



COMUNE DI GRAVINA DI PUGLIA

PROVINCIA DI BARI



REGIONE PUGLIA



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.093,36 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400,00 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA

Denominazione Impianto:

IMPIANTO GRAVINA 1

Ubicazione:

Comune di Gravina di Puglia (BA)
Contrada Recupa Piana dei Ricci

ELABORATO
5.1-PDG

RELAZIONE GEOLOGICA DEL PROGETTO DEFINITIVO

Cod. Doc.: 5.1-PDG



Project - Commissioning – Consulting

Municipiul Bucuresti Sector 1
Str. HRISOVULUI Nr. 2-4, Parter, Camera 1, Bl. 2, Ap. 88
RO41889165

Scala:

Data:
03/01/2021

PROGETTO

PRELIMINARE



DEFINITIVO



AS BUILT



Heliosophia concept S.r.l.

Strada Berthelot, 21
Bucharest
030167 ROMANIA

Tecnici e Professionisti:

Dott. Geol. Giovanni SOLDO
Iscritto al n.481 dell'Ordine dei Geologi di Basilicata

Collaboratore:

Dott. Geol. Luigi SALVIULO
Iscritto al n.433 dell'Ordine dei Geologi di Basilicata

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Approvato	Autorizzato
01	03/01/2020	Progetto Definitivo	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
02	11/01/2021	Revisione	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
03					
04					

Il Tecnico:
Geol. Giovanni SOLDO



Il Richiedente:

GRAVINA S.r.l.

Piazza Walther Von Vogelweide n.8 – 39100 Bolzano (BZ)
P.Iva: 03057030219

INDICE

1	PREMESSE	Pag.	1
2	UBICAZIONE DEL SITO DI INTERVENTO	Pag.	4
3	VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO DEL SITO	Pag.	4
4	INDAGINI CONSULTATE E ESEGUITE	Pag.	6
	4.1 - Indagini consultate – Sondaggi geognostici a carotaggio continuo	“	6
	4.2 - Indagini eseguite – Indagine geofisica MASW	“	7
	4.2.1 – Prospezione MASW	“	8
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA	Pag.	11
	5.1 – Inquadramento geologico generale	“	11
	5.2 – Caratteri litologici dell'area di intervento	“	12
6	CARATTERI GEOFISICI DEI TERRENI	Pag.	15
7	DEFINIZIONE DEL MODELLO LITOTECNICO E DEI PARAMETRI GEOTECNICI	Pag.	17
8	CARATTERI GEOMORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI DELL'AREA DI STUDIO	Pag.	18
	8.1 – Caratteri morfologici locali	“	18
	8.2 – Caratteri idrogeologici	“	18
9	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA DI PRGETTO	Pag.	21
	9.1 - Zona sismica del Comune di Castellaneta	“	21
	9.2 – Azione sismica: Relazione sulla pericolosità sismica di base	“	22
10	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	Pag.	23

Allegati alla relazione:

- Allegato Geo.01 – **Carta di ubicazione dell'area di intervento**
- Allegato Geo.02 – Carta del rischio idrogeologico
- Allegato Geo.03 – Ubicazione delle indagini eseguite e consultate
- Allegato Geo.04 – Report indagini realizzate
- Allegato Geo.05 – Carta geolitologica
- Allegato Geo.06 – Carta geomorfologica
- Allegato Geo.07 – Relazione sulla pericolosità sismica di base

1 PREMESSE

La presente relazione geologica e geofisica è redatta nell'ambito dell'intervento "REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.093,36 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400,00 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA" da realizzarsi nel Comune di Gravina in Puglia in Provincia di Bari.

Le opere in progetto, ovvero l'area di posizionamento dei pannelli fotovoltaici, dei cavidotti, della Cabina Primarie e di tutte le opere annesse, da un punto di vista castale, interessano i seguenti Fogli e particelle:

FOGLIO	Particelle
91	328-329-330-331-332-333-351
72	431

Propedeuticamente alla redazione della presente relazione, lo scrivente ha realizzato una campagna di indagini geognostiche volte a definire le caratteristiche litotecniche dei terreni affioranti e le caratteristiche sismiche di sottosuolo, aspetto necessario ad una corretta progettazione ingegneristica dell'intervento.

Nello specifico, in sito, le indagini eseguite sono state:

- Esecuzione di N.1 prova MASW

Si forniscono, inoltre, le caratteristiche geomeccaniche dei litotipi affioranti mentre nella valutazione delle problematiche legate alla compatibilità geomorfologica e idrogeologica dell'intervento si è fatto riferimento alle prescrizioni e ai vincoli stabiliti dall'Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Meridionale – Sede della Puglia, ovvero ex Autorità di Bacino della Regione Puglia.

Lo studio, pertanto, è stato condotto attraverso:

- Ricerca bibliografica preliminare;
- Reperimento della cartografia;
- Valutazione della pericolosità e del rischio idrogeologico definito dalla vigente AdB;
- Rilevamento geologico e geomorfologico dell'area di ubicazione dell'impianto FTV, Cavidotto e della Cabina Primaria;
- Esecuzione di prove geofisiche;
- Indicazione dei parametri geomeccanici di sito.

I risultati dell'indagine condotta sono illustrati sia nella presente relazione sia negli allegati ad essa collegati che sono:

- Allegato Geo.01 – **Carta di ubicazione dell'area di intervento**
- Allegato Geo.02 – Carta del Rischio Idrogeologico
- Allegato Geo.03 – Ubicazione delle indagini eseguite e consultate
- Allegato Geo.04 – Report indagini realizzate
- Allegato Geo.05 – Carta Geolitologica
- Allegato Geo.06 – Carta Geomorfologica
- Allegato Geo.07 – Relazione sulla Pericolosità Sismica di Base

Il complesso dei dati acquisiti ha così consentito la formulazione di indicazioni, consigli e prescrizioni all'indirizzo dei Progettisti e della Committente, utili al fine di scongiurare rischi per la stabilità delle opere ingegneristiche oggetto di realizzazione. Nella redazione del presente documento si è fatto riferimento alla normativa vigente e alla documentazione bibliografica esistente:

- Normativa di riferimento (nazionale):
 - ✓ L.N. 64/74 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
 - ✓ D.M. 11.03.1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
 - ✓ O.P.C.M. 3274/2003 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
 - ✓ D.M. 14.09.2005 - Norme Tecniche per le Costruzioni;
 - ✓ Norme di Attuazione del PAI **Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia**;
 - ✓ O.P.C.M. 3519/2006 - **Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone**;
 - ✓ D.M. LL.PP. del 14.01.2008 - Testo Unitario - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;
 - ✓ Circolare del C.S.LL.PP. n° 617 del 02.02.2009 - Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.
 - ✓ DECRETO 17 gennaio 2018. Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».
- Riferimenti cartografici e bibliografici:
 - ✓ Cartografia tecnica del Comune di Gravina in Puglia reperibile sul sito <http://www.sit.puglia.it>;
 - ✓ Foglio n. 188 "Gravina in Puglia" della Carta **Geologica d'Italia alla scala 1:100.000**
 - ✓ Piano stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico - Ex AdB della Regione Basilicata;
 - ✓ Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the

2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>, consultabile su https://emidius.mi.ingv.it/CPT115-DBMI15/query_place/.

- ✓ Studio geologico e geomorfologico: Completamento di un impianto eolico nei Comuni di Gravina in Puglia e Poggiorsini – Geol. Pietro Modugno

2 UBICAZIONE DEL SITO DI INTERVENTO

Il sito oggetto di intervento è collocato a circa 8 km a ovest dell'abitato di Gravina in Puglia, in provincia di Bari, lungo il versante che borda in sinistra idrografica il Torrente Basentello (Fig.01).



Fig.01: Veduta aerea dell'area con ubicazione del sito d'intervento (Google Earth).

Dal punto di vista cartografico è individuabile tra gli elementi n. 453161, 453162, 454133 e 454134 della Carta Tecnica Regionale della Puglia in scala 1:5.000.

Con maggior dettaglio cartografico, il **sito è inquadrato all'Allegato Geo.01 – Carta di ubicazione dell'area di intervento.**

Ai fini dei calcoli sulla pericolosità sismica di base, le coordinate di sito sono le seguenti:

- LATIDUDINE: 40.816901°
- LONGTUDINE: 16.320020°

3 VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO DEL SITO

La stesura di questa relazione geologica è stata supportata dalla consultazione del vigente PIANO DI BACINO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI), **redatto dall'ex** Autorità di Bacino della Regione Puglia, **oggi accorpata nell'ambito dell'Autorità di Bacino** Distrettuale dell'Appennino Meridionale. Tale piano, continua a rappresentare il riferimento tecnico e procedurale con valore normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono programmate e pianificate le azioni e le norme **d'uso riguardanti la difesa** dal rischio idraulico ed idrogeologico nel territorio di competenza. Nel caso

in esame, l'area di intervento, non è inquadrata in aree a pericolosità geomorfologica e nemmeno in aree a pericolosità idraulica (Fig.02).

Nell'Allegato Geo.02 – Carta del rischio idrogeologico vengono riportate le perimetrazioni vincolanti del PAI e l'ubicazione del sito di intervento.

Dalla cartografia ufficiale, pertanto, si evince che l'area di progetto, nella sua totalità, non è interessata da alcun vincolo geomorfologico e/o idraulico. Di conseguenza, si esprime giudizio **positivo sulla fattibilità e compatibilità idrogeologica dell'intervento in progetto**, anche alla luce di tutte le specifiche osservazioni e indagini a carattere geologico e morfologico eseguite a supporto dello studio condotto e di seguito descritte nella presente relazione.

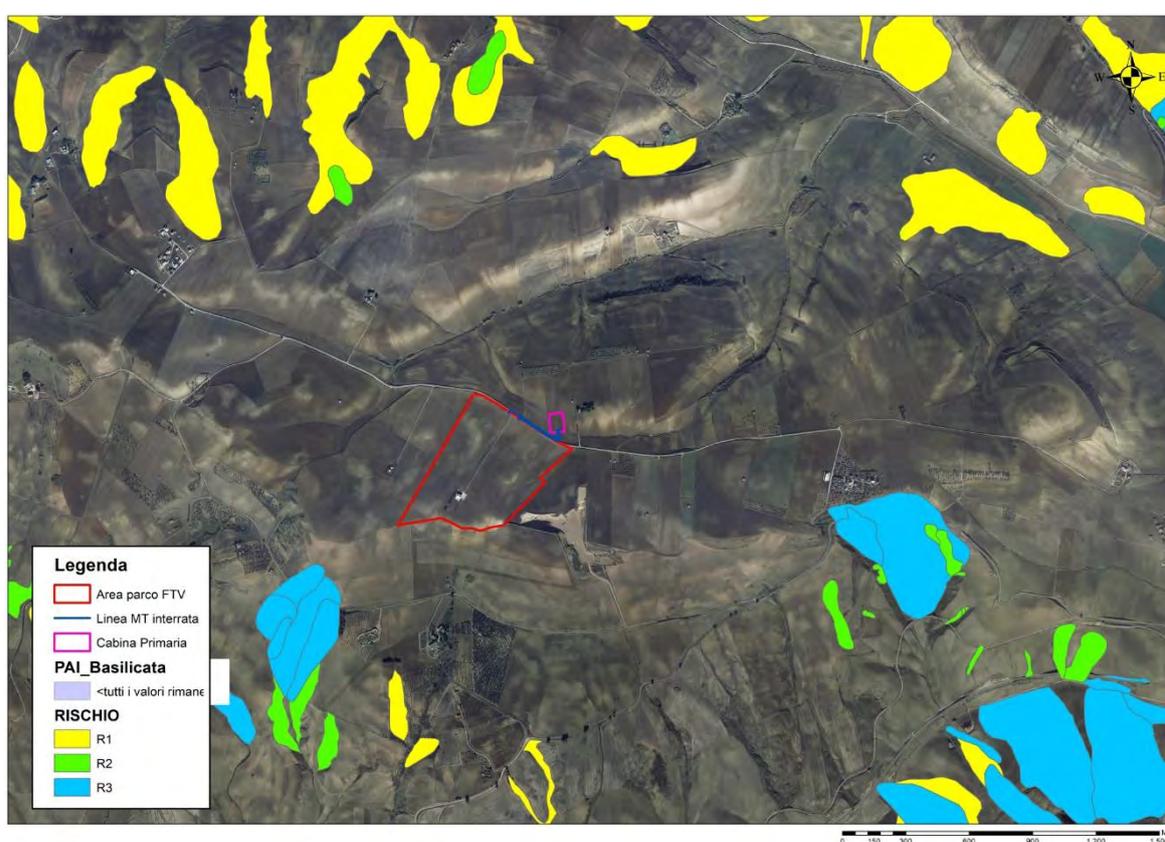


Fig.02: Sovrapposizione delle perimetrazioni ufficiali AdB su ortofoto.

4 INDAGINI CONSULTATE E ESEGUITE

4.1 – Indagini consultate – Sondaggi geognostici a carotaggio continuo

Il presente studio si è avvalso della consultazione delle indagini eseguite per la realizzazione di un parco eolico presente proprio in prossimità dell'area di realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto. Tali indagini si riferiscono al progetto di "Completamento di un impianto eolico nei Comuni di Gravina in Puglia e Poggiorsini". Nello specifico vengono analizzati e interpretati i dati relativi ai sondaggi geognostici a carotaggio continuo e le analisi geotecniche di laboratorio che hanno consentito, pertanto, di caratterizzare il sito di progetto da un punto di vista litotecnico e geotecnico.

Risulta, come riportato nella Fig.03 riportata sotto, che in prossimità del sito oggetto del presente studio sono stati realizzati numerosi sondaggi geognostici.

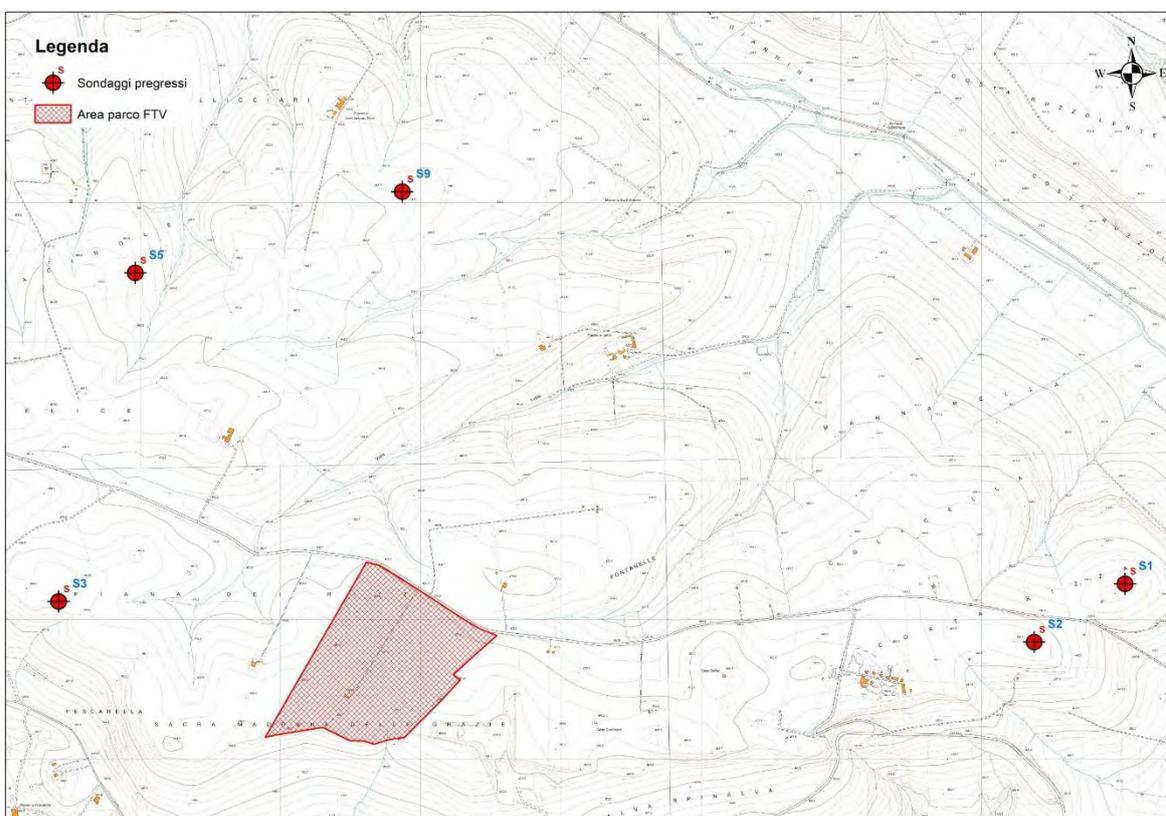


Fig.03: sondaggi eseguiti nei pressi dell'area di progetto consultati per la stesura del presente lavoro.

