



COMUNI di SANTERAMO IN COLLE e ALTAMURA

Proponente	EMERA s.r.l. Largo Augusto n°3 - 20122 Milano (MI)		 Società controllata al 100% da BayWa r.e. Italia srl Largo Augusto n°3 - 20122 Milano (MI)		
Coordinamento	SOLARIS ENGINEERING S.R.L. Via le Trieste snc - 74025 Marina di Ginosa (TA) Tel. 099/8277406 e-mail: info@solarisengineering.it		Progettazione Civile - Elettrica	STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA Ing. Roberto Montemurro Via Giuseppe Di Vittorio n.24 - 74016 Massafra (TA) Tel. +39 3505796290 e-mail: ing.roberto.montemurro@gmail.com	
Studio Ambientale e Paesaggistico	SOLARIS ENGINEERING S.R.L. Via le Trieste snc - 74025 Marina di Ginosa (TA) Tel. 099/8277406 e-mail: info@solarisengineering.it		Studio Acustico	STUDIO GIORDANO Ing. Daniele Giordano Via Armando Favia n.1 - 70100 Bari (BA) Tel. +39 3333613637 e-mail: studioinggiordano@gmail.com	
Studio Inadempimento Ambientale Flora fauna ed ecosistema	TECNOVIA S.R.L. Piazza Fiera n.1 - 39100 Bolzano (BZ) Tel. 0471/282823 e-mail: info@tecnovia.it		Studio Geologico-Geotecnico	GEOLOGIA TECNICA & AMBIENTALE Dott. Geologo Francesco Sozio Via Nazario Sauro n.6 - 74013 Ginosa (TA) Tel. +39 3479831826 e-mail: francosozio@tiscali.it	
Progettazione Civile - Elettrica	MATE SYSTEM S.R.L. Via Papa Pio XII n.8 - 70020 Cassano delle Murge (BA) Tel. 080/5746758 e-mail: info@matesystemsrl.it		Studio Idrologico-Idraulico	GEOLOGIA TECNICA & AMBIENTALE Dott. Geologo Francesco Sozio Via Nazario Sauro n.6 - 74013 Ginosa (TA) Tel. +39 3479831826 e-mail: francosozio@tiscali.it	
Studio Agronomico	STUDIO FRANCESCO PIGNATARO Via Carlo Levi snc - 74013 Ginosa (TA) Tel. 099/8294585 e-mail: segreteriastudiopignataro@gmail.com				
Opera	Progetto per la realizzazione di un impianto per produzione d' energia elettrica da fonte solare fotovoltaica di potenza di picco pari a 44,01 MWp e potenza di immissione pari a 42,00 MW su tracker ad inseguimento monoassiale (nord-sud) nei Comuni di Santeramo in Colle ed Altamura (Zona Industriale "lesce") e delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto nel Comune di Matera.				
Oggetto	Folder: Relazioni e documenti del progetto definitivo dell'impianto			Sez. A	
	Nome Elaborato: G4KMY67_Relazione_Geotecnica.pdf			Codice Elaborato: A3	
	Descrizione Elaborato: Relazione geotecnica del progetto definitivo				
00	Novembre 2020	Emissione per progetto definitivo	F. Sozio	R. Montemurro	Emera S.r.l.
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala:		Codice Pratica: G4KMY67			
Formato: A4					

Sommario

1	<i>Dati generali e anagrafica</i>	2
2	<i>Premessa</i>	4
2.1	<i>Presentazione del proponente del progetto</i>	4
2.2	<i>Scenario di riferimento</i>	4
3	<i>Descrizione del progetto e inquadramento territoriale</i>	7
3.1	<i>Localizzazione e caratteristiche del sito</i>	7
3.2	<i>Descrizione sintetica del progetto</i>	10
4.	<i>Analisi delle aree di progetto</i>	12
4.1	<i>Ubicazione</i>	13
5.	<i>Inquadramento Geologico e lineamenti tettonici</i>	14
6.	<i>Lineamenti di Geomorfologia e Idrogeologia</i>	15
7.	<i>Geologia</i>	17
8.	<i>Indagini geognostiche in sito</i>	19
9.	<i>Geotecnica</i>	27
10.	<i>Azione sismica</i>	28
11.	<i>Conclusioni</i>	29

ALLEGATI

1. Carta geologica sc.1:100.000
2. Riclassificazione sismica dei territori pugliesi
3. Carta della pericolosità idraulica e geomorfologica sc.1:25.000
4. Carta dell'idrografia superficiale sc.1:25.000
5. 6.1.2 PPTR Puglia-Componenti idrologiche sc.1:25.000
6. 6.1.1 PPTR Puglia- Componenti geomorfologiche sc.1:25.000
7. Stralcio Tav.A- Piano di Tutela delle Acque Regione Puglia sc.1:500.000
8. Stralcio Tav.B- Piano di Tutela delle Acque Regione Puglia sc.1:500.000
9. Carta delle indagini geognostiche in sito
10. Modello geologico campo FTV "A"
11. Modello geologico campo FTV "B"
12. Modello geologico stazione di elevazione
13. Rilievo fotografico N.1
14. Rilievo fotografico N.2
15. Rilievo fotografico N.3
16. Certificati delle indagini sismiche effettuate in sito

1 Dati generali e anagrafica

Ubicazione impianto	
Nome Impianto	EMERA
Comune	Santeramo in Colle (BA) Altamura (BA)
CAP	70029 – Santeramo in Colle 70022 - Altamura
Indirizzo	Zona Industriale “Iesce”
Coordinate Geografiche (gradi decimali)	Lat. 40.748338° - Long. 16.667778°
CTR	Regione Puglia
Proponente	
Ragione Sociale	EMERA S.r.l.
Indirizzo	Largo Augusto n.3, 20122 Milano (MI)
P.IVA	11169110969
Terreni	
Destinazione urbanistica	Santeramo in Colle – Zone “D3” per attività industriali Altamura – Zone “D1” per attività industriali artigianali
Estensione area	Circa 69,8914 ha
Estensione area di progetto	Circa 62,0000 ha
Caratteristiche dell’impianto	
Potenza di picco complessiva DC	44010,00 kWp
Potenza AC complessiva richiesta in immissione	42000,00 kW
Potenza unitaria singolo modulo fotovoltaico	450 Wp
Numero di moduli fotovoltaici (tot)	97800
Numero di moduli per stringa	25
Numero di stringhe (tot)	3912
Numero di inverter	338
Numero di sottocampi	34
Numero di cabine di trasformazione	34
Potenza trasformatori BT/MT in resina	800-1000-1250-1600 kVA
Tipologia di strutture di sostegno	Ad inseguimento monoassiale
Posa delle strutture di sostegno	Direttamente infisse nel terreno

Layout impianto

Interasse tra le strutture 4,12 m

Distanza di rispetto da confine 5,00 m

Staff e professionisti coinvolti

Progetto a cura di **Solaris Engineering S.r.l.**

Project Manager Ing. Roberto Montemurro

Redattore documento Dott. Geol. Francesco Sozio

2 Premessa

La presente relazione è parte integrante della documentazione di progetto per l’autorizzazione mediante **Provvedimento Autorizzativo Unico Regionale** (P.A.U.R.), ai sensi dell’articolo 27 bis del Decreto Legislativo numero 152 del 2006, dell’impianto fotovoltaico denominato “EMERA”.

L’area di interesse ricade all’interno di un sito *IBA* (*Important Bird Areas*), pertanto il provvedimento autorizzativo dovrà essere corredato da **Valutazione di Incidenza Ambientale** (V.Inc.A. o VINCA), ai sensi del D.P.R. n.357 del 1997, successivo D.P.R. n.120 del 2003 e D.M. Ambiente 25/03/2005, nonché della L.R. n.11/2001 così come modificata dalla L.R. n.17/2007, L.R. n.25/2007, L.R. n.40/2007, R.R. n.28 del 22 Dicembre 2008 e D.G.R. n.1362 del 24/07/2018.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare, di potenza di picco nominale pari a 44.010,00 kWp da localizzarsi su terreni industriali nel Comune di Santeramo in Colle (BA), con destinazione urbanistica “Zone D1”, e nel Comune di Altamura (BA), con destinazione urbanistica “Zone D3”. L’impianto immetterà energia in rete attraverso una connessione in Alta Tensione a 150 kV dalla Stazione Elettrica di Trasformazione 150/33 kV “Emera” sulla Sottostazione Elettrica RTN 380/150 kV “Matera – Iesce” di proprietà di Terna S.p.A.

I moduli fotovoltaici saranno montati su inseguitori (o *trackers*) monoassiali da 50 e 75 moduli cadauno, che ottimizzeranno l’esposizione dei generatori solari permettendo di sfruttare al meglio la radiazione solare.

Si stima che l’impianto produrrà 79,10 GWh all’anno di elettricità, equivalenti al fabbisogno medio annuo di circa 27.060 famiglie di 4 persone, permettendo un risparmio di CO2 equivalente immessa in atmosfera pari a circa 42.004 tonnellate all’anno (fattore di emissione: 531 gCO2/kWh, fonte dati: Ministero dell’Ambiente).

2.1 Presentazione del proponente del progetto

La proponente **EMERA S.r.l.** nasce come società di scopo della controllante BAYWA R.E. ITALIA S.r.l., società del gruppo BAYWA R.E., operante nel settore delle energie rinnovabili da oltre 10 anni, con un portfolio progetti e impianti realizzati di diverse centinaia di megawatt dislocati in Italia e in diversi Paesi di tutto il mondo.

2.2 Scenario di riferimento

Le necessità sempre più pressanti legate a fabbisogni energetici in continuo aumento spingono il progresso quotidiano verso l’applicazione di tecnologie innovative, atte a sopperire alla domanda energetica in modo sostenibile, limitando l’impatto che deriva da queste ultime e richiedendo un uso consapevole del territorio.

In quest’ottica, con il Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, il Parlamento Italiano ha proceduto all’attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità.

Il presente impianto in progetto è compreso tra le tipologie di intervento riportate nell’Allegato IV alla Parte II, comma 2 del D.Lgs. n. 152 del 3/4/2006 (cfr. 2c), *“Impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda con potenza complessiva superiore a 1 MW”*, pertanto rientra nelle categorie di opere da sottoporre a procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, in conformità a quanto disposto dal Testo Unico Ambientale (T.U.A.) e alla D.G.R. 45/24 del 2017.

Premesso che la Valutazione di Impatto Ambientale, ai sensi del Dlgs. 152/2006, è *il procedimento mediante il quale vengono preventivamente individuati gli effetti sull’ambiente di un progetto*, il presente Studio, redatto ai sensi dell’art. 22 del Dlgs. 152 e s.m.i., e dell’Allegato VII del suddetto decreto, è volto ad analizzare l’impatto, ossia *l’alterazione qualitativa e/o quantitativa, diretta e indiretta, a breve e a lungo termine, permanente e temporanea, singola e cumulativa, positiva e negativa dell’ambiente*, che le opere, di cui alla procedura autorizzativa, potrebbero avere sulle diverse componenti ambientali.

L’ambiente, ai sensi del Dlgs 152, è inteso come *sistema di relazioni fra i fattori antropici, naturalistici, chimico-fisici, climatici, paesaggistici, architettonici, culturali, agricoli ed economici*.

Lo studio e la progettazione definitiva, di cui questo documento è parte integrante, è basato su una verifica oggettiva della compatibilità degli interventi a realizzarsi con le predette componenti, e intende verificare e studiare i prevedibili effetti che l’intervento potrà avere sull’ambiente e il suo habitat naturale.

Nello specifico degli “Impatti cumulativi”, la normativa regionale fa riferimento invece al DGR n.2122 del 23/10/2012, dove vengono forniti gli *Indirizzi per l’integrazione procedimentale e per la valutazione degli impatti cumulativi di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili nella Valutazione di Impatto Ambientale*.

Con la nuova normativa introdotta dal d.lgs. 30 giugno 2016, n. 127 (legge Madia), la conferenza dei servizi si potrà svolgere in modalità “Sincrona” o “Asincrona”, nei casi previsti dalla legge.

Nel 2008 inoltre l’Unione Europea ha varato il “Pacchetto Clima-Energia” (meglio conosciuto anche come “Pacchetto 20/20/20”) che prevede obiettivi climatici sostanziali per tutti i Paesi membri dell’Unione, tra cui l’Italia, a) di ridurre del 20% le emissioni di gas serra rispetto ai livelli registrati nel 1990, b) di ottenere almeno il 20% dell’energia consumata da fonti rinnovabili, e c) ridurre del 20% i consumi previsti. Questo obiettivo è stato successivamente rimodulato e rafforzato per l’anno 2030, portando per quella data al 40% la percentuale di abbattimento delle emissioni di gas serra, al 27% la quota di consumi generati da rinnovabili e al 27% il taglio dei consumi elettrici.

L’Italia ha fatto propri questi impegni redigendo un *“Piano Nazionale Integrato per l’Energia e per il Clima”*. Riguardo alle energie rinnovabili in particolare, l’Italia prevede arrivare al 2030 con un minimo di 55,4% di energia prodotta da fonti rinnovabili, promuovendo la realizzazione di nuovi impianti di produzione e il revamping o repowering di quelli esistenti per tenere il passo con le evoluzioni tecnologiche.

Con la realizzazione dell’impianto, si intende conseguire gli obiettivi sopra esposti, aumentando la quota di energia prodotta da fonte rinnovabile senza emettere gas serra in atmosfera, con un significativo risparmio energetico mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole.

Il ricorso a tale tecnologia nasce dall’esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze paesaggistiche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- il risparmio di combustibile fossile;
- la produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Il progetto mira pertanto a contribuire al soddisfacimento delle esigenze di “Energia Verde” e allo “Sviluppo Sostenibile” invocate dal Protocollo di Kyoto, dalla Conferenza sul clima e l’ambiente di Copenaghen 2009 e dalla Conferenza sul clima di Parigi del 2015.

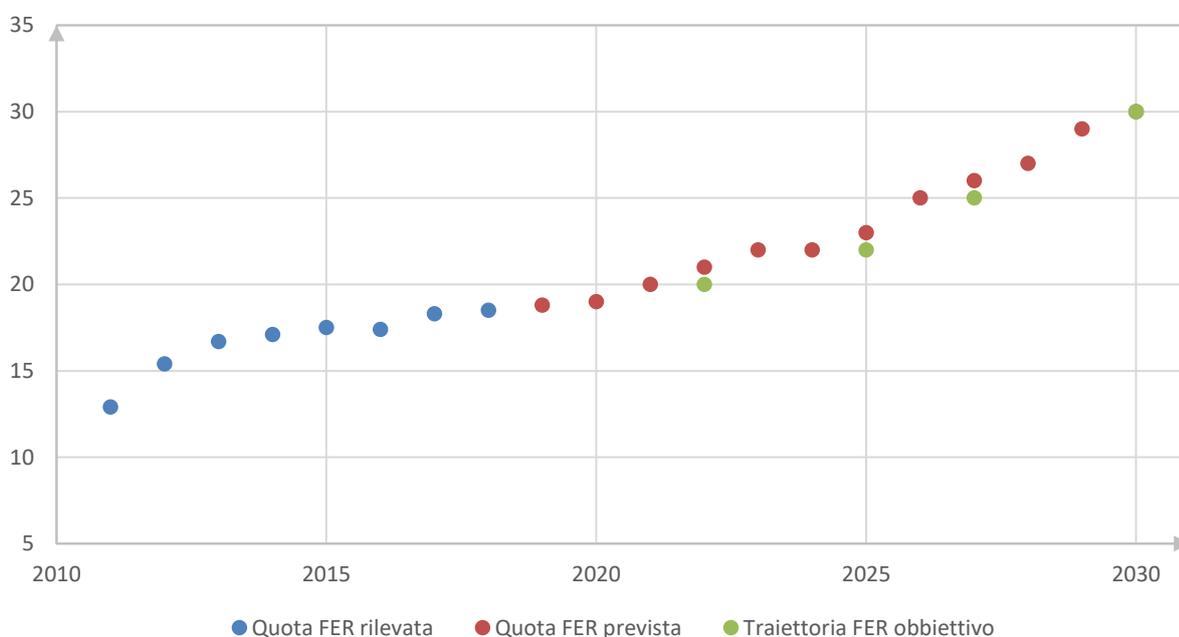


Tabella 1- Traiettorie della quota FER complessiva¹

Tra le politiche introdotte e necessarie per il raggiungimento degli obiettivi prefissati, è stato dato incarico alle Regioni di individuare le aree idonee per la realizzazione di questi impianti, stabilendo criteri di priorità e di tutela del paesaggio e dell’ambiente.

In conclusione, si evidenzia che in base all’art. 1 della legge 9 gennaio 1991 n. 10, l’intervento in progetto è opera di pubblico interesse e pubblica utilità “ex lege” ad ogni effetto e per ogni conseguenza, giuridica, economica, procedimentale, espropriativa, come anche definito dall’art. 12 del D.LGS. N. 387 del 29 dicembre 2003.

¹ Fonte: GSE, “Sviluppo e diffusione delle fonti rinnovabili di energia in Italia”, Febbraio 2020

3 Descrizione del progetto e inquadramento territoriale

3.1 Localizzazione e caratteristiche del sito

L’area oggetto dell’intervento ricade nei Comuni di Santeramo in Colle e Altamura, in provincia di Bari, in località “Iesce”.

