dei parametri sismici | | |
|--|---------------------|-----------------------|
| <i>Parametri sismici</i> | | <i>II sismostrato</i> |
| velocità onde P | m/s | 1000 - 1200 |
| velocità onde S | m/s | 480 - 576 |
| modulo di Poisson μ | - | 0.35 - 0.35 |
| densità geofisica γ | g/cm ³ | 1.89 - 1.96 |
| modulo di taglio G | MPa | 437 - 652 |
| mod. dinamico Young Ed | MPa | 1181 - 1761 |
| rigidità sismica R | t/cm ² s | 910 - 1131 |

| Valori caratteristici dei parametri sismici | | |
|--|-------------------|-----------------------|
| <i>Parametri sismici</i> | | <i>II sismostrato</i> |
| velocità onde P | m/s | 1045 |
| velocità onde S | m/s | 502 |
| modulo di Poisson μ | /// | 0.35 |
| densità geofisica γ | g/cm ³ | 1.9 |
| modulo di taglio G | MPa | 481 |
| mod. dinamico Young Ed | MPa | 1300 |
| mod. statico Young Es | MPa | 93 |
| angolo di attrito | gradi | 34 |
| coeff. compressibilità mv | MPa | 0.011 |

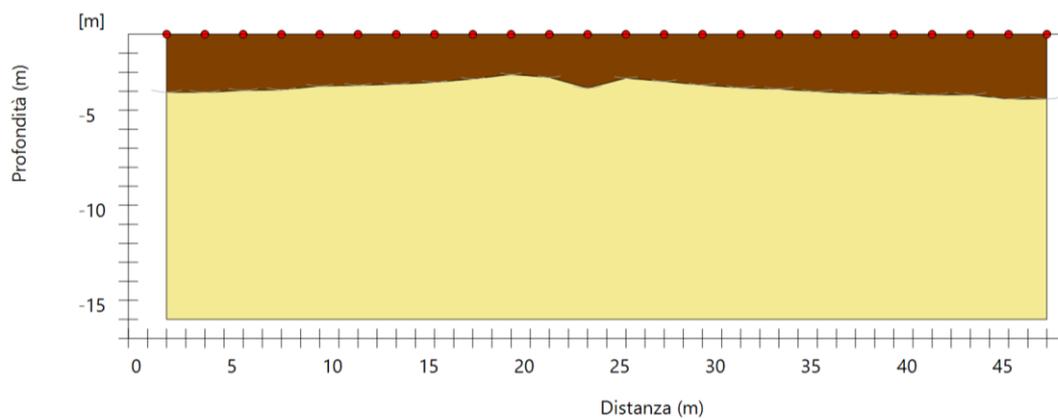
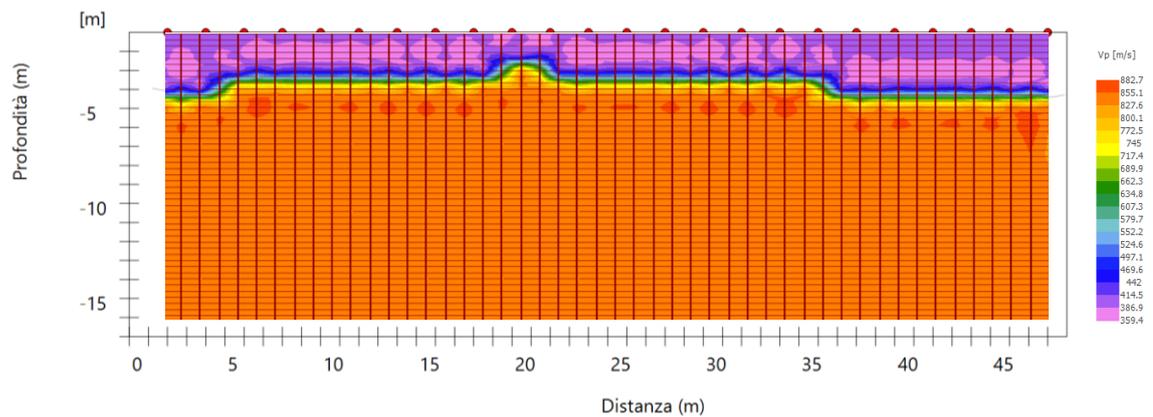
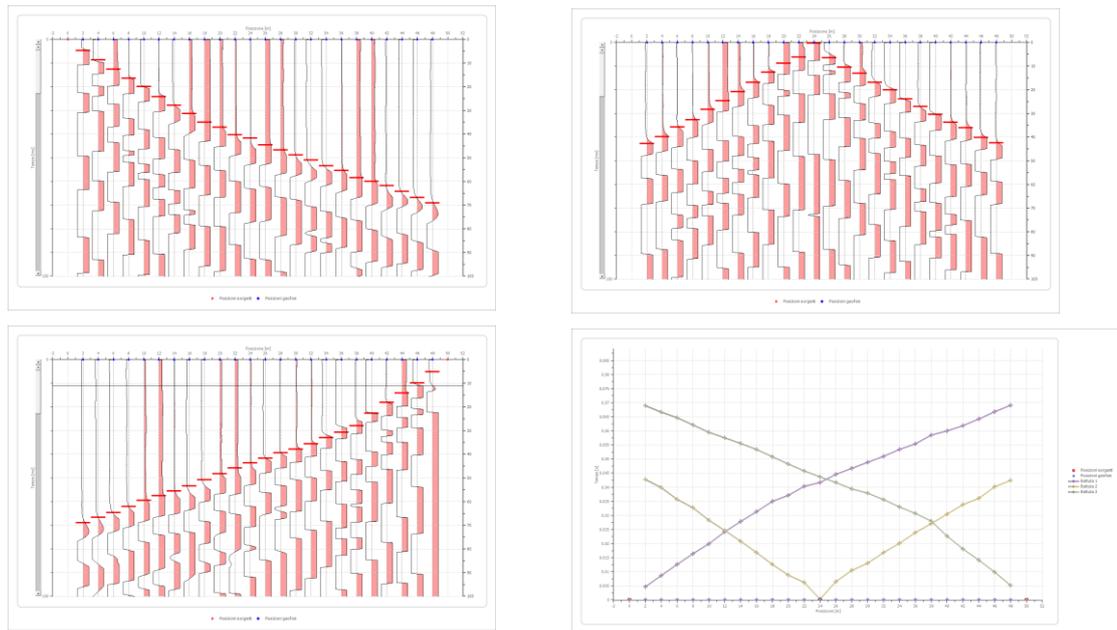
AREA IMPIANTO CER02_B. BASE_3



