



MARZO 2023

FLYNIS PV 34 S.r.L.

**IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTAICO
COLLEGATO ALLA RTN**

POTENZA NOMINALE 44,86 MW

COMUNE DI ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)

Montagna

**PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO
AGRIVOLTAICO**

Relazione geologica geotecnica

Progettisti (o coordinamento)

Ing. Laura Maria Conti n. ordine Ing. Pavia 1726

Codice elaborato

2983_5284_ACQ_VIA_R05_Rev0_Relazione geologica e geotecnica

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2983_5284_ACQ_VIA_R05_Rev0_Relazione geologica e geotecnica	03/2023	Prima emissione	M.Pecorelli	MCu	L.Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Maria Conti	Direzione Tecnica	Ordine Ing. Pavia 1726
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico Operativo	Ordine Ing. Milano A27174
Marco Corrù	Project Manager	
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni	Tecnico acustico/ambientale n. 71
Paola Scaccabarozzi	Ingegnere Idraulico	
Giulia Peirano	Architetto	Ordine Arch. Milano n. 20208
Fabio Lassini	Ingegnere Idraulico	Ordine Ing. Milano A29719
Mauro Aires	Ingegnere strutturista	Ordine Ing. Torino 9583J
Sergio Alifano	Architetto	
Vincenzo Ferrante	Ingegnere Strutturista	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico	
Matthew Piscedda	Perito Elettrotecnico	
Matteo Cuda	Esperto in Scienze Ambientali	
Davide Chiappari	Biologo Ambientale	
Luca Morelli	Ingegnere Ambientale	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Graziella Cusmano	Architetto	
Michele Cimino	Geometra	
Andrea Incani	Perito Industriale elettrotecnico- INDITEC	
Sonia Morgese	Ingegnere Idraulico	
Leonardo Cuscito	Perito Agrario laureato	Periti Agrari della provincia di Bari, n° 1371
Elia Santoro	Agronomo	Agronomo albo n.883 dottori agronomi e forestali provincia di Torino
Emanuela Gaia Forni	Dott.ssa Scienze e Tecnologie Agrarie	
Edoardo Bronzini	Agronomo	Albo n.1026 Dottori Agronomi e Forestali Provincia di Torino
Michele Pecorelli (Studio Geodue)	Geologo - Indagini Geotecniche Geodue	Ordine Geologi Puglia n. 327
Marianna Denora	Architetto - Acustica	Ordine Architetti Bari, Sez. A n. 2521
Feliciano Stoico	Archeologo	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





INDICE

1. PREMESSA	5
1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
2. LINEAMENTI GEOLOGICI E MORFOLOGICI GENERALI	7
2.1 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO.....	7
2.2 LINEAMENTI GEOLOGICI.....	9
3. CARATTERIZZAZIONE DEI LITOTIPI LOCALI E ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO.....	10
3.1 STRATIGRAFIA DI DETTAGLIO.....	11
4. ASSETTO GEOSTRUTTURALE	12
5. DEFINIZIONE DELL'AMBIENTE CLIMATICO	13
5.1 PLUVIOMETRIA.....	14
6. AMBIENTE IDRICO: ACQUE SUPERFICIALI E ACQUE SOTTERRANEE.....	16
6.1 ACQUE SUPERFICIALI	16
6.2 CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA.....	17
6.3 RAPPORTI TRA L'INTERVENTO PROPOSTO E LA FALDA SUPERFICIALE.....	18
7. INQUADRAMENTO SISMICO.....	19
8. PIANIFICAZIONE ED ESECUZIONE DELLE INDAGINI GEOFISICHE.....	24
8.1 METODOLOGIE DI INDAGINE ADOTTATE	24
8.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI RILIEVI: ATTIVITÀ DI CAMPO	26
8.3 RISULTATI INDAGINE GEOSISMICA.....	27
8.3.1 Elaborazione dell'indagine sismica di tipo MASW	27
8.3.2 Elaborazione dell'indagine sismica a rifrazione	28
9. INDAGINE PENETROMETRICA.....	29
10. SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA	31
10.1 INDIVIDUAZIONE DELLE UNITÀ LITOTECNICHE.....	31
11. VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA (D.M. 17.01.2018 N.T.C.)	33
12. SINTESI CONCLUSIVA	38

ALLEGATO/APPENDICE

ALLEGATO 01 Prospezioni Sismiche

ALLEGATO 02 Legge 484

ALLEGATO 03 Prove penetrometriche

1. PREMESSA

Il progetto in questione prevede la realizzazione, attraverso la società di scopo FLYNIS PV 34 S.r.l., di un impianto solare fotovoltaico in alcuni terreni a ovest del territorio comunale di Acquaviva delle fonti (BA) di potenza pari a 44,82 MW su un'area catastale di circa 117,04 ettari complessivi di cui circa 71,43 ha recintati.

L'area di progetto è divisa in 12 sezioni distinte in due gruppi, le sezioni a sud (dalla 1 alla 7) sono situate a circa 5,6 km a sud est del centro abitato di Acquaviva delle Fonti (BA), mentre le sezioni a nord (dalla 8 alla 12) sono ubicate a circa 3,8 km dal medesimo centro abitato.

La Strada Provinciale n.20 (SP20) separa le sezioni 1 e 2 dal resto delle sottoaree a sud, mentre la sezione 3 è separata a nord dalla Strada Vicinale Marchesana. Le sezioni a nord sono posizionate lungo la strada Contrada Santa Caterina, localizzata tra la Strada Provinciale n.139 (SP139) e la A14, che separa la sezione 8 dalle altre sezioni.



Figura 1.1: Inquadramento aree impianto, in rosso area sud ed in azzurro area nord.

In particolare, lo studio geologico s'inserisce nell'ambito dei quadri conoscitivi del sistema territoriale locale, ed è stato articolato sulla base dei seguenti principali elementi di valutazione geologico-tecnica:

- Inquadramento geologico dell'area, per l'indicazione dell'ambiente geologico, geomorfologico, idrogeologico e strutturale
- Rilevamento geologico di dettaglio, di un'area sufficientemente ampia, entro la quale ricade l'impianto fotovoltaico e la linea di connessione in progetto, atto alla definizione geologica, geomorfologica, idrogeologica e strutturale, con particolare riferimento alla caratterizzazione della natura e del tipo di strutture sedimentarie dei corpi geologici ivi presenti;

- Riferimenti a indagini geognostiche e geotecniche esistenti, eseguite nell'ambito del territorio comunale (prospezioni meccaniche e sismiche, prove geotecniche in sito e in laboratorio, scavi geognostici, pozzi, ecc.), per la definizione delle principali caratteristiche geotecniche e sismiche dei terreni.
- Esecuzione di nuove indagini geofisiche e geognostiche con l'obiettivo di puntualizzare le conoscenze geologiche dirette e indirizzare la progettazione in direzione della sicurezza e della migliore efficienza, con la definizione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione interessati dalle opere in progetto [accertamento litotecnico] e la valutazione delle proprietà elastiche e meccaniche dei terreni investigati.

Durante la prima fase è stato effettuato una ricerca bibliografica, un esame fotointerpretativo e un successivo rilievo di superficie per la verifica dello stato dei luoghi e la corretta pianificazione delle indagini geognostiche.

Da qui è stata pianificata una campagna di indagini geofisiche che ha previsto l'esecuzione di prospezioni come di seguito elencate.

- n. 2 prospezioni sismiche superficiali con tecnica MASW (Multi-Channel Analysis of Surface Waves);
- n. 2 prospezioni sismiche a rifrazione;
- n. 6 prove penetrometriche dinamiche.

Le considerazioni tecniche conclusive sono state ponderate in funzione della conoscenza geologica della zona e dell'attendibilità dei dati ottenuti, operando con un giusto grado di cautela nella definizione delle principali caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, avvalendosi anche di studi pregressi realizzati nello stesso ambito di riferimento.

1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area di progetto è ubicata nel territorio comunale di Acquaviva delle Fonti, nella città metropolitana di Bari, posto a distanze comprese tra 3,5 e 5 km a sud rispetto al centro abitato.

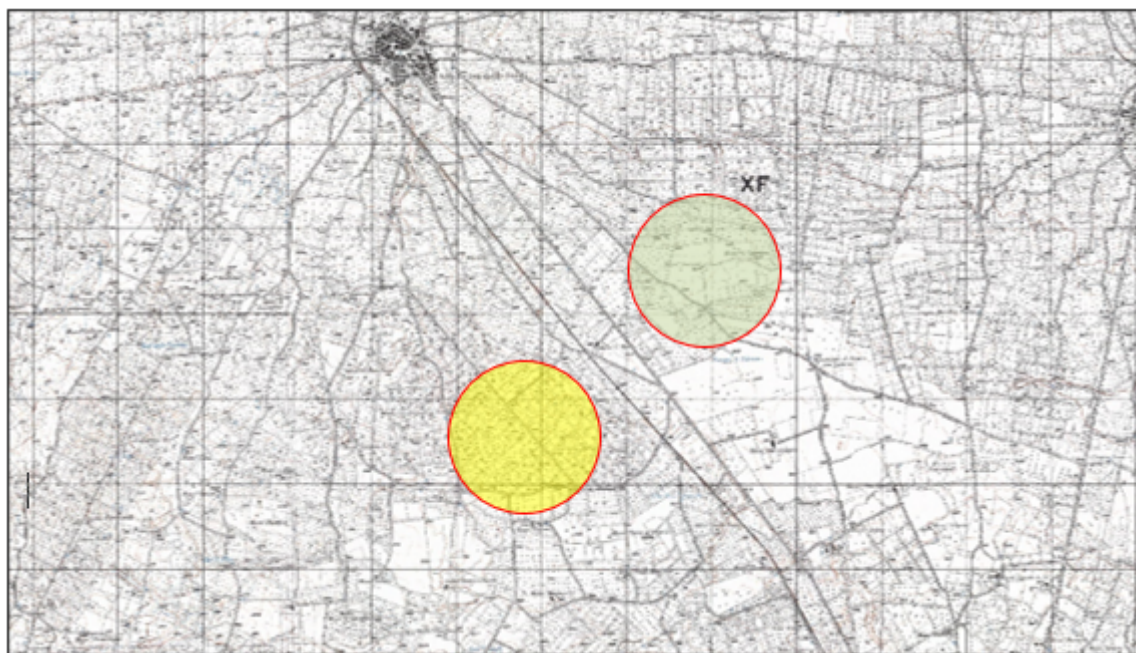


Figura 1.2: Inquadramento territoriale – Stralcio della Tavola 189 I SE.

2. LINEAMENTI GEOLOGICI E MORFOLOGICI GENERALI

2.1 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

Il territorio nel quale ricade l'area d'intervento fa parte dell'unità geografica e strutturale delle Murge i cui terreni, sia sotto il punto di vista geologico che morfologico, costituiscono una unità omogenea.

La Murgia costituisce la più estesa unità morfologica presente in Puglia. Essa si estende dal fiume Ofanto sino all'allineamento Brindisi - Taranto, limitata da un lato dalla costa adriatica e dall'altro dalle scarpate che danno vita alla Fossa Bradanica (Figura 2.1).

Il territorio pugliese si configura come un ampio pilastro tettonico asimmetrico, allungato in direzione NO-SE e trasversalmente segmentato in diversi settori, variamente estesi e dislocati: gli horsts del Gargano e delle Murge tra cui si interpone il graben del Tavoliere delle Puglie, la Depressione tarantino-brindisina che segna il passaggio dalle Murge agli horst e ai graben salentini. Questa configurazione strutturale si sarebbe imposta nel Miocene per poi delinearsi maggiormente nel Pliocene, anche se un accenno di differenziazione stratigrafico-strutturale tra i principali settori del territorio pugliese sembra essere esistito anche in epoche precedenti.

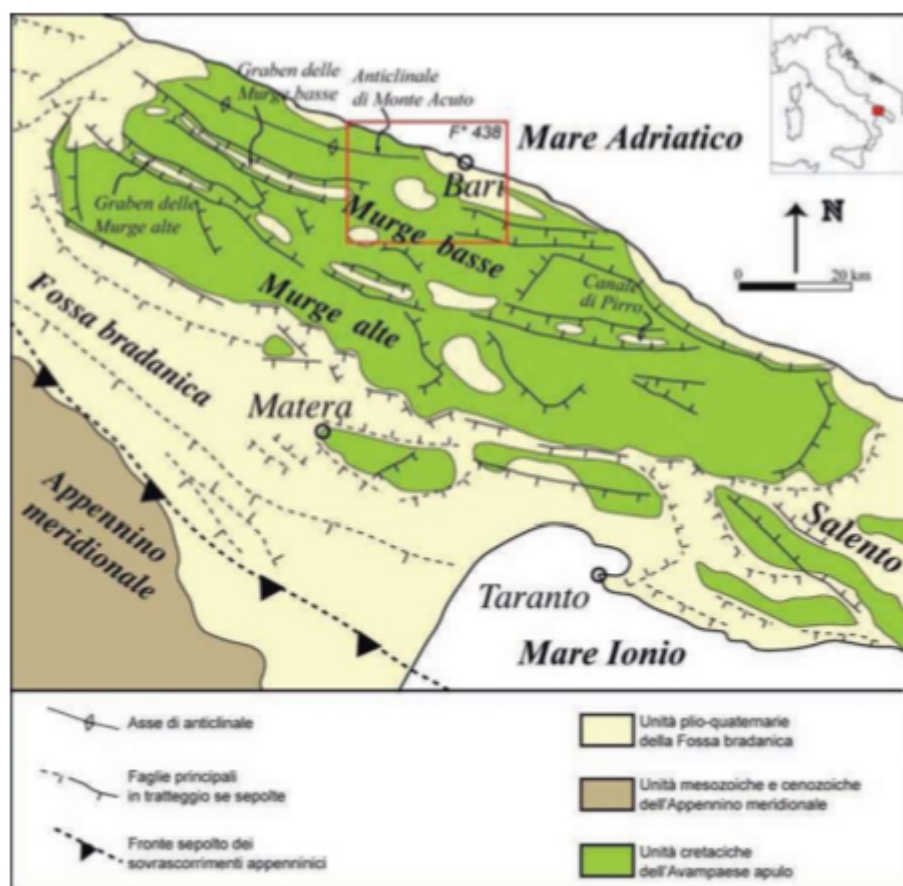


Figura 2.1: Schema geologico della Murgia – Estratto dalla Carta Geologica Foglio 438 "Bari"

Da un punto di vista strutturale, l'assetto tettonico dell'impalcatura carbonatica murgiana corrisponde all'ampia e piatta struttura anticlinale presenoniana, con asse ONO-ESE e culminazione presso la fascia costiera, nei dintorni di Andria fino circa ad Ostuni, in debole vergenza NE, di cui affiora principalmente il fianco sud-occidentale. Questo assetto potrebbe in parte giustificare l'andamento a monoclinale della successione mesozoica delle murge, con immersione verso SO e inclinazione media intorno ai 20- 15°. Una serie di pieghe minori con deformazioni più attenuate ed assi orientati circa ONO-ESE, ascrivibili alle fasi tettoniche tardo cretaceo-paleogeniche, sono state rilevate soprattutto nell'area delle Murge

di Castellana Grotte-Alberobello. Nell'area murgiana, le successioni carbonatiche sono interessate da sistemi di faglie variamente orientate; quelle più importanti corrispondono alle strutture disgiuntive, con direzione NO-SE, ONO-ESE e O-E. questi sistemi di faglia, attivi dal mesozoico fino al Pleistocene, hanno prevalentemente un carattere distensivo, a cui talora è associata una componente trascorrente, come nel caso di quelli antiappenninici. Le diverse faglie hanno scomposto in blocchi la piattaforma carbonatica, conferendogli un assetto strutturale a horst asimmetrico, esteso in direzione appenninica. Oltre ai suddetti sistemi di faglia, altre importanti direttrici tettoniche sono le faglie orientate NE-SO, ENE-OSO e NS, le quali hanno presentato una cinematica distensiva talora con carattere trascorrente non puro o solo trascorrenti.

Dal punto di vista morfologico, l'area murgiana forma un esteso altopiano, poco elevato (450-700 m s.l.m.), allungato in senso NO-SE, delimitato da una netta ed ininterrotta scarpata dalle confinanti pianure: Tavoliere delle Puglie a nord-Ovest, Fossa Premurgiana a Sud-Ovest, e Depressione tarantino-brindisina a Sud-Est. Il versante nord-orientale digrada verso il mare Adriatico con una marcata conformazione a gradinata. Le Murge sono delimitate a SO, lato bradanico, a NO, lato ofantino e a NE, lato adriatico (per il tratto compreso fra Conversano e Ostuni), da alte scarpate e ripiani poco estesi. Al contrario, lungo il versante adriatico da Barletta a mola di Bari e quello di raccordo con il Salento, le Murge sono caratterizzate da una serie di vasti ripiani che degradano verso le quote più basse a mezzo di scarpate, con rigetto più modesto (poche decine di metri). La maggior parte degli elementi morfologici caratterizzanti le Murge (scarpate e ripiani; rilievi e depressioni) si sviluppano preferenzialmente con direttrici ONO-ESE o E-O e, subordinatamente, N-S o SO-NE, cioè le stesse direttrici dei principali elementi tettonici, descritti in precedenza. Le esigue coperture sedimentarie post-cretacee, solo in parte hanno modificato il paesaggio delle murge.

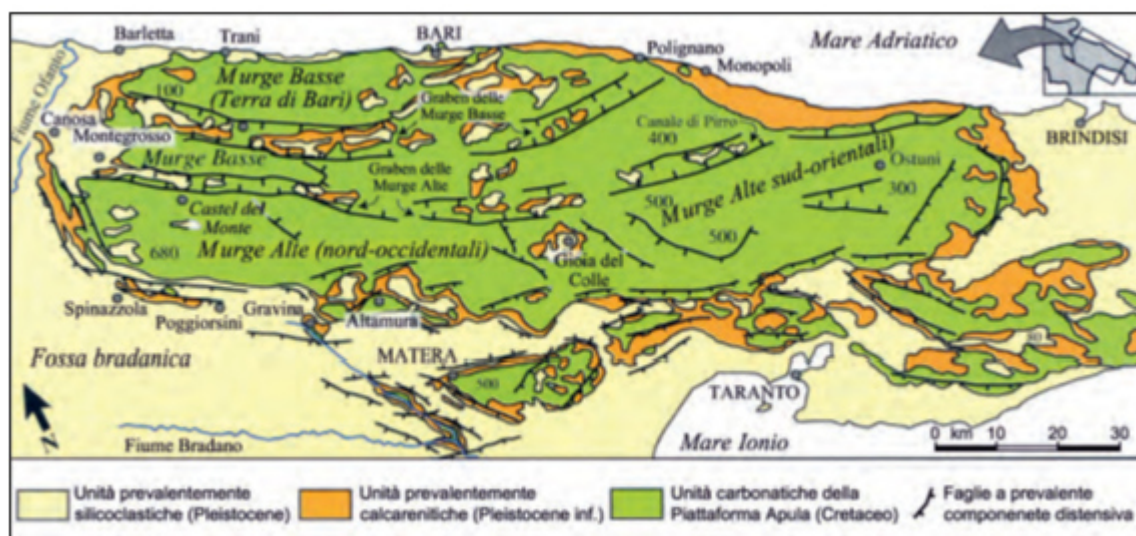


Figura 2.2: Fig. 1.27 – Carta geologico-strutturale schematica delle murge (da PIERI et alii, 1997).

Il territorio comunale di Acquaviva delle Fonti è collocato su uno dei gradoni più elevati dell'altopiano carbonatico murgiano.