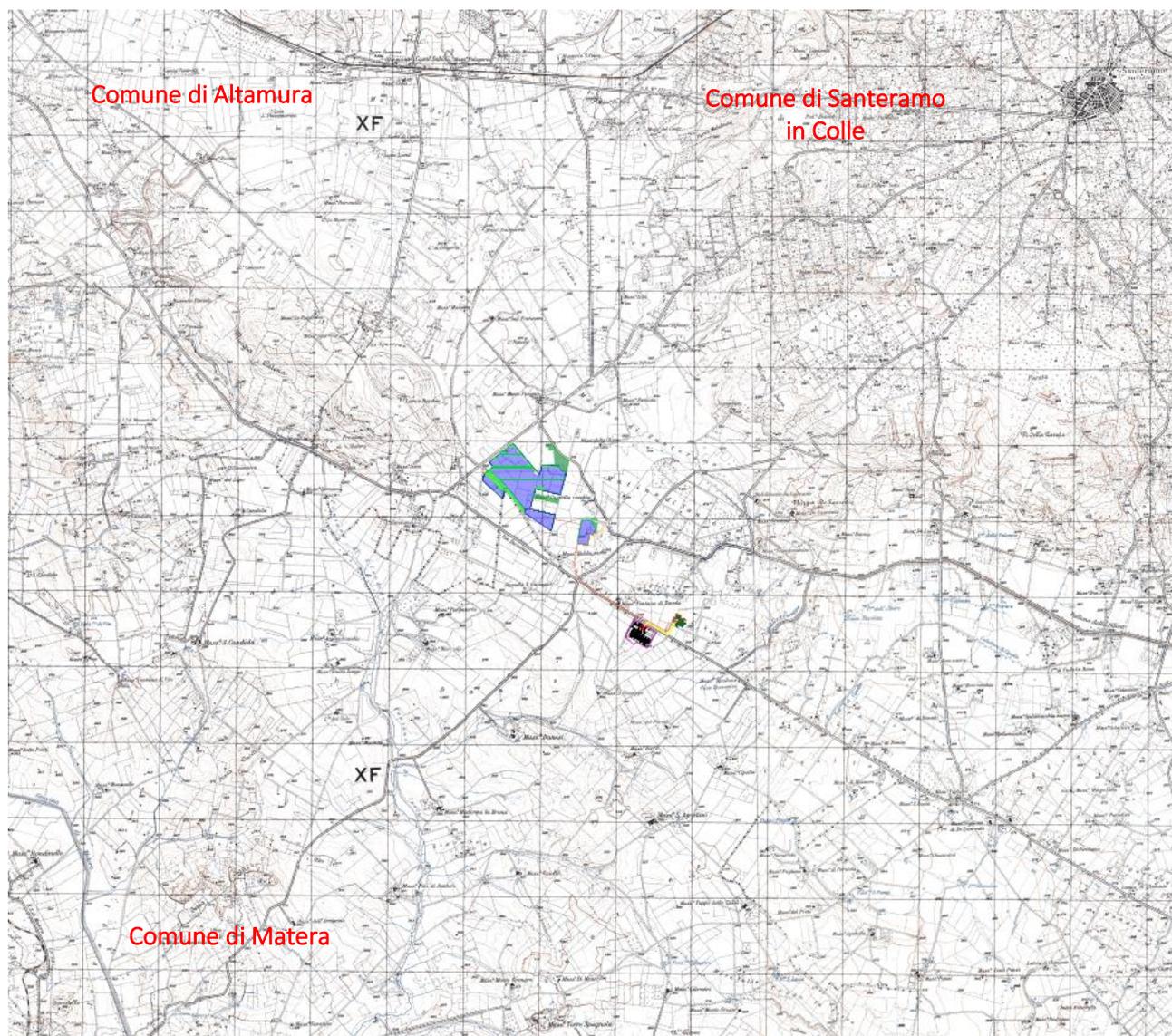
Tali aree sono classificate come “Zona D/3 – zone per attività industriali” (Santeramo in Colle) e “Zona D/1 – zone per attività artigianali” (Altamura); essenzialmente trattasi di **aree di tipo industriale**.

Geograficamente l’area è individuata alla Latitudine 40.747737° Nord e Longitudine 16.669562° Est; ha un’estensione di circa 69,89 ettari, di cui solamente 62,00 ettari circa saranno occupati dall’impianto. Le restanti aree, così come alcune aree interne al perimetro di impianto, saranno gestite “a verde”, con la piantumazione di siepi, arbusti, alberi di tipo autoctono.

L’impianto sarà connesso alla rete di trasmissione nazionale (RTN) previo la realizzazione di una stazione elettrica di trasformazione AT/MT - 150/33 kV (SSE Utente) connessa mediante elettrodotto AT 150 kV alla stazione elettrica di trasformazione AAT/AT 380/150 kV “Matera – Iesce” di proprietà e gestione Terna S.p.A. La SSE Utente e relative sbarre di parallelo AT, condivise con altri produttori, saranno posizionate su terreni agricoli prossimi alla SSE RTN.

Tutte le aree di progetto sono facilmente raggiungibili tramite viabilità pubblica. In particolare le aree di impianto sono raggiungibili percorrendo la strada provinciale SP160, o la SP236, nel Comune di Santeramo, e immettendosi sulla Contrada Matine di Santeramo prima, e sulla Contrada Baldassarre poi. Per raggiungere l’area più piccola di impianto sarà invece necessario realizzare una nuova strada su terreno agricolo che andrà a connettersi sempre sulla Contrada Matine di Santeramo.

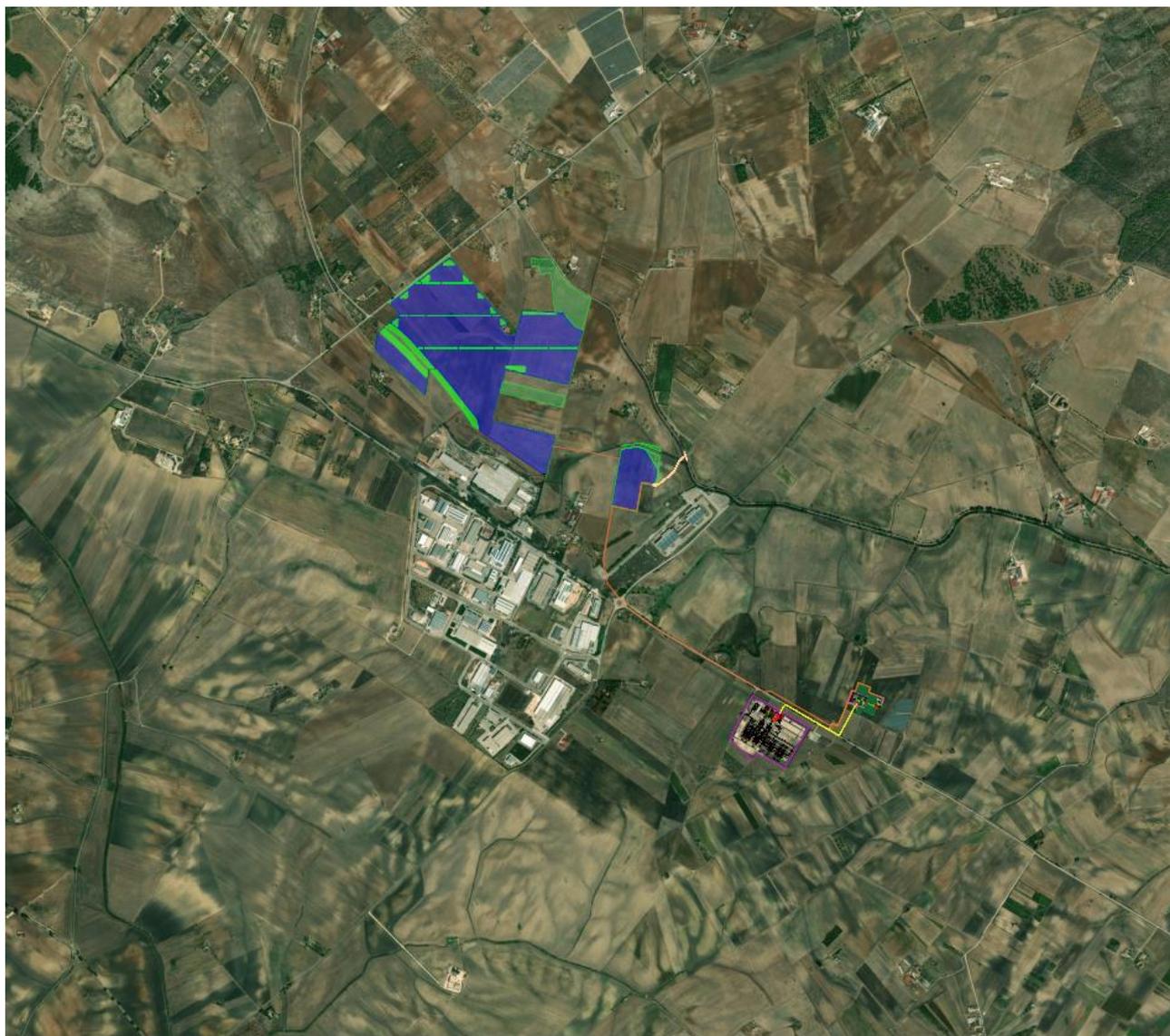
La SSE Utente sarà invece raggiungibile mediante la realizzazione di nuova strada su terreno agricolo che andrà ad allacciarsi sulla strada provinciale SP140 sempre nel Comune di Santeramo in Colle.



Legenda:

	Area impianto fotovoltaico
	Area a verde - cespuglieto arborato
	Area a verde - siepi di mitigazione - cespuglieto fitto
	Recinzione perimetrale
	Linea di connessione MT 33 kV
	Linea di connessione AT 150 kV
	Viabilità esterna area di impianto
	Stazione Elettrica RIN 380/150 kV Tema SpA - Matera
	Aree SSE Utente AT/MT - Alin production
	SSE Utente AT/MT 150/33 kV - EMERA
	Viabilità esterna area SSE Utente e sbarre AT
	Confine Comunale
	Confine Regionale

Figura 1 – Inquadramento delle aree di progetto su corografia IGM 25.000



Legenda:	
	Area impianto fotovoltaico
	Area a verde - cespugliato arboreo
	Area a verde - siepi di mitigazione - cespugliato fitto
	Cabina di parafilo in Media Tensione 33 kV
	Riccezione permutata
	Cancello di accesso alle aree di impianto
	Linea di connessione MT 33 kV
	Linea di connessione AT 150 kV
	Viabilità esterna area di impianto
	Stazione Elettrica RTN 380/150 kV Toma SpA - Mokra
	Stano di parafilo AT 150 kV
	Area SSE Uterio AT/MT - Altri produttori
	SSE Uterio AT/MT 150/33 kV - EMERA
	Viabilità esterna area SSE Uterio e stano AT

Figura 2 – Inquadramento delle aree di progetto su ortofoto

3.2 Descrizione sintetica del progetto

L’impianto fotovoltaico in progetto si estende su un’area di circa 62 ettari, con perimetro della zona di installazione coincidente con la recinzione di delimitazione, e distante mediamente 5 metri dal confine catastale.

Il generatore fotovoltaico si compone di 97.800 moduli fotovoltaici in silicio policristallino da 450 W di picco, connessi tra di loro in stringhe da 25 moduli per un totale di 3.912 stringhe e una potenza di picco installata pari a 44.010,00 kWp.

I moduli fotovoltaici sono posizionati su strutture ad inseguimento solare (trackers) di tipo “monoassiale”, infisse direttamente nel terreno, con angolo di inclinazione pari a 0° e angolo di orientamento est-ovest variabile tra +50° e -50°. I trackers saranno multistringa, da 2 stringhe (50 moduli fotovoltaici) e da 3 stringhe (75 moduli fotovoltaici).

La conversione dell’energia da componente continua DC (generatore fotovoltaico) in componente alternata AC (tipicamente utilizzata dalle utenze e distribuita sulla rete elettrica nazionale) avviene per mezzo di convertitori AC/DC, comunemente chiamati “inverter”: in impianto saranno posizionati n°338 inverter di stringa con potenza nominale in AC pari a 105,00 kW. Su ogni inverter saranno connesse 11 o 12 stringhe.

Gli inverter, in gruppi variabili da un minimo di 6 fino ad un massimo di 12 unità, saranno connessi sui quadri di parallelo in bassa tensione (800 V) delle cabine di trasformazione MT/bt - 33/0,8 kV.

Nell’area di impianto saranno disposte n.34 cabine di trasformazione MT/bt, di potenza nominale variabile (800 – 1000 – 1250 – 1600 kVA) a seconda del numero di inverter in ingresso. Le stesse saranno connesse in parallelo sul lato in media tensione a 33 kV a formare n.4 linee di connessione (2 linee MT prevederanno, ciascuna, il parallelo di n.9 cabine e le altre 2 linee MT, a testa, conetteranno in parallelo n.8 cabine).

Le n.4 linee in media tensione confluiranno nella Cabina di Parallelo in MT, dove si realizzerà la connessione in parallelo delle stesse, mediante quadri di protezione e distribuzione in media tensione, e partirà la linea di connessione dell’impianto alla Stazione Elettrica di Trasformazione Utente 150/33 kV. In quest’ultima, mediante un trasformatore AT/MT da 50 MVA, e specifici dispositivi di protezione e manovra, sia in media tensione che in alta tensione, l’impianto sarà connesso alla Sottostazione Elettrica RTN di proprietà di Terna S.p.A. e quindi in parallelo con la rete elettrica nazionale, in cui verrà immessa una potenza stimata nominale di circa 42.000,00 kW.

Per il generatore fotovoltaico saranno previsti anche sistemi ausiliari di controllo e di sicurezza:

- Lungo il perimetro di impianto saranno posizionati, a distanza di 50 metri circa, pali di sostegno su cui verranno installate le cam di videosorveglianza e i fari per l’illuminazione di sicurezza.

I fari si accenderanno nelle ore notturne solamente in caso di allarme di antintrusione, o per motivi di sicurezza, e quindi azionati in modo automatico e anche da remoto dai responsabili del servizio vigilanza.

N.2 fari di illuminazione, uno per lato, saranno posizionati su ogni cabina di trasformazione, in modo da permettere l’illuminazione della viabilità interna.

Le cam saranno del tipo fisso, con illuminatore infrarosso integrato. Nei cambi di direzione del perimetro verranno anche installate delle “speed dome”, che permetteranno una visualizzazione variabile delle zone di impianto in modo automatico, ma che potranno essere gestite anche in manuale a seconda delle necessità. Tutte le cam, a gruppi di 5 o 6 unità, saranno connesse su quadri di parallelo video, dove, date le considerevoli distanze delle connessioni, il segnale sarà convertito e trasmesso alla cabina di monitoraggio tramite dorsali in fibra ottica.

Le aree di impianto saranno delimitate da recinzione con rivestimento plastico, posata ad altezza di 20 cm dal suolo, e fissata su appositi paletti infissi nel terreno.

Sulle fasce perimetrali, così come in alcune aree interne dell’impianto, saranno piantumati arbusti e siepi autoctone, tali da permettere una mitigazione ambientale delle opere riducendone l’impatto visivo.

4. Analisi delle aree di progetto

Il presente studio ha lo scopo di descrivere le caratteristiche geomorfologiche e idrogeologiche del sito interessato dagli interventi previsti in progetto, in ottemperanza al disposto della normativa vigente che regola gli interventi sul suolo e nel sottosuolo secondo quanto previsto dal D.M. 11/03/1988, Circ. LL.PP. n° 30483, D.M. 14.01.2008 e successivo D.M.17.01.2018 “Norme tecniche per le costruzioni”.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14.01.2008 e del D.M.17.01.2018 entra in vigore il disposto dell'art.2 comma 2 dell'OPCM 3274/03 e, per conseguenza, diventa vigente in tutti i comuni ricadenti nel territorio pugliese la nuova classificazione sismica, così come riclassificati dalla DGR Puglia 2 marzo 2004 “Individuazione delle zone sismiche del territorio regionale...” pubblicata il 18.03.2004 sul BURP n.33.

Pertanto dal 23.10.2005 tutti i comuni pugliesi sono ormai classificati sismici, con classificazioni differenziate da ZONA 1 fino a ZONA 4. Sulle aree di intervento, ricadenti in zona Agricola ed Industriale del P.R.G. del Comune di Santeramo in Colle e Altamura, saranno realizzati i seguenti interventi:

- *Realizzazione di un impianto fotovoltaico con potenza di picco 44,01 MW, denominato “EMERA”;*
- *Realizzazione di un elettrodotto interrato di connessione a 33 kV*
- *Realizzazione di Stazione Elettrica di Trasformazione 150/33 kV per la connessione alla rete di trasmissione nazionale.*

Al fine di avere informazioni geologiche sufficienti l'area in oggetto è stata sottoposta ad un rilevamento geologico, ad un'attenta analisi delle litologie attraverso gli affioramenti rocciosi limitrofi, ad una caratterizzazione idrogeologica ed infine si sono caratterizzati i terreni di fondazione da un punto di vista geotecnico e sismico attraverso una campagna di indagini geognostiche in sito durante la quale si sono effettuate le seguenti indagini:

- *Realizzazione di n.4 rilievi sismici a rifrazione in onda P (sigla: SS1-SS2-SS3-SS4), ubicati come da planimetria allegata, della lunghezza pari a 96 ml, con interpretazione Tomografica dei dati di velocità sismica in onda P;*
- *Esecuzione di n.4 prospezioni sismiche con tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) sulla medesima traccia delle prospezioni a rifrazione, per ottenere il profilo verticale delle onde S (Vs) nella posizione baricentrica rispetto all'allineamento citato, (MASW1-MASW2-MASW3-MASW4);*

Il risultato dei rilievi sopra indicati sarà riportato all’interno della sezione Geotecnica della presente relazione.