- I Sismostrato. Terreno vegetale poco addensato. Vp 350-450 m/sec
- II Sismostrato. Depositi da sabbiosi a sabbioso-limosi mediamente addensati con frequenti intercalazioni di arenarie, argille e marne. Le porzioni sommitali sono coperte da un crostone calcareo stratificato (Crosta Pugliese o Calcrete). Vp 1000-1100 m/sec

BASE_3: sismogrammi, dromocrona, mappa delle velocità e sezione sismostratigrafica

AREA IMPIANTO CER02_B. BASE_4

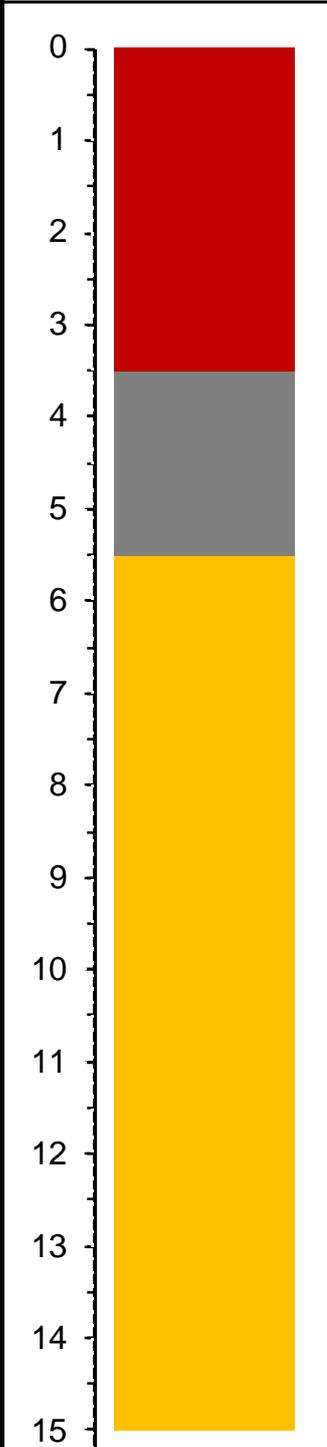


- I Sismostrato. Terreno vegetale poco addensato. Vp 350-400 m/sec
- II Sismostrato. Depositi da sabbiosi a sabbioso-limosi mediamente addensati con frequenti intercalazioni di arenarie, argille e marne. Le porzioni sommitali sono coperte da un crostone calcareo stratificato (Crosta Pugliese o Calcrete). Vp 800-900 m/sec

