

Committente

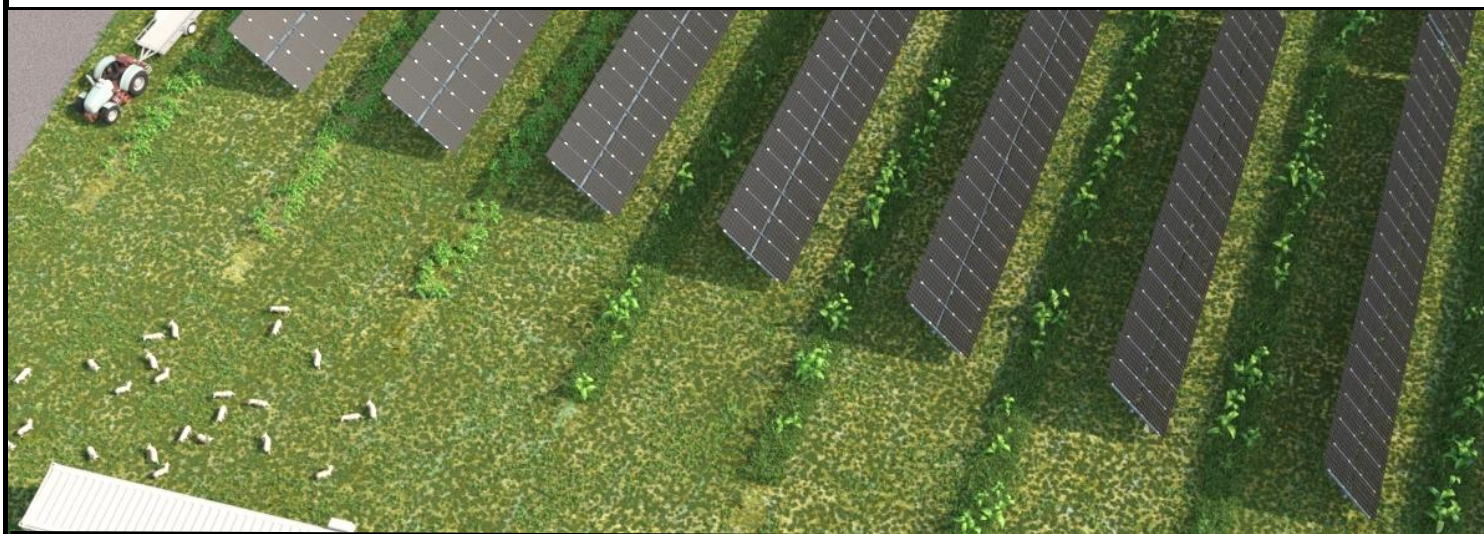


X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II, n. 349, 00186 Roma

Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726

partita iva 17129671008



Progettista:



AS S.r.l.: Viale Jonio 95 - 00141 Roma - info@architetturasostenibile.com

PROGETTO AGROVOLTAICO "LUCERA"

Progetto per la realizzazione di un impianto Agrovoltaico di potenza pari a 37,25 MWp e relative opere di connessione alla RTN

Località

REGIONE PUGLIA – COMUNE DI LUCERA (FG) E SAN SEVERO (FG)

Titolo

RELAZIONE GEOTECNICA - SISMICITÀ

Data di produzione 18-09-2023

Revisione del 04/2024

Codice elaborato

AS_LUC_R07

X-ELIO ITALIA S.r.l si riserva tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto neppure parzialmente senza la sua autorizzazione scritta.

Revisione del

Timbro e firma Autore



Timbro e firma Responsabile AS

Timbro e firma Xelio

Sommario

- Premessa	1
- Localizzazione.....	3
- Riferimenti geologici.....	6
- Piano indagini geognostiche.....	8
- Trialpits	10
- Prove di laboratorio	14
- Prove penetrometriche dinamiche continue pesanti DPSH	17
- Indagine geofisica.....	20
- Sismicità.....	50
- Verifica di stabilità pendii.....	71
- Verifica di liquefazione dei terreni in condizioni sismiche.....	71
- Conclusioni.....	74
- Elaborati	75

Premessa

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto Agrovoltaiico per la produzione di energia elettrica denominato "Lucera", che sarà suddiviso in n. 2 campi "Est" ed "Ovest" e verrà realizzato con tracker ad inseguimento monoassiale, ad asse inclinato con rotazione assiale e azimuth fisso, che alloggeranno 54.389 moduli fotovoltaici da 685 Wp, per una potenza complessiva pari a 37,25 MWp.

L'impianto, situato nel Comune di Lucera (FG) e solo per quanto riguarda le opere di connessione nel Comune di San Severo (FG), sarà integrato con un sistema di accumulo di potenza pari a 15 MW e verrà collegato, mediante cavidotto interrato in MT e sottostazione utente condivisa di trasformazione MT/AT, ad uno stallo a 150 kV della Stazione Elettrica a 380/150 kV della RTN denominata "San Severo", come da Soluzione Tecnica Minima Generale ("STMG") proposta da Terna S.p.A. ed accettata da X-Elio.

L'impianto agrovoltaiico, coprirà una superficie complessiva di circa 49,71 ha, di cui pannellata circa 17,57 ha (percentualmente circa il 35,3 dell'intera area).



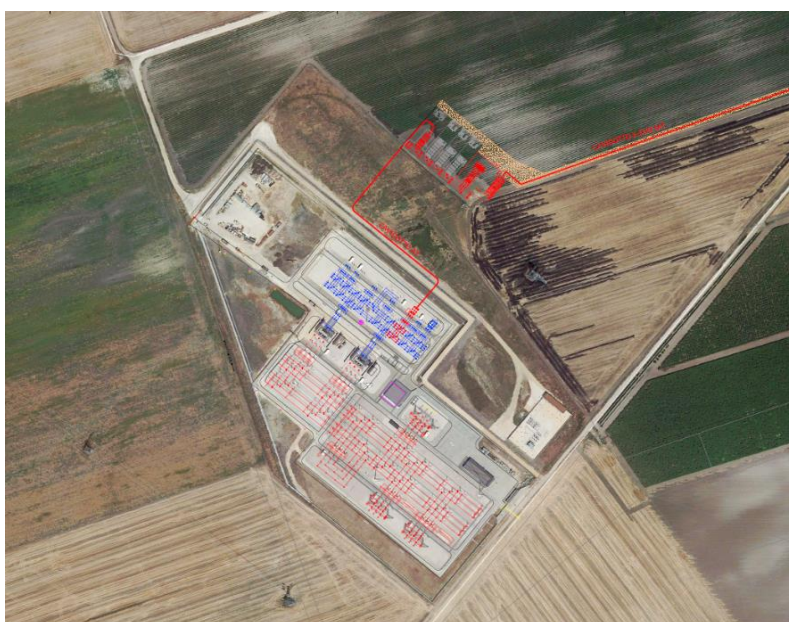
Ortofoto Campi (Google Earth)

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Il cavidotto in media tensione di connessione dell'impianto fotovoltaico in progetto, della lunghezza complessiva pari a circa 5,9 km, di cui circa 5,5 km esterni alle aree di impianto e circa 0,4 km interni ad esse, interesserà il territorio del comune di Lucera e San Severo.

Il cavidotto sarà interrato e si svilupperà in asse con la viabilità stradale, per collegare i campi alla futura SSU.



Ortofoto progetto SSE (Google Earth)

Localizzazione

L'impianto fotovoltaico, denominato "Lucera", sarà realizzato in Puglia, in provincia di Foggia, sul territorio del comune di Lucera, località "Motta Caropresa", coprendo un'area di circa 49,71 ha, di cui pannellata circa 17,57 ha (percentualmente circa il 35,3 dell'intera superficie)

Specificatamente, sono previste due aree di impianto agro-voltaico, una denominata "Campo Ovest" di 16,0597 ettari e l'altra "Campo Est" di ettari 33,65, poste tra loro ad una distanza in linea d'aria di circa 0,9 Km.

X-ELIO LUCERA S.R.L.

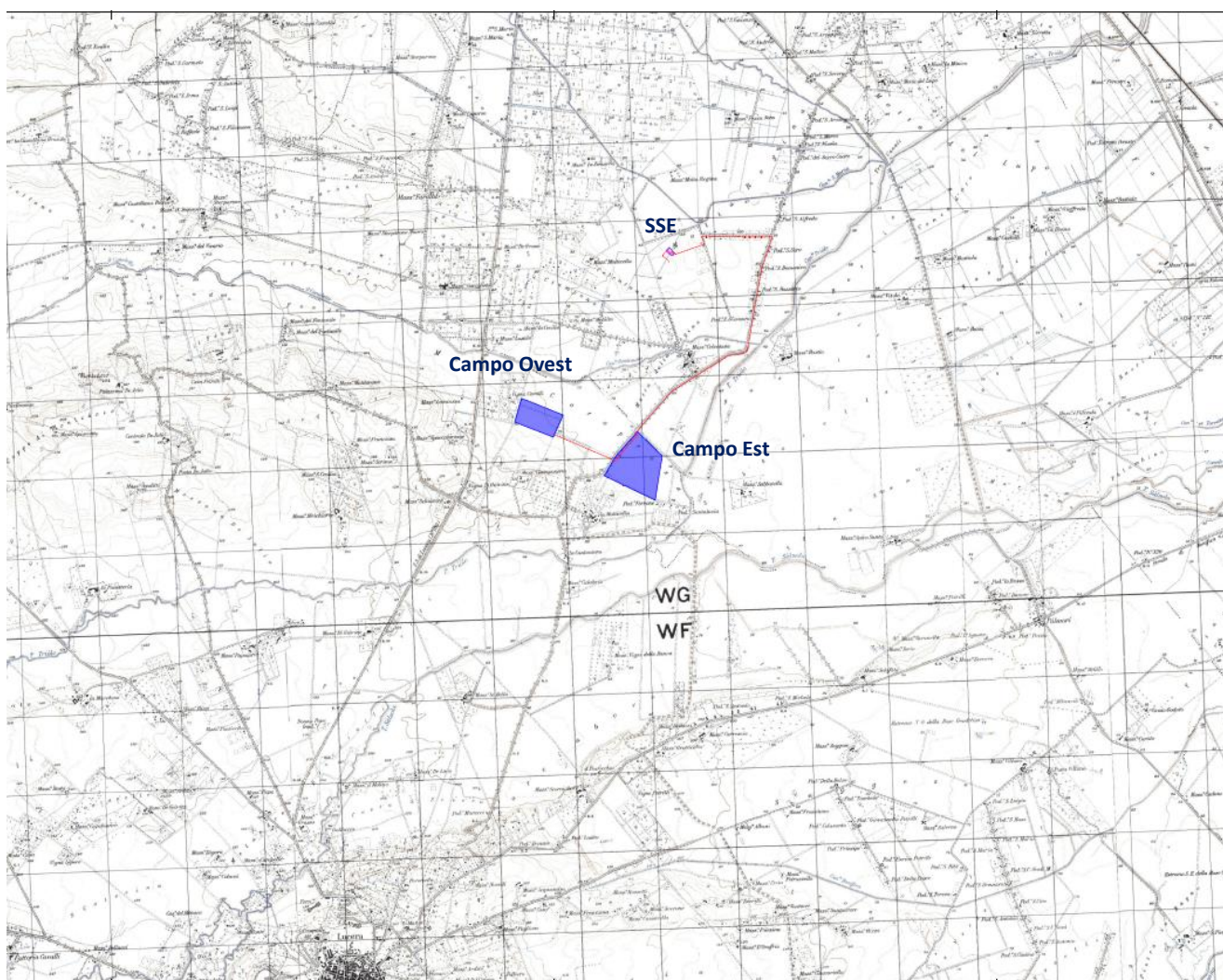
Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Le aree di impianto "Est" e "Ovest" distano circa Km 15 dal centro abitato di Foggia, circa Km 11 da San Severo e circa 6 Km da Lucera.

L'accesso alle aree in cui si vuole realizzare l'impianto non presenta particolari difficoltà, in quanto ben asservite dalle infrastrutture stradali esistenti.

In dettaglio, al campo "Est" si giunge percorrendo la SP 20 e, quindi una strada interpodereale; al campo "Ovest" si giunge percorrendo la stessa SP 20, con la quale è fronte strada.

La sottostazione utente sarà ubicata nei pressi della stazione elettrica esistente, in territorio di San Severo.



Inquadramento su IGM: F° 163 I SE "Lucera"

Campo Ovest			Campo Est		
WGS84 UTM 33N	X: 530629.14473	Y: 4602398.5336	WGS84 UTM 33N	X: 531834.14002	Y: 4601754.85678
WGS84 UTM 32N	X: 1030976.30723	Y: 4621954.56898	WGS84 UTM 32N	X: 1032227.50621	Y: 4621394.38578
Gauss Boaga Est	X: 2550630.54143	Y: 4602479.50323	Gauss Boaga Est	X: 2551835.59162	Y: 4601835.80743
lat/lon WGS84	X: 15.36739	Y: 41.57268	lat/lon WGS84	X: 15.38181	Y: 41.56684

SU		
WGS84 UTM 33N	X: 532297.39835	Y: 4604419.73925
WGS84 UTM 32N	X: 1032505.08867	Y: 4624094.41139
Gauss Boaga Est	X: 2552298.87126	Y: 4604500.76886
lat/lon WGS84	X: 15.38751	Y: 41.59082

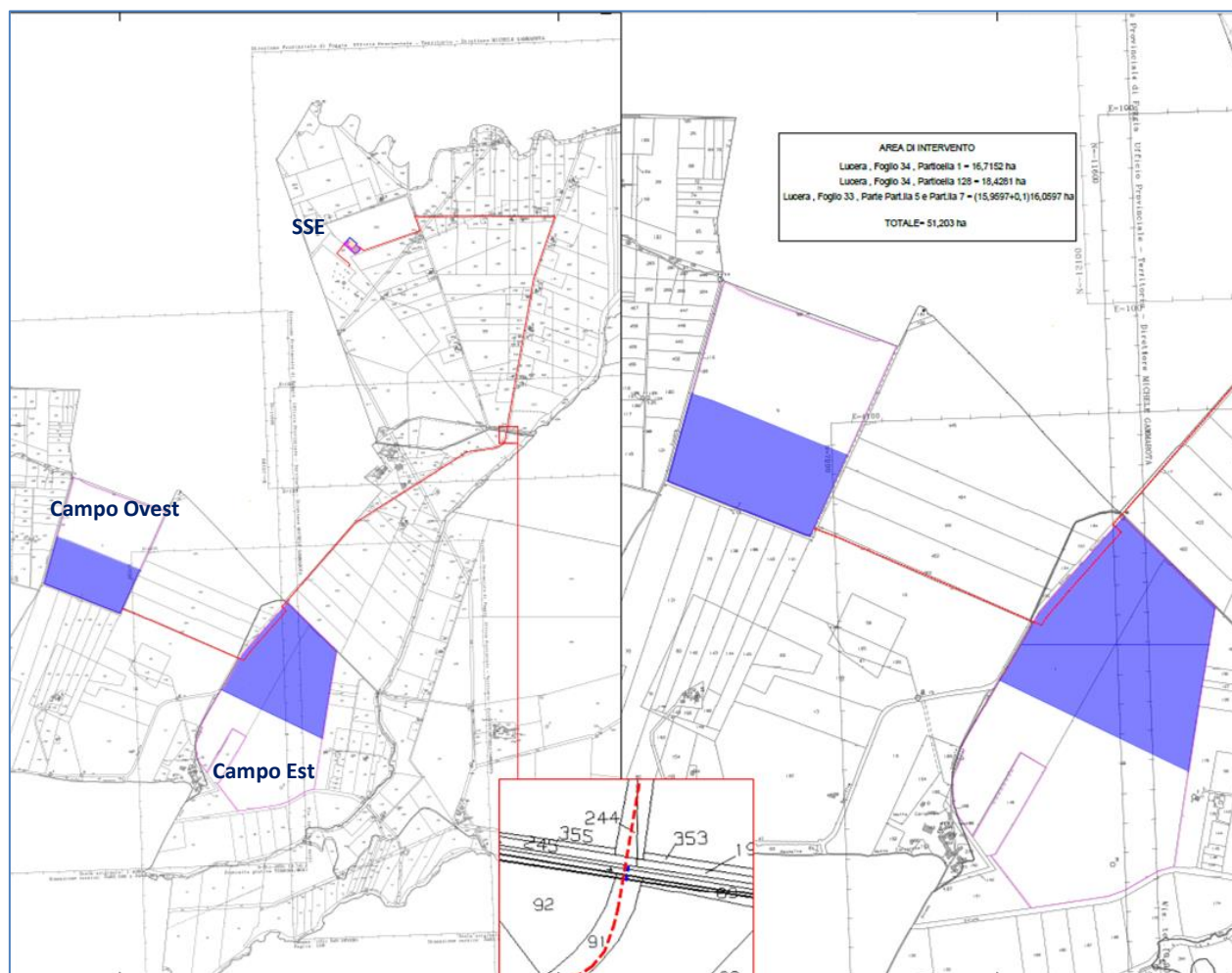
Dati catastali

Per i dati catastali dei terreni interessati dal progetto, nonché per tutte le particelle interessate da servitù di elettrodotto e/o passaggio fare riferimento all'elaborato particellare di esproprio.

Zona	Comune	Foglio	Particelle
Campo Ovest	Lucera	33	5 - 7
Campo Est	Lucera	34	1 - 128
SSE utente	S. Severo	126	559
Cavidotto Ovest-Est	Lucera	33	10 - 111 - 114 - 453
		34	sp20 - 1
Cavidotto est	Lucera	34	1
Cavidotto Est-SSE	Lucera	34	sp20 - 1
	S. Severo	128	1 - 9 - 91 - 95 - 96 - 99 - 102 - 110 - 115 - 116 - 117 - 159
		126	Sp20 - s.c. senza nome - s.v. Motta Regina - 4 - 50 - 180 - 185 - 196 - 212 - 244 - 245 - 252 - 258 - 335 - 336 - 346 - 393 - 394 - 396 - 397 - 401 - 429 - 517 - 526 - 543 - 546 - 558 - 559
Cavidotto SSE-SE	S. Severo	126	466 - 550 - 559

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Inquadramento su base catastale

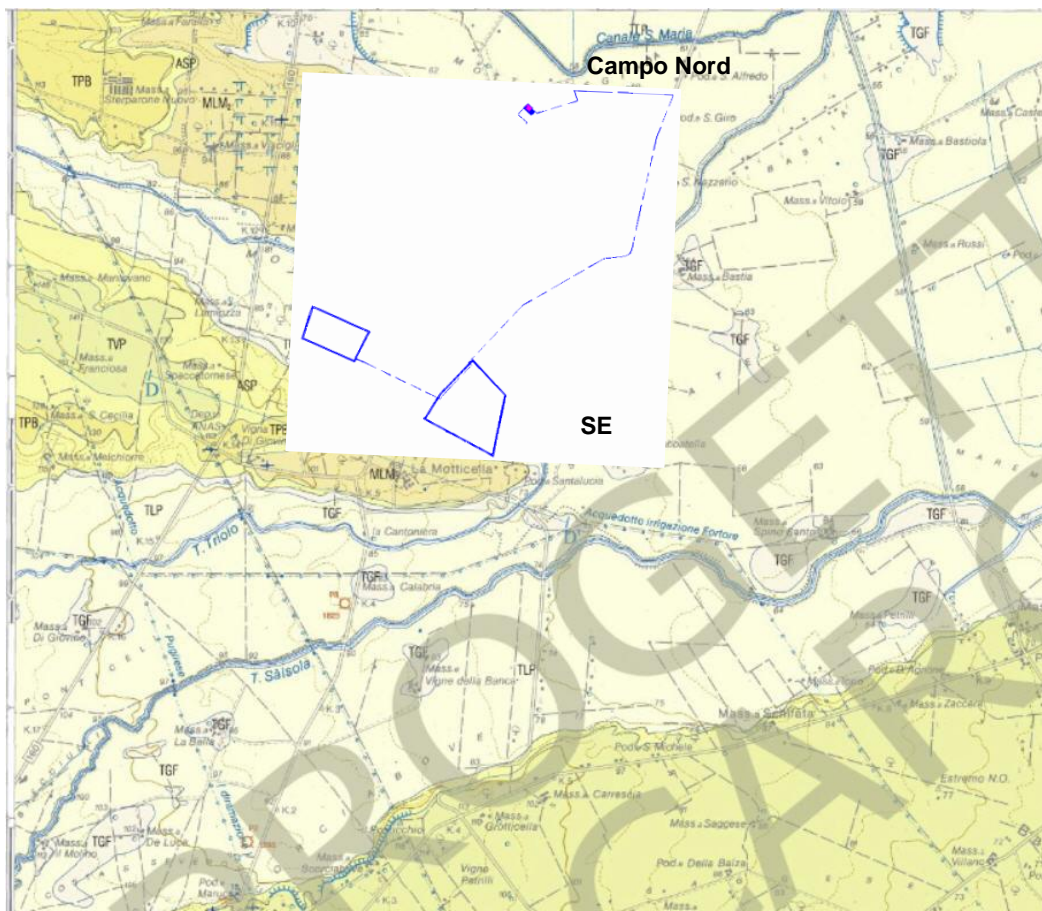
RIFERIMENTI GEOLOGICI

Come riportato nella relazione geologica, l'area in oggetto è caratterizzata da una successione di limi-argillosi-sabbiosi.

Al di sotto dello strato agrario affiorano strati alternati di limi argillosi con strati argillosi presenti a quote diverse. Questo pacchetto, spesso circa 25 m, generalmente ospita una falda idrica stagionale, molto influenzata, per portata e spessore, dagli eventi meteorologici. Alla base troviamo la formazione delle argille grigio-blu, con spessori superiori ai 200 m.

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



- Supersistema del Tavoliere di Puglia**
- b □ Deposito alluvionale recente ed attuale
 - RPL □ Sistema dei torrenti Carapelle e Cervaro
 - TPF □ Sistema di Masseria Finamondo
 - TLP □ Sistema di Motta del Lupo
 - TGF □ Sistema di Foggia
- Supersistema dei Tavoliere di Puglia**
- MLM₂ □ Sistema di Masseria la Motticella
 - MLM₁ □ Sistema di Vigna Boccola
 - TPB □ Sistema di Cava Petriili
 - TVP □ Sistema di Cava Petriili
 - TLC₂ □ Sistema di Lucera
 - TLC₁ □ Sistema di Lucera
 - ASP □ Argille subappennine

Carta geologica F° 408 "Foggia"

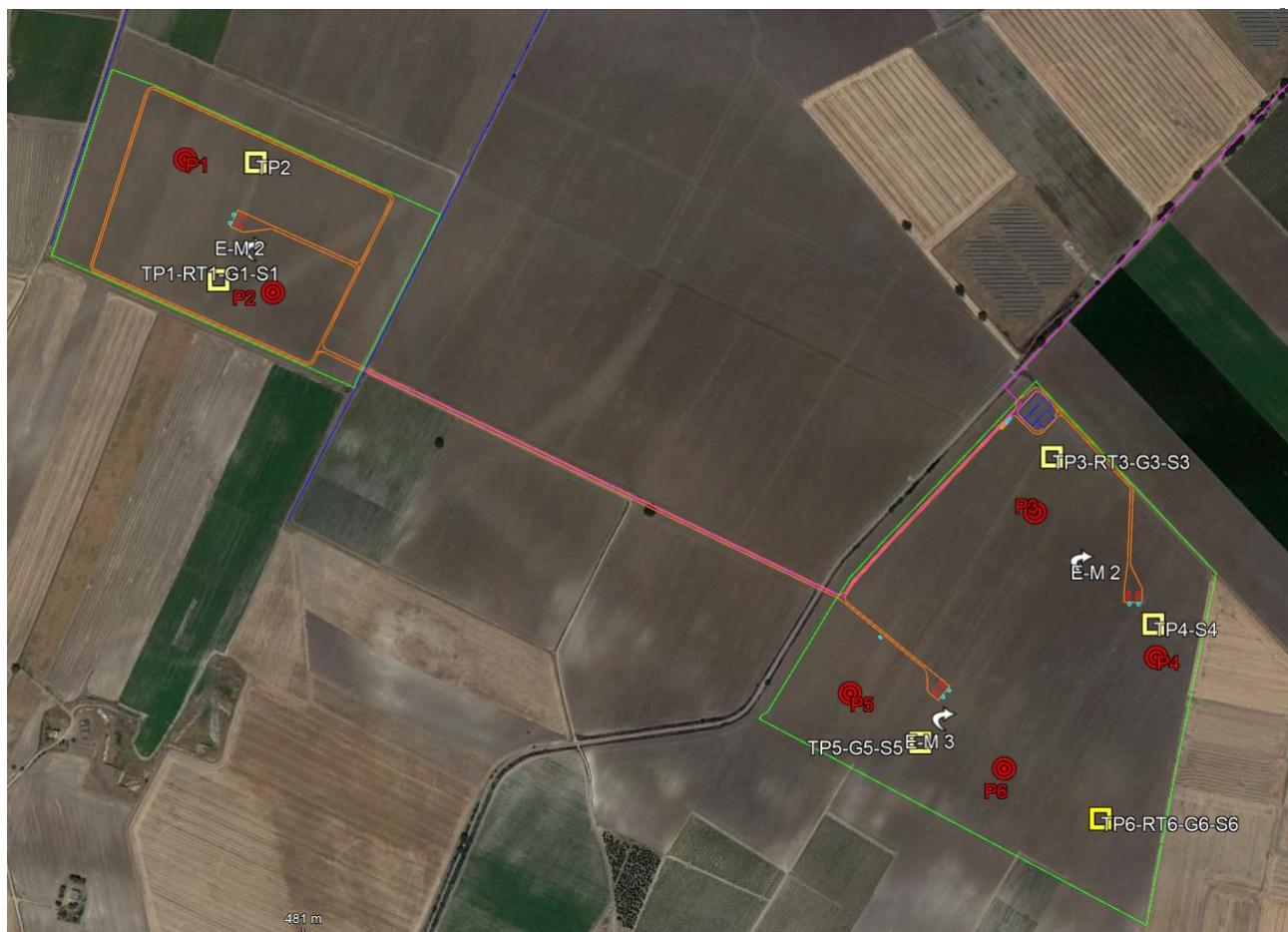
Stratigrafia media	
0.00-0.80	Terreno vegetale
0.80-2.00	Limi argilloso sabbiosi poco compatti
2.00-8.00	Limi argillosi sabbiosi
8.00-25.00	Argille limose
25.00-350	Argilla, argille sabbiose con livelli sabbiosi


X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.