Va sottolineato che tutti i sondaggi sopra riportati indagano le medesime litologie presenti al sito di progetto e che i campioni di terreno prelevati in corrispondenza degli stessi caratterizzano gli stessi terreni di fondazione presenti nell'area di realizzazione dell'Impianto Fotovoltaico, Cavidotto e Cabina Primaria.

4.2 – Indagini eseguite – Indagine geofisica MASW

Le indagini geofisiche eseguite nell'area di studio sono consistite in uno stendimento MASW utilizzato per determinare sperimentalmente l'andamento sismostratigrafico del sottosuolo e, conseguentemente, delle superfici di discontinuità fisica (rifrattori) che separano porzioni di ammasso roccioso o terroso con differente grado di densità e compattazione e/o consistenza, nonché alla determinazione delle grandezze che influenzano il calcolo dinamico di una progettazione e anche per ricavare la categoria di sottosuolo e la V_{Seq} .

Per la dislocazione ed organizzazione della campagna lo scrivente ha tenuto conto, ovviamente, delle finalità del progetto, della conformazione dei luoghi e delle informazioni pregresse a disposizione.

La strumentazione utilizzata è del tipo a 24 bits, 24+1 canali ad acquisizione digitale modello ECHO 24/2010 della Ambrogeo.

I geofoni impiegati per rilievi sismici sono 12 a 4.5 Hz. collegati tramite un cavo di 60 ml. e con attacchi distanziati di 5 ml.

Per la prova Masw, le onde di Raleygh (denominate anche *ground roll*) sono state generate mediante ripetuti colpi (*Shots*) di un sistema energizzante (costituito da una mazza battente di 8 Kg e da una piastra di battuta posizionata orizzontalmente sul piano campagna) ed eseguendo almeno tre determinazioni a distanza (*minimum offset*) di 5, 10 e 15 metri dal primo geofono mentre la geometria adottata, alla luce delle opportunità offerte dal sito, ha visto l'impiego di una distanza intergeofonica di 5.0ml che, pertanto, rappresentano il giusto compromesso tra le possibilità logistiche ed il target della campagna geognostica.

Degno di menzione è anche il riferimento alle acquisizioni in campagna. Gli stendimenti geofisici effettuati non hanno incontrato **difficoltà logistiche poiché l'area al momento della stesa dei cavi e durante tutta l'acquisizione era sgombera da ogni impedimento fisico.**

A ciò è tuttavia opportuno aggiungere quanto segue:

- ✓ un orizzonte litologico non sempre coincide con quello rilevato attraverso profili sismici, in quanto la velocità di propagazione di un impulso sismico può variare nell'ambito dello stesso litotipo per differenze dovute a presenza di fratture, diverso grado di porosità, diverso grado di compattazione ecc., ovvero in base alle caratteristiche elastiche;
- ✓ la tecnica di rilevamento Masw fornisce il valore della V_{s30} / V_{Seq} a partire dal piano campagna e non dal piano fondazione così come previsto e richiesto dalla normativa vigente pertanto un più corretto e rappresentativo valore di V_{s30} / V_{Seq} è possibile solo nel momento in cui allo scrivente viene indicata una profondità di riferimento precisa (piano di posa delle fondazioni)

che deve essere obbligatoriamente maggiore di 0 e minore di 30 e comunque in presenza di un modello geologico del sottosuolo quanto più possibile dettagliato e reale.

4.2.1 - Prospezione MASW

Il termine MASW è l'acronimo di Analisi Multi Canale di Onde di Superficie, ed indica una metodologia di indagine basata sulla analisi di velocità delle onde sismiche di superficie a diversa frequenza. Nello specifico si usano quindi le sole Onde di Reyleigh, e si trascurano gli effetti dovuti alle onde P ed S.

Questa scelta operativa è conseguenziale a due fenomeni importanti:

- ✓ le Onde di Reyleigh trasportano circa i 2/3 dell'energia generata da una sorgente sismica;
- ✓ allontanandosi dalla sorgente tali onde subiscono un'attenuazione geometrica inferiore rispetto alle onde P e SV, in quanto esse si propagano secondo fronti d'onda cilindrici e non sferici.

Il metodo può essere scomposto in tre fasi consequenziali:

- ✓ calcolo della velocità di fase apparente sperimentale;
- ✓ calcolo della velocità di fase apparente numerica;
- ✓ individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs.

L'elaborazione è stata condotta ipotizzando la presenza di 2/3 sismostrati in quanto è sempre consigliabile compiere l'interpretazione Masw ricorrendo ad un numero di orizzonti sismici compreso tra 3 e 8 pur essendo la geologia del sito non particolarmente complessa.

Come precedentemente relazionato l'array sismico è stato cantierizzato sull'area oggetto di studio con orientamento NE-SW ed una lunghezza complessiva di 60.00ml.



Fig. 04 – Immagine illustrante lo stendimento geofisico MASW.

Normalmente tale accorgimento consente di distinguere più agevolmente la parte superficiale alterata e dalle proprietà geomeccaniche scadenti rispetto alla roccia sottostante, e consente, inoltre, di rilevare le modeste stratificazioni (anche solo per compattazione se non per variazioni composizionali/tessiture) della parte detritica più corticale, determinanti nel processo di dispersione delle onde di superficie.

Di seguito (Fig. 05) sono illustrati lo spettro 3D e lo spettro f-k per il sito d'indagine.

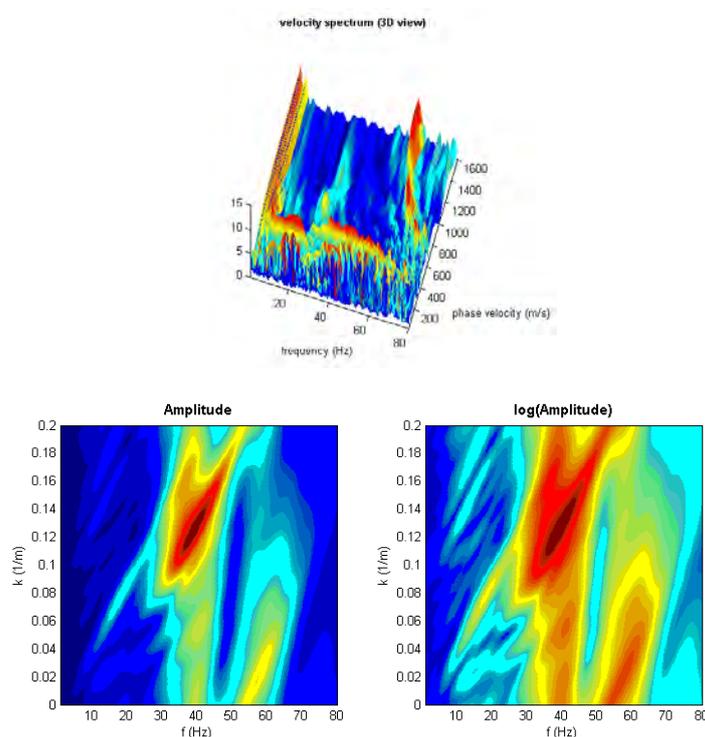


Fig. 05 – Spettro 3D e spettro f-k per il sito d'indagine.

Dall'analisi della curva di dispersione è emersa la seguente sismostratigrafia:

- un primo sismo-strato mediamente soffice con V_s di circa 240m/s (V_p pari a circa 481 m/s), spessore prossimo a 3.50 m e densità di 1.9 g/cm³;
- un secondo sismo-strato da mediamente soffice a mediamente rigido con V_s di circa 430 m/s (V_p pari a circa 872 m/s), spessore prossimo a 19.00 m e densità di 2.0 g/cm³;
- un terzo sismo-strato rigido, con V_s di circa 915 m/s (V_p pari a circa 2115m/s) densità di 2.2 g/cm³.

Primo sismostrato: possiede una potenza pari a circa 3.50 ml ed una velocità media delle onde di taglio di 240 m/s ed una densità di 1.9 g/cm³ e con ogni probabilità, considerati i valori ricostruiti, può essere riferito ad un deposito rappresentato da terreno vegetale/agrario compatto e primo sottosuolo alterato. L'orizzonte nella sua totalità è da intendersi soffice oltre che fortemente anisotropo ed eterogeneo, tanto in senso orizzontale quanto verticale.

Secondo sismostrato: possiede una potenza pari a circa 19.00 ml ed una velocità media delle onde di taglio di 430 m/s ed una densità di 2.0 g/cm³ e con ogni probabilità, considerati i valori ricostruiti, può essere riferito al primo substrato da alterato a scarsamente alterato con la profondità. L'orizzonte nella sua totalità è da intendersi da mediamente soffice a mediamente rigido oltre che fortemente anisotropo ed eterogeneo, tanto in senso orizzontale quanto verticale.

Secondo sismostrato: il terzo ed ultimo orizzonte rappresenta una importante transizione nel sottosuolo dell'area investigata. Grazie alla velocità media misurata per le onde di taglio (Vs di circa 915 m/s) ed ai valori di densità ricostruiti (2.2 g/cm³), infatti, esso si palesa quale mezzo decisamente nuovo e dal comportamento reologico tipico di un mezzo rigido sebbene vada inteso sempre spiccatamente anisotropo ed eterogeneo sia in senso verticale che orizzontale.

Per quanto attiene la classificazione di sito basata sulla velocità equivalente delle onde di taglio V_{S30}/V_{Seq} , si riporta di seguito le linee guida adottate nel presente rapporto tecnico:

TIPO DI TERRENO	V_{S30}/V_{Seq}
Rigido	> 800 m/s
Mediamente rigido	360 – 800 m/s
Mediamente soffice	360 – 180 m/s
Soffice	< 180 m/s

Di seguito si riportano le determinazioni dei principali parametri dinamici dedotti dal valore di velocità Vp approssimativo perché ottenuto indirettamente dalla prova Masw pertanto essi andranno impiegati nei calcoli ingegneristici previa riduzione cautelativa (conseguimento di ampi margini di successo progettuale):

MASW01	Vp (m/s)	Vs (m/s)	d (g/cm ³)	Vp/Vs	Poisson	Young (Mpa)	Shear (Mpa)	Bulk modulus (Mpa)	λ (Mpa)
I°	481	240	1.9	2.0	0.33	292	109	294	221
II°	872	430	2.0	2.02	0.33	991	370	1028	781
III°	2115	915	2.2	2.31	0.38	5102	1842	7385	6157

5 INQUADRAMENTO GEOLITOGICO DELL'AREA

5.1 – Inquadramento geologico generale

Il Comune di Gravina ricade nel foglio 188 “Gravina in Puglia” della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (Fig.06).

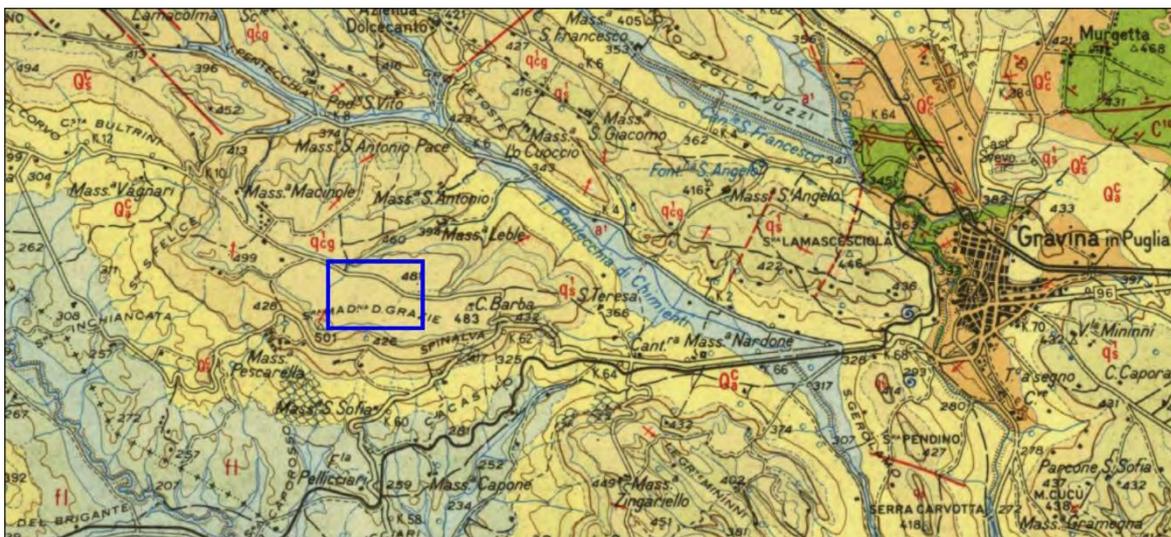


Fig.06: Inquadramento dell'area di intervento su carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

L'area individuata per la realizzazione del parco fotovoltaico si presenta geologicamente piuttosto omogenea. La successione sedimentaria affiorante lungo il versante è quella relativa al ciclo regressivo della Fossa Bradanica. Difatti, essa è costituita schematicamente, da litotipi via via più grossolani dal basso verso l'alto. In linea generale, dunque, nell'intera area, si ritrova la tipica successione di **avanfossa che caratterizza tutta l'area del Bradano e dei suoi affluenti**.

Pertanto, la successione geologica **che caratterizza l'area nella sua generalità, dall'alto verso il basso**, è caratterizzata da:

- Depositi alluvionali terrazzati, di ambiente fluvio-lacustre, costituiti in prevalenza da sedimenti siltosi, con lenti di sabbie e ciottoli;
- Conglomerati di chiusura, del ciclo sedimentario plio-pleistocenico, con ciottoli anche di rocce cristalline, con intercalazioni di lenti sabbiose ed argillose (*Conglomerato di Irsina*);
- Sabbie fini quarzoso-micacee di colore ocreo talvolta rossastro (*Sabbie dello Stature*);
- Sabbie calcareo-quarzose di colore giallastro, a volte con livelli arenacei e livelli di calcari farinosi, lenti conglomeratiche e livelli fossiliferi (*Sabbie di Monte Marano*).
- Argille ed argille marnose, più o meno siltose, grigio azzurre con livelli fossiliferi (*Argille di Gravina*).

Nello specifico dell'area di progetto, lungo il versante sulla cui sommità è collocato l'impianto fotovoltaico in progetto, si osserva bene la successione, dall'alto verso il basso, delle seguenti unità:

- Conglomerato di Irsina
- Sabbie dello Staturo
- Argille di Gravina

5.2 – Caratteri litologici **dell'area di** intervento

Il rilievo effettuato nell'area, ha messo bene in evidenza, in sito, la successione litologica sopra riportata (vedi *Allegato Geo.05 – Carta Geolitologica*).

L'area di realizzazione del parco si presenta sub-pianeggiante con scarse condizioni di affioramento delle litologie presenti (Fig.07).



Fig.07: area di realizzazione dell'impianto in progetto a morfologia sub-pianeggiante e con scarse condizioni di affioramento delle litologie presenti.

La successione stratigrafica caratterizzante il sito di progetto, tuttavia, è osservabile in un taglio del pendio poco distante, operato in corrispondenza di una cava (Fig.08).