I principali caratteri geomorfologici del settore in studio sono essenzialmente legati alla natura e composizione dei litotipi affioranti. Gran parte del tratto di territorio analizzato è caratterizzato dall'affioramento di depositi carbonatici; in questo tratto il paesaggio assume una dominante natura carsica. L'aspetto è quello di un altopiano dalla morfologia dolce, con quote comprese tra 310 e 350 metri s.l.m. procedendo in direzione NE verso SO, che si sviluppa su terreni che, per la loro natura altamente permeabile, non consente l'instaurarsi di linee di impluvio. Le acque meteoriche vengono completamente assorbite dal terreno dando vita ad una serie di doline ed inghiottitoi che contraddistinguono tale territorio. A causa dei diversi caratteri morfologici, litologici e strutturali, quali



acclività del substrato, granulometria, porosità e natura dei sedimenti che costituiscono le rocce, presenza di discontinuità e loro giacitura, nonché la presenza di terreni di copertura, il fenomeno carsico non si manifesta ovunque con la stessa intensità. In linea generale il carsismo, in alcune aree in un avanzato stadio evolutivo, assume una certa complessità dovuta al numero ed alla varietà delle forme superficiali e sotterranee presenti. Come già detto su gran parte del percorso la rete drenante superficiale è praticamente.

2.2 LINEAMENTI GEOLOGICI

Il quadro geologico che si riconosce è relativamente semplice, e nelle sue linee essenziali, può essere sintetizzato come segue: sui calcari cretacei di piattaforma carbonatica, che costituiscono il substrato dell'intera regione murgiana, poggiano in discordanza le unità della Fossa Bradanica, rappresentate da depositi del Pleistocene inferiore (Calcarenite di Gravina ed argille subappennine) ed infine, in discordanza su tutti i depositi più antichi, si rinvengono i depositi marini e continentali terrazzati del Pleistocene mediosuperiore (super sintema delle Murge suddiviso in 5 sintemi e super sintema delle lame delle Murge suddiviso in 2 sintemi).

Da punto di vista geologico la Murgia è costituita essenzialmente da rocce carbonatiche di piattaforma, appartenenti alle formazioni geologiche del Calcere di Bari (Barremiano – Turoniano) e dal Calcere di Altamura (Senoniano). Le successioni di margine–scarpata, di età Campaniano superiore–Maastrichtiano (Calcere di Ostuni e Calcere di Caranna), affiorano unicamente nei dintorni di Ostuni. Infine, ai bordi del complesso carbonatico murgiano, si rinvengono in trasgressione i depositi plioquaternari (Calcareniti di Gravina, Argille Subappennine e Depositi Marini Terrazzati che, in piccoli lembi residuali, occupano anche talune aree interne della Murgia.

Calcere di Bari: presenta spessori dell'ordine dei 2.000 m, ed è formato normalmente da una monotona sequenza di calcari detritici compatti e ben stratificati, spesso a grana fine o microcristallina che, nella parte alta della successione, si presentano nastriformi (calcari a chiancarelle). Di frequente, senza alcun ordine apparente, i calcari sono dolomitizzati. Dolomie e calcari dolomitici possono rinvenirsi un po' ovunque nella sequenza carbonatica, sia come orizzonti interposti entro una successione calcarea, sia come litotipi prevalenti in seno alla stessa.

Calcere di Altamura: di spessore dell'ordine di 1.000 m, si differenzia dal Calcere di Bari per una maggior frequenza di livelli macro–organogeni e biostromali, per il maggior spessore degli strati e per la presenza di tracce di emersione e di episodi salmastri. Nel calcere di Altamura le dolomie occupano a luoghi la parte alta della serie, per uno spessore di un centinaio di metri. Frequente è la presenza di intercalazioni siltitico–argillose, da considerarsi impermeabili, che, allorché a luoghi, si presentano discontinue e di spessore irrilevante; esse in alcuni casi danno vita a delle alternanze più potenti, che influenzano in modo significativo sia la circolazione idrica sotterranea sia l'alimentazione dell'acquifero.

Calcarenite di Gravina: affiora in lembi in tutta l'area delle Murge Basse. Lo spessore residuo affiorante è molto variabile fino ad un massimo di circa 20 metri nei pressi dell'abitato di Carbonara di Bari e del quartiere San Paolo della città di Bari. Questo dato è confermato anche dai numerosi sondaggi geognostici che sono stati effettuati da privati e da enti pubblici. La Calcarenite di Gravina poggia direttamente sui calcari cretacei del Calcere di Bari e mostra caratteri di facies differenti da luogo a luogo. Più in dettaglio, la Calcarenite di Gravina è comunemente costituita da strati e banchi suborizzontali di calcareniti e calciruditi bioclastiche e di calcari organogeni ad alghe calcaree, scarsamente cementate porosi. La stratificazione, generalmente mal distinta, è messa in risalto da rare superfici di erosione e più frequente mente da orizzonti costituiti da concentrazioni di macrofossili, più frequentemente lamellibranchi e/o alghe calcaree. Le strutture sedimentarie di origine idrodinamica sono scarse; ciò sembra essere legato alla grande diffusione di tracce fossili e bioturbazioni, così abbondanti da caratterizzare alcune litofacies).

3. CARATTERIZZAZIONE DEI LITOTIPI LOCALI E ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO

L'area in progetto ricade nel settore centro occidentale delle Murge, caratterizzata da affioramenti di terreni a prevalente componente calcarea di età senoniana, ascrivibili alla formazione dei Calcari di Altamura, che costituiscono il basamento delle rocce sedimentarie plio-pleistoceniche ed affiorano estesamente sul resto dell'area interessata dal tracciato dell'elettrodotto; rappresentano ottimi terreni di posa delle fondazioni.

La roccia si presenta più o meno fratturata, a grana fine, ben stratificata, con spessori variabili da pochi cm ad oltre il metro, ed è rappresentata localmente da calcari detritici di colore dal bianco al grigio scuro, con frequenti intercalazioni di calcari dolomitici e dolomie grigiastre. A questi si associano termini residuali limoso argillosi rossastri ("terre rosse"), sia di deposizione primaria (caratterizzati da geometrie lenticolari, da modesta estensione e da spessore raramente superiore a metri 1), sia di colmamento delle principali discontinuità strutturali della massa rocciosa. La genesi di tali discontinuità è imputabile a cause meccaniche ("fratturazione") e chimiche ("dissoluzione carsica"). L'intersezione di queste discontinuità strutturali con quelle di origine sedimentaria ("giunti di stratificazione") determina la scomposizione dell'ammasso roccioso in blocchi, a geometrie vagamente regolari, di volumetrie comprese tra pochi centimetri e diversi decimetri cubici.

Laddove più intensa è la sconnessione, le acque vadose acidulate hanno avuto modo di svolgere, nel tempo, una sensibile azione aggressiva nei confronti dei carbonati, sino a generare fenomenologie carsiche, esplicate in cavità sotterranee anche d'imponenti dimensioni. Queste hanno sviluppo prevalentemente sub-orizzontale e sono organizzate in sistemi interconnessi che impegnano livelli ampiamente estesi. Collegate tra loro da una rete di canalicoli, sono, a volte, in comunicazione diretta con l'ambiente esterno, sia tramite fessure beanti che con apparati maggiormente evoluti, quali vore ed inghiottitoi.

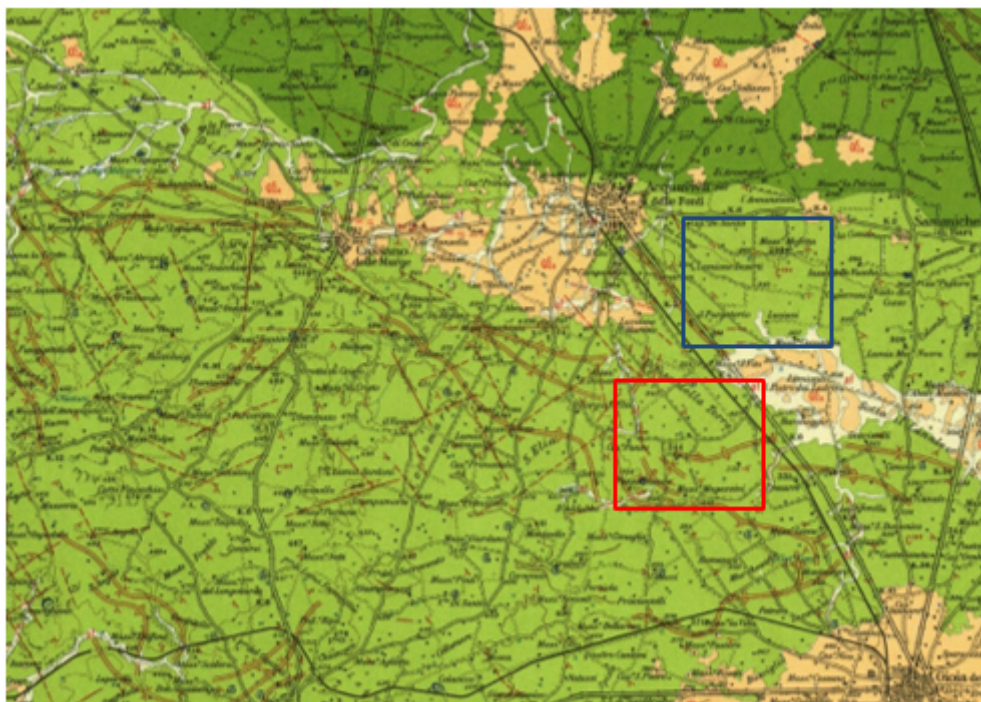


Figura 3.1: Estratto della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000 – Foglio 189 (Acquaviva delle Fonti).

La carsogenesi, particolarmente sviluppata nell'area delle Murge, presenta meccanismi evolutivi assai complessi, in diretto rapporto con la natura litologica e con l'assetto tettonico delle facies carbonatiche.

Particolarmente sensibili sono i litotipi porosi (calcari biancastri) e quelli interessati da giunti di stratificazione e di fratturazione. Infatti, la direttrice principale di sviluppo dei vuoti carsici segue, in prevalenza, quella del sistema primario di fratturazione regionale, orientato da N-NO a S-SE.



Lo spessore complessivo dell'unità carbonatica è superiore a 3000 mt. ed è troncato in alto da una netta superficie di abrasione.

3.1 STRATIGRAFIA DI DETTAGLIO

La stratigrafia di dettaglio è stata riconosciuta dagli affioramenti naturali, anche oltre l'area di progetto, dalle indagini eseguite in loco correlate con i dati acquisiti da indagini pregresse e perforazioni per la ricerca di acque sotterranee.

Dal punto di vista geologico l'area in oggetto è piuttosto lineare, sia per stratigrafia sia per tettonica. In essa affiorano litologie ascrivibili a formazioni appartenenti alla piattaforma carbonatica dell'avampaese apulo-garganico e segnatamente alla formazione dei Calcari di Altamura.

Nello specifico la successione si compone dall'alto di:

- Limo sabbioso con rari clasti calcarei. Si tratta per lo più di materiale derivante dal processo pedogenetico del substrato litoide localmente frammisto a materiale di riporto. Lo spessore è contenuto entro i 100 cm.
- Calcari fratturati e carsificati. Si tratta di calcari tipici della formazione dei Calcari di Altamura. Ben stratificati, molto fratturati e carsificati. Frequenti le inclusioni di limi e limi argillosi rossastri che rappresentano livelli residuali. L'ammasso roccioso si presenta più compatto solo oltre i 5 metri di profondità, con strati dello spessore di 20-30 cm.



4. ASSETTO GEOSTRUTTURALE

Alla luce della ricostruzione dell'evoluzione paleogeografica dell'area, emerge che la sedimentazione carbonatica mesozoica si interruppe alla fine del Cretaceo quando un'importante fase deformativa tardo-cretacea provocò il sollevamento e l'emersione dal mare dell'intero territorio salentino, per un'estensione presumibilmente assai maggiore di quella attuale; nel corso di questa fase di emersione, il basamento carbonatico mesozoico subì lievi deformazioni che si manifestarono con la formazione di una serie di pieghe ad ampio raggio di curvatura e con assi di allungamento orientati prevalentemente secondo direttrici appenniniche, ovvero da NW a SE.

Dopo tali sollecitazioni deformative plicative, subentrò un'intensa fase tettonica di tipo disgiuntivo che, attraverso la formazione di sistemi di faglie dirette, dislocarono il basamento suddividendolo in vari settori i quali, in seguito, acquisirono una propria evoluzione tettonica, paleogeografica e geomorfologica. Alcuni di essi rimasero, infatti, in posizione topografica più elevata rispetto a quelli adiacenti, acquisendo le caratteristiche di alti strutturali ("horst", le cosiddette "serre"); altri, viceversa, furono varia mente ribassati, trasformandosi in vere e proprie depressioni tettoniche (strutture tipo "graben").

Le zone di alto strutturale a partire dalla fine del Cretaceo sino ad oggi sono rimaste sempre sopraelevate e sono state interessate esclusivamente da fenomeni di erosione fisica (smantellamento meccanico) e di dissoluzione chimica (carsismo).

L'area di "graben" (depressione tettonica) in esame è stata invasa dal mare nel Plio-Pleistocene che ha depositato al di sopra del basamento carbonatico mesozoico più successioni sedimentarie di natura calcarenitica e sabbioso-limosa.

Notevole importanza hanno rivestito, infine, le oscillazioni del livello del mare nella seconda metà del Quaternario per motivi glacio-eustatici: circa 21.000 anni fa, in concomitanza con la glaciazione würm, il livello del mare si portò a circa 120 metri al di sotto dell'attuale linea di costa originando il terrazzamento dei terreni; successivamente, ricominciò a risalire, a seguito della trasgressione flandriana, tuttora in corso.

5. DEFINIZIONE DELL'AMBIENTE CLIMATICO

Il clima è indubbiamente fra i più importanti fattori ambientali che condiziona vari elementi degli ecosistemi e, in primo luogo, la vegetazione reale e potenziale e di conseguenza l'erosione superficiale, il trasporto solido e il deflusso idrico. La definizione dell'ambiente climatico è la risultante di una serie di elementi come la ventosità, la piovosità, la temperatura, ecc. La stessa morfologia sembra costituire uno dei fattori climatici principali. Infatti, sulle terrazze più alte in inverno si avvertono gli effetti dell'esposizione ai venti di provenienza dai quadranti meridionali generalmente carichi di umidità prelevata attraversando lo Ionio; in questi stessi luoghi, in estate, si registrano i massimi di temperature. Altri condizionamenti vengono anche dall'esposizione a NE in quanto non si rilevano elementi orografici in grado di ostacolare le correnti d'aria provenienti da NE attraverso l'Adriatico. Il clima determina anche i cicli di gelo e disgelo che sono, a volte, determinanti nella meccanica dei terreni.

Come tutta la Murgia, anche l'area in esame è soggetta ad un tipico clima mediterraneo caratterizzato da stagioni secche e calde (Primavera-Estate) alternate a stagioni fredde e umide (Autunno-Inverno). La rete di stazioni di rilevamento termo-pluviometrica della Puglia ha installato più stazioni di misura nell'intero territorio regionale, tra cui una anche nel territorio comunale di Acquaviva delle Fonti che è attiva solo dal 2016 e i dati disponibili si fermano al 2020 e sono del tutto insufficienti per qualsiasi tipo di valutazione, per tale motivo si è fatto riferimento alla stazione di Casamassima che si trova a meno di 10 km dal sito oggetto di indagine e in una posizione altimetrica e di esposizione del tutto analoga.

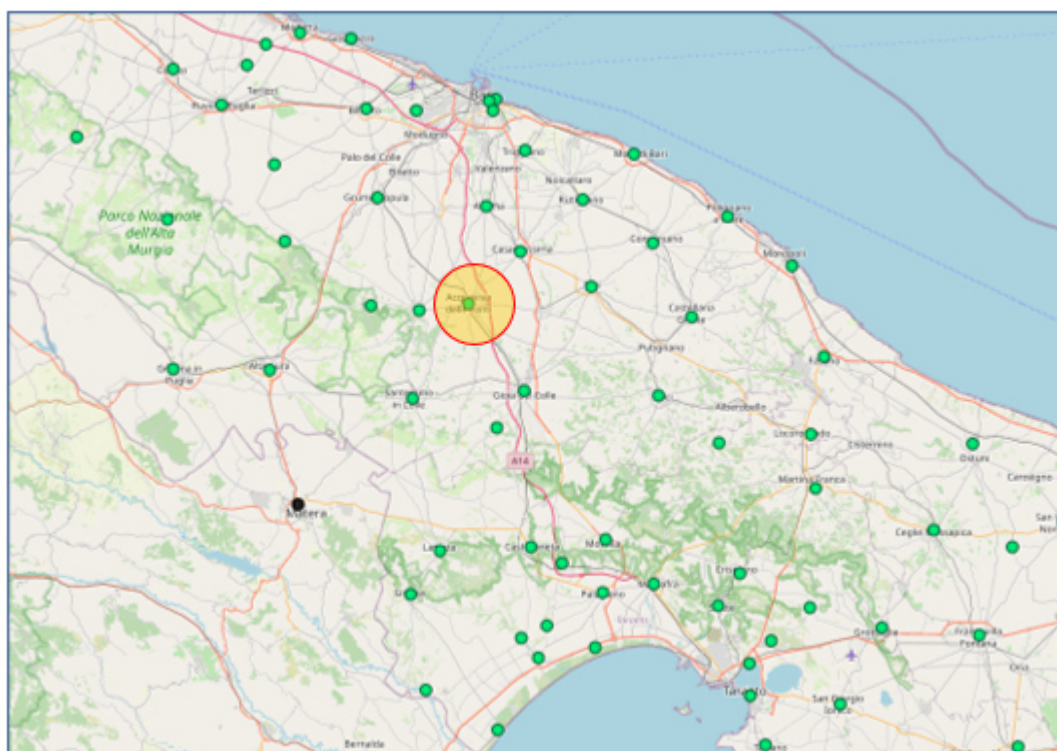


Figura 5.1: Rete in telemisura Protezione Civile Puglia – Centro Funzionale decentrato

TEMPERATURE

Sono stati considerati i valori medi delle temperature massime, medie e minime mensili, considerando 88 anni di misurazione. I dati sono riportati nella tabella 5:1 e nella rispettiva figura 5:2.

Il valore medio della temperatura annua è di 15,7°C con valori medi minimi prossimi a 4°C registrabili nel mese di gennaio e valori medi massimi che sfiorano i 30°C rilevabili in pieno periodo estivo (luglio e agosto).

I dati analizzati mostrano, inoltre, che le temperature minime assolute non di rado scendono ben al di sotto di 0 °C, sia in pieno inverno che all’inizio della primavera (da novembre a marzo), con un valore minimi assoluti inferiori a -5°C.

Durante l’estate (giugno, luglio e agosto) sono state registrate temperature massime assolute comprese fra i 40 e i 43 °C.