Le problematiche affrontate in questo studio riguardano principalmente la localizzazione in profondità della formazione di base e la determinazione delle caratteristiche geotecniche e sismiche dei materiali ai fini della scelta e dimensionamento delle soluzioni fondali e per le verifiche della sicurezza e delle prestazioni, identificazione dei relativi stati limite, da effettuarsi ai sensi delle NTC 2018 e riportati

4.1 Ubicazione

L’area interessata dai lavori previsti in progetto è situata a sudovest dell’abitato del Comune di Santeramo (BA), località “Iesce”.

Dati Topografici : F°189 DELLA CARTA D’ITALIA
III N.E.-S.E. – sc.1:25.000
Quota sul livello del mare, 387-389 m.

Coordinate Geografiche UTM (campo fotovoltaico-baricentro):

Latitudine 40° 44’ 52” Nord
Longitudine 16° 40’ 26” Est

Coordinate Geografiche UTM (Stazione di elevazione):

Latitudine 40° 43’ 53” Nord
Longitudine 16° 41’ 19” Est

5. Inquadramento Geologico e lineamenti tettonici

L’area compresa nel foglio “Taranto” si estende tra le propaggini più meridionali delle Murge ed il Mare Jonio comprendendo i dintorni della città di Taranto che viene a trovarsi al centro del foglio.

Le caratteristiche geologiche generali si inquadrano completamente nel panorama della regione Pugliese che costituisce una unità ben definita, con ruolo di avampaese e caratterizzata da una potente e piuttosto monotona successione calcarea mesozoica che si estende verso occidente, oltre le murge e Taranto, a costituire il substrato della fossa pliocenica della valle del Bradano.

Oltre che alle Murge, i calcari mesozoici danno luogo a rilievi più modesti, come le murge Tarantine che si sviluppano ad est del foglio oppure, ancora più ad oriente.

I motivi strutturali pugliesi hanno in prevalenza direzione appenninica; gli assi delle pieghe e le faglie sono pertanto orientati a NNO-SSE o NO-SE, come appare del resto, ad un semplice sguardo della regione.

I rilievi, comprese le Murge, si estendono in prevalenza secondo le direzioni sopra ricordate, e spesso essi sono limitati da faglie. Caratteristiche, ad esempio, sono quelle che separano le Murge dalla « fossa » bradanica e che determinano un abbassamento a gradinata dei calcari mesozoici i quali mantengono lo stesso stile strutturale anche in profondità, al di sotto della potente copertura pliocenico-quadernaria, come hanno messo in evidenza le ricerche petrolifere condotte nella Valle del Bradano,

Le aree pianeggianti sono occupate, oltre che da depositi continentali superficiali, da sedimenti marini in cui sono state riconosciute alcune unità caratteristiche, che comprendono le rocce definite in passato in modo improprio «tufi ».

Per le aree prossime alle Murge, si hanno la Calcarenite di Gravina, del Pliocene superiore-Calabriano, le Calcareniti di M. Castiglione, del Calabriano-Tirreniano, i « Tufi » delle Murge riferiti genericamente al Pleistocene. Più a sud-est, invece, sono segnalate le Calcareniti del Salento, del Pliocene-Tirreniano, che certamente corrispondono alle formazioni precedenti. A questi depositi, in prevalenza calcareniti, si uniscono sedimenti matroso-argillosi e sabbiosi, come l'Argilla del Bradano, di età calabriana e la coeva Formazione di Gallipoli affiorante nel Salento,

I fenomeni plicativi segnalati nella regione sono piuttosto modesti: le anticlinali infatti appaiono di limitata estensione, con fianchi dolci, in genere vergenti verso nord-est. Le faglie sono sempre di tipo distensivo, con piano molto inclinato, talora prossimo alla verticale; esse hanno praticamente interessato nella regione, quasi tutta la serie sedimentaria marina con rigetti in genere difficilmente calcolabili.

Alcune di queste faglie limitano blocchi calcarei aventi giacitura monoclinale i quali pertanto assumono i caratteri di Horst. Le stesse Murge, del resto, sono nel loro complesso interpretabili come un esteso Horst, limitato sia verso la Valle del Bradano sia verso l'Adriatico da faglie normali, in cui i calcari hanno una immersione generale verso occidente e sono interessati da blandi fenomeni plicativi.

6. Lineamenti di Geomorfologia e Idrogeologia

Le aree che si intendono studiare, impianto fotovoltaico – stazione elettrica di elevazione AT/MT – elettrodotti interrati di connessione, occupano la parte centrale di un ampio pianoro morfologico, di natura calcareo-calcarenitica, debolmente immerso verso sud e digradante verso l’attuale linea di costa, a sudovest dell’abitato del Comune di Santeramo (BA). L’analisi geomorfologica evidenzia l’esistenza di forme erosive superficiali, di tipo lineare ed areale dovute alle precipitazioni meteoriche, alcune all’interno dell’area di intervento.

L’area interessata evidenzia una generale stabilità della stessa ed inoltre, vista la situazione geologica e geomorfologica, l’assetto degli strati rocciosi, le pendenze degli stessi, è da escludersi allo stato attuale qualsiasi tipo di attività franose, dissesti in atto o potenziali che possono interessare l’equilibrio geostatico generale.

L’idrografia superficiale è caratterizzata dalla presenza di corsi d’acqua episodici diretti generalmente in direzione nordovest-sudest per recapitare le acque degli interi bacini idrografici in un corso d’acqua che scorre in direzione nord-sud a sudest dell’area oggetto di studio.

L’idrografia sotterranea è invece tipica di rocce permeabili per porosità e per fessurazione e fratturazione. Nei depositi calcarei infatti, le acque di provenienza meteorica si muovono all’interno della roccia attraverso fratture sub - verticali e sub - orizzontali, originando così degli acquiferi molto profondi.

I depositi calcarenitici presentano invece una permeabilità per porosità e per fessurazione, le acque meteoriche filtrano nel sottosuolo attraverso i pori della roccia dando luogo ad acquiferi molto variabili sia arealmente che nelle portate.

Nell’area di intervento è segnalata la presenza di falde freatiche superficiali, soltanto nel sito in cui sarà realizzata la stazione di elevazione, settembre 2020, che attestano la propria superficie piezometrica alla profondità di circa 4.00-5.00 m. dal p.c., la falda profonda o di base, invece, attesta la sua superficie piezometrica alla profondità di circa 350.00 m. dal p.c. nel massiccio carbonatico dei calcari mesozoici.

Le opere da realizzare saranno collocate al di fuori degli areali di pericolosità cartografati negli elaborati del PAI (*Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico*) dell’AdB di Bacino della Puglia, l’area in oggetto è infatti esclusa sia da quelle a Pericolosità Geomorfologica e sia da quelle a Pericolosità Idraulica.

Gli interventi da realizzarsi non interferiranno con la falda presente nel sottosuolo poiché il piano di posa delle opere fondali, di tipo superficiale, si attesterà ben al di sopra del livello di massima escursione della falda stessa.

Si provvederà alla regolamentazione delle acque superficiali, attraverso una sistemazione idraulica delle aree di intervento, allo scopo di evitare eventuali accumuli o ristagni di acque, oltre che alla tutela ed alla salvaguardia dei corpi idrici sotterranei consentendo la loro naturale ricarica.

Le opere da realizzare, quindi, non producono alcuna interferenza sia con il reticolo primario e sia con quello secondario.

Le rocce affioranti nell’area oggetto di studio sono in prevalenza permeabili per porosità, fessurazione o per entrambe, con grado di permeabilità variabile in relazione a diversi fattori quali:

Incisività di fenomeni paracarsici; Assortimento granulometrico; Struttura e diagenesi del deposito.

In particolare possiamo dire che mentre i depositi sabbiosi sono dotati di permeabilità primaria, le calcareniti presentano invece una permeabilità variabile di tipo secondaria per fatturazione e fessurazione. In base alle litologie affioranti è possibile classificare i terreni rinvenibili nella zona di studio in relazione alla loro permeabilità:

- Terreni permeabili per porosità

Appartengono a questa categoria i depositi sabbiosi e calcarenitici, queste ultime presentano una permeabilità variabile per la presenza di macrofossili e fratture che aumentano sensibilmente le vie preferenziali del flusso idrico.

- Terreni permeabili per fessurazione

Questi tipi di terreni sono rappresentati dai calcari e dalle argille che grazie ad una fitta rete di fessure e fratture , presentano una permeabilità variabile sia lateralmente che verticalmente.

- Terreni permeabili per porosità e per fessurazione

Appartengono a questa categoria le sole calcareniti che presentano sia una porosità primaria, dovuta alla presenza di vuoti interstiziali, e sia una porosità secondaria dovuta alla presenza di fratture e fessure.

Dallo stralcio della Carta idrogeomorfologica, dell’AdB della Puglia, si nota che le opere in progetto interessano le fasce di pertinenza fluviale di alcuni corsi d’acqua episodici, pertanto si rende necessaria la redazione di uno studio di compatibilità idrologico ed idraulico da sottoporre a Parere della competente Autorità di Bacino.

In riferimento al “Piano di Tutela delle acque” della Regione Puglia, paragrafo 2.2 (*Acquifero carsico della Murgia*), l’area in esame ricade nella perimetrazione denominata “AREE DI TUTELA QUALI QUANTITATIVA” – (stralcio Tav.B in Allegato alla presente Relazione), ed è al di fuori delle aree denominate “ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE IDROGEOLOGICA” (stralcio Tav.A in allegato alla presente Relazione).

7. Geologia

Al fine di avere informazioni geologiche sufficienti l’area in oggetto, ricadente nel Foglio n.276 “ALTAMURA”, e Fogli n.84-85-103 “SANTERAMO IN COLLE”, della Carta Geologica Nazionale è stata sottoposta ad un rilevamento geologico alla scala 1:100.000 che ha evidenziato, in un’area ritenuta significativa, la presenza di vari tipi di sedimenti appartenenti alle seguenti formazioni geologiche e descritte dalla più recente alla più antica:

a² – Depositi attuali e recenti terrazzati (Olocene)

Questi depositi sono costituiti da sabbie argillose bruno-grigiastre con intercalazione di ciottoli ben arrotondati, talora anche terrazzati, all'interno degli alvei fluviali.

l – Depositi alluvionali terrazzati (Pleistocene sup.)

Tali depositi rappresentano terrazzamenti, lungo i solchi erosivi dei fiumi, di tipo alluvionale prevalentemente ciottolosi (l) e siltosi con lenti di ciottoli e sabbie (fl) rispettivamente sui fianchi del Torrente Gravina e dei suoi affluenti

q^{1s} – Sabbie dello Staturò (Pleistocene medio)

Si tratta di sabbie quarzoso micacee, fini, facilmente riconoscibili per il colore rosso intenso.

q^{1a} – Argille calcigne (Pleistocene medio)

Trattasi di un deposito siltoso di origine probabilmente alluvionale; caratteristiche sono delle piccole concrezioni calcaree sparse nel limo. Queste argille sono eteropiche con le sabbie dello staturò e rappresentano depositi quaternari non fossiliferi, alluvionali e fluvio-lacustri, che chiudono il ciclo sedimentario calabro della Fossa Bradanica.

Q^{cs} – Sabbie di Monte Marano (Pleistocene medio)

Questi depositi affiorano nel tratto superiore dei versanti dei più elevati rilievi tabulari della Fossa Bradanica, in concordanza sulle Argille subappennine.

Si tratta di depositi sabbiosi a grana media e fine, di colore variabile da un grigio-giallastro ad un giallo ocraceo. Solo in alcuni casi la stratificazione è posta in evidenza da sottili letti cementati con spessori dell’ordine del centimetro.

Le sabbie contengono una scarsa macrofauna, oligotipica; i fossili si rinvengono particolarmente in livelli o nidi, nella parte basale.

Q^{cs}- Calcareni di Monte Castiglione (Pleistocene medio)

Questa formazione è generalmente costituita da calcareniti grossolane, compatte o friabili, che rappresentano la chiusura del ciclo di sedimentazione iniziatosi con la Calcarenite di Gravina. Questi sedimenti passano gradualmente, con perfetta concordanza stratigrafica, alle sottostanti Argille del Bradano e sono tipicamente terrazzati al punto che si possono distinguere ben 11 ordini di terrazzi.

Q^a - Argille di Gravina (Pleistocene inf.)

La formazione delle Argille di Gravina è costituita da argille marnose e siltose, marne argillose, talora decisamente sabbiose. Il colore è generalmente grigio-azzurro o grigio-verdino; in superficie la colorazione è bianco-giallastra e caratterizza i campi coltivati in questi terreni.

L'Argilla di Gravina costituisce in genere un livello ininterrotto con spessore che in linea di massima aumenta da nord verso sud.

Q^c – Tufo di Gravina (Pleistocene inf.)

Questo tipo di deposito calcareo-arenaceo e calcareo-arenaceo-argilloso più o meno cementato di colore bianco o giallastro con frequenti livelli fossiliferi ad Ostrea e Pecten ricopre in lembi la piattaforma di abrasione marina formatasi sui sottostanti calcari cretacei durante il terziario a seguito di una prolungata azione erosiva.

8. Indagini geognostiche in sito

Per la ricostruzione litostratigrafia e la caratterizzazione geotecnica e sismica delle aree di intervento, ai sensi del D.M. 17.01.2018, è stata condotta una campagna di indagini geognostiche in sito durante la quale si sono effettuate le seguenti indagini, si veda Allegato N.9:

➤ Impianto fotovoltaico “Area A”

- *Realizzazione di n.2 rilievi sismici a rifrazione in onda P (sigla: **SS1-SS2**), ubicato come da planimetria allegata, della lunghezza pari a 96 ml, con interpretazione Tomografica dei dati di velocità sismica in onda P;*
- *Esecuzione di n.2 prospezioni sismiche con tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) sulla medesima traccia della prospezione a rifrazione, per ottenere il profilo verticale delle onde S (Vs) nella posizione baricentrica rispetto all’allineamento citato, (**MASW1-MASW2**).*

RILIEVI SISMICI

Tali indagini consentono l’acquisizione di alcuni elementi di carattere geotecnico-dinamico e la valutazione del parametro Velocità equivalente, ai sensi dell’Ord. P.C.M. 3274/2003, ai fini della risposta sismica locale.

La analisi di insieme dei parametri geofisici derivanti dai rilievi condotti, consente di effettuare una suddivisione tipica dell’area di intervento di max n.3 differenti sismostrati, associati a differenti situazioni geologico-tecniche:

Rif. base SS1 :

- **I° livello:** ($V_p=700$ m/sec-prof. media da p.c. : **0.84m** circa), associato a coperture vegetali più o meno humificate limo-sabbiose areate, a medio-scadenti caratteri geotecnici ad andamento piuttosto regolare (v. profilo sismico allegato);
- **II° livello:** ($V_p=1.300$ m/sec-prof. media da p.c. : **2.66m** circa), associato a depositi sabbiosi, sabbio-calcarenitico, e/o con livelli più o meno cementati, a generale medio-discreta risposta acustica, che si approfondiscono lievemente passando dall’estremo B del rilievo a quello A;
- **III° livello:** ($V_p=2.000$ m/sec-prof. da p.c. : **max investigaz.**), associato a *substrato* litoide-semilitoide presumibilmente calcarenitico/calcareo (visti anche i dati in onda S), a risposta sismico-tecnica buona. Lo strato in parola è collocato alla base del sismostrato appena

descritto ed è posto sino alla profondità di massima investigazione; le caratteristiche tecniche di tale sismostrato sembrano aumentare gradualmente con la profondità, visto l’andamento delle linee di isovelocità letto con il tomogramma sismico specifico.