BASE_4: sismogrammi, dromocrona, mappa delle velocità e sezione sismostratigrafica

AREA D'IMPIANTO CER02_B

SCHEMA STRATIGRAFICO

| Stratigrafia | Falda | Descrizione |
|---|-------|--|
|  <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15</p> | | <p>Terreno vegetale</p> <p>Discontinua presenza di Calcrete (Crosta pugliese)</p> <p>Depositi da sabbiosi a sabbioso-limosi mediamente addensati con frequenti intercalazioni di arenarie, argille e marne</p> |

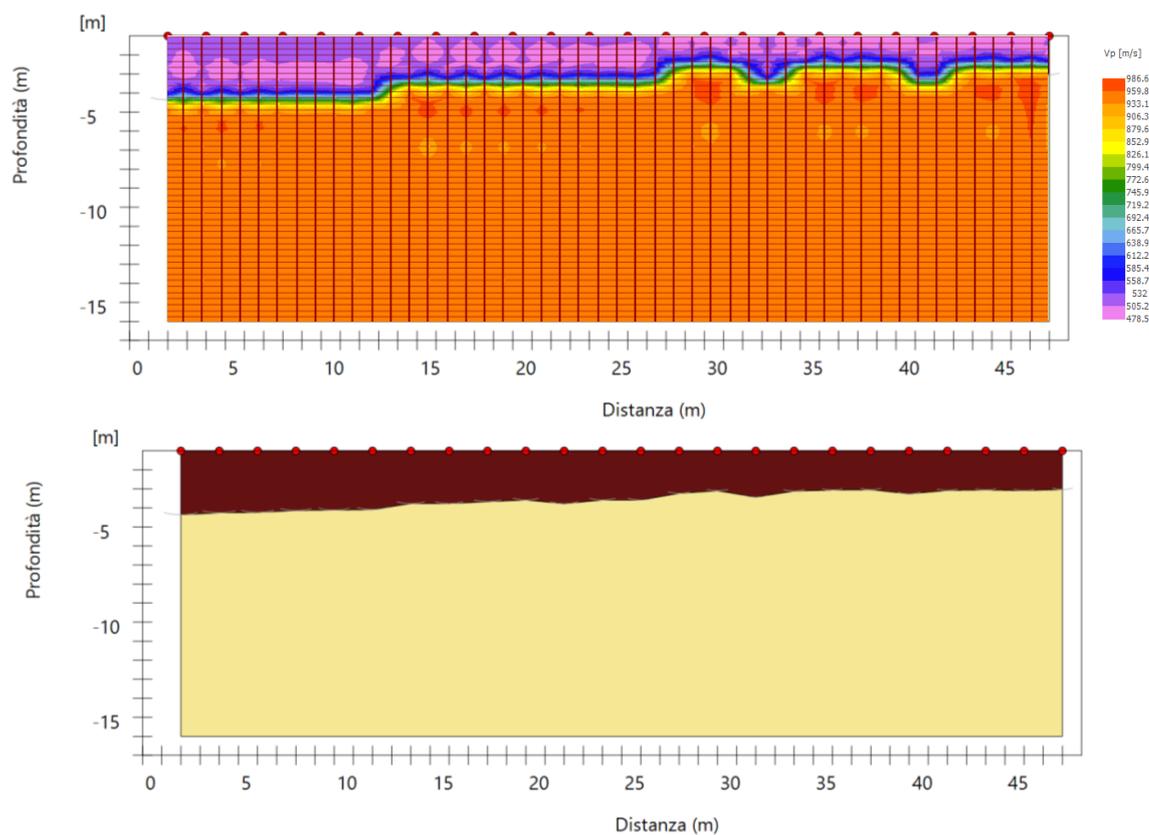
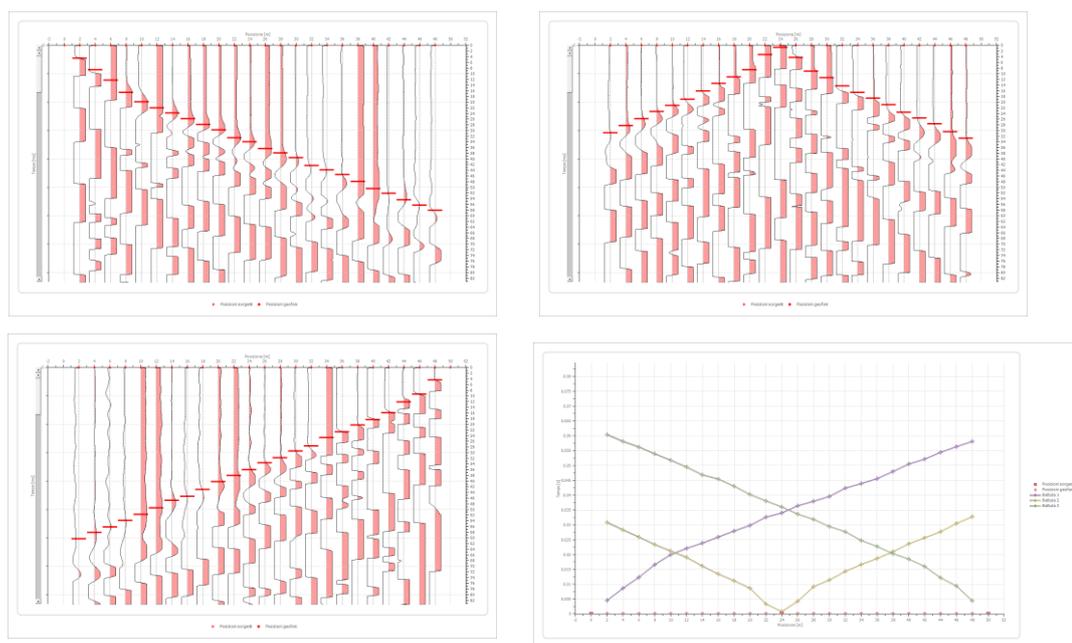
AREA IMPIANTO CER02_B

