



HEPV19 S.R.L.
via Alto Adige, 160/A - 38121 Trento (TN)
hepv19srl@legalmail.it

MANAGEMENT:

EHM.Solar

EHM.SOLAR S.R.L.
Via della Rena, 20 39100 Bolzano - Italy
tel. +39 0461 1732700
fax. +39 0461 1732799
info@ehm.solar

c.fiscale, p.iva e R.I. 03033000211

NOME COMMESSA:

CONSTRUZIONE ED ESERCIZIO NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 9.400 kW E POTENZA MODULI PARI A 11.466,65 kWp, CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA, SITO NEL COMUNE DI GUAGNANO (LE) - IMPIANTO SV03

STATO DI AVANZAMENTO COMMESSA:

PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE UNICA

CODICE COMMESSA:

HE.19.0049

PROGETTAZIONE INGEGNERISTICA:

Heliopolis

Galleria Passarella, 1 20122 Milano - Italy
tel. +39 02 37905900
via Alto Adige, 160/A 38121 Trento - Italy
tel. +39 0461 1732700
fax. +39 0461 1732799

www.heliopolis.eu
info@heliopolis.eu

c.fiscale, p.iva e R.I. Milano 08345510963



AMBIENTE IDRAULICA STRUTTURE

L.L. Engineering Srl *Tecnico incaricato Ing. Giovanni Leuzzi*
Via XX Settembre n. 9 - 74123 Taranto
Via Enrico Dandolo n. 68 - 74021 Carosino
E-mail: llstudioingegneria@gmail.com - Pec:llengineering@pec.it



STUDI PEDO-AGRONOMICI

Dott. Agr. Convertini Stefano
Via G. Sampietro n. 5
72015 Fasano (BR)
P.IVA 02241970744
e-mail constef@gmail.com

STUDI ACUSTICI

Dott. Ing. Marcello LATANZA
Via Costa n. 25/b
74027 S. Giorgio Jonico (TA)
P.IVA 02848560732
e-mail marcellolatanza@gmail.com

STUDI ARCHEOLOGICI

MUSEION Soc. Coop. a R.L.
Via del Tratturello Tarantino n. 6
74123 Taranto
P. IVA 02509950735
e-mail info@museion-taranto.it

STUDI GEOLOGICI

Dott. Geol. Luigi Chiffi
Via Kennedy n. 10
73054 Presicce-Acquarica (LE)
P.IVA 03966280756
e-mail studiogeologicochiffi@gmail.com

PROGETTISTA:



COLLABORATORE: Dott. Geol. Luigi Chiffi

OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE

SE 380/150kV CELLINO SAN MARCO
dott.ing.Luigi Barbera Opere Elettromeccaniche
dott.ing.Vito Calò Ambiente idraulica strutture
dott.geol. Franco Magno Geotecnica
dr.ssa.agr. M.Nunzella
dott. Gianfranco Dimitri archeologo
ELETTRODOTTI AT
dott.ing.Giulia Bettiol Opere Elettromeccaniche
Gruppo di Lavoro LL Ambiente Idraulica Agronomica Acustica Archeologica Geologica
CABINA PRIMARIA AT/MT E LINEA MT
per.ind.Mirko Girardi Opere Elettromeccaniche
Gruppo di Lavoro LL Ambiente Idraulica Agronomica Acustica Archeologica Geologica

CONSULENZA LEGALE

STUDIO LEGALE PATRANO
Via Argiro, 33 Bari
t.f. +39 080 8693336



OGGETTO:

Relazione geologica e modellazione sismica

SCALA:

-:-

NOME FILE:

EKGBS62_RelazioneGeologica_01

DATA:

NOVEMBRE 2022

ELABORATO:

D_GG_RE_01

N. REV.	DATA	REVISIONE
0	11/2022	Emissione

ELABORATO

Dott. Geol. Luigi Chiffi

VERIFICATO

responsabile commessa
per.ind. Mirko Girardi

VALIDATO

direttore tecnico
Dott. Ing. Alberto Albuizi

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTO: costruzione ed esercizio impianto agrovoltaico avente potenza nominale pari a 9400 kW e potenza moduli pari a 11466,65 kWp con relativo collegamento alla rete elettrica sito Comune di Guagnano (LE) - IMPIANTO SVO3

1. PREMESSA

Il sottoscritto Dott. Geol. Luigi CHIFFI, iscritto all'Ordine dei Geologi della Puglia al n. 652, prende in esame gli aspetti di carattere geologico relativi ad un progetto di *costruzione ed esercizio impianto agrovoltaico avente potenza nominale pari a 9400 kW e potenza moduli pari a 11466,65 kWp con relativo collegamento alla rete elettrica sito nel Comune di Guagnano (LE)*.

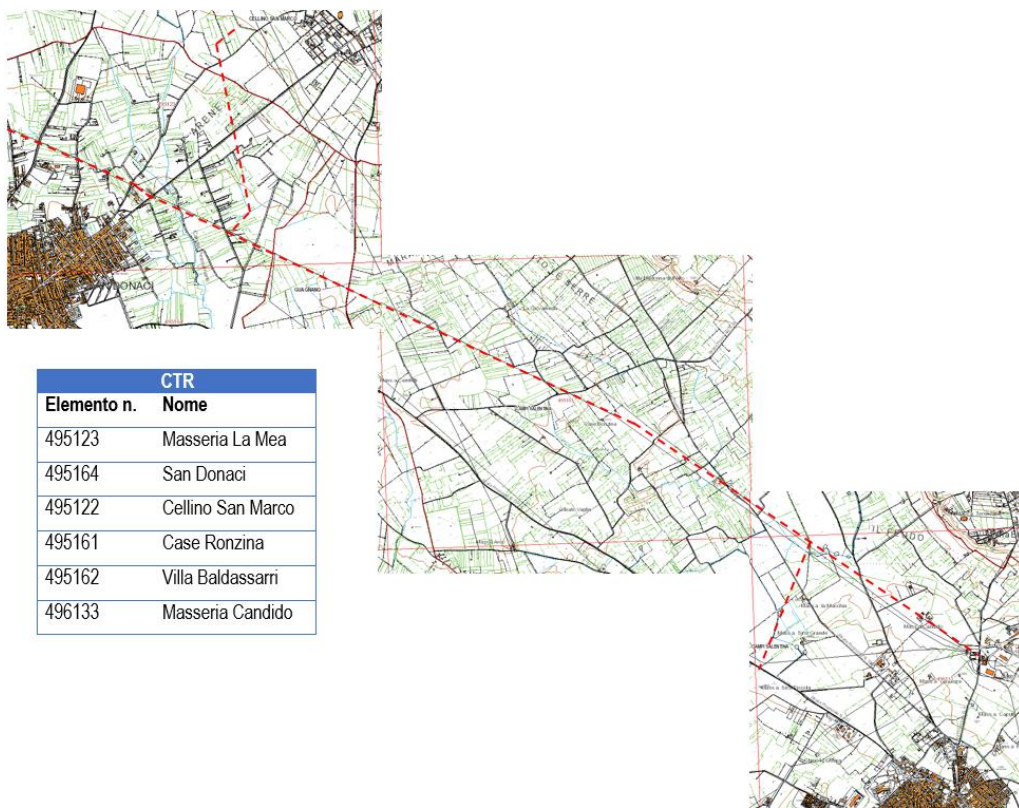


Fig. 1 – Individuazione dell'area studiata su CTR (v. **Elaborato: 18.2.1**).

Lo scrivente relaziona nel seguito i risultati dello studio eseguito per ricostruire il modello geologico e idrogeologico dell'area interessata e individuare, ove fossero presenti, le potenziali criticità.

Il *modus operandi* è quello di partire dall'analisi del progetto per poi valutare gli effetti e le trasformazioni che l'opera da realizzare

determinerà. Per adempiere a quanto richiesto si è proceduto effettuando quanto segue:

- studio bibliografico preliminare con indicazione delle fonti consultate riportate in appendice alla relazione;
- rilevamento geolitologico e geomorfologico di campagna sull'area di studio e su una significativa porzione di territorio circostante;
- definizione della distribuzione areale dei litotipi, dello stato di alterazione, fessurazione e degradabilità degli affioramenti presenti;
- raccolta e rivisitazione di numerosi dati stratigrafici e geofisici, raccolti su tutta l'area e provenienti da indagini pregresse eseguite nelle immediate vicinanze del sito in esame;
- redazione della relazione di sintesi con adeguata descrizione dell'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico, delle condizioni fisico-meccaniche dei terreni.