Moduli Elastodinamici - Imp. Fotovoltaico - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA) - Base SS1									
	Vp	Vs	μ	δ	Edin	Gdin	Kdin	Estat	
	Km/sec	Km/sec		T/m ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa	
STRATO	prof.media(m)								
I	0.84	0.70	0.40	0.27	1.77	7133	2816	5089	44.3
II	2.66	1.30	0.59	0.37	1.99	19542	7139	24792	213.3
III	max indagine	2.00	1.06	0.30	2.16	64602	24758	55127	1377.3

Legenda parametri dinamici					
Tp	Tempi onde di compressione	millisecondi	δ	Densità geofisica	T/m ³
Ts	Tempi onde di taglio	millisecondi	Edin	Modulo di Elasticità dinamico	Kg/cm ²
Vp	Velocità onde di compressione	Km/sec	Gdin	Modulo di Taglio dinamico	Kg/cm ²
Vs	Velocità onde di taglio	Km/sec	Kdin	Modulo di Compressibilità dinamico	Kg/cm ²
μ	Coefficiente di Poisson	-	Estat	Modulo di Elasticità statico	Mpa

Rif. base SS2 :

- I° livello: (Vp=1.100 m/sec-prof. media da p.c. : 1.21m circa), associato a coperture vegetali più o meno humificate limo-sabbiose areate, a medi caratteri geotecnici ad andamento relativamente regolare (v. profilo sismico allegato);
- II° livello: (Vp=2.600 m/sec-prof. da p.c. : max investigaz.), associato a *substrato* litoide presumibilmente calcareo (visti anche gli affioramenti presenti in loco e i dati in onda S), a risposta sismico-tecnica molto-buona. Lo strato in parola è collocato alla base del sismostrato appena descritto ed è posto sino alla profondità di massima investigazione; le caratteristiche tecniche di tale sismostrato sembrano aumentare gradualmente con la profondità, visto l’andamento delle linee di isovelocità letto con il tomogramma sismico specifico.

Moduli Elastodinamici - Imp. Fotovoltaico - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)									
- Base SS2									
		Vp	Vs	μ	δ	Edin	Gdin	Kdin	Estat
		Km/sec	Km/sec		T/m ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa
STRATO	prof.media(m)								
I	1.21	1.10	0.56	0.33	1.93	16346	6168	15575	161.4
II	max indagine	2.60	1.55	0.22	2.27	136250	55643	82374	4411.9

Legenda parametri dinamici						
Tp	Tempi onde di compressione	millisecondi		δ	Densità geofisica	T/m ³
Ts	Tempi onde di taglio	millisecondi		Edin	Modulo di Elasticità dinamica	Kg/cm ²
Vp	Velocità onde di compressione	Km/sec		Gdin	Modulo di Taglio dinamico	Kg/cm ²
Vs	Velocità onde di taglio	Km/sec		Kdin	Modulo di Compressibilità dinamica	Kg/cm ²
μ	Coefficiente di Poisson	-		Estat	Modulo di Elasticità statico	Mpa

PARAMETRI GEOTECNICI

Ai fini della scelta e dimensionamento delle soluzioni fondali e per le verifiche della sicurezza e delle prestazioni, identificazione dei relativi stati limite, da effettuarsi mediante calcolo strutturale ai sensi delle NTC 2018, si utilizzeranno i seguenti parametri geotecnici ottenuti attraverso una correlazione tra i dati riportati nei certificati delle indagini sismiche e penetrometriche effettuate in sito.

Pertanto vengono di seguito caratterizzati, dal punto di vista geotecnico, i terreni che direttamente saranno sollecitati dai manufatti da realizzare ed associati a 2 diverse Unità geotecniche. Vengono di seguito indicate le caratteristiche geotecniche delle UNITA' GEOTECNICHE "A" e "B" che sono quelle direttamente interessate dalle sollecitazioni dei manufatti in progetto.

UNITA' GEOTECNICA "A" (Copertura limo-sabbiosa arenata, 0.00-1.10 m.p.c):

Ysat	= 18.63 KN/mc	(peso di volume saturo)
Yn	= 18.44 KN/mc	(peso di volume naturale)
Cu	= 25.90 KPa	(coesione non drenata)
C	= 2.59 KPa	(coesione drenata)
Φ	= 18°	(angolo di attrito efficace)
Edin	= 7133 Kg/cm ²	(Modulo di elasticità dinamica)
μ	= 0.27 Mpa	(Modulo di poisson)

UNITA' GEOTECNICA "B" (Deposito calcarenitico-calcareo, 1.10-30.00 m.p.c):

Y_{sat} = 24.52 KN/mc	(peso di volume saturo)
Y_n = 22.26 KN/mc	(peso di volume naturale)
C_u = 229.29 KPa	(coesione non drenata)
C = 22.92 KPa	(coesione drenata)
Φ = 30°	(angolo di attrito efficace)
E_{din} = 19542 Kg/cmq	(Modulo di elasticità dinamica)
μ = 0.37 Mpa	(Modulo di poisson)

➤ **Impianto fotovoltaico “Area B”**

- Realizzazione di n.1 rilievo sismico a rifrazione in onda P (sigla: **SS3**), ubicato come da planimetria allegata, della lunghezza pari a 96 ml, con interpretazione Tomografica dei dati di velocità sismica in onda P;
- Esecuzione di n.1 prospezione sismica con tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) sulla medesima traccia della prospezione a rifrazione, per ottenere il profilo verticale delle onde S (Vs) nella posizione baricentrica rispetto all'allineamento citato, (**MASW3**).

RILIEVI SISMICI

Tali indagini consentono l'acquisizione di alcuni elementi di carattere geotecnico-dinamico e la valutazione del parametro Velocità equivalente, ai sensi dell'Ord. P.C.M. 3274/2003, ai fini della risposta sismica locale.

La analisi di insieme dei parametri geofisici derivanti dai rilievi condotti, consente di effettuare una suddivisione tipica dell'area di intervento di max n.3 differenti sismostrati, associati a differenti situazioni geologico-tecniche:

Rif. base SS3 :

- **I° livello:** (V_p=700 m/sec-prof. media da p.c. : **1.84m** circa), associato a coperture vegetali più o meno humificate limo-sabbiose areate, a medio-scadenti caratteri geotecnici ad andamento piuttosto regolare (v. profilo sismico allegato);
- **II° livello:** (V_p=1.300 m/sec-prof. media da p.c. : **4.75m** circa), associato a depositi sabbiosi, sabbio-calcareo, e/o con livelli più o meno cementati, a generale medio-discreta risposta acustica, ad andamento piuttosto regolare che segue la locale topografia;
- **III° livello:** (V_p=1.900 m/sec-prof. da p.c. : **max investigaz.**), associato a *substrato* presumibilmente limo-argilloso (visti anche i non elevati dati di propagazione dell'onda S), a

risposta sismico-tecnica discreta. Lo strato in parola è collocato alla base del sismostrato appena descritto ed è posto sino alla profondità di massima investigazione; le caratteristiche tecniche di tale sismostrato sembrano aumentare gradualmente con la profondità, visto l’andamento delle linee di isovelocità letto con il tomogramma sismico specifico.

Moduli Elastodinamici - Imp. Fotovoltaico - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA) - Base SS3									
	Vp	Vs	μ	δ	Edin	Gdin	Kdin	Estat	
	Km/sec	Km/sec		T/m ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa	
STRATO	prof.media(m)								
I	1.84	0.70	0.15	0.48	1.77	1137	385	8331	2.5
II	4.75	1.30	0.20	0.49	1.99	2465	828	33207	8.4
III	max indagine	1.90	0.46	0.47	2.14	13680	4657	72562	122.3

Legenda parametri dinamici					
Tp	Tempi onde di compressione	millisecondi	δ	Densità geofisica	T/m ³
Ts	Tempi onde di taglio	millisecondi	Edin	Modulo di Elasticità dinamico	Kg/cm ²
Vp	Velocità onde di compressione	Km/sec	Gdin	Modulo di Taglio dinamico	Kg/cm ²
Vs	Velocità onde di taglio	Km/sec	Kdin	Modulo di Compressibilità dinamico	Kg/cm ²
μ	Coefficiente di Poisson	-	Estat	Modulo di Elasticità statico	Mpa

PARAMETRI GEOTECNICI

Pertanto vengono di seguito caratterizzati, dal punto di vista geotecnico, i terreni che direttamente saranno sollecitati dai manufatti da realizzare ed associati a 3 diverse Unità geotecniche.

Vengono di seguito indicate le caratteristiche geotecniche delle UNITA' GEOTECNICHE “A”, “B” e “C” che sono quelle direttamente interessate dalle sollecitazioni dei manufatti in progetto.

UNITA' GEOTECNICA “A”(Copertura limo-sabbiosa areata, 0.00-1.84 m.p.c):

Ysat = 18.63	KN/mc	(peso di volume saturo)
Yn = 18.44	KN/mc	(peso di volume naturale)
Cu = 25.90	KPa	(coesione non drenata)
C = 2.59	KPa	(coesione drenata)
Φ = 18°		(angolo di attrito efficace)
Edin = 1137	Kg/cm ²	(Modulo di elasticità dinamica)
μ = 0.15	Mpa	(Modulo di poisson)

UNITA' GEOTECNICA "B" (Deposito sabbio-calcarenitico, 1.84-4.75 m.p.c):

Y_{sat} = 19.52 KN/mc	(peso di volume saturo)
Y_n = 17.26 KN/mc	(peso di volume naturale)
C_u = 110.29 KPa	(coesione non drenata)
C = 11.92 KPa	(coesione drenata)
Φ = 25°	(angolo di attrito efficace)
E_{din} = 2465 Kg/cm ²	(Modulo di elasticità dinamica)
μ = 0.49	(Modulo di poisson)

UNITA' GEOTECNICA "C" (Substrato limo-argilloso, 4.75-30.00 m.p.c):

Y_{sat} = 20.12 KN/mc	(peso di volume saturo)
Y_n = 17.26 KN/mc	(peso di volume naturale)
C_u = 340.29 KPa	(coesione non drenata)
C = 34.29 KPa	(coesione drenata)
Φ = 23°	(angolo di attrito efficace)
E_{din} = 13680 Kg/cm ²	(Modulo di elasticità dinamica)
μ = 0.47	(Modulo di poisson)

➤ **Stazione di elevazione**

- Realizzazione di n.1 rilievo sismico a rifrazione in onda P (sigla: **SS4**), ubicato come da planimetria allegata, della lunghezza pari a 96 ml, con interpretazione Tomografica dei dati di velocità sismica in onda P;
- Esecuzione di n.1 prospezione sismica con tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) sulla medesima traccia della prospezione a rifrazione, per ottenere il profilo verticale delle onde S (Vs) nella posizione baricentrica rispetto all'allineamento citato, (**MASW4**).

RILIEVI SISMICI

Tali indagini consentono l'acquisizione di alcuni elementi di carattere geotecnico-dinamico e la valutazione del parametro Velocità equivalente, ai sensi dell'Ord. P.C.M. 3274/2003, ai fini della risposta sismica locale. La analisi di insieme dei parametri geofisici derivanti dai rilievi condotti, consente di effettuare una suddivisione tipica dell'area di intervento di max n.3 differenti sismostrati, associati a differenti situazioni geologico-tecniche:

Rif. base SS4 :

- I° livello: ($V_p=700$ m/sec-prof. media da p.c. : **1.47m** circa), associato a coperture vegetali più o meno humificate limo-sabbiose areate, a medio-scadenti caratteri geotecnici ad andamento non del tutto regolare (v. profilo sismico allegato);
- II° livello: ($V_p=1.300$ m/sec-prof. media da p.c. : **3.66m** circa), associato a depositi sabbiosi, sabbio-calcarenitici, e/o con livelli più o meno cementati, a generale medio-discreta risposta acustica, ad andamento non del tutto regolare;
- III° livello: ($V_p=2.000$ m/sec-prof. da p.c. : **max investigaz.**), associato a *strato* presumibilmente limo-argilloso (visti anche i non elevati dati di propagazione dell’onda S), a risposta sismico-tecnica discreta. Lo strato in parola è collocato alla base del sismostrato appena descritto ed è posto sino alla profondità di massima investigazione; le caratteristiche tecniche di tale sismostrato sembrano aumentare gradualmente con la profondità, visto l’andamento delle linee di isovelocità letto con il tomogramma sismico specifico.

Moduli Elastodinamici - Imp. Fotovoltaico - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA) - Base SS4									
		V_p	V_s	μ	δ	E_{din}	G_{din}	K_{din}	E_{stat}
		Km/sec	Km/sec		T/m ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa
STRATO	prof.media(m)								
I	1.47	0.70	0.15	0.48	1.77	1152	390	8324	2.6
II	3.66	1.30	0.20	0.49	1.99	2513	845	33185	8.7
III	max indagine	2.00	0.41	0.48	2.16	10844	3668	83246	85.1

Legenda parametri dinamici						
T_p	Tempi onde di compressione	millisecondi		δ	Densità geofisica	T/m ³
T_s	Tempi onde di taglio	millisecondi		E_{din}	Modulo di Elasticità dinamico	Kg/cm ²
V_p	Velocità onde di compressione	Km/sec		G_{din}	Modulo di Taglio dinamico	Kg/cm ²
V_s	Velocità onde di taglio	Km/sec		K_{din}	Modulo di Compressibilità dinamico	Kg/cm ²
μ	Coefficiente di Poisson	-		E_{stat}	Modulo di Elasticità statico	Mpa

PARAMETRI GEOTECNICI

Pertanto vengono di seguito caratterizzati, dal punto di vista geotecnico, i terreni che direttamente saranno sollecitati dai manufatti da realizzare ed associati ad 1 Unità geotecnica.

Vengono di seguito indicate le caratteristiche geotecniche delle UNITA' GEOTECNICHE “A”, “B” e “C” che saranno direttamente interessate dalle sollecitazioni dei manufatti in progetto.

UNITA' GEOTECNICA "A" (Copertura limo-sabbiosa arenata, 0.00-1.47 m.p.c):

Y_{sat} = 18.63 KN/mc	(peso di volume saturo)
Y_n = 18.44 KN/mc	(peso di volume naturale)
C_u = 25.90 KPa	(coesione non drenata)
C = 2.59 KPa	(coesione drenata)
Φ = 18°	(angolo di attrito efficace)
E_{din} = 1152 Kg/cm ²	(Modulo di elasticità dinamica)
μ = 0.48 Mpa	(Modulo di poisson)

UNITA' GEOTECNICA "B" (Deposito sabbio-calcarenitico, 1.47-3.66 m.p.c):

Y_{sat} = 19.52 KN/mc	(peso di volume saturo)
Y_n = 17.26 KN/mc	(peso di volume naturale)
C_u = 110.29 KPa	(coesione non drenata)
C = 11.92 KPa	(coesione drenata)
Φ = 25°	(angolo di attrito efficace)
E_{din} = 2513 Kg/cm ²	(Modulo di elasticità dinamica)
μ = 0.49 Mpa	(Modulo di poisson)

UNITA' GEOTECNICA "C" (Substrato limo-argilloso, 3.66-30.00 m.p.c):

Y_{sat} = 20.12 KN/mc	(peso di volume saturo)
Y_n = 17.26 KN/mc	(peso di volume naturale)
C_u = 340.29 KPa	(coesione non drenata)
C = 34.29 KPa	(coesione drenata)
Φ = 23°	(angolo di attrito efficace)
E_{din} = 10844 Kg/cm ²	(Modulo di elasticità dinamica)
μ = 0.48 Mpa	(Modulo di poisson)

9. Geotecnica

Le aree interessate dai lavori previsti in progetto si presentano costituite da sedimenti di tipo marino denominati in letteratura geologica “Tufo di Gravina” (Q^cc), “Argille calcigne” (q¹s) e “Calcareniti di monte Castiglione” (Q^ccs).

Presentano un assetto geologico in senso lato favorevole ad interventi antropici senza richiedere particolari approfondimenti sull'assetto geomorfologico ed idrogeologico, a differenza di quello geotecnico/geomeccanico che è stato determinato attraverso l'utilizzo di indagini indirette effettuate nei siti oggetto del presente studio.

Tali indagini hanno permesso di ricostruire i modelli geologici relativi alle aree oggetto degli interventi in progetto, All.15-16-17.

L'analisi delle caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche riscontrate nei siti oggetto di studio, condizionano la scelta della tipologia fondale più idonea alle opere previste in progetto.

Premesso che in ogni caso le opere fondali devono avere requisiti tali da soddisfare le seguenti esigenze:

- *Avere un'elevata rigidità in modo tale da assorbire gli eventuali cedimenti indotti dai carichi sovrastanti;*
- *Trasmettere ai terreni di fondazione una tensione sufficientemente piccola per evitare fenomeni di rottura locale, questo tramite una sufficiente superficie di contatto;*

e considerate le caratteristiche litostratigrafiche, quelle idrogeologiche e fisico-meccaniche dei materiali, oltre che le condizioni orografiche e geomorfologiche del sito, legate essenzialmente all'attività degli agenti esogeni (acque di ruscellamento meteoriche), la tipologia fondale che sicuramente soddisfa i requisiti minimi richiesti è costituita da fondazioni superficiali da attestarsi al disotto dello strato di terreno vegetale superficiale.

In relazione alle caratteristiche geomeccaniche ed ai carichi da trasmettere al terreno di fondazione, i cedimenti dell'ordine del millimetro, ed il loro decorso nel tempo, saranno compatibili con lo stato di sollecitazione ammissibile per le strutture e con la loro funzionalità.

10. Azione sismica

Il Comune di Santeramo (BA) è classificato, secondo l’**Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20/03/2003 n. 3274** pubblicata sulla G.U. 08/05/2003 n. 105, in zona sismica 3.