PIANO INDAGINI GEOGNOSTICHE

Campi agrovoltaici



TP-RT-G-S  Trial pits con prova di resistività termica e prelievo campioni

P  DPSH

E-M  Tomografia elettrica, Sismica, MASW

Ubicazione indagini

Per la ricostruzione del modello geologico, idrogeologico, geotecnico e sismico del sito che sarà interessato dalla realizzazione dell'impianto agrovoltaico, è stata eseguire la seguente campagna di indagini geognostiche:

- TP - n° 6 trial pits profondi 3,50 m con prelievo campioni per prove geotecniche/chimiche ed indagine di resistività termica;

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

- DPSH - n° 6 prove penetrometriche dinamiche tipo DPSH profonde 4 m;
- RT - n° 3 prove resistività termica
- MASW - n° 3 sismica a rifrazione + MASW
- ERT - n° 3 tomografia elettrica ERT
- G – n° 4 prelievo campioni inviati a laboratorio geotecnico
- S - n° 6 prelievo campioni inviati a laboratorio chimico

Indagine	X	Y
DPSH1	530551.91	4602485.08
DPSH2	530690.76	4602277.52
DPSH3	531890.71	4601938.28
DPSH4	532083.18	4601711.39
DPSH5	531600.46	4601653.12
DPSH6	531843.77	4601535.87
TP1	530603.81	4602290.79
TP2	530659.66	4602475.55
TP3	531916.02	4602018.10
TP4	532076.52	4601756.77
TP5	531711.35	4601569.14
TP6	531996.14	4601458.76
G1	530603.81	4602290.79
G3	531916.02	4602018.10
G5	531711.35	4601569.14
G6	531669.14	4601458.76
S1	530603.81	4602290.79
S2	530659.66	4602475.55
S3	531916.02	4602018.10
S4	532076.52	4601756.77
S5	531711.35	4601569.14
ERT1	530679.99	4602354.14
ERT3	531984.39	4601870.80
ERT6	531767.42	4601622.41
MASW1	530679.99	4602354.14
MASW3	531984.39	4601870.80
MASW6	531767.42	4601622.41
RT1	530603.81	4602290.79
RT3	531916.02	4602018.10
RT6	531996.14	4601458.76

TRIAL PITS



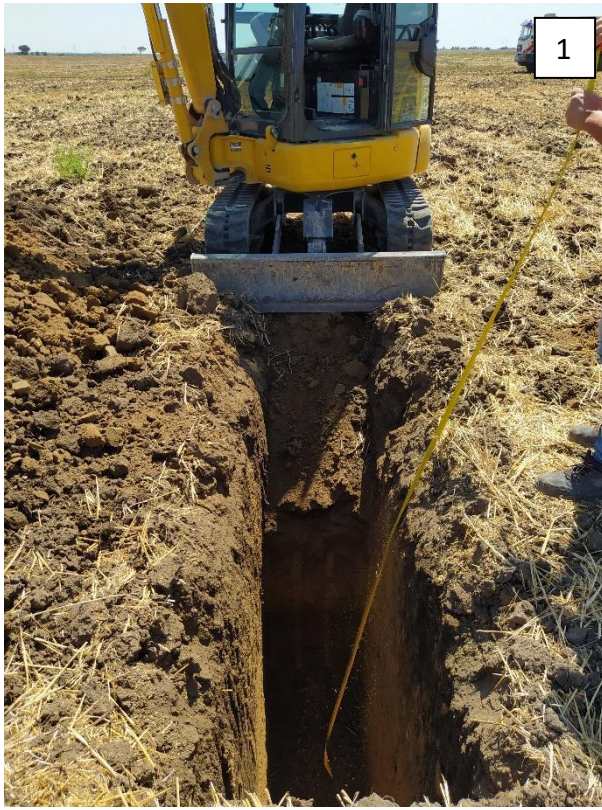
Nell'area di progetto sono stati eseguiti n° 6 Trial Pits sino alla profondità di 3,5 m dal piano campagna:

Durante le operazioni di realizzazione dei Trial pits è stato prelevato n° 1 campione disturbato per ogni scavo, ad una profondità compresa tra 1,00 m e 2,50 m destinato alle analisi di laboratorio geotecnico e n° 1 campione destinato ad analisi chimiche.

I campioni di terreno sono stati portati al laboratorio certificato "GeoSveva" di Lucera e sottoposti alle seguenti prove geotecniche:

- Peso di volume naturale, saturo, secco e specifico;
- Umidità naturale;
- Indice dei vuoti;
- Porosità;
- Grado di saturazione;
- Analisi granulometrica;
- Limiti di Atterberg;
- Presenza di Sostanza organica, solfati, cloruri;
- Indice CBR;
- Coesione e angolo di attrito.

In allegato si riporta il report con i risultati di tutte le prove eseguite.

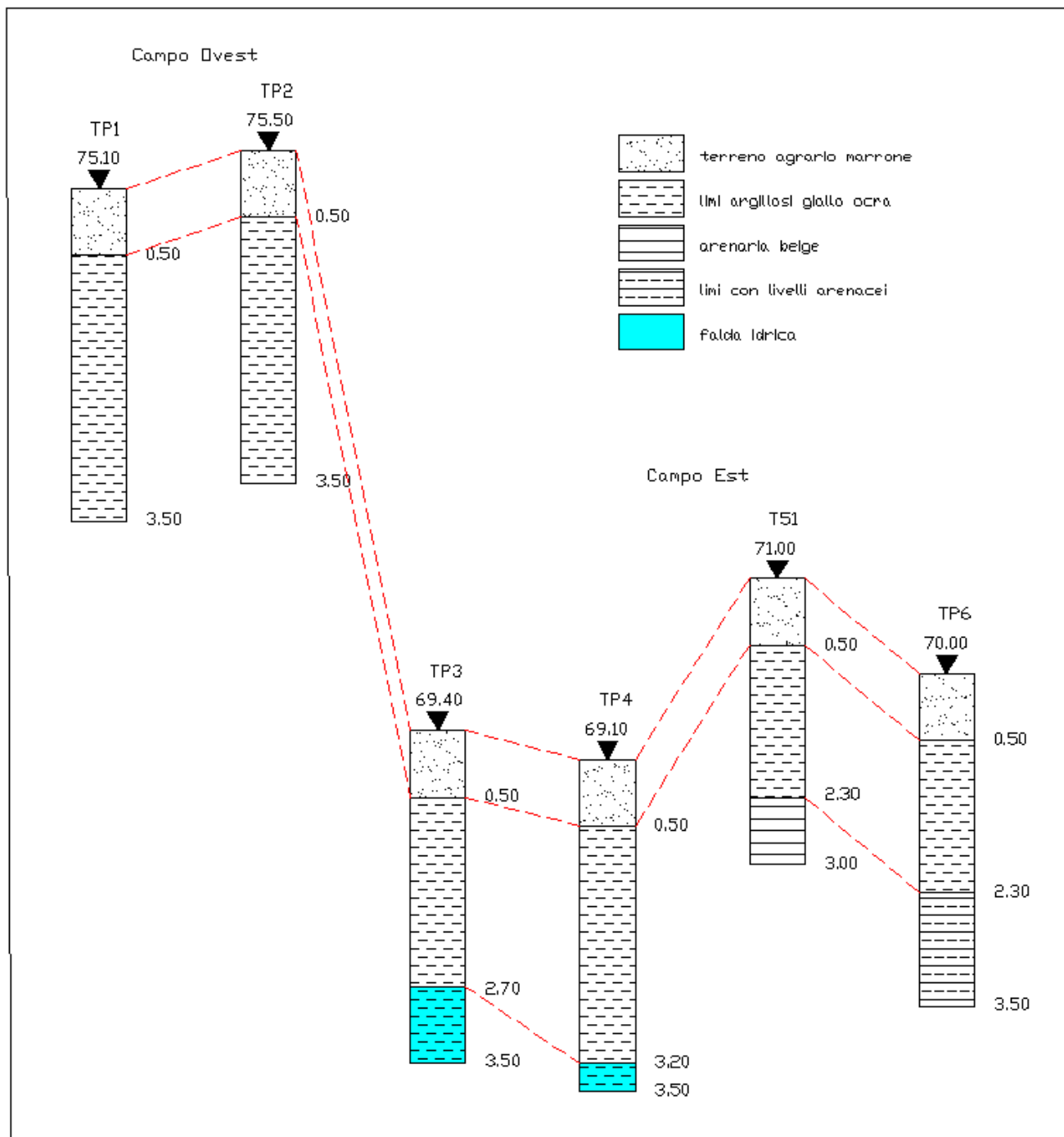


X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Trial pits



Stratigrafia sondaggi

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Come evidenziato dalle fotografie degli scavi e dai risultati delle analisi granulometriche eseguite sui campioni di terreno prelevati, il suolo in esame presenta una sequenza stratigrafica che possiamo definire "uniforme" su tutto il lotto.

Lo strato di terreno vegetale presenta colore marrone, natura limoso-sabbiosa ed uno spessore variabile da 60 cm a 80 cm.

Il suolo inferiore presenta colorazione ocra, natura limoso-argillosa-sabbiosa. Le analisi granulometriche indicano una percentuale limosa variabile dal 33% al 57%, argillosa dal 16% al 36%, sabbiosa dal 14% al 30%; frazione ghiaiosa generalmente inferiore al 6%.

Il valore dell'indice di plasticità IP varia da 10 a 23, la coesione presenta valori discreti intorno a 25 KPa, l'angolo di attrito sui 27°.

I sondaggi n° 3 e 4 hanno intercettato la falda idrica a circa 2,30 m di profondità.

PROVE DI LABORATORIO

Laboratorio geotecnico

Come detto in precedenza, durante le operazioni di carotaggio sono stati prelevati una serie di campioni su cui sono stati eseguiti analisi di laboratorio e analisi chimiche.

Le analisi geotecniche sono state eseguite dal laboratorio certificato "GEOSVEVA" con sede in Lucera (Fg), via Montesanto, 64, quelle chimiche dal laboratorio "Labbachem" di Bitonto (Ba).

Campioni				
Trial pits	geotecnico	Procton/CBR	chimico	
			terra	acqua
1	X	X	X	
2	X	X	X	
3				X
4	X	X	X	X
5	X	X	X	
6				

La campionatura delle acque di falda è stata eseguita solo per i sondaggi n° 3 e 4 perché gli unici dove è stata intercettata la falda idrica.

Sui campioni sottoposti alle indagini geotecniche sono state eseguite le seguenti analisi:

- identificazione e stoccaggio
- fotografia del campione
- report del campione
- determinazione contenuto d'acqua allo stato naturale
- determinazione del peso specifico allo stato naturale
- determinazione del peso di volume dei granuli
- analisi granulometrica
- determinazione dei limiti di consistenza
- prova di taglio diretto consolidata drenata
- prova di consolidazione edometrica
- prova Procton
- determinazione dell'indice di portanza californiano C.B.R.

Laboratorio chimico

Sono state eseguite n° 4 indagini su terre prelevate ad una profondità compresa tra 0,80 a 1,50 m e n° 2 analisi delle acque di falda intercettate nei saggi n° 3 e 4.

Per l'analisi dei risultati si rimanda alla relazione specialistica.

COMITITERIE: **Architettura Sostenibile S.R.L.**
DATA: **04/08/2023**
LOCALITA': **Lucera**
CAMBIERE: **Agrovoltaico Lucera**

QUADRO SINOTTICO Prove di laboratorio

VERBALE n°		Generali		Caratteristiche								Limiti di Jernberg				Tuglie (Tuglie)		CDB		III			Proctor			Triass. OD		Edim				
1856																																
Campione		ys	γ	w	ysat	d	e	n	Sr	G	S	L	A	Potenz	U ₁	U ₂	IP	IP	ISS	e	φ	δ	K ₁₅	C _u	γ	W _d	W _p	ψ	C	E _s	E _{d1}	E _{d2}
1		KN/m³	KN/m³	%	KN/m³	KN/m³	%	%	%	%	%	%	%	mm	%	%	%	%	%	MPa	MPa	%	MPa	KN/m³	KN/m³	%	KN/m³	KN/m³	MPa	MPa	MPa	MPa
1		1856 SP1 C. m 0.160x0.20	26.386	18.461	17.857	20.177	16.513	0.597	31.371	63.869	3.00%	10.00%	51.00%	23.00%	38	38	11.1	29	0.85	10.50	30.50	13.50	8.00	10.00	12.16	26.63	17.65	16.63			12.65	9.17
2		1856 SP2 C2 m 0.150x0.20	20.402	18.265	20.459	20.030	16.970	0.615	35.034	55.729	4.00%	18.00%	62.00%	24.00%	42	42	2.8	29	1.53	20.10	36.45	20.10	27.00	22.00	263.10	19.60	17.10	14.33			18.97	25.07
3		1856 SP4 C4 m 0.150x0.20	26.452	19.783	13.025	21.711	17.805	0.468	52.620	78.077	21.00%	30.00%	33.00%	15.00%	31	31	1.4	21	0.13	25.20	46.83	25.20	6.96	7.00	18.18	26.72	15.10	14.62			11.79	4.58
4		1856 SP5 C5 m 0.150x0.20	26.333	19.872	17.926	20.277	16.816	0.573	35.417	54.464	5.00%	14.00%	47.00%	25.00%	46	46	2.6	23	1.32	27.51	51.45	27.51	22.00	20.00	269.10	20.37	17.71	17.03			26.23	28.69

- ys = Peso specifico del liquido (KN/m³)
- w = Contenza di acqua naturale (%)
- ysat = Peso di saturazione (KN/m³)
- d = Peso secco (KN/m³)
- n = Saturazione (%)
- Sr = Grado di saturazione (%)
- G = Ghisa (%)
- S = Sabbia (%)
- L = Limo (%)
- A = Argilla (%)
- Potenz = Limite Plasticità (%)
- U₁ = Limite Plastico (%)
- U₂ = Limite di contrazione
- IP = Indice di consistenza
- ISS = Modulo elastico alla pressione di 200. kPa
- e = Angolo di attrito non drenato - TRX CU (%)
- φ = Angolo di attrito non drenato - TRX CU (%)
- δ = Costante di elasticità (kPa)
- C_u = Coesione non drenata - TRX CU (kPa)
- ψ = Angolo di attrito drenato - TRX CU (kPa)
- K₁₅ = Modulo elastico secante al 15% del carico a rottura
- C = Coesione non drenata - TRX CU (kPa)
- E_s = Modulo elastico secante al 30% del carico a rottura
- E_{d1} = Modulo elastico secante al 10% del carico a rottura
- E_{d2} = Modulo elastico secante al 30% del carico a rottura

X-ELIO LUCERA S.R.L.

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE PESANTI DPSH

Sono state effettuate sei prove penetrometriche dinamiche per determinare le caratteristiche geotecniche del terreno in corrispondenza del sito esaminato. La prova consiste nell'infiggere un'asta a punta conica alla profondità interessata battendo con un maglio di peso standard (63,50 Kg) da un'altezza prestabilita (75 cm) e successivamente contare il numero di colpi necessari per fare avanzare l'asta per una profondità massima di 15 m. La lettura N_{spt} è rappresentata dalla somma dei colpi ogni 20 cm di avanzamento.

La profondità di infissione è stata di 4.00 m.

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20.43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.489
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60°
Standard	BS EN 22476-2:2005

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

Correlazioni geotecniche

In letteratura ci sono moltissime correlazioni tra il numero dei colpi SPT ed i principali parametri meccanici. In relazione alla natura dei terreni attraversati, sono state scelti i seguenti modelli matematici:

Terreni coesivi:

- Eed - Modulo Edometrico M: Stroud e Butler (1975)
- Cu - Coesione non drenata: Schmertmann (1975)
- Classificazione: AGI (1977)
- Pv - Peso unità di volume: Meyerhof
- Ps - Peso unità di volume saturo: Meyerhof
- Coeff. correlazione con Nspt = 1.47
- σ_e – Tensione efficace

Prova n° 1									
strato	Profondità (m)	Nspt	Rd (Kg/cm ²)	Pv (t/m ³)	Ps (t/m ³)	σ_e (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	Eed (Kg/cm ²)	Classificazione
1	1.00	3.53	23.84	1.67	1.87	0.08	0.25	16.20	Poco consistente
2	4.00	8.83	50.93	1.93	--	0.46	0.62	40.51	consistente

Prova n° 2									
strato	Profondità (m)	Nspt	Rd (Kg/cm ²)	Pv (t/m ³)	Ps (t/m ³)	σ_e (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	Eed (Kg/cm ²)	Classificazione
1	0.60	2.94	20.44	1.63	1.86	0.05	0.21	13.49	Poco consistente
2	3.60	9.42	55.35	1.95	--	0.39	0.66	43.22	consistente
3	4.00	27.23	143.11	--	--	0.73	1.91	124.93	Molto consistente

Prova n° 3									
strato	Profondità (m)	Nspt	Rd (Kg/cm ²)	Pv (t/m ³)	Ps (t/m ³)	σ_e (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	Eed (Kg/cm ²)	Classificazione
1	0.60	2.94	20.44	1.63	1.86	0.05	0.21	13.49	Poco consistente
2	4.00	5.98	35.04	1.81	1.89	0.41	0.42	27.44	Moderatamente consistente

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Prova n° 4									
strato	Profondità (m)	Nspt	Rd (Kg/cm ²)	Pv (t/m ³)	Ps (t/m ³)	σ_e (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	Eed (Kg/cm ²)	Classificazione
1	0.80	2.58	17.52	1.60	1.86	0.06	0.18	11.84	Poco consistente
2	2.40	5.52	34.79	1.79	1.88	0.27	0.39	25.33	Moderatamente consistente
3	4.00	9.20	50.46	1.94	--	0.57	0.64	42.21	Consistente

Prova n° 5									
strato	Profondità (m)	Nspt	Rd (Kg/cm ²)	Pv (t/m ³)	Ps (t/m ³)	σ_e (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	Eed (Kg/cm ²)	Classificazione
1	1.00	4.12	27.69						Poco consistente
2	4.00	15.99	91.18						consistente

Prova n° 6									
strato	Profondità (m)	Nspt	Rd (Kg/cm ²)	Pv (t/m ³)	Ps (t/m ³)	σ_e (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)	Eed (Kg/cm ²)	Classificazione
1	0.80	3.68	24.97	1.68	1.87	0.07	0.26	16.88	Poco consistente
2	4.00	8.38	49.20	1.91	--	0.44	0.59	38.45	consistente

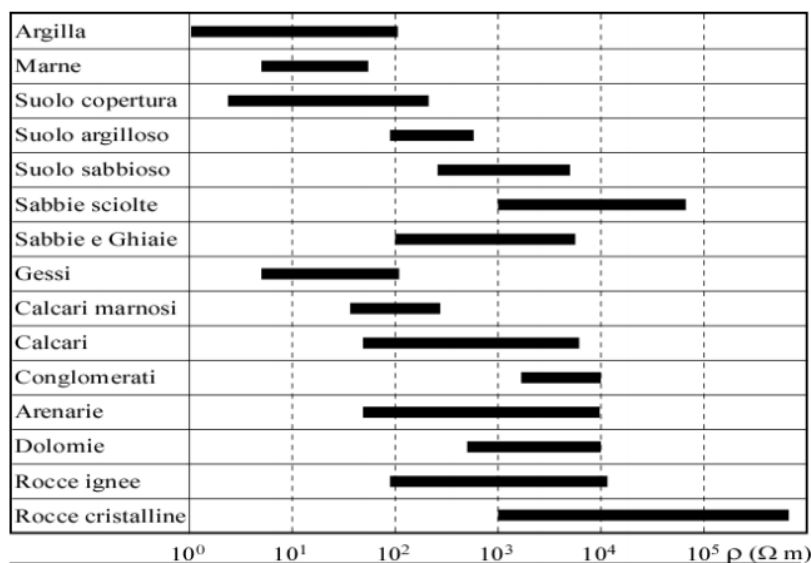
INDAGINE GEOFISICA

Tomografia elettrica

Proprietà elettriche di rocce e sedimenti

La resistività è una grandezza fisica posseduta dalle rocce, misurata in $\Omega \cdot m$ ed indica la resistenza incontrata dalla corrente elettrica nell'attraversare una formazione rocciosa.

Il valore di resistività che si misura, è una resistività apparente perché le linee di corrente che consentono di valutare tale parametro, hanno attraversato più formazioni rocciose: misuriamo cioè un valore anomalo rispetto al valore che si misurerebbe in un sottosuolo omogeneo ed isotropo. Questo dato non è semplicemente il valore medio delle resistività degli elettrostrati incontrati, ma è definito da una funzione più complessa in quanto dipende sia dalle resistività dei vari litotipi attraversati che dai loro spessori.



Tab. 1 – Valori indicativi di resistività ($\Omega \cdot m$) di alcuni litotipi.

LITOTIPO	ρ ($\Omega \cdot m$)	ϕ (%)
Acqua	10+100	-
Acqua di mare	2+3	-
Arenarie	200+5000	7+30
Argille	1+50	40+70
Calcari	300+10000	2+30
Detrito alluvionale	50+1000	15+60
Dolomie	500+10000	2+20
Sabbie e Ghiaie	70+700	30+60
Graniti	1000+20000	0.2+0.8
Marne	100+500	8+15
Piroclastiti	50+600	15+60
Rocce ignee	100+10000	30+10
Suolo di copertura	10+200	60+90
Tufi	150+900	10+40

Tab. 2 – Valori indicativi di resistività ($\Omega \cdot m$) e di porosità (%) di alcuni litotipi.

Ed è proprio grazie al fatto che la distribuzione della resistività apparente è legata allo spessore, alla localizzazione, alla forma e alla resistività dei litotipi che la corrente ha oltrepassato, che da questa misura si possono ottenere informazioni sulle discontinuità presenti nel sottosuolo. Il parametro resistività è influenzato da: tessitura e porosità, grado di cementazione, temperatura

della roccia, contenuto argilloso, permeabilità, temperatura e salinità della soluzione acquosa che imbibisce la formazione. Inoltre, a parità di condizioni litologiche, vi sono alcuni processi geologici che causano un'immediata variazione della resistività perché ne modificano la porosità.

In generale molti di questi processi portano ad una riduzione della resistività. Essi sono: alterazione dell'argilla, dissoluzione, fratturazione della roccia, intrusione d'acqua salata, scollamento e/o alterazione superficiale. Per questo motivo la resistività delle rocce e dei terreni non possono essere definite da un solo valore, ma da un intervallo più o meno ampio entro il quale esso può variare. Inoltre, come si vede dalla tabella riportata, i range di resistività delle varie litologie, spesso si sovrappongono comportando ulteriori problemi in fase di elaborazione dati e di identificazione della roccia.

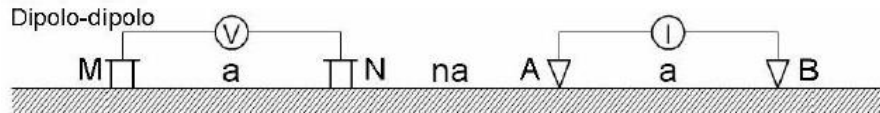
Cenni metodologici

La tomografia elettrica è utilizzata a supporto di altri metodi geofisici nell'investigazione delle strutture sepolte e nella ricerca di acque sotterranee. Questa tecnica permette di indagare la struttura resistiva del terreno, mettendo in evidenza i contrasti di resistività elettrica che sono connesse con la natura dei terreni e del loro contenuto in acqua. In pratica, il metodo tomografico in corrente continua consente di ricostruire sezioni bidimensionali di resistività. Un profilo tomografico viene realizzato tramite lo stendimento di un cavo multipolare che collega una serie di elettrodi, i quali vengono utilizzati tanto per l'immissione della corrente I che per la misura della differenza di potenziale V . Tramite queste due grandezze fisiche è possibile calcolare la resistività elettrica apparente ρ_a relativa alla configurazione elettrodica utilizzata. Gli elettrodi di corrente vengono indicati come C1 e C2, quelli di potenziale P1 e P2.

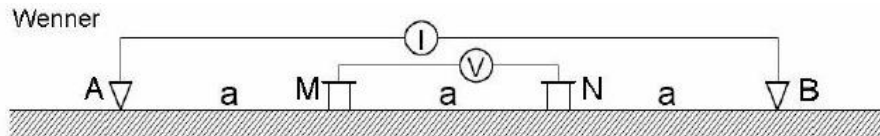
Spostando lateralmente il quadripolo si registrano le variazioni orizzontali della resistività, mentre con il progressivo allargamento della spaziatura n e di a si acquisiscono informazioni sugli strati via via più profondi; si ottiene così una pseudosezione di resistività apparente che, attraverso opportuni algoritmi di calcolo, può essere invertita per fornire una sezione bidimensionale di resistività.

Nel caso in oggetto sono state utilizzate le configurazioni Dipolo-dipolo e Wenner:

A) Dipolo-Dipolo: il potenziale elettrico è misurato al di fuori della linea ideale che congiunge gli elettrodi di corrente: lo schema del quadripolo è dunque A B M N. Questo assetto è particolarmente sensibile alle strutture verticali, ma poco adatto all'indagine stratigrafica orizzontale: per questa ragione può essere particolarmente efficace in contesti archeologici il cui obiettivo spesso è quello di evidenziare strutture antropiche (muri, cisterne, trincee, ecc.) che provocano forti discontinuità orizzontali di resistività.

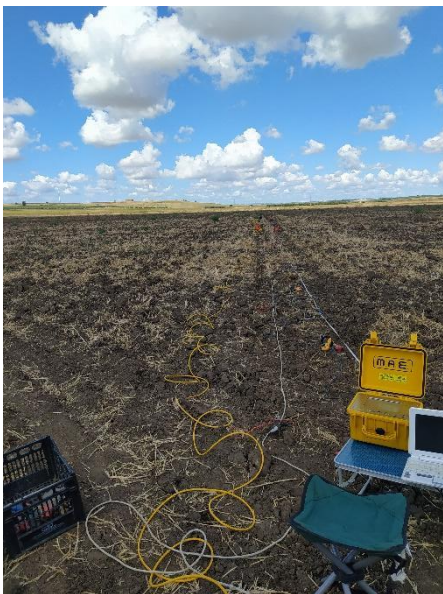


B) Wenner: gli elettrodi sono sistemati in linea in modo da essere equidistanti tra loro secondo lo schema A M N B. Questo metodo risulta essere particolarmente sensibile ai cambiamenti verticali di resistività al di sotto del centro dello stendimento, ma meno sensibile alle variazioni di resistività orizzontali. Esso, pertanto, risulta essere adeguato nel caso si vogliano individuare strutture orizzontali (quali stratificazioni o pavimentazioni).