Tabella 5:1 Temperature medie mensili – <http://www.protezionecivile.puglia.it/centro-funzionale/analisielaborazione-dati>

TEMPERATURE MEDIE MENSILI																											
Stazione	Anni di osservazione		MEDIE MENSILI												Medie annue												
			G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D													
Casamassima	1960-2020		7.5	7.9	10.4	13.4	17.7	21.9	24.2	24.3	20.5	16.4	12.2	8.7	15.7												
	Max	Min	11.1	3.9	11.7	4.1	14.7	6.1	18.2	8.5	23.0	12.4	27.3	16.4	29.9	18.6	29.9	18.8	25.5	15.5	20.9	11.9	16.1	8.3	12.2	5.2	20.3

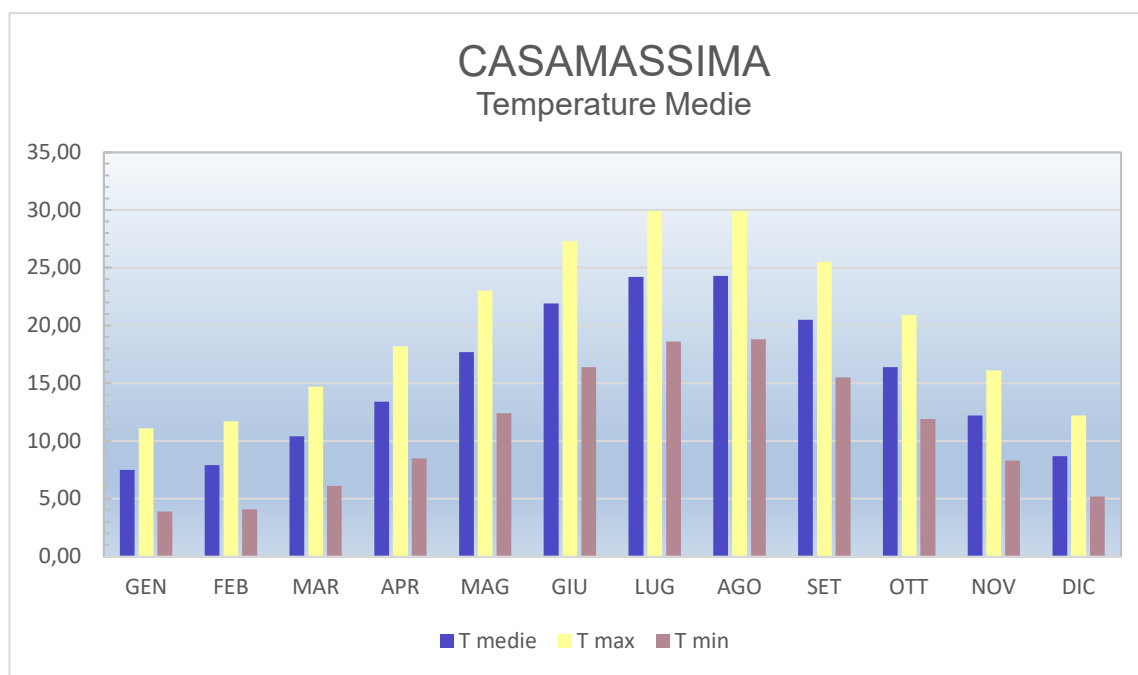


Figura 5.2 – Andamento delle temperature medie mensili registrate nella stazione di Casamassima.

5.1 PLUVIOMETRIA

I dati delle precipitazioni medie disponibili, forniti dal Servizio di Protezione Civile della Regione Puglia, coprono un periodo di osservazione dal 1960 al 2020.

Nella tabella 5:2 e nella relativa figura 5:3, sono riportate le medie mensili ed annuali delle precipitazioni e dei giorni piovosi relativi alla stazione di registrazione di Casamassima.

Tabella 5:2 – Medie Mensili e annuali delle precipitazioni e dei giorni piovosi (anni di osservazione 1921-2020) - <http://www.protezionecivile.puglia.it/centro-funzionale/analisielaborazione-dati>



PRECIPITAZIONI MEDIE ANNUE																											
Stazione	Anni di osservazione	MEDIE MENSILI																Medie annue									
		G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D														
Casamassima	1960 - 2020	59.4	8	58.8	8	58.7	8	42.7	6	40.9	6	35.6	4	23.3	3	22.3	2	50.5	5	63.7	6	69.3	8	67.6	9	592.8	72

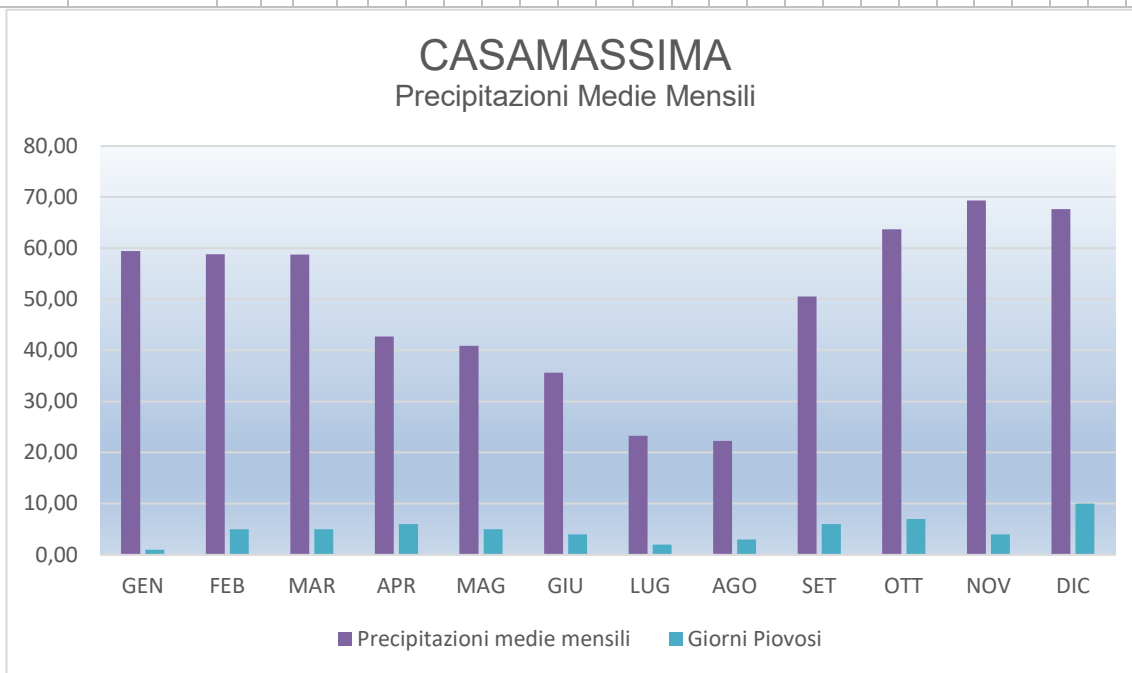


Figura 5.3 – Precipitazioni medie mensili e numero dei giorni piovosi nella stazione pluviometrica di Casamassima - Anno idrologico medio 1960 - 2020.

6. AMBIENTE IDRICO: ACQUE SUPERFICIALI E ACQUE SOTTERRANEE

6.1 ACQUE SUPERFICIALI

L'area murgiana è priva di un reticolo idrografico propriamente detto. I numerosi solchi erosivi presenti intercettano trasversalmente i diversi ripiani e gradini del territorio murgiano, in genere asciutti, ad andamento cataclinale e presentano deflussi opposti, a SO e a NE. I solchi con deflusso verso SO, quindi verso l'entroterra, hanno la forma di forre con pareti ravvicinate, con fondo a "V" scavato in roccia e profilo irregolare in forte pendenza (Gravine). I solchi del margine nord occidentale dell'altopiano proseguono il loro corso lungo il versante ionico come sub-affluenti del Fiume Bradano (Gravina di Picciano) mentre quelli del margine sud orientale costituiscono dei singoli reticoli con sbocco nell'Arco Ionico Tarantino (Gravina di Ginosa; Gravina di Laterza; Gravina di Mottola; Gravina di Massafra). I solchi con deflusso a NE, quindi con lo sbocco nel mare Adriatico, presentano fianchi ripidi progressivamente più distanziati nei tratti intermedi e inferiori e fondo piatto coperto da depositi alluvio-colluviali, e sono denominati lame.

Trattasi di forme fluviali ereditate, incise in epoche di maggiore piovosità, a partire dal Pleistocene medio; il loro modellamento è stato condizionato dalle ripetute variazioni del livello di base connesse alle contemporanee fasi di sollevamento regionale. Queste lame hanno la forma e il regime idraulico tipico dei corsi d'acqua delle regioni desertiche, quindi generalmente asciutti con rapidi deflussi anche cospicui, temporanei ed effimeri, in occasione di abbondanti rovesci o di piogge persistenti. Presentano dei reticoli parzialmente gerarchizzati, i cui segmenti hanno origine in corrispondenza delle varie scarpate, a partire da quella più elevata, e confluiscono negli alvei principali, in relazione anche alle locali incidenze morfologiche o tettoniche. I reticoli più estesi e gerarchizzati sono localizzati nel settore nord-occidentale dell'altopiano murgiano (Murge Baresi), ove costituiscono un vasto bacino imbrifero con le testate lungo il ciglio delle Murge Alte ed una disposizione a raggiera verso la costa adriatica.

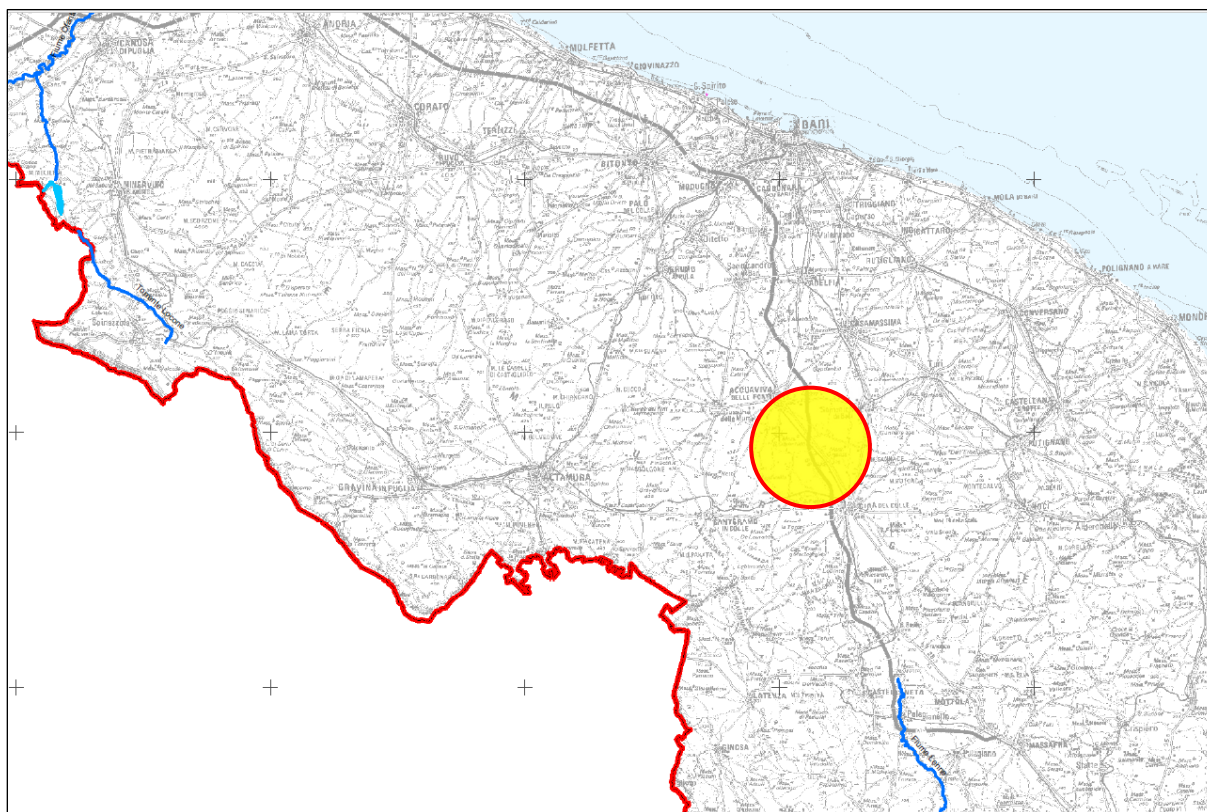


Figura 6.1: Estratto della Tavola 10.1 del P.T.A. – Acque Superficiali a specifica destinazione.

6.2 CIRCOLAZIONE IDRICA SOTERRANEA

La Murgia costituisce la più estesa unità idrogeologica presente in Puglia. Essa si estende dal fiume Ofanto sino all'allineamento Brindisi – Taranto, limitata da un lato dalla costa adriatica e dall'altro dalle scarpate che danno vita alla Fossa Bradanica.

Nel sottosuolo dell'area in esame è presente un'imponente circolazione idrica sotterranea, la cosiddetta "falda profonda" o "falda principale", circolante nell'ambito della successione calcareo-dolomitica cretacea e sostenuta, alla base, dalle acque marine d'ingressione continentale. Questa falda profonda è da mantenere separata dalla "falda superficiale" avente sede, localmente, nell'ambito dei depositi sabbioso-calcarenitici plio-pleistocenici superficiali sostenuti da depositi limoso-argillosi.

Si tratta di una falda dalle potenzialità molto ridotte, legate direttamente al regime pluviometrico che interagisce con le aree di alimentazione (rocce serbatoio in affioramento).

La **falda profonda** è presente in maniera continua in tutto il territorio salentino ed è caratterizzata in molti casi da acque con buone caratteristiche qualitative così da rappresentare una risorsa idrica di fondamentale importanza, in grado di fornire un contributo cospicuo al soddisfacimento del fabbisogno idrico per uso potabile, irriguo o industriale.

Le acque dolci, più leggere, tendono quindi a "galleggiare" sulle sottostanti acque marine e, fintanto che non sopraggiungano fenomeni di perturbazione della falda, si instaura una situazione di equilibrio che impedisce il miscelamento idraulico.

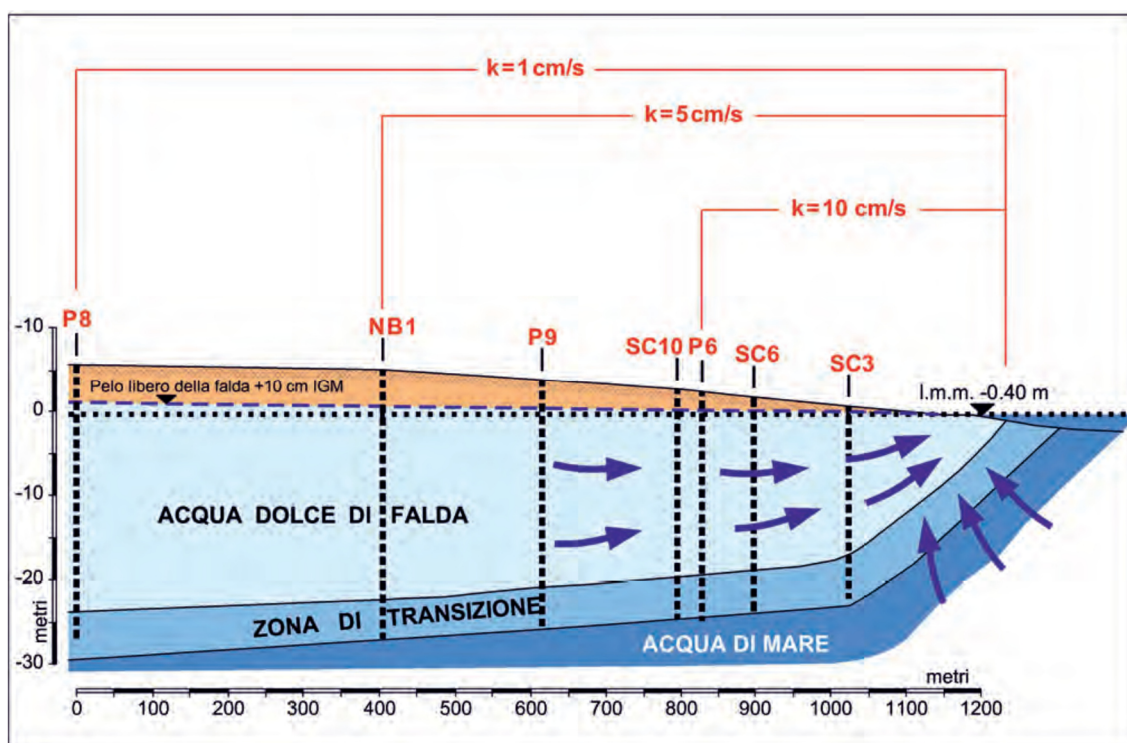


Figura 6.2: Sezione idrogeologica semplificata con indicazione dei coefficienti di permeabilità ottenuti dall'interpretazione dei dati idrometrografici (da COTECCHIA & SCURO, 2010).

Acque dolci ed acque marine sono separate, in realtà, da un livello idrico di transizione, denominato "zona di diffusione", caratterizzato da un rapido incremento verticale di salinità. L'equilibrio che determina la separazione dei due livelli idrici (acque dolci ed acque salate) può, tuttavia, essere alterato dal prelievo di acque di falda, qualora questo sia effettuato in maniera errata, incontrollata e dissennata, ad esempio con portate di emungimento eccessive rispetto a quanto permettano le condizioni idrogeologiche locali, oppure con pozzi troppo ravvicinati o mal realizzati (per esempio troppo profondi).



La falda profonda, alimentata in prevalenza dalle acque meteoriche infiltratesi nel sottosuolo, è caratterizzata dalla presenza di modesti carichi idraulici. I valori più alti di carico idraulico si registrano nelle zone più interne, a partire da tali aree il livello piezometrico della falda si abbassa progressivamente, con cadenti piezometriche molto basse ($0,1 \div 2,5\%$), in direzione delle zone costiere, ove esso tende a raccordarsi con il livello marino.

Il deflusso della falda profonda si esplica infatti essenzialmente in direzione del mare, ove le acque di falda normalmente si riversano, in maniera diffusa o concentrata, attraverso sorgenti costiere e/o polle sottomarine.

Sia i modesti carichi idraulici che le bassissime cadenze piezometriche confermano, in linea generale, l'elevata permeabilità media dell'acquifero carbonatico ospitante la falda profonda.

La ricostruzione dell'andamento della superficie piezometrica della falda profonda in corrispondenza dell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto agrivoltaico è stata eseguita sulla base dei dati riportati nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia oltre che da misure riscontrate nei pozzi riportati nelle immediatezze del sito. Sulla base dei dati acquisiti si è potuto constatare che il livello piezometrico si attesta intorno a 5 metri s.l.m., ovvero detto livello si stabilizza a profondità dell'ordine di 50 metri dal piano di campagna. Il deflusso delle acque di falda si esplica nella zona d'interesse da NW verso SE, per poi riversarsi nel Mare Ionio che ne rappresenta il livello di base.

6.3 RAPPORTI TRA L'INTERVENTO PROPOSTO E LA FALDA SUPERFICIALE

Come già ampiamente verificato nei paragrafi precedenti, la superficie piezometrica, è stata verificata direttamente misurandone il livello nei diversi pozzi presenti nell'intero comprensorio ed è stata determinata a profondità di oltre 140 metri dal p.c con profondità diverse in ragione del grado di carsismo dell'acquifero e con minime oscillazioni annuali influenzate dalle precipitazioni locali contenute nel metro.

Tenuto conto che le opere progettate interferiscono solo con i primi metri della successione stratigrafica, in quanto sia le strutture di sostegno dei singoli pannelli che Sottostazione Elettrica saranno fondate a profondità non superiori a -3,50 metri dal p.c, si può concludere che non c'è nessuna interferenza tra le stesse opere fondali e la superficie piezometrica della falda superficiale

7. INQUADRAMENTO SISMICO

Con l'introduzione dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 e s.m.i. sono stati rivisti i criteri per l'individuazione delle zone sismiche. Inoltre, sono state definite le nuove norme tecniche per la progettazione di nuovi edifici, di nuovi ponti, per le opere di fondazione, per le strutture di sostegno, ecc.

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003.

Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.