Dalle indagini effettuate nelle 3 aree di intervento, ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto, è possibile classificare i terreni che costituiranno il piano di posa delle future fondazioni nelle seguenti categorie di cui al punto 3.1 dell’O.M. n. 3274 del 20/03/2003:

Impianto FTV “Area A” - in parte Categoria B ed in parte Categoria A;

Impianto FTV “Area B” - Categoria C

Stazione di elevazione - Categoria C

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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 con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>

Il valore di a_g (accelerazione orizzontale massima su suolo), espresso come frazione dell’accelerazione di gravità, da adottare per il Comune di Santeramo (BA), che ricade in zona sismica 3, si può ricavare dalla tabella che segue:

Zona	Valore di a_g
1	0.35 g
2	0.25 g
3	0.15 g
4	0.05 g

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_S e di C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{\sigma_g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{\sigma_g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{\sigma_g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{\sigma_g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

11. Conclusioni

Le indagini svolte in questo studio (rilevamento geologico di superficie; analisi delle litologie affioranti; analisi stratigrafiche attraverso indagini geognostiche condotte in sito; caratteristiche morfologiche ed idrogeologiche; caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni di fondazione) hanno permesso di accertare quanto segue:

- Assenza di movimenti gravitativi in atto o potenziali che possono interessare l'equilibrio geostatico generale;
- Presenza di corsi d'acqua episodici che possono direttamente interessare le opere in progetto;
- Assenza di falde freatiche superficiali, a settembre 2020, nei campi FTV “A e B” ma presente nel sito dove si realizzerà la stazione di elevazione alla profondità di circa 4.00 m. dal p.c.. La falda profonda o di base si attesta alla profondità di circa 350 m. dal p.c. all'interno dei calcari mesozoici.

Le opere da realizzare saranno collocate al di fuori degli areali di pericolosità cartografati negli elaborati del PAI (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico) dell'AdB di Bacino della Puglia, le aree in oggetto sono infatti escluse sia da quelle a Pericolosità Geomorfologica e sia da quelle a Pericolosità

Idraulica pertanto, **non esiste nelle aree nelle quali saranno realizzate le opere in progetto una Pericolosità idrogeologica.**

La tipologia fondale che sicuramente soddisfa i requisiti minimi richiesti è costituita da fondazioni superficiali da attestarsi al disotto dello strato di terreno vegetale superficiale areato. Per il dimensionamento delle strutture fondali e per le verifiche della sicurezza e delle prestazioni, identificazione dei relativi stati limite, da effettuarsi mediante calcolo strutturale secondo NTC 2018, si farà riferimento ai parametri geotecnici descritti precedentemente.

Dalle indagini effettuate nelle 3 aree di intervento, ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto, è possibile classificare i terreni che costituiranno il piano di posa delle future fondazioni nelle seguenti categorie di cui al punto 3.1 dell’O.M. n. 3274 del 20/03/2003: **Impianto FTV “Area A”- in parte Categoria B ed in parte Categoria A; Impianto FTV “Area B”- Categoria C; Stazione di elevazione-Categoria C.**

I terreni che, dal punto di vista geolitologico ed anche geotecnico e sismico, saranno interessati dagli elettrodotti interrati di connessione, sono gli stessi che caratterizzano i siti nei quali sono state condotte indagini geognostiche. Pertanto, da terreni limo-sabbiosi, si passa a depositi sabbioso-calcarenici, per poi attraversare le argille.

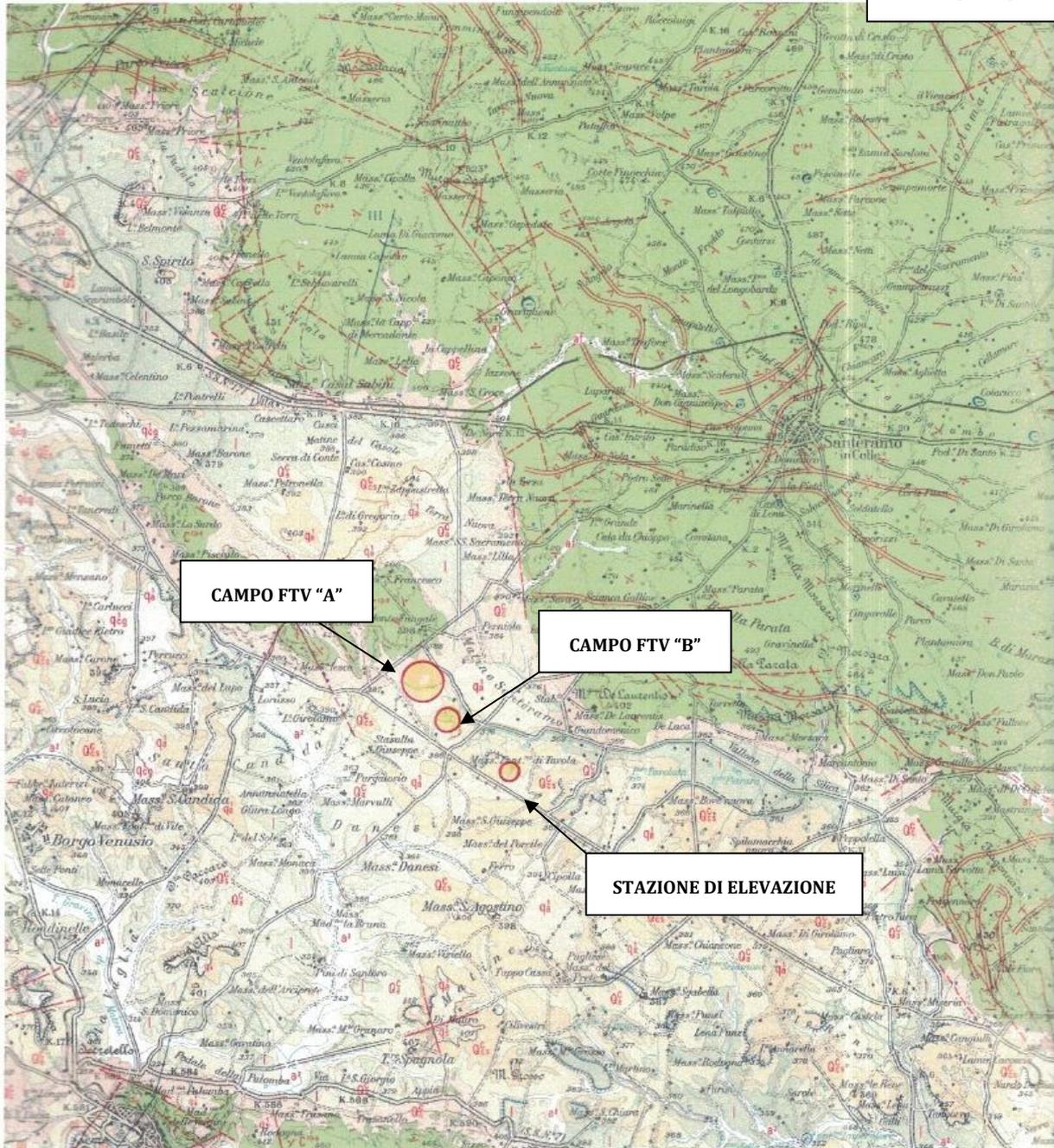
Nell’esprimere parere favorevole alle opere previste in progetto, affermando che le aree sulle quali saranno realizzati i manufatti presentano caratteristiche positive per quanto riguarda gli aspetti geologici/ geomorfologici e geotecnici/sismici e che l'intervento proposto non interferisce negativamente su di essi, si raccomanda di predisporre, ove necessario, adeguate opere di drenaggio e canalizzazione delle acque di precipitazione meteorica al fine di preservare lo stato dei luoghi da fenomeni di erosione accelerata oltre che dall'imbibizione in profondità che sicuramente causerebbe uno scadimento delle caratteristiche meccaniche dei terreni di fondazione.

Questo documento si compone di 30 pagine e 15 allegati

Ginosa, Novembre 2020

Dr. Geol. Francesco SOZIO

ALLEGATO N.1



CARTA GEOLOGICA sc.1:100.000
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA – Foglio 189 “ ALTAMURA “

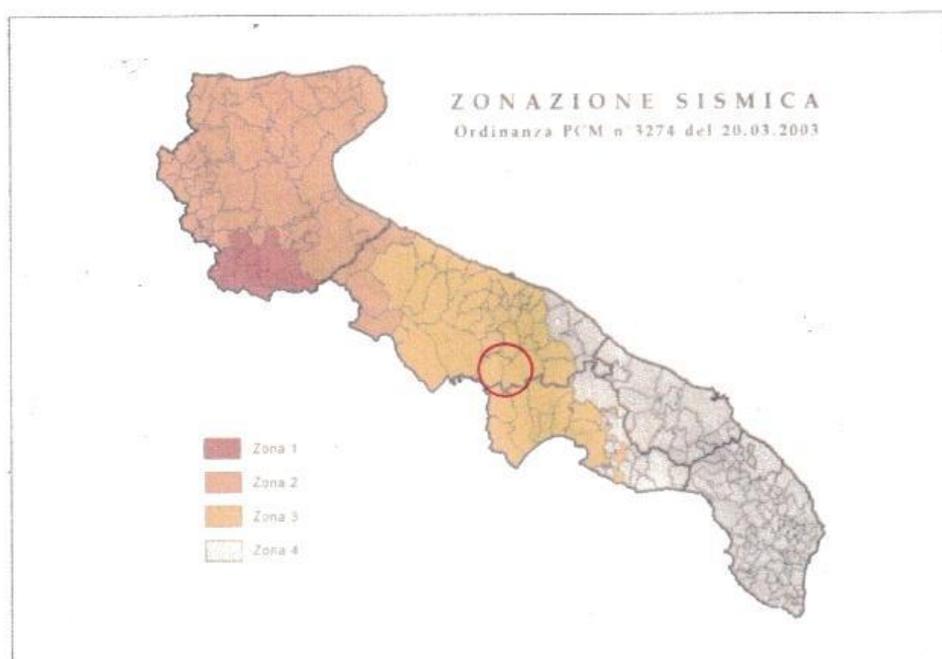
LEGENDA

- a²** - Depositi attuali e recenti terrazzati (Olocene)
- l** - Depositi alluvionali terrazzati (Pleistocene sup.)
- q¹s** - Sabbie dello staturo (Pleistocene medio)
- q¹a** - Argille calcigne (Pleistocene medio)
- Q^s** - Sabbie di Monte Marano (Pleistocene medio)
- Q^{es}** - Calcareniti di Monte Castiglione (Pleistocene medio)
- Q^a** - Argille di Gravina (Pleistocene inf.)
- Q^c** - Tuffi di Gravina (Pleistocene inf.)

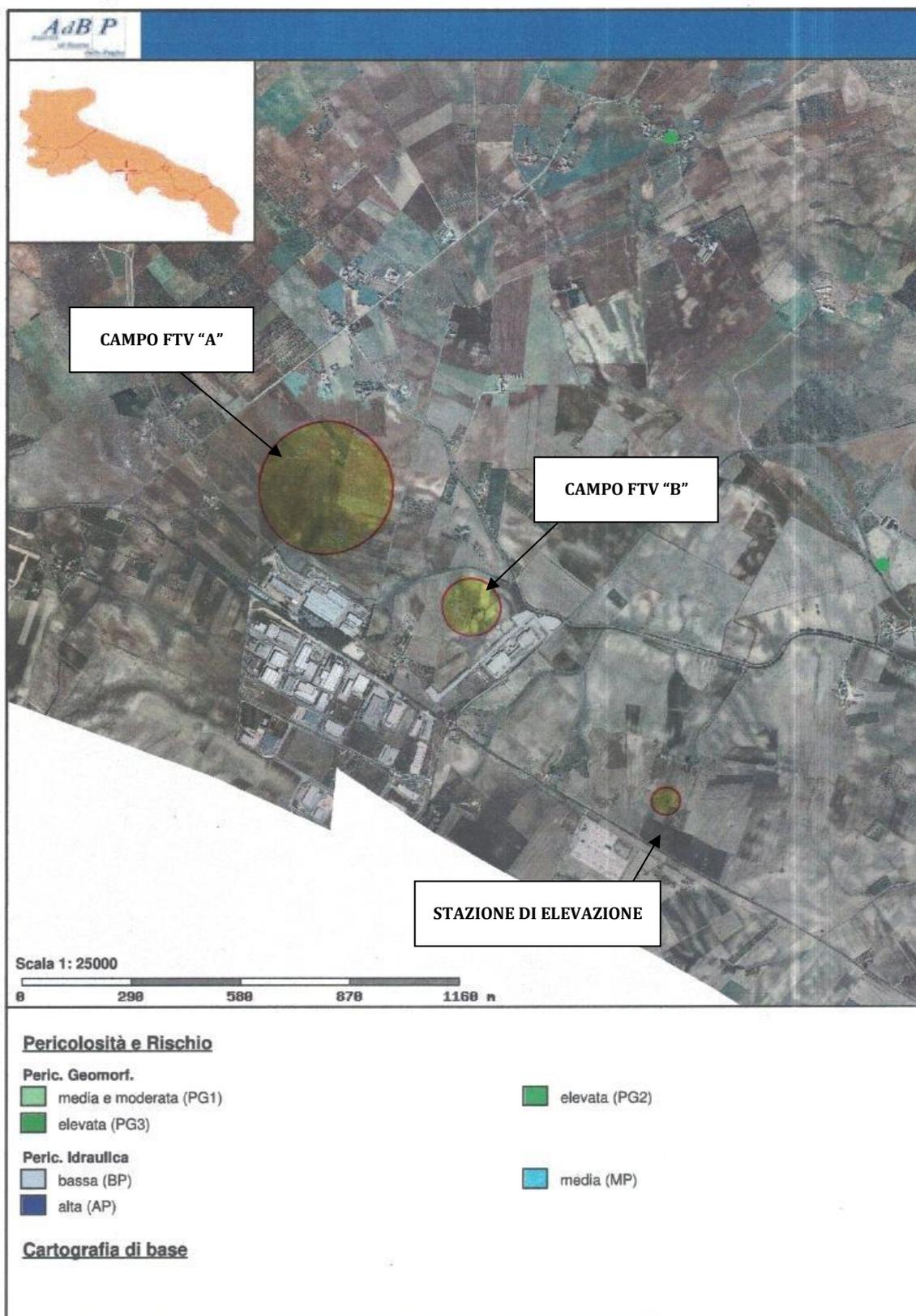
RICLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRITORI PUGLIESI

(Ordinanza PCM n° 3274 del 20.03.2003)