Modalità esecutive

Nel caso specifico è stato utilizzato un georesistimetro per tomografia elettrica multielettrodo A3000E della MAE, cavi a 24 elettrodi; L'alimentazione è assicurata da pacchi batteria esterni gestiti a microprocessore in grado di fornire ampia autonomia di acquisizione. La distanza elettrodica è pari a 3 m per una lunghezza complessiva dello stendimento pari a 69 m.



ERT 1



ERT 2



ERT 3

Ubicazione indagine elettrica

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Elaborazione e analisi dei risultati

Di seguito verranno descritti i due modelli elaborati, la scala colorimetrica permette di cogliere immediatamente le variazioni di resistività, in quanto i valori minimi sono associati ai toni blu, mentre le zone ad elevata resistività sono in colorate in rosso. Il software utilizzato per l'elaborazione è il Res2dinv.

I dati ricavati da un'indagine geoelettrica forniscono informazioni sulla distribuzione del potenziale o, analogamente, sulla distribuzione della resistività apparente nel sottosuolo. Per avere la resistività reale, e quindi per poter ricostruire l'andamento delle resistività reali nel sottosuolo, è necessario realizzare un'inversione dei dati.

Lo scopo dell'inversione è quello di trovare quei valori dei parametri che restituiscono la risposta del modello che più si adatta ai valori misurati. Nel caso della geoelettrica si deve risolvere un problema sovradeterminato, non lineare, che utilizza parametri realmente discreti o che possono essere considerati tali.

Il programma Zondres2d è progettato per l'interpretazione bidimensionale dei dati di tomografia elettrica mediante resistività e metodo di polarizzazione indotta

Analisi dei risultati e conclusioni

A seguito dell'elaborazione dei dati acquisiti si è pervenuti ad un modello elettrostratigrafico della fascia di sottosuolo indagata, distinto in base alle caratteristiche fisica "resistività elettrica" che ha permesso di ottenere informazioni circa la risposta elettrica dei differenti livelli stratigrafici presenti nell'area di interesse e valutare, per quanto possibile, il diverso grado di uniformità litologica.

La profondità massima di investigazione ottenuta dalle indagini è stata pari a circa 11 m dal p.c.

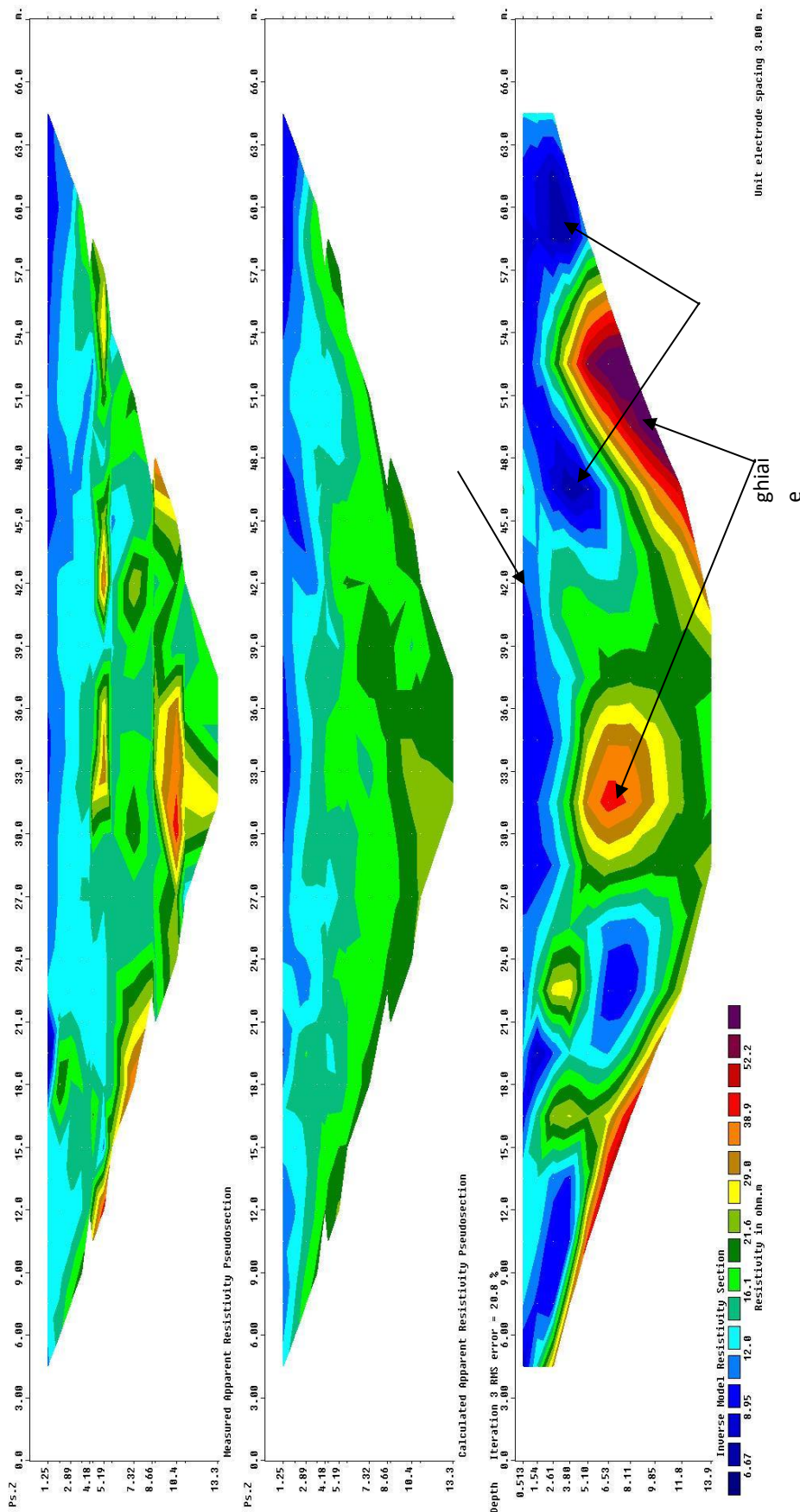
L'analisi delle sezioni tomografiche elettriche 2D ottenute, mostrano un range di resistività apparente variabile da 7 Ohm x m a 120 Ohm x m circa.

Il processo di inversione mostra una distribuzione pressoché orizzontale dei valori di resistività, che variano da 6 Ohm x m a 60 Ohm x m circa.

Da un'analisi d'insieme dei risultati ottenuti è possibile suddividere il sito indagato in orizzonti:

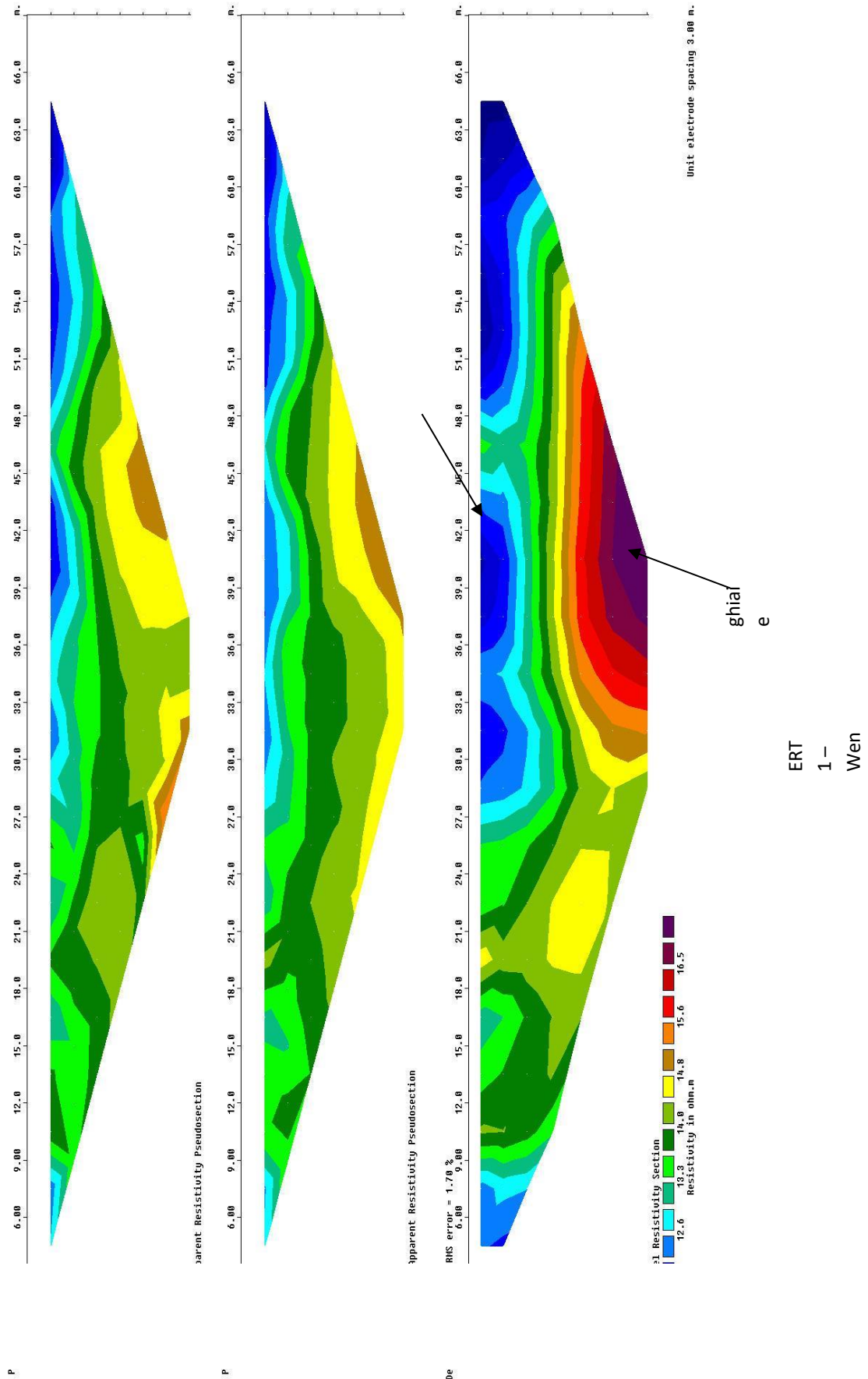
- Orizzonte 1: rappresenta lo strato superficiale, caratterizzato da una variazione del range di resistività da 10 a 20 ohm x m, lo spessore massimo arriva a 2-3 m circa ed è correlabile con limose-argillosi-sabbiosi poco compatti.
- Orizzonte 2: il valore della resistività tende ad aumentare progressivamente con la profondità raggiungendo valori di 30-40 ohm x m, evidenziando un aumento della compattezza. Sono presenti livelli locali a bassa resistività (5-10 ohm x m) che possono essere correlati a accumuli idrici sostenuti da strati argillosi.
- Orizzonte 3: rappresenta la porzione di sottosuolo con la resistività più alta, raggiungendo e superando 50 ohm x m; è correlabile con limi argillosi ghiaiosi.

Non sono state individuate cavità.



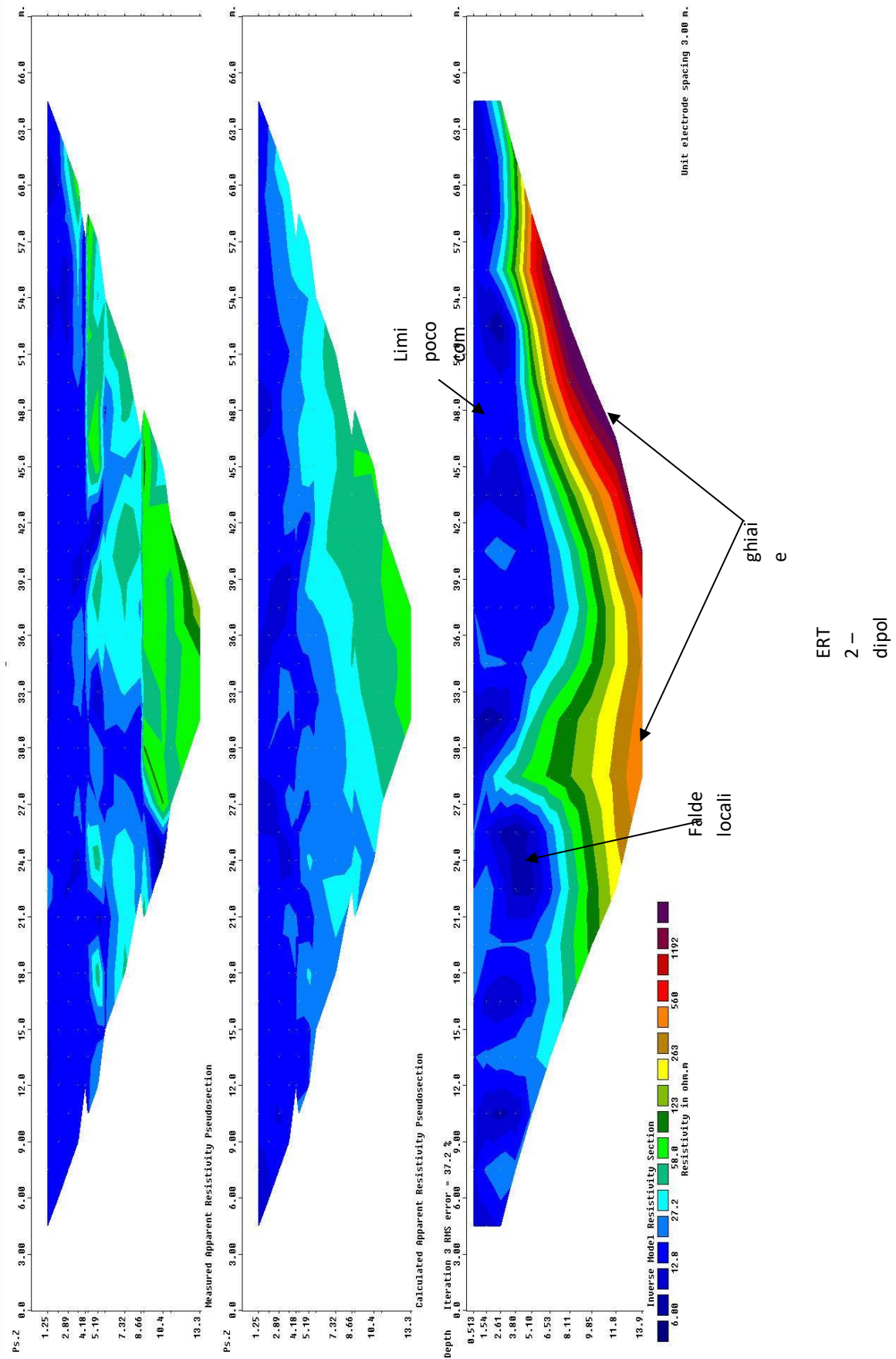
X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



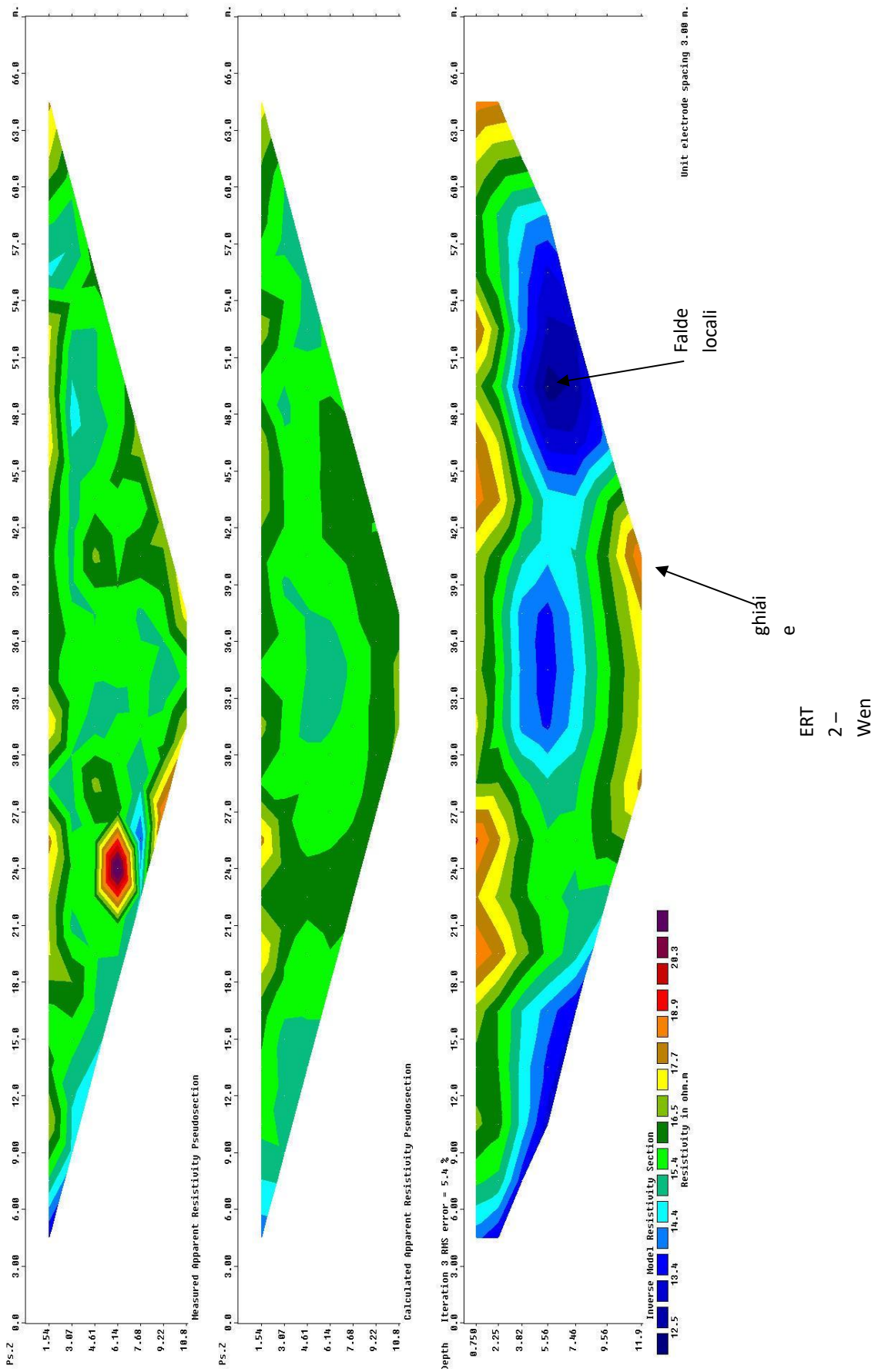
X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



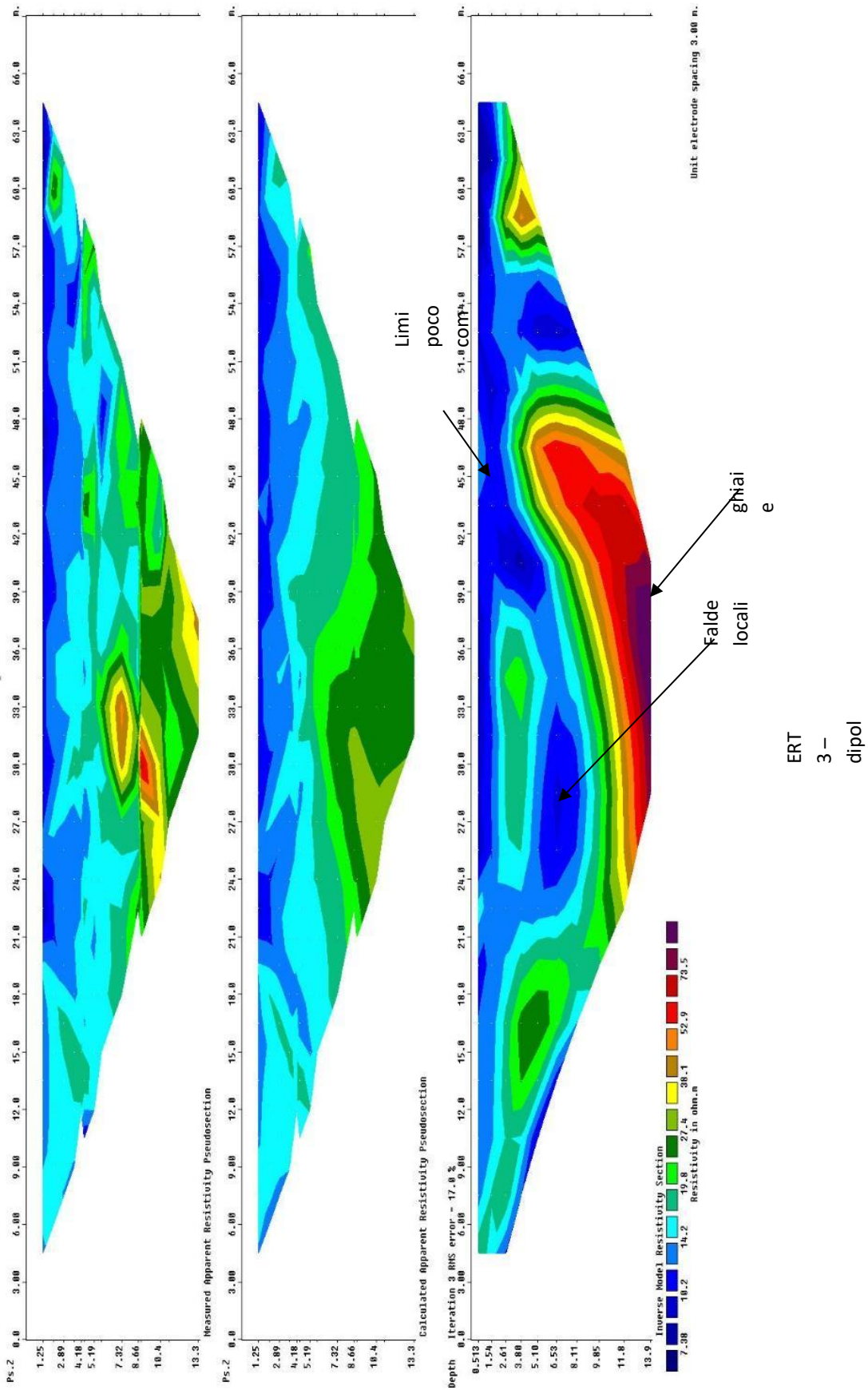
X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



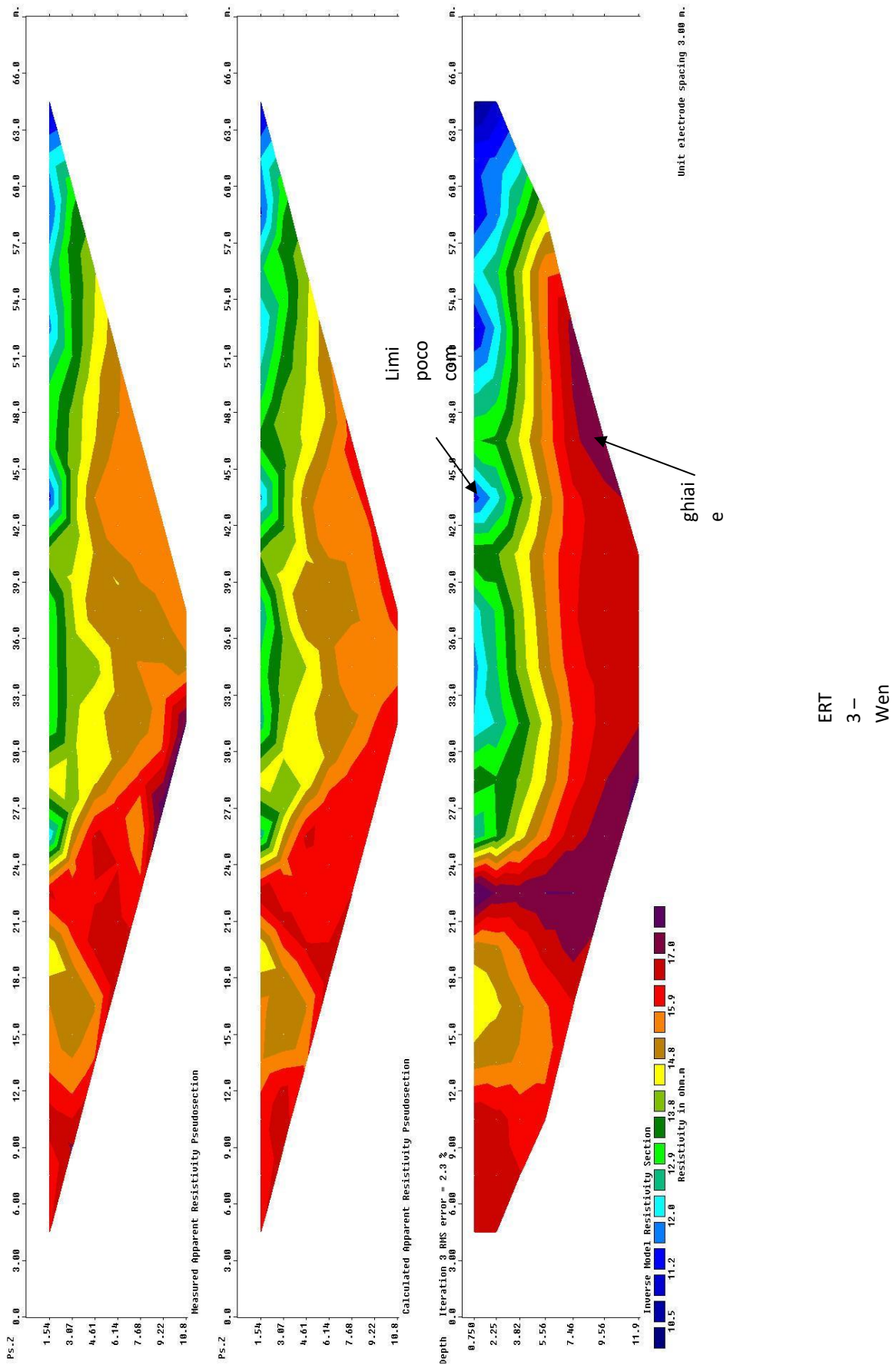
X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



X-ELIO LUCERA S.R.L.