Tabella 7:1 Zone a pericolosità sismica

ZONE A PERICOLOSITÀ SISMICA	
Zona	DEFINIZIONE
1	È la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti
2	Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti
3	I comuni inseriti in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti
4	È la zona meno pericolosa

Di fatto, viene eliminato il territorio "non classificato", che diviene zona 4, nel quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (zona 1=0.35 g, zona 2=0.25 g, zona 3=0.15 g, zona 4=0.05 g).

Il nuovo studio di pericolosità, allegato all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

Tabella 7:2 – Suddivisione delle zone sismiche in relazione all’accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06).

SUDDIVISIONE DELLE ZONE SISMICHE	
Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$

La Regione Puglia, con D.G.R. n. 153 dell’02/03/2004, ha provveduto all’aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni della Puglia.

Dalla nuova classificazione regionale si rileva che il Comune di Acquaviva delle Fonti rientra in **zona 3** che significa, secondo la più recente normativa regionale un valore dell’azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima ($a_{g_{max}}$) $0.05 < a_g \leq 0.15$.

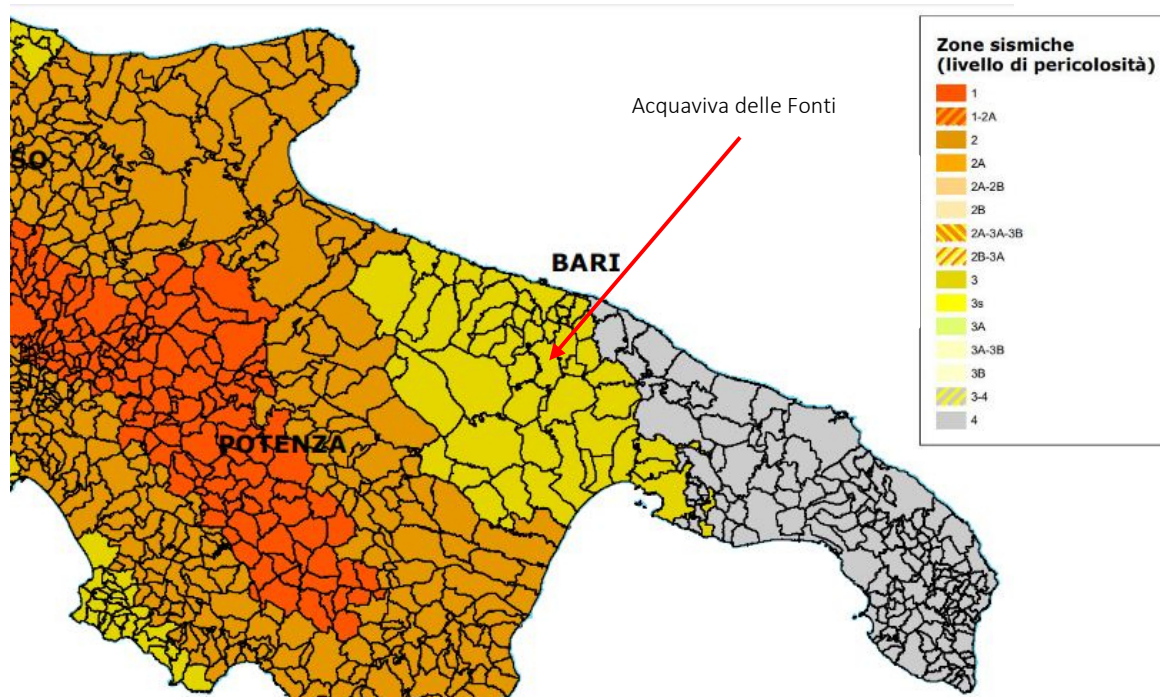


Figura 7.1: Classificazione sismica del gennaio 2019

Dal punto di vista sismico il Salento può essere considerato un’area complessivamente stabile e praticamente asismica. Negli ultimi 100.000 anni tale zona è stata, infatti, interessata essenzialmente da sollevamenti di origine isostatica avvenuti su scala regionale, essendosi esaurita l’ultima fase tettonica di rilievo presumibilmente nel Pleistocene inf. (Siciliano).

La quasi totalità delle scosse sismiche avvertite in tale ambito territoriale, sia in tempi recenti che in epoche storiche, sono in realtà riconducibili a terremoti di elevata magnitudo generati in prossimità delle prospicienti coste balcaniche. Forti eventi sismici con epicentro sul Gargano, nell’Appennino

meridionale, nel Mare Jonio e nell'Arco Egeo, hanno infatti frequentemente fatto risentire i loro effetti, con intensità variabile, nella Penisola Salentina.

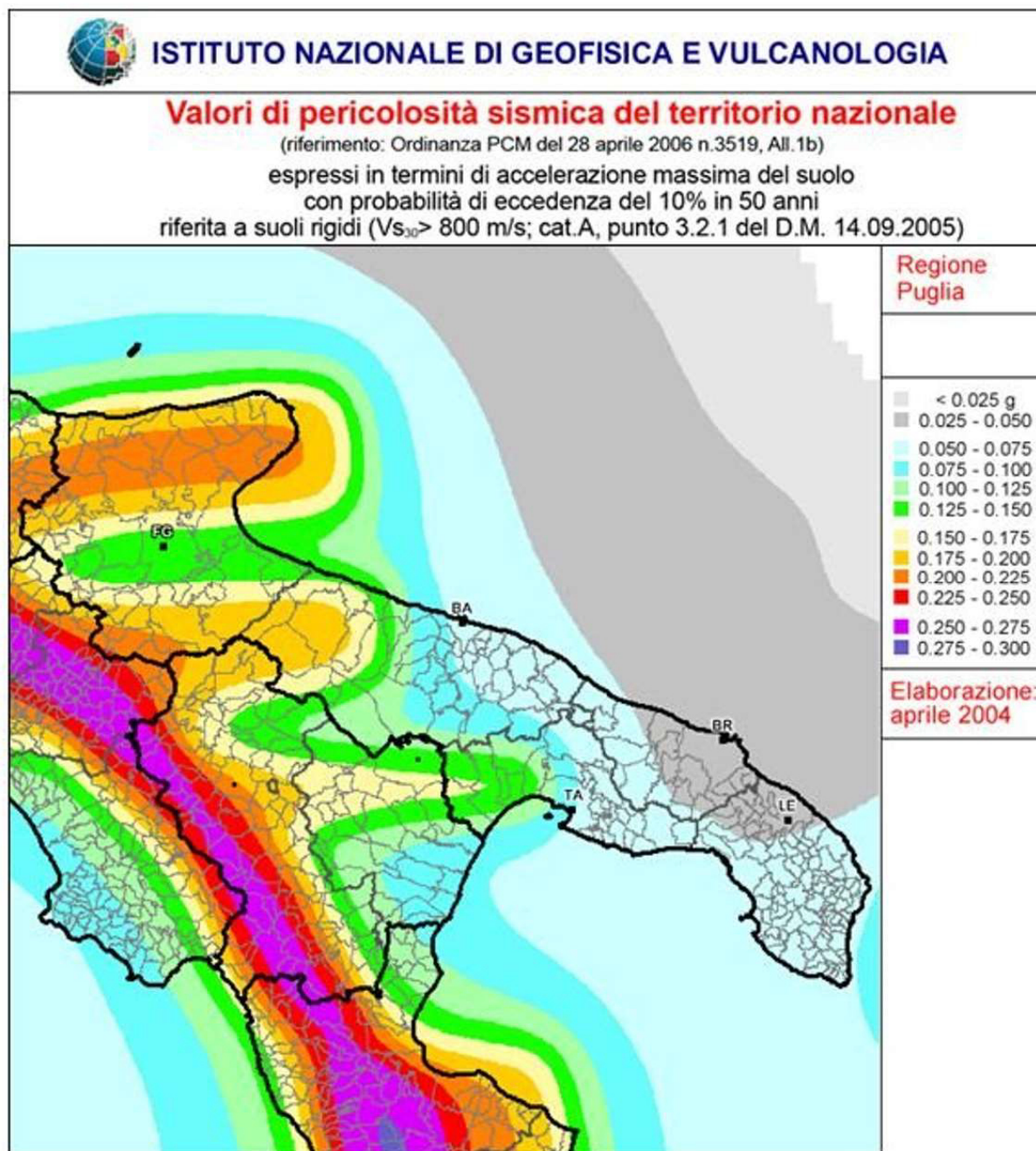


Figura 7.2: carta della pericolosità sismica della Puglia

I dati a disposizione indicano che gli epicentri della maggior parte dei terremoti si localizzano nel settore alto del tavoliere, in zona garganica e appenninica (Irpinia). Tali eventi, in gran parte distruttivi nelle immediate vicinanze degli epicentri, hanno avuto influenza e continueranno ad agire in maniera tangibile sul Territorio in esame (Figura 7.2).

L'energia sismica generata negli ipocentri dell'Appennino meridionale (e del Gargano) è trasmessa, attenuata dalla distanza, per mezzo del basamento calcareo mesozoico posto alla profondità di parecchie centinaia di metri sotto all'area in esame.

E' evidente che le sollecitazioni sismiche, passando alla sovrastante formazione argillosa plio-pleistocenica di grande potenza, con rigidità sismica inferiore, subiscono amplificazioni che possono

ritenersi (grosso modo) uniformi nel sottosuolo dell'intera pianura foggiana fino al tetto delle argille grigio-azzurre.

L'altro decremento di rigidità sismica dovuta al passaggio dalle argille ai sovrastanti depositi sabbiosi, con presenza di falda acquifera, genera nell'onda che proviene dal bed-rock modificazioni negli spettri di accelerazione del terreno, con attenuazione delle frequenze più elevate ed amplificazione.

La caratterizzazione sismica delle principali unità litotecniche che costituiscono il territorio (categoria di sottosuolo, dell'azione sismica di progetto, D.M. 17.01.2018) è stata determinata facendo riferimento ai numerosi dati a disposizione ottenuti da indagini pregresse.

Per eseguire un'analisi di pericolosità sismica di un'area è necessario acquisire studi mirati a individuare le caratteristiche spaziali, temporali ed energetiche dell'attività sismica.

L'area in studio si localizza tra il fronte della catena appenninica e la Pianura di Capitanata. La sismicità registrata nell'ultimo secolo sembrerebbe alquanto limitata, ma qualora si vada a esaminare l'intero catalogo CPTI 15 (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), si evince che l'area è stata interessata da molti eventi sismici particolarmente intensi. Nella seguente tabella sono elencati i terremoti registrati nel territorio di Acquaviva delle Fonti.

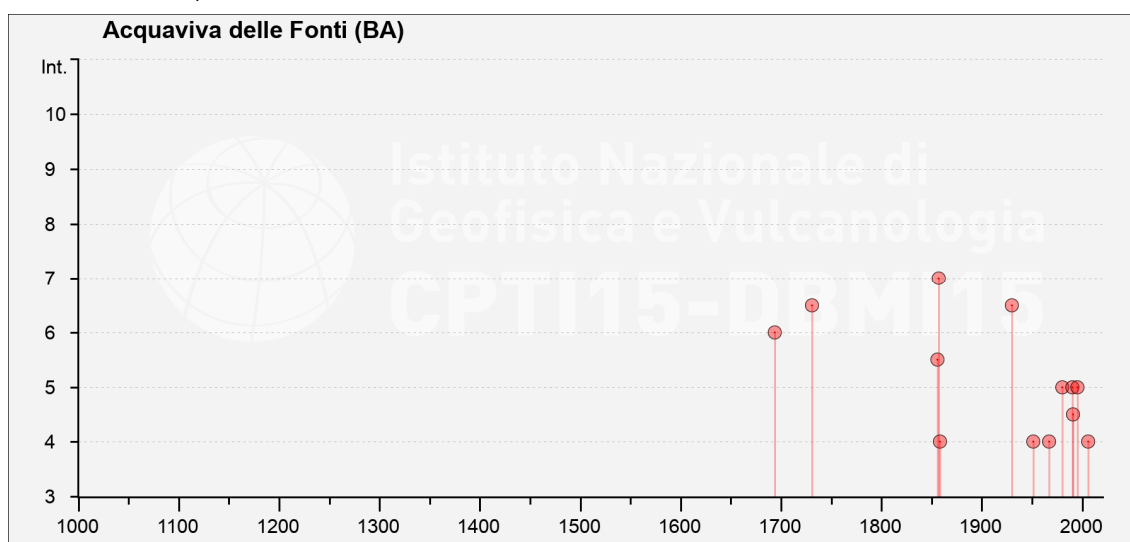


Figura 7.3 – Storia sismica del Comune di Acquaviva delle Fonti Galatina [40.896, 16.843] – https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15_v1.5/query_place/



Tabella 7:3 Elenco dei principali eventi sismici nel Comune di Galatina. -
https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15DBMI15_v1.5/query_place/

CPTI15 - DBMI15					
CATALOGO PARAMETRICO DEI TERREMOTI ITALIANI 2015 – DATABASE MACROSISMICO ITALIANO					
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia					
Seismic history of	Acquaviva delle Fonti				
PlaceID	IT_62263				
Coordinates (lat, long)	40.175, 18.168				
Municipality (ISTAT 2015)	Acquaviva delle Fonti				
Provincia	Bari				
Regione	Puglia				
Is	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6	1694 09 08 11 40	Irpinia - Basilicata	251	10	6.73
6-7	1731 03 20 03 00	Tavoliere delle Puglie	49	9	6.33
5-6	1856 05 12 01 45	Barese	5	5-6	4.40
7	1857 12 16 21 15	Basilicata	340	11	7.12
4	1858 05 24 09 20	Tavoliere delle Puglie	13	4-5	4.35
2	1905 09 08 01 43	Calabria Centrale	895	10-11	6.95
6-7	1930 07 23 00 08	Irpinia	547	10	6.67
4	1951 01 16 01 11	Gargano	73	7	5.22
4	1967 12 09 03 09	Adriatico Centrale	22		4.36
5	1980 11 23 18 34	Irpinia-Basilicata	1934	10	6.81
5	1990 05 05 07 21	Potentino	1375		5.75
4-5	1991 05 26 12 25	Potentino	597	7	5.08
5	1995 09 30 10 14	Gargano	145	6	5.15
4	2006 05 29 02 20	Gargano	384		4.64

8. PIANIFICAZIONE ED ESECUZIONE DELLE INDAGINI GEOFISICHE

L'area è stata già investigata a più riprese, in relazione a diversi interventi eseguiti nell'intero comprensorio, con la realizzazione indagini geomeccaniche finalizzate alla ricerca di acque sotterranee a carotaggio continuo e indagini geofisiche.

In questa fase di studi è stata eseguita una prima ricognizione cartografica e aerofotogrammetrica a cui ha fatto seguito una indagine di superficie che è stata integrata con i risultati di indagini geofisiche che comprendono indagini sismiche a rifrazione e indagini tipo MASW (Multi-Channel Analysis of Surface Waves); il quadro conoscitivo è stato, infine, completato con l'esecuzione di n. 6 prove penetrometriche dinamiche necessarie a determinare la resistenza del suolo nei primi metri della successione stratigrafica.

Da qui si è risaliti alla determinazione dei parametri sismo-elastici del terreno indagato.

8.1 METODOLOGIE DI INDAGINE ADOTTATE

La prospezione MASW è stata eseguita in accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni del D. M. 17 gennaio 2018. Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (V_s).

Inoltre, con l'indagine sismica a rifrazione, è stato possibile determinare le caratteristiche dinamiche del sottosuolo nelle prime decine di metri con l'individuazione delle principali unità geofisiche e delle relative proprietà meccaniche elastiche, quali velocità delle onde longitudinali P (V_p), velocità delle onde trasversali S (V_s) ed i relativi parametri elastici (E , G , K e ν)¹.

L'ubicazione degli stendimenti sismici è stata accuratamente valutato in campagna, per fornire indicazioni utili sulle successioni litostratigrafiche e ricoprire l'intera area interessata dal Parco Fotovoltaico. Di seguito metodologia d'indagine geofisica, di cui vengono evidenziati brevemente i fondamenti teorici.

Prospezione sismica di tipo MASW

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{si}}}$$

Dove

h_i = spessore dello strato i_{esimo} ;

V_{si} = velocità delle onde di taglio nell' i_{esimo} strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/sec².

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.

¹ Allegato I

² Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.



Questo parametro può essere determinato attraverso indagini indirette ed in particolar modo tramite l'analisi delle onde di Rayleigh, ossia onde di superficie generate dall'interazione tra onde di pressione (P) e le onde di taglio verticali (Sv) ogni qualvolta esiste una superficie libera in un mezzo omogeneo ed isotropo.

In presenza di un semispazio non omogeneo la velocità dipende dalla frequenza, che provoca dispersione dell'energia trasportata dalle onde stesse, vale a dire che la deformazione del treno di onde nel sottosuolo è dovuta ad una variazione di velocità di propagazione al variare della frequenza; per le onde di Rayleigh questa deformazione non si manifesta all'interno di un semispazio omogeneo e isotropo ma solo quando questi presenta delle discontinuità come può essere una stratificazione.

Nelle nuove metodologie d'indagine sismica del sottosuolo si valutano le onde di superficie in quanto la percentuale di energia convertita è di gran lunga superiore rispetto alle onde P ed S; inoltre l'ampiezza di queste onde dipende da \sqrt{r} anziché da r (distanza dalla sorgente in superficie) come per le onde di volume.

La propagazione delle onde di Rayleigh, sebbene influenzata dalla V_p e dalla densità, è funzione anzitutto della V_s , che rappresenta un parametro di fondamentale importanza nella caratterizzazione geotecnica di un sito.

L'analisi delle onde S, operata con tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del sismogramma, che, a seguito di una trasformata di Fourier, restituisce lo spettro del segnale. In questo dominio è possibile separare il segnale relativo alle onde S da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria ecc.

Osservando lo spettro di frequenza è possibile evidenziare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della sua frequenza, come risultato del fenomeno della dispersione.

La metodologia MASW risulta particolarmente indicata in ambienti con spazature limitate e, a differenza della sismica a rifrazione, consente di individuare la presenza di inversioni di velocità con la profondità, associabili alla presenza di strati "lenti" al di sotto del bedrock. Tuttavia, un limite di questa metodologia è che esso risente particolarmente del principio di indeterminazione e, fornendo un modello mono-dimensionale del sottosuolo, rende necessaria l'applicazione di altre metodologie d'indagine per fornire un modello geofisico-geologico più attendibile.

Prospezione sismica a rifrazione

La prospezione sismica a rifrazione prende in considerazione i tempi di propagazione delle onde elastiche che, generate al suolo, si diffondono nel semispazio riflettendosi e rifrangendosi su eventuali superfici di discontinuità presenti.

Quando un'onda sismica incontra una superficie di separazione tra due mezzi con caratteristiche elastiche differenti, una parte dell'energia dell'onda si riflette nello stesso mezzo in cui si propaga l'onda incidente, e una parte si rifrange nel mezzo sottostante.

Le relazioni matematiche dei principi fisici della riflessione e rifrazione sono regolate dalle note leggi di Snell. La condizione necessaria per la riflessione e la rifrazione di un'onda sismica è la variazione del parametro impedenza sismica fra i 2 mezzi separati dalla superficie di discontinuità. L'impedenza sismica si determina attraverso il prodotto tra la velocità di propagazione dell'onda nel mezzo e la densità del materiale attraversato.

Ogni litotipo è caratterizzato dalla capacità di lasciarsi attraversare dalle onde elastiche con determinata velocità, questa è definita sperimentalmente attraverso prove di laboratorio o in situ. La velocità di propagazione delle onde sismiche nelle rocce dipende essenzialmente dai parametri elastici che sono influenzati, a loro volta, da numerosi fattori quali, ad esempio, la densità, la porosità, la tessitura, il grado di alterazione e/o di fratturazione, la composizione mineralogica, il contenuto di fluidi, la pressione ed altro.