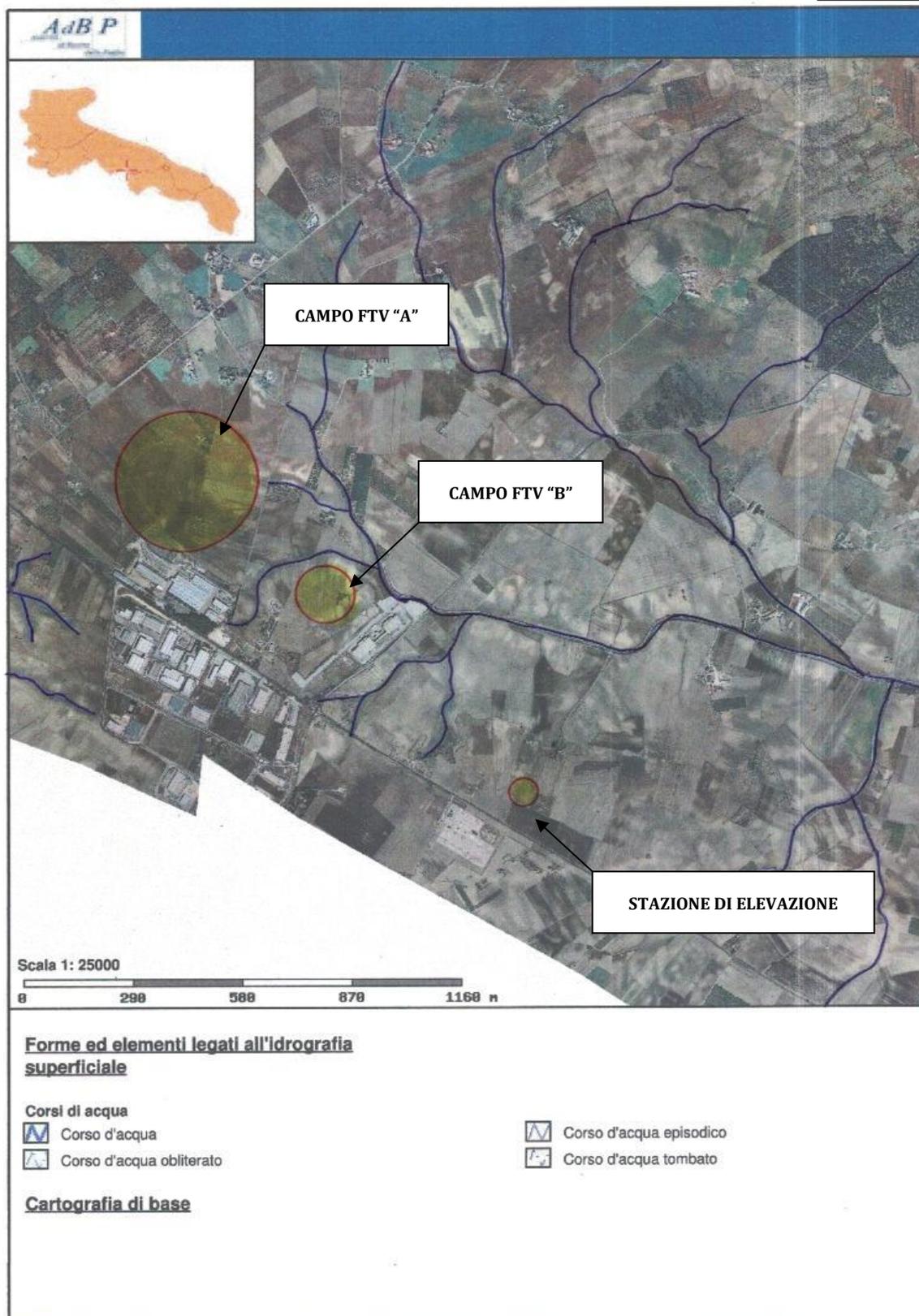
○ Area di intervento



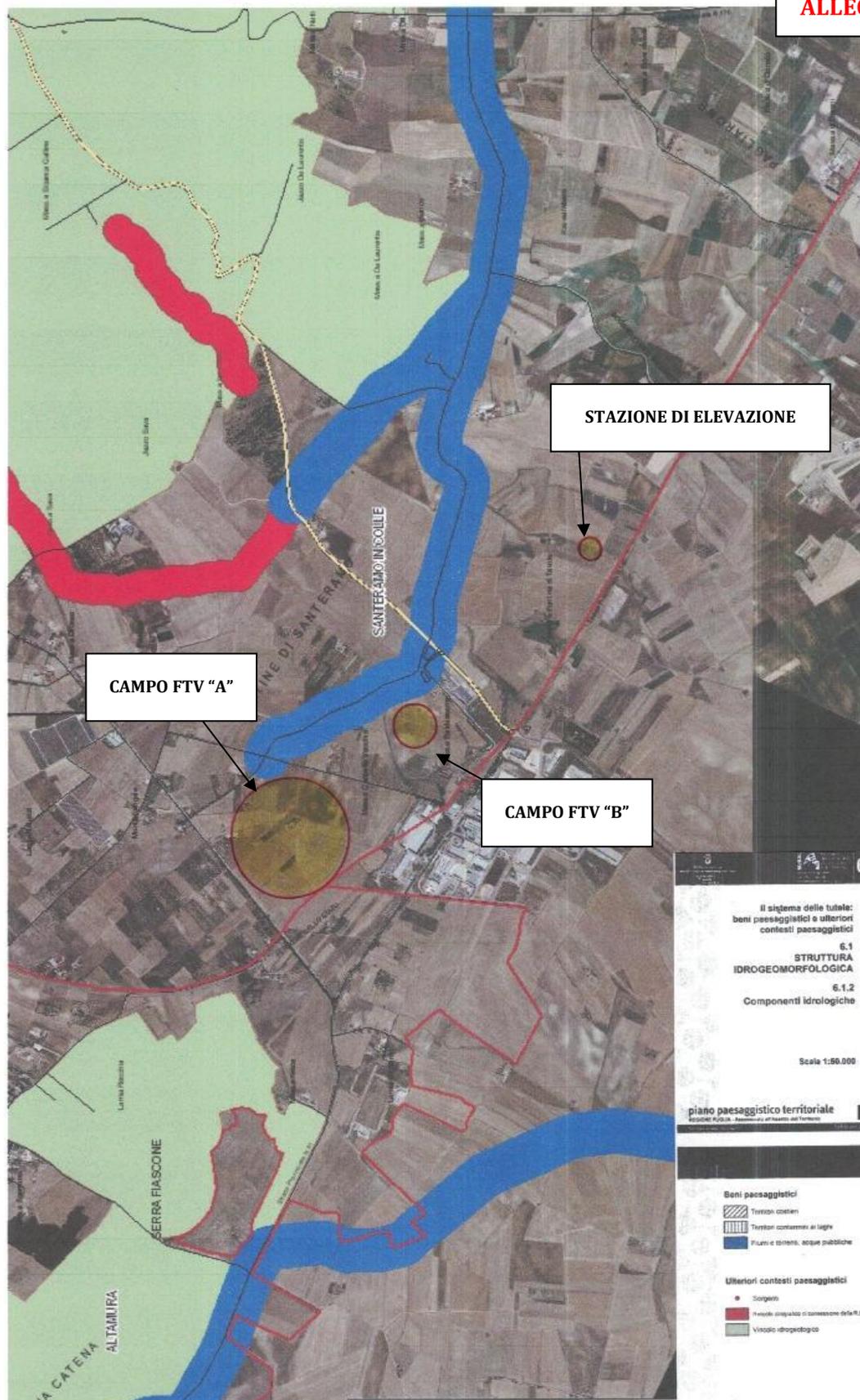
ALLEGATO N.3



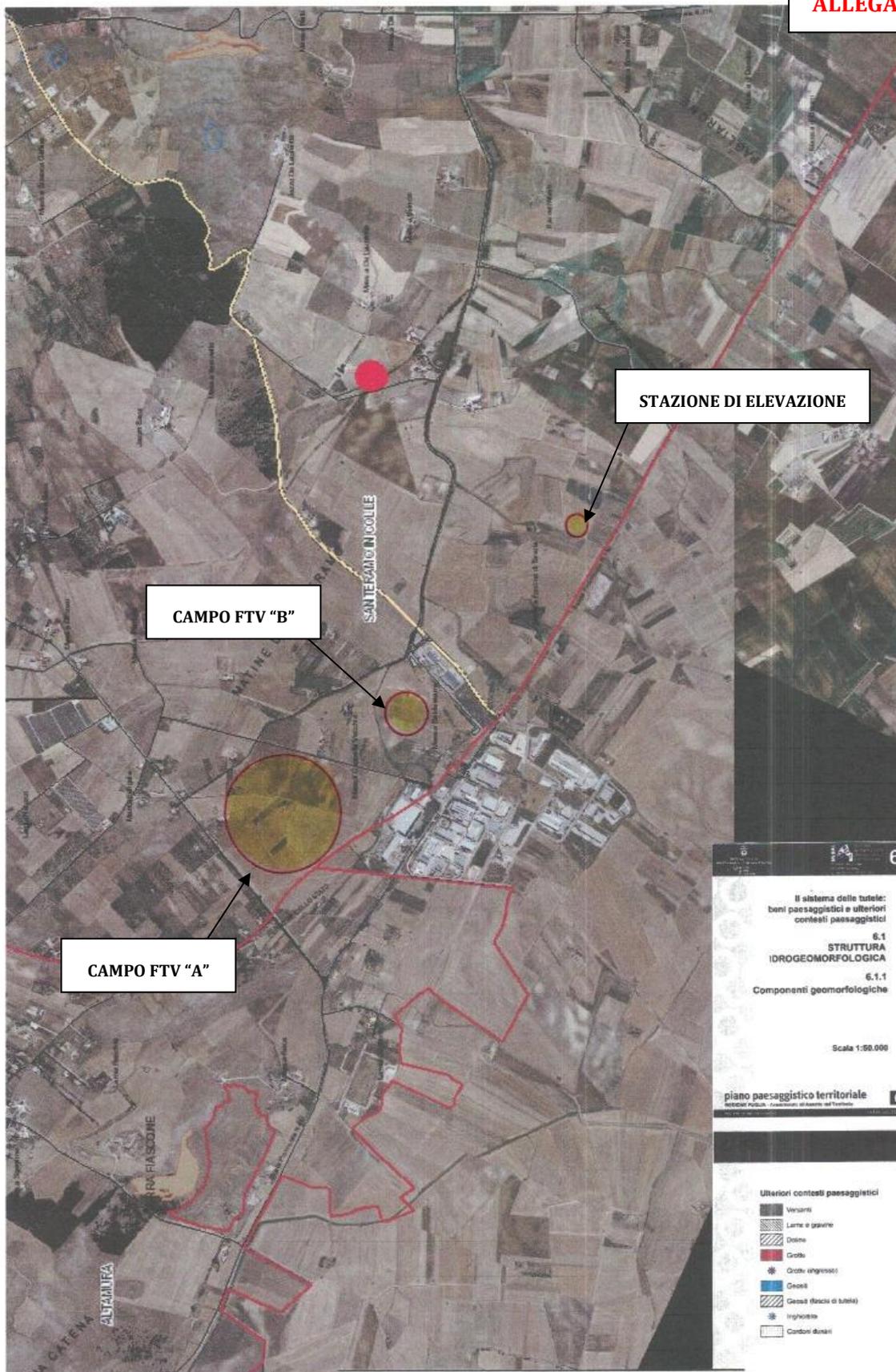
ALLEGATO N.4



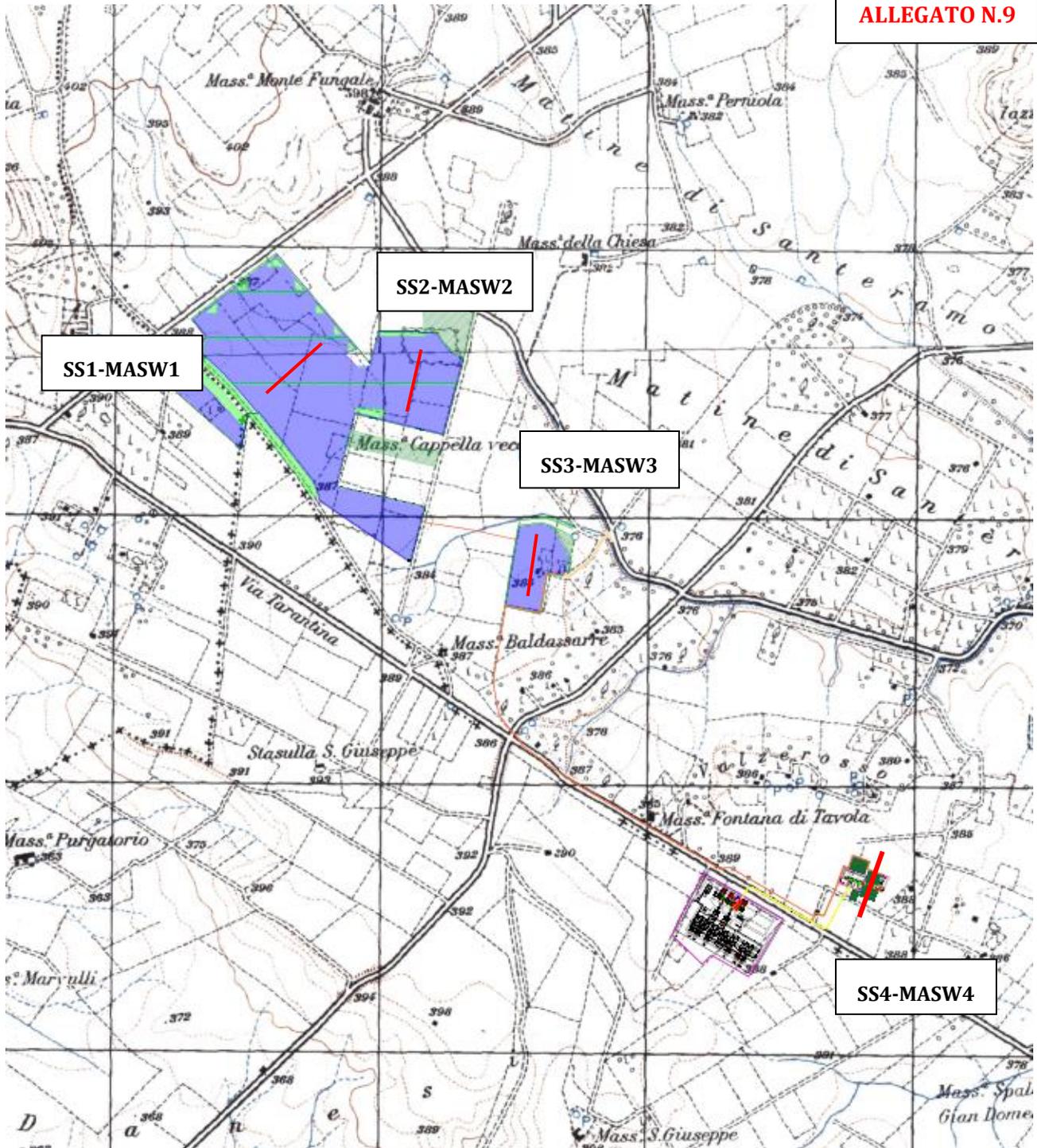
ALLEGATO N.5



ALLEGATO N.6



ALLEGATO N.9



CARTA DELLE INDAGINI GEONOSTICHE IN SITO

Impianto Fotovoltaico “EMERA”

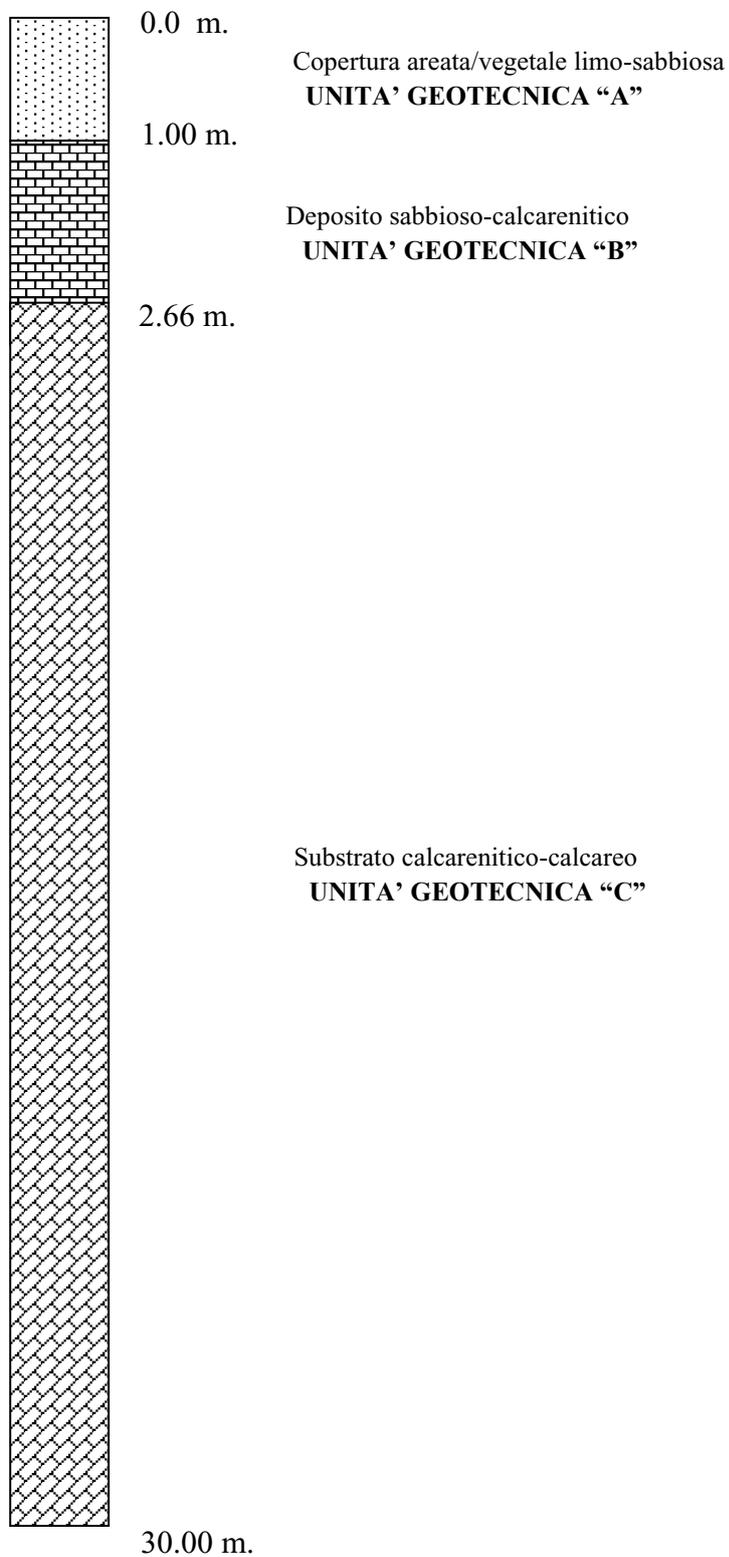
LEGENDA

-  **SS1** - Rilievo sismico a rifrazione in onda P
-  **MASW** - Prospezione sismica in onda S