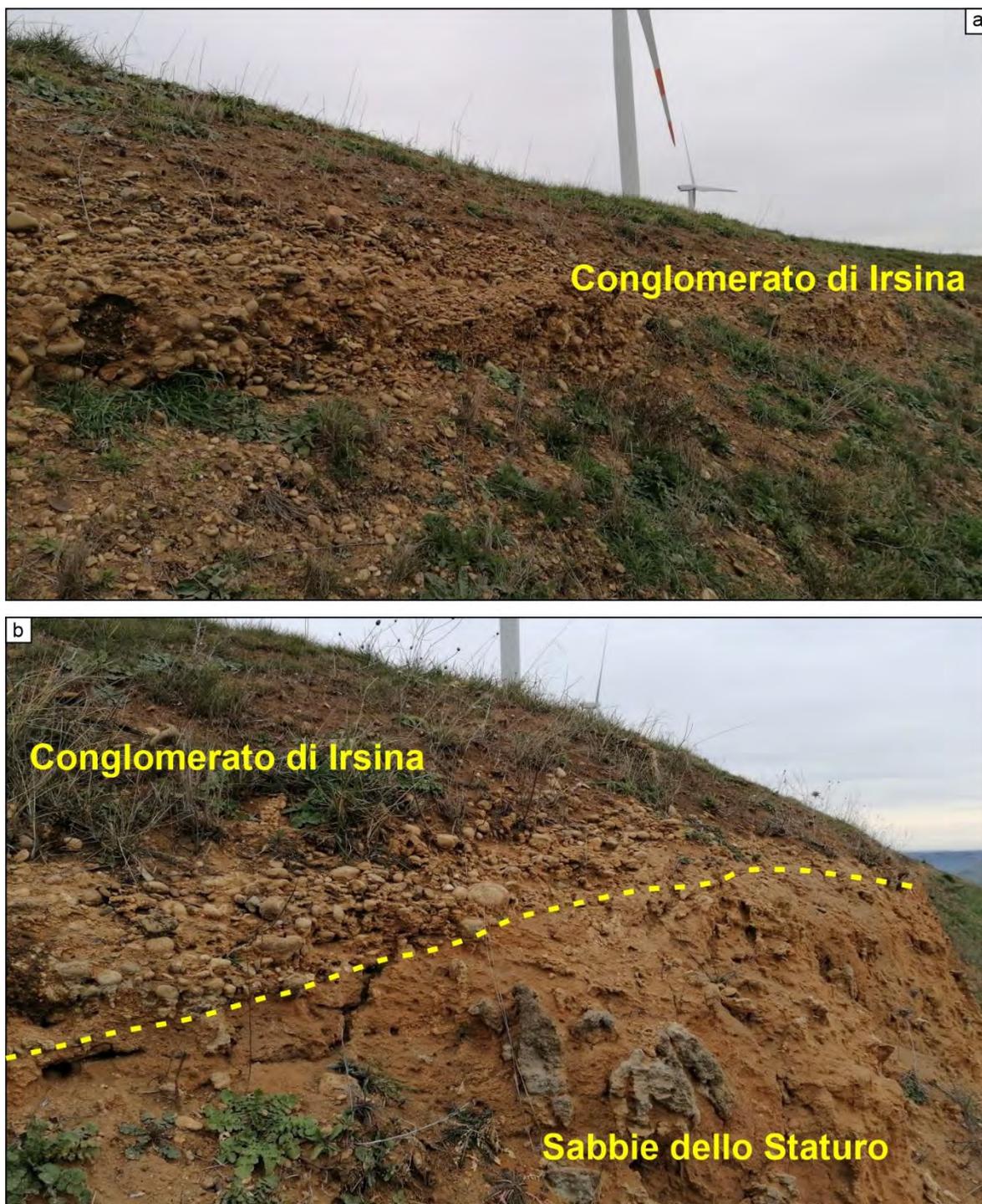


Fig.08: affioramento della Litofacies Conglomeratica (Conglomerato di Irsina) e della sottostante Litofacies Sabbiosa (Sabbie dello Staturò) in un taglio del pendio poco distante dall'area di progetto

Si osserva, pertanto, il livello superiore costituito dai Conglomerati di Irsina caratterizzati da ciottoli poligenici arrotondati in matrice sabbiosa e sabbioso-limosa il cui grado di cementazione è indebolito dalla degradazione fisico-meteorica. Lo spessore di tale formazione, in corrispondenza del sito di

intervento, è di qualche metro, ovvero di circa 1.50-2.0 m desunto dalle indagini geofisiche (prova MASW) discusse precedentemente.

Tali conglomerati sono in appoggio sulla litofacies sabbioso-limosa delle Sabbie dello Staturo. Si tratta di sabbie da medie a grossolane di caratteristico colore ocra-rossastro. Presentano un grado di compattazione buone che, ovviamente, tende a migliorare con la profondità.

L'analisi dell'assetto litologico del sito di progetto è stato analizzato e studiato anche grazie alla consultazione dei numerosi sondaggi geognostici realizzati precedentemente nell'aree limitrofe per la realizzazione del parco eolico presente sullo stesso versante. I sondaggi consultati sono a corredo dello studio "Completamento di un impianto eolico nei Comuni di Gravina in Puglia e Poggiorsini" a firma del Geol. Pietro Modugno. Si sottolinea che lo scrivente ha preso in considerazione solo i sondaggi che hanno indagato le medesime litologie affioranti al sito di progetto.

Fatta tale precisazione, di seguito si riporta la stratigrafia relativa al sondaggio **più vicino all'area** di realizzazione del parco fotovoltaico, ovvero il Sondaggio S3 del suddetto lavoro consultato.

- (0,00÷3,50 mt.) Conglomerato asciutto, addensato con clasti di dimensione media (\varnothing_{max} 2 cm.), arrotondati e di natura calcareo-arenacea, a grana prevalentemente media e ben cementata);
- (3,50÷11,20 mt.) Sabbia fine limosa, asciutta, tenera, sciolta e di colore prevalentemente giallastro. Si presenta in strati di medio spessore (da 20 a 60 cm.) alternati a strati sottili (da 6 a 20 cm.) di arenaria a grana media, biancastra, asciutta e ben cementata e molto consistente. A luoghi sono presenti laminazioni ed intercalazioni di sabbia media di colore rossastro e di livelli di argilla limosa, tenera e giallastra;
- (11,20÷29,50 mt.) Sabbia fine limosa, umida, sciolta e di colore prevalentemente giallastro. Si presenta in strati di elevato spessore (da 60 a 200 cm) alternati a strati sottili (da 6 a 20 cm) di arenaria media, biancastra, asciutta, ben cementata e molto consistente. A luoghi sono presenti strati sottili di clasti arrotondati in matrice sabbiosa a grana medio-fine, poco cementata e di colore giallo-rossastro e frequenti laminazioni di argilla limosa tenera e giallastra.

6 CARATTERI GEOFISICI DEI TERRENI

I dati desunti dagli studi geofisici effettuati sui terreni oggetto di studio, sono stati impiegati per valutare la risposta sismo-elastica dei differenti terreni e produrre una definizione della categoria di suolo di fondazione, ai sensi della normativa sismica (O.P.C.M. n. 3274/2003 e NTC 2018).

Le Categorie di sottosuolo secondo il “Decreto del 17 gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni” classificano il sottosuolo tramite le seguenti categorie:

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 fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s;

C: Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s;

D: Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s;

E: Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

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

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

secondo la relazione:

Dove N è il numero di strati individuabili nei primi metri di suolo, ciascuno caratterizzato dallo spessore $h(strato)$ e dalla velocità delle onde S $V_s(strato)$.

Per H si intende la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V_{Seq} 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.

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO MASW01	V_{Seq}
B	382 m/s

La categoria di sottosuolo ai sensi del D.M. 14/01/2018 è di tipo B per tutte le aree che rientrano nel progetto in epigrafe.

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

7 DEFINIZIONE DEL MODELLO LITOTECNICO E DEI PARAMETRI GEOTECNICI

In riferimento alle caratteristiche litotecniche dei terreni interessati dalle opere in progetto, va sottolineato che non si prevedono particolari opere di fondazione in quanto i pannelli fotovoltaici saranno posizionati su pali infissi e le cabine, prefabbricate, su una base di magrone. Le operazioni di **sistemazione dei cavi, inoltre, comporterà l'escavazione di trincee di modesta entità i termini di ampiezza e profondità.**

I valori sotto riportati si riferiscono all'analisi dei dati presenti nella letteratura tecnica consultati dallo scrivente. Nello specifico si fa riferimento ai campioni prelevati in corrispondenza dei sondaggi realizzati nei pressi dell'area di progetto richiamati precedentemente.

Fatte tali premesse, risulta che il sito di progetto, da un punto di vista litotecnico, è caratterizzato dalla presenza di due unità come di seguito caratterizzate:

Unità Litotecnica 1: Litofacies conglomeratica (da 0 a 1.5-2.0 m)			
γ_n (Kg/m ³)	γ_{sat} (kg/m ³)	ϕ (gradi)	C (kg/cm ²)
2050	2400	35	0

Unità Litotecnica 2: Litofacies sabbiosa e sabbioso-limosa (da 2.0 m a 15,00 m)			
γ_n (Kg/m ³)	γ_{sat} (kg/m ³)	ϕ (gradi)	C (kg/cm ²)
2000	2200	25	0.25

I suddetti parametri sono da considerarsi indicativi e la loro scelta ricade nella piena responsabilità del progettista per quanto riguarda le ipotesi e le scelte progettuali.

8 CARATTERI GEOMORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI **DELL'AREA DI STUDIO**

8.1 – Caratteri morfologici locali

Da un punto di vista morfologico, il sito di progetto è localizzato in un'area sub-pianeggiante con una debole pendenza verso NE in un contesto a prevalente vocazione agricola e dove non sono presenti elementi significativi di pericolosità geomorfologica (vedi *Allegato Geo.06 – Carta Geomorfologica*).

L'area rientra nelle tavolette IGM “Gravina in Puglia” II NE e “Poggiorsini” I S.O, del Foglio n.188 della Carta Geologica 1:100.000 “Gravina in Puglia”.

L'area di realizzazione dell'impianto in progetto è ubicata lungo la sommità del versante di “Madonna delle Grazie, nel Comune di Gravina in Puglia ed è caratterizzata da una morfologia sub-pianeggiante. Tale morfologia è tipica in queste zone di transizione tra l'Avanfossa Bradanica e l'Avampaese Apulo, caratterizzate, appunto, da ripiani aventi morfologia generalmente tabulare contornati da lievi crinali.

In sito, quindi, non si riconoscono elementi di pericolosità geomorfologica in atto o potenziali che possano interessare l'area di progetto del campo fotovoltaico e di tutte le opere annesse previste.

Nella carta geomorfologica allegata al presente studio, si osserva che solo verso le porzioni più a valle, in prossimità del passaggio litologico tra sabbie e argille, è possibile individuare aree instabili caratterizzate prevalentemente da fenomeni di dissesto diffuso o corpi di frana per colamento o scivolamento.

8.2 – Caratteri idrogeologici

Le incisioni presenti nell'area di studio, presentano carattere torrentizio, con tempi di corrivazione alquanto brevi. Tale carattere è accentuato sia dalla scarsa permeabilità delle formazioni geologiche, sia dalla distribuzione delle precipitazioni, che risultano minime nei mesi primaverili ed estivi, molto più abbondanti nel periodo autunnale e invernale.

In corrispondenza dell'area di intervento sono state cartografate le principali incisioni che, sostanzialmente, fungono da vie preferenziali di deflusso delle acque meteoriche e che non rappresentano un particolare motivo di pericolosità idraulica (Fig. 09).



Fig.09: principali linee di deflusso delle acque superficiali (reticolo idrografico principale) visibili da aerofotogrammetria nell'area di progetto.

Per quanto riguarda le caratteristiche di permeabilità **dei terreni affioranti in sito, quest'ultima risulta** prevalentemente controllata da fattori primari, ovvero la porosità dei terreni. Il grado di permeabilità dei terreni, quindi, risulta essere abbastanza variabile in quanto:

- dove affiorano le unità a carattere prevalentemente argilloso si hanno valori bassi e molto bassi (coefficiente $K = 1 \times 10^{-5} \text{ cm/sec} - 1 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$). In genere tali terreni assumono il ruolo idrostrutturale di acquitardo;
- dove affiorano le unità più sabbiose e conglomeratiche il grado di permeabilità diventa medio-buono (coefficiente $K = 1 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$).

In generale, i caratteri litologici delle diverse unità, la loro giacitura e reciproca posizione, determinano una circolazione idrica sotterranea a più livelli, in cui si individua come acquifero principale quello localizzato entro i calcari mesozoici a grandi profondità, che costituisce la **falda profonda estesa**. **Al di sopra dell'acquifero profondo**, possono essere presenti acquiferi più superficiali comunque attestati al contatto tra le litologie sabbioso-conglomeratiche e la formazione argillosa delle Argille di Gravina.

Pertanto, al sito di progetto, si esclude la presenza di falde stabili entro le profondità di interesse progettuale inoltre le opere in progetto non hanno un impatto tale da poter influenzare negativamente **le condizioni vigenti in termini di permeabilità dei terreni. La realizzazione dell'intervento in progetto, infatti:**

- non comporterà un **aumento delle condizioni di pericolosità insistenti sull'area in quanto non prevede edificazione di strutture ad uso pubblico;**
- non rappresenterà un fattore di aumento della pericolosità idraulica né localmente, né nei territori a valle o a monte;
- non comporterà effetti di impermeabilizzazione superficiale e non interferirà con le attuali condizioni di drenaggio dei terreni presenti in sito.

9 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA DI PRGETTO

9.1 - Zona sismica del Comune di Gravina in Puglia

Il comune di Gravina in Puglia, da un punto di vista sismico, viene classificato in ZONA 3, ad indicare aree con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.

La consultazione del Database Macrosismico Italiano, inoltre, consente di analizzare i principali terremoti che in epoca storica hanno interessato il comune di Gravina in Puglia e si osserva che per l'area di studio si sono registrati eventi di medio-bassa intensità.

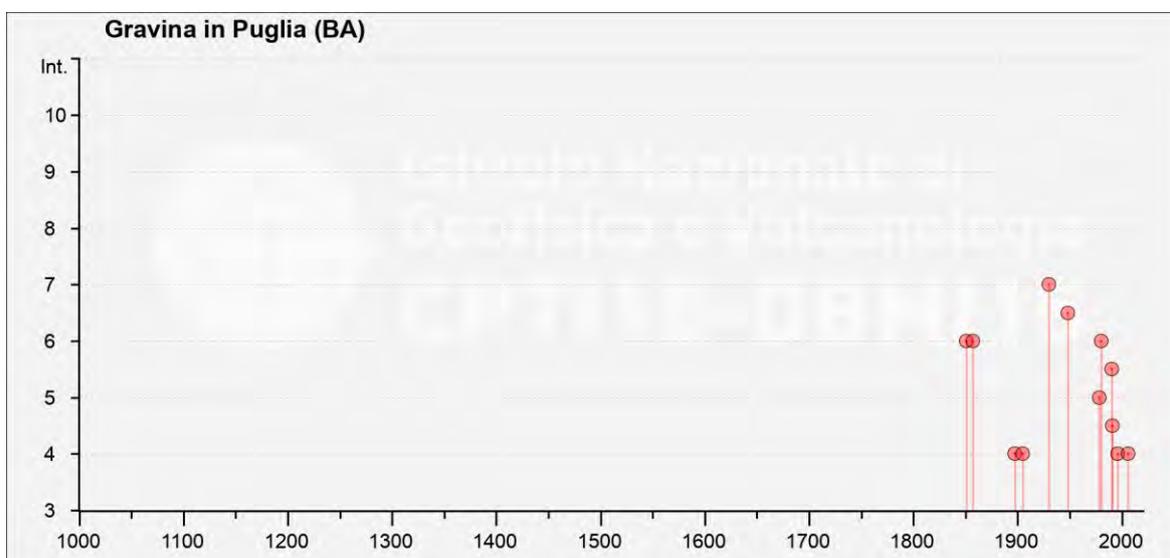


Fig. 1.....: Eventi storici che hanno interessato il Comune di Gravina in Puglia (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>).