Questi parametri rendono piuttosto ampio il campo di variabilità della velocità per uno stesso litotipo. Per questo motivo, non sempre un orizzonte individuato con metodologie sismiche coincide con un orizzonte litologico.

Un impulso generato da una sorgente sismica in superficie genera un treno d'onde sismiche di varia natura; in fase di acquisizione e di elaborazione è possibile analizzare onde sismiche di volume o di superficie, a seconda delle modalità con cui esse si propagano nel sottosuolo.

In funzione del tipo di analisi delle onde sismiche investigate, è possibile distinguere fra la metodologia d'indagine sismica a rifrazione (analisi di onde di volume) e di tipo MASW (analisi di onde di superficie).

Disponendo un certo numero di sensori (geofoni) sul terreno lungo uno stendimento sismico e osservando il tempo di percorrenza delle onde per giungere ai sensori, è possibile determinare la velocità di propagazione delle onde sismiche che attraversano i vari strati nel sottosuolo, consentendo una ricostruzione attendibile delle sue caratteristiche elastico-dinamiche.

Al fine di una corretta interpretazione dei risultati dell'indagine sismica è importante sottolineare che:

- a) i sismostrati non sono necessariamente associabili a litotipi ben definiti, ma sono rappresentativi di livelli con simili caratteristiche elastiche, in cui le onde sismiche si propagano con la stessa velocità;
- b) la risoluzione del metodo è funzione della profondità di indagine e la risoluzione diminuisce con la profondità: considerato uno strato di spessore h ubicato a profondità z dal piano campagna, in generale non è possibile individuare sismostrati in cui $h < 0,25 * z$;
- c) nelle indagini superficiali, le onde di taglio (onde S), meno veloci, arrivano in un tempo successivo, per cui il segnale registrato sarà la risultante delle onde S con le onde P; quindi la lettura dei tempi di arrivo delle onde S può risultare meno precisa della lettura dei tempi di arrivo delle onde P;
- d) le velocità delle onde p, misurate in terreni saturi o molto umidi dipende, talora in maniera decisiva, dalle vibrazioni trasmesse dall'acqua interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale, perciò tale valore può non essere rappresentativo delle proprietà meccaniche del materiale in questione. Ne consegue che per alcuni terreni al di sotto della falda, le uniche onde in grado di fornire informazioni precise sulla rigidezza del terreno sono quelle di taglio.

8.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI RILIEVI: ATTIVITÀ DI CAMPO

Indagine sismica di tipo MASW

Le prospezioni geofisiche sono state eseguite con strumentazione *Combinata PASI mod. 16SG24 (sismica 24 canali + tomografia elettrica 32 elettrodi)*.

La tecnica MASW prevede l'utilizzo di una sorgente attiva per l'energizzazione (massa battente di peso pari a 8 Kg) e la registrazione simultanea di 12 o più canali, utilizzando geofoni a bassa frequenza. L'esigenza di analizzare con elevato dettaglio basse frequenze (tipicamente anche al di sotto dei 20 Hz e corrispondenti a maggiori profondità d'investigazione) richiede la necessità di utilizzare geofoni a asse verticale con frequenza di taglio non superiore a 4,5 Hz.

Per il profilo MASW eseguito è stata adottata la seguente configurazione:

- lunghezza stendimento = 16,50 m;
- numero geofoni = 12;
- Spaziatura = 1,50 m;
- offset di scoppio = 3,00 metri;
- durata dell'acquisizione = 1 secondo;
- tempo di campionamento = 1 millisecondo.

Per energizzare il terreno è stata usata una sorgente impulsiva del tipo "mazza battente" del peso di 8 Kg, ad impatto verticale su piastra per la generazione delle onde elastiche.

Contrariamente a quanto richiesto nell'indagine sismica a rifrazione, il segnale sismico acquisito nella tecnica MASW deve includere tutto il treno d'onda superficiale; pertanto la durata dell'acquisizione deve essere definita in modo da contenere tutto il segnale e non troncato nelle ultime tracce. Inoltre, lo stesso segnale viene acquisito senza applicazione di filtri e incrementi del segnale.

Indagine sismica a rifrazione

L'indagine sismica a rifrazione è consistita nell'esecuzione di n. 01 profilo con acquisizione di onde longitudinali (P), avente la seguente configurazione:

- lunghezza stendimento = 44,00 m;
- numero geofoni = 12;
- Spaziatura = 4,00 m;
- End Shot A = 0,00 metri;
- Central Shot E = 24,00 metri;
- End Shot B = 48,00 metri;
- durata dell'acquisizione = 128 msec;
- tempo di campionamento = 250 μ sec;
- Frequenza geofoni = 10.00 Hz;
- Sistema di energizzazione = "massa battente".

8.3 RISULTATI INDAGINE GEOSISMICA

La topografia della superficie del sito investigato è perfettamente e quindi non è stato necessario correggere le quote di acquisizione. Il rumore ambientale rilevato è stato assolutamente trascurabile e riferito alle normali attività di lavorazione dei campi limitrofi. Per tutte le stese si è utilizzato un sistema di riferimento relativo, la cui origine è posta in corrispondenza dell'endshot esterno al 1° geofono sia per l'indagine sismica a rifrazione e sia per l'indagine MASW.

8.3.1 Elaborazione dell'indagine sismica di tipo MASW

L'elaborazione è stata sviluppata in due fasi:

- 1) determinazione della curva di dispersione e la valutazione dello spettro di velocità;
- 2) inversione della curva di dispersione interpretata con picking della curva di dispersione, vale a dire che sono stati selezionati i punti che appartengono ad un certo modo di propagazione dell'onda superficiale con successiva applicazione di algoritmi genetici.

La sovrapposizione della curva teorica e sperimentale fornisce un parametro abbastanza indicativo sull'attendibilità del modello geofisico risultante.

Per l'inversione dei dati sperimentali è stato utilizzato il software WinMasw 4.0 della Eliosoft.

Dall'esame dei profili sismici si mette in evidenza una sostanziale omogeneità della successione litologica, pur osservando variazione degli spessori delle singole unità litostratigrafiche che possono essere messe in relazione alle modalità di sedimentazione e alle diverse lavorazioni agricole.

In particolare emerge, abbastanza chiaramente, un modello costituito da 3 unità sismostratigrafiche valore di $V_{s,eq} > 800$ m/sec,

Tabella 8:1– Valore della $V_{s,eq}$ per i singoli stendimenti MASW

PROFILO MASW	$V_{s,eq}$	V_{S30}	CATEGORIA SOTTOSUOLO
n.	m/sec	m/sec	Tab. 3.2.II - D.M. 17 gennaio 2018
1	>800	1174	A
2	>800	1083	A

Pur evidenziando che l'indagine MASW risente particolarmente del problema della non univocità del modello geofisico rispetto ai dati sperimentali ed è principalmente finalizzata alla determinazione del parametro $V_{s,eq}$, più che alla ricostruzione sismostratigrafica del sottosuolo, è stato possibile evidenziare una congruenza fra il modello ricavato dalle indagini MASW con quello determinato dall'indagine sismica a rifrazione.

Sulla base di valutazioni incrociate sull'attendibilità dei risultati ottenuti dalle ricostruzioni sismiche è possibile scegliere il modello ritenuto più conforme alla situazione litostratigrafica presente nell'area e di cui è sempre preferibile avere a disposizione informazioni dirette di tipo geologico, geotecnico e/o idrogeologico.

8.3.2 Elaborazione dell'indagine sismica a rifrazione

Dai sismogrammi sperimentali sono stati letti i tempi di arrivo dei "first-break" attraverso l'utilizzo del software SISMOPC per la costruzione delle relative dromocrone (diagrammi tempo-distanza), mostrate in allegato.

L'interpretazione delle dromocrone, anche questa eseguita con l'ausilio di processi computerizzati, è stata effettuata attraverso il software INTERSISM della Geo&Soft, utilizzando come tecnica di interpretazione il Metodo GRM.

In allegato sono riportate le sezioni sismostratigrafiche interpretative, ottenute, scegliendo dei modelli a 3 strati, dove vengono indicate con SnA – SnB, rispettivamente le progressive iniziali e finali delle stese.

9. INDAGINE PENETROMETRICA

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi d) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione);
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (Tabella 3) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente):

Tabella 9:1 – Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici.

TIPO	SIGLA DI RIFERIMENTO	PESO DELLA MASSA BATTENTE	PRPF. MAX. DI INDAGINE
Leggero	DPL	$M \leq 10$	8 m.
Medio	DPM	$10 \leq M \leq 60$	20 ÷ 25 m.
Pesante	DPH	$40 \leq M \leq 60$	25 m.
Super Pesante	DPSH	$M \geq 60$	25 m.

Il penetrometro in uso nel corso dell'indagine PENNI 30 COMPAC, ha le seguenti caratteristiche:

- altezza di caduta H = 0.20 m;
- avanzamento d = 10 cm;
- punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$);
- diametro $\varnothing = 35.7$ mm;
- area base cono A = 10 cm²

Correlazione con N_{SPT}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$N_{SPT} = (\beta_t N)$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q_t}{Q_{SPT}}$$

In cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{SPT} è quella riferita alla prova SPT.

Le prove penetrometriche eseguite hanno ricoperto l'intera area interessata dalla proposta progettuale, per quanto possibile, sovrapponendole alle linee degli stendimenti geofisici.

Tutte le prove eseguite sono state ripetute in adiacenza, a distanza di circa 1 metro in quanto, per la presenza a diverse profondità di elementi lapidei anche di grosse dimensioni, il rifiuto all'avanzamento della punta interveniva già dopo i primi decimetri di infissione non compatibili con il quadro geolitologico d'insieme.

Ciò nonostante, la presenza di un substrato lapideo molto superficiale, a tratti quasi affiorante, non ha permesso grosse profondità di investigazione.

Dall'esame delle prove si è potuto sintetizzare un modello costituito da tre diverse unità litotecniche.

10. SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA

Le esposizioni naturali e i tagli di origine antropica in corrispondenza di piccole sezioni occasionali, osservati in vari luoghi del comprensorio, unitamente ai sondaggi eseguiti nell'intera area hanno evidenziato la presenza di una sequenza di sabbie fini, talora limose, con trovanti lapidei di piccole e medie dimensioni che sovrastano lenti argillose e limo-argillose.

L'analisi delle stratigrafie, ottenute da sondaggi sismici e penetrometrici eseguiti, consente di definire che i terreni in esame, nella loro variabilità granulometrica e nei rapporti geometrici verticali tra i vari strati, pur nella loro eterogeneità, mostrano una sostanziale uniformità che permette di inquadrarli in unità litotecniche dalle caratteristiche geotecniche definite.

La successione stratigrafica così individuata è si compone di uno strato superficiale costituito da terreno vegetale localmente misto a riporto generico, che poggia su banco ghiaioso talora molto cementato. Infine al di sotto si ha un livello sabbioso a tratti molto cementato.

10.1 INDIVIDUAZIONE DELLE UNITÀ LITOTECNICHE

L'analisi delle indagini pregresse e la conoscenza diretta dei luoghi hanno permesso la ricostruzione dettagliata e il locale assetto litostratigrafico, con l'identificazione e la caratterizzazione dei principali orizzonti litologici caratteristici del substrato dell'area d'intervento e definendo, per ognuno di essi, le caratteristiche litotecniche peculiari indispensabili per una corretta progettazione geotecnica e strutturale delle opere che si vogliono realizzare.

Da quanto emerso nel corso delle indagini geognostiche è stato possibile individuare, nell'ambito della successione stratigrafica, diverse unità litotecniche omogenee per litologia e geotecnica. Il modello geotecnico che se ne ricava è un modello a tre unità litotecniche.

Unità Litotecnica "A"

Si tratta di suoli di copertura, di natura prevalentemente sabbiosa, localmente arricchiti di sostanza organica; frequenti i trovanti lapidei e È considerato un suolo incoerente, al più poco coesivo, da molto sciolto a sciolto, mediamente permeabile.

Lo spessore è compreso tra 1,20 e 1,50 metri.

Tabella 10:1

CARATTERISTICHE ELASTICHE E MECCANICHE DELL'UNITÀ LITOLOGICA "A"	
Spessore medio	$h = 1,20 \text{ m}$
Peso volume medio	$\gamma_m = 1770 \text{ kg/cm}^3$
peso dell'unità di volume saturo	$\gamma_{\text{sat}} = 1850 \text{ kN/mc}$
Angolo di resistenza al taglio medio (tensioni efficaci, a lungo termine)	$\phi'_m = 26^\circ$
Coesione drenata media (tensioni efficaci, a lungo termine)	$c'_m = 0.45 \text{ kg/cm}^2$
Modulo di Edometrico medio	$E_m = 824 \text{ kg/cm}^2$
Modulo di Poisson	$\nu = 0.38$
Modulo Elastico	$E_{\text{din}} = 4489 \text{ kg/cm}^2$
Costante Winkler Kw	$K_w = 22.46 \text{ Kg/cm}^3$
Coefficiente di Lambe	0.25

Unità Litotecnica "B"

È costituita da calcari e calcari dolomitici a grana fine, friabili, localmente fratturati e carsificati. Lo spessore varia fortemente in ragione del grado di evoluzione del carsismo.

Tabella 10:2

CARATTERISTICHE ELASTICHE E MECCANICHE DELL'UNITÀ LITOLOGICA "B"	
Spessore variabile	$h = 2,30 \div 4.00 \text{ m}$
Peso volume medio	$\gamma_m = 2172 \text{ Kg/cm}^2$
Angolo di resistenza al taglio medio (tensioni efficaci, a lungo termine)	$\varphi'_m = 35^\circ$
Coesione drenata media (tensioni efficaci, a lungo termine)	$c'_m = 250 \text{ Kg/cm}^2$
Modulo di Edometrico medio	$E_m = 7644 \text{ Kg/cm}^2$
Modulo di Poisson	$\nu = 0.35$
Modulo Elastico	$E_{din} = 49297 \text{ Kg/cm}^2$
Costante Winkler Kw	$Kw = 358.92 \text{ Kg/cm}^2$

Unità litotecnica "C"

Questa unità è formata prevalentemente da depositi dolomitici poco o nulla stratificati in banchi, localmente alterati e carsificati.

Tabella 10:3

CARATTERISTICHE ELASTICHE E MECCANICHE DELL'UNITÀ LITOLOGICA "C"	
Spessore medio	$h = > 30 \text{ m}$
Peso volume medio	$\gamma_m = 2473 \text{ Kg/cm}^2$
Angolo di resistenza al taglio medio (tensioni efficaci, a lungo termine)	$\varphi'_m = 40^\circ$
Coesione drenata media (tensioni efficaci, a lungo termine)	$c'_m = 350 \text{ Kg/cm}^2$
Modulo Edometrico medio	$E_m = > 12500 \text{ Kg/cm}^2$
Modulo di Poisson	$\nu = 0.34$
Modulo di Young dinamico	$E_{din} = 84511 \text{ Kg/cm}^2$
Costante Winkler Kw	$Kw = 505.49 \text{ Kg/cm}^2$

11. VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA (D.M. 17.01.2018 N.T.C.)

Come evidenziato in precedenza, la regione Salentina è notoriamente un'area a bassa attività sismica, ma che risente degli effetti di aree sismogeneticamente attive (il Promontorio del Gargano e i monti del Subappennino Dauno), a causa dei particolari caratteri tettonici che li contraddistinguono, con notevoli disturbi (faglie), che nel corso degli anni è stata interessata da energia sismica intensa, con magnitudo comprese tra 5.0 e 6.5 e VIII/X grado MSK.

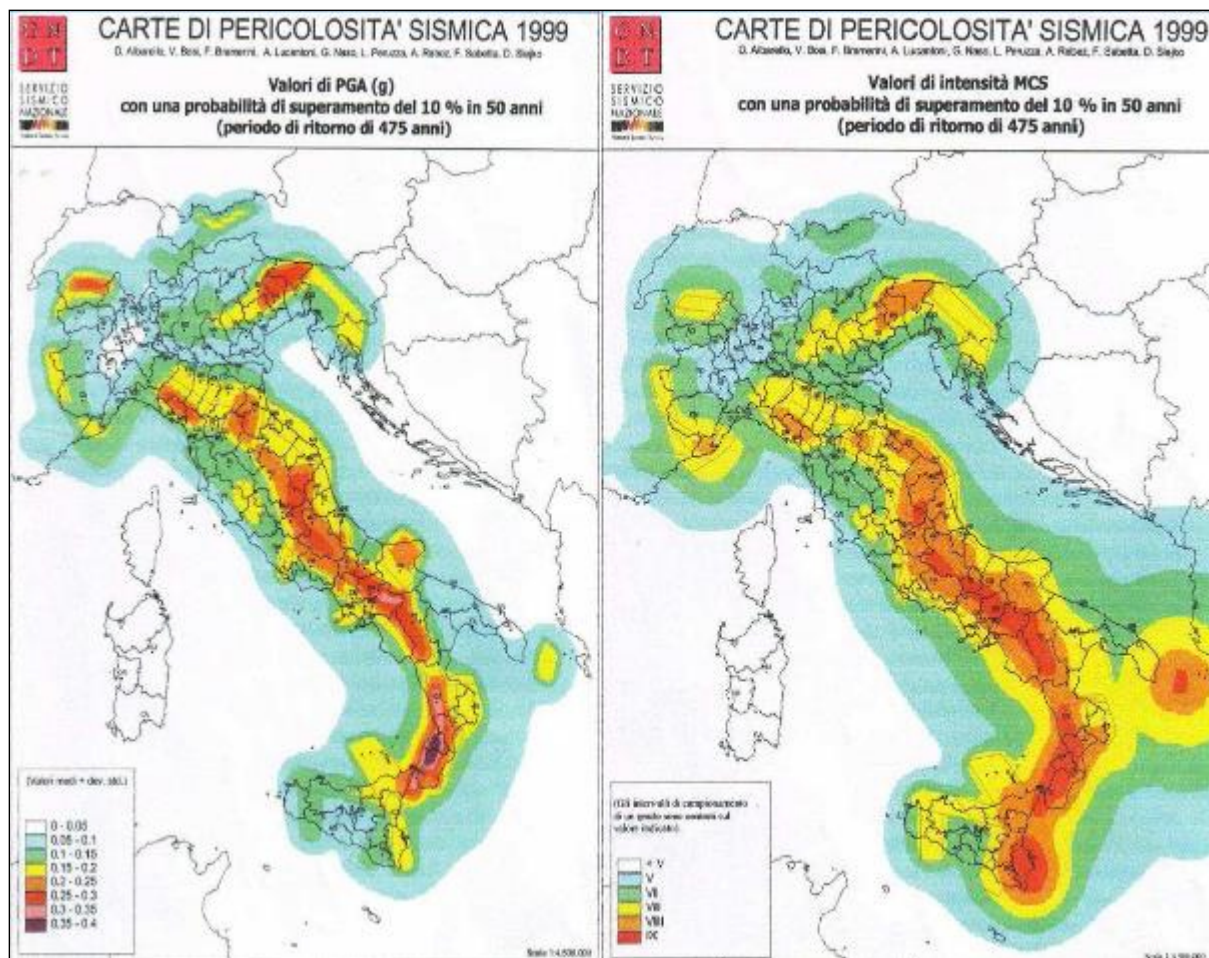


Figura 11.1: Carte della pericolosità sismica (Servizio Sismico Nazionale)

Gli studi effettuati, negli ultimi anni, sulla pericolosità sismica del territorio italiano, dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (G.N.D.T.), dall'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste (O.G.S.) e dal Servizio Sismico Nazionale (S.S.N.), hanno consentito di sviluppare una metodologia probabilistica sismo-tettonica, ampiamente consolidata ed adottata a livello internazionale, che prevede l'utilizzo di dati di base: catalogo sismico e Zonazione Sismogenetica (Z.S.), oltre all'adozione di criteri e metodi per l'elaborazione degli stessi dati.