PARAMETRI SISMICI E GEOTECNICI

| Range di variazione dei parametri sismici | | |
|--|---------------------|-----------------------|
| <i>Parametri sismici</i> | | <i>II sismostrato</i> |
| velocità onde P | m/s | 800 - 1100 |
| velocità onde S | m/s | 384 - 528 |
| modulo di Poisson μ | - | 0.35 - 0.35 |
| densità geofisica γ | g/cm ³ | 1.82 - 1.93 |
| modulo di taglio G | MPa | 268 - 539 |
| mod. dinamico Young Ed | MPa | 724 - 1455 |
| rigidità sismica R | t/cm ² s | 698 - 1020 |

| Valori caratteristici dei parametri sismici | | |
|--|-------------------|-----------------------|
| <i>Parametri sismici</i> | | <i>II sismostrato</i> |
| velocità onde P | m/s | 867 |
| velocità onde S | m/s | 417 |
| modulo di Poisson μ | /// | 0.35 |
| densità geofisica γ | g/cm ³ | 1.8 |
| modulo di taglio G | MPa | 320 |
| mod. dinamico Young Ed | MPa | 864 |
| mod. statico Young Es | MPa | 65 |
| angolo di attrito | gradi | 32 |
| coeff. compressibilità mv | MPa | 0.015 |