Categoria sismica di suolo

- Classificazione della categoria di sottosuolo: Sulla base delle prospezioni sismiche effettuate è stato possibile determinare la *categoria di sottosuolo* che per l'area in esame è di tipo "B".
- Classificazione delle condizioni topografiche: La *categoria topografica* è la T1, a cui corrisponde un valore del *coefficiente di amplificazione topografica* S_T pari a 1

9.2 – Azione sismica: Relazione sulla pericolosità sismica di base

Il Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, recante “Norme Tecniche per le Costruzioni” e il recente aggiornamento operato dal *DECRETO 17 gennaio 2018. Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»* (nel seguito indicate con NTC) raccoglie in forma unitaria le norme che disciplinano la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire, per stabiliti livelli sicurezza, la pubblica incolumità. Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. Per la definizione dell'azione sismica di un sito vengono utilizzate al meglio le possibilità offerte dalla definizione della pericolosità sismica italiana, recentemente prodotta e messa in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

L'azione sismica è ora valutata in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a superficie orizzontale, riferendosi non ad una zona sismica territorialmente coincidente con più entità amministrative, ad un'unica forma spettrale e ad un periodo di ritorno prefissato ed uguale per tutte le costruzioni, come avveniva in precedenza, bensì sito per sito e costruzione per costruzione.

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Nelle NTC, tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato “periodo di riferimento” VR e la probabilità è denominata “probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento” R V P.

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle NTC, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (di categoria T1), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti. Il valore di a_g è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dallo INGV.

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento R V P, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori caratteristici riguardanti l'azione sismica al sito studiato sono riportati all' *Allegato Geo.07*
– *Relazione sulla pericolosità sismica di base.*

10 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In base a ciò che è emerso in occasione del rilevamento geologico e idrogeologico compiuto e della campagna di indagini geognostiche effettuate oltre che, allo studio critico della bibliografia tecnica **esistente sull'area di interesse** *il sottoscritto esprime parere favorevole alla esecuzione degli interventi ingegneristici* così come riportato in epigrafe e raccomanda la realizzazione di quanto prescritto nel report geologico e l'osservazione di quanto necessario ad una progettazione a regola d'arte ed a norma di Legge.

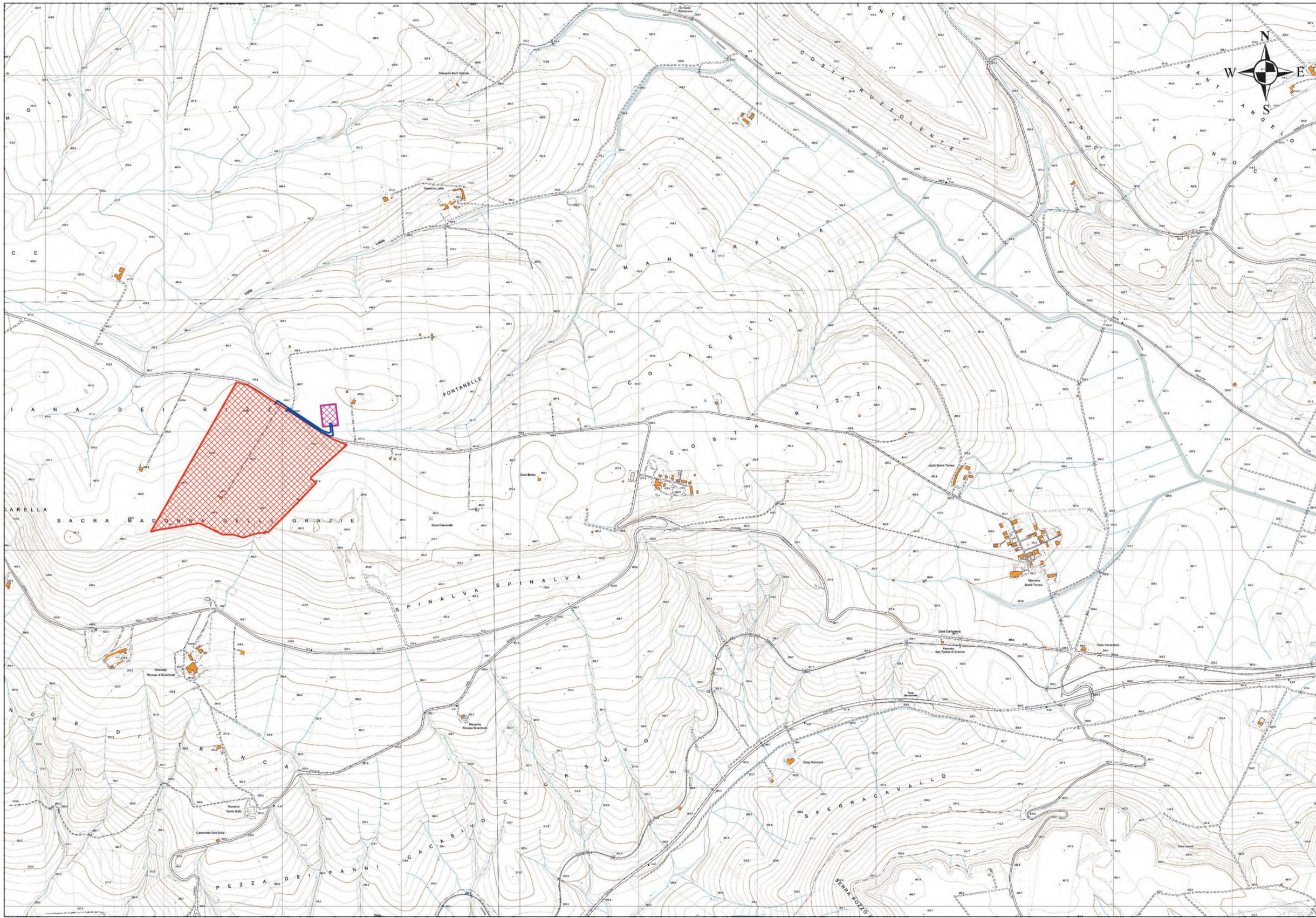
In sintesi:

- ✓ Le informazioni di carattere geologico e idrogeologico raccolte hanno permesso di definire con **sufficiente dettaglio le caratteristiche dei terreni che ospiteranno** l'Impianto FTV, il Cavidotto e della Cabina Primaria ed hanno consentito di accertare la fattibilità del progetto previsto.
- ✓ Le aree **che saranno interessate dall'Impianto FTV, Cavidotto e Cabina Primaria** non coincidono con areali perimetrati **dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale** ex AdB Puglia.
- ✓ Le aree che saranno interessate **dall'Impianto FTV, Cavidotto e Cabina Primaria** non sono assoggetta a Vincolo Idrogeologico ai sensi del D.R. 3267/1923;
- ✓ **Non sono stati rinvenuti segni o markers che lascino ritenere che l'area in questione sia in condizioni di equilibrio precario o presagire condizioni di rischio degne di attenzione;**
- ✓ Nelle aree di studio non sono presenti faglie e/o discontinuità tettoniche di qualsiasi natura che possano costituire un pericolo;
- ✓ **L'area è** caratterizzata da terreni appartenenti ai Depositi della Fossa Bradanica ovvero alla Litofacies Conglomeratica (lo spessore di tali terreni **non è omogeneo su tutta l'area investigata**);
- ✓ Le aree si presentano stabili ed esenti da problematiche geologico-tecniche relative alle opere in progetto;
- ✓ La categoria di sottosuolo ai sensi del D.M. 14/01/2018 è di tipo B e la categoria topografica è la T1 per tutte le aree oggetto di studio.

POTENZA, Febbraio 2021

Dr. Geol. Giovanni SOLDO





1:10.000





COMUNE DI GRAVINA DI PUGLIA

PROVINCIA DI BARI

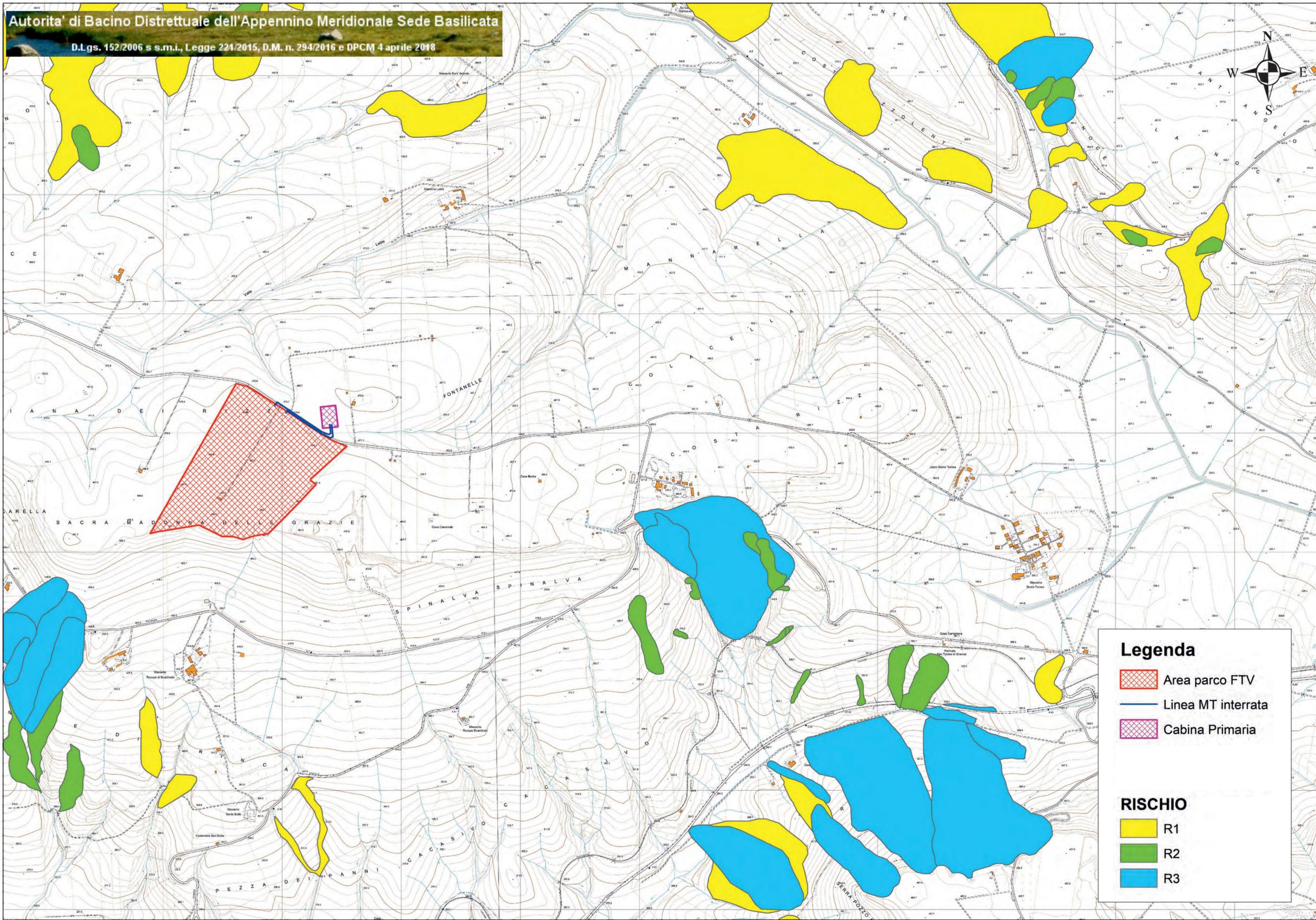


REGIONE PUGLIA



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.093,36 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400,00 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA

Denominazione Impianto:		IMPIANTO GRAVINA 1			
Ubicazione:		Comune di Gravina di Puglia (BA) Contrada Recupa Piana dei Ricci			
ELABORATO 5.1-PDG-Geo.01	CARTA DI UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO				
Cod. Doc.: 5.1-PDG					
	<p><i>Project - Commissioning - Consulting</i> Municipal Bucaresti Sector 1 Str. HRISOVULUI Nr. 2-4, Parter, Camera 1, Bl. 2, Ap. 88 RO41889165</p>		<p>Scala: 1:10.000</p>	<p>PROGETTO</p>	
	<p>Data: 03/01/2021</p>		<p>PRELIMINARE <input type="checkbox"/></p> <p>DEFINITIVO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>AS BUILT <input type="checkbox"/></p>		
		<p><i>Heliosophia concept S.r.l.</i> Strada Berthelot, 21 Bucharest 030167 ROMANIA</p>		<p>Tecnici e Professionisti: Dott. Geol. Giovanni SOLDO Iscritto al n.481 dell'Ordine dei Geologi di Basilicata Collaboratore: Dott. Geol. Luigi SALVIULO Iscritto al n.433 dell'Ordine dei Geologi di Basilicata</p>	
Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Approvato	Autorizzato
01	03/01/2020	Progetto Definitivo	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
02	11/01/2021	Revisione	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
03					
04					



Legenda

- Area parco FTV
- Linea MT interrata
- Cabina Primaria

RISCHIO

- R1
- R2
- R3

1:10.000





COMUNE DI GRAVINA DI PUGLIA

PROVINCIA DI BARI



REGIONE PUGLIA



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.093,36 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400,00 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA

Denominazione Impianto:		IMPIANTO GRAVINA 1			
Ubicazione:		Comune di Gravina di Puglia (BA) Contrada Recupa Piana dei Ricci			
ELABORATO 5.1-PDG-Geo.02	CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO				
Cod. Doc.: 5.1-PDG		Scala: 1:10.000		PROGETTO	
 <p><i>Project - Commissioning - Consulting</i> Municipal Bucaresti Sector 1 Str. HRISOVULUI Nr. 2-4, Parter, Camera 1, Bl. 2, Ap. 88 RO41889165</p>		Data: 03/01/2021		PRELIMINARE	<input checked="" type="checkbox"/> DEFINITIVO
		 <p><i>Heliosophia concept S.r.l.</i> Strada Berthelot, 21 Bucharest 030167 ROMANIA</p>		Tecnici e Professionisti: Dott. Geol. Giovanni SOLDO Iscritto al n.481 dell'Ordine dei Geologi di Basilicata Collaboratore: Dott. Geol. Luigi SALVIULO Iscritto al n.433 dell'Ordine dei Geologi di Basilicata	
Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Approvato	Autorizzato
01	03/01/2020	Progetto Definitivo	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
02	11/01/2021	Revisione	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
03					
04					

Il Tecnico:
Geol. Giovanni SOLDO



Il Richiedente:
GRAVINA S.r.l.
Piazza Walther Von Vogelweide n.8 - 70100 Gravina (BA)
Piva: 03057030219





COMUNE DI GRAVINA DI PUGLIA

PROVINCIA DI BARI



REGIONE PUGLIA



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.093,36 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400,00 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA

Denominazione Impianto:

IMPIANTO GRAVINA 1

Ubicazione:

Comune di Gravina di Puglia (BA)
Contrada Recupa Piana dei Ricci

ELABORATO
5.1-PDG-Geo.04

REPORT INDAGINI REALIZZATE

Cod. Doc.: 5.1-PDG



Project - Commissioning – Consulting

Municipiul Bucuresti Sector 1
Str. HRISOVULUI Nr. 2-4, Parter, Camera 1, Bl. 2, Ap. 88
RO41889165

Scala:

Data:
03/01/2021

PROGETTO

PRELIMINARE



DEFINITIVO



AS BUILT



Heliosophia concept S.r.l.

Strada Berthelot, 21
Bucharest
030167 ROMANIA

Tecnici e Professionisti:

Dott. Geol. Giovanni SOLDO
Iscritto al n.481 dell'Ordine dei Geologi di Basilicata

Collaboratore:

Dott. Geol. Luigi SALVIULO
Iscritto al n.433 dell'Ordine dei Geologi di Basilicata

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Approvato	Autorizzato
01	03/01/2020	Progetto Definitivo	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
02	11/01/2021	Revisione	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
03					
04					

Il Tecnico:
Geol. Giovanni SOLDO



Il Richiedente:

GRAVINA S.r.l.