Attraverso l'elaborazione dei dati, la pericolosità sismica, ossia "la stima dello scuotimento del suolo, previsto in un certo sito, durante un dato periodo, a causa di terremoti" è stata rappresentata dallo S.S.N. su due carte di pericolosità (1999).

Il Decreto 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" - fornisce le indicazioni per la progettazione e la verifica di nuove strutture secondo criteri antisismici.

Ai sensi del decreto, le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento con superficie topografica



orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R . In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 = valore massimo di fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

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

Per l'area in esame, sulla base delle indagini eseguite, si verifica l'assoluta stabilità dell'area; ai fini della determinazione dell'azione sismica di progetto e della categoria di sottosuolo (Ordinanza P.C.M. n.3274 del 20/03/03 e aggiornamenti, modifiche, integrazioni, sostituzioni del D.M. 14/09/2005 "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. Infrastrutture del 17/01/2018, si potranno prendere in considerazione i seguenti elementi di valutazione:

- In base alla localizzazione geografica del sito di progetto vengono definiti i parametri di riferimento del moto sismico in superficie, successivamente correlati con gli stati limite e la vita nominale dell'opera. Ciò al fine di definire gli obiettivi da raggiungere in termini di sicurezza e prestazioni delle opere o parti di essa.
 - Individuazione del sito;
 - Regione Puglia, Provincia di Lecce, Comune di Galatina;
- Ricerca per coordinate: Long. 16.864787; Lat. 40.849310;
- La velocità media di propagazione determinata con indagine sismica eseguita con tecnica MASW è risultata > 800 m/sec entro 30 m di profondità delle onde di taglio ($V_{s,eq}$) per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$, dello strato i_{esimo} , per un totale di N strati presente nei 30 m superiori;
- Sulla base del valore $V_{s,eq}$ avendo considerato l'insieme delle indagini effettuate durante la campagna geognostica, considerando in modo cautelativo i risultati peggiori riscontrati, non considerando l'aumento delle caratteristiche geotecniche dei terreni con la profondità, si ipotizza un sottosuolo riferibile alla categoria "A".

Tabella 11:1 – tab. 3.2.II NTC/18 - Categoria di sottosuoli

CATEGORIE SUOLI DI FONDAZIONE	
Tab. 3.2.II - D.M. 17 gennaio 2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".	
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m., caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di velocità equivalente comprese tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da

CATEGORIE SUOLI DI FONDAZIONE	
Tab. 3.2.II - D.M. 17 gennaio 2018 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".	
	un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definiti per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

- Le condizioni topografiche di entrambi i siti sono quelle di aree perfettamente pianeggianti con inclinazione media $i < 15^\circ$ (max 3°), sono riferibili alla categoria "T₁", per cui il coefficiente di amplificazione topografica (S_T) è pari a 1,0 (valori massimi del coefficiente tab. 3.2. III Norme Tecniche per le Costruzioni 2018).

Tabella 11:2– Tabella 3.2.III NTC 2018 – Categorie Topografiche

CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA	
Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento
T ₁	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T ₂	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T ₃	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T ₄	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 11:3 Tabella 3.2.III NTC 2018 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

VALORI MASSIMI DEL COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA		
Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S _T
T ₁	-	1,0
T ₂	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T ₃	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T ₄	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Per il calcolo dei parametri sopra citati sono stati considerati i seguenti parametri:

- **Classe d'uso:** classe nella quale sono suddivise le opere, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso; per le opere in progetto è la II (tab. 2.4.II) il cui uso prevede normali affollamenti), per cui il coefficiente d'uso risulta C_U=1,0;



Tabella 11:4- Tab. 2.4. II NTC 2018 – Valori del coefficiente d’uso C_U .

VALORI DEL COEFFICIENTE D’USO C_U .				
CLASSE D’USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

- **Vita nominale dell’opera V_N :** intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantiene gli specifici livelli prestazionali di progetto (da questo valore viene calcolato il Periodo di riferimento per l’azione sismica V_R come:

$$V_R = V_N * C_U \text{ (dove } C_U \text{ è il coefficiente d’uso);}$$

- **Probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} :** in funzione dello stato limite di riferimento.

Nel caso dell’opera in oggetto sono considerati i seguenti valori:

Classe d’uso “II”: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l’ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l’ambiente.

Vita nominale V_N : 50 anni: costruzioni con livelli di prestazione ordinari.

Coefficiente d’uso C_U : 1 relativo alla classe d’uso II.

Periodo di riferimento per l’azione sismica: $V_R = V_N * C_U = 50 * 1 = 50$ anni

In funzione della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} vengono calcolati i valori a_g , F_0 , T^*_c e del periodo di ritorno:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Tabella 11:5

SPETTRI DI RISPOSTA SECONDO LE NTC 2018						
Stati limite		P_{VR}	Periodo di ritorno (anni)	a_g^3 (g/10)	F_0	T^*_c (sec)
SLE	SLO	81%	30	0,029	2,437	0,236
	SLD	63%	50	0,036	2,472	0,286
SLU	SLV	10%	475	0,775	2,647	0,447
	SLC	5%	975	0,960	2,700	0,480

Nota:

Dove:

³ a_g espressa come frazione dell’accelerazione di gravità g



- SLE = stati limite di esercizio
 - SLO = **stato limite di operatività**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
 - SLD = **stato limite di danno**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.
- SLU = stati limite ultimi
 - SLV = **stato limite di salvaguardia della vita**: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
 - SLC = **stato limite di prevenzione del collasso**: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Tabella 11:6 Calcolo dei coefficienti sismici (per stabilità di pendii e fondazioni) con Categoria di Suolo di categoria A

COEFFICIENTI SISMICI (PER STABILITÀ DI PENDII E FONDAZIONI)				
coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,008	0,011	0,024	0,029
kv	0,004	0,005	0,012	0,015
a _{max} [m/s ²]	0,281	0,366	0,790	0,979
β	0,300	0,300	0,300	0,300

Dove:

β = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito = 0,2

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido (a_g/g)

g = accelerazione di gravità

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica = 1,5 (SLO)-1,5 (SLD)-1,48 (SLV)-1,42 (SLC)

S_t = coefficiente di amplificazione topografica = 1,0

12. SINTESI CONCLUSIVA

Il presente studio descrive le caratteristiche geotecniche delle litologie affioranti nell'area interessata dal progetto prevede la realizzazione, attraverso la società di scopo FLYNIS PV 43 S.r.l., di un di un impianto solare fotovoltaico in alcuni terreni a ovest del territorio comunale di Acquaviva delle fonti (BA) di potenza pari a 44,82 MW.

È stata così programmata una campagna di studi nel rispetto del DM. 17.01.2018 - Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni», che ha previsto:

- n. 2 prospezioni sismiche superficiali con tecnica MASW (Multi-Channel Analysis of Surface Waves);
- n. 2 prospezioni sismiche a rifrazione;
- n. 6 Prove penetrometriche dinamiche.

Il progetto si sviluppa su due aree in debole pendenza distinte in area nord, con quote prossime a 310 metri s.l.m. e area sud a quote comprese tra 340 e 350 m.s.l. e pendenze in direzione NE.

Qui affiorano depositi dolomitici e calcareo-dolomitici sovrastati da una coltre detritica superficiale derivante dal disfacimento del substrato roccioso e da un orizzonte pedologico.

La successione stratigrafica individuata e la caratterizzazione geomeccanica delle singole unità litostratigrafiche è stata eseguita sulla base di un rilievo geologico tecnico e dalle correlazioni dei risultati di indagini geosismiche (MASW e a Rifrazione) e penetrometriche. È stato così ipotizzato un modello geotecnico a 3 unità litotecniche.

Le indagini sismiche eseguite, hanno consentito di determinare le caratteristiche elasto-dinamiche dei terreni investigati e definire la categoria del sottosuolo di fondazione.

Il substrato di fondazione, sulla base dei risultati dell'indagine sismica è quasi interamente classificato come un suolo di categoria "A".

La $V_{s,eq}$ calcolata, per ciascun profilo di indagine MASW è risultata pari a:

- | | | |
|------------------|----------------------|---------------|
| ➤ Profilo MASW 1 | $V_{s,eq} > 800$ m/s | Categoria "A" |
| ➤ Profilo MASW 2 | $V_{s,eq} > 800$ m/s | Categoria "A" |

Per quanto attiene le condizioni topografiche, valutata la pendenza generale della piana si attribuisce una categoria topografica T_1 (pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ - valori misurati pari ad 1°) e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale si adotta un coefficiente topografico $S_T = 1,0$.

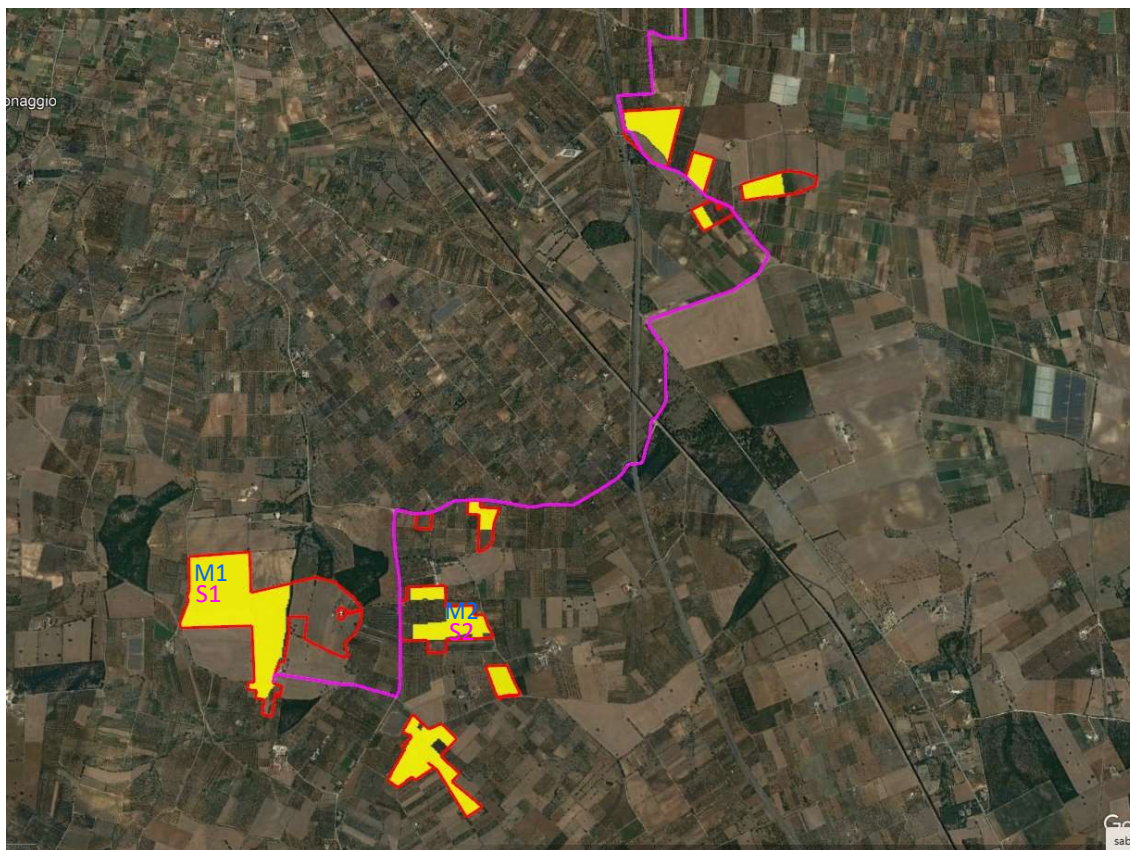
La presenza della falda freatica è stata riscontrata in numerosi pozzi diffusi in tutto il comprensorio utilizzati quasi esclusivamente per uso irriguo. Il livello freatico varia in relazione alla eterogeneità dell'acquifero e comunque la quota è sempre individuata a profondità superiori a 140 metri dal piano di campagna), il che porta ad escludere l'insorgenza di sovrappressioni neutre nel sistema terreno – fondazione.

marzo 2023

dott. geol. Michele Pecorelli

ALLEGATO 01

UBICAZIONE PROSPEZIONI GEOFISICHE



Indagine Sismica a Rifrazione

Indagine Sismica Tipo MASW

ALLEGATO 01

PROSPEZIONI SISMICHE TIPO MASW

Prospezione MASW 1

L'indagine MASW 1 ha restituito un valore di $V_{s,eq} > 800$ m/s.

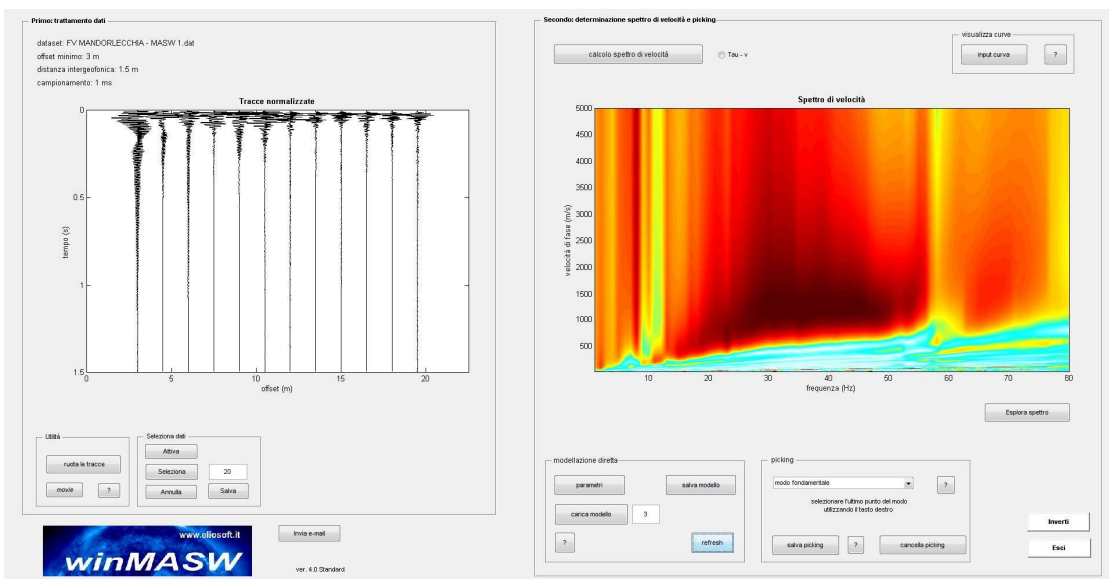
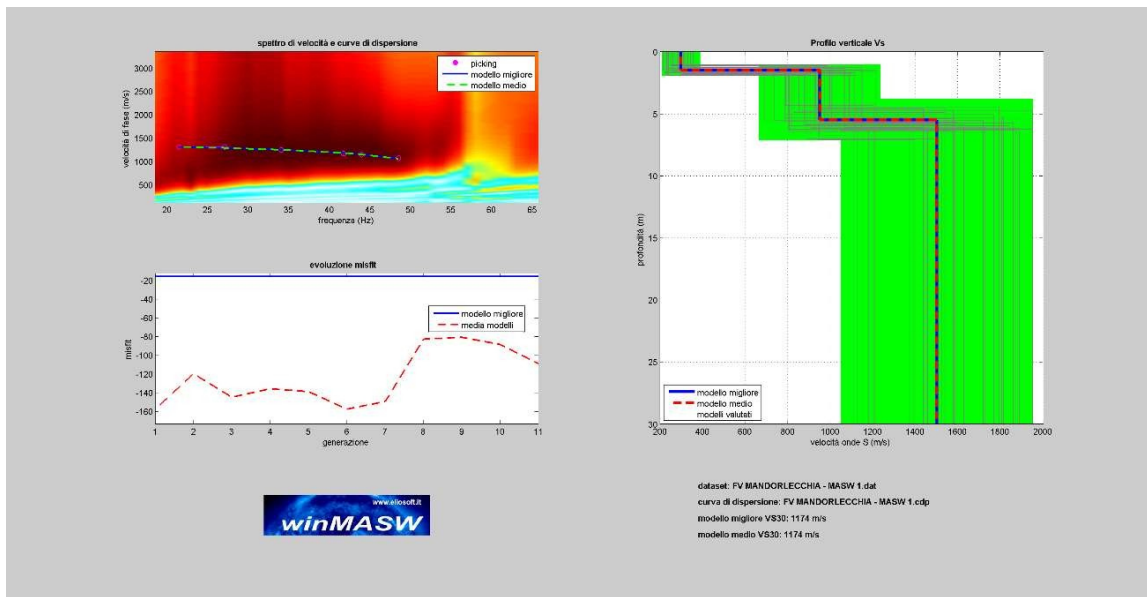
Di seguito si riportano i valori delle V_s in funzione delle profondità investigate.

MASW 1			
MASW	Velocità di taglio (m/sec)	Spessori (m)	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	300	1.50	0.00 – 1.50
SISMOSTRATO II	952	4.00	1.50 – 5.50
SISMOSTRATO III	1499	Semispazio	Semispazio
$V_{s,eq} = 315$ m/sec			

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda alla tabella seguente.