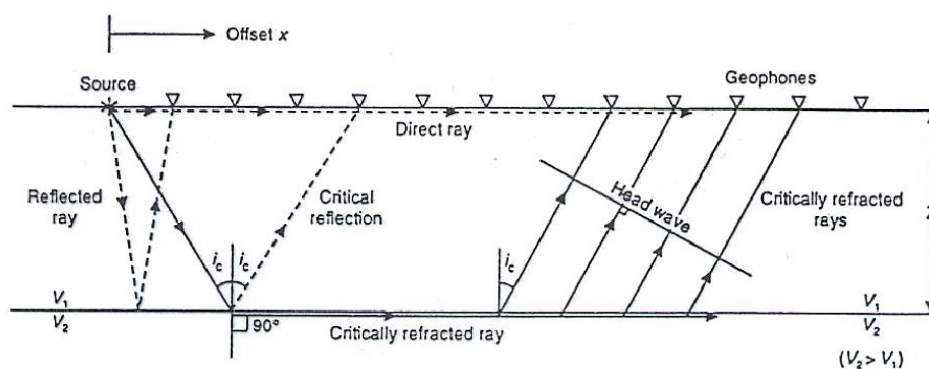
Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Sismica a rifrazione

Cenni metodologici

La tecnica della sismica a rifrazione permette di determinare le velocità di propagazione delle onde longitudinali o primarie P. È basata sulla bifrazione delle onde elastiche a seguito del formarsi di un fronte d'onda conico, che consente, attraverso l'acquisizione e l'elaborazione di dati, la costruzione d'immagini bidimensionali (o tridimensionali) della variazione della velocità sismica.

Dati ad esempio 2 terreni, a velocità v_1 e v_2 , con la sorgente posta nel mezzo 1 (solitamente sulle superficie del suolo) ed uno stendimento di geofoni disposti lungo il profilo, condizione necessaria è quindi che la velocità delle onde nel mezzo 2 sia maggiore rispetto al mezzo 1.



Ad ogni geofono arriveranno le onde generate dalla sorgente: onde dirette, onde riflesse e onde coniche o bifratte (head wave). Quelle analizzate sono quest'ultime, ovvero quelle che giungono sulla superficie di separazione (p.c.) con un angolo d'incidenza critico (secondo la legge di Snell) e che quindi vengono rifratte con un angolo di 90° , propagandosi parallelamente alla superficie rifrangente e venendo nuovamente rifratte verso la superficie con lo stesso angolo d'incidenza.

Con questa tecnica si riesce ad avere, pertanto, una visione seppur qualitativa della stratigrafia del terreno investigato, in termini di variazioni di "densità" dello stesso, essendo questo parametro direttamente legato alla velocità sismica. Il confronto matematico tra i vari tempi permette di suddividere lo spazio compreso tra le due serie di punti in porzioni, o "celle elementari" (quadrate per le sezioni bidimensionali come quelle in esame, o cubiche per sezioni tridimensionali) caratterizzate ognuna da un proprio valore di velocità sismica.

L'interpretazione dei segnali rilevati e la conseguente stima del profilo di velocità delle onde P e S è articolata nelle seguenti fasi:

- individuazione dei primi arrivi attraverso l'osservazione dei sismogrammi e l'operazione di picking, previa elaborazione dei segnali ed operazione di filtraggio anche consecutivo con diverse tipologie di filtro digitale;
- ricostruzione delle dromocrone (grafico distanza-tempo) e scelta del modello di sottosuolo da utilizzare nell'interpretazione;
- elaborazione dei dati.

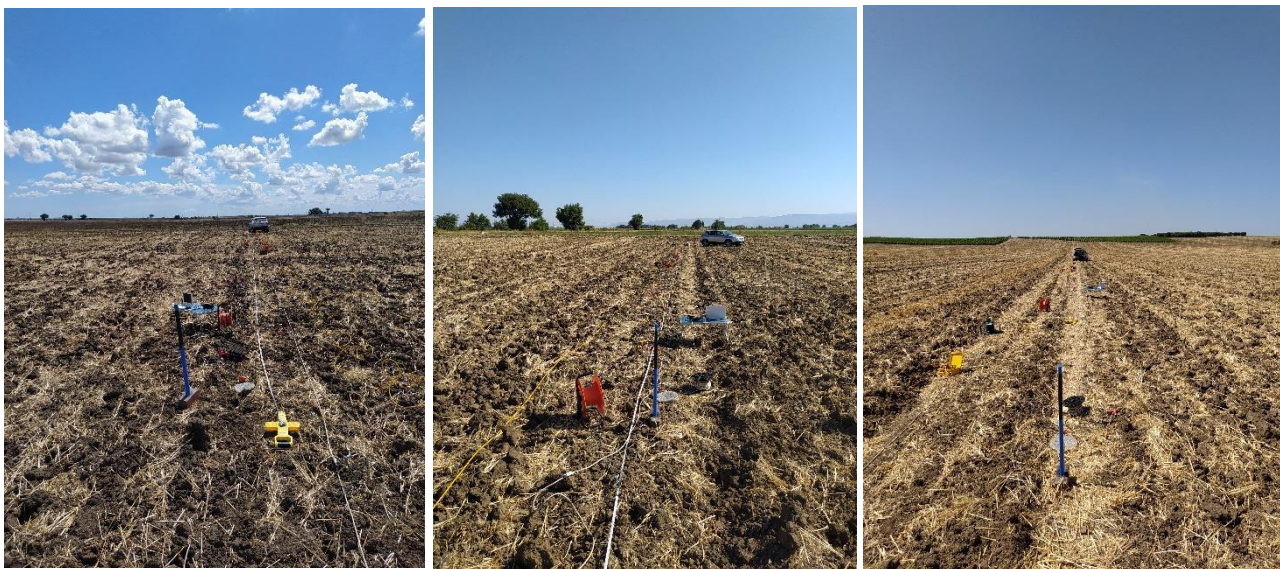
Modalità esecutive

Nel caso in oggetto, l'indagine sono stati realizzati n° 3 stendimenti 36 metri, lungo il quale sono stati disposti e collegati in serie 24 geofoni con frequenza di 4.5 Hz e distanza intergeofonica di 1.50 m. Sono stati realizzati n° 2 shots, mediante l'utilizzo di una massa battente del peso di 10 kg e l'energizzazione è avvenuta secondo il seguente modo:

- 2 shots esterni allo stendimento (0 m e 37.50 m);

La registrazione dei sismogrammi è stata effettuata mediante un sismografo DoReMi della "SARA e.i." a 16 bit; il processing dei dati è stato eseguito con il programma Winsism.

Gli stendimenti sismici a rifrazione e MASW sono paralleli agli stendimenti eseguiti per la tomografia elettrica



base 1

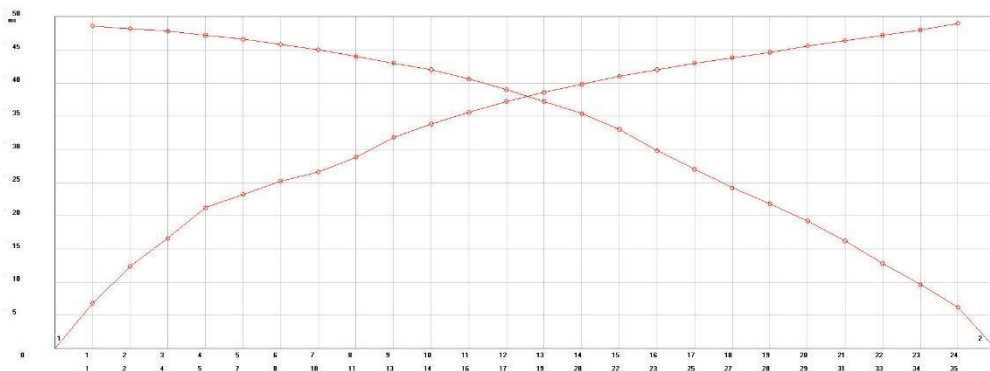
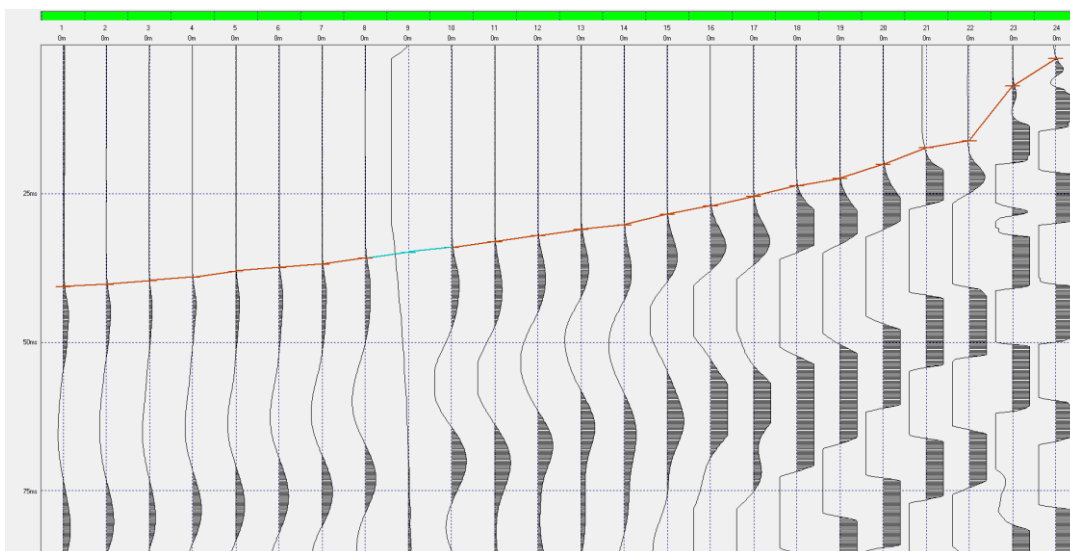
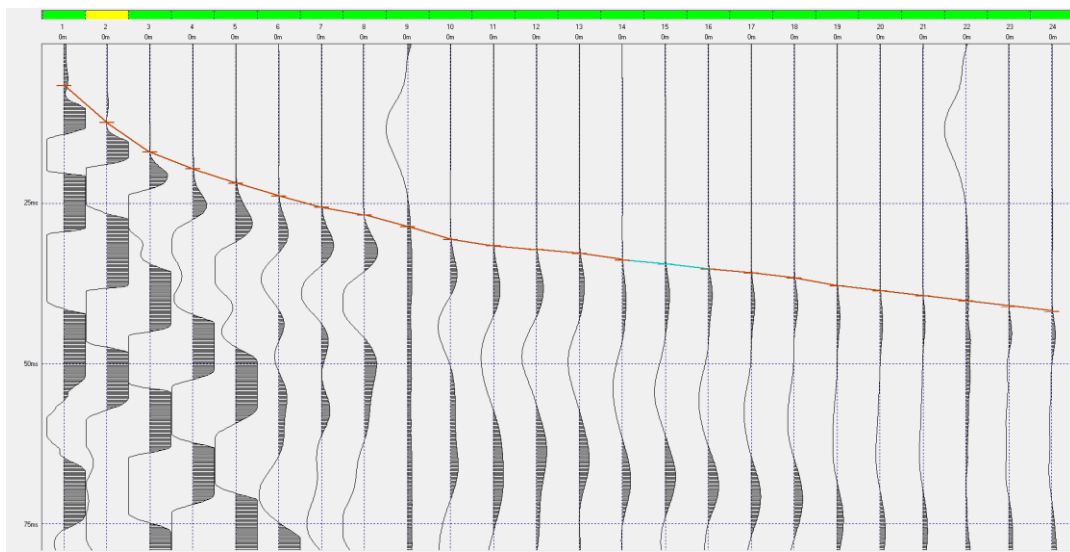
base 2

base 3

Ubicazione indagine sismica

X-ELIO LUCERA S.R.L.

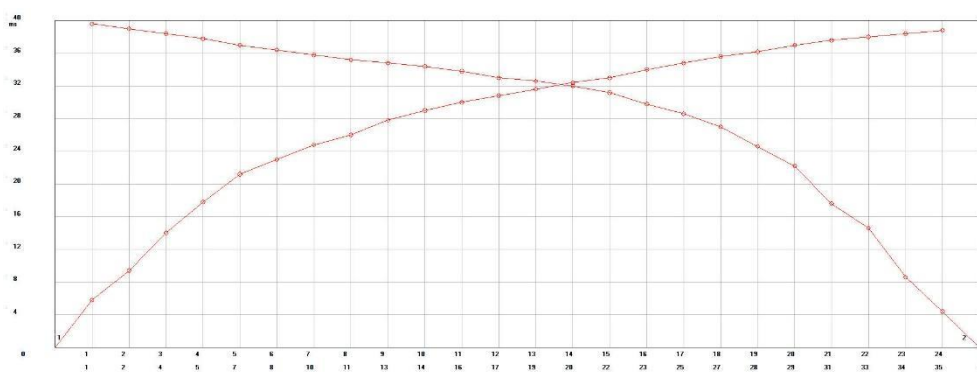
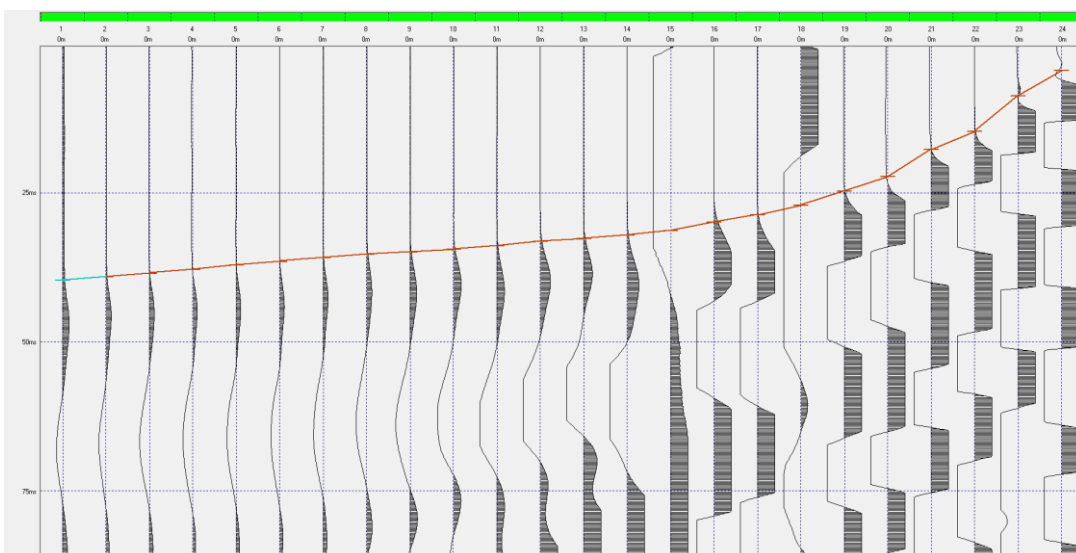
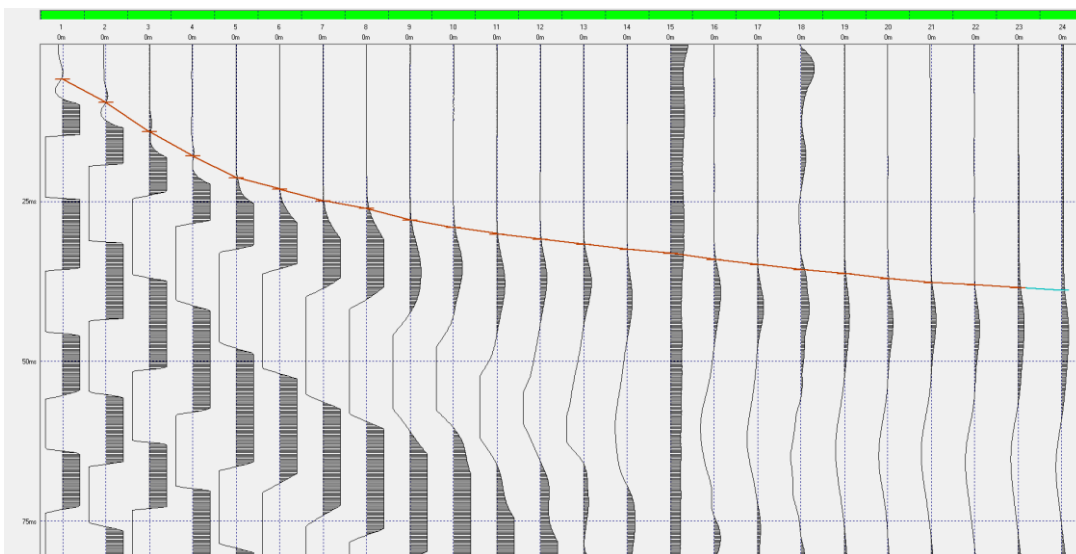
Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Base 1 - Sismogrammi e dromocrona, Vp

X-ELIO LUCERA S.R.L.

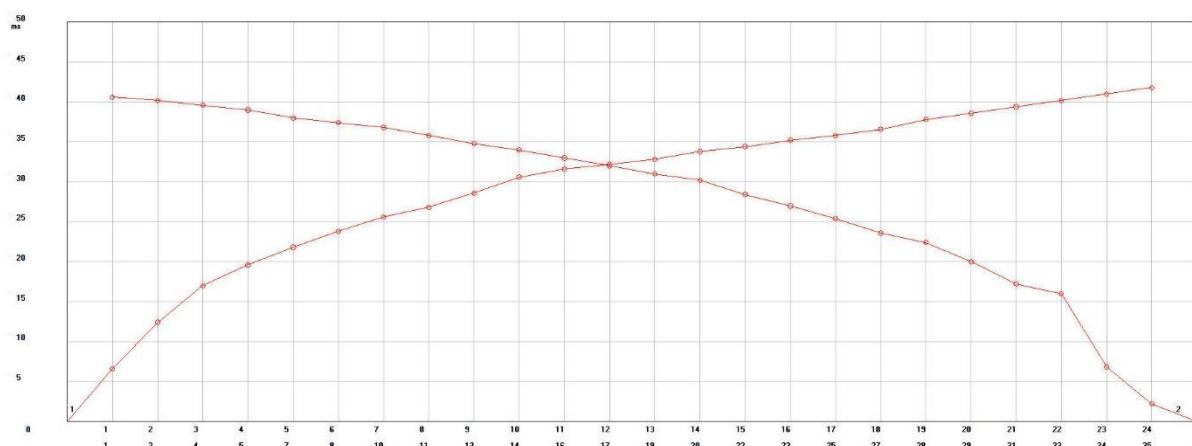
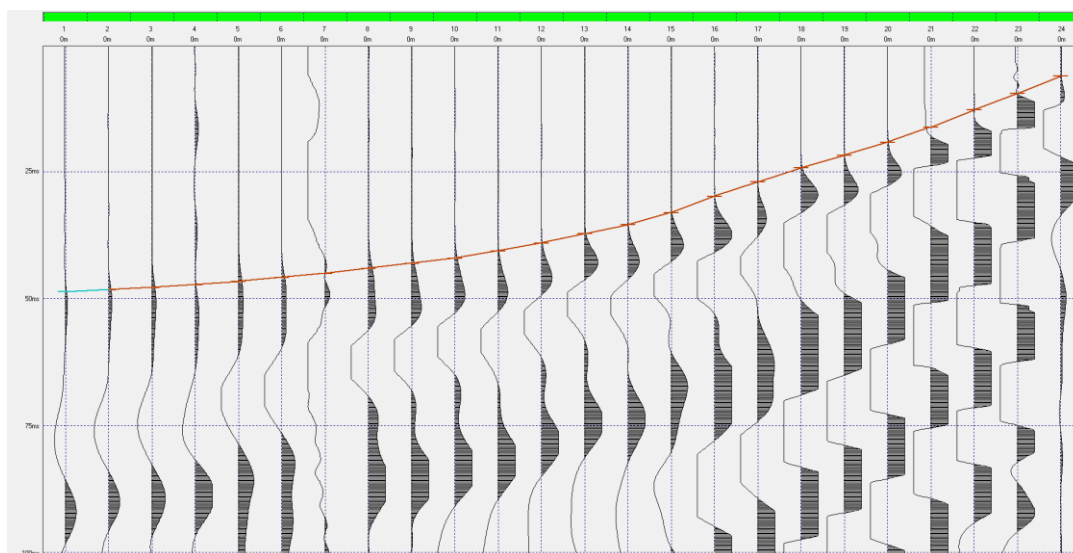
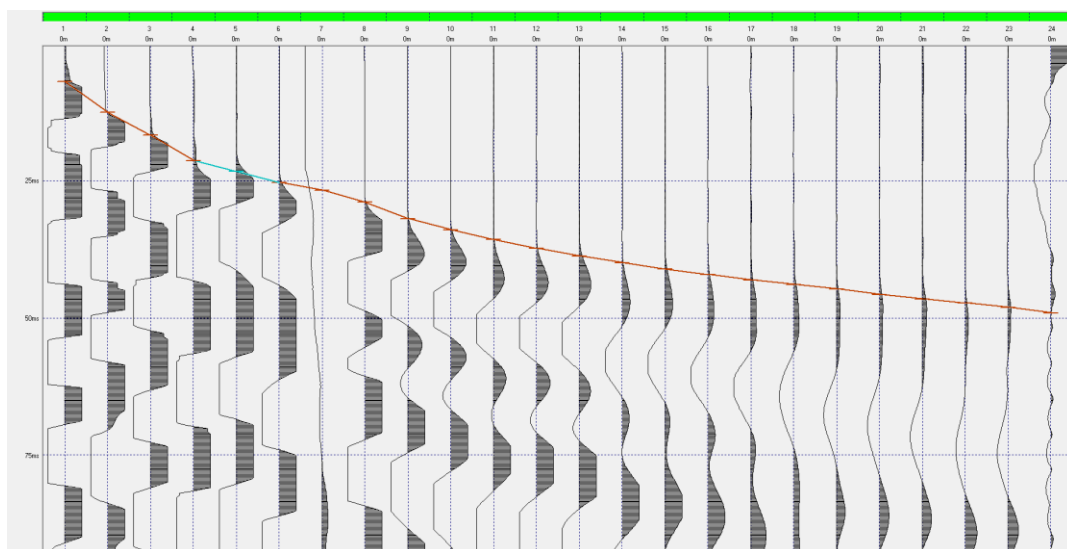
Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Base 2 - Sismogrammi e dromocrona, Vp

X-ELIO LUCERA S.R.L.

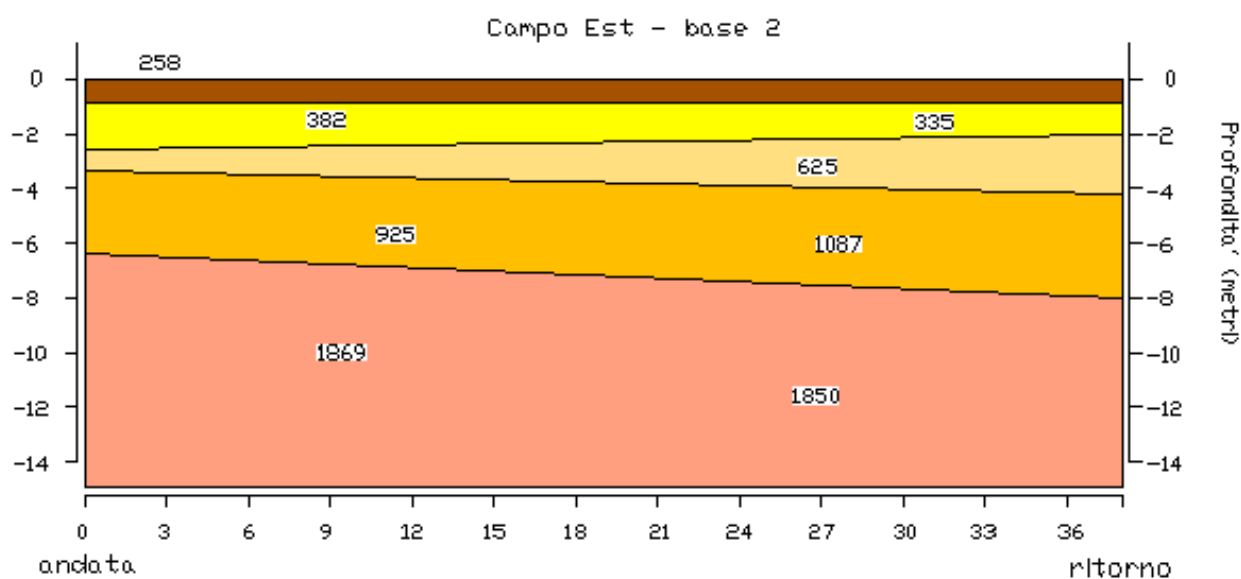
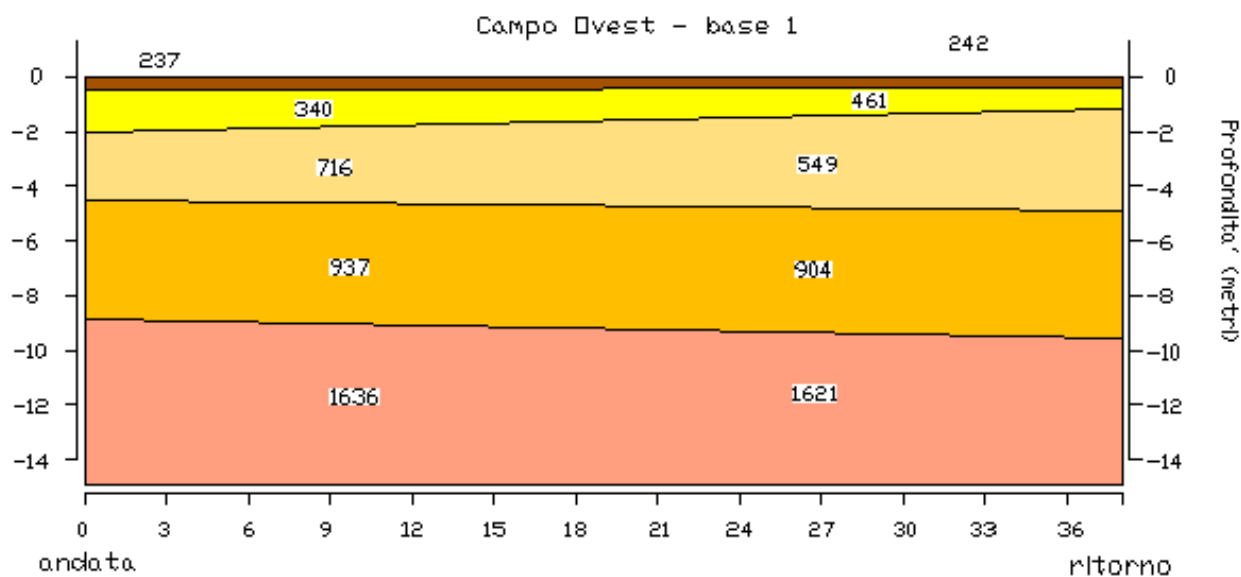
Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Base 3 - Sismogrammi e dromocrona, Vp

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

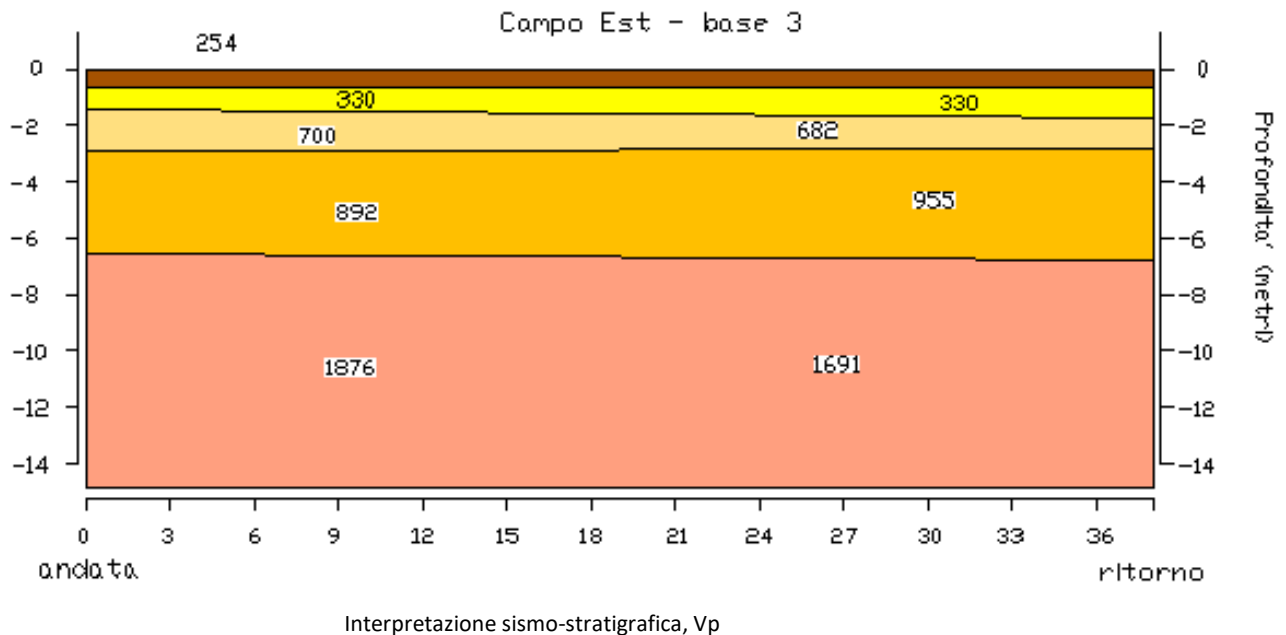


- 250-300 m/s - terreno agrario
- 350-400 m/s - limi argillosi poco compatti
- 600-700 m/s - limi argillosi mediamente compatti
- 900-1000 m/s - limi argillosi compatti
- 1600-1800 m/s - argille

Interpretazione sismo-stratigrafica, Vp

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Risultati dell'indagine sismica

In generale si evidenzia un graduale aumento delle velocità con la profondità, dovuto al progressivo aumento del grado di addensamento dei limi-argilloso-sabbiosi che costituiscono i terreni indagati.