Piazza Walther Von Vogelweide n.8 – 39100 Bolzano (BZ)
P.Iva: 03057030219



GEOLOGO
Dott. Giovanni Saldo
Via P. di Chirico n°48, Fenosa
cell.: 334 98 53 647 - soldogiovanni@gmail.com
PIVA: 01927490761 - SUD GNN 83107L 7386

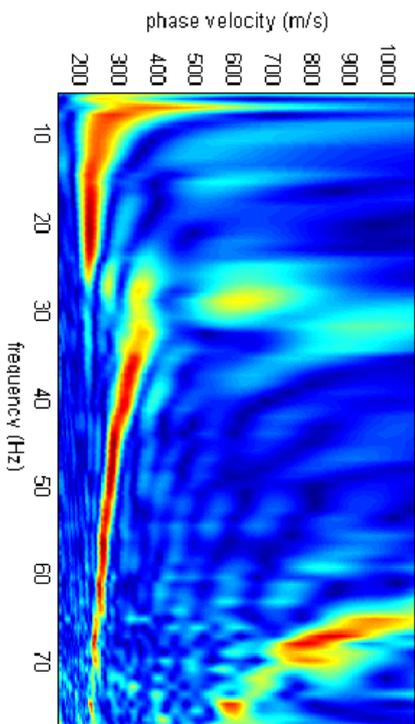
PROSPERZIONE GEOFISICA DI TIPO MASW

Committente:

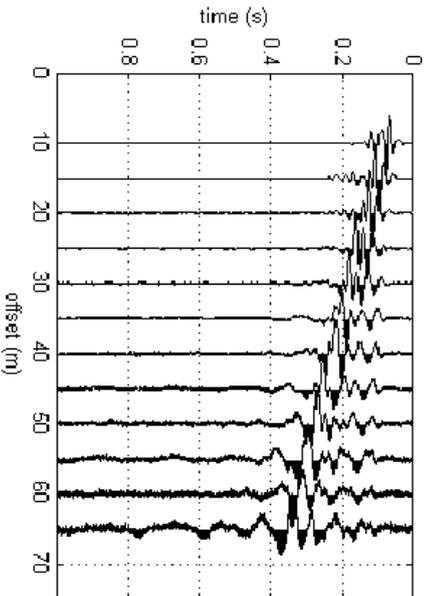
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19,093,36 KW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15,400,00 KW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA

Elaborato:

SPETTRO DI VELOCITÀ



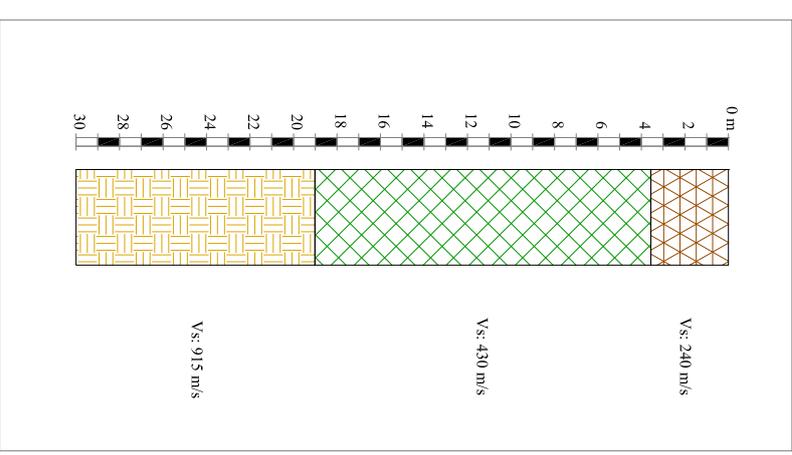
TRACCE NORMALIZZATE



FOTO



PROFLO VERTICALE Vs



Cat. Suolo

B

Descrizione Geotecnica

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

V_{S30} (m/s)

382



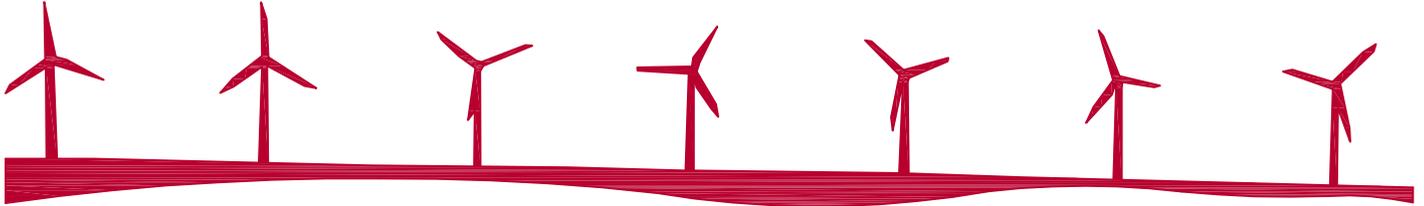
REGIONE PUGLIA



PROVINCIA di BARI

COMUNE DI : **GRAVINA in PUGLIA**

COMUNE DI : **POGGIORSINI**



PROPONENTE :

NUOVA ENERGIA Srl

Via Dalmazia 27
66034 LANCIANO - CH

Tel. 0872.709842

Fax 0872.42244

E-mail : info@nuovaenergia.it



SEDE TECNICA ed AMMINISTRATIVA : Via Dalmazia 27 - 66034 Lanciano (Ch)

SEDE LEGALE : Via Casale 182- 70024 Gravina in Puglia (Ba)

Parte II - PROGETTO DEFINITIVO

COMPLETAMENTO DI UN IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI GRAVINA IN PUGLIA E POGGIORSINI

TITOLO DELL'ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA *- Parte generale -*

DATA		SCALA	NUMERO DELL'ELABORATO
Agosto 2009			A02

ANALISI
PAESAGGISTICA



VEGA Sas
Arch. Antonio DE MAIO
Via dell'i Carrì 48
71100 Foggia

ANALISI
NATURALISTICA



ECOLAB
Dott. Giampaolo Pennacchioni
Via 25 Aprile 12/A
71036 LUCERA (FG)

CONSULENZA SCIENTIFICA
STUDI ANEMOMETRICI



Ing. Francesco Castellani
Università di Perugia
Dipartimento di
Ingegneria Industriale

PROGETTISTA E COORDINATORE:
(Prof. Ing. Umberto Ruggiero)

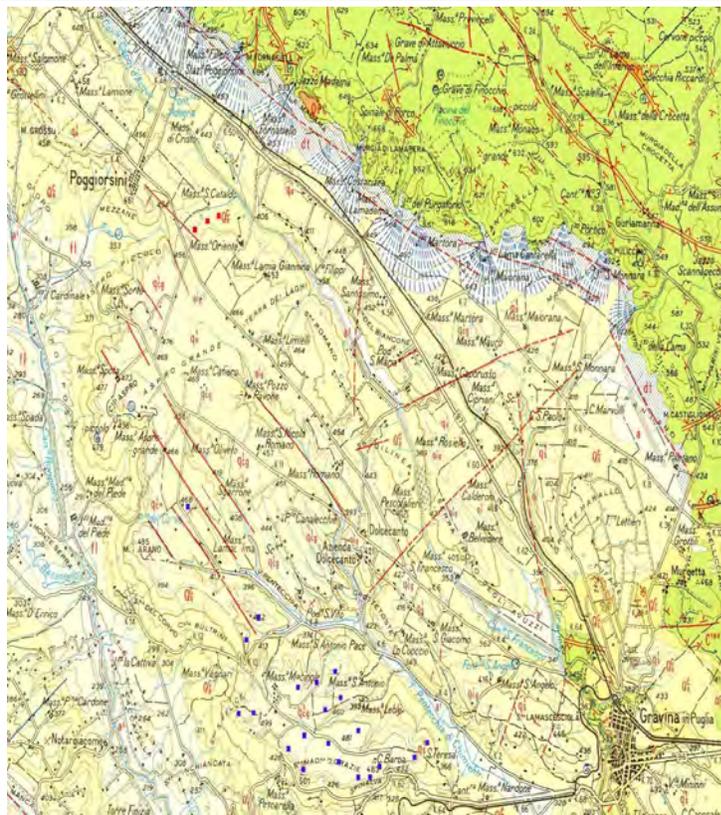
**S.G.A.
STUDIO di GEOLOGIA
AMBIENTALE**



Gravina in P.- via Bari, 68
Tel/fax 080/3262404
Cell. 330/487430
e-mail : pmodugl@tele2.it

**REGIONE PUGLIA
Gravina in Puglia (BA)
Poggiorsini (BA)**

**OGGETTO: Completamento di un impianto eolico
sito nei comuni di Gravina in Puglia e di Poggiorsini**



**RELAZIONE
GEOLOGICO E
GEOTECNICA
di un'area sita
in agro di
Gravina in puglia
e di Poggiorsini**

COMMITTENTE:

Nuovaenergia S.r.l.

DATA: Agosto 2009

**-Carta e sezioni Geol.
-Litostratigrafie
-Caratteri geotecnici
-Carte dei Vincoli
-Conclusioni**

**Geol. Pietro Modugno
Ordine dei Geologi di Puglia n. 396**



4) LITOSTRATIGRAFIA SONDAGGI

Sono stati eseguiti n.12 sondaggi geognostici (Allegato A) a carotaggio continuo con estrazione di carote e campioni indisturbati destinati alle analisi geotecniche. I sondaggi e le analisi di laboratorio, sono stati eseguiti dalla ditta “Apogeo S.c.a.r.l.” di Altamura.

I sondaggi geognostici uniti al rilevamento geologico, hanno consentito di ricostruire l’assetto geologico, la successione stratigrafica, ovvero il modello geologico locale dell’intera area comprendente tutto l’insediamento del Parco eolico. Di seguito si riportano sinteticamente i dati litostratigrafici delle perforazioni geognostiche.

Sondaggio 01

PROFONDITA’

- **(0,00÷17,20 mt.)** Sabbia fine limosa, asciutta, tenera, sciolta e di colore prevalentemente giallastro. Si presenta in strati di medio spessore (da 20 a 60 cm.) alternati a strati sottili (da 6 a 20 cm.) di arenaria a grana media, biancastra, asciutta e ben cementata. A luoghi sono presenti laminazioni di argilla limosa giallastra (*Sabbie di M. Marano*);
- **(17,20÷18,40 mt.)** Argilla con limo, tenera, giallastra, con laminazioni di argilla limosa di colore grigio-giallastro;
- **(18,40÷24,70 mt.)** Argilla umida, molto consistente, di colore grigio-azzurro (*Argille di Gravina*).

Sondaggio 02

- **(0,00÷14,30 mt.)** Sabbia fine limosa, asciutta, tenera, sciolta e di colore prevalentemente giallastro. Si presenta in strati di medio spessore (da 20 a 60 cm.) alternati a strati sottili (da 6 a 20 cm.) di arenaria a grana media, biancastra, asciutta e ben cementata. A luoghi sono presenti laminazioni ed intercalazioni di sabbia media di colore rossastro. Da 0,20 a 1 mt. sono frequenti concrezioni calcaree nodulari. (*Sabbie di M. Marano*)
- **(14,30÷18,70 mt.)** Sabbia fine limosa, umida, tenera e sciolta. Il colore è prevalentemente giallastro con passaggi all’ocra e al rosso-bruno. Si presenta in strati di spessore medio-sottile (da 6 a 60 cm.) di arenaria a grana medio-fine biancastra, asciutta e ben cementata. A luoghi sono presenti livelli di clasti



arrotondati (\varnothing_{\max} 2 cm.) e di laminazioni di argilla limosa giallastra. (*Sabbie dello Staturò – Sabbie di M. Marano*);

- **(18,70÷25,80 mt.)** Argilla umida, molto consistente, di colore grigio-azzurro. (*Argille di Gravina*).

Sondaggio 03

- **(0,00÷3,50 mt.)** Conglomerato asciutto, addensato con clasti di dimensione media (\varnothing_{\max} 2 cm.), arrotondati e di natura calcareo-arenacea, a grana prevalentemente media e ben cementata. (*Conglomerato d'Irsina*);
- **(3,50÷11,20 mt.)** Sabbia fine limosa, asciutta, tenera, sciolta e di colore prevalentemente giallastro. Si presenta in strati di medio spessore (da 20 a 60 cm.) alternati a strati sottili (da 6 a 20 cm.) di arenaria a grana media, biancastra, asciutta e ben cementata e molto consistente. A luoghi sono presenti laminazioni ed intercalazioni di sabbia media di colore rossastro e di livelli di argilla limosa, tenera e giallastra. (*Sabbie dello Staturò – Sabbie di M. Marano*);
- **(11,20÷29,50 mt.)** Sabbia fine limosa, umida, sciolta e di colore prevalentemente giallastro. Si presenta in strati di elevato spessore (da 60 a 200 cm) alternati a strati sottili (da 6 a 20 cm) di arenaria media, biancastra, asciutta, ben cementata e molto consistente. A luoghi sono presenti strati sottili di clasti arrotondati in matrice sabbiosa a grana medio-fine, poco cementata e di colore giallo-rossastro e frequenti laminazioni di argilla limosa tenera e giallastra. (*Sabbie di M. Marano*).

Sondaggio 04 – Sotto Stazione elettrica

- **(0,00÷1,00 mt.)** Suolo sabbioso umifero;
- **(1,00÷3,70 mt.)** Limo argilloso, umido, molto consistente e prevalentemente giallastro;
- **(3,70÷10,90 mt.)** Sabbia fine limosa, sciolta, umida, molto consistente e di colore giallastro con livelli sottili di limo-argilloso grigiastro;
- **(10,90÷13,50 mt.)** Sabbia fine sciolta, giallastra e bagnata alternata a livelli di argilla-limosa molto consistente e di colore grigiastro;
- **(13,50÷14,70 mt.)** Sabbia fine limosa, umida, poco addensata e di colore giallo-rossastro;
- **(14,70÷25,00 mt.)** Argilla-limosa umida, molto consistente, grigiasta con strati di sottile spessore di sabbia fine, poco addensata, con fossili marini, di colore grigio.



Sono presenti, nella parte alta, orizzonti di strati sottili e laminazioni di sabbia umida con argilla giallo-rossastra molto consistente;

- **(25,00÷30,00 mt.)** Argilla, umida, molto consistente, di colore grigio-azzurro (*Argille di Gravina*).

Sondaggio 05

- **(0,00÷1,00 mt.)** Suolo sabbioso umifero;
- **(0,00÷7,70 mt.)** Sabbia fine limosa, asciutta, tenera, sciolta e di colore prevalentemente giallastro. Si presenta in strati di medio spessore (da 20 a 60 cm.) alternati a strati sottili (da 6 a 20 cm.) di arenaria a grana media, biancastra, asciutta e ben cementata e molto consistente. A luoghi sono presenti laminazioni ed intercalazioni di sabbia media di colore rossastro. (*Sabbie di M. Marano*);
- **(7,70÷15,00 mt.)** Sabbia fine limosa, umida, sciolta di colore prevalentemente giallastro. Si presenta in strati di elevato spessore alternati a strati sottili di arenaria media, biancastra, asciutta, ben cementata e molto consistente. A luoghi sono presenti strati sottili di clasti arrotondati in matrice sabbiosa a grana media-fine, poco cementata e di colore giallo-rossastro e frequenti laminazioni di argilla limosa tenera e di colore grigiastro. (*Sabbie di M. Marano*);
- **(15,00÷20,50 mt.)** Argilla limosa umida, mediamente consistente, prevalentemente grigiastra alternata a livelli sottili di limo sabbioso grigiastro con fossili marini;
- **(20,50÷30,50 mt.)** Argilla umida, molto consistente, di colore grigio-azzurro. (*Argille di Gravina*).