MASW 1		
SISMOSTRATI	LITOLOGIA INVESTIGATA	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	Terreno agrario con elementi litoidi	0.00 – 1.50
SISMOSTRATO II	Calcere fratturato	1.50 – 5.50
SISMOSTRATO III	Argilla poco fratturato	Semispazio

:



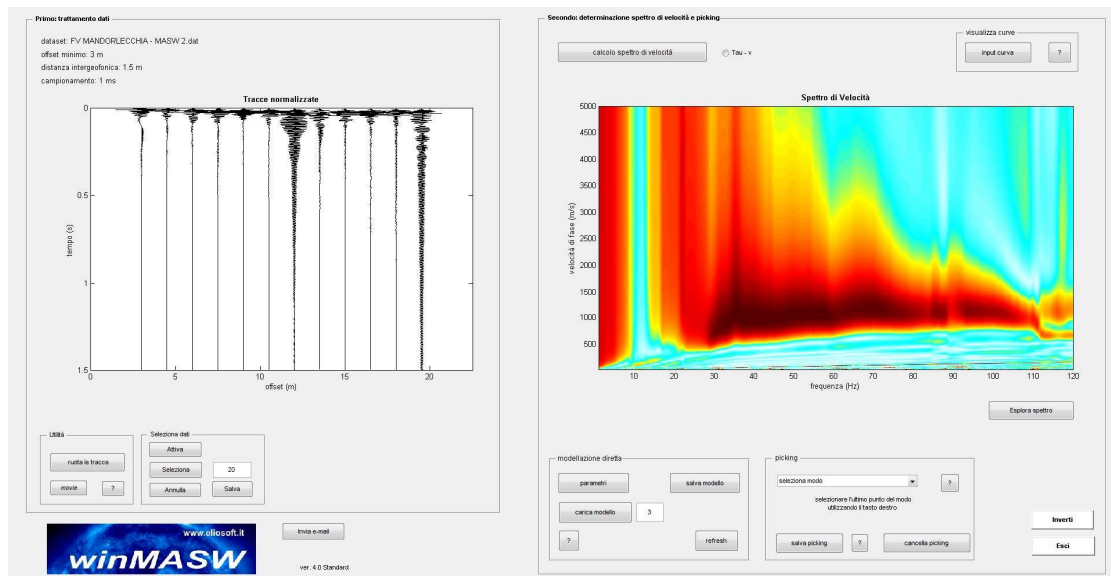
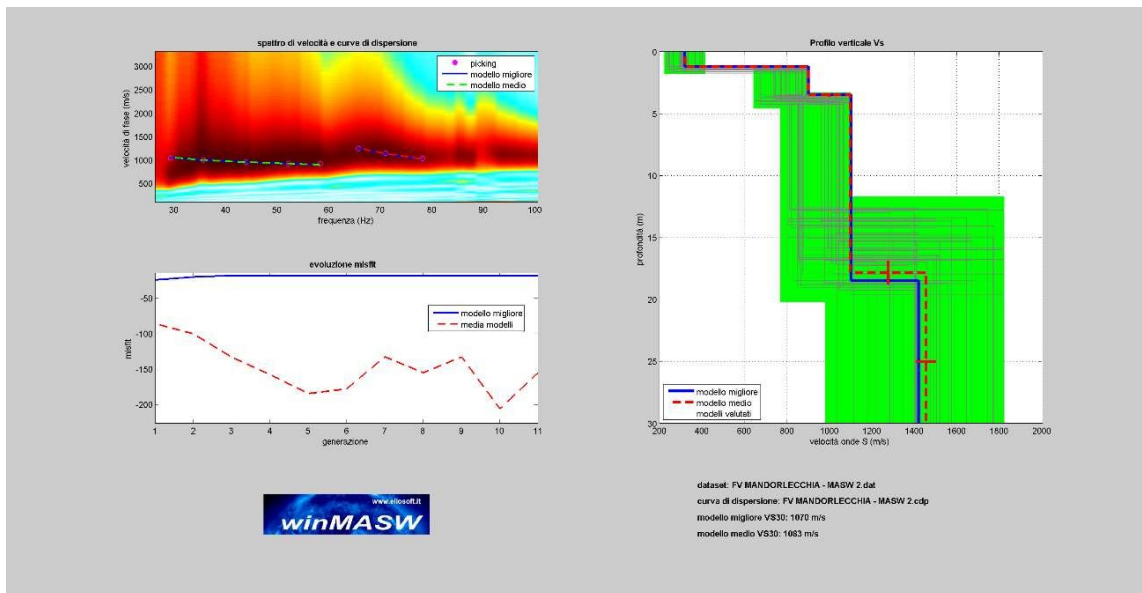
Prospezione MASW 2

L'indagine MASW 2 ha restituito un valore di $V_{s,eq} > 800$ m/sec.

MASW 1			
MASW	Velocità di taglio (m/sec)	Spessori (m)	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	300	1.50	0.00 – 1.20
SISMOSTRATO II	952	4.00	1.20 – 3.50
SISMOSTRATO III	1499	Semispazio	Semispazio
$V_{s,eq} = 315$ m/sec			

Per quanto attiene le correlazioni tra le unità sismostratigrafiche e litologie investigate, si rimanda alla tabella seguente.

MASW 1		
SISMOSTRATI	LITOLOGIA INVESTIGATA	Profondità (m)
SISMOSTRATO I	Terreno agrario con elementi litoidi	0.00 – 1.20
SISMOSTRATO II	Calcere fratturato	1.20 – 3.50
SISMOSTRATO III	Argilla poco fratturato	Semispazio



PROSPEZIONI SISMICHE A RIFRAZIONE

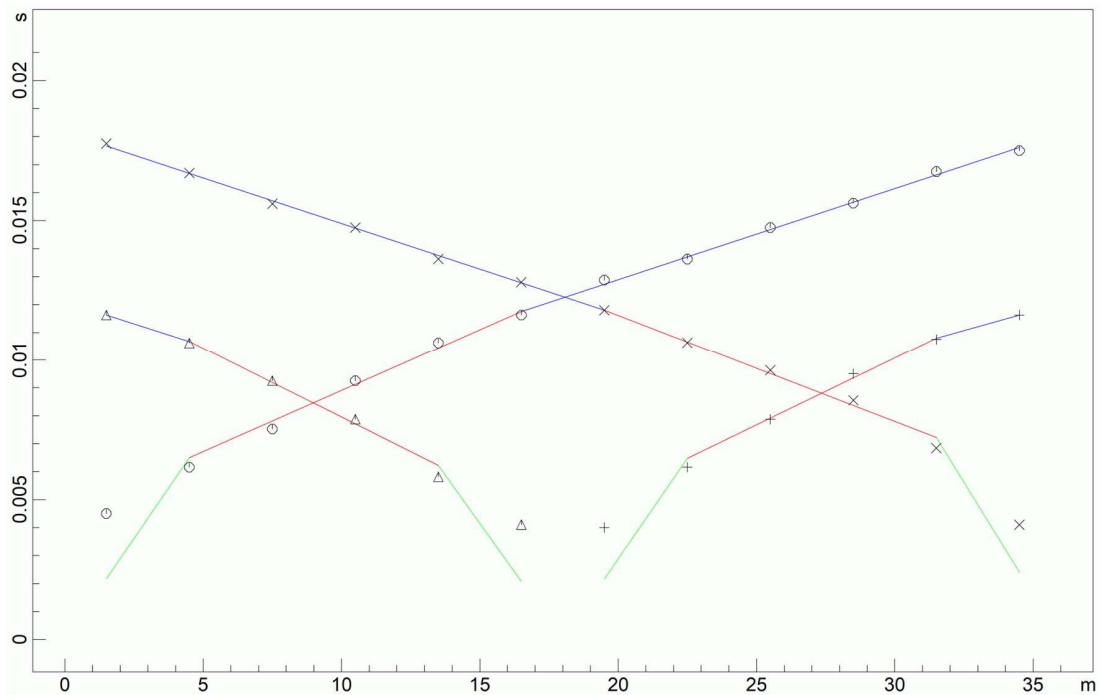
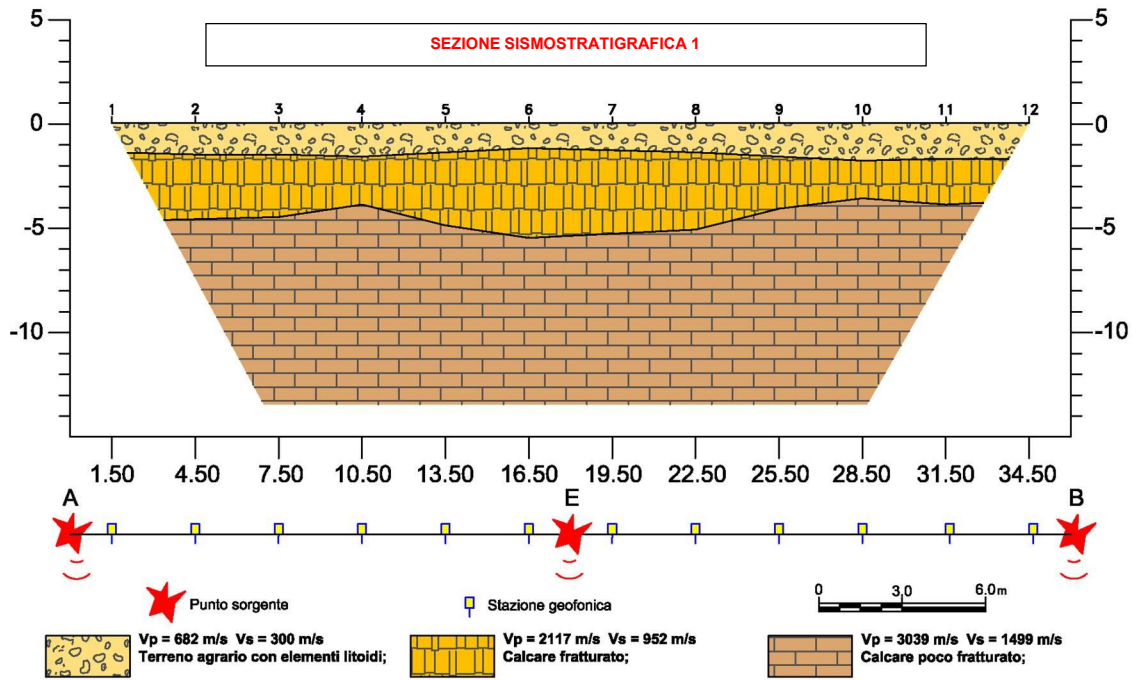
Prospezione Sismica 1

PROSPEZIONE SISMICA 1				
Sismica a Rifrazione	Velocità Onde P (m/sec)	Velocità Onde S (m/sec)	Profondità	
			Da (m)	a (m)
SISMOSTRATO I	682	300	0.00	1.20 – 1.80
SISMOSTRATO II	2117	952	1.20 – 1.80	3.60 – 5.50
SISMOSTRATO III	3039	1499	<i>indefinito</i>	

A queste si associano le unità litostratigrafiche di seguito riportate

PROSPEZIONE SISMICA 1	
SISMOSTRATI	LITOLOGIA INVESTIGATA
SISMOSTRATO I	Terreno agrario con elementi litoidi
SISMOSTRATO II	Calcere fratturato
SISMOSTRATO III	Argilla poco fratturato

MODULI DINAMICI PROFILO 1			
	Strato 1	Strato 2	Strato 3
Velocità Onde P (m/s):	682	2117	3039
Velocità Onde S (m/s):	300	952	1499
Modulo di Poisson:	0.38	0.37	0.34
Peso di volume (KN/m ³):	17.36	22.23	26.08
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	1.50	4.00	5.50
MODULO DI YOUNG DINAMICO E _{din} (Mpa o N/mm ²)	440	5647	16015
MODULO DI YOUNG STATICO E (kg/cm ²)	541	6938	19676
MODULO DI TAGLIO G (Mpa o N/mm ²)	159	2055	5975
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (kg/cm ²)	824	10161	>12500





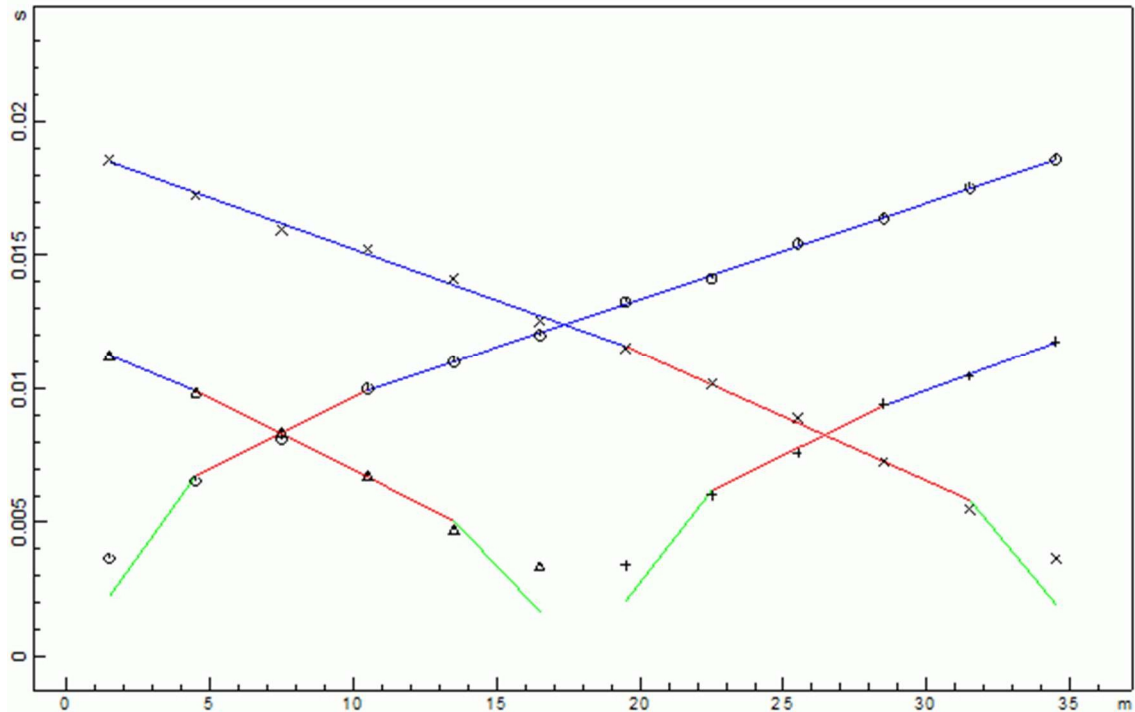
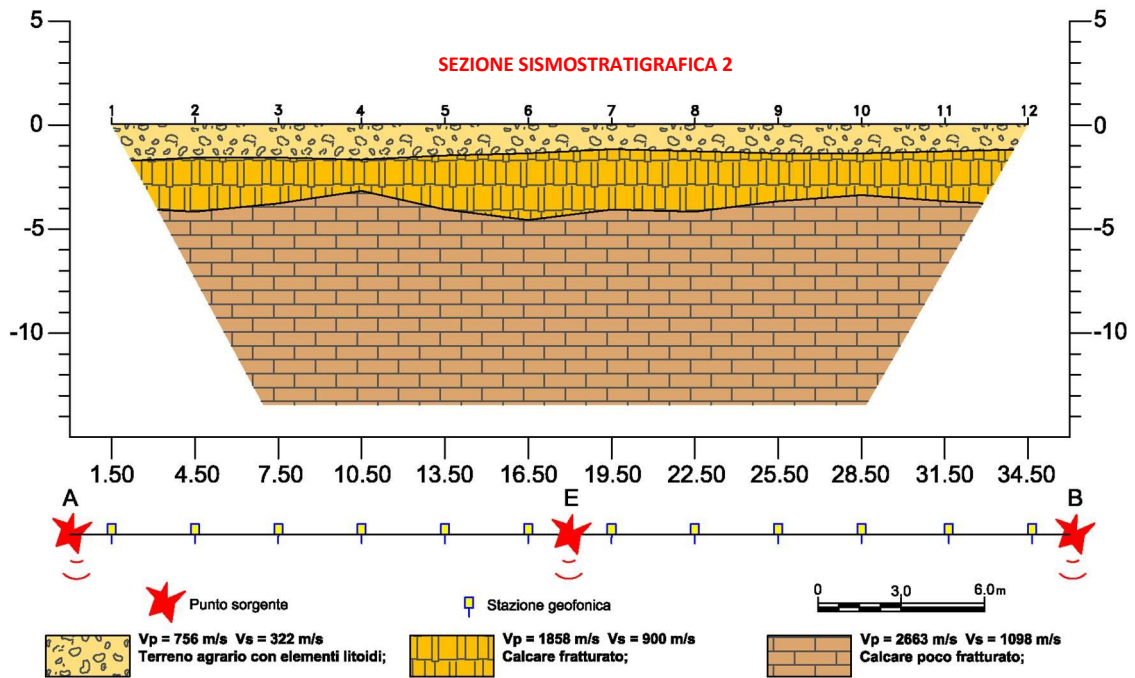
Prospezione Sismica 2

PROSPEZIONE SISMICA 2				
Sismica a Rifrazione	Velocità Onde P (m/sec)	Velocità Onde S (m/sec)	Profondità	
			Da (m)	a (m)
SISMOSTRATO I	756	322	0.00	1.20 – 1.80
SISMOSTRATO II	1858	900	1.20 – 1.80	3.20 – 4.60
SISMOSTRATO III	2363	1098	<i>indefinito</i>	

A queste si associano le unità litostratigrafiche di seguito riportate

PROSPEZIONE SISMICA 2	
SISMOSTRATI	LITOLOGIA INVESTIGATA
SISMOSTRATO I	Terreno vegetale – Strato pedologico
SISMOSTRATO II	Limo sabbioso;
SISMOSTRATO III	Argilla limosa;

MODULI DINAMICI PROFILO 2			
	Strato 1	Strato 2	Strato 3
Velocità Onde P (m/s):	456	1858	2363
Velocità Onde S (m/s):	322	900	1098
Modulo di Poisson:	0.39	0.35	0.36
Peso di volume (KN/m ³):	18.51	21.72	24.73
SPESSORE MEDIO STRATO (m)	1.20	2.30	14.30
MODULO DI YOUNG DINAMICO E _{din} (Mpa o Nmm ²)	544	4834	8588
MODULO DI YOUNG STATICO E (kg/cm ²)	668	5939	10182
MODULO DI TAGLIO G (Mpa o N/mm ²)	196	1794	3040
MODULO DI COMPRESSIONE EDOMETRICA (kg/cm ²)	1079	7644	>12500

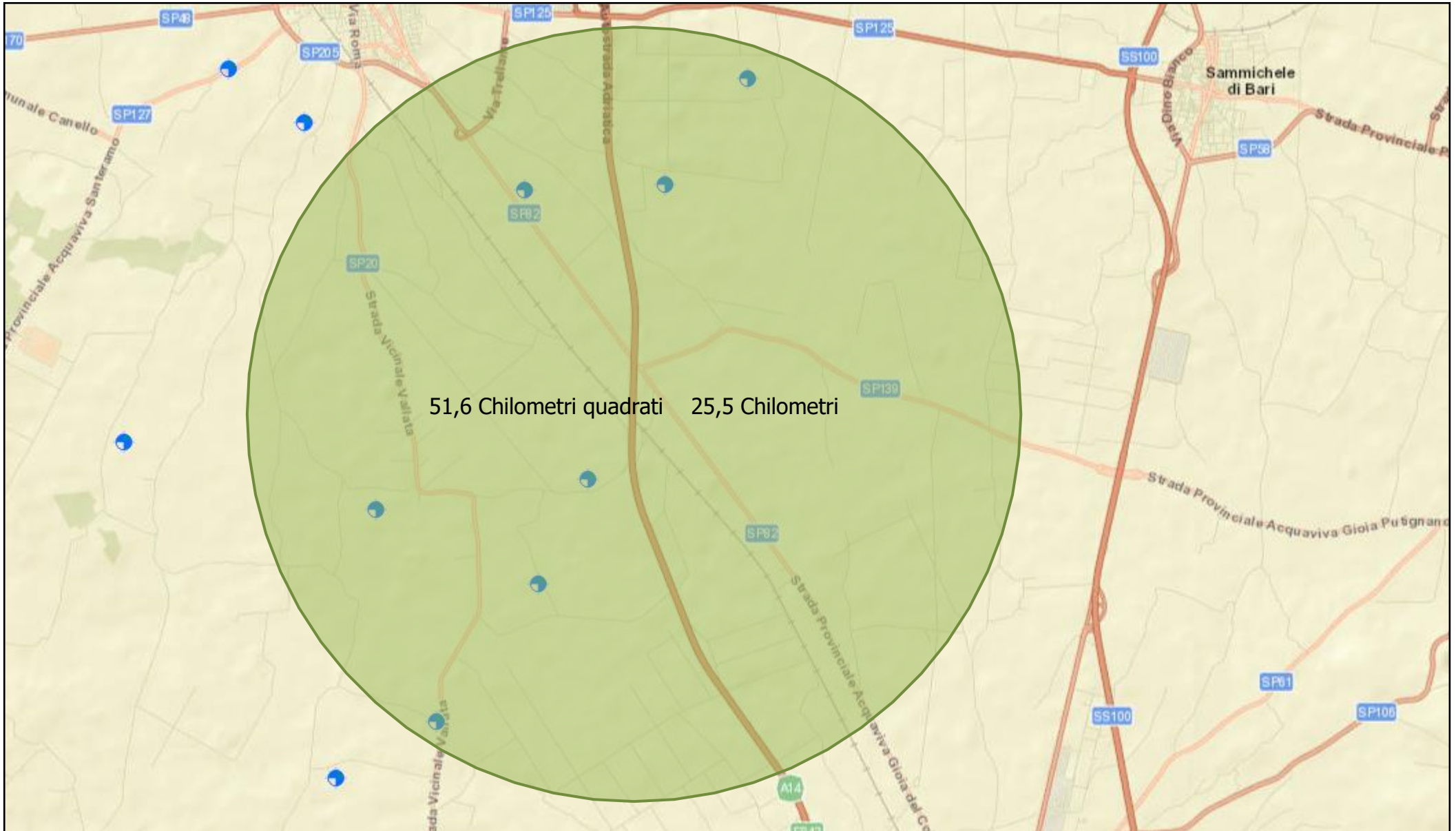




ALLEGATO 02

LEGGE 484 – INDAGINI DEL SOTTOSUOLO

ISPRA-Servizio Geologico d'Italia

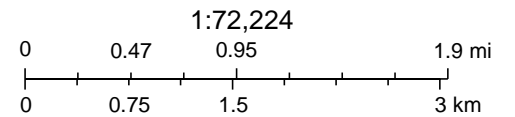


March 24, 2023

- ALTRE TIPOLOGIE
- PIEZOMETRI
- POZZI
- POZZI GEOTERMICI
- SONDAGGI
- POZZI IDRICI

Perforazioni

- Perforazioni con acqua
- Perforazioni con stratigrafia



Sources: Esri, HERE, Garmin, USGS, Intermap, INCREMENT P, NRCan, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), Esri Korea, Esri (Thailand), NGCC, (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Codice: 151378
Regione: PUGLIA
Provincia: BARI
Comune: ACQUAVIVA DELLE FONTI
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 552,00
Quota pc slm (m): 298,00
Anno realizzazione: 1990
Numero diametri: 3
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 20,000
Portata esercizio (l/s): ND
Numero falde: 4
Numero filtri: 0
Numero piezometrie: 3
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): NO
Numero strati: 8
Longitudine WGS84 (dd): 16,891211
Latitudine WGS84 (dd): 40,888450
Longitudine WGS84 (dms): 16° 53' 28.37" E
Latitudine WGS84 (dms): 40° 53' 18.42" N