- I orizzonte - presenta uno spessore di 0.50-0.80 m ed una velocità media delle onde P pari a 220-260 m/s ed è correlabile col terreno vegetale limo-sabbioso poco compatto;
- Il orizzonte – caratterizzato da una velocità delle onde P pari a 330-400 m/sec, è correlabile con limi-argillosi-sabbiosi con grado di compattezza basso;
- III orizzonte – la velocità delle onde P presenta un discreto aumento rispetto allo strato superiore, ad indicare un aumento dell'addensamento e la presenza di livelli argillosi.

PROVA "MASW"

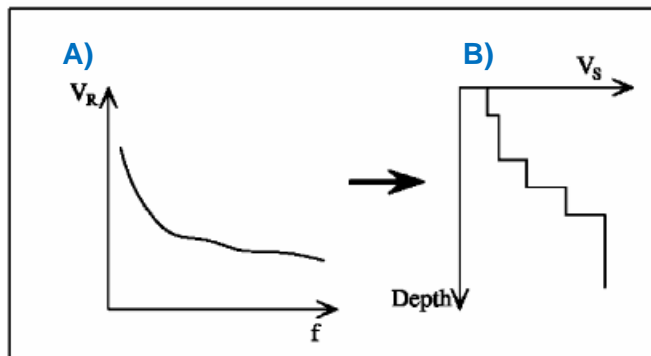
Cenni metodologici

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

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



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



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

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

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

fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato.

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

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

Modalità esecutive

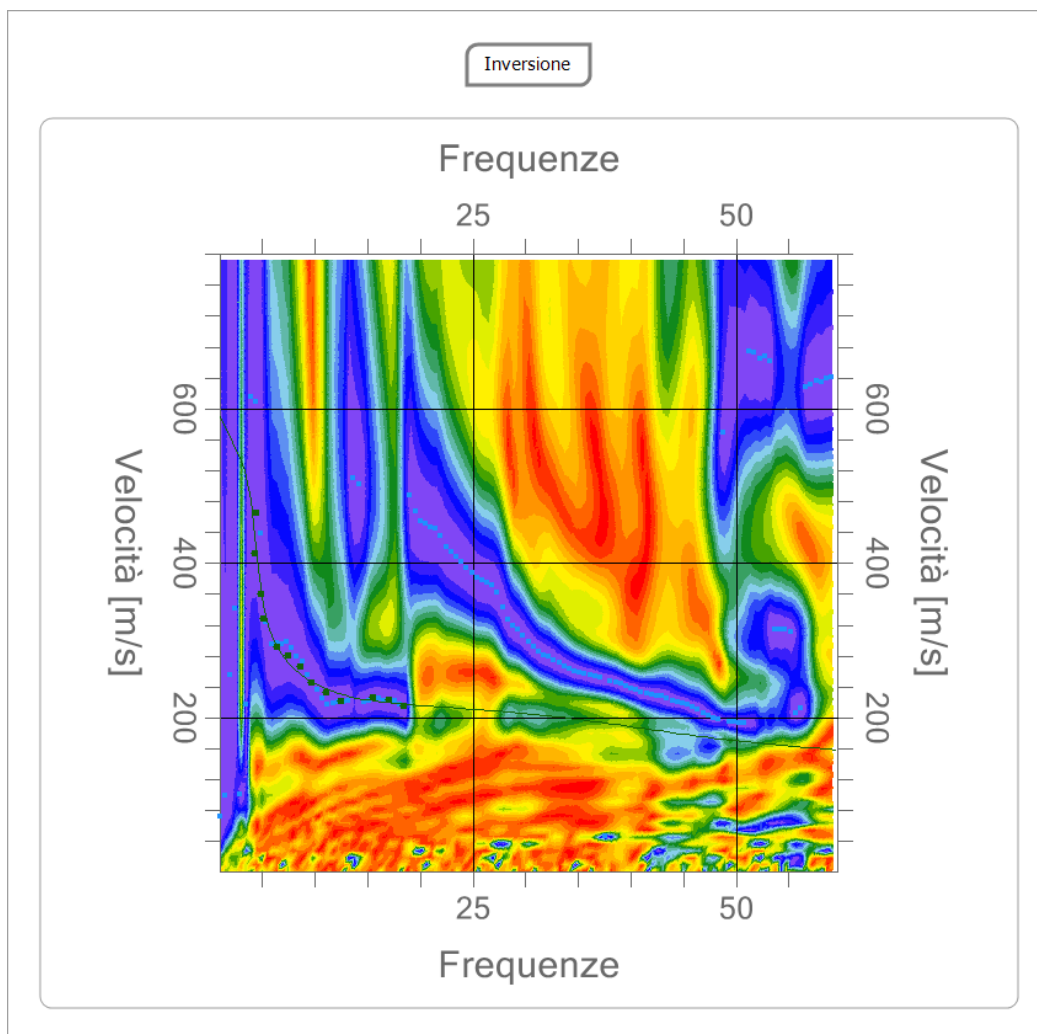
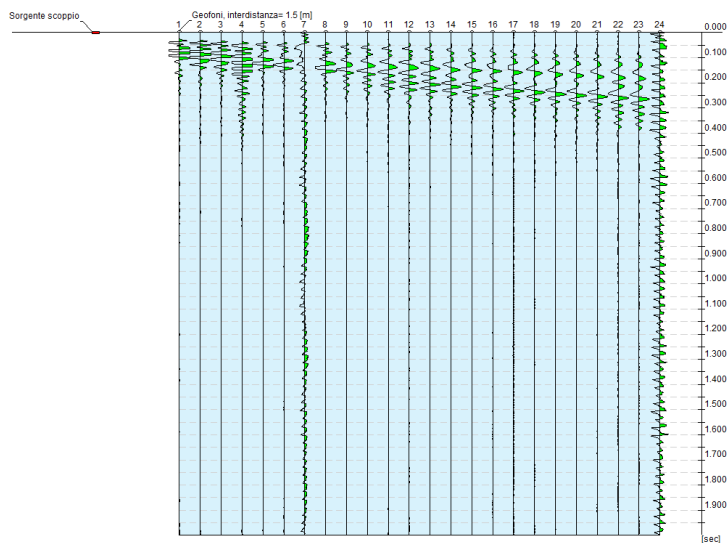
La modalità d'esecuzione è la stessa utilizzata per la sismica a rifrazione: uno stendimento singolo di lunghezza di 36 metri, lungo il quale sono stati disposti alternativamente e collegati in serie 24 geofoni con frequenza di 4.5 Hz e distanza intergeofonica di 1.50 m. Gli shots realizzati, mediante l'utilizzo di una massa battente del peso di 10 kg sono stati disposti nel secondo seguente modo:

- 2 shots esterni allo stendimento (-8 m e 44 m);

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

Elaborazione e analisi dei risultati

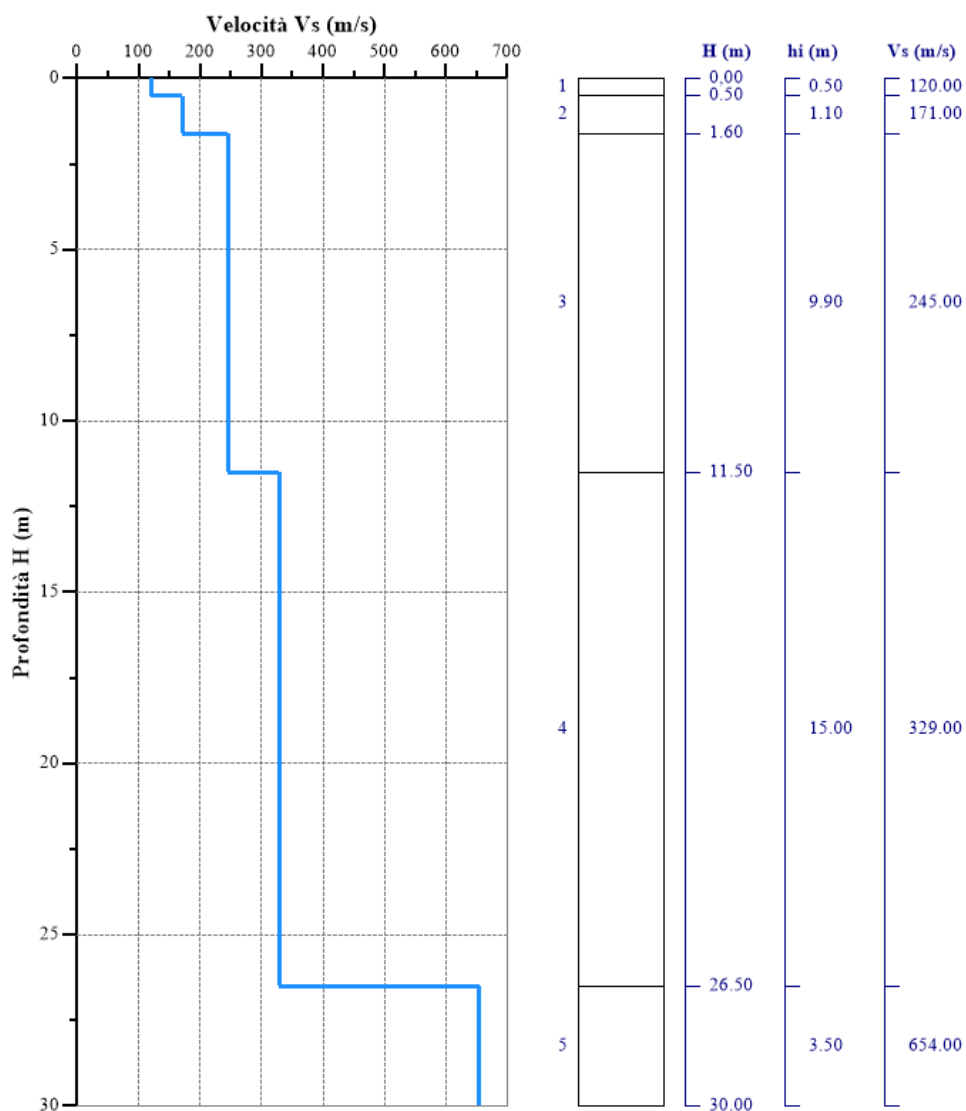
L'elaborazione, eseguita con il software della GeoStru "Easy Masw", ha consentito di determinare un profilo di velocità delle onde "S" fino ad oltre 30 m dal p.c.. La velocità delle onde di taglio, essendo legata alle caratteristiche dello scheletro del materiale, costituisce un parametro di grande rilevanza per la definizione delle caratteristiche geomeccaniche dei materiali. Risulta evidente che a velocità elevate corrispondono materiali con buone caratteristiche geomeccaniche, viceversa a bassi valori corrispondono materiali con scadenti caratteristiche geotecniche.



Base 1 - MASW – sismogramma e spettro

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

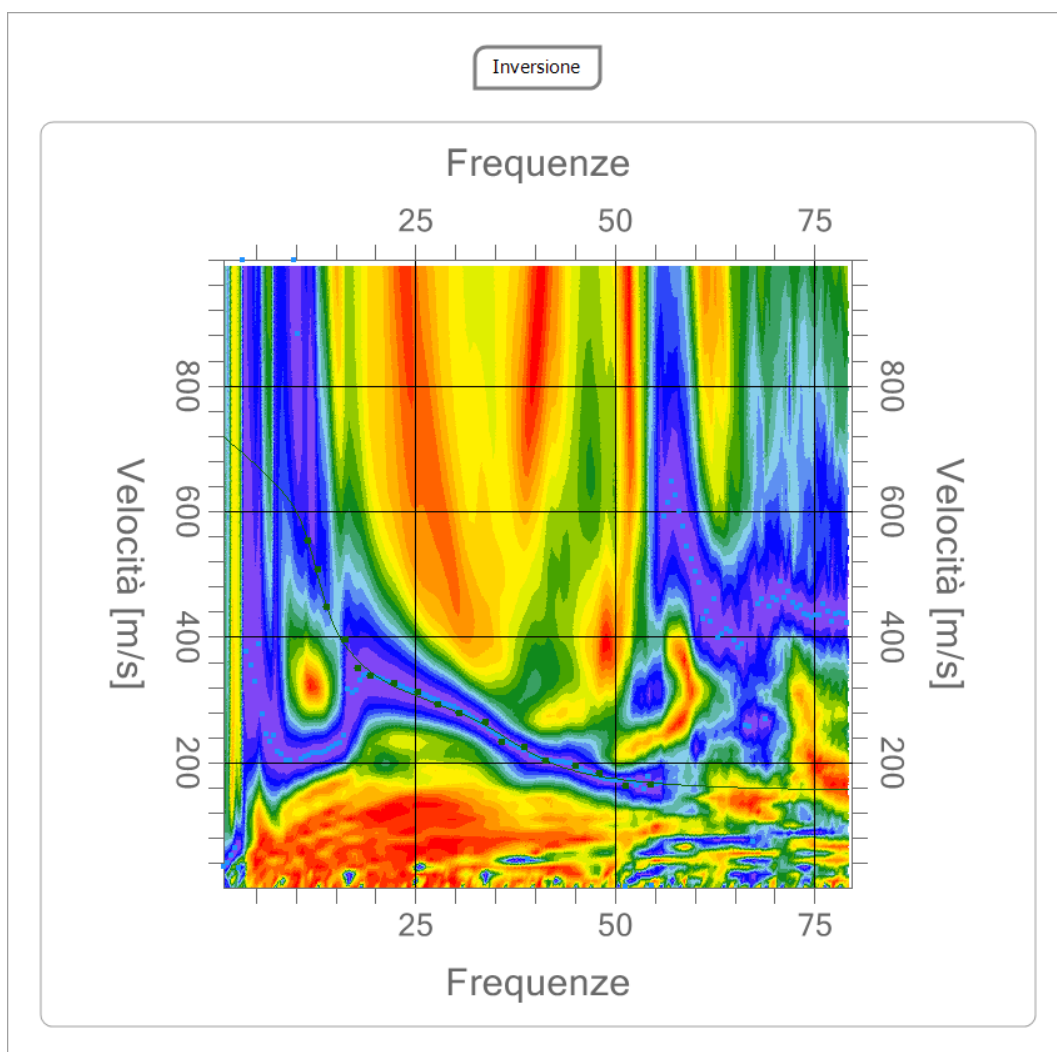
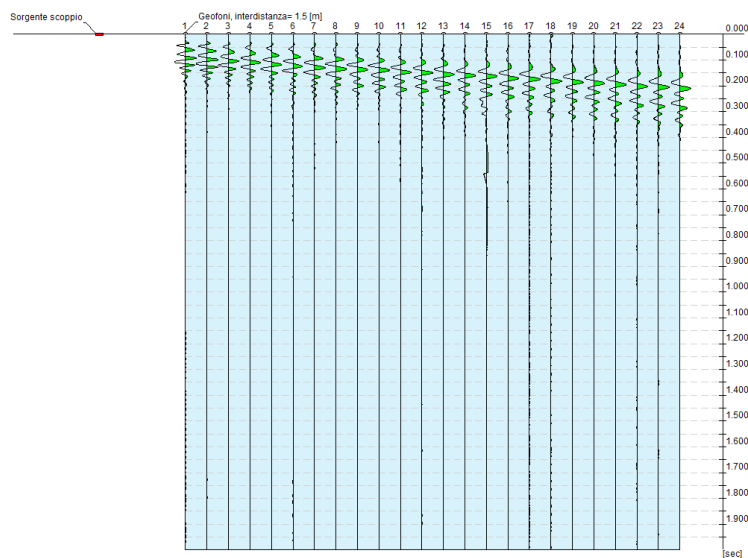


Base 1			
strato	profondità (m)	spessore (m)	Vs (m/s)
1	0.50	0.50	120
2	1.60	1.10	171
3	11.50	9.90	245
4	26.50	15.00	329
5	30.00	3.50	654
profondità scavo		0.00	m
Vs _{eq}		294	m/s
categoria sottosuolo			C

Base 1 - MASW – profilo di velocità (Vs)

X-ELIO LUCERA S.R.L.

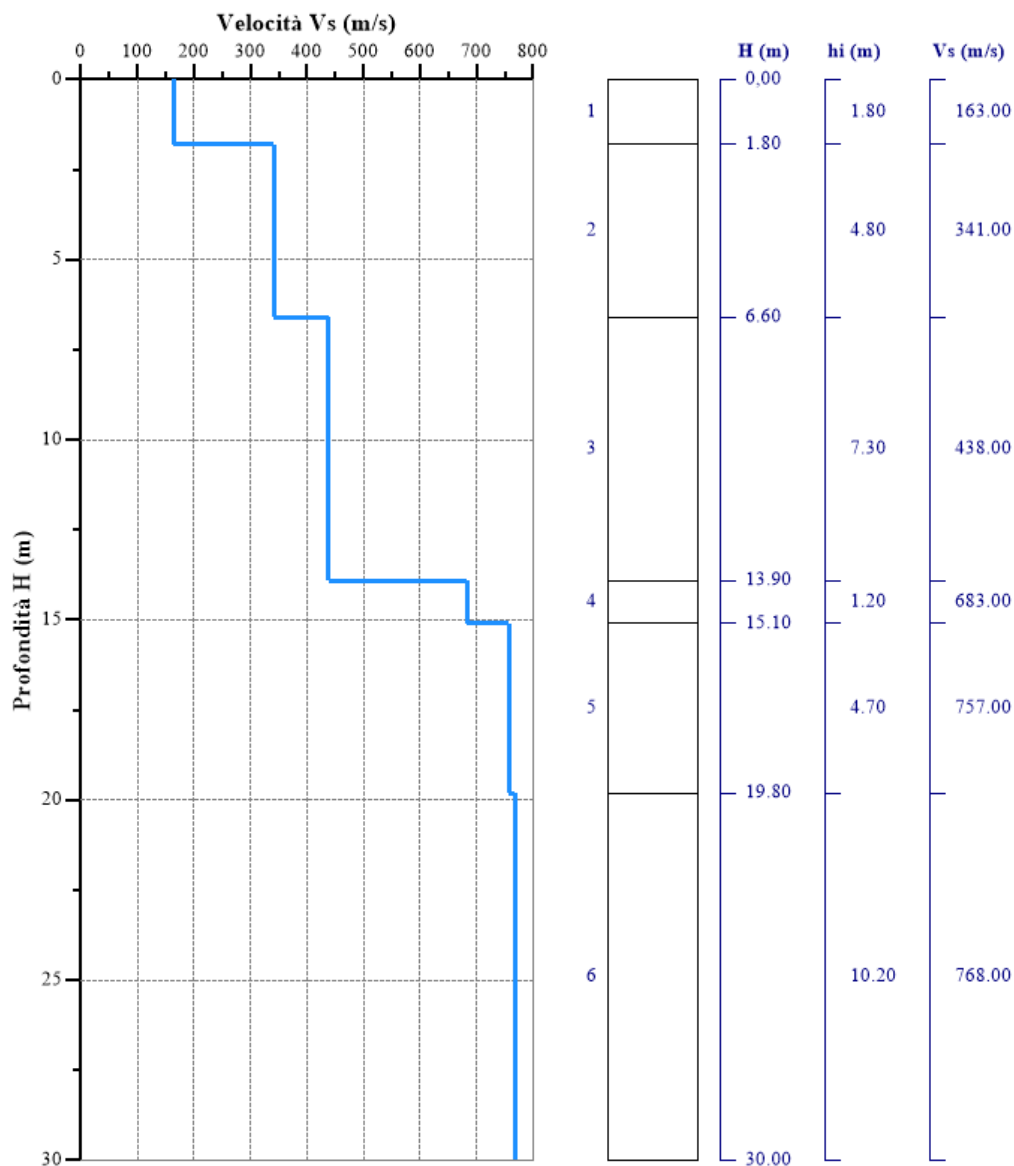
Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Base 2 - MASW – sismogramma e spettro

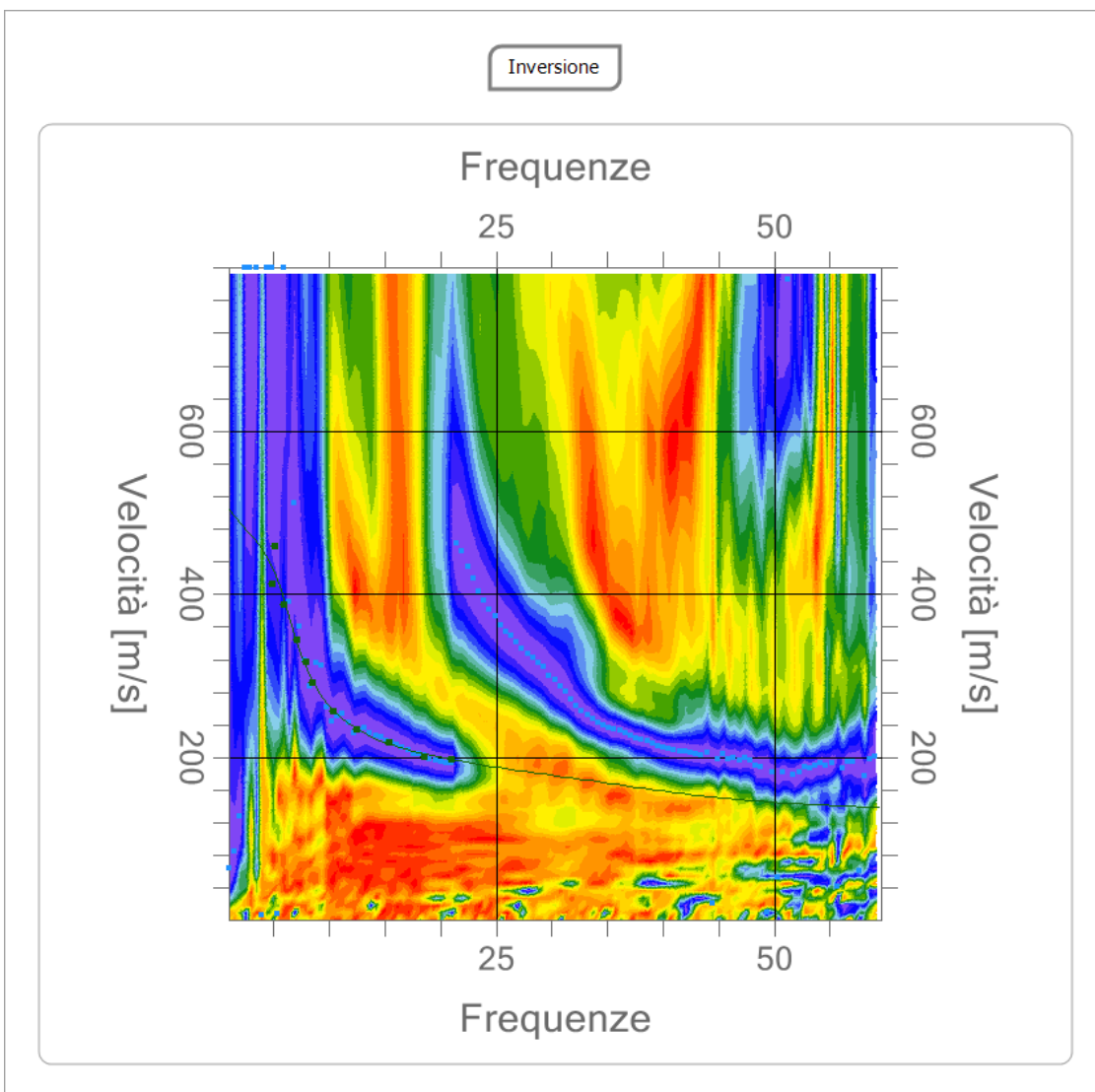
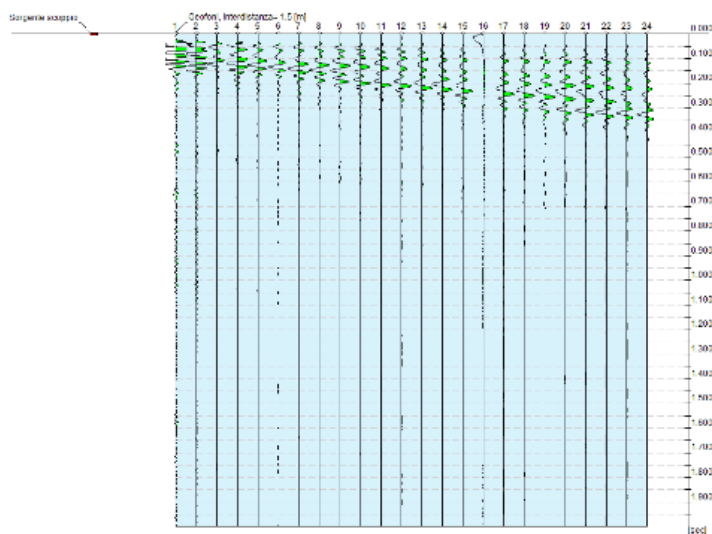


Base 2			
strato	profondità (m)	spessore (m)	Vs (m/s)
1	1.80	1.80	163
2	6.60	4.80	341
3	13.90	7.30	438
4	15.10	1.20	683
5	19.80	4.70	757
6	30.00	10.20	768
profondità scavo		0.00	m
Vs _{eq}		476	m/s
categoria sottosuolo			B

Base 2 - MASW – profilo di velocità (Vs)

X-ELIO LUCERA S.R.L.