Ubicazione dell'area in esame

I comuni coinvolti dagli interventi in progetto sono San Donaci (BR), Cellino San Marco (BR), Guagnano (LE) e Campi Salentina (LE). L'area di interesse ricade nelle sezioni 495123 Masseria La Mea, 495122 Cellino San Marco, 495161 Case Ronzina, 495162 Villa Baldassarri, 495164 San Donaci e 496133 Masseria Candido della CTR in scala 1:10000 e si trova lungo la congiungente San Donaci-Campi Salentina, a nord delle periferie dei rispettivi centri abitati.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTO: costruzione ed esercizio impianto agrovoltaico avente potenza nominale pari a 9400 kW e potenza moduli pari a 11466,65 kWp con relativo collegamento alla rete elettrica sito Comune di Guagnano (LE) - IMPIANTO SVO3

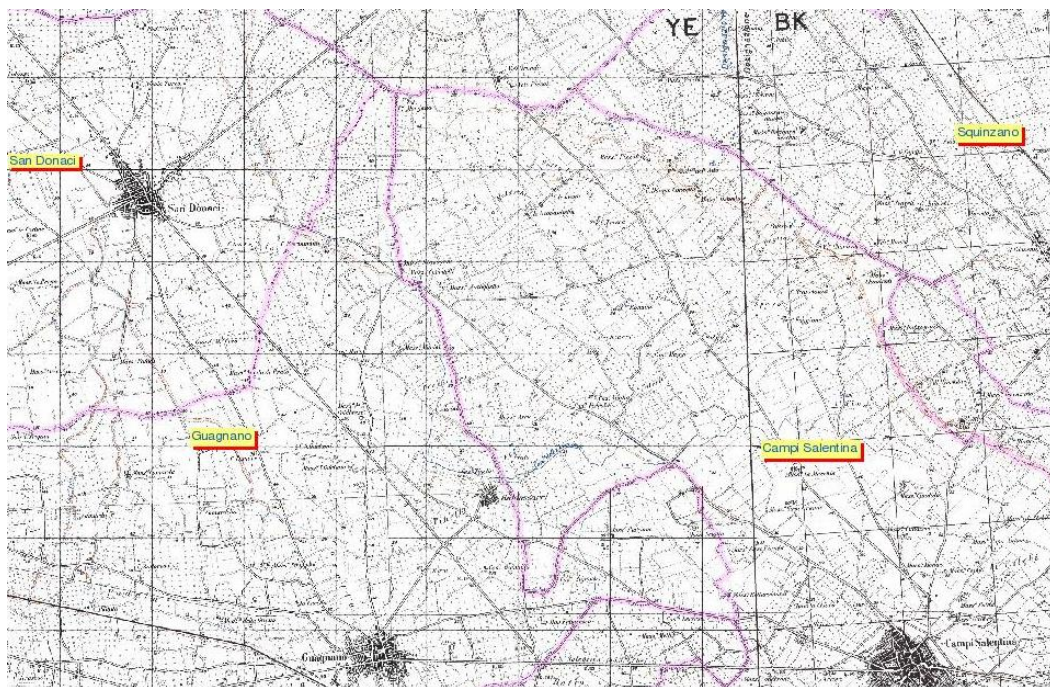


Fig. 2 – Individuazione dell’area studiata su IGM: Foglio 203 della Carta d’Italia, Tav. “San Donaci” quadrante II NE; Foglio 204 della Carta d’Italia, Tav. “Squinzano” quadrante III NO e Tav. “Novoli” III SO

1.1 Quadro normativo

- **Decreto Ministeriale 17.01.2018**

Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

- **Decreto Ministeriale 14.01.2008**

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni.

- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Pericolosità Sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007.

- **D. Lgs. 152/2006 “Norme in materia ambientale”**

- **Eurocodice 8 (1998)** - Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture.

Parte 5: fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003).

- **Eurocodice 7.1 (1997)**

Progettazione geotecnica - Parte I: regole generali - UNI.

- **Eurocodice 7.3 (2002)**

Progettazione geotecnica - Parte II: progettazione assistita con prove *in situ* - UNI.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTO: costruzione ed esercizio impianto agrovoltaiico avente potenza nominale pari a 9400 kW e potenza moduli pari a 11466,65 kWp con relativo collegamento alla rete elettrica sito Comune di Guagnano (LE) - IMPIANTO SVO3

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO-STRUTTURALE

La Piana di Brindisi corrisponde ad una vasta depressione strutturale, che si affaccia sulla costa adriatica, formatasi a seguito del graduale abbassamento del basamento carbonatico mesozoico, il quale dagli affioramenti di Francavilla Fontana si spinge sino al litorale adriatico ed oltre. Il basamento carbonatico, a seguito di distinte fasi eustatico-tettoniche, è stato sepolto dai sedimenti del ciclo della Fossa Bradanica e dai Depositi marini terrazzati.

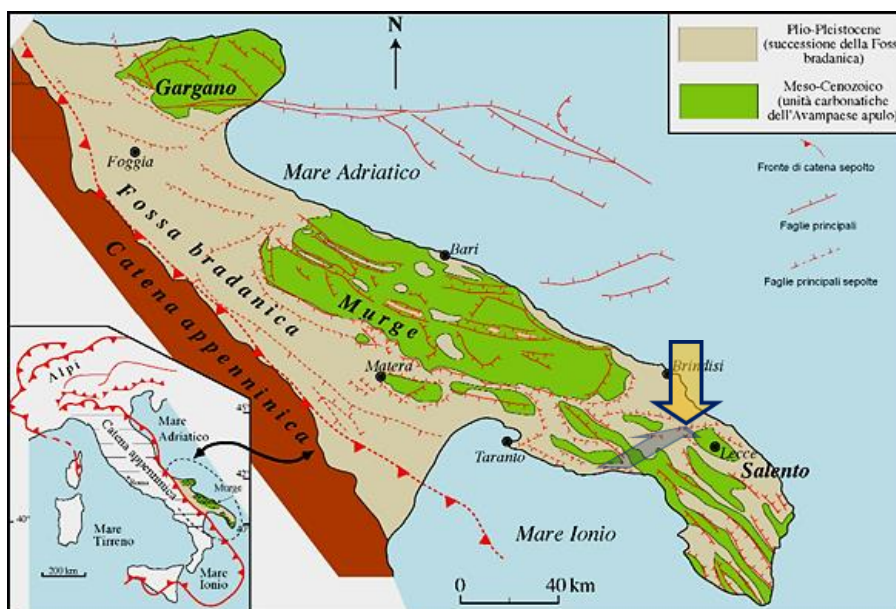


Fig. 3 – Le Murge nel contesto geologico regionale (da Pieri et al., 1997, modificato)

Gli elementi morfologici caratterizzanti l'area sono rappresentati da superfici terrazzate digradanti verso il mare Adriatico, con modeste e discontinue cadute di pendio, in corrispondenza di antiche linee di costa. Si tratta di terrazzi plio-pleistocenici, raccordati da scarpate debolmente acclivi, che si estendono parallelamente alla costa e a quote progressivamente decrescenti. La rete idrografica comprende un reticolo di incisioni ben gerarchizzato sfocianti nell'Adriatico. L'assetto

stratigrafico dei Depositi marini terrazzati favorisce la presenza di una falda acquifera superficiale. La base di detto acquifero superficiale è costituita da argille pleistoceniche, poggianti sui calcari fratturati e carsici del Cretacico, nei quali ha sede l'acquifero profondo. Al tetto della formazione cretatica, fra la stessa e le argille predette, si rinviene talora la formazione delle Calcareniti di Gravina, la cui prevalente impermeabilità contribuisce ad una circolazione idrica confinata nell'acquifero profondo.

Caratteri geologici ed idrogeologici dell'area

L'area in studio si configura come un territorio sub-pianeggiante che ingloba il margine sudorientale dell'Altopiano delle Murge e la porzione orientale della Piana di Brindisi, che si affaccia sul Mare Adriatico. La geologia del territorio riflette i peculiari aspetti geotettonici regionali (Ciaranfi *et alii*, 1992). La formazione geologica più antica, affiorante nel settore nord-occidentale, è costituita dai calcari e calcari dolomitici di piattaforma risalenti al Cretaceo superiore; tale formazione, come è noto, costituisce il basamento regionale ove ha sede la più importante risorsa idrica sotterranea pugliese, la cosiddetta "falda profonda". La formazione carbonatica mesozoica risulta coperta trasgressivamente da depositi biocalcarenitici di età calabriana, affioranti nella porzione centrale dell'area di studio: si tratta di sedimenti con grado di cementazione variabile, lateralmente e verticalmente che raggiungono spessori non superiori a 20-30 metri. Tali depositi passano lateralmente ed in alto ad argille grigio-azzurre del Calabriano, disposte in banchi non stratificati e caratterizzate da intercalazioni di marne e sabbie calcaree.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTO: costruzione ed esercizio impianto agrovoltaiico avente potenza nominale pari a 9400 kW e potenza moduli pari a 11466,65 kWp con relativo collegamento alla rete elettrica sito Comune di Guagnano (LE) - IMPIANTO SVO3

Nell'area di studio la formazione argillosa si rinviene prevalentemente in profondità, al di sotto dei depositi sabbioso-calcarenitico-argillosi del Pleistocene medio-superiore, riuniti nella formazione dei *Depositi marini terrazzati*. Questi depositi di spiaggia sono caratterizzati da spessori non superiori ai 20÷25 metri, da giaciture sub-orizzontali e trasgressive su distinte superfici di abrasione poste a quote differenti ed incise, a seconda dei luoghi, nelle formazioni del Ciclo Bradanico e negli stessi "Depositi marini" medio-supra-pleistocenici.

Nell'area i depositi terrazzati presentano una facies particolare che è affiorante diffusamente nella piana attorno alla città di Brindisi ed è costituita da sabbie argillose e argille grigio-azzurrine, con intercalazioni di banchi calcarenitico-arenacei bioclastici. In questi depositi circola la "falda superficiale", separata e distinta dalla "falda profonda" per mezzo del livello argilloso basale praticamente impermeabile che si estende al di sotto dei terreni permeabili. Il tetto del livello impermeabile digrada dolcemente verso il mare, passando da 130 m s.l.m. nelle zone più interne a -15 m rispetto al l.m. nelle penisole vicino Brindisi (Lopez *et alii*, 2005).

Nella zona il basamento carbonatico è dislocato tra due sistemi di faglie: quello che, in letteratura, è definito "principale", con orientazioni NW-SE ed E-W e l'altro, secondario, con direzione SW-NE. Si tratta di faglie dirette, che configurano il basamento carbonatico a "gradini" con blocchi digradanti verso il mare.

Caratteri geostrutturali

La Piana di Brindisi, corrispondente strutturalmente al Bacino di Brindisi, è caratterizzata da una serie di "Horst" e "Graben", di varia

estensione, generalmente orientati in direzione NW e SE. Essa separa l'esteso affioramento del substrato carbonatico cretaceo delle Murge dai meno rilevanti affioramenti del Salento centrale e meridionale. In particolare, l'elemento che segna il confine Murgia-Salento in termini strutturali è rappresentato dalla Soglia Messapica, una paleostruttura riattivata dalla tettonica e oggi in gran parte sepolta dai sedimenti del ciclo plio-pleistocenico.