Sondaggio 06

- **(0,00÷0,50 mt.)** Suolo sabbioso umifero;
- **(0,50÷5,50 mt.)** Conglomerato asciutto, addensato con clasti di dimensione media (\emptyset_{\max} 10 cm), arrotondati ed poligenici, frammisto a sabbia giallo-rossastra, a grana prevalentemente media e ben addensata. (*Conglomerato di Irsina*);
- **(5,50÷24,00 mt.)** Sabbia fine limosa, umida, tenera e sciolta. Il colore è prevalentemente giallastro con passaggi all'ocra e al rosso-bruno. Si presenta in strati di spessore medio-sottile alternati a strati sottili e molto sottili di arenaria biancastra, asciutta, ben cementata e molto consistente. Aluoghi sono presenti livelli di clasti arrotondati (\emptyset_{\max} 2 cm) e di strati medio-sottili di argilla limosa mediamente consistente e giallastra. *Sabbie dello Staturo – Sabbie di M. Marano*);



- **(24,00÷29,00 mt.)** Argilla limosa, consistente, di colore prevalentemente giallastro alternata a strati molto sottili di arenaria a grana fine, molto cementata e biancastra e a livelli sabbiosi con ciottoli eterometrici arrotondati e di natura arenacea;
- **(29,00÷30,00 mt.)** Limo argilloso grigiastro e consistente.

Sondaggio 07

- **(0,00÷1,50 mt.)** Suolo sabbioso umifero;
- **(1,50÷23,30 mt.)** Sabbia fine limosa, asciutta, tenera, sciolta e di colore prevalentemente giallastro. Si presenta in strati di medio spessore (da 20 a 60 cm.) alternati a strati sottili (da 6 a 20 cm.) di arenaria a grana media, biancastra, asciutta e ben cementata e molto consistente. A luoghi sono presenti strati medio-sottili di argilla limosa giallastra mediamente consistente e livelli sottili di clasti (\emptyset_{max} 5 cm) di natura arenacea, a grana medio-fine e di colore biancastro. (*Sabbie dello Staturò – Sabbie di M. Marano*);
- **(23,30÷25,50 mt.)** Sabbia a granulometria fine con limo, mediamente consistente, do colore giallo-rossastro con a letto un livello sottile di ciottoli arrotondati eterometrici ed eterogenici;
- **(25,50÷30,00 mt.)** Argilla limosa, mediamente consistente e di colore prevalentemente grigiastro.

Sondaggio 08

- **(0,00÷2,50 mt.)** Terreno agrario limoso sabbioso di colore marroncino giallastro;
- **(2,50÷10,50 mt.)** Sabbia fine limosa, umida, tenera e sciolta. Il colore è prevalentemente giallastro con passaggi all'ocra e al rosso-bruno. Si presenta in strati di spessore medio-sottile (da 6 a 60 cm) alternati a strati sottili e molto sottili (da 2 a 20 cm) di arenaria biancastra, asciutta, ben cementata e molto consistente. A luoghi sono presenti livelli di clasti arrotondati (\emptyset_{max} 2 cm) e di laminazioni di argilla limosa giallastra. (*Sabbie dello Staturò – Sabbie di M. Marano*);
- **(10,50÷11,70 mt.)** Argilla limosa, mediamente consistente, di colore prevalentemente giallastro con intercalazioni di sabbia a grana medio-fine di colore giallo-rossastro;
- **(11,70÷22,00 mt.)** Argilla con limo, mediamente consistente, di colore grigiastro con livelli sottili di limo con sabbia grigiastra;



Sondaggio 09

- **(0,00÷1,00 mt.)** Suolo sabbioso umifero;
- **(1,00÷27,00 mt.)** Sabbia fine limosa, debolmente umida, sciolta e di colore prevalentemente giallastro. Si presenta in strati di elevato spessore (da 60 a 200 cm) alternati a strati sottili (da 6 a 20 cm) di arenaria a grana media, biancastra, asciutta, ben cementata e molto consistente. A luoghi sono presenti strati sottili di clasti arrotondati in matrice sabbiosa a grana media-fine, poco cementata e di colore giallo-rossastro e frequenti laminazioni di argilla limosa tenera e giallastra. *(Sabbie di M. Marano);*
- **(27,00÷31,00 mt.)** Limo con sabbia, mediamente consistente, di colore prevalentemente grigiastro.

Sondaggio 10

- **(0,00÷1,00 mt.)** Suolo sabbioso umifero;
- **(1,00÷5,70 mt.)** Conglomerato asciutto, addensato con clasti di dimensione media (\emptyset_{\max} 5 cm), arrotondati e poligenici. La matrice è in sabbia, asciutta, giallo-rossastra, a grana prevalentemente media e ben cementata. *(Conglomerato di Irsina);*
- **(5,70÷8,50 mt.)** Argilla con sabbia a granulometria fine mediamente consistente e di colore giallo-rossastro con livello sottile di ciottoli poligenici (\emptyset_{\max} 0,5 cm);
- **(8,50÷27,00 mt.)** Argilla limosa umida, mediamente consistente, prevalentemente grigiasta alternata a livelli sottili di limo sabbioso grigiastro con fossili marini, da 20,30 a 20,70mt. livello di sabbia limosa giallastra;
- **(27,00÷30,10 mt.)** Argilla umida, molto consistente, di colore grigio-azzurro.

Sondaggio 11

- **(0,00÷0,50 mt.)** Suolo sabbioso umifero;
- **(0,50÷17,00 mt.)** Sabbia fine limosa, umida, tenera e sciolta. Il colore è prevalentemente giallastro. Si presenta in strati di spessore medio alternati a strati sottili di arenaria biancastra a grana media, asciutta, ben cementata. A luoghi sono presenti laminazioni ed intercalazioni di sabbia a grana media di colore rossastro e livelli molto sottili di limo argilloso giallastro. *(Sabbie dello Staturo);*
- **(17,00÷18,60 mt.)** Sabbia limosa umida, mediamente consistente, prevalentemente giallastra alternata a livelli sottili di limo argilloso grigiastro;



- **(18,60÷25,00 mt.)** Argilla con limo, umida, molto consistente, di colore grigio-azzurro. (*Argille di Gravina*).

Sondaggio 12

- **(0,00÷0,50 mt.)** Suolo sabbioso umifero;
- **(0,50÷15,00 mt.)** Sabbia fine limosa, umida, tenera e sciolta. Il colore è prevalentemente giallastro con passaggi all'ocra e al rosso-bruno. Si presenta in strati di spessore medio-sottili (da 6 a 60 cm) alternati a strati sottili e molto sottili (da 2 a 20 cm) di arenaria biancastra, asciutta, ben cementata e molto consistente. A luoghi sono presenti livelli di clasti arrotondati (\varnothing_{\max} 2 cm) poco addensati e di strati medio-sottili di argilla limosa mediamente consistente e giallastra con inclusioni bruno-rossastre. (*Sabbie di M. Marano*);
- **(15,00÷19,00 mt.)** Argilla limosa umida, mediamente consistente, di colore giallogrigiastro e con inclusioni di sabbia rossastra;
- **(19,00÷25,00 mt.)** Argilla limosa da consistente a molto consistente, di colore prevalentemente grigiastro, alternata a strati molto sottili di sabbia a grana fina, sciolta, tenera e grigiastra e con frammenti eterometrici di fossili marini.

Per l'interpretazione e la definizione del modello geologico locale, si è proceduto ad uno studio di correlazioni litostratigrafiche. In particolare si sono tracciate sulla carta, delle linee rette di unione fra gruppi di sondaggi, a rappresentare delle ipotetiche sezioni stratigrafiche (fig.3).

Ne derivano le sezioni litostratigrafiche rappresentate nelle figg.4-5-6-7. Lo studio, conferma, senza dubbio, il dato geologico generale di base riportato nella cartografia geologica.



5) CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

La caratterizzazione fisico-meccanica delle terre che qui si riporta, non fa riferimento agli strati di terreno superficiale (copertura vegetale, terreno agrario); in ottemperanza a quanto disposto dalla Circ. LL. PP. 24 settembre 1988 n° 30483 si ritiene di non prendere in considerazione tale terreno come terreno su cui si esercitano i carichi fondazionali.

Di seguito si riportano i risultati principali delle analisi di laboratorio eseguite da Apogeo S.c.a.r.l., sui campioni di carote prelevate durante la campagna dei sondaggi geognostici. Sono stati prelevati 3 campioni così classificati (vedi Allegato B):

- **Sondaggio 02 - CR1 - Limo con sabbia argillosa**

Coesione	$c = 0,50 \text{ Kg/cm}^2$
Angolo di attrito	$\varphi = 23,16^\circ$
Peso dell'unità volume	$\gamma = 2,03 \text{ t/m}^3$

- **Sondaggio 08 - CR1 - Sabbia con limo debolmente argillosa**

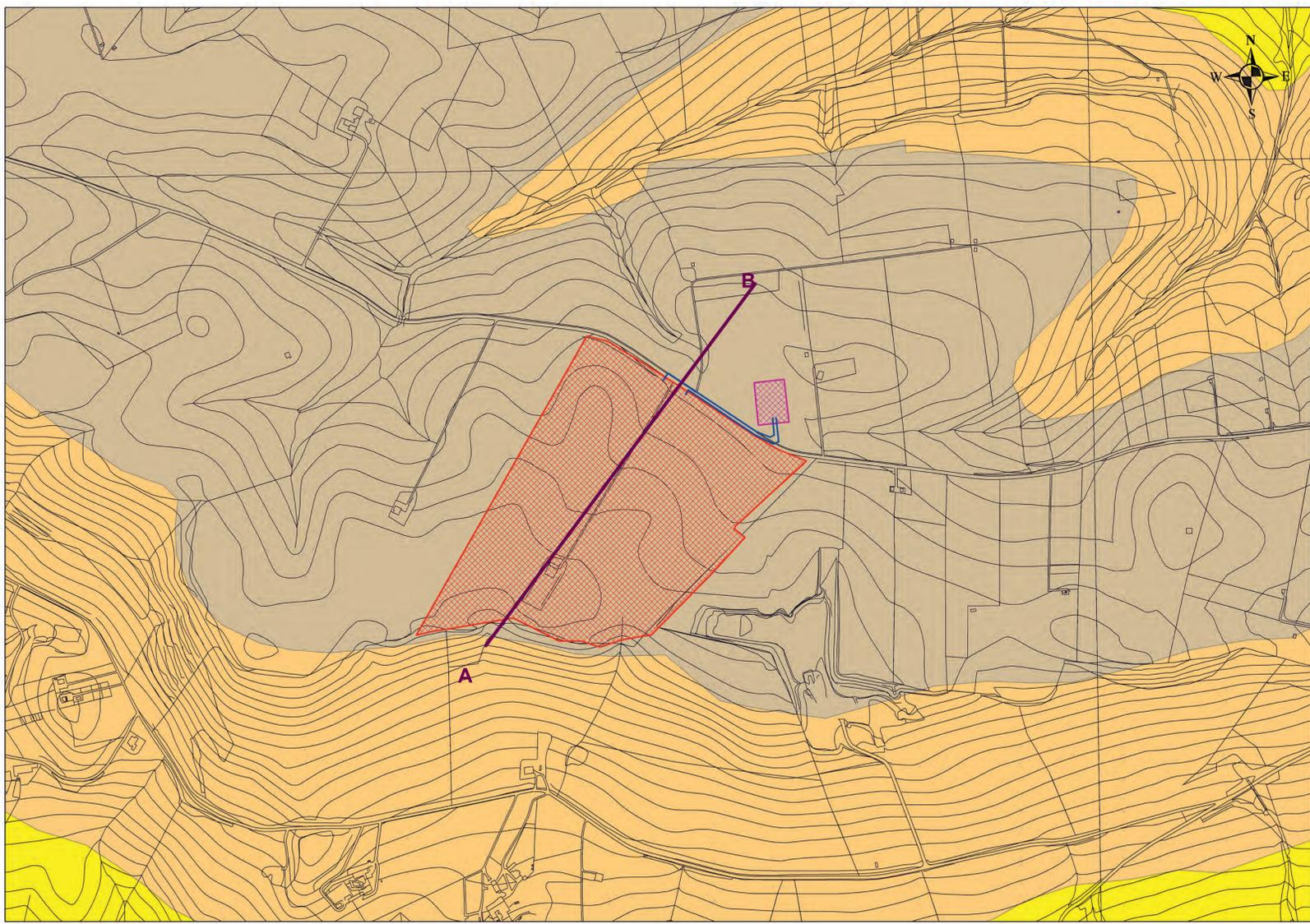
Coesione	$c = 0,25 \text{ Kg/cm}^2$
Angolo di attrito	$\varphi = 41,74^\circ$
Peso dell'unità volume	$\gamma = 2,06 \text{ t/m}^3$

- **Sondaggio 10 - CI1 - Limo con argilla**

Coesione	$c = 0,19 \text{ Kg/cm}^2$
Angolo di attrito	$\varphi = 22,57^\circ$
Peso dell'unità volume	$\gamma = 1,92 \text{ t/m}^3$

Capacità portante fondazione superficiale

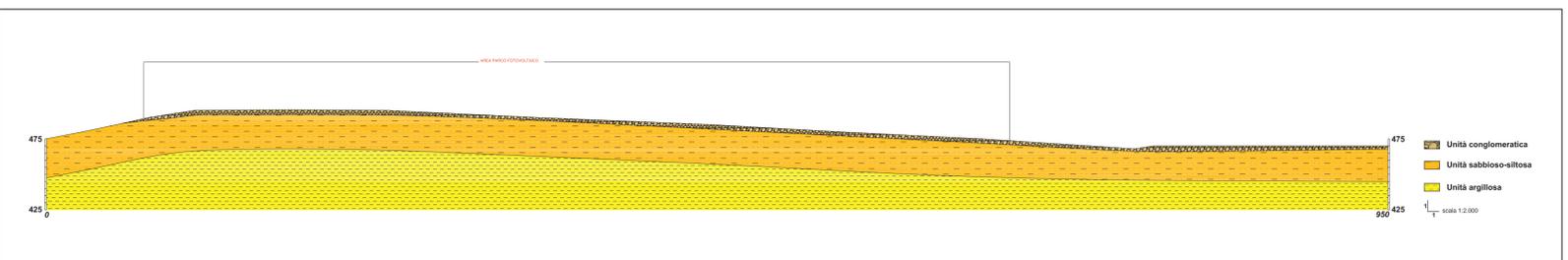
Per il calcolo della capacità portante della fondazione superficiale, si adotta la soluzione di *Meyerhof*. Si assimila la fondazione di ogni singolo Aerogeneratore, a quella di una platea rigida, ovviamente, tale calcolo prevede una serie di semplificazioni rispetto al terreno reale. Il terreno



1:5.000



1:2.000



LEGENDA

-  **Litofacies conglomeratica:** conglomerati poligenici arrotondati in matrice sabbiosa e sabbioso-limoso a grado di cementazione variabile (Conglomerati di Irsina)
-  **Litofacies sabbioso-siltosa:** sabbie da medie a grossolane di caratteristico colore oca-rossastro. Presentano un grado di compattazione buono che tende a migliorare con la profondità (Sabbie dello Staturo)
-  **Litofacies argillosa:** Argille ed argille marnose, più o meno siltose, grigio azzurre con livelli fossiliferi (Argille di Gravina)