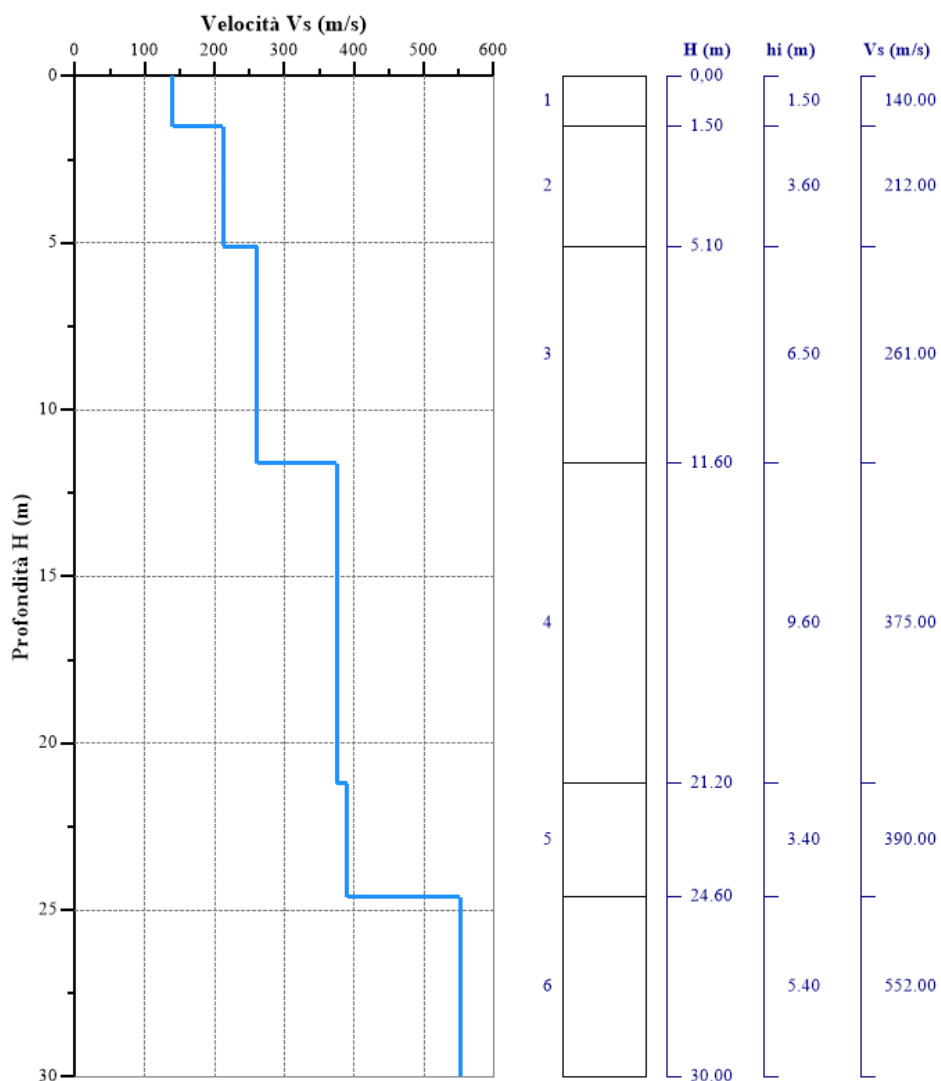
Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Base 3 - MASW – sismogramma e spettro

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Base 3			
strato	profondità (m)	spessore (m)	Vs (m/s)
1	1.50	1.50	140
2	5.10	3.60	212
3	11.60	6.50	261
4	21.20	9.60	375
5	24.60	3.40	390
6	30.00	5.40	552
profondità scavo		0.00	m
Vs _{eq}		310	m/s
categoria sottosuolo			C

Base 3 - MASW – profilo di velocità (Vs)

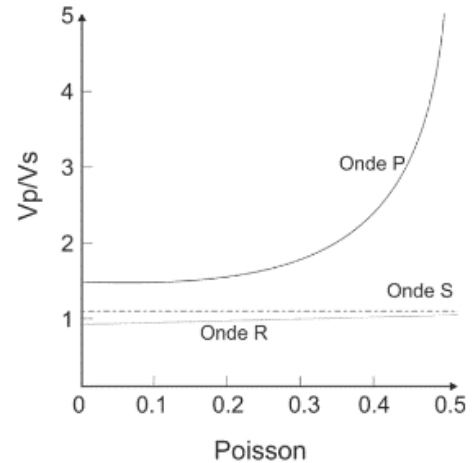
X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Parametri geofisici

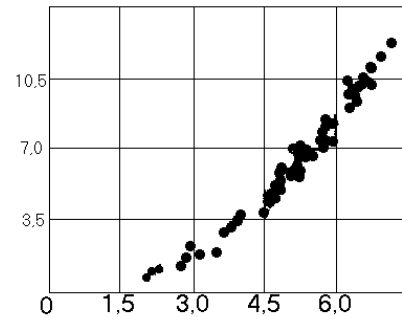
- μ Coeff. Poisson

$$\mu = \frac{0,5\left(\frac{V_P}{V_S}\right)^2 - 1}{\left(\frac{V_P}{V_S}\right)^2}$$



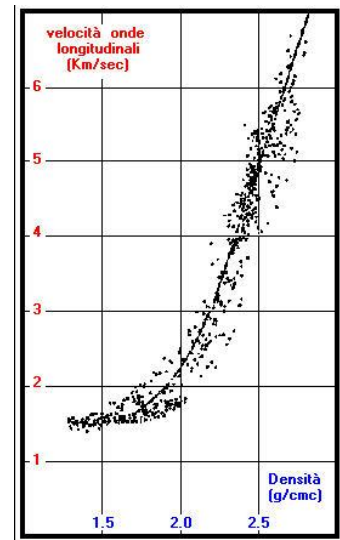
- **Ed** (modulo di Young dinamico) – Brown e Roberthshaw

$$E = \gamma V_S^2 \frac{3V_P^2 - 4V_S^2}{V_P^2 - V_S^2}$$



- γ (densità geofisica del terreno) Nate-Drake

$$\gamma_{din} = 0,51 \cdot V_P^{0.19}$$



- **G** (modulo di taglio) - Ohta & Goto $G = \gamma V_S^2$

- **R** (rigidità sismica) $R = V_S \cdot \gamma$

- λ Coeff. Lamè $\lambda = \gamma(V_P^2 - 2V_S^2)$

- Rapporto velocità sismiche $V_R = \frac{V_P}{V_S}$

- **K** Coeff. Bulk $K = \gamma(V_P^2 - \frac{4}{3}V_S^2)$

- Porosità Rzheshvsky e Novik (71) $\phi = \frac{5430 - V_P}{107}$

Sykora (87)
$$n = n_{max} - \frac{(3.28 \cdot V_S)^2}{(A \cdot (0.145 \cdot \sigma')^{0.5})}$$

Valori caratteristici dei parametri sismici

Parametri sismici		copertura	I orizzonte	II orizzonte	III orizzonte	IV orizzonte
spessore	m	0.70	1.00	1.50	4.70	>20
profondità	m	0.70	1.70	3.20	7.90	>20
velocità onde P	m/s	242	337	616	934	1697
velocità onde S	m/s	110	144	229	266	354
rapporto velocità V_R	m/s	2.20	2.33	2.69	3.50	4.79
modulo di Poisson μ	-	0.37	0.39	0.42	0.46	0.48
densità geofisica γ	g/cm ³	1.45	1.54	1.73	1.87	2.10
mod. dinamico taglio G	MPa	18	32	91	133	263
mod. dinamico Young E_d	MPa	48	89	257	387	776
coeff. Bulk K	MPa	62	132	536	1453	5680
coeff. Lamè λ	MPa	50	111	475	1364	5505
porosità ϕ	%	45	45	43	44	44

STAZIONE ELETTRICA UTENTE

In corrispondenza dell'area destinata alla Stazione Utente è stata eseguita una prova penetrometrica dinamica con il penetrometro PENNI 30 compac, con le seguenti caratteristiche:

- altezza di caduta $H = 0.20$ m;
- peso maglio $M = 30$ Kg;
- avanzamento = 10 cm;
- punta conica = 60-90°;
- diametro $D = 35.7$ mm;
- area base cono $A = 10$ cm²

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

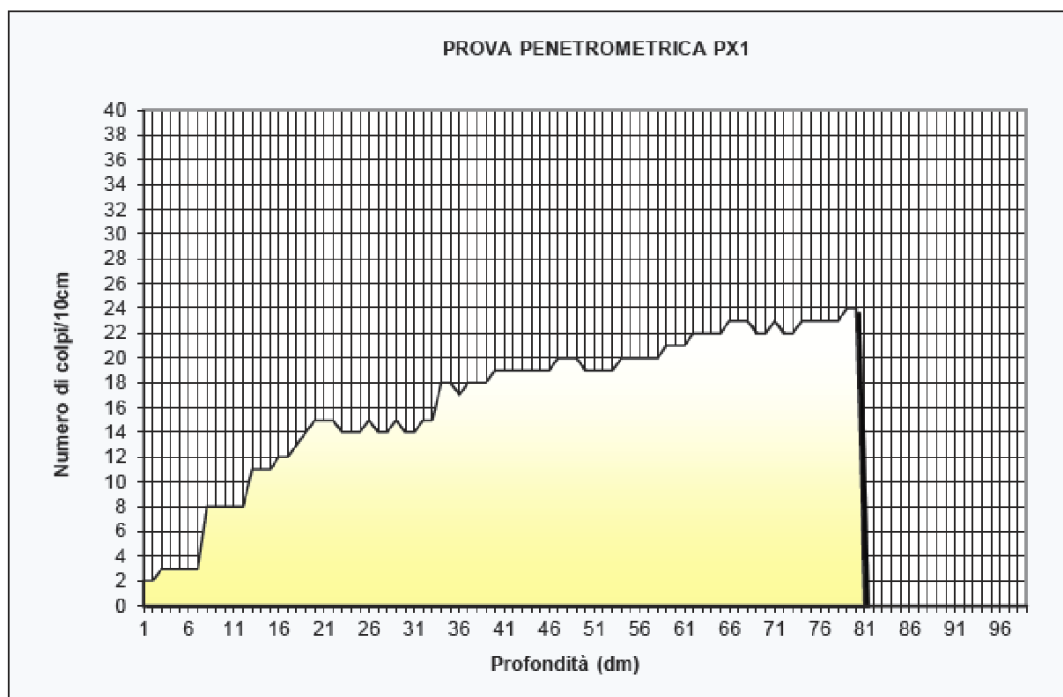
Litologia	Spessore (m)	Profondità (m)	Peso di volume (KN/m ²)	Nspt	Angolo di attrito (°)
Terreno agrario	0.80	0.80	16.78	3	23
Limo sabbioso	2.80	3.60	17.45	15	25
Limo sabbioso con argilla	>4.50	>9.00	19.35	17	33



Px1 ● penetrometria

Ubicazione indagini

Indagine	X	Y
Px1	532331.91	4604412.63



X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

SISMICITA'

Il basamento calcareo - dolomitico del Mesozoico presenta in corrispondenza del Tavoliere di Foggia una struttura a Horste Graben, originata da un sistema di faglie appenniniche parallele alla faglia marginale del Gargano ("Faglia del Candelaro"). In senso trasversale a tale direttrice, all'incirca parallelamente al fiume Ofanto, è possibile individuare un ulteriore notevole sprofondamento da faglia (Faglia dell'Ofanto) che contribuisce alla formazione di un gradino notevole tra le ultime propaggini Nord-occidentali delle Murge ed il basamento mesozoico del Tavoliere.

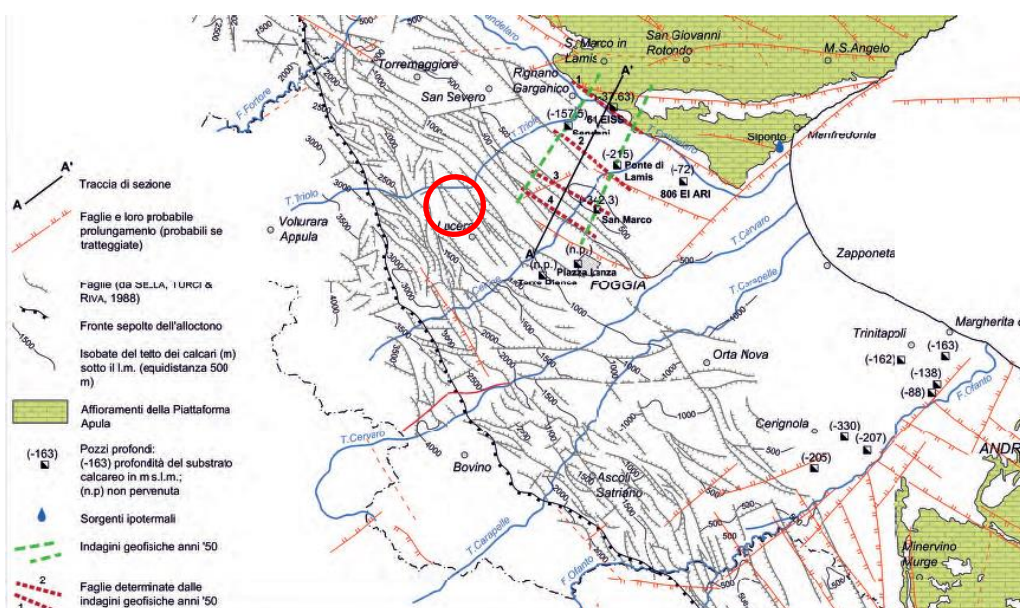


Fig. 14.6. L'andamento strutturale del Gargano e del Tavoliere con indicazione dei risultati delle indagini geofisiche e geofisiche condotte nella prima metà del secolo scorso. Indicazione dei pozzi profondi ubicati in destra Ofanto, delle sorgenti ipotermali e della Punta del ...
 - Structural setting of Gargano and Tavoliere with indication of the results from geophysical and geological surveys carried out in the first half of the 20th century. The wells located in the right bank of the Ofanto river, the hypothermal springs and Punta della Piana ...

Carta tettonico-strutturale

Le argille e sabbie argillose della serie pliocenico-calabrianica che sovrastano i calcari cretacei si presentano sino ad una profondità sotto il piano campagna che raggiunge anche valori dell'ordine di 1.000 m. Procedendo verso la Fossa bradanica il tetto dei calcari subisce successivi abbassamenti ad opera di un sistema di faglie di direzione appenninica, cui si associano abbassamenti dell'ordine dei 3.000÷4.000 m per la presenza di una serie di horst e graben.

Particolarmente interessanti sono anche le condizioni geologico-strutturali dell'estremità settentrionale della Faglia di Apricena, che delimita il promontorio del Gargano ad Ovest del lago di Lesina e dove tra le alluvioni recenti emergono, per un breve tratto, alcune rocce magmatiche cui viene dato in genere il nome di "Pietre Nere".

Dal punto di vista sismico, il Tavoliere foggiano si configura come un'area che, oltre ad essere caratterizzata dalla presenza di alcune potenziali sorgenti sismogenetiche, risente anche dell'elevata sismicità di alcune zone contermini quali quelle del Matese, del Beneventano, dell'alta Irpinia e Garganico-molisana, aree nelle quali si sono verificati alcuni dei maggiori terremoti della storia sismica italiana. Pur essendo caratterizzata

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

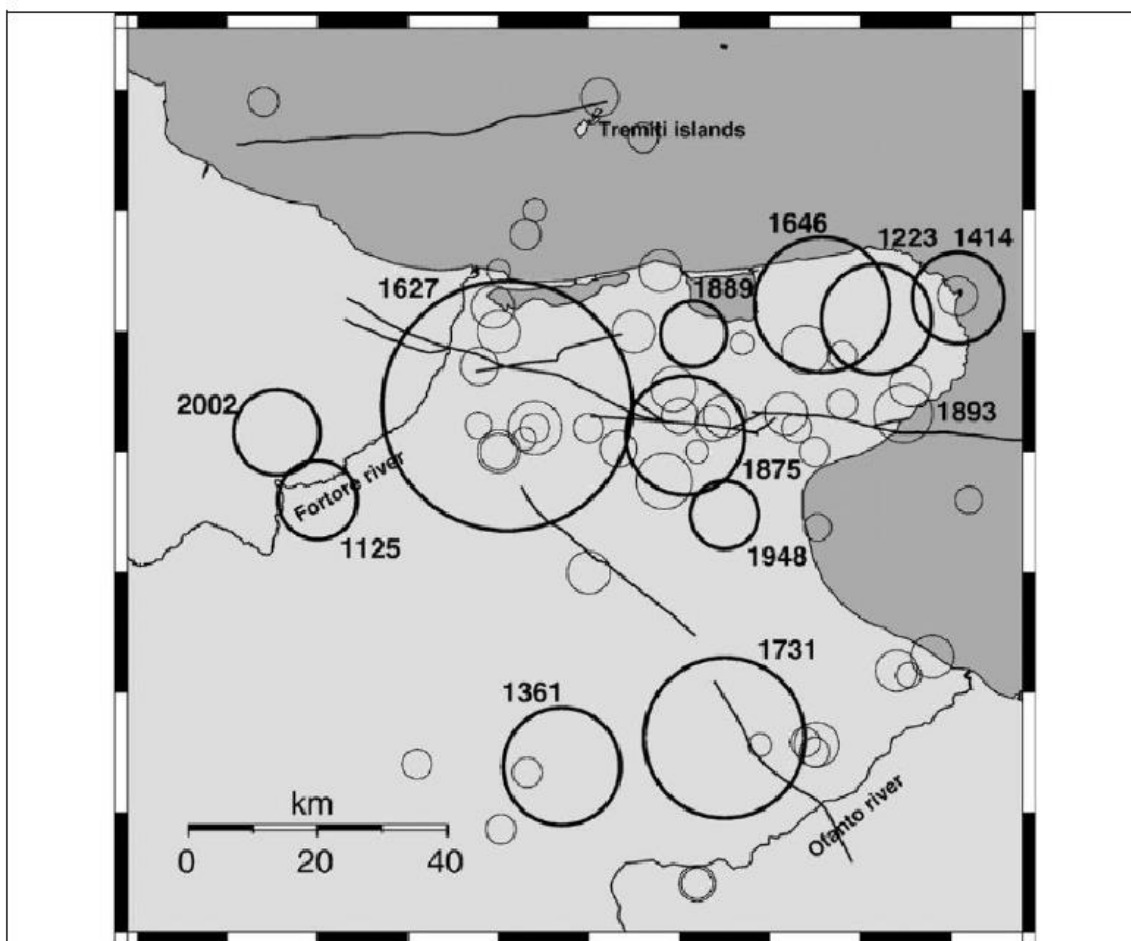
da un tasso di sismicità sensibilmente più basso della vicina zona situata a cavallo tra il Molise e il Gargano, l'area del Tavoliere di Puglia è stata colpita in tempi storici da due importanti eventi distruttivi: il terremoto di Ascoli Satriano del 27/12/1361 e il terremoto del Foggiano del 20/03/1731. In particolare, quest'ultimo terremoto colpì pesantemente proprio il Tavoliere centro-meridionale, causando gravi distruzioni soprattutto a Foggia (dove si ebbero 500 morti) e a Cerignola (con circa un migliaio di vittime), oltre che nelle circostanti aree rurali.

Nel caso degli eventi distruttivi che hanno colpito la Capitanata, un ruolo importante nel determinarne le pesanti conseguenze l'hanno avuto sia l'effetto moltiplicativo del danno prodotto dalla risposta di sito che l'attivazione di strutture sismogenetiche locali. Quest'ultimo fattore è di rilevante importanza in quanto smentisce la diffusa opinione secondo cui la sismicità del nord della Puglia sarebbe principalmente associata al promontorio garganico.

Uno studio delle strutture del sottosuolo condotto dall'Università di Pisa (Patacca & Scandone, 2001) ha invece messo in evidenza l'esistenza di una faglia ad andamento NW-SE, denominata "faglia Foggia-Cerignola", che mostra evidenze di attività recenti e che è ritenuta potenzialmente sismogenetica. Essa viene inoltre ritenuta responsabile dell'evento sismico del 20/03/1731, caratterizzato da livelli massimi di danneggiamento del IX grado della scala Mercalli.

I dati e le osservazioni sismologiche di epoca storica relativi al Tavoliere meridionale segnalano dunque eventi di intensità macrosismica di VIII e IX grado M.C.S.. Per ottenere informazioni relative all'attività sismica di epoca più recente, si è invece proceduto alla consultazione dei database dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. In particolare, sono stati consultati i seguenti database:

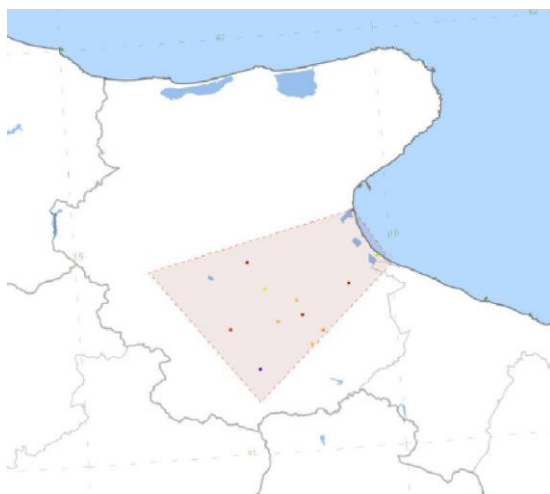
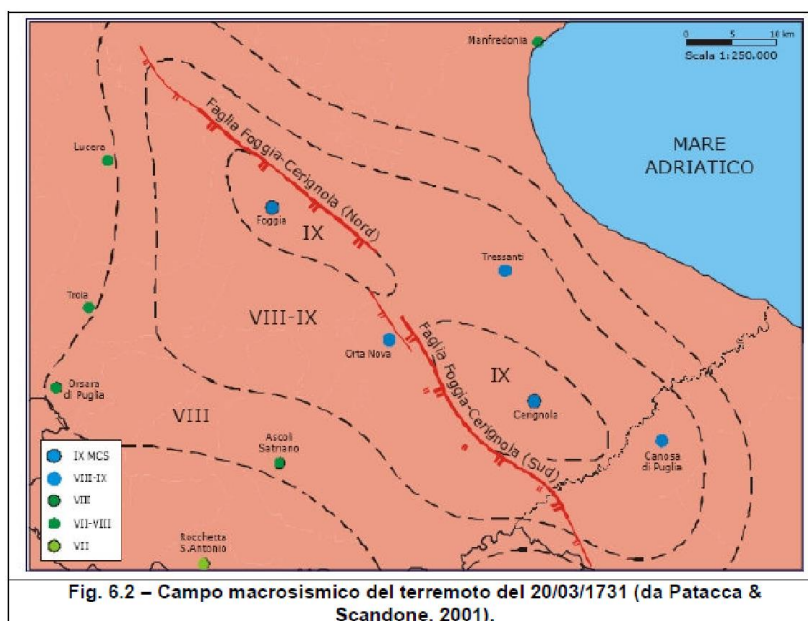
- CPTI15 Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015, che fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti d'interesse per l'Italia con intensità massima ≥ 5 o magnitudo ≥ 4.0 nella finestra temporale 1000-2014;
- DBMI15 Database Macrosismico Italiano 2015, che fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti d'interesse per l'Italia con intensità massima ≥ 5 nella finestra temporale 1000-2014.