Il tetto del substrato carbonatico mesozoico si approfondisce progressivamente dalla Murgia verso la Piana di Brindisi e raggiunge, nella parte terminale antistante il litorale, quote abbondantemente inferiori a quella medio-marina (fig. 5). In prossimità del Porto di Brindisi, il basamento calcareo mesozoico si rinviene ad una profondità dal livello medio marino di 70 m circa. L'affondamento dei calcari cretacei al di sotto dei terreni plio-pleistocenici raggiunge valori massimi in prossimità del litorale. Esso diminuisce progressivamente man mano che ci si sposta verso occidente e verso l'interno, tanto che a distanze di 7-8 km dal litorale i calcari si rinvergono al di sopra del livello medio marino, per poi affiorare a circa 25 km dalla costa. Man mano che l'affondamento dei calcari si riduce diminuiscono progressivamente gli spessori dei depositi sovrastanti, finché questi scompaiono del tutto.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTO: costruzione ed esercizio impianto agrovoltaiico avente potenza nominale pari a 9400 kW e potenza moduli pari a 11466,65 kWp con relativo collegamento alla rete elettrica sito Comune di Guagnano (LE) - IMPIANTO SVO3

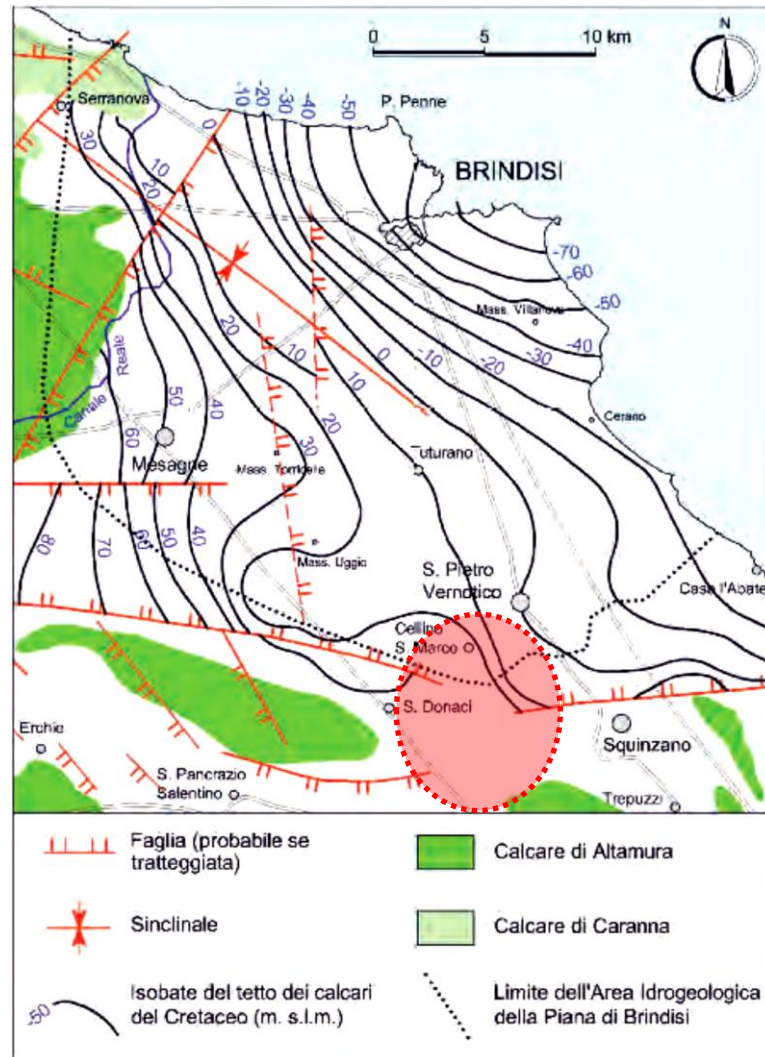


Fig. 4 - Carta tettonica con indicazione delle isobate del tetto del basamento carbonatico cretaceo della Piana di Brindisi.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nella Piana di Brindisi sono presenti in affioramento (fig. 5) ed in sequenza stratigrafica (fig. 6) sul basamento mesozoico, localmente ascrivibile alla Formazione del *Calccare di Altamura* (Cretacico sup.) e al *Calccare di Caranna* (Cretacico sup.), la *Calcarenite di Gravina* (Pliocene sup.-Pleistocene inf.), le *Argille subappennine* (Pleistocene inf.), i *Depositi marini terrazzati* (Pleistocene medio-superiore) e i *Depositi recenti ed attuali* (alluvionali e costieri).

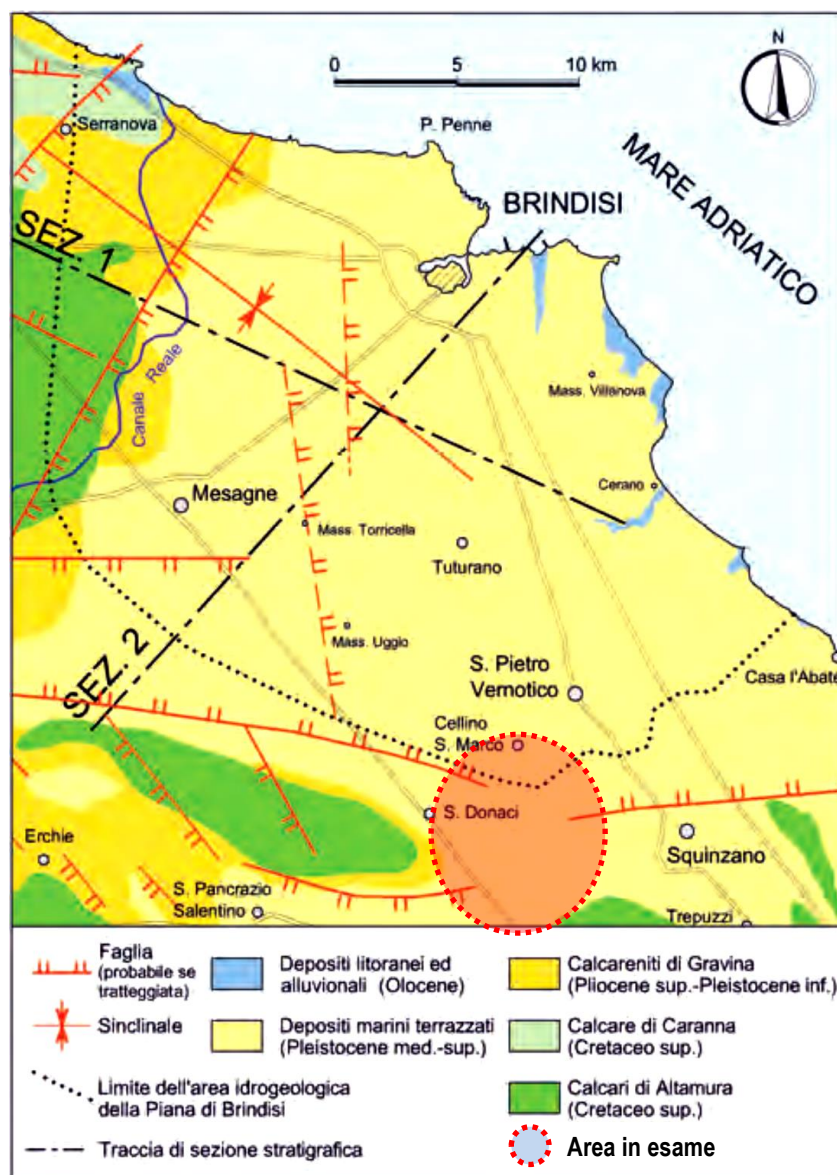


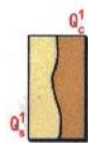
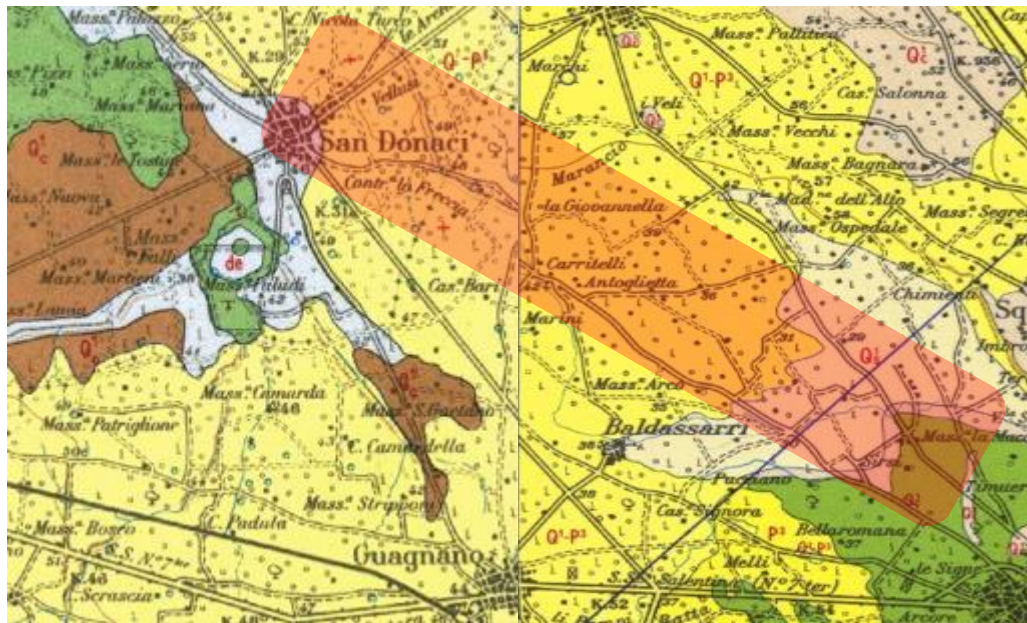
Fig. 5 - Carta geologico-strutturale della Piana di Brindisi