AREA IMPIANTO CER02_C. BASE_5

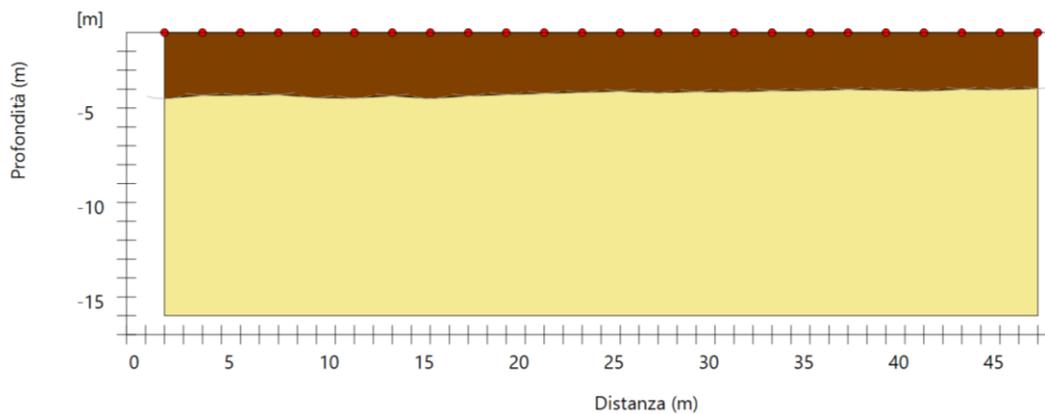
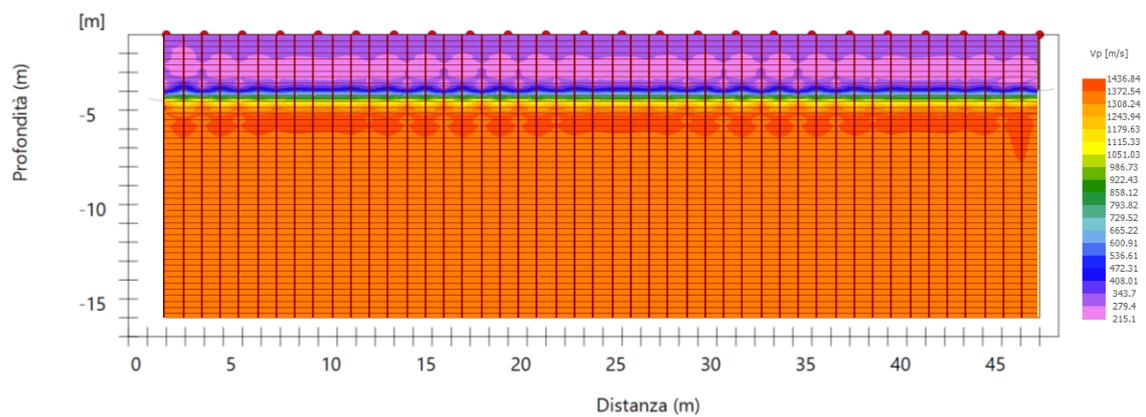
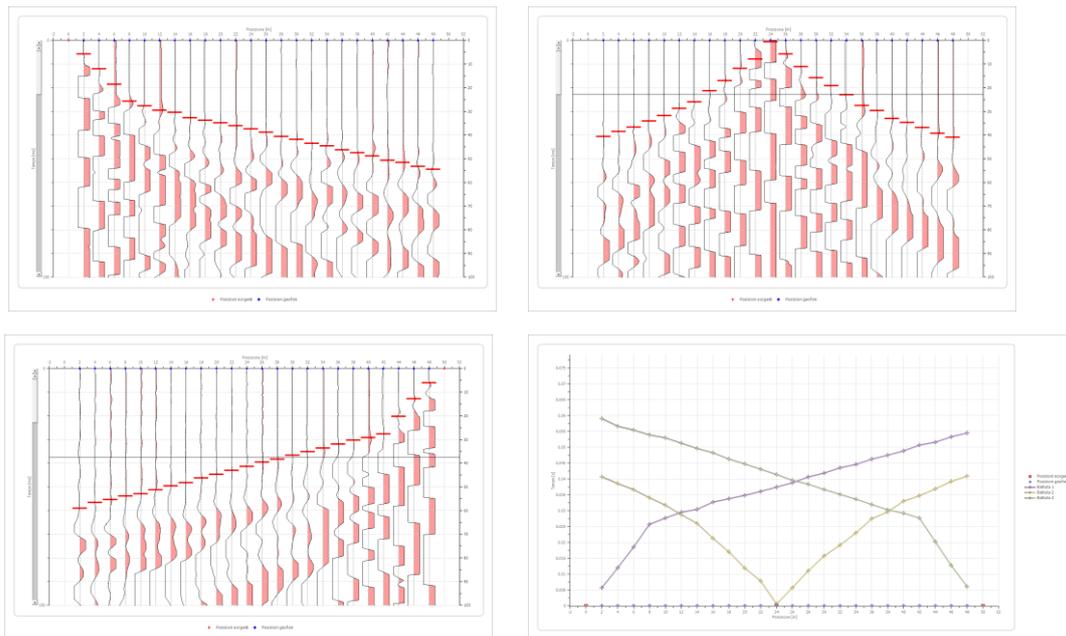