 Sezione geologica

-  Area parco FTV
-  Linea MT interrata
-  Cabina Primaria

 COMUNE DI GRAVINA DI PUGLIA																																							
 PROVINCIA DI BARI	 REGIONE PUGLIA																																						
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.093,36 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400,00 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA																																							
Denominazione impianto: IMPIANTO GRAVINA 1																																							
Ubicazione: Comune di Gravina di Puglia (BA) Contrada Recupa Piana dei Ricci																																							
ELABORATO 5.1-PDG-Geo.05	CARTA GEOLITOLOGICA																																						
Coll. Dot.: 5.1-PDG	Scale: 1:5.000 1:2.000																																						
COMET ENERGY POW	Project - Commissioning - Consulting Municipal Research Sector 1 Str. HRSOVLULIU N. 2-4, Partir, Camera 1, Bl. 2, Ap. 88 R041899188																																						
Date: 03/01/2021	PROGETTO preliminare <input type="checkbox"/> definitivo <input checked="" type="checkbox"/> AS REAL <input type="checkbox"/>																																						
Tecnici e Professionisti: HELIOSOPHIA concept S.r.l. Heliosophia concept S.r.l. Strada Barriera 21 Ruchpanci 030167 ROMANIA Dott. Geol. Giovanni SOLDO iscritto al n. 481 dell'Ordine dei Geologi di Basilicata Collaboratore: Dott. Geol. Luigi SALVILLO iscritto al n. 433 dell'Ordine dei Geologi di Basilicata																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Revisione</th> <th>Data</th> <th>Descrizione</th> <th>Redatto</th> <th>Approvato</th> <th>Autorizzato</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td>03/01/2020</td> <td>Progetto Definitivo</td> <td>F.P.L.</td> <td>F.P.L.</td> <td>F.P.L.</td> </tr> <tr> <td>02</td> <td>11/01/2021</td> <td>Revisione</td> <td>F.P.L.</td> <td>F.P.L.</td> <td>F.P.L.</td> </tr> <tr> <td>03</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>04</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Approvato	Autorizzato	01	03/01/2020	Progetto Definitivo	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.	02	11/01/2021	Revisione	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.	03						04						<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Il Tecnico:</th> <th colspan="2">Il Richiedente:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Geol. Giovanni SOLDO</td> <td colspan="2">GRAVINA S.r.l. Piazza Walter Von Vogelstein n. 3 - 70010 Gravina (BA) P.IVA 030299775</td> </tr> </tbody> </table>	Il Tecnico:		Il Richiedente:		Geol. Giovanni SOLDO		GRAVINA S.r.l. Piazza Walter Von Vogelstein n. 3 - 70010 Gravina (BA) P.IVA 030299775	
Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Approvato	Autorizzato																																		
01	03/01/2020	Progetto Definitivo	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.																																		
02	11/01/2021	Revisione	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.																																		
03																																							
04																																							
Il Tecnico:		Il Richiedente:																																					
Geol. Giovanni SOLDO		GRAVINA S.r.l. Piazza Walter Von Vogelstein n. 3 - 70010 Gravina (BA) P.IVA 030299775																																					

LEGENDA

-  Cresta topografica locale
-  Principali line di incisione (idrografia)
-  Aree interessate da dissesto diffuso
-  Area parco FTV
-  Linea MT interrata
-  Cabina Primaria

COMUNE DI GRAVINA DI PUGLIA

PROVINCIA DI BARI

REGIONE PUGLIA

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.093,36 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400,00 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA

Denominazione Impianto: **IMPIANTO GRAVINA 1**

Ubicazione: Comune di Gravina di Puglia (BA)
Contrada Recupa Piana dei Ricci

ELABORATO **5.1-PDG-Geo.01** CARTA DI UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO
Cod. Doc.: 5.1-PDG

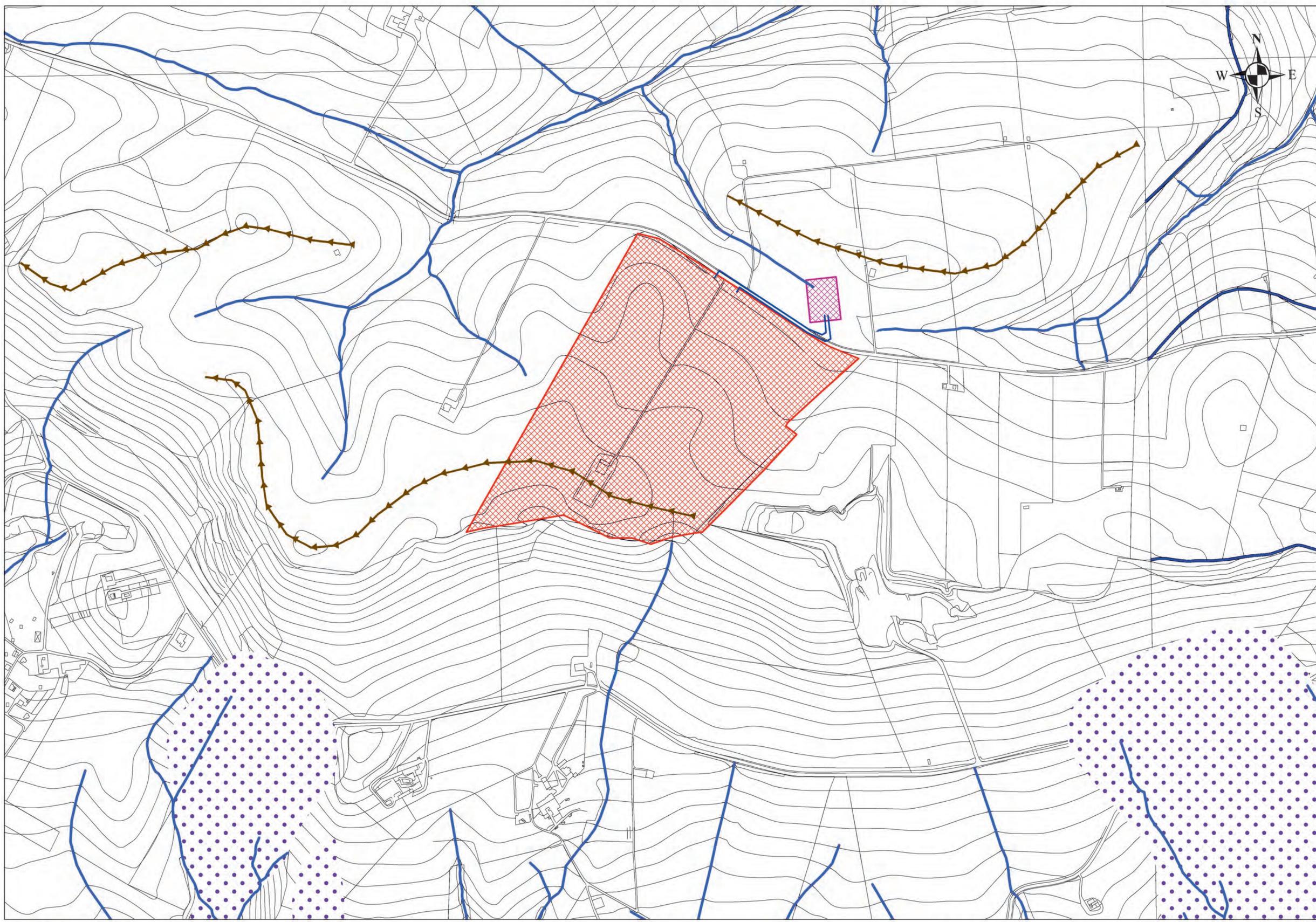
COMET ENERGY POW//R Project - Commissioning - Consulting
Municipal Bucuresti Sector 1
Str. HRISOVULUI Nr. 2-4, Parter, Camera 1, Bl. 2, Ap. 88
RO41889165
Scala: 1:5.000
Data: 03/01/2021
PROGETTO
PRELIMINARE DEFINITIVO AS BUILT

HELIOSOPHIA concept Tecnici e Professionisti:
Heliosophia concept S.r.l.
Strada Berthelot, 21
Bucarest
030167 ROMANIA
Dott. Geol. Giovanni SOLDO
Iscritto al n.481 dell'Ordine dei Geologi di Basilicata
Collaboratore:
Dott. Geol. Luigi SALVIULO
Iscritto al n.433 dell'Ordine dei Geologi di Basilicata

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Approvato	Autorizzato
01	03/01/2020	Progetto Definitivo	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
02	11/01/2021	Revisione	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
03					
04					

Il Tecnico:
Geol. Giovanni SOLDO

Il Richiedente:
GRAVINA S.r.l.
Piazza Walther Von Vogelweide n.8 - 36100 Bolzano (BZ)
Piva: 03057030219

1:5.000 0 75 150 300 450 600 750 Metri



COMUNE DI GRAVINA DI PUGLIA

PROVINCIA DI BARI



REGIONE PUGLIA



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.093,36 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400,00 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA

Denominazione Impianto:

IMPIANTO GRAVINA 1

Ubicazione:

Comune di Gravina di Puglia (BA)
Contrada Recupa Piana dei Ricci

**ELABORATO
5.1-PDG-Geo.07**

RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Cod. Doc.: 5.1-PDG



Project - Commissioning – Consulting
Municipiul Bucuresti Sector 1
Str. HRISOVULUI Nr. 2-4, Parter, Camera 1, Bl. 2, Ap. 88
RO41889165

Scala:

Data:
03/01/2021

PROGETTO

PRELIMINARE

DEFINITIVO

AS BUILT



Heliosophia concept S.r.l.
Strada Berthelot, 21
Bucharest
030167 ROMANIA

Tecnici e Professionisti:

Dott. Geol. Giovanni SOLDO
Iscritto al n.481 dell'Ordine dei Geologi di Basilicata

Collaboratore:

Dott. Geol. Luigi SALVIULO
Iscritto al n.433 dell'Ordine dei Geologi di Basilicata

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Approvato	Autorizzato
01	03/01/2020	Progetto Definitivo	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
02	11/01/2021	Revisione	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
03					
04					

Il Tecnico:
Geol. Giovanni SOLDO



Il Richiedente:

GRAVINA S.r.l.

Piazza Walther Von Vogelweide n.8 – 39100 Bolzano (BZ)
P.Iva: 03057030219

1 PREMESSA

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare il *periodo di riferimento*;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, dopo aver definito le relative *probabilità di superamento* è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la *pericolosità sismica di base* per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

2 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nel **DM 17 gennaio 2018**-Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC 2018, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.1. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.1 – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Nel caso specifico $V_N = 50$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC 2018 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. $C_U = 0.7$;

Classe 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. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. $C_U = 1.0$;

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. $C_U = 1.5$;

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. $C_U = 2.0$;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso $C_U = 1$.

Ricavati i valori di V_N e C_U , è possibile calcolare il periodo di riferimento V_R , che qui vale:

$$V_R = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$

3 STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC 2018 prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività** (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno** (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, 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 rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita** (SLV): 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 rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** 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.

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento* P_{VR} (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di a_g prefissata (a_g = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/T_R$ (T_R = periodo di ritorno).

Tabella 3.1- Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento V_R

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$P_{VR} = 81\%$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$P_{VR} = 63\%$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$P_{VR} = 10\%$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$P_{VR} = 5\%$

Fissati V_R e P_{VR} associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra P_{VR} (probabilità) e T_R (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è $V_R = 50$ anni, il tempo di ritorno T_R sarà:

Tabella 3.2- Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento V_R

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$T_R = 30$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$T_R = 50$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$T_R = 475$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$T_R = 975$

4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC 2018, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC 2018 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC 2018 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno T_R (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** alle NTC08:

a_g = accelerazione orizzontale massima;

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

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

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

- a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1
- F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'Allegato B delle NTC08 (a cui le NTC 2018 fanno riferimento), per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

Tabella 4.1- Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

ID	LON	LAT	$T_R = 30$			$T_R = 50$			$T_R = 72$			$T_R = 101$		
			a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (Figura 4.1), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g , F_0 , T_C^*) corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato, mentre $p_1, 2$ è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno $T_{R1, 2}$.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 p_i d_i}{\sum_{i=1}^4 d_i} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_o, T_C^*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell' i -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo vertice della suddetta maglia.

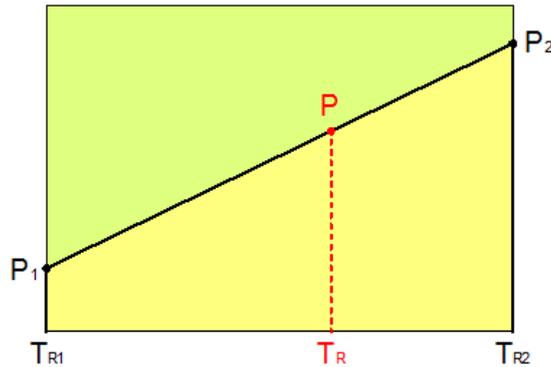


Figura 4.1 - Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella Figura 4.2

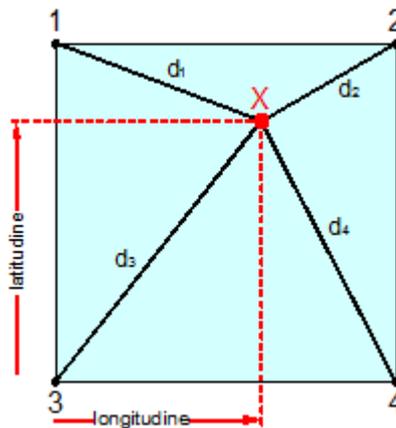


Figura 4.2 - Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove $R = 6371$ è il raggio medio terrestre in km, mentre $\text{lat}\alpha$, $\text{lon}\alpha$, $\text{lat}\beta$ e $\text{lon}\beta$ sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di $\pm 0,01g$ ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

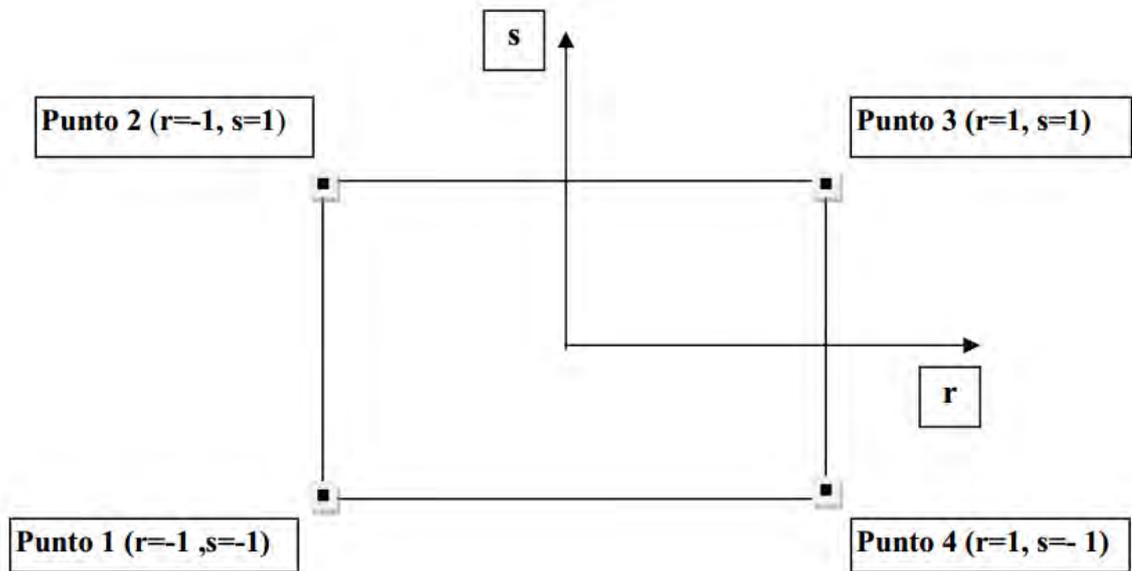


Figura 4.3 - Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1-r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1+r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1+r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate x, y di un punto generico e le coordinate r, s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot x_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot x_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot x_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot x_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot y_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot y_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot y_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot y_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s , si determinano i parametri a_g, F_0, T_C^* dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot p_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot p_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot p_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot p_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot p_4] \quad (4.10)$$

Dove p rappresenta il parametro cercato.

5 Pericolosità sismica di sito

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

5.1 Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (T_R) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R non può essere inferiore a 35 anni.

5.2 Stabilità dei pendii e fondazioni

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti k_h e k_v sono così determinati:

$$k_h = \beta_s \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.2)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad (5.3)$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella tabella 5.1.