RELAZIONE GEOLOGICA

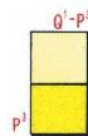
PROGETTO: costruzione ed esercizio impianto agrovoltaico avente potenza nominale pari a 9400 kW e potenza moduli pari a 11466,65 kWp con relativo collegamento alla rete elettrica sito Comune di Guagnano (LE) - IMPIANTO SVO3

Il substrato carbonatico è rappresentato quasi esclusivamente dalla Formazione del Calcarea di Altamura, mentre il Calcarea di Caranna affiora in un'area limitata di pochi km². Il Calcarea di Altamura è costituito prevalentemente da calcari micritici bianchi a grana fine e media, ben litificati e stratificati, con ricorrenti strutture biogeniche (stromatoliti e bancate biostromali a rudiste). Si alternano dolomie grigio-nerastre, organizzate in strati e banchi. L'assetto è generalmente tabulare, con strati debolmente immergenti verso SSE e SE. Il Calcarea di Caranna è invece costituito da calcareniti e calciruditi bioclastiche in facies di scarpata. In trasgressione sulle rocce carbonatiche mesozoiche affiorano i depositi calcarenitici e calciruditi bioclastici di ambiente litorale, ascrivibili alla formazione delle Calcareniti di Gravina, (Pleistocene inf.), che raggiungerebbe spessori massimi intorno ai 30 m (MARGIOTTA *et alii*, 2010). In continuità di sedimentazione su quest'ultima formazione poggiano le Argille subappennine, essenzialmente riscontrate in profondità, rappresentate da argille limose, argille sabbiose ed argille marnose di color grigio-azzurro, talora giallastre, con orizzonti e lenti sabbiose. Nella Piana di Brindisi le Argille subappennine presentano spessori alquanto variabili (fig. 6), che aumentano procedendo sia da Ovest verso Est che da Sud verso Nord. I Depositi marini terrazzati, di età Pleistocene medio-superiore, affiorano estesamente con spessori variabili da qualche decimetro fino a circa 20 m (fig. 6) e riferibili a diversi e brevi cicli sedimentari trasgressivo-regressivi. Nella Piana di Brindisi i Depositi marini terrazzati sono costituiti da biocalcareniti grossolane giallastre con intervalli sabbiosi o di calcari organogeni. Sono

presenti anche depositi alluvionali ed eluvio-colluviali sabbiosi, limosi ed argillosi variamente distribuiti principalmente lungo solchi erosivi e nelle aree più depresse vicino alla costa.



Sabbie argillose giallastre, talora debolmente cementate, in strati di qualche cm. di spessore, che passano inferiormente a sabbie argillose e argille grigio-azzurrastre (Q_1^1); spesso l'unità ha intercalati banchi arenacei e calcarenitici ben cementati (Q_1^1). Nelle sabbie più elevate si notano talora *Cassidulina laevigata* D'ORB., *carinata* SILV., *Bulimina marginata* D'ORB., *Ammonia beccarii* (LIN.), *Ammonia perlucida* (HER. ALL. EARL.) (PLEI-STOCENE). Nelle sabbie argillose ed argille sottostanti, accanto a *Arctica islandica* (LIN.), *Chlamys septemradiata* MULL. ed altri molluschi, sono frequenti: *Hyalinea balthica* (SCHR.), *Cassidulina laevigata* D'ORB., *carinata* SILV., *Bulimina marginata* D'ORB., *Bolivina catanensis* SEG. (CALABRIANO). FORMAZIONE DI GALLIPOLI.



(Q_1^1 - P_1^1) Sabbie calcaree poco cementate, con intercalati banchi di panchina; sabbie argillose grigio-azzurre. Verso l'alto associazione calabriana: *Hyalinea balthica* (SCHR.), *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Bulimina marginata* D'ORB., *Ammonia beccarii* (LIN.) (CALABRIANO-PLIOCENE SUP.?). In trasgressione sulle formazioni più antiche.



(P_1^1) Calcareniti, calcari tipo panchina; calcareniti argillose giallastre. Macrofauna a Coralli, Cirripedi, Molluschi, Echinidi, Crostacei tra cui *Cancer sismondai* MEY. var. *antiatina* MAX. Microfauna ad Ostracodi e Foraminiferi: *Bulimina marginata* D'ORB., *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Discorbis orbicularis* (TERQ.), *Cibicides ungerianus* (D'ORB.), *C. lobatulus* (WALK. e JAC.), *Globigerinoides ruber* (D'ORB.), *G. sacculifer* (BRADY), *Orbulina universa* D'ORB., *Hastigerina aequilateralis* (BRADY) (PLIOCENE SUP.-MEDIO?). In trasgressione sulle formazioni più antiche.

Calcari dolomitici e dolomie grigio-nocciola, a frattura irregolare, calcari grigio-chiari. Microfossili non molto frequenti: *Thaumatoporella* sp., *Præglobotruncana stephani stephani* (GAND.), *P. stephani turbinata* (REICH.), *Rotalipora appenninica appenninica* (RENZ), R. cf. *reicheli* (MORN.), *Nummoloculina* sp. (CENOMANIANO SUP. e forse TURONIANO). DOLOMIE DI GALATINA con passaggio graduale al CALCARE DI ALTAMURA (verso Nord e verso Ovest).

Fig. 6 – Stralcio del Foglio n. 203 "Brindisi" e del Foglio n. 204 "Lecce" della Carta Geologica d'Italia con evidenziata l'area in esame.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTO: costruzione ed esercizio impianto agrovoltaico avente potenza nominale pari a 9400 kW e potenza moduli pari a 11466,65 kWp con relativo collegamento alla rete elettrica sito Comune di Guagnano (LE) - IMPIANTO SVO3

Stratigrafia dell'area in studio

Per l'accertamento della natura e delle caratteristiche dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area in studio, ci si è affidati alla bibliografia stratigrafica esistente e ai dati provenienti da studi pregressi.

Tali sondaggi effettuati nelle aree d'investigazione di nostra pertinenza sono serviti per individuare la successione stratigrafica dei terreni e per localizzare il livello statico della sottostante falda freatica, che alloggia sul tetto dell'unità delle argille calabriane.

Nelle sue linee essenziali lo schema stratigrafico dei terreni in studio è semplice:

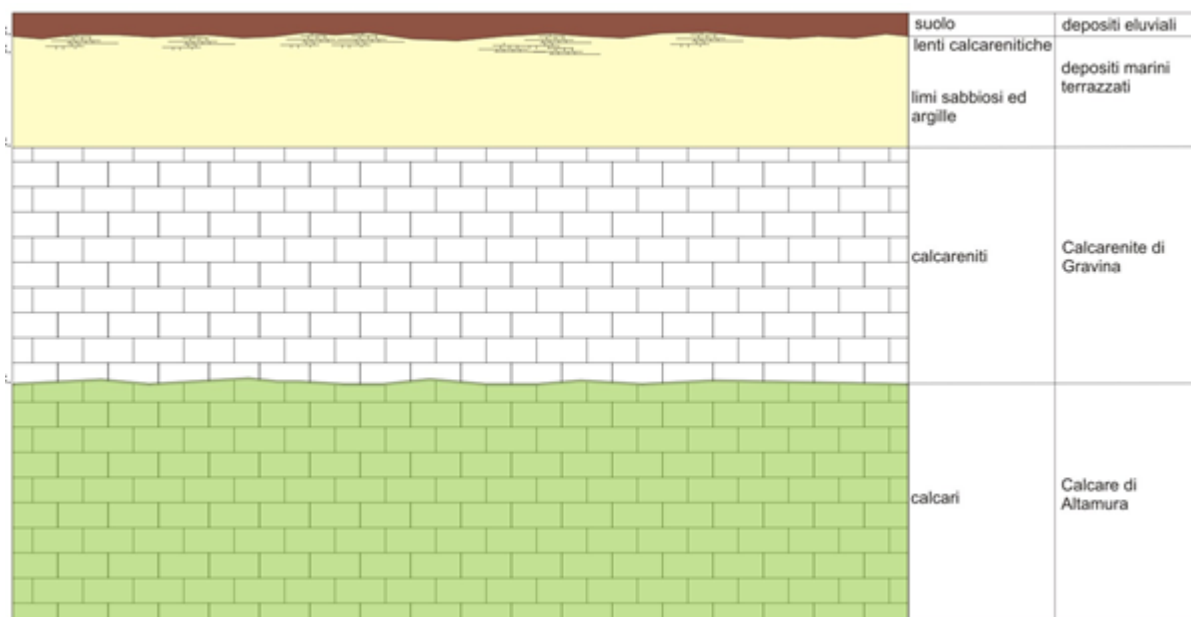


Fig. 7 - Sezione geologica schematica relativa all'area vasta in cui ricade il sito di progetto

I litotipi riferibili ai Depositi marini terrazzati affiorano con continuità in corrispondenza della piana brindisina. Si tratta di un complesso di più unità litostratigrafiche messo in posto successivamente al ciclo trasgressivo regressivo della Fossa Bradanica (cui si riferiscono le sottostanti Calcareniti di Gravina). La successione è rappresentata in

basso da argille limoso-sabbiose di colore grigiastro (per anni confuse con le Argille subappennine) su cui poggiano limi sabbiosi o sabbie limose carbonatico terrigene, cui si intercalano livelli calcarenitici e vere e proprie arenarie a cemento calcareo. La potenza complessiva della successione in corrispondenza dell'area di interesse è pari a circa 40 m. La parte estesamente affiorante è quella alta, limoso sabbiosa.

I Depositi marini terrazzati possono essere ricoperti, soprattutto in corrispondenza delle zone depresse da modesti spessori di depositi palustri e alluvionali. Nell'area di interesse il substrato carbonatico ha un assetto tabulare, complicato da modeste strutture plicative e da più sviluppate strutture disgiuntive che interessano anche le Calcareniti di Gravina.