(*Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	314,00	314,00	312
2	314,00	552,00	238,00	220

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	213,00	214,00	1,00
2	340,00	341,00	1,00
3	490,00	500,00	10,00
4	547,00	548,00	1,00

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
dic/1990	167,00	195,00	28,00	7,000
dic/1990	167,00	209,00	42,00	14,500
dic/1990	167,00	230,00	63,00	20,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,50	1,50		TERRENO VEGETALE
2	1,50	34,00	32,50		CALCARE BIANCO FRATTURATO

3	34,00	146,00	112,00		CALCARE BIANCO E CALCARE GRIGIO COMPATTO
4	146,00	314,00	168,00		CALCARE GRIGIO COMPATTO
5	314,00	434,00	120,00		CALCARE BIANCO COMPATTO
6	434,00	464,00	30,00		CALCARE GRIGIO COMPATTO
7	464,00	500,00	36,00		CALCARE BIANCO E CALCARE GRIGIO FESSURATO
8	500,00	552,00	52,00		CALCARE BIANCO E CALCARE GRIGIO COMPATTO

ISPRA - Copyright 2018

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Codice: 151338
Regione: PUGLIA
Provincia: BARI
Comune: ACQUAVIVA DELLE FONTI
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 717,00
Quota pc slm (m): 310,00
Anno realizzazione: 1990
Numero diametri: 3
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 20,000
Portata esercizio (l/s): ND
Numero falde: 0
Numero filtri: 0
Numero piezometrie: 3
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): NO
Numero strati: 5
Longitudine WGS84 (dd): 16,880931
Latitudine WGS84 (dd): 40,878450
Longitudine WGS84 (dms): 16° 52' 51.35" E
Latitudine WGS84 (dms): 40° 52' 42.43" N

(*Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia)

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	302,00	302,00	312
2	302,00	717,00	415,00	220

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
set/1990	147,00	177,00	30,00	9,000
set/1990	147,00	210,00	63,00	15,000
set/1990	147,00	267,00	120,00	20,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,50	1,50		TERRENO VEGETALE
2	1,50	228,00	226,50		CALCARE GRIGIO FESSURATO
3	228,00	374,00	146,00		CALCARE GRIGIO COMPATTO
4	374,00	536,00	162,00		CALCARE GRIGIO FESSURATO
5	536,00	717,00	181,00		CALCARE BIANCO E CALCARE GRIGIO COMPATTO

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Codice: 151342
Regione: PUGLIA
Provincia: BARI
Comune: ACQUAVIVA DELLE FONTI
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 558,00
Quota pc slm (m): 308,00
Anno realizzazione: 1992
Numero diametri: 3
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 27,000
Portata esercizio (l/s): ND
Numero falde: 0
Numero filtri: 0
Numero piezometrie: 3
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): NO
Numero strati: 11
Longitudine WGS84 (dd): 16,863431
Latitudine WGS84 (dd): 40,877889
Longitudine WGS84 (dms): 16° 51' 48.36" E
Latitudine WGS84 (dms): 40° 52' 40.41" N

(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	354,00	354,00	310
2	354,00	558,00	204,00	220

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
nov/1992	202,00	204,00	2,00	25,000
nov/1992	202,00	208,00	6,00	26,000
nov/1992	202,00	212,00	10,00	27,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	3,00	3,00		TERRA
2	3,00	96,00	93,00		CALCARE BIANCO TENERO
3	96,00	120,00	24,00		CALCARE BIANCO FRATTURATO
4	120,00	123,00	3,00		TERRA
5	123,00	180,00	57,00		CALCARE BIANCO TENERO
6	180,00	213,00	33,00		CALCARE BIANCO MOLTO FRATTURATO CON PRESENZA DI TERRA
7	213,00	350,00	137,00		CALCARE GRIGIO TENERO
8	350,00	409,00	59,00		CALCARE GRIGIO FRATTURATO

9	409,00	461,00	52,00		CALCARE GRIGIO MOLTO FRATTURATO CON PRESENZA DI ACQUA
10	461,00	499,00	38,00		CALCARE GRIGIO COMPATTO
11	499,00	558,00	59,00		CALCARE GRIGIO FRATTURATO CON MOLTA PRESENZA DI ACQUA

ISPRA - Copyright 2018

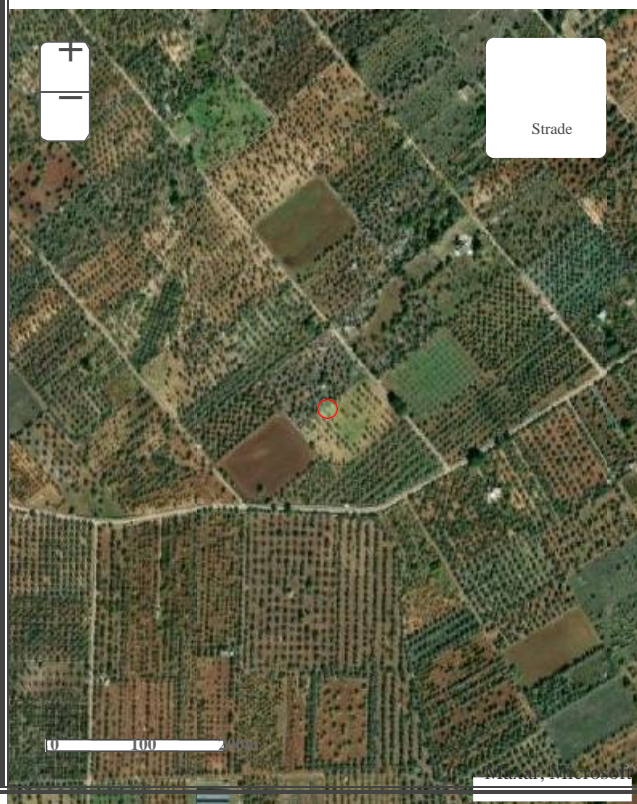
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Codice: 22896
Regione: PUGLIA
Provincia: BARI
Comune: ACQUAVIVA DELLE FONTI
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 470,00
Quota pc slm (m): 200,00
Anno realizzazione: 2008
Numero diametri: 2
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 7,000
Portata esercizio (l/s): 4,000
Numero falde: 2
Numero filtri: 0
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): NO
Numero strati: 3
Longitudine WGS84 (dd): 16,871261
Latitudine WGS84 (dd): 40,850744
Longitudine WGS84 (dms): 16° 52' 16.54" E
Latitudine WGS84 (dms): 40° 51' 02.69" N

(*Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	300,00	300,00	250
2	300,00	470,00	170,00	200

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	385,00	390,00	5,00
2	430,00	450,00	20,00

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
ott/2008	200,00	ND	ND	ND

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,50	1,50		MATERIALE DI RISULTA
2	1,50	2,50	1,00		TERRENO VEGETALE
3	2,50	470,00	467,50		ROCCIA CALCAREA FRATTURATA CON FALDE

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Codice: 151341
Regione: PUGLIA
Provincia: BARI
Comune: ACQUAVIVA DELLE FONTI
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 630,00
Quota pc sim (m): 550,00
Anno realizzazione: 1987
Numero diametri: 2
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 12,500
Portata esercizio (l/s): ND
Numero falde: 0
Numero niri: 0
Numero piezometrie: 1
Straugrana: SI
Cerificazione(“): NO
Numero strau: 9
Longitudine WGS84 (dd): 16,844819
Latitudine WGS84 (dd): 40,847889
Longitudine WGS84 (dms): 10° 50' 41.55" E
Latitudine WGS84 (dms): 40° 50' 52.41" N
 (*)Indica la presenza di un professionista nella
 compiuzione della straugrana

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	ND	ND	ND	310

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
mag/1987	140,00	229,00	89,00	12,500

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE
2	1,00	30,00	29,00		CALCARE BIANCO
3	30,00	95,00	65,00		CALCARE BIANCO STRATIFICATO CON PICCOLI STRATI DI ARGILLA
4	95,00	130,00	35,00		CALCARE BIANCO COMPATTO
5	130,00	160,00	30,00		CALCARE GRIGIO
6	160,00	200,00	40,00		CALCARE GRIGIO CON PRESENZA DI ACQUA
7	200,00	310,00	110,00		CALCARE BIANCO MOLTO COMPATTO
8	310,00	580,00	270,00		CALCARE GRIGIO MOLTO COMPATTO
9	580,00	630,00	50,00		CALCARE GRIGIO STRATIFICATO CON MOLTI PASSAGGI D'ACQUA

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Codice: 151331
Regione: PUGLIA
Provincia: BARI
Comune: ACQUAVIVA DELLE FONTI
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 522,00
Quota pc slm (m): 348,00
Anno realizzazione: 1991
Numero diametri: 3
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 27,500
Portata esercizio (l/s): ND
Numero falde: 0
Numero filtri: 0
Numero piezometrie: 3
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): NO
Numero strati: 12
Longitudine WGS84 (dd): 16,865100
Latitudine WGS84 (dd): 40,840950
Longitudine WGS84 (dms): 16° 51' 54.37" E
Latitudine WGS84 (dms): 40° 50' 27.42" N

(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	358,00	358,00	310
2	358,00	522,00	164,00	220

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
lug/1991	210,00	215,00	5,00	25,800
lug/1991	210,00	220,00	10,00	27,500
lug/1991	210,00	217,00	7,00	26,700

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	0,20	0,20		TERRA
2	0,20	37,00	36,80		CALCARE BIANCO
3	37,00	41,00	4,00		CALCARE BIANCO FRATTURATO CON PRESENZA DI TERRA
4	41,00	125,00	84,00		CALCARE BIANCO
5	125,00	170,00	45,00		CALCARE GRIGIO FRATTURATO
6	170,00	185,00	15,00		CALCARE BIANCO FRATTURATO CON PRESENZA DI TERRA
7	185,00	220,00	35,00		CALCARE BIANCO

8	220,00	290,00	70,00		CALCARE BIANCO FRATTURATO CON PRESENZA DI ACQUA
9	290,00	370,00	80,00		CALCARE GRIGIO
10	370,00	395,00	25,00		CALCARE GRIGIO FRATTURATO CON PRESENZA DI ACQUA
11	395,00	500,00	105,00		CALCARE GRIGIO
12	500,00	522,00	22,00		CALCARE GRIGIO FRATTURATO CON PRESENZA DI ACQUA

ISPRA - Copyright 2018

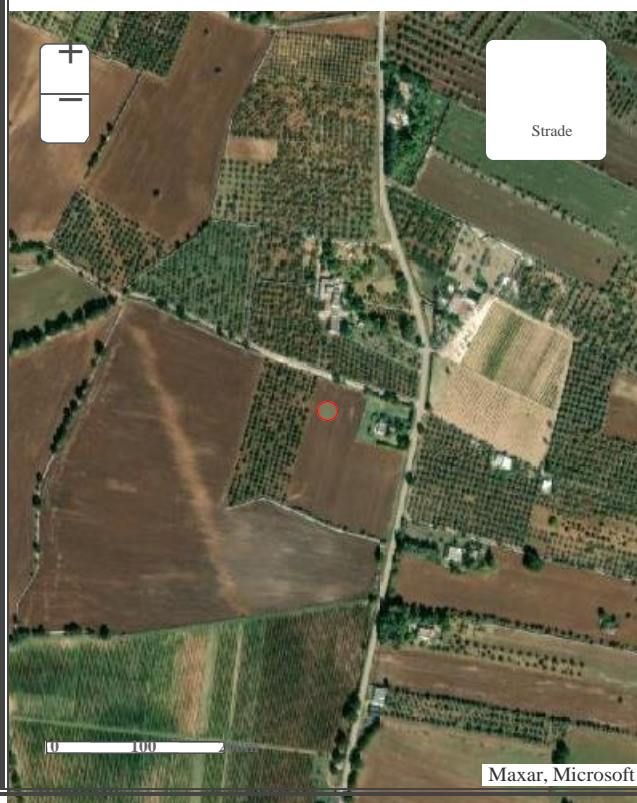
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Codice: 151359
Regione: PUGLIA
Provincia: BARI
Comune: ACQUAVIVA DELLE FONTI
Tipologia: PERFORAZIONE
Opera: POZZO PER ACQUA
Profondità (m): 830,00
Quota pc slm (m): 366,00
Anno realizzazione: 1995
Numero diametri: 3
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 15,700
Portata esercizio (l/s): 12,000
Numero falde: 1
Numero filtri: 0
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): NO
Numero strati: 11
Longitudine WGS84 (dd): 16,852319
Latitudine WGS84 (dd): 40,827889
Longitudine WGS84 (dms): 16° 51' 08.36" E
Latitudine WGS84 (dms): 40° 49' 40.41" N

(*Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	448,00	448,00	312
2	448,00	830,00	382,00	220

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	810,00	830,00	20,00

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
set/1995	242,00	280,00	38,00	10,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO VEGETALE
2	2,00	45,00	43,00		CALCARI MICRITICI DI COLORE BIANCO
3	45,00	47,00	2,00		TERRA ROSSA
4	47,00	98,00	51,00		CALCARI MICRITICI DI COLORE BIANCO
5	98,00	174,00	76,00		CALCARI MICRITICI DI COLORE BIANCO ALTERNATO A STRATI DI COLORE AVANA
6	174,00	247,00	73,00		CALCARI MICRITICI DI COLORE AVANA

7	247,00	330,00	83,00		CALCARI MICRITICI DI COLORE AVANA CON INTERCALAZIONI DI TERRA ROSSA
8	330,00	490,00	160,00		CALCARI MICRITICI DI COLORE AVANA SCURO
9	490,00	780,00	290,00		CALCARI BITUMINOSI DI COLORE GRIGIO
10	780,00	810,00	30,00		DOLOMIA
11	810,00	830,00	20,00		DOLOMIA FRATTURATA

ISPRA - Copyright 2018

ALLEGATO 03

PROVE PENETROMETRICHE

A. VALUTAZIONI STATISTICHE E CORRELAZIONI

A.1 ELABORAZIONE STATISTICA

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono:

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media + s

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media - s

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

A.2 PRESSIONE AMMISSIBILE

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione per svergolamento o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immersione $d = 1$ mt..

A.3 CORRELAZIONI GEOTECNICHE TERRENI INCOERENTI

LIQUEFAZIONE

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di SHI-MING (1982), applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di SHI-MING.

CORREZIONE N_{SPT} IN PRESENZA DI FALDA

$N_{SPT}Corretto = 15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$ N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda) .

ANGOLO DI ATTRITO - GRADI

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq);

- Meyerhof 1956 - Correlazione utilizzata per terreni coesivi in genere, argillosi ed argillosi marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti, terreno vegetale, coltri detritiche e terreni flyschoidi (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda) $s > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 mt. e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi(cond. ottimali per prof, di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

DENSITÀ RELATIVA %

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per sabbie fini e ghiaiose NC ; per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

MODULO DI YOUNG E (Kg/cmq)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso,sabbia media, sabbia e ghiaia.

MODULO EDOMETRICO (Kg/cmq)

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia.
- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

GRADO DI ADDENSAMENTO

- Classificazione AG.I. 1977

PESO DI VOLUME GAMMA (t/mc)

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

PESO DI VOLUME SATURO (t/mc)

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa $G=2,65$ t/mc) e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt=0) a 1,99 (Nspt=95)

MODULO DI POISSON (MU)

- Classificazione A.G.I.

VELOCITÀ ONDE DI TAGLIO Vs (m/sec)

- Ohta e Goto (1978); correlazione valida per terreni limosi, sabbie e ghiaie.

MODULO DI DEFORMAZIONE DI TAGLIO G (kg/cm²)

- Ohsaki & Iwasaki - G (kg/cm²) elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cm².

MODULO DI REAZIONE DEL SOTTOFONDO Ko (Kg/cm²)

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

RESISTENZA ALLA PUNTA DEL PENETROMETRO STATICO – QC (Kg/cm²)

- Robertson 1983 Qc (Kg/cm²).

A.4 CORRELAZIONI GEOTECNICHE TERRENI COESIVI

COESIONE NON DRENATA Cu (Kg/cm²)

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con Nspt <8, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). Cu min-max.
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi, tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità, (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cm²) (valori medi), valida per argille e limi argillosi con Nc=20 e Qc/Nspt=2.
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cm²) (valori minimi), valida per argille NC.
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago). Coesione non drenata Cu (Kg/cm²), colonna valori validi per argille a mediobassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982, valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

RESISTENZA ALLA PUNTA DEL PENETROMETRO STATICO - QC (Kg/cmq)

- Robertson 1983 Qc (Kg/cmq).

MODULO EDOMETRICO-CONFINATO Mo (Eed) (Kg/cmq)

- Stroud e Butler (1975) - Mo (Eed) (Kg/cmq)- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità (IP < 20), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità (IP < 20) - da esperienze su argille glaciali.
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cmq) - valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto Qc/Nspt=1.5-2.0).
- Buisman- Sanglerat, valida per argille compatte (Nspt <30) medie e molli (Nspt <4) e argille sabbiose (Nspt=6-12).

MODULO DI YOUNG E (Kg/cmq)

- Schultze-Menzenbach - Ey (Kg/cmq) (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. >15
- D'Appollonia ed altri (1983) - E Young (Kg/cmq) correlazione valida per argille sature - argille fessurate.

STATO DI CONSISTENZA

- Classificazione A.G.I. 1977

PESO DI VOLUME GAMMA (t/mc)

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

PESO DI VOLUME SATURO (t/mc)-

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa $G=2,70$ (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 (Nspt=0) a 0,545 (Nspt=28)