List of historical earthquakes of northern Apulia with epicentral intensity $I_0 \geq VII$ MCS (data from CPTI Working Group, 2004); I_{max} = maximum intensity; M_w = moment magnitude estimated (from macroseismic data)

Date	Latitude (N)	Longitude (E)	I_{max}	I_0	M_w	Zone
1125.10.11	41.60	15.00	IX	VIII	5.7	Molise
1223	41.85	16.03	IX	IX	6.0	Gargano
1361.07.17	41.23	15.45	X	IX	6.1	Ascoli Satriano
1414	41.88	16.18	VIII-IX	VIII-IX	5.8	Vieste
1627.07.30	41.73	15.35	X	X	6.7	Gargano
1646.05.31	41.87	15.93	IX-X	IX-X	6.2	Gargano
1657.01	41.83	15.33	-	VII	5.2	Apricena
1731.03.20	41.27	15.75	IX	IX	6.3	Foggiano
1739.02.13	41.50	15.50	-	VII	5.2	Foggia
1783.11.15	41.67	15.33	-	VII	5.2	San Severo
1841.02.21	41.63	15.64	VII-VIII	VII-VIII	5.4	S. Marco in Lamis
1864.12.28	41.83	15.58	-	VII	5.2	Sannicandro Garganico
1869.03.31	41.72	15.75	-	VII	5.2	San Giovanni Rotondo
1871.08.01	41.92	15.63	-	VII	5.2	Torre Mileto
1875.12.06	41.69	15.68	VIII	VII-VIII	6.1	S. Marco in Lamis
1889.12.08	41.83	15.69	VII	VII	5.6	Apricena
1893.08.10	41.72	16.08	VIII-IX	VIII	5.4	Mattinata
1894.03.25	41.87	15.32	VII	VII	5.2	Lesina
1912.07.02	41.38	16.13	-	VII	5.2	Trinitapoli
1948.08.18	41.58	15.75	VII-VIII	VII-VIII	5.6	Northern Apulia
1951.01.16	41.81	15.90	VII	VII	5.3	Gargano
1955.02.09	41.72	15.88	VII-VIII	VII	5.2	Monte Sant'Angelo

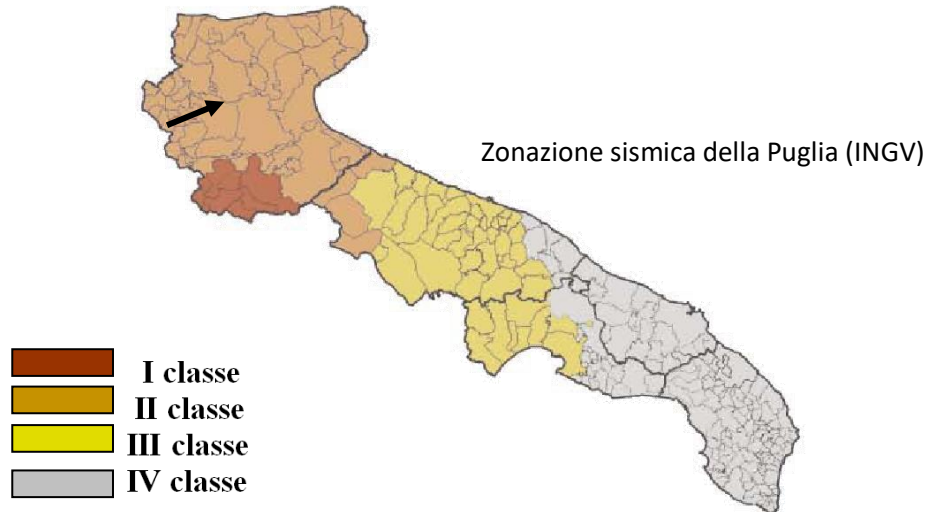
Fig. 5.1 – Principali eventi macrosismici con epicentro localizzato nella Puglia settentrionale (da Del Gaudio et Al., 2007).



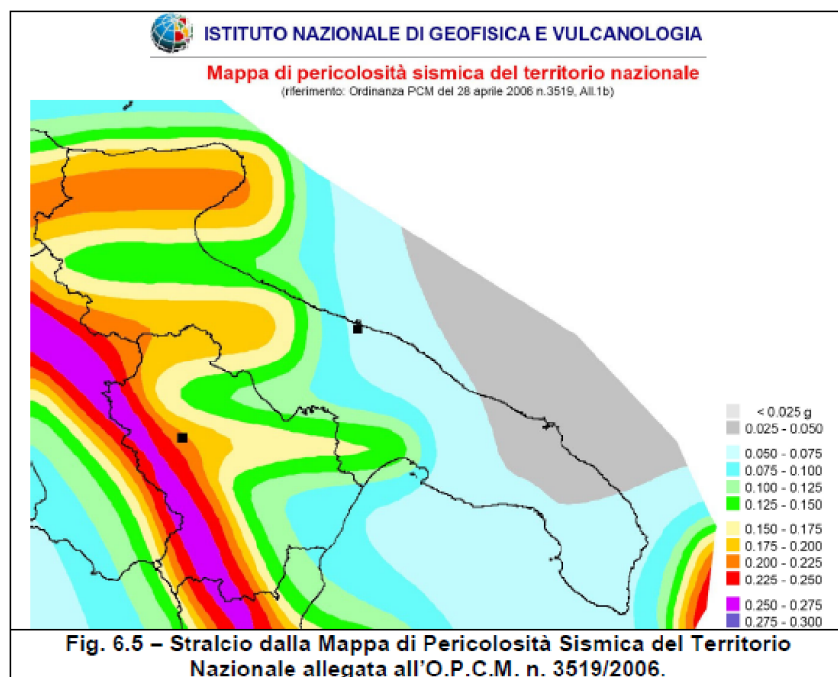
Il database DBMI15 ha consentito di verificare che, all'interno dell'area perimetrata nella figura a fianco, si sono verificati complessivamente n. 11 eventi di intensità macrosismica compresa tra 5 e 10, così come elencati nella tabella annessa. Dal catalogo CPTI15 si è invece potuto appurare che, nella medesima area, negli ultimi 100 anni si sono verificati n. 5 eventi sismici di magnitudo superiore a 4. Le date, l'ubicazione delle aree epicentrali e le magnitudo dei suddetti eventi sismici sono riportati in tabella.

PlaceID	Place Name	Prov	Imax	EQs
IT_62092	Ascoli Satriano	FG	10	41
IT_62107	Carapelle	FG	6-7	16
IT_62116	Castelluccio dei Sauri	FG	7-8	25
IT_62153	Cervaro	FG	6	1
IT_62146	Foggia	FG	9	84
IT_62220	Ortona	FG	6-7	15
IT_62222	Orta Nova	FG	8-9	44
IT_62247	Stornara	FG	7	18
IT_62248	Stornarella	FG	6-7	22
IT_62134	Tressanti	FG	8-9	1
IT_62202	Zapponeta	FG	5	13

Facendo espresso riferimento al vigente strumento di classificazione sismica del territorio italiano, redatto nel 2004 in recepimento delle disposizioni contenute nell'O.P.C.M. n. 3274/2003 (recepte dalla Regione Puglia con D.G.R. n. 153/2004), il territori amministrativi dei Comuni di Lucera (Campi agrovoltaici) e di San Severo (Stazione elettrica) ricadono interamente in "Zona 2", ovvero in area a sismicità medio-alta.



Volendo invece esprimere la pericolosità sismica in termini di massima accelerazione sismica del suolo di probabilità statisticamente apprezzabile, si può fare riferimento alle indicazioni contenute nella "Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale" redatta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e pubblicata in allegato all'O.P.C.M. n. 3519/2006 sulla G.U. n. 108 dell'11 maggio 2006.



X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

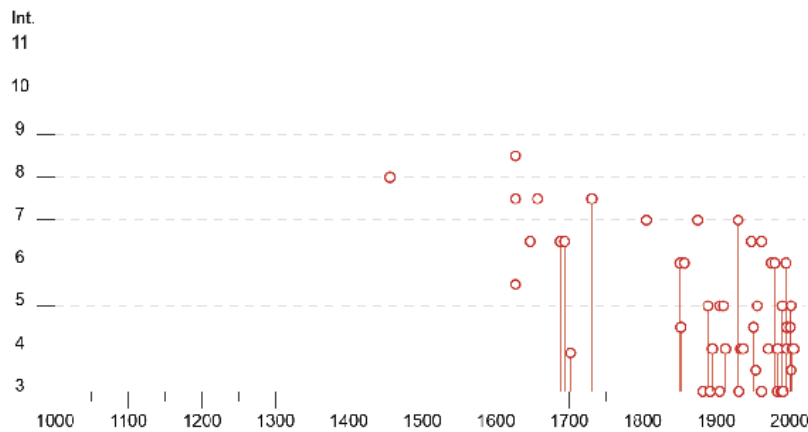
Sismicità storica

16/09/23, 18:05

CPT115-DBM115 v4 - Lucera

Lucera

PlaceID IT_62194
 Coordinates (lat, lon) 41.508, 15.335
 Municipality (ISTAT 2015) Lucera
 Province Foggia
 Region Puglia
 No. of reported earthquakes 58



Effects		Reported earthquakes								
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
8	1456	12	05				Appennino centro-meridionale	199	11	7.19
7-8	1627	07	30	10	50		Capitanata	64	10	6.66
5-6	1627	08	07	16	40		Capitanata	5	9	6.03
8-9	1627	09	06	15	50		Capitanata	2	8-9	5.80
6-7	1647	05	05	12	30		Gargano	5	7-8	5.69
7-8	1657	01	29	02			Capitanata	12	8-9	5.96
6-7	1688	06	05	15	30		Sannio	215	11	7.06
6-7	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
7	1702	03	17	05			Sannio-Irpinia	37	10	6.56
7-8	1731	03	20	03			Tavoliere delle Puglie	49	9	6.33
7	1805	07	26	21			Molise	220	10	6.68
6	1851	08	14	13	20		Vulture	103	10	6.52
4-5	1852	12	09	21	15		Gargano	12	5	4.31
6	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
7	1875	12	06				Gargano	97	8	5.86
3	1882	06	06	05	40		Isernino	50	7	5.20
5	1889	12	08				Gargano	122	7	5.47
3	1892	06	06				Isole Tremiti	60	6	4.68
4	1893	01	25				Vallo di Diano	134	7	5.15
4	1895	08	09	17	38	2	Adriatico centrale	103	6	5.11
5	1905	08	18	04	07		Tavoliere delle Puglie	41	5	4.61

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Effects		Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw	
3	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95	
NF	1905	11	26				Irpinia	122	7-8	5.18	
NF	1908	09	16	20	15		Gargano	14	3-4	3.72	
5	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8	5.76	
4	1913	10	04	18	26		Molise	205	7-8	5.35	
7	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67	
2-3	1930	10	30	07	13		Senigallia	268	8	5.83	
3	1931	05	10	10	48	5	Irpinia	43	5-6	4.64	
4	1933	03	07	14	39		Irpinia	42	6	4.96	
4	1937	12	15	21	25		Tavoliere delle Puglie	16	4-5	4.58	
6-7	1948	08	18	21	12	2	Gargano	58	7-8	5.55	
4-5	1951	01	16	01	11		Gargano	73	7	5.22	
3-4	1954	10	26	02	25		Gargano	8	4-5	4.72	
2	1956	01	09	00	44		Materano	45	6	4.72	
5	1956	09	22	03	19	3	Gargano	57	6	4.64	
3	1962	01	19	05	01	2	Gargano	31	5	4.42	
6-7	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15	
2	1967	06	17	15	42	5	Gargano	16	5	4.46	
4	1971	05	06	03	45	0	Irpinia	68	6	4.83	
6	1975	06	19	10	11		Gargano	61	6	5.02	
6	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81	
2	1984	04	29	05	02	5	Umbria settentrionale	709	7	5.62	
4	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86	
3	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7	5.47	
3	1989	03	11	21	05		Gargano	61	5	4.34	
5	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77	
3	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08	
6	1995	09	30	10	14	3	Gargano	145	6	5.15	
4	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90	
4-5	1996	11	10	23	23	1	Tavoliere delle Puglie	55	5-6	4.35	
NF	1997	03	19	23	10	5	Sannio-Matese	284	6	4.52	
4-5	2001	07	02	10	04	4	Tavoliere delle Puglie	60	5	4.26	
5	2002	10	31	10	32	5	Molise	51	7-8	5.74	
5	2002	11	01	15	09	0	Molise	636	7	5.72	
3-4	2002	11	12	09	27	4	Molise	174	5-6	4.57	
4	2003	12	30	05	31	3	Molise	326	4-5	4.53	
4	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64	

X-ELIO LUCERA S.R.L.

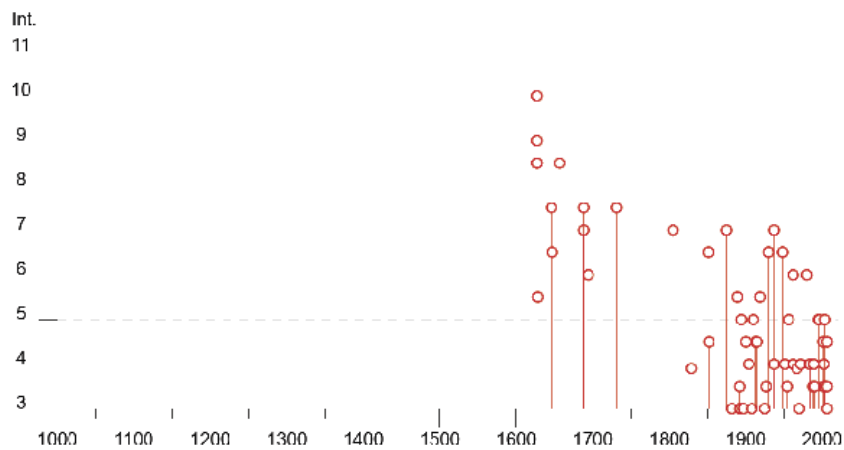
Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

18/09/23, 18:08

CPT115-DBM115 v4 - San Severo

San Severo

PlaceID IT_62243
 Coordinates (lat, lon) 41.685, 15.381
 Municipality (ISTAT 2015) San Severo
 Province Foggia
 Region Puglia
 No. of reported earthquakes 68



Effects	Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
10	1627	07	30	10	50		Capitanata	64	10	6.66
8-9	1627	07	30	11	05		Capitanata	1	8-9	5.80
9	1627	08	07	16	40		Capitanata	5	9	6.03
8-9	1627	09	06	15	50		Capitanata	2	8-9	5.80
5-6	1628	07	12				Capitanata	1	5-6	4.40
7-8	1646	05	31				Gargano	35	10	6.72
6-7	1647	05	05	12	30		Gargano	5	7-8	5.69
8-9	1657	01	29	02			Capitanata	12	8-9	5.96
7	1688	06	05	15	30		Sannio	215	11	7.06
7-8	1688	07	23				Capitanata	3	7-8	5.33
6	1694	09	08	11	40		Trpinia-Basilicata	251	10	6.73
7-8	1731	03	20	03			Tavoliere delle Puglie	49	9	6.33
7	1805	07	26	21			Molise	220	10	6.68
4-5	1829	07	03	13			Gargano	2	4-5	3.93
6-7	1851	08	14	13	20		Vulture	103	10	6.52
4-5	1852	12	09	21	15		Gargano	12	5	4.31
2	1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8	5.85
7	1875	12	06				Gargano	97	8	5.86
3	1882	06	06	05	40		Isernino	50	7	5.20
5-6	1889	12	08				Gargano	122	7	5.47
3	1892	04	20				Gargano	15	6-7	5.02

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Effects		Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw	
3-4	1892	06	06				Isole Tremiti	68	6	4.88	
3	1893	08	10	20	52		Gargano	69	8	5.39	
5	1894	03	25				Gargano	27	6-7	4.90	
3	1897	05	28	22	40	0	Ionio	132	6	5.46	
4-5	1900	12	23	22	30		Gargano	20	5	4.37	
4	1904	04	08	08	22		Gargano	27	6	4.75	
3	1908	09	16	20	15		Gargano	14	3-4	3.72	
5	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8	5.76	
4-5	1913	10	04	18	26		Molise	205	7-8	5.35	
4-5	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08	
5-6	1919	10	21	00	24		Gargano	24	5-6	5.03	
3	1925	08	25	05	10		Gargano	14	5	4.92	
3-4	1927	05	25	02	50		Sannio	54	6	4.98	
6-7	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67	
NF	1930	10	30	07	13		Senigallia	268	8	5.83	
2	1931	05	10	10	48	5	Irpinia	43	5-6	4.64	
7	1937	07	17	17	11		Tavoliere delle Puglie	40	6	4.96	
4	1937	12	15	21	25		Tavoliere delle Puglie	16	4-5	4.58	
6-7	1948	08	18	21	12	2	Gargano	58	7-8	5.55	
4	1951	01	16	01	11		Gargano	73	7	5.22	
3-4	1954	10	26	02	25		Gargano	8	4-5	4.72	
NF	1955	07	12	04	02		Gargano	8	5	4.16	
5	1956	09	22	03	19	3	Gargano	57	6	4.64	
NF	1958	06	24	06	07		Aquilano	222	7	5.04	
4	1962	01	19	05	01	2	Gargano	31	5	4.42	
6	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15	
F	1967	12	09	03	09	5	Adriatico centrale	22		4.36	
3	1970	01	21	18	36	2	Gargano	14	5	4.34	
4	1972	02	29	20	54	1	Gargano	21	6	4.71	
6	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81	
4	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8	5.86	
4	1984	05	11	10	41	4	Monti della Meta	342	7	5.47	
3-4	1988	04	26	00	53	4	Adriatico centrale	78		5.36	
4	1989	03	11	21	05		Gargano	61	5	4.34	
3-4	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77	
5	1995	09	30	10	14	3	Gargano	145	6	5.15	
NF	1995	10	05	23	51	5	Gargano	20	5	3.95	
5	1996	11	10	23	23	1	Tavoliere delle Puglie	55	5-6	4.35	
4-5	2001	07	02	10	04	4	Tavoliere delle Puglie	60	5	4.26	
3-4	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72	
4	2002	11	12	09	27	4	Molise	174	5-6	4.57	

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Effects		Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw	
5	2003	06	01	15	45	1	Molise	501	5	4.44	
3-4	2003	12	30	05	31	3	Molise	326	4-5	4.53	
NF	2005	03	01	05	41	3	Molise	136	4	3.68	
4-5	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64	
3-4	2006	10	04	17	34	2	Adriatico centrale	98	4-5	4.30	
3	2006	12	10	11	03	4	Adriatico centrale	54		4.48	

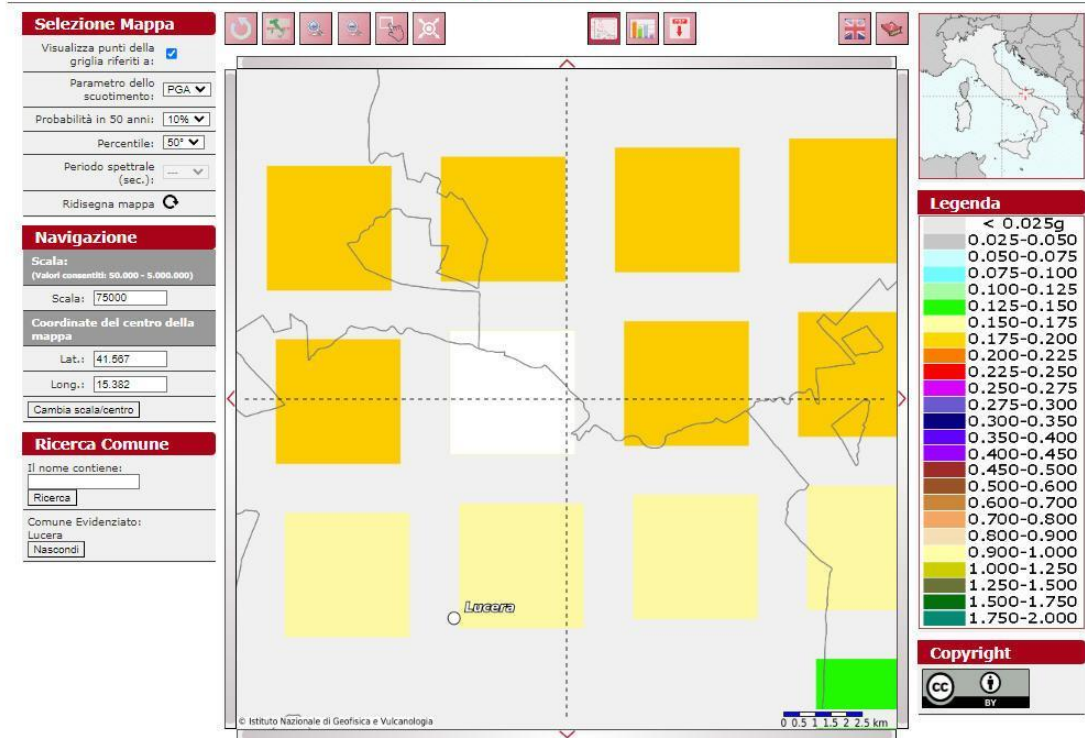
Modello pericolosità sismica

Sia i Campi agrovoltai che la Stazione elettrica ricadono nel nodo con ID 29887 (Lat. 41.570, Long. 15.362).

La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, Vs30 > 800 m/s) e pianeggiante.

Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID 29887 (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



Campi agrovoltaici

Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



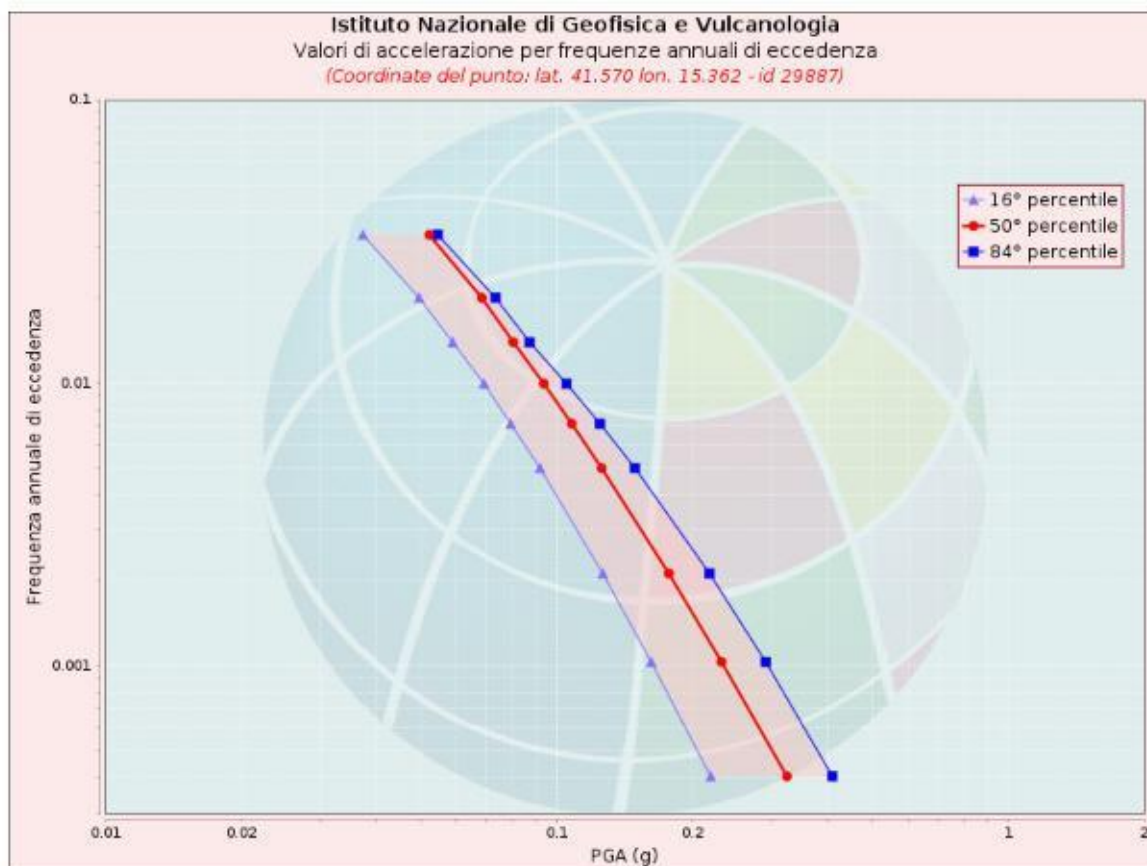
Stazione elettrica

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Curva di pericolosità

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.



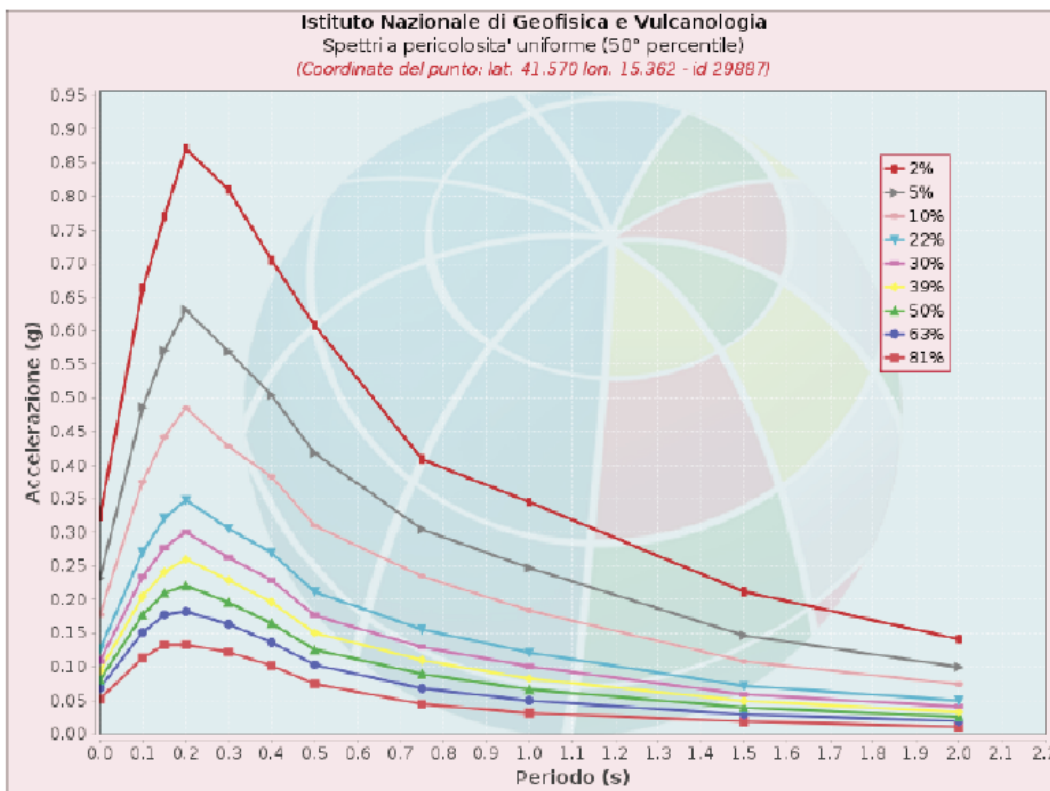
Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza (Coordinate del punto: lat. 41.570 lon. 15.362 - id 29887)			
Frequenza annuale di eccedenza	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.2196	0.3239	0.4085
0.0010	0.1621	0.2321	0.2907
0.0021	0.1266	0.1774	0.2183
0.0050	0.0920	0.1259	0.1493
0.0071	0.0792	0.1081	0.1249
0.0099	0.0691	0.0938	0.1052
0.0139	0.0589	0.0802	0.0872
0.0199	0.0496	0.0683	0.0733
0.0332	0.0373	0.0523	0.0546

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Spettri a pericolosità uniforme

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a 0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità. I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.



Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE in 50 anni	Accelerazione (g)										
	Periodo (s)										
	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.324	0.663	0.770	0.871	0.810	0.705	0.608	0.409	0.345	0.212	0.141
5%	0.232	0.486	0.571	0.631	0.569	0.504	0.418	0.304	0.247	0.147	0.099
10%	0.177	0.376	0.443	0.485	0.428	0.383	0.310	0.235	0.184	0.108	0.074
22%	0.126	0.271	0.321	0.348	0.306	0.270	0.212	0.156	0.121	0.072	0.050
30%	0.108	0.234	0.278	0.300	0.263	0.229	0.177	0.129	0.100	0.059	0.041
39%	0.094	0.205	0.241	0.260	0.229	0.196	0.151	0.109	0.082	0.049	0.033
50%	0.080	0.177	0.210	0.221	0.196	0.165	0.125	0.089	0.066	0.039	0.025
63%	0.068	0.151	0.177	0.182	0.164	0.136	0.103	0.068	0.050	0.029	0.019
81%	0.052	0.113	0.132	0.132	0.121	0.102	0.075	0.045	0.031	0.019	0.011

X-ELIO LUCERA S.R.L.

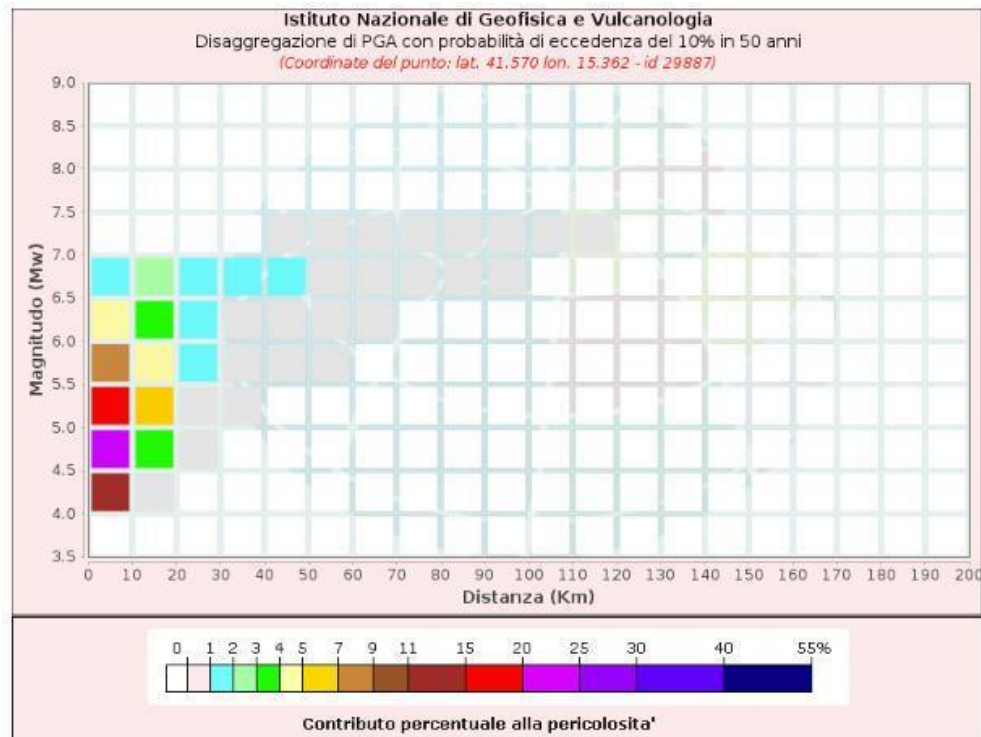
Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Grafico di disaggregazione

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.

Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 41.570 lon. 15.362 - id 29887)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	12.1000	24.5000	15.8000	8.6400	4.1100	1.7300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.9850	3.9400	5.0100	4.7200	3.5500	2.1800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.1120	0.7760	1.3800	1.5500	1.3400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0356	0.4460	0.9780	1.4000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0619	0.4790	1.0600	0.1420	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.1640	0.7700	0.5620	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0198	0.4080	0.4690	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.1460	0.2920	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0251	0.1050	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0016	0.0367	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0075	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.34	10.9	0.844



Pericolosità sismica di base

La valutazione dell'azione sismica del sito di costruzione è regolamentata dal paragrafo 3.2 delle NTC (DM 17.01.18).

Come riportato dalla suddetta normativa, la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di cat. A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR. Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, 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.

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Categoria di sottosuolo

In assenza di un'analisi specifica sulla valutazione della risposta sismica locale, per definire l'azione sismica si può far riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II). La classificazione della categoria di sottosuolo si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{S,eq}$ di propagazione delle onde di taglio. Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per il calcolo del V_{seq} , è stata eseguita una indagine MASW lungo le basi sismiche S1, S2, S3 (riportate nel paragrafo sulle indagini geofisiche eseguite nelle aree di progetto). Tramite questa prova si misurano le velocità sismiche delle onde superficiali a diverse frequenze. La variazione di velocità a diverse frequenze (dispersione) è imputabile prevalentemente alla stratificazione delle velocità delle onde S i cui valori sono ricavabili da una procedura di inversione numerica.

con:

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

h_i spessore dell'i-esimo strato;
 $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
 N numero di strati;
 H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s

Le indagini sismiche eseguite in modalità MASW hanno fornito i seguenti valori della V_{seq} :

Campo	V_{seq} (m/s)	Categoria di sottosuolo
Base 1	294	C
Base 2	476	B
Base 3	310	C

Ai fini della sicurezza, come categoria di sottosuolo si adotta la "C".

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>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.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi 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.</i>
E	<i>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.</i>

Condizioni topografiche

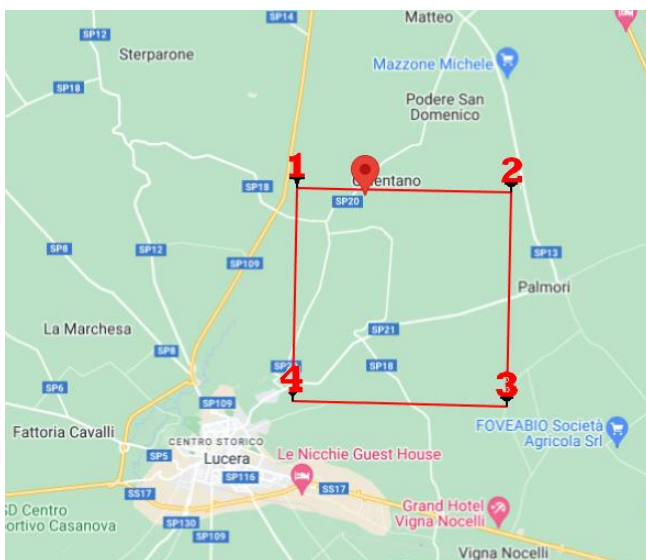
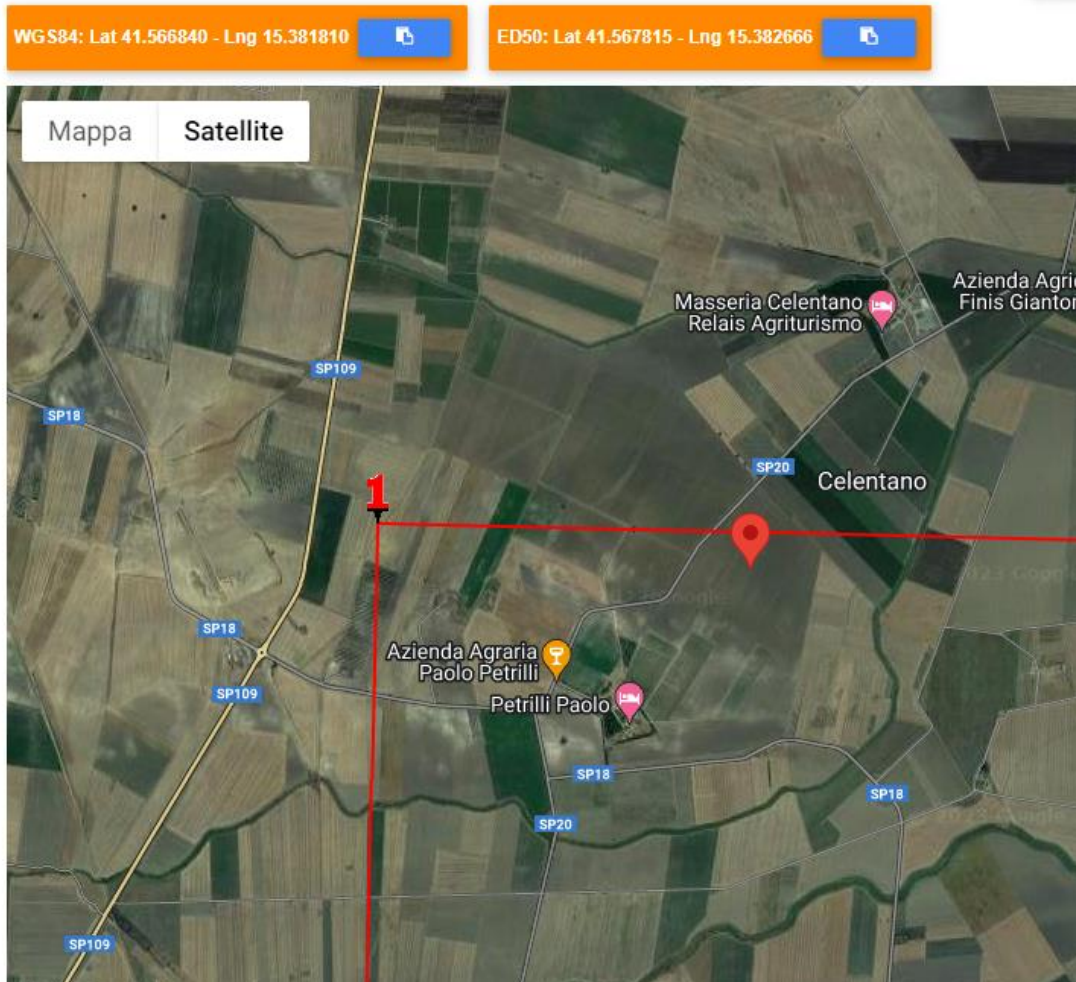
Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m. Nel nostro caso la configurazione topografica superficiale è semplice e rientra nella categoria **T1**.

Parametri e coefficienti sismici determinati con GeoStru PS Località "Campo agrovoltaiico"



Ubicazione topografica

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Parametri sismici

determinati con GeoStru PS

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 41,567815 [°]

longitudine: 15,382666 [°]

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

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	29887	41,569720	15,361600	1765,3
Sito 2	29888	41,568610	15,428390	3804,9
Sito 3	30110	41,518630	15,426870	6591,3
Sito 4	30109	41,519740	15,360140	5664,9

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,051	2,408	0,296
Danno (SLD)	63	50	0,067	2,493	0,305
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,171	2,513	0,370
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,223	2,508	0,378

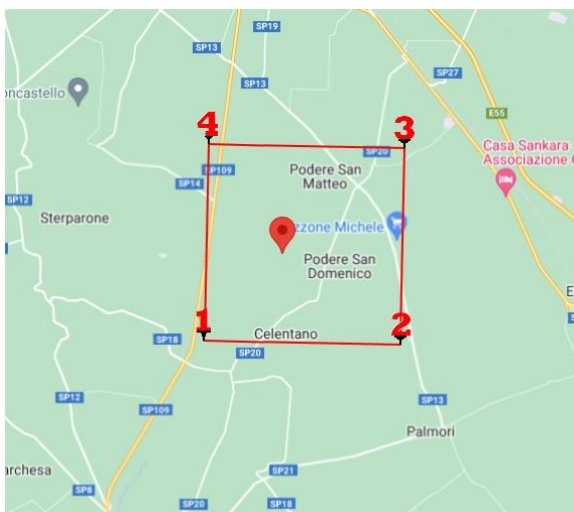
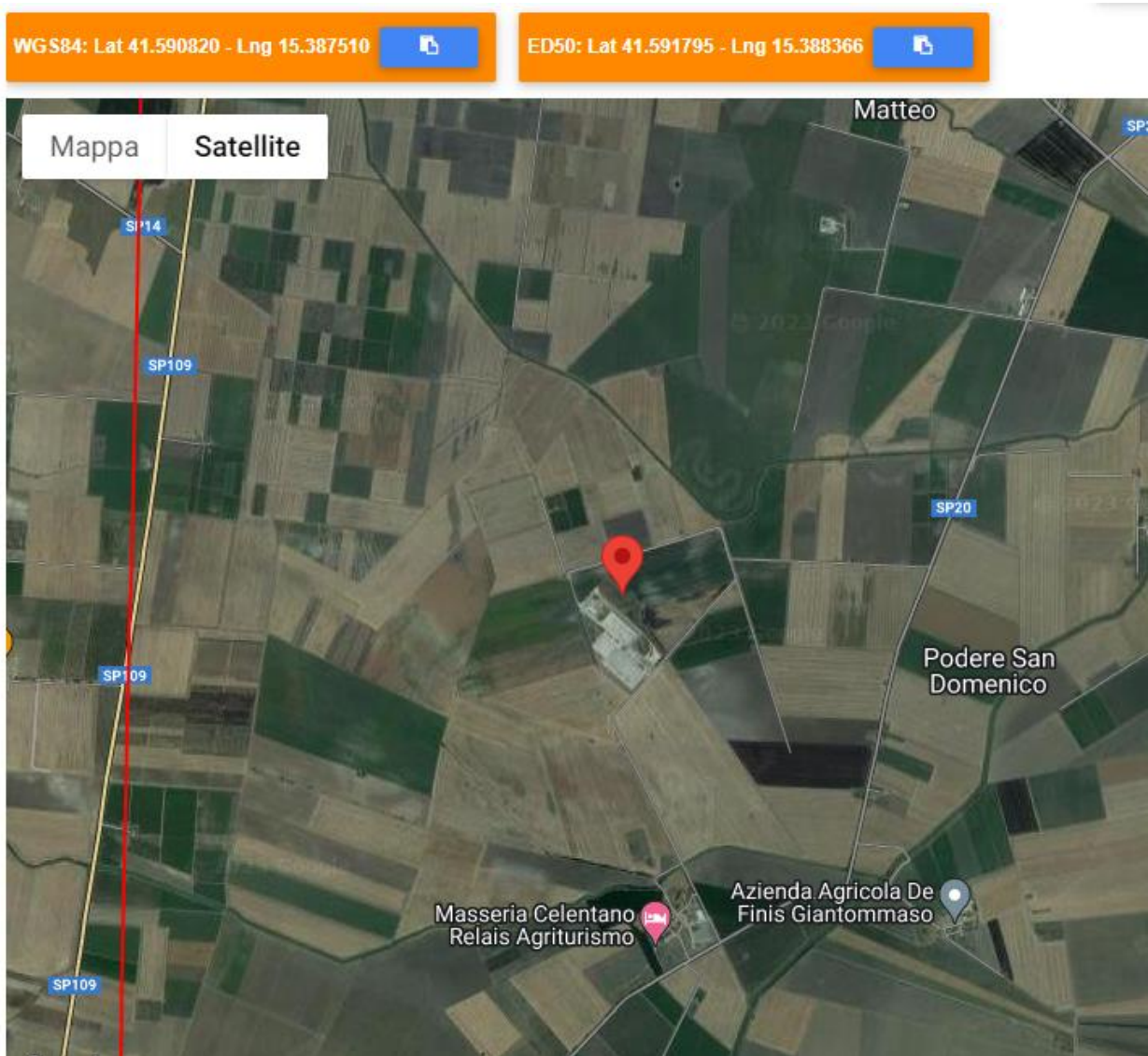
Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,570	1,000	0,015	0,008	0,755	0,200
SLD	1,500	1,550	1,000	0,020	0,010	0,979	0,200
SLV	1,440	1,460	1,000	0,059	0,029	2,410	0,240
SLC	1,370	1,450	1,000	0,085	0,043	2,990	0,280

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Località "Stazione elettrica"



Ubicazione topografica

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Parametri sismici

determinati con GeoStru PS

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 41,591795 [°]

longitudine: 15,388366 [°]

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

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	29887	41,569720	15,361600	3313,8
Sito 2	29888	41,568610	15,428390	4210,5
Sito 3	29666	41,618610	15,429880	4561,2
Sito 4	29665	41,619720	15,363030	3752,3

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,053	2,426	0,289
Danno (SLD)	63	50	0,070	2,493	0,297
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,185	2,494	0,351
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,244	2,481	0,357

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,580	1,000	0,016	0,008	0,787	0,200
SLD	1,500	1,570	1,000	0,021	0,011	1,031	0,200
SLV	1,420	1,480	1,000	0,063	0,032	2,578	0,240
SLC	1,340	1,470	1,000	0,091	0,046	3,200	0,280

X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

VERIFICA DI STABILITÀ DEI PENDII

Il paragrafo 6.3 del D.M. 17.01.2018 prevede lo studio delle condizioni di stabilità dei pendii naturali e dello stato di progetto. I dati riguardo alla morfologia, geologia ed idrogeologia dell'area in esame escludono possibili pericoli di instabilità.

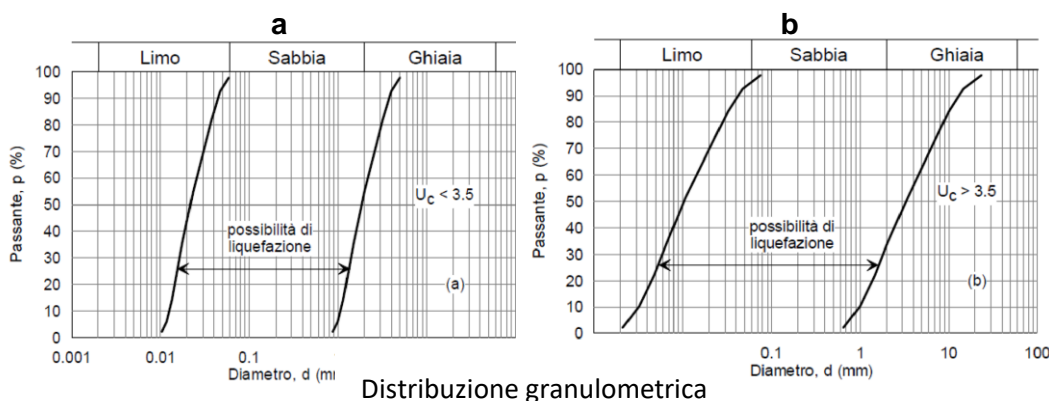
VERIFICA DI LIQUEFAZIONE DEI TERRENI IN CONDIZIONI SISMICHE

Dal momento che i terreni di fondazione risultano caratterizzati da sabbie, è stata eseguita una verifica riguardo la potenziale liquefacibilità dello stesso.

Il paragrafo "7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione" del DM 2018 stabilisce i criteri per cui la verifica a liquefazione può essere omessa.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 34(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 34(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



Nel caso in esame:

- la profondità della falda idrica è stata considerata pari a 7 m per il Campo Nord, 12 m per il Campo Sud;
- Il risultato ottenuto dalla verifica a liquefazione è stato sempre verificato.

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE Metodo semplificato

Metodo di Andrus e Stokoe (1997) modificato

Città: Lucera

Località:

La valutazione della capacità di resistenza alla liquefazione (CRR) da prove sismiche (V_s) viene stimata dagli autori con la seguente espressione:

$$CRR = 0.03 \cdot \left(\frac{V_{S1}}{100}\right)^2 + \frac{0.9}{V_{S1C} - V_{S1}} - \frac{0.9}{V_{S1C}}$$

dove

$$V_{S1} = V_s \cdot \left(\frac{1}{\sigma'_v}\right)^{0.25}$$

$$V_{S1C} = \begin{cases} 220 & FC < 5\% \\ 210 & FC = 20\% \\ 200 & FC > 35\% \end{cases}$$

Con

V_s , velocità misurata dell'onda di taglio S espressa in [m/s];

FC, frazione di fine contenuto nella sabbia, espressa in [%];

σ'_v , pressione verticale efficace espressa in [Kg/cm²].

Il deposito sabbioso saturo è potenzialmente liquefacibile se risulta $F_s \leq 1.0$.

STRATIGRAFIA						
strati		1	2	3	4	5
peso specifico γ	g/cm ³	1.45	1.54	1.9	1.9	1.9
σ_{vo}	kg/cm ²	0.1015	0.2002	0.38	0.855	1.33
press. vert. σ_{vo}'	kg/cm ²	0.1015	0.1702	0.21	0.405	0.63
prof. prova Z	cm	70	130	200	450	700
prof. falda Z_F	cm	120	100	30	0	0
p.s. acqua γ_{H2O}	g/cm ³	1	1	1	1	1
press. neutra p	kg/cm ²	0	0.03	0.17	0.45	0.7
fraz. fine FC	%	50	80	80	80	80
vel. Sismica V_s	m/s	110	144	229	266	354
V_{S1C}	m/s	200	200	200	200	200
V_{S1}	m/s	194.88	224.19	338.28	333.44	397.35
CRR		0.2854	0.1091	0.3323	0.3223	0.4646

X-ELIO LUCERA S.R.L.

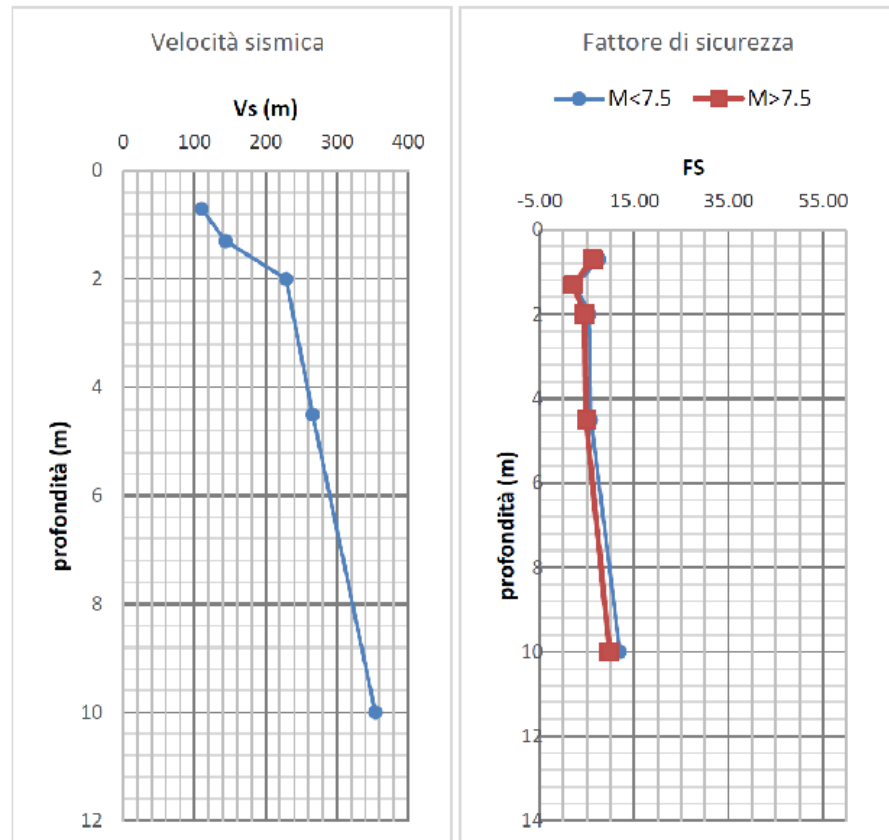
Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Il potenziale di liquefazione viene stimato secondo l'approccio deterministico, calcolando, per ciascuno degli strati investigati, il fattore di sicurezza FS, ottenuto come rapporto tra la resistenza alla liquefazione CCR e la domanda sismica attesa CSR.

$$CSR = 0.65 \cdot \left(\frac{a_{max}}{g}\right) \cdot \left(\frac{\sigma_{v0}}{\sigma_{v0'}}\right) \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

strati	1	2	3	4	5	
M	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	
MSF	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	se M<7.5
	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	se M>7.5
a _{max} /g	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	
r _d	0.946	0.901	0.847	0.656	0.465	
CSR	0.0373	0.0418	0.0604	0.0546	0.0387	se M≤7.5
	0.0457	0.0512	0.0740	0.0669	0.0474	se M>7.5

FS	7.65	2.61	5.50	5.91	12.02	se M≤7.5
	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato	
	6.24	2.13	4.49	4.82	9.81	se M>7.5
	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato	Verificato	



X-ELIO LUCERA S.R.L.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726
 Partita IVA n° 17129671008 - Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

CONCLUSIONI

A conclusione dello studio geotecnico e sismico eseguito nell'area in oggetto, è possibile esprimere le seguenti considerazioni:

- I terreni di progetto sono tutti caratterizzati da una morfologia pianeggiante;
- non sono presenti rischi morfologici;
- la falda idrica è stata intercettata a circa 2,30 m di profondità nella porzione settentrionale del Campo Est mentre nelle altre zone non è stata intercettata sino a 4 m di profondità. Sono comunque probabili falde idriche locali entro gli 8 m di profondità.
- l'area rientra in una zona a sismicità Z2;
- la natura litologica del sottosuolo è limoso-argillosa-sabbiosa;
- la classe di sottosuolo è la "C";
- le prove penetrometriche indicano un sottosuolo soffice sino a 2 m di profondità, da mediamente consistente a consistente negli strati inferiori;
- I terreni non presentano rischi da liquefazione.

In conclusione, le aree in esame risultano geologicamente idonee per il progetto di impianto fotovoltaico.

ELABORATI