4. CARATTERI IDROGEOLOGICI

L'assetto geologico-strutturale della Piana di Brindisi determina la geometria e le caratteristiche dei corpi idrici sotterranei, influenzando sia sulle modalità di circolazione e di efflusso a mare, sia sulle caratteristiche quantitative e qualitative delle acque sotterranee.

È possibile distinguere un acquifero profondo, avente sede come in precedenza già detto, nell'ammasso carbonatico fessurato e carsificato e sostenuto alla base dall'acqua marina di invasione continentale; segue quindi al tetto un acquifero superficiale, avente sede nella formazione sabbioso-calcarenitica del Pleistocene medio-superiore (*Depositi marini terrazzati*) e sostenuto alla base dalla *Formazione delle Argille subappennine*.

Falda superficiale e falda profonda, tranne alcune eccezioni, risultano tra loro idraulicamente separate dal banco di Argille subappennine, considerabile ai fini idrogeologici praticamente impermeabile. L'acquifero superficiale presenta in genere modeste potenzialità idriche, sicché le portate da esso emungibili con i pozzi sono modeste. L'unica risorsa idrica disponibile di rilievo della Piana di Brindisi e quindi presente nell'acquifero profondo, le cui caratteristiche idrogeologiche sono state indagate già a partire dagli anni '50 del secolo scorso (COTECCHIA *et alii*, 1957; ZORZI & REINA, 1957; ZORZI, 1961).

L'acquifero profondo è presente principalmente nel basamento calcareo mesozoico, permeabile per fessurazione e carsismo, e subordinatamente (lì dove presenti e poco compatti) nei depositi appartenenti alla sovrastante Formazione delle Calcareniti di Gravina. Si tratta dunque di

un acquifero localmente passante a due strati a differente permeabilità, con i depositi calcarenitici generalmente a permeabilità ridotta rispetto ai calcari di base.

Nella Piana di Brindisi l'alimentazione della falda profonda è da ritenere nulla, se si fa eccezione per una piccola aliquota di acque meteoriche. Detta circostanza è dovuta all'estesa presenza, al di sotto dei Depositi marini terrazzati, della Formazione delle Argille subappennine, da ritenere pressoché impermeabile, che impedisce il realizzarsi di un apporto diretto delle acque meteoriche nei confronti della falda profonda. In presenza di discontinuità del livello argilloso si possono verificare delle interazioni idrauliche tra la falda superficiale e quella profonda. Ciò accade, ad esempio, in presenza di lineamenti strutturali disgiuntivi quali fratture o faglie che interessano anche il deposito argilloso.

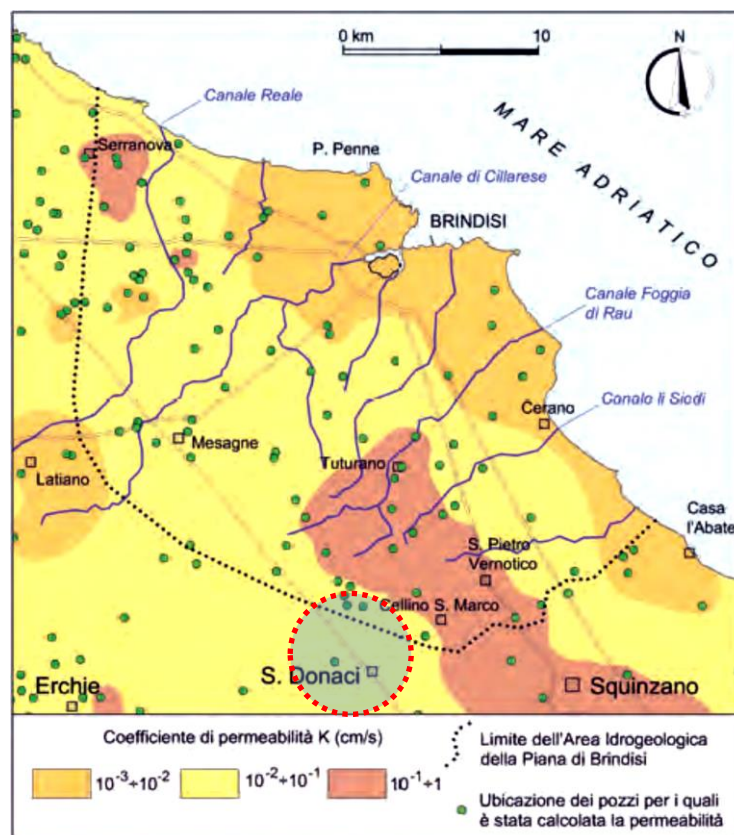


Fig. 8 - Distribuzione del coefficiente di permeabilità dell'acquifero carbonatico profondo della Piana di Brindisi.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTO: costruzione ed esercizio impianto agrovoltaico avente potenza nominale pari a 9400 kW e potenza moduli pari a 11466,65 kWp con relativo collegamento alla rete elettrica sito Comune di Guagnano (LE) - IMPIANTO SVO3

Per entrambi gli acquiferi, il coefficiente di permeabilità risulta abbastanza vario, con le profondità e da zona a zona. Prove di assorbimento e di portata indicano che nell'acquifero superficiale il coefficiente di permeabilità varia da 5.0×10^{-6} cm/sec a 1.0×10^{-4} cm/sec ed è in stretta dipendenza del contenuto di limo e/o argilla presente; mentre nella formazione calcareo-dolomitica di base la permeabilità è riconducibile a valori di $10^{-1} \div 10^{-2}$ cm/sec. (Spizzico M., *et al.* 2005a).

Per la bassa permeabilità dei terreni costituenti l'acquifero superficiale, la mobilità della falda è molto limitata inoltre la bassa porosità dinamica (tra 18%-28%) determina durante gli eventi piovosi di notevole intensità, ma di breve durata, ampie zone di allagamento.

5. MODELLAZIONE GEOLOGICA E SISMICA DEL SITO

Il rilevamento geologico di superficie è stato integrato da una raccolta di dati provenienti da indagini pregresse, eseguite nell'area di nostro riferimento, indispensabili per ricostruire lo schema geologico-stratigrafico dell'area. La caratterizzazione geologica e geologico-tecnica dei terreni è importante, non solo per la conoscenza e la definizione della natura e dell'assetto del sottosuolo, ma soprattutto per la corretta pianificazione degli interventi.

Indagini geofisiche

Il rilevamento geologico di superficie è stato completato con una opportuna campagna d'indagine geofisica ed è stato integrato anche dai numerosi dati provenienti da indagini geofisiche pregresse, eseguite sempre nell'area in esame e indispensabili per ricostruire lo schema geologico-stratigrafico. La caratterizzazione geologica e geologico-tecnica dei terreni è importante, non solo per la conoscenza e la definizione della natura e dell'assetto del sottosuolo, ma soprattutto per la corretta pianificazione degli interventi. La scarsa disponibilità di dati rilevabili tramite la prospezione geologica di superficie ha determinato il crescente sviluppo d'indagini geognostiche indirette.

5.1 Indagini geofisiche: sismica a rifrazione e MASW

Lo scopo delle indagini è la caratterizzazione dinamica 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) e i relativi parametri elastici (E , G , K , e ν). Sulla base dei valori di V_S e del

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTO: costruzione ed esercizio impianto agrovoltaiico avente potenza nominale pari a 9400 kW e potenza moduli pari a 11466,65 kWp con relativo collegamento alla rete elettrica sito Comune di Guagnano (LE) - IMPIANTO SV03

modulo di taglio (G) sarà possibile valutare la rigidità del suolo e fornire delle prime indicazioni sul comportamento dinamico della parte superficiale del sottosuolo. Per la ricostruzione del modello geofisico del sito sono state eseguite delle indagini sismiche superficiali caratterizzate dalla *combinazione tra la tecnica di sismica a rifrazione con onde di volume (longitudinali e trasversali) e il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh) con tecnica MASW*; al fine di avere una visione più organica e completa dei dati rilevati con le precedenti metodologie d'indagine è stata eseguita anche la tomografia sismica a rifrazione. Il numero d'indagini eseguite, benché ridotto, consente di considerare i risultati sufficienti per la modellazione geologica; non va dimenticato che per una caratterizzazione geotecnica più approfondita saranno i Progettisti incaricati a decidere il metodo d'indagine di cui avvalersi. Tramite le indagini eseguite è stato possibile determinare il profilo delle onde S fino circa 30 metri dal piano campagna e sono state ricavate, inoltre, le informazioni sullo stato fisico del substrato roccioso nei primi metri dal p.c. La strumentazione utilizzata è costituita da un *sismografo multicanale M.A.E. A6000-S con risoluzione di 24 bit per ogni singolo canale*, avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- capacità di campionamento dei segnali tra 0.002 e 0.00005 sec;
- sistema di comunicazione e di trasmissione del “tempo zero” (*time break*);
- filtri High Pass e Band Reject;
- “*Automatic Gain Control*”;
- convertitore A/D a 24 bit;

- 24 geofoni verticali (P) con periodo proprio di 4.5 Hz;
- massa battente pesante di 10 Kg.

Per i tre metodi di indagine l'energizzazione è stata fornita tramite colpi con massa battente su piastra metallica solidale al terreno; i punti in cui si sono prodotti i treni d'onda sono stati due, esterni allo stendimento dei geofoni per la MASW, mentre per la sismica a rifrazione e per la tomografia sismica a rifrazione sono stati 5 lungo lo stendimento.