MODELLO GEOLOGICO

ALLEGATO N.10

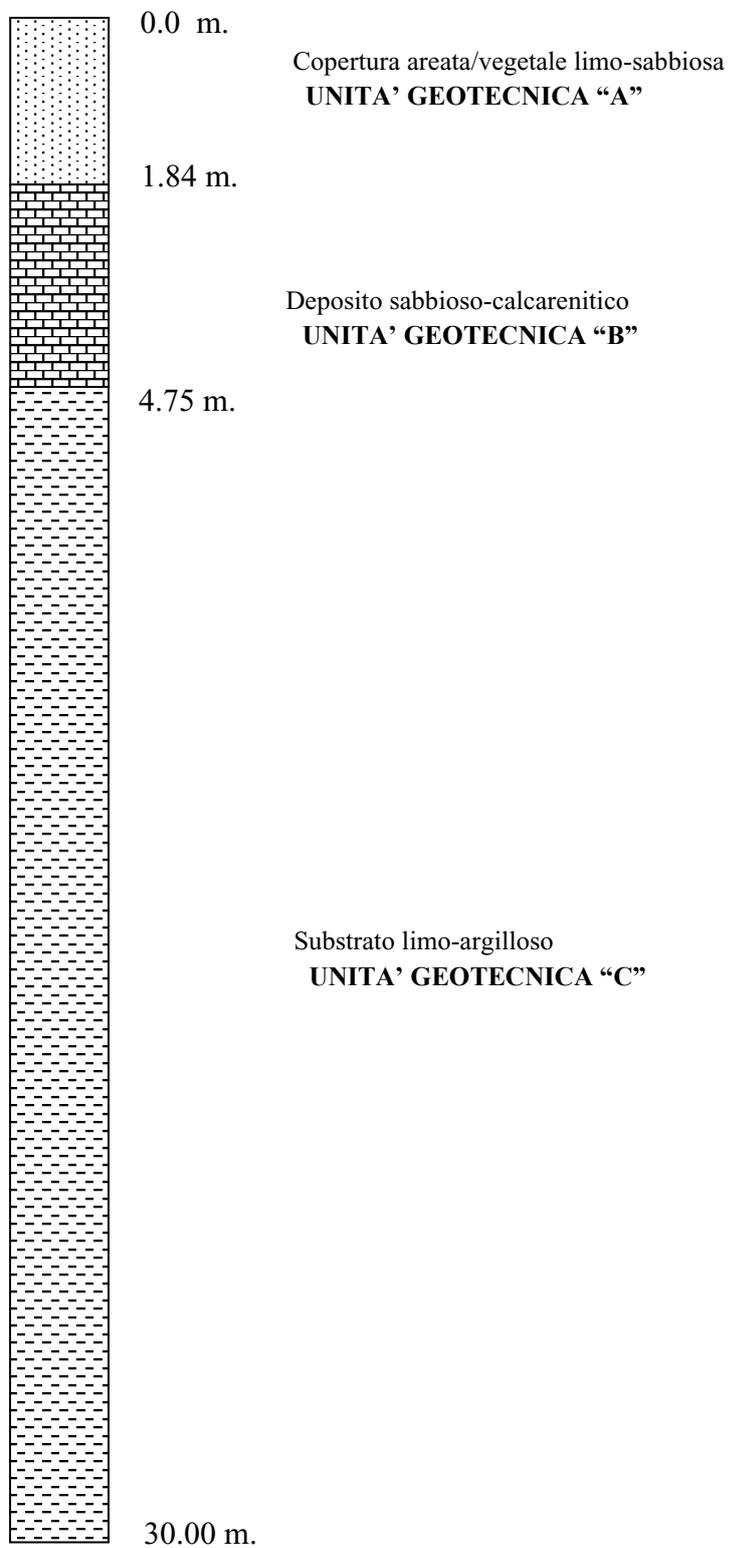
Impianto fotovoltaico “Area A”



MODELLO GEOLOGICO

ALLEGATO N.11

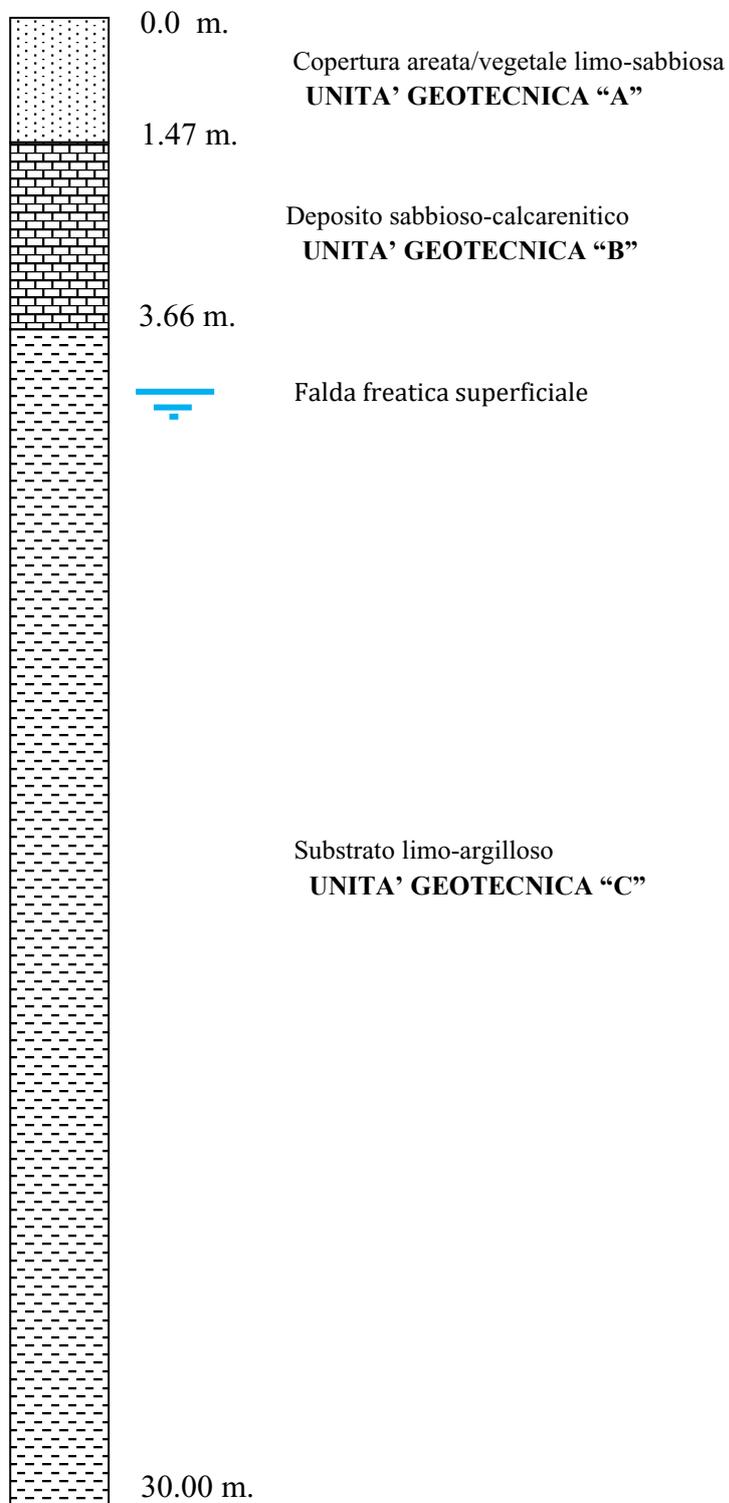
Impianto fotovoltaico “Area B”



MODELLO GEOLOGICO

ALLEGATO N.12

Stazione di elevazione



RILIEVO FOTOGRAFICO N.1

ALLEGATO N.13

Impianto FTV “Area A”

Indagini Sismiche in onda P e onda S













RILIEVO FOTOGRAFICO N.2

ALLEGATO N.14

Impianto FTV “Area B”

Indagini sismiche in onda P e onda S





RILIEVO FOTOGRAFICO N.3

ALLEGATO N.15

Stazione di elevazione

Indagini sismiche in onda P e in onda S







COMMITTENTE: **Emera Srl**
Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

RIF. LAVORO: **Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)**

ELABORATO: **REPORT GEOFISICO**

INDAGINI GEOFISICHE - GEOTECNICHE - CARATTERIZZAZIONI AMBIENTALI



www.progeomatera.it

Via La Martella 126 - 75100 MATERA - Tel. 0835/381960

Il Direttore Tecnico:

Dr. Geol. G. Michele VIZZIELLO

PROGEO del Dr. Geol. VIZZIELLO G. M.
Via Piave, n. 4 Tel. 0835/332812
75100 MATERA
Cod. Fisc. VZZ GNN 67H15 F062K
Part. IVA 00577980774

ELENCO ALLEGATI:

All.1) Prospezioni Sismiche onda P (Dromocrone-Sezioni Sismostratigrafiche-Dati Rifrattore);
All.2) Prospezioni Sismiche a tecnica Masw (Sismogrammi, Curve di Dispersione, Spettri fx, fv, fk, Vs30).

DATA:

Settembre 2020

Nome File	tipo doc.	derivato da	formato	scala	foglio	di
-----------	-----------	-------------	---------	-------	--------	----



Sommario

1. PREMESSA	2
2. INDAGINI GEOFISICHE	3
2.1 Premessa	3
2.2 Rilievi Sismici onda P	3
2.2.1 Metodologia Adottata Rilievi Sismici in onda P	4
2.2.2 Strumentazione Adottata e Trattamento dati	5
2.2.3 Risultanze del Rilievo Sismico in onda P	6
2.3 Rilievi Sismici a Tecnica MASW	9
2.3.1 Cenni Teorici	9
2.3.2 Acquisizione e Processing dati	10
2.3.3 Strumentazione Adottata e Trattamento dati	11
2.3.4 Risultanze del rilievo a Tecnica Masw e parametri elastodinamici	12



1. PREMESSA

Il presente Report Geofisico riferisce sulle risultanze di un'indagine indiretta condotta per la caratterizzazione sismoelastica dei terreni presenti in un'area ove si prevede la "Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)" - Committ.: Emera srl - Milano.

Si sono adottate metodologie geofisiche quali Rilievi Sismici con tecnica MASW, per valutare la risposta sismica locale del sito ai sensi del **NTC 2018** - DM 17 gennaio 2018.

Allo scopo l'indagine realizzata in loco è consistita in:

- Esecuzione di n. 4 stendimenti sismici tomografici a rifrazione in onda P, di lunghezza pari a da 96 ml/cad. (sigla: SS1÷SS4);
- Esecuzione di n. 4 stendimenti sismici a tecnica MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*), di lunghezza pari a 96 ml/cad. (sigla: Masw1÷Masw4), condotti sulla stessa traccia delle basi SS1÷SS4 sopra citate.

Tutte le attività di indagine sono state seguite da ns. tecnici abilitati di comprovata esperienza nel settore specifico, sotto la continua supervisione dei tecnici della D.L. .

Nello svolgimento delle attività, si è tenuto conto della documentazione tecnica messa a disposizione dalla Committente e dei risultati dei sopralluoghi effettuati sul sito; eventuali variazioni condotte nell'indagine di campo rispetto alle specifiche tecniche di partenza, sono state preventivamente concordate con la D.L. .



2. INDAGINI GEOFISICHE

2.1 Premessa

Come riferito in premessa nell'ambito del progetto in essere, si sono adottate metodologie geofisiche quali Rilievi Sismici di superficie in onda P e Rilievi Sismici con tecnica MASW, per valutare la risposta dei terreni alle differenti metodologie ed ottenere informazioni stratigrafiche al di sotto delle sezioni tracciate dai rilievi di campo.

La presente campagna geofisica inoltre, ha consentito di valutare la risposta sismica sito-specifica ai sensi del NTC 2018 - DM 17 gennaio 2018.

Le tipologie di rilievo condotte sul terreno e le ubicazioni corrispondenti, sono state indicate dalla DD.LL., in maniera tale da investigare al meglio le aree di interesse compatibilmente con gli spazi fisici a disposizione.

2.2 Rilievi Sismici onda P

Nell'area in parola ubicata nei pressi dell'area Industriale di Iesce (agro di Santeramo in Colle-BA), si sono realizzati n.4 rilievi sismici a rifrazione in onda P.

Data la lunghezza delle singole basi ($L=96m$), la profondità utile di investigazione è risultata pari a max 24.0 circa, la spaziatura tra i geofoni sugli stendimenti è risultata pari a 4.0m, con "offset" di 2.0m.

Per la rilevazione delle onde P, si è effettuata la energizzazione tramite "Hammer Blow" da 8 Kg fatto impattare su una piastra in lega di acciaio solidale con il terreno e posta sui vari punti di scoppio (*Shots*), ed utilizzati n.24 geofoni con frequenza di vibrazione 10-14 Hz.

I valori di velocità cui si farà riferimento di seguito, riportati nelle sezioni sismostratigrafiche allegare, sono quelli *medi* valutati sullo stendimento con il metodo GRM-Tomografico (*GRM-type Analysis*).



2.2.1 Metodologia Adottata Rilievi Sismici in onda P

La tecnica di esecuzione della sismica di rifrazione, consiste nel rilevare a distanze orizzontali variabili rispetto ad un punto di origine, gli arrivi di onde sismiche di compressione e di taglio (con appositi geofoni da 10-14 Hz per le onde P) generate da una sorgente di impulsi sismici e rifratte da discontinuità geologico-strutturali.

La velocità di propagazione delle onde sismiche (V_p), costituisce il parametro discriminante per la determinazione della natura litologica del mezzo investigato.

La associazione delle velocità' rilevate ai corrispondenti litotipi ("taratura" delle misurazioni geofisiche) è stata fatta sulla base di dati stratigrafici effettuati nell'area e, quando non presenti, da ampia bibliografia in possesso per il progetto specifico.

Per ogni profilo (copertura tomografica eseguita con n. 7 *shots* distanziati in maniera regolare) si sono eseguiti n. 2 scoppi (Shots 1-7) agli estremi del rilievo e n. 5 scoppi interni al rilievo (Shots 2-3-4-5-6), che permettono di tracciare il diagramma delle velocità complementari e di ottenere una ottima ricopertura di dati (informazioni sullo stesso rifratte da energizzazioni diverse), ricavare giaciture dei livelli rifrattori e ridurre infine il margine di errore in una investigazione di tipo indiretto.

Dopo aver determinato il tempo totale (total time), si sono definite profondità e velocità del/i rifratte/i sotto ciascun geofono con il metodo GRM (Generalized Reciprocal Time-Palmer 1980) e SeisOpt Pro v.4.0 (Optim Inc. USA) e Rayfract v. 3.36 (Intelligent Resources Inc.) per la elaborazione tomografica delle velocità sismiche in onda P.

2.2.2 Strumentazione Adottata e Trattamento dati

- Sismica di Superficie:

-Sismografo Mod. Geode Geometrics : acquisizione con risoluzione di 24 bit, con 24 canali con segnale digitale memorizzato direttamente sullo strumento; trasferimento dati su PC;

Geode Ultra-Light Exploration Seismograph



Fig.1) Sismografo GEODE (Geometrics USA)

Caratteristiche Tecniche:

Ultra Light-weight: 3.6 kg

Expandable:* Available with 3 to 24 channels per module; connect more modules to build low cost distributed systems up to 1000 channels.

Unmatched Specifications: 24 bit, ultra-high resolution 20 kHz bandwidth (8 to 0.02 ms sampling), low distortion (0.0005%), low noise (0.2uV), stacking accuracy (1/32 of sample interval).

-Apparato di ricezione (per Sismica di Superficie in onda P): 24 geofoni marca OYO 8-14 Hz, per onda P con time break sincrono con la sorgente di energia;

-Sorgente di Energia (per Sismica di Superficie in onda P): energizzatore a cartucce a salve ESI; “Hammer Blow” da 8 Kg che impatta su una piastra in lega d’acciaio (onda P);

-Trattamento dati (per Sismica di Superficie): display sismogrammi, lettura first break points per le onde P (FBP), analisi delle intensità dei segnali sismici, costruzione delle dromocrone, tramite programma trattamento dati : “WINSISM V.7-8”, inversione tomografica (onda P) tramite programma SeisOpt Pro v.4.0 (Optim Inc. USA), Rayfract v. 3.36 (Intelligent Resources Inc.),

definizione della profondità dei rifrattori tramite GRM-Type-Analysis; ottimizzazione e trasferimento dati in sistema C.A.D.

2.2.3 Risultanze del Rilievo Sismico in onda P

Per quel che riguarda il rilievo in parola, nella elaborazione condotta, è stata effettuata la correzione topografica della quota dei geofoni posti unicamente sulla base sismica SS3 effettuata, vista la debole e regolare pendenza riscontrata solo in quell'area investigata; il resto dei rilievi invece sono stati realizzati in area subpianeggiante.

La analisi di insieme dei parametri geofisici derivanti dall'indagine condotta, consente di effettuare una suddivisione di max n.2-3 differenti sismostrati, a seconda dei rilievi considerati, associati a differenti situazioni geologico-tecniche per le diverse aree di rilievo:

Rif. base SS1 :

- **I° livello:** ($V_p=700$ m/sec-prof. media da p.c. : **0.84m** circa), associato a coperture vegetali più o meno humificate limo-sabbiose areate, a medio-scadenti caratteri geotecnici ad andamento piuttosto regolare (v. profilo sismico allegato);
- **II° livello:** ($V_p=1.300$ m/sec-prof. media da p.c. : **2.66m** circa), associato a depositi sabbiosi, sabbio-conglomeratici, e/o con livelli più o meno cementati, a generale medio-discreta risposta acustica, che si approfondiscono lievemente passando dall'estremo B del rilievo a quello A;
- **III° livello:** ($V_p=2.000$ m/sec-prof. da p.c. : **max investigaz.**), associato a *substrato* litoide-semilitoide presumibilmente calcarenitico/calcareo (visti anche i dati in onda S), a risposta sismico-technica buona. Lo strato in parola è collocato alla base del sismostrato appena descritto ed è posto sino alla profondità di massima investigazione; le caratteristiche tecniche di tale sismostrato sembrano aumentare gradualmente con la profondità, visto l'andamento delle linee di isovelocità letto con il tomogramma sismico specifico.