 I Sismostrato. Terreno vegetale poco addensato. Vp 450-500 m/sec

 II Sismostrato. Depositi da sabbiosi a sabbioso-limosi mediamente addensati con frequenti Intercalazioni di arenarie, argille e marne. Le porzioni sommitali sono coperte da un crostone Calcareo stratificato (Crosta Pugliese o Calcrete). Vp 900-1000 m/sec

BASE_5: sismogrammi, dromocrona, mappa delle velocità e sezione sismostratigrafica

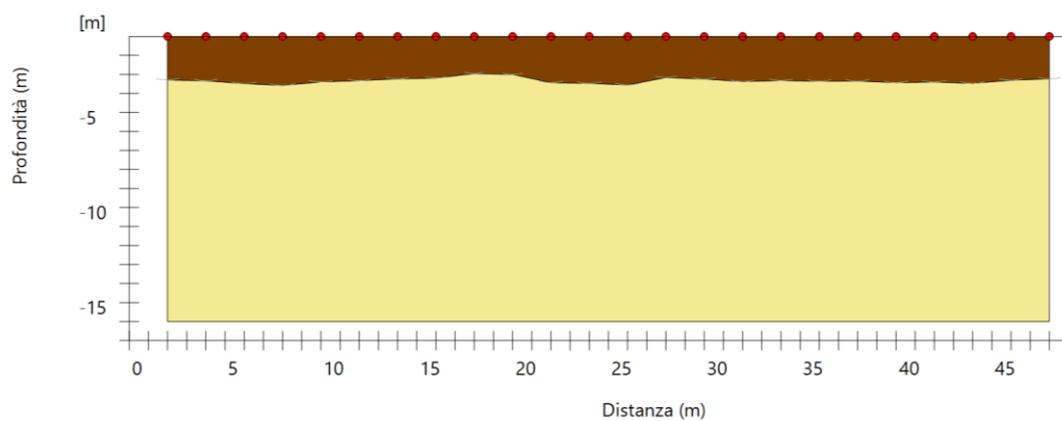
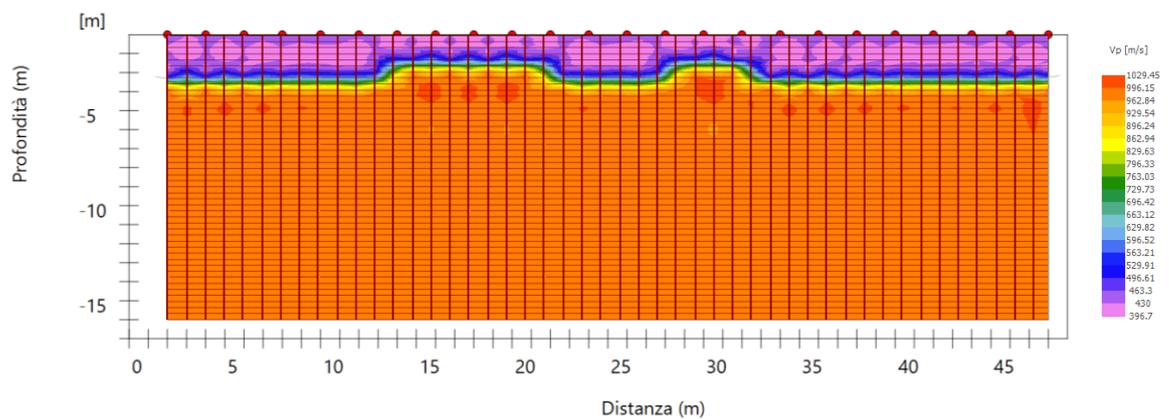
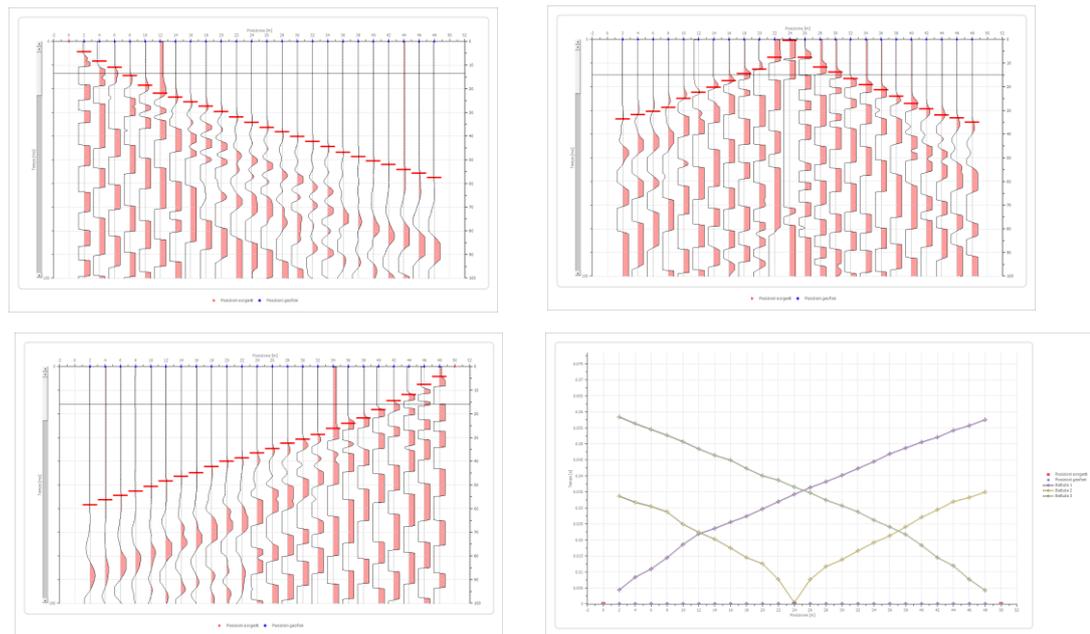
AREA IMPIANTO CER02_C. BASE_6