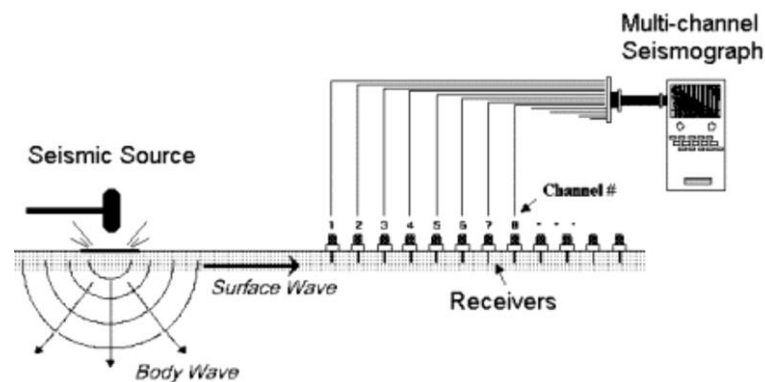


Fig. 9 – Schema di acquisizione dei segnali sismici.

Sismica a rifrazione

Il metodo sismico a rifrazione si basa sul concetto della birifrazione delle onde elastiche a seguito del fronte d'onda conico. Data una sorgente di onde elastiche e uno stendimento di geofoni lungo un profilo giungeranno in superficie ai geofoni onde dirette, onde riflesse e onde coniche o birifratte. Le onde analizzate sono quelle birifratte, cioè quelle che giungono sulla superficie di separazione con un angolo d'incidenza critico (secondo la *Legge di Snell*) e che quindi vengono rifratte con un angolo di 90° , propagandosi parallelamente alla superficie rifrangente e venendo nuovamente rifratte verso la superficie con lo stesso angolo d'incidenza. I contrasti di proprietà possono essere legati a cause stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche: il modello interpretativo del mezzo investigato è di tipo elastico, omogeneo, continuo e isotropo,

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTO: costruzione ed esercizio impianto agrovoltaiico avente potenza nominale pari a 9400 kW e potenza moduli pari a 11466,65 kWp con relativo collegamento alla rete elettrica sito Comune di Guagnano (LE) - IMPIANTO SVO3

mentre la profondità totale di indagine è legata alla lunghezza dello stendimento. Il processing dei dati viene eseguito con il programma **PS Lab**.

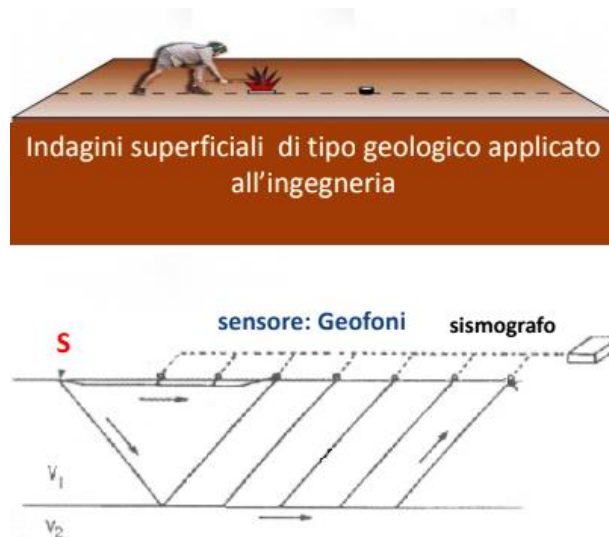


Fig. 10 – Schema di acquisizione della sismica a rifrazione.

Tomografia sismica a rifrazione

Il metodo di esplorazione sismica utilizza la propagazione delle onde meccaniche per caratterizzare le proprietà elastiche del sottosuolo e quindi la geometria dei mezzi attraversati. La tecnica di base consiste nel generare delle onde meccaniche, mediante sorgenti poste in punti opportunamente scelti sulla superficie topografica, e nel misurare i tempi impiegati dalle perturbazioni elastiche per raggiungere i geofoni, anch'essi opportunamente posizionati sulla superficie topografica. In particolare, l'esplorazione eseguita con il metodo della rifrazione si basa sull'analisi del tempo di arrivo dell'onda diretta e delle onde di testa; queste ultime sono onde rifratte che si determinano nel caso in cui la velocità di propagazione delle onde è crescente con la profondità, quando l'angolo di incidenza è critico. L'obiettivo principale del metodo sismico tomografico a rifrazione è quello di determinare la velocità e le sue

variazioni nel mezzo indagato, utilizzando i tempi di viaggio ottenuti da un rilievo di sismica a rifrazione. Il primo passo nell'elaborazione dei dati in una tomografia sismica consiste nell'individuare i tempi dei primi arrivi (*picking*) e con essi costruire le dromocrone relative alle onde dirette e rifratte. I dati della tomografia sismica a rifrazione possono essere analizzati attraverso l'utilizzo di software specifici che consentono di applicare metodi iterativi. I metodi iterativi consentono di ottenere, a partire da un modello "teorico", un modello di distribuzione della velocità di propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo. Il modello teorico di riferimento viene costruito ipotizzando una certa distribuzione di velocità delle onde sismiche all'interno del mezzo. Da questi valori di velocità vengono calcolati i tempi di viaggio delle onde sismiche e il loro percorso (*ray tracing*). Il processing dei dati, qui eseguito con il programma **REFLEXW Version 6.0** (distribuito dalla *Sandmeier Software*), prosegue con la fase di inversione tomografica, che permette il calcolo delle traiettorie d'onda attraverso le soluzioni alle differenze finite dell'equazione che esprime le modalità di propagazione di un'onda in un mezzo isotropo.

MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*)

Il metodo MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s , sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo. I metodi basati sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTO: costruzione ed esercizio impianto agrovoltaiico avente potenza nominale pari a 9400 kW e potenza moduli pari a 11466,65 kWp con relativo collegamento alla rete elettrica sito Comune di Guagnano (LE) - IMPIANTO SV03

inversioni di velocità in profondità. Inoltre la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla V_P e dalla densità, è funzione innanzitutto della V_S , parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dall'O.P.C.M. 3274/03. Infatti, mentre la velocità delle onde P misurata in terreni saturi dipende in maniera sostanziale dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale, la velocità delle onde S è caratteristica delle vibrazioni trasmesse dal solo scheletro solido e, pertanto, a differenza delle onde P, risulta rappresentativa delle reali proprietà meccaniche del terreno. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, mentre onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo. Il metodo d'indagine MASW utilizzato è di tipo attivo poiché le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo e misurate da uno stendimento lineare di sensori. La determinazione della velocità delle onde di taglio V_S tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per

suoli altamente attenuanti e ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%). Inoltre l'ampiezza delle onde superficiali dipende da \sqrt{r} e non da r come per le onde di volume. L'interpretazione dei dati viene eseguita con il programma **Easy MASW** distribuito da Geostru software.

Analisi dati

Le indagini sismiche sono state eseguite con una configurazione data dal posizionamento di n. 24 geofoni verticali con una spaziatura inter-geofonica di 2 m e per una lunghezza complessiva dello stendimento pari a 46 m.

Indagine: tomografia sismica a rifrazione

- il primo sismostrato ha uno spessore di circa 1.0 m dal p.c. Le V_p sono minori di 400 m/s e per questo è associato a terreno di copertura.
- il secondo sismostrato ha una profondità media di circa 2.5 m. Le V_p sono comprese tra 500 m/s e 700 m/s ed è correlato alla presenza di depositi sciolti con un grado di addensamento maggiore rispetto allo strato di copertura.
- nel terzo, lo spessore è costante lungo lo stendimento; le V_p sono comprese tra 800 m/s e 1000 m/s sono attribuibili a depositi parzialmente sciolti, nei quali si possono incontrare livelli di sabbie concrezionate.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTO: costruzione ed esercizio impianto agrovoltaiico avente potenza nominale pari a 9400 kW e potenza moduli pari a 11466,65 kWp con relativo collegamento alla rete elettrica sito Comune di Guagnano (LE) - IMPIANTO SVO3

- negli strati successivi, si individua un miglioramento delle caratteristiche fisiche e geotecniche. L'aumento delle velocità sismiche corrisponde ad un ulteriore incremento dell'addensamento e conseguentemente delle proprietà fisico-meccaniche dei depositi.

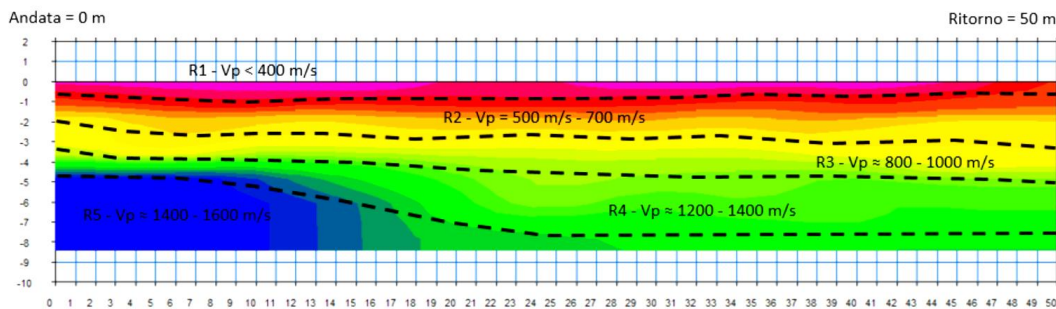
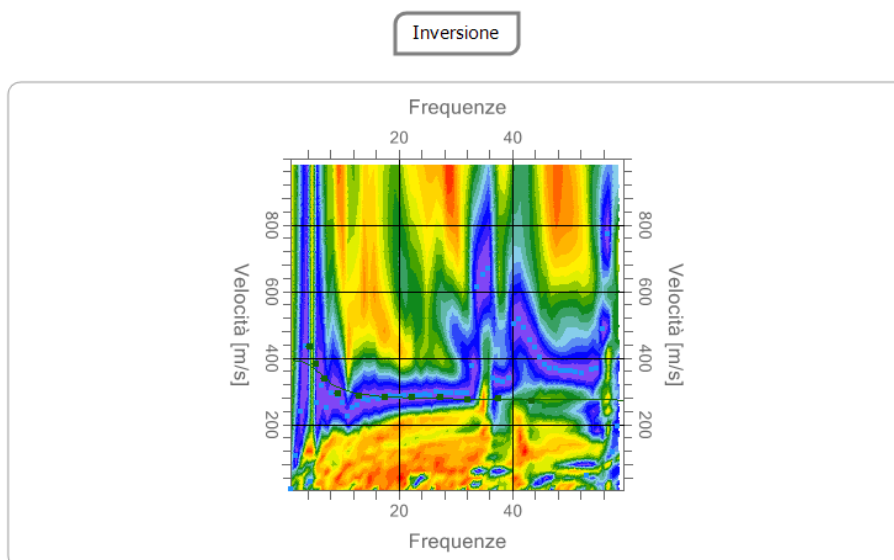


Fig. 11 – Modello sismo-stratigrafico ottenuto con la tomografia in rifrazione.