Tabella 5.1- Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.4)$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica) ($0.90 \leq S_S \leq 1.80$) è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E). e del rapporto a_g/g . S_T (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

$$\mathbf{T1: } S_T = 1.0; \mathbf{T2: } S_T = 1.20; \mathbf{T3: } S_T = 1.20; \mathbf{T4: } S_T = 1.40.$$

5.3 Fronti scavo e rilevati

Il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo e dei rilevati può essere analizzato con gli stessi metodi impiegati per i pendii naturali; specificamente mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi avanzati di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Le componenti orizzontale e verticale di tale forza devono essere ricavate in funzione delle proprietà del moto atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e della capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

In mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale della forza statica equivalente possono esprimersi come

$$F_h = k_h \cdot W \text{ ed } F_v = k_v \cdot W$$

con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale definiti nel § 7.11.3.5.2 e adottando i seguenti valori del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito:

$\beta_s = 0.38$ nelle verifiche dello stato limite ultimo (SLV)

$\beta_s = 0.47$ nelle verifiche dello stato limite di esercizio (SLD).

Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni (condizione [6.2.1]) impiegando lo stesso approccio di cui al § 6.8.2 per le opere di materiali sciolti e fronti di scavo, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$.

Si deve inoltre tener conto della presenza di manufatti interagenti con l'opera.

5.4 Muri di sostegno

Per i muri di sostegno pendii i coefficienti k_h e k_v sono così determinati:

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.5)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad (5.6)$$

Con:

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario altrimenti assume i valori riportati di seguito.

$\beta_m = 0.38$ nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

$\beta_m = 0.47$ nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

I valori del coefficiente β_m possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro, prendendo a riferimento il diagramma di in Figura 5.2.

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.7)$$

S è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_S e di amplificazione topografica S_T .

a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

5.5 Paratie

In mancanza di studi specifici, a_h (accelerazione orizzontale) può essere legata all'accelerazione di picco a_{max} attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max} \quad (5.8)$$

dove:

g è l'accelerazione di gravità;

k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$\alpha \leq 1$ è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera. Può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva **H** della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma in Figura 5.1:

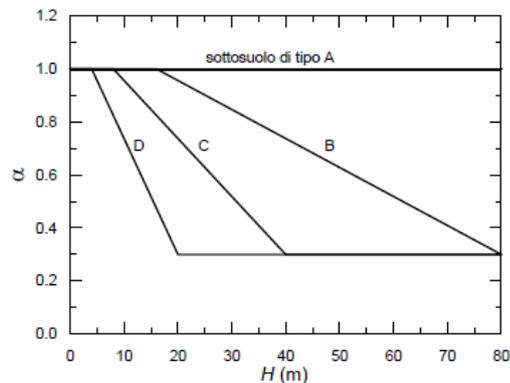


Figura 5.1 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α .

Per il sottosuolo di categoria E si utilizzano le curve dei sottosuoli C o D in dipendenza dei valori assunti dalla velocità equivalente V_s . Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi $\alpha = 1$.

Il valore del coefficiente β può essere ricavato dal diagramma riportato in Figura 5.2, in funzione del massimo spostamento u_s che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per $u_s = 0$ si ha $\beta = 1$; $u_s \leq 0.005 \cdot H$

Se $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$ deve assumersi $k_h = 0.2 \cdot a_{max}/g$

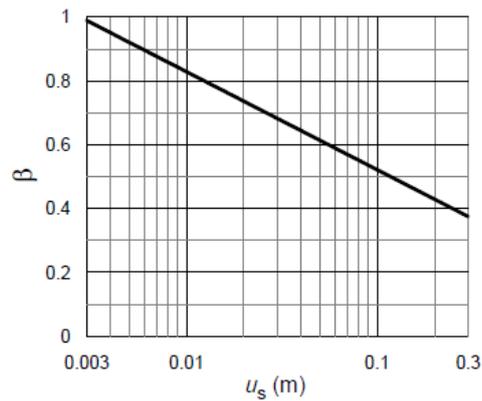


Figura 5.2 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .

L'accelerazione di picco a_{\max} è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.9)$$

dove:

S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

PERICOLOSITÀ SISMICA



Vita nominale (V_n):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (C_u):	1
Periodo di riferimento (V_r):	50 [anni]
Periodo di ritorno (T_r) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (T_r) SLD:	50 [anni]
Periodo di ritorno (T_r) SLV:	475 [anni]
Periodo di ritorno (T_r) SLC:	975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 40,8169022 [°]

Longitudine (WGS84): 16,3200207 [°]

Latitudine (ED50): 40,8178864 [°]

Longitudine (ED50): 16,3208447 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	33231	40,800970	16,264130	5130,48
2	33232	40,799340	16,330090	2204,09
3	33010	40,849310	16,332290	3624,47
4	33009	40,850950	16,266260	5882,70

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,039	2,527	0,273
SLD	50	0,049	2,502	0,319
	72	0,056	2,583	0,333
	101	0,066	2,553	0,350
	140	0,075	2,590	0,364
	201	0,085	2,587	0,410
SLV	475	0,116	2,637	0,441
SLC	975	0,145	2,657	0,520
	2475	0,192	2,696	0,534

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,038	2,522	0,272
SLD	50	0,048	2,505	0,318
	72	0,055	2,576	0,332
	101	0,064	2,564	0,349
	140	0,073	2,587	0,362
	201	0,082	2,591	0,407
SLV	475	0,113	2,627	0,437
SLC	975	0,141	2,651	0,517
	2475	0,186	2,692	0,533

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,037	2,526	0,269
SLD	50	0,047	2,499	0,317
	72	0,054	2,580	0,334
	101	0,062	2,637	0,350
	140	0,071	2,633	0,362
	201	0,081	2,640	0,414

SLV	475	0,115	2,619	0,445
SLC	975	0,148	2,622	0,518
	2475	0,205	2,607	0,520

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,038	2,530	0,271
SLD	50	0,048	2,502	0,318
	72	0,056	2,588	0,334
	101	0,064	2,609	0,350
	140	0,073	2,633	0,363
	201	0,083	2,625	0,417
SLV	475	0,118	2,633	0,447
SLC	975	0,153	2,621	0,518
	2475	0,212	2,605	0,520

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,038	2,525	0,271
SLD	50	0,048	2,502	0,318
SLV	475	0,115	2,628	0,441
SLC	975	0,145	2,640	0,518

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{1/2}$: 1,000

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Muri di sostegno NTC 2008

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,008	0,010	0,033	0,042
kv	0,004	0,005	0,017	0,021
amax [m/s ²]	0,446	0,562	1,353	1,711
Beta	0,180	0,180	0,240	0,240

Paratie NTC 2008

Altezza paratia (H): 3,0 [m]

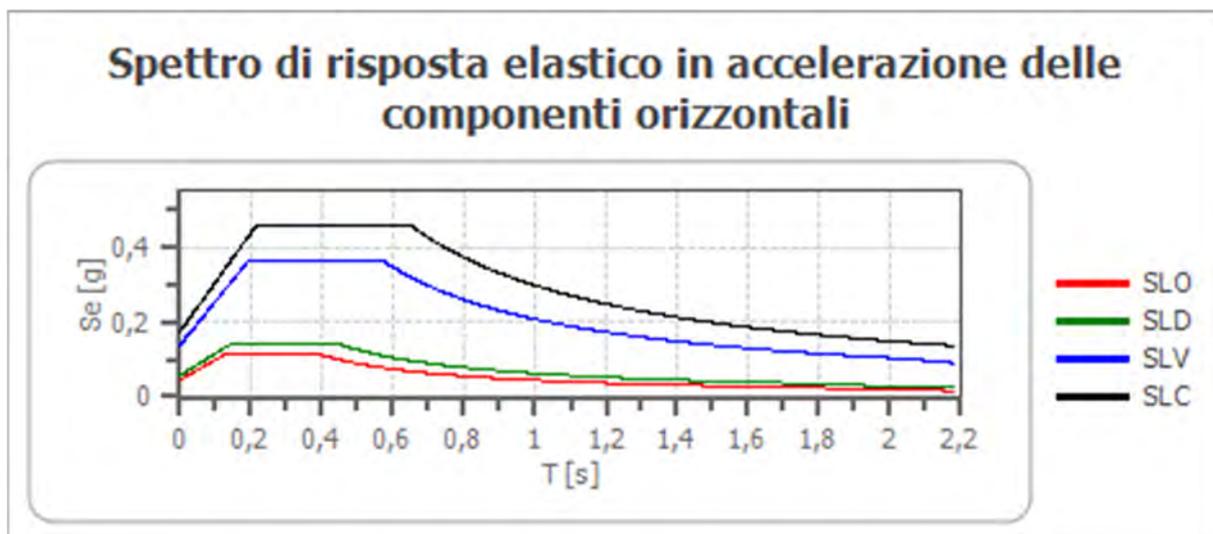
Spostamento ammissibile us: 0,015 [m]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,030	0,037	0,090	0,113
kv	--	--	--	--
amax [m/s ²]	0,446	0,562	1,353	1,711
Beta	0,650	0,650	0,650	0,650

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,009	0,011	0,033	0,042
kv	0,005	0,006	0,017	0,021
amax [m/s ²]	0,446	0,562	1,353	1,711
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,038	2,525	0,271	1,200	1,430	1,000	1,200	1,000	0,129	0,388	1,752	0,045	0,115
SLD	1,0	0,048	2,502	0,318	1,200	1,380	1,000	1,200	1,000	0,146	0,439	1,791	0,057	0,143
SLV	1,0	0,115	2,628	0,441	1,200	1,300	1,000	1,200	1,000	0,191	0,573	2,060	0,138	0,363
SLC	1,0	0,145	2,640	0,518	1,200	1,250	1,000	1,200	1,000	0,216	0,648	2,182	0,174	0,461

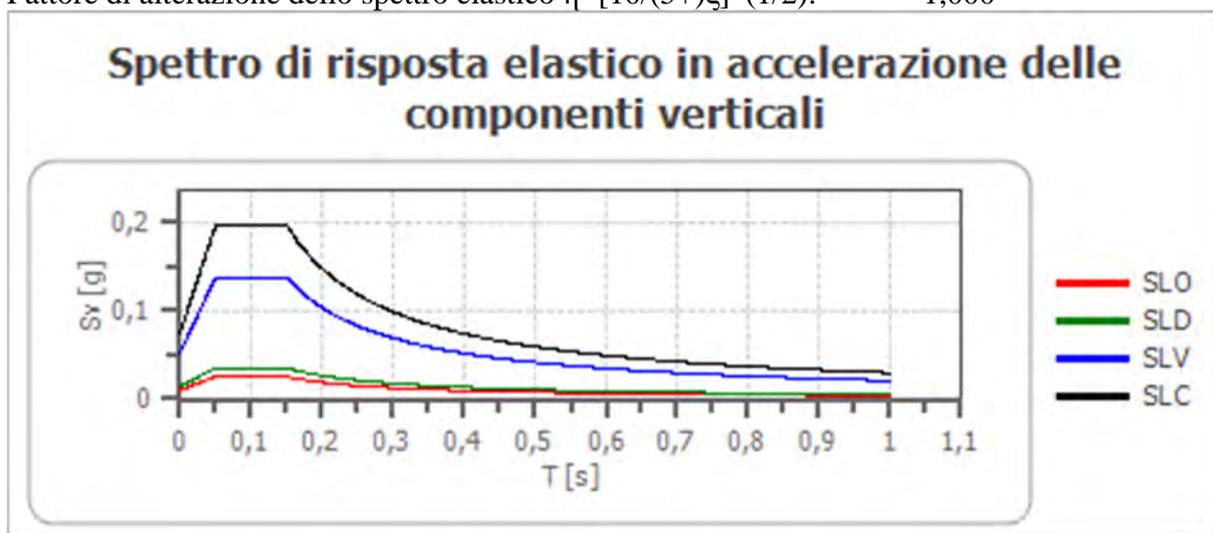
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{1/2}$:

1,000



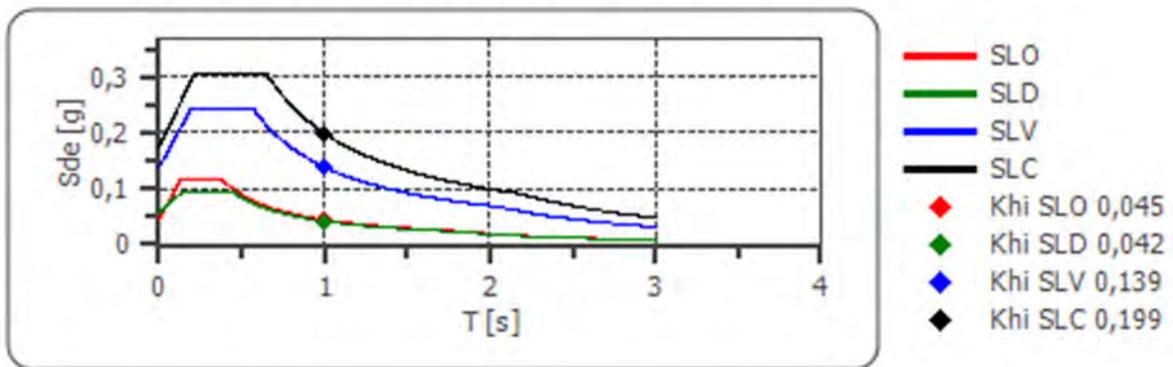
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,038	2,525	0,271	1	1,430	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,010	0,025
SLD	1,0	0,048	2,502	0,318	1	1,380	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,014	0,035
SLV	1,0	0,115	2,628	0,441	1	1,300	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,053	0,138
SLC	1,0	0,145	2,640	0,518	1	1,250	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,075	0,198

Spettro di progetto

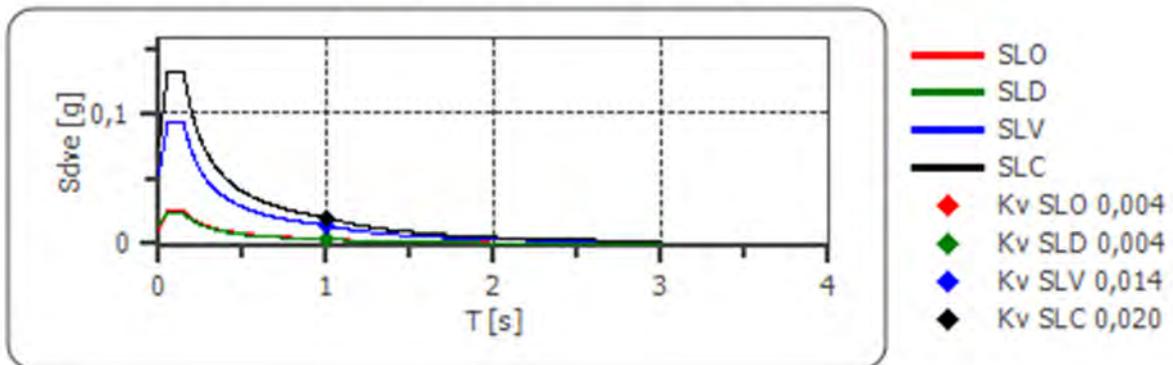
Fattore di struttura spettro orizzontale q : 1,50
 Fattore di struttura spettro verticale q : 1,50
 Periodo fondamentale T : 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_{hi} = S_{de}(T)$ Orizzontale [g]	0,045	0,042	0,139	0,199
$k_v = S_{dve}(T)$ Verticale [g]	0,004	0,004	0,014	0,020

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizz ntale	1,0	0,038	2,525	0,271	1,200	1,430	1,000	1,200	1,000	0,129	0,388	1,752	0,045	0,115
SLO vertic ale	1,0	0,038	2,525	0,271	1,200	1,430	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,010	0,025
SLD orizz ntale	1,0	0,048	2,502	0,318	1,200	1,380	1,000	1,200	1,500	0,146	0,439	1,791	0,057	0,096
SLD vertic ale	1,0	0,048	2,502	0,318	1,200	1,380	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,014	0,023
SLV orizz ntale	1,0	0,115	2,628	0,441	1,200	1,300	1,000	1,200	1,500	0,191	0,573	2,060	0,138	0,242
SLV vertic ale	1,0	0,115	2,628	0,441	1,200	1,300	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,053	0,092
SLC orizz ntale	1,0	0,145	2,640	0,518	1,200	1,250	1,000	1,200	1,500	0,216	0,648	2,182	0,174	0,307
SLC vertic ale	1,0	0,145	2,640	0,518	1,200	1,250	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000	0,075	0,132