- I Sismostrato. Terreno vegetale poco addensato. Vp 250-300 m/sec
- II Sismostrato. Depositi da sabbiosi a sabbioso-limosi addensati con frequenti intercalazioni di arenarie, argille e marne. Le porzioni sommitali sono coperte da un crostone Calcareo stratificato (Crosta Pugliese o Calcrete). Vp 1200-1300 m/sec

BASE_6: sismogrammi, dromocrona, mappa delle velocità e sezione sismostratigrafica

AREA IMPIANTO CER02_C. BASE_7

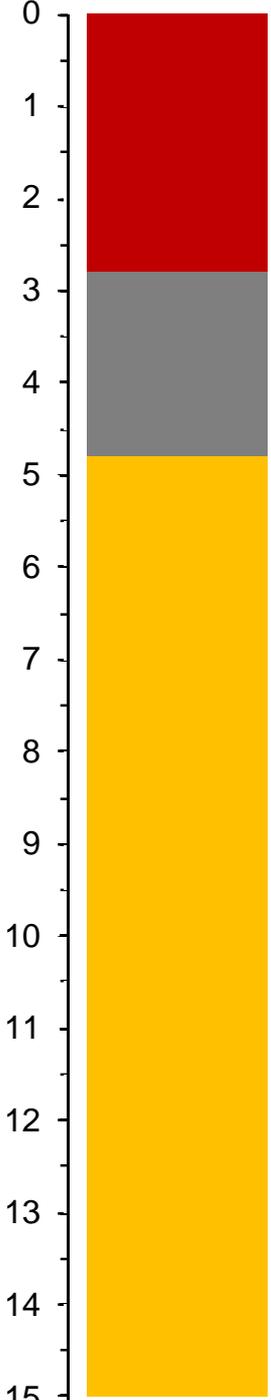


- I Sismostrato. Terreno vegetale poco addensato. Vp 400-450 m/sec
- II Sismostrato. Depositi da sabbiosi a sabbioso-limosi mediamente addensati con frequenti Intercalazioni di arenarie, argille e marne. Le porzioni sommitali sono coperte da un crostone Calcareo stratificato (Crosta Pugliese o Calcrete). Vp 900-1000 m/sec