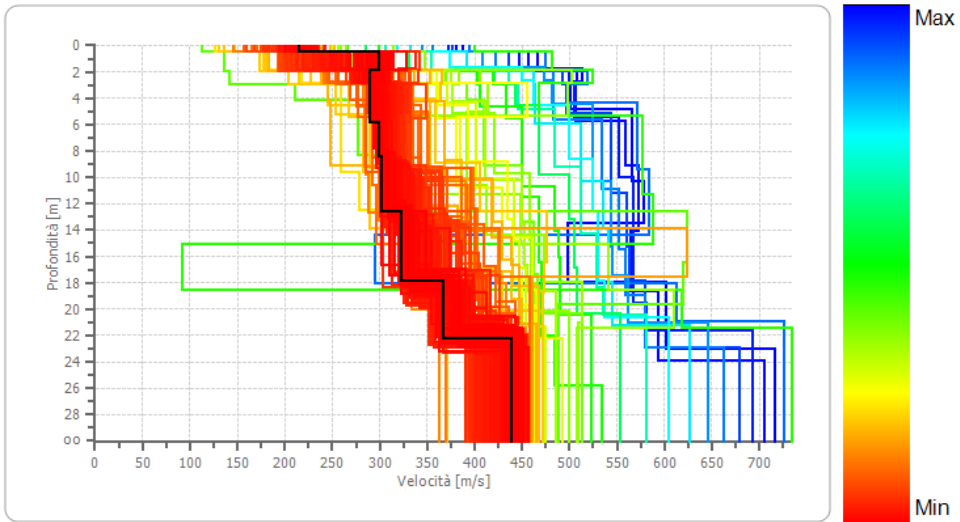
Indagine sismica MASW S5

L'indagine MASW S5 ha permesso di ricostruire il seguente profilo delle velocità delle onde S (V_s) in progressivo aumento con la profondità: dal p.c. a 0,5 m dal p.c. la V_s è di 200 m/s, da 0,5 m a 12,5 m la V_s è di 300 m/s, da 12,5 m a 18 m la V_s è di 320 m/s, da 18 m a 22 m la V_s è di 370 m/s, infine, e da 22 m a 30 m la V_s è di 440 m/s.

$V_{s,eq} S5 = 330$ m/s



Profilo di velocità



6. SISMICITÀ

L'area di studio, come del resto l'intera Penisola Salentina, pur non essendo interessata da sismi di forte intensità, presenta degli interrogativi di indubbia importanza circa la probabile presenza nel suo ambito di zone sismiche attive, anche se storicamente non sono noti eventi sismici con epicentro nel territorio salentino. È opinione comune che la pericolosità sismica del territorio salentino sia esclusivamente legata al risentimento di effetti sismici prodotti da terremoti generati in prossimità delle prospicienti coste balcaniche o delle isole greche ioniche. Tale opinione è supportata dal fatto che il Salento è l'area più prossima al margine balcanico della placca adriatica, sede di intensi stress tettonici testimoniati dagli elevati tassi di sismicità e che la natura strutturale della placca adriatica permette la trasmissione delle onde sismiche generate da tale sismicità con elevata efficienza. Dal punto di vista della sismicità storica l'unico evento sismico con conseguenze nefaste che ha interessato il territorio salentino è il terremoto del 20/02/1743 che provocò numerose vittime ed ingenti danni in numerosi centri della provincia, in particolare nell'area di Nardò. Allo stato attuale delle conoscenze la pericolosità sismica del Salento appare associata al risentimento dei terremoti di area greco-albanese.

Sulla base dei criteri generali adottati per la classificazione sismica del territorio nazionale di cui all'Ordinanza PCM 3274 del 20.03.2003 tutti i comuni della provincia di Lecce appartengono alla zona 4. Con deliberazione della Giunta Regionale del 15 settembre 2009, n. 1626 la Regione Puglia ha sancito che nelle zone sismiche classificate 4, si

applicano le norme di cui al cap. 2 punto 2.7 delle N.T.C. di cui al D.M. 14.01.2008, nonché al capitolo C7 della relativa circolare esplicativa ministeriale 2 febbraio 2009 n. 617.

Categoria di suolo

Il DM 17 gennaio 2018 prescrive che ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II del D.M., si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_s per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al paragrafo 6.2.2 del D.M.

I valori di V_s sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

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:

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTO: costruzione ed esercizio impianto agrovoltaiico avente potenza nominale pari a 9400 kW e potenza moduli pari a 11466,65 kWp con relativo collegamento alla rete elettrica sito Comune di Guagnano (LE) - IMPIANTO SVO3

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

con:

- h_i spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$ 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/s.

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.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30,00 metri, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H = 30,00$ metri nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2. II.

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al paragrafo 3.2.3 delle norme. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

In ottemperanza a quanto prescritto dal D.M. 14.01.2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto, si è reso necessario valutare l’effetto della risposta sismica locale. I dati provenienti da indagini pregresse, eseguite nell’area in esame, restituiscono velocità di propagazione delle onde S pari comprese tra 180 e 360 m/s. Le indagini hanno fornito risultati che collocano i terreni in **CATEGORIA C** dell’O.P.C.M. 3274/03 e successive modificazioni.

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTO: costruzione ed esercizio impianto agrovoltaiico avente potenza nominale pari a 9400 kW e potenza moduli pari a 11466,65 kWp con relativo collegamento alla rete elettrica sito Comune di Guagnano (LE) - IMPIANTO SV03

7. CONCLUSIONI

Alla luce dei risultati dello studio effettuato e nel rispetto delle note tecnico-esecutive illustrate nella presente relazione si può concludere che la fattibilità dell'intervento edilizio in progetto non è pregiudicata da particolari condizionamenti di natura geologico-tecnica.

Qualora si riscontrassero discordanze con le osservazioni su esposte, in altre parole anomalie che si discostino da quanto indicato in questo studio, sarà opportuno aggiornare il piano di verifiche geognostiche.

Gli interventi da eseguire sono stati esaminati in modo da poter ragionevolmente sostenere che sono compatibili con le situazioni di pericolosità evidenziate dal Piano. Il livello della falda idrica superficiale e/o profonda si trova sulla verticale dell'area a una profondità irrilevante ai fini di questo studio.

Per quanto esposto, si ritiene che l'area in studio sia geologicamente disponibile ad accogliere l'intervento in progetto, a condizione che le strutture di fondazione siano adeguate alle caratteristiche geotecniche del sito.

Presicce-Acquarica, novembre 2022

Il Geologo

Dott. Luigi Chiffi



INDICE

1. PREMESSA	pag. 1
1.1 Quadro normativo	pag. 3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO-STRUTTURALE	pag. 5
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	pag. 11
4. CARATTERI IDROGEOLOGICI	pag. 15
5. MODELLAZIONE GEOLOGICA E SISMICA DEL SITO	pag. 18
5.1 Indagini geofisiche: sismica a rifrazione e MASW	pag. 18
6. SISMICITÀ	pag. 24
7. CONCLUSIONI	pag. 31

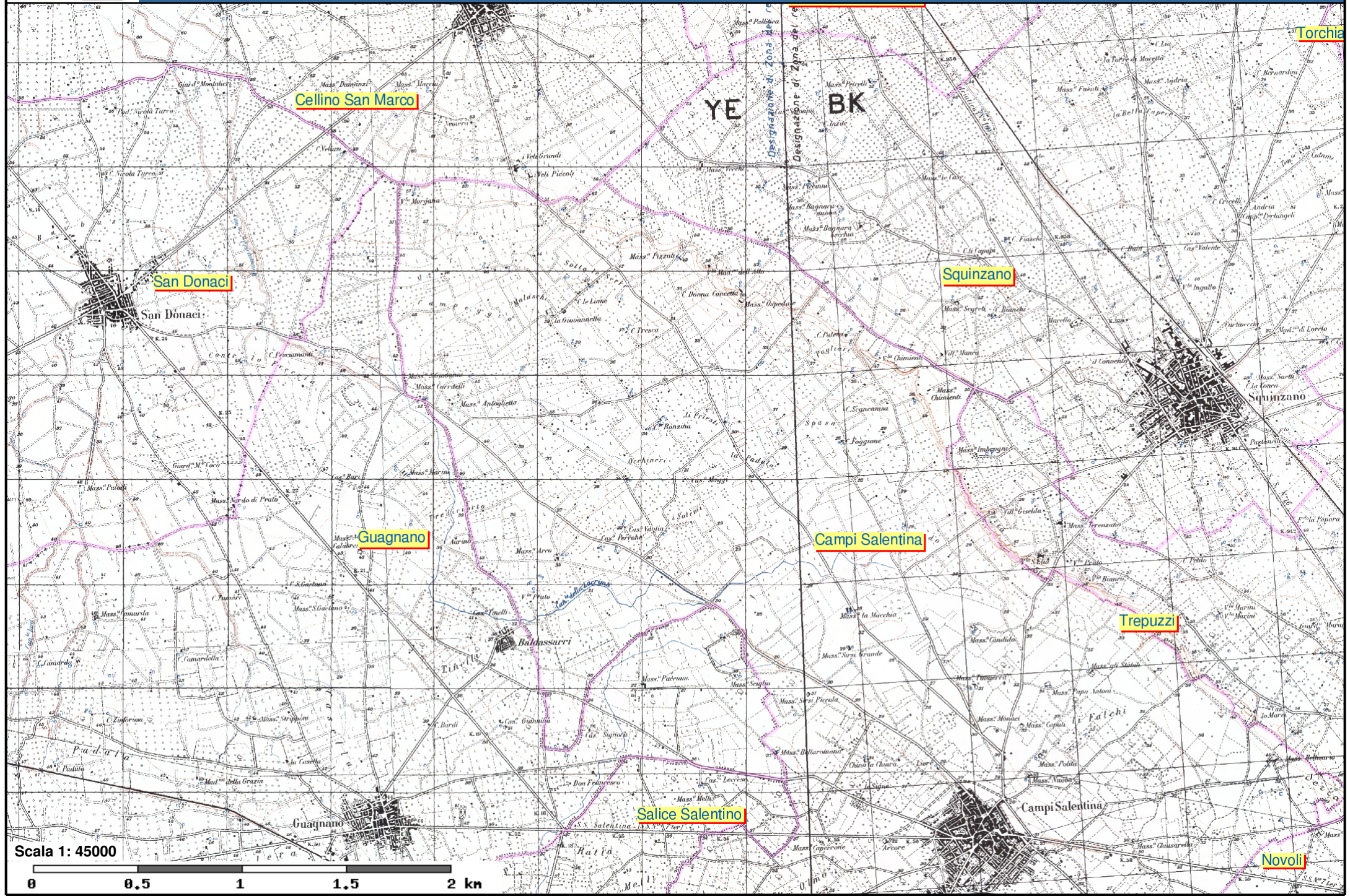
RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTO: costruzione ed esercizio impianto agrovoltaiico avente potenza nominale pari a 9400 kW e potenza moduli pari a 11466,65 kWp con relativo collegamento alla rete elettrica sito Comune di Guagnano (LE) - IMPIANTO SVO3

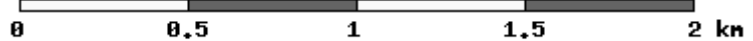
BIBLIOGRAFIA

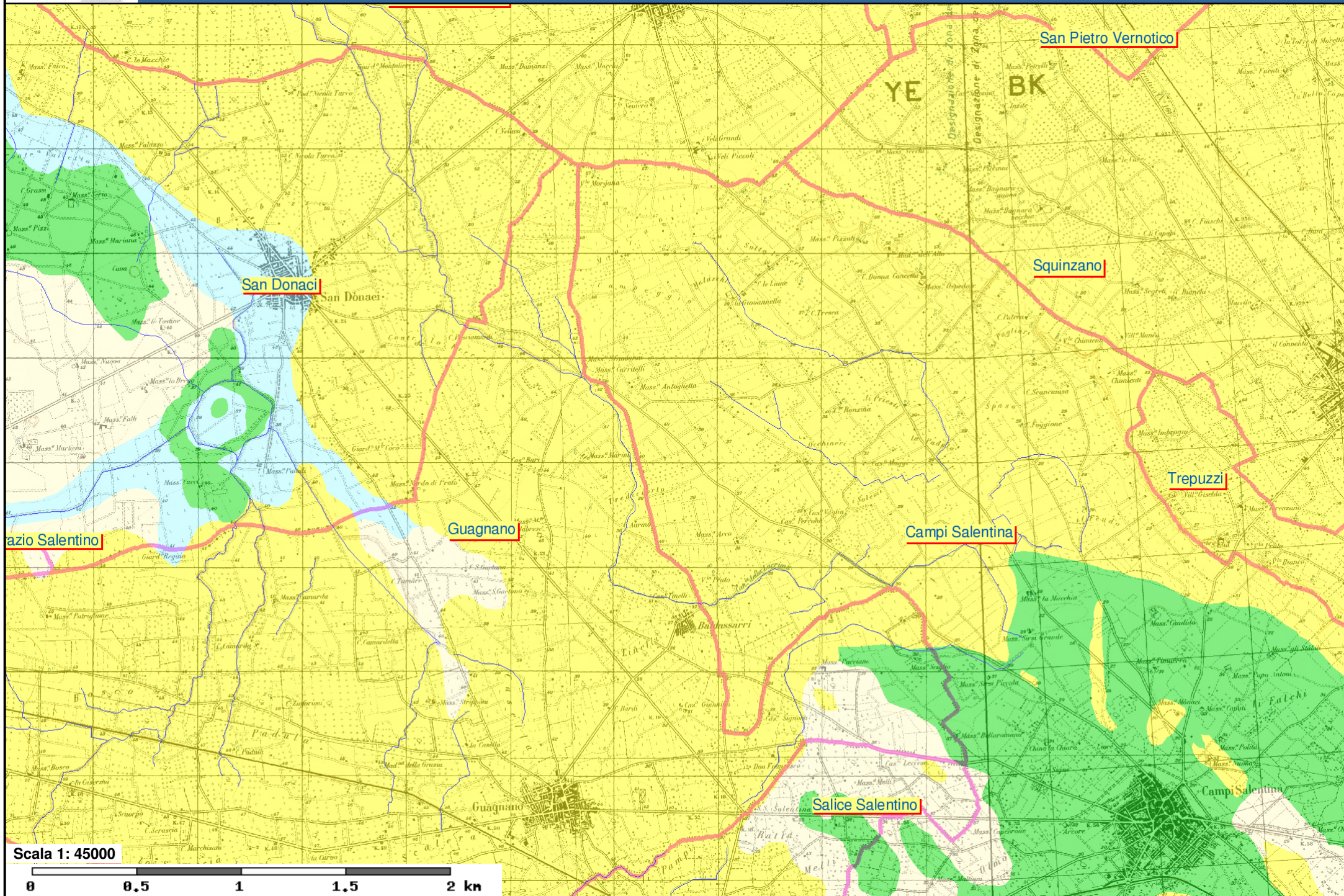
- Carta Geologica Ufficiale d'Italia. Fogli 1:100.000 Ni 203, 204, 213.
- Ciaranfi N., Pieri P. & Ricchetti G. (1988). Note alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia centromeridionale). Mem. Soc. Geol. It., 41, 449-460.
- Cotecchia V., Le acque sotterranee e l'intrusione marina in Puglia: dalla ricerca all'emergenza nella salvaguardia della risorsa. Mem. Descr. Carta Geol. d'It. XCII (1) (2014), pp. 31-510, 382 figg., 25 tabb.
- Ciaranfi N., Pieri P. & Ricchetti G. (1992) - Note alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia centromeridionale). Mem. Soc. Geol. It., 41 (1988): 449-460, 1 carta geol., Roma.
- Nicola Lopez, Michele Spizzico, Donato Sciannamblo, Risultati delle indagini geognostiche effettuate mediante un Sistema Georadar per prospezioni geologiche ed idrogeologiche di superficie. Giornale di Geologia Applicata 2008, 8 (2) 157-166 - doi: 10.1474/GGA.2008-08.2-15.0205
- D.G.R. n. 883 del 19 giugno 2007. Adozione, ai sensi dell'articolo 121 del Decreto legislativo n. 152/2006, del Progetto di Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia.
- Michele Spizzico, Nicola Lopez, Donato Sciannamblo, Roccaldo Tinelli, La Piana di Brindisi: fenomeni di interazione fra le falde idriche sotterranee presenti nell'area. Giornale di Geologia Applicata 3 (2006) 17-24, doi: 10.1474/GGA.2006-03.0-02.0095
- Doglioni C., Mongelli F. e Pieri P. (1994) The Puglia uplift (SE Italy): an anomaly in the foreland of the Apenninic subduction due to buckling of a thick continental lithosphere. Tectonics, 13, 5, 1309-1321.
- Festa V. (2003). Cretaceous structural features of the Murge area (Apulian Foreland, Southern Italy). Eclogae Geologicae Helveticae 96, 11-22.
- E. Ricchetti & M. Polemio, L'ACQUIFERO SUPERFICIALE DEL TERRITORIO DI BRINDISI: DATI GEOIDROLOGICI DIRETTI E IMMAGINI RADAR DA SATELLITE. MEM. SOC. GEOL. IT ..51 (1996), 1059-1074, 11 FF
- Iannone A., Pieri P. (1982) Caratteri neotettonici delle Murge. Geol. Appl. e Idrogeol. Appl. 147- 159, Bari.
- Luperto Sinni e. & Borgomano J. (1989). *Le Crétacé supérieur des Murges sud-orientales (Italie mériidionale): stratigraphie et évolution des paléoenvironnements*. Riv. It. Paleont. Strat., 95 (2): 95-136, Milano.
- Luperto Sinni e. & Masse J.P. (1982). *Contributo della paleoecologia alla paleogeografia della parte meridionale della piattaforma apula nel Cretaceo inferiore*. Geol. Romana, 21: 859-877, 12 figg., 4 tabb., Roma.
- Luperto Sinni E. & Masse J.P. (1993). *Biostratigrafia dell'Aptiano in facies di piattaforma carbonatica delle Murge baresi (Puglia - Italia meridionale)*. Riv. It. Paleont. Strat., 98 (4): 403-424, 5 figg., 5 tavv., Milano.

- Pieri P. (1980). *Principali caratteri geologici e morfologici delle Murge*. "Murgia sotterranea, Boll. Gruppo Speleo Martinese, 2 (2), 13 – 19.
- Pieri, P., Festa, V., Moretti, M. & Tropeano, M. (1997). *Quaternary tectonic of the Murge area (Apulian foreland - Southern Italy)*. Ann. Geof. 40/5, 1395-1404.
- Ricchetti G., Ciaranfi N., Luperto Sinni E., Mongelli F. & Pieri P. (1988). *Geodinamica ed evoluzione sedimentaria e tettonica dell'Avampaese apulo*. Mem. Soc. Geol. It., 41, 57-82.



Scala 1: 45000





Scala 1: 45000