BASE_5: sismogrammi, dromocrona, mappa delle velocità e sezione sismostratigrafica

AREA D'IMPIANTO CER02_C

SCHEMA STRATIGRAFICO

| Stratigrafia | Falda | Descrizione |
|---|-------|--|
|  <p>0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15</p> | | <p>Terreno vegetale</p> <p>Discontinua presenza di Calcrete (Crosta pugliese)</p> <p>Depositi da sabbiosi a sabbioso-limosi mediamente addensati con frequenti intercalazioni di arenarie, argille e marne</p> |

AREA IMPIANTO CER02_C

PARAMETRI SISMICI E GEOTECNICI

| Range di variazione dei parametri sismici | | |
|--|---------------------|-----------------------|
| <i>Parametri sismici</i> | | <i>II sismostrato</i> |
| velocità onde P | m/s | 900 - 1300 |
| velocità onde S | m/s | 432 - 624 |
| modulo di Poisson μ | - | 0.35 - 0.35 |
| densità geofisica γ | g/cm ³ | 1.86 - 1.99 |
| modulo di taglio G | MPa | 347 - 777 |
| mod. dinamico Young Ed | MPa | 938 - 2098 |
| rigidità sismica R | t/cm ² s | 803 - 1244 |

| Valori caratteristici dei parametri sismici | | |
|--|-------------------|-----------------------|
| <i>Parametri sismici</i> | | <i>II sismostrato</i> |
| velocità onde P | m/s | 1012 |
| velocità onde S | m/s | 486 |
| modulo di Poisson μ | /// | 0.35 |
| densità geofisica γ | g/cm ³ | 1.9 |
| modulo di taglio G | MPa | 449 |
| mod. dinamico Young Ed | MPa | 1211 |
| mod. statico Young Es | MPa | 87 |
| angolo di attrito | gradi | 33 |
| coeff. compressibilità mv | MPa | 0.011 |

CONCLUSIONI

L'indagine geologica, morfologica, idrogeologica e sismica ha evidenziato la seguente situazione ambientale:

- **Caratteri morfologici:** le aree d'intervento presentano nel complesso un andamento morfologico da sub-pianeggiante a moderatamente ondulato con modeste pendenze; non si rilevano emergenze geomorfologiche e fenomeni di dissesto attivi o incipienti che possono alterare l'attuale equilibrio statico.
- **Caratteri geolitologici:** i terreni destinati all'installazione dei pannelli fotovoltaici ricadono principalmente nelle "Sabbie di Torre Quarto" (Sistema di Cerignola); trattasi di depositi da sabbiosi a sabbioso-limosi mediamente addensati con frequenti intercalazioni di arenarie, argille e marne; le porzioni sommitali sono quasi ovunque coperte da un crostone calcareo stratificato (Crosta Pugliese o Calcrete).
- **PAI ed Assetto idrografico:** l'analisi della "Carta di Rischio e della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica" ha permesso di escludere situazioni di pericolosità idraulica e geomorfologica nelle aree oggetto di studio. Dall'analisi invece della "Carta Idrogeomorfologica" ed IGM si rileva una interferenza tra il tracciato del cavidotto ed il reticolo idrografico del "F.sso Marana di Castello"; pertanto, in ottemperanza a quanto disciplinato nelle N.T.A. del Piano di Bacino (PAI), si è proceduto a specifico studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ha permesso di evidenziare le reali interferenze e criticità al fine di operare adeguate scelte progettuali nel rispetto dell'attuale assetto morfologico ed idraulico dei luoghi. Per una disamina dettagliata si rimanda a specifica relazione di compatibilità idrologica ed idraulica.

- **Caratteri idrogeologici e vulnerabilità della falda:** l'area d'intervento è caratterizzata dalla presenza, oltre che dell'acquifero carsico profondo, di un acquifero poroso superficiale e profondo. In considerazione del tipo d'intervento non si rilevano interazioni dirette o indirette con i suddetti acquiferi.
- **Classificazione del terreno di fondazione:** le indagini sperimentali hanno permesso di classificare i terreni di fondazione in classe "B".

Ruvo di Puglia, maggio 2022

dott. geol. Angelo RUTA