Rif. base SS2 :

- **I° livello:** ($V_p=1.100$ m/sec-prof. media da p.c. : **1.21m** circa), associato a coperture vegetali più o meno humificate limo-sabbiose areate, a medi caratteri geotecnici ad andamento relativamente regolare (v. profilo sismico allegato);
- **II° livello:** ($V_p=2.600$ m/sec-prof. da p.c. : **max investigaz.**), associato a *substrato* litoide

presumibilmente calcareo (visti anche gli affioramenti presenti in loco e i dati in onda S), a risposta sismico-tecnica molto-buona. Lo strato in parola è collocato alla base del sismostrato appena descritto ed è posto sino alla profondità di massima investigazione; le caratteristiche tecniche di tale sismostrato sembrano aumentare gradualmente con la profondità, visto l'andamento delle linee di isovelocità letto con il tomogramma sismico specifico.

Rif. base SS3 :

- **I° livello:** ($V_p=700$ m/sec-prof. media da p.c. : **1.84m** circa), associato a coperture vegetali più o meno humificate limo-sabbiose areate, a medio-scadenti caratteri geotecnici ad andamento piuttosto regolare (v. profilo sismico allegato);
- **II° livello:** ($V_p=1.300$ m/sec-prof. media da p.c. : **4.75m** circa), associato a depositi sabbiosi, sabbio-conglomeratici, e/o con livelli più o meno cementati, a generale medio-discreta risposta acustica, ad andamento piuttosto regolare che segue la locale topografia;
- **III° livello:** ($V_p=1.900$ m/sec-prof. da p.c. : **max investigaz.**), associato a *substrato* presumibilmente limo-argilloso (visti anche i non elevati dati di propagazione dell'onda S), a risposta sismico-tecnica discreta. Lo strato in parola è collocato alla base del sismostrato appena descritto ed è posto sino alla profondità di massima investigazione; le caratteristiche tecniche di tale sismostrato sembrano aumentare gradualmente con la profondità, visto l'andamento delle linee di isovelocità letto con il tomogramma sismico specifico.

Rif. base SS4 :

- **I° livello:** ($V_p=700$ m/sec-prof. media da p.c. : **1.47m** circa), associato a coperture vegetali più o meno humificate limo-sabbiose areate, a medio-scadenti caratteri geotecnici ad andamento non del tutto regolare (v. profilo sismico allegato);
- **II° livello:** ($V_p=1.300$ m/sec-prof. media da p.c. : **3.66m** circa), associato a depositi sabbiosi, sabbio-conglomeratici, e/o con livelli più o meno cementati, a generale medio-discreta risposta acustica, ad andamento non del tutto regolare;
- **III° livello:** ($V_p=2.000$ m/sec-prof. da p.c. : **max investigaz.**), associato a *substrato* presumibilmente limo-argilloso (visti anche i non elevati dati di propagazione dell'onda S),



DR. G.M. VIZZIELLO- INDAGINI GEOFISICHE - IN SITO – CARATTERIZZAZIONI AMBIENTALI
VIA LA MARTELLA,126 – 75100 MATERA – 0835-381960-261746

a risposta sismico-tecnica discreta. Lo strato in parola è collocato alla base del sismostrato appena descritto ed è posto sino alla profondità di massima investigazione; le caratteristiche tecniche di tale sismostrato sembrano aumentare gradualmente con la profondità, visto l'andamento delle linee di isovelocità letto con il tomogramma sismico specifico.

2.3 Rilievi Sismici a Tecnica MASW

La risposta sismica locale dell'area di interesse, ai sensi della normativa sismica vigente (NTC 2018 – DM 17 gennaio 2008), è stata valutata con Tecnica MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*), ottenendo il profilo verticale medio delle Vs nel baricentro delle linee sismiche in onda P (sigla rilievi: Masw1÷Masw4).

2.3.1 Cenni Teorici

La tecnica MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*), consente di fornire un profilo verticale medio delle Vs relative al volume di sottosuolo sotteso dallo stendimento operato.

Tale profilo verticale delle Vs viene ricavato per inversione o per modellizzazione diretta della velocità di fase delle onde di superficie (Rayleigh).

Le onde di Rayleigh costituiscono un particolare tipo di onde di superficie che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo ed omogeneo, e sono il risultato dell'interferenza tra onde P ed onde Sv (onde di taglio verticali).

In un mezzo stratificato, tali onde sono di tipo guidato e dispersivo.

La dispersione è una deformazione di un treno d'onde dovuta ad una variazione di propagazione di velocità con la frequenza.

Le componenti con frequenza minore, penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore, per un dato modo, e presentano normalmente più elevate velocità di fase.

Il profilo di velocità onde di Rayleigh ($V_{\text{fase}}/\text{frequenza}$), può essere convertito nel profilo Vs/profondità. Il metodo SASW (Nazarian e Stokoe, 1984) utilizza una sorgente attiva e due sismometri da 1Hz polarizzati verticalmente spazati da 1m sino a 500m; le Vs sono ricavate dallo studio delle velocità di fase delle onde di Rayleigh.

Tali velocità di fase sono ricavate per confronto diretto degli spettri d'ampiezza e fase di ciascuna coppia di sismometri, ottenuti istantaneamente in sito tramite un oscilloscopio che esegue una trasformata veloce di Fourier; l'interpretazione è svolta nel dominio delle frequenze, e si suppone che gli arrivi più energetici appartengano al treno d'onde di Rayleigh.

In ambienti rumorosi, la metodologia SASW non porta sempre a risultati soddisfacenti per il fatto che, nel dominio delle frequenze non è possibile separare le onde di Rayleigh da quelle di altra natura.

Il metodo MASW (Park et al., 1999) è stato sviluppato in parte per superare le difficoltà del metodo SASW in ambienti rumorosi.

Viene effettuata infatti una registrazione simultanea di 12 o più canali, che fornisce una ridondanza statistica delle misure di velocità di fase e ne avvalorata la veridicità.

In questo caso la interpretazione e salvataggio dati nel dominio temporale, consente di separare le onde di Rayleigh presenti nelle acquisizioni (caratterizzate normalmente da elevata ampiezza di segnale); si stima che circa il 60% dell'energia prodotta dalla sorgente artificiale si tramuta in onde di superficie.

L'analisi spettrale detta "*overtone analysis*", produce un grafico Velocità di fase-frequenza in cui si può distinguere il modo fondamentale delle onde di superficie sul quale effettuare il *picking* della curva di dispersione, ed ottenere per successiva inversione il profilo 1-D delle Vs. La tecnica prevede inoltre di eseguire misure ripetute spostandosi nella direzione di allineamento dello stendimento.

2.3.2 Acquisizione e Processing dati

L'analisi mediante tecnica MASW, è stata effettuata registrando onde di superficie (sorgente attiva-massa battente) registrando i dati sismici (*common-shot gathers*) mediante array lineare di 24 geofoni (bassa frequenza: 4.5 Hz) su n.3 tracce da 1 sec/cad, con geofoni distanziati con passo 4.0m e offset variabile 2-5-10m.

Si sono registrate su n. 24 canali, onde con range di frequenza 2-30Hz, che in condizioni ottimali offrono dettagliate informazioni sulla ricostruzione del profilo Vs in profondità.

Dopo aver caricato il *dataset* di campo, si è determinato tramite software dedicato lo spettro di velocità (diagramma Velocità/Frequenza).

Nello spettro di velocità $v-f$ sono visualizzati gli andamenti con evidente coerenza di fase e potenza significativa che consentono di riconoscere in modo "visivo" le onde di Rayleigh che hanno carattere dispersivo (Modo Fondamentale), rispetto a quelle (onde Rayleigh di ordine superiore, onde di pressione, suono e rumore incoerente) che hanno altri Modi e tipi di onde (Modo superiore – *Aliasing spaziale*).

Si è eseguito il *picking* (Modo Fondamentale) della curva di dispersione; tali valori sono stati poi plottati su un diagramma *velocità'-frequenza*, per l'analisi della curva di dispersione ed

ottimizzazione del modello diretto monodimensionale di Vs. Negli elaborati prodotti sono stati riportati oltre al sismogramma prescelto per l'inversione, i seguenti spettri:

- **Spettro FX:** proviene da una FFT 2D applicata all'intero sismogramma, considerando il valore assoluto delle frequenze positive.

La figura viene mostrata in un sistema distanza -frequenza. Analizzando lo spettro è possibile comprendere a quali frequenze è situato l'impulso di energia e se al segnale è sovrapposto del *noise*.

- **Spettro FK :** proviene da una FFT 2D applicata all'intero sismogramma medio, considerando il valore assoluto delle frequenze positive.

La figura viene mostrata in un sistema numero d'onda-frequenza. Da tale spettro è possibile estrarre la curva di dispersione sperimentale.

- **Spettro FV :** proviene da una FFT 2D applicata all'intero sismogramma, considerando il valore assoluto delle frequenze positive.

La figura viene mostrata in un sistema frequenza-velocità. Anche da tale spettro è possibile estrarre la curva di dispersione sperimentale.

2.3.3 Strumentazione Adottata e Trattamento dati

- Tecnica MASW:

-Sismografo Mod. Geode Geometrics : acquisizione con risoluzione di 24 bit, con 24 canali con segnale digitale memorizzato direttamente sullo strumento; trasferimento dati su PC;

-Apparato di ricezione (per Sismica di Superficie in onda S): 24 geofoni marca OYO-GEOSPACE 4.5 Hz con time break sincrono con la sorgente di energia (starter);

-Sorgente di Energia (per Sismica di Superficie in onda P tipo "Hammer Blow" da 8 Kg che impatta su una piastra in lega d'acciaio (onda P);

-Trattamento dati (per Sismica di Superficie): display sismogrammi, *processing* dei dati SEGY, calcolo dello spettro di velocità per ogni traccia acquisita, effettuazione del *picking* della curva di dispersione, plottaggio su un diagramma periodo-velocità di fase, ottimizzazione del modello diretto di velocità delle onde di taglio: softwares:

winMASW 4.0 (Eliosoft); SWAN 1.4 (GeoStudi Astier Srl).

2.3.4 Risultanze del rilievo a Tecnica Masw e parametri elastodinamici

Nell'analisi delle velocità delle onde di taglio rilevate con tecnica Masw nelle varie aree del sito di interesse, si è considerato un numero di strati (n. 4-5) adeguato ad effettuare il miglior *fitting* delle curve di dispersione.

Le velocità delle onde di taglio lette lungo le verticali considerate, hanno evidenziato una graduale aumento di velocità, in accordo con i particolari assetti stratigrafici presenti nelle varie aree di indagine.

Nelle varie aree di indagine, si è valutato il parametro V_{seq} e riportato nelle tabelle che seguono:

Profilo Verticale Vs				Masw 1
Spessore (m)	Profondità (da m)		Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
	(da m)	(a m)		
1.03	0.00	1.03	395	Vseq (15.71m): 697 m/sec
1.84	1.03	2.87	593	
12.84	2.87	15.71	763	
14.29	15.71	30.00	1337	Tipo di Suolo: B

Profilo Verticale Vs				Masw 2
Spessore (m)	Profondità (da m)		Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
	(da m)	(a m)		
1.26	0.00	1.26	560	Bedrock <3.0m da p.c.
3.32	1.26	4.58	1200	
10.64	4.58	15.22	1487	
14.78	15.22	30.00	1673	Tipo di Suolo: A

Profilo Verticale Vs				Masw 3
Spessore (m)	Profondità (da m)		Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
	(da m)	(a m)		
2.08	0.00	2.08	146	Vseq (30.0m): 345 m/sec
2.68	2.08	4.76	202	
10.51	4.76	15.27	314	
14.73	15.27	30.00	568	Tipo di Suolo: C

Profilo Verticale Vs				Masw 4
Spessore (m)	Profondità (da m)		Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
	(da m)	(a m)		
1.63	0.00	1.63	147	Vseq (30.0m): 336 m/sec
2.75	1.63	4.38	204	
8.42	4.38	12.80	317	
12.61	12.80	25.41	433	
4.59	25.41	30.00	505	Tipo di Suolo: C

I suoli presenti nelle aree di interesse, a seconda della zona in cui sono ubicati (v. **Tabella 3.2.II_NTC2018** - Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato), rientrano nelle cat. **A**, **B** e **C** di cui alle NTC vigenti.

I dati del rilievo sono poi stati “normalizzati” (4-5 sismostrati ottenuti), accorpendo (media ponderata) alcuni livelli omogenei dal punto di vista sismico (livv. 2-3-4-5), per poter procedere al confronto con gli esiti dell’onda P e ricavare i parametri elasto-dinamici richiesti.

Dopo detta operazione di normalizzazione a n.2-3 strati, lasciando inalterato il valore di Vseq ottenuto tramite *best fit* della curva di dispersione, si ottiene:

Profilo Verticale Vs (media pond. Liv. 3-4)				Masw 1
Spessore (m)	Profondità (da m)		Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
	(da m)	(a m)		
1.03	0.00	1.03	395	Vseq (15.71m): 697 m/s
1.84	1.03	2.87	593	
27.13	2.87	30.00	1065	Tipo di Suolo: B

Profilo Verticale Vs (media pond. Liv. 2-3-4)				Masw 2
Spessore (m)	Profondità (da m)		Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
	(da m)	(a m)		
1.26	0.00	1.26	560	Bedrock <3.0m da p.c.
28.74	1.26	30.00	1549	Tipo di Suolo: A

Profilo Verticale Vs (media pond. Liv. 3-4)				Masw 3
Spessore (m)	Profondità (da m)		Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
	(da m)	(a m)		
2.08	0.00	2.08	146	Vseq (30.0m): 345 m/s
2.68	2.08	4.76	202	
25.24	4.76	30.00	462	Tipo di Suolo: C

Profilo Verticale Vs (media pond. Livv. 3-4-5)				Masw 4
Spessore (m)	Profondità (da m)	(a m)	Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
1.63	0.00	1.63	147	Vseq (30.0m): 336 m/s
2.75	1.63	4.38	204	
25.62	4.38	30.00	408	Tipo di Suolo: C

I dati di sintesi delle rilevazioni in onda P/S effettuate ed il calcolo dei parametri elastodinamici, sono riportati nelle tabelle che seguono, considerando i valori medi delle vs normalizzate come rappresentativi dell'area di indagine:

Moduli Elastodinamici - Imp. Fotovoltaico - C.da lesce - Santeramo in Colle (BA) - Base SS1									
	Vp	Vs	μ	δ	Edin	Gdin	Kdin	Estat	
	Km/sec	Km/sec		T/m ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa	

STRATO prof.media(m)

I	0.84	0.70	0.40	0.27	1.77	7133	2816	5089	44.3
II	2.66	1.30	0.59	0.37	1.99	19542	7139	24792	213.3
III	max indagine	2.00	1.06	0.30	2.16	64602	24758	55127	1377.3

Moduli Elastodinamici - Imp. Fotovoltaico - C.da lesce - Santeramo in Colle (BA) - Base SS2									
	Vp	Vs	μ	δ	Edin	Gdin	Kdin	Estat	
	Km/sec	Km/sec		T/m ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa	

STRATO prof.media(m)

I	1.21	1.10	0.56	0.33	1.93	16346	6168	15575	161.4
II	max indagine	2.60	1.55	0.22	2.27	136250	55643	82374	4411.9

Moduli Elastodinamici - Imp. Fotovoltaico - C.da lesce - Santeramo in Colle (BA) - Base SS3									
	Vp	Vs	μ	δ	Edin	Gdin	Kdin	Estat	
	Km/sec	Km/sec		T/m ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa	

STRATO prof.media(m)

I	1.84	0.70	0.15	0.48	1.77	1137	385	8331	2.5
II	4.75	1.30	0.20	0.49	1.99	2465	828	33207	8.4
III	max indagine	1.90	0.46	0.47	2.14	13680	4657	72562	122.3

Moduli Elastodinamici - Imp. Fotovoltaico - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA) - Base SS4									
	Vp	Vs	μ	δ	Edin	Gdin	Kdin	Estat	
	Km/sec	Km/sec		T/m ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa	

STRATO prof.media(m)

I	1.47	0.70	0.15	0.48	1.77	1152	390	8324	2.6
II	3.66	1.30	0.20	0.49	1.99	2513	845	33185	8.7
III	max indagine	2.00	0.41	0.48	2.16	10844	3668	83246	85.1

Legenda parametri dinamici					
Tp	Tempi onde di compressione	millisecondi		δ	Densità geofisica T/m ³
Ts	Tempi onde di taglio	millisecondi		Edin	Modulo di Elasticità dinamico Kg/cm ²
Vp	Velocità onde di compressione	Km/sec		Gdin	Modulo di Taglio dinamico Kg/cm ²
Vs	Velocità onde di taglio	Km/sec		Kdin	Modulo di Compressibilità dinamico Kg/cm ²
μ	Coefficiente di Poisson	-		Estat	Modulo di Elasticità statico Mpa

** Ciò chiarito, per le tipologie di rilievo effettuate, si rimanda agli elaborati specifici prodotti, per una più approfondita analisi dello studio condotto.

Matera, settembre 2020

Elenco Allegati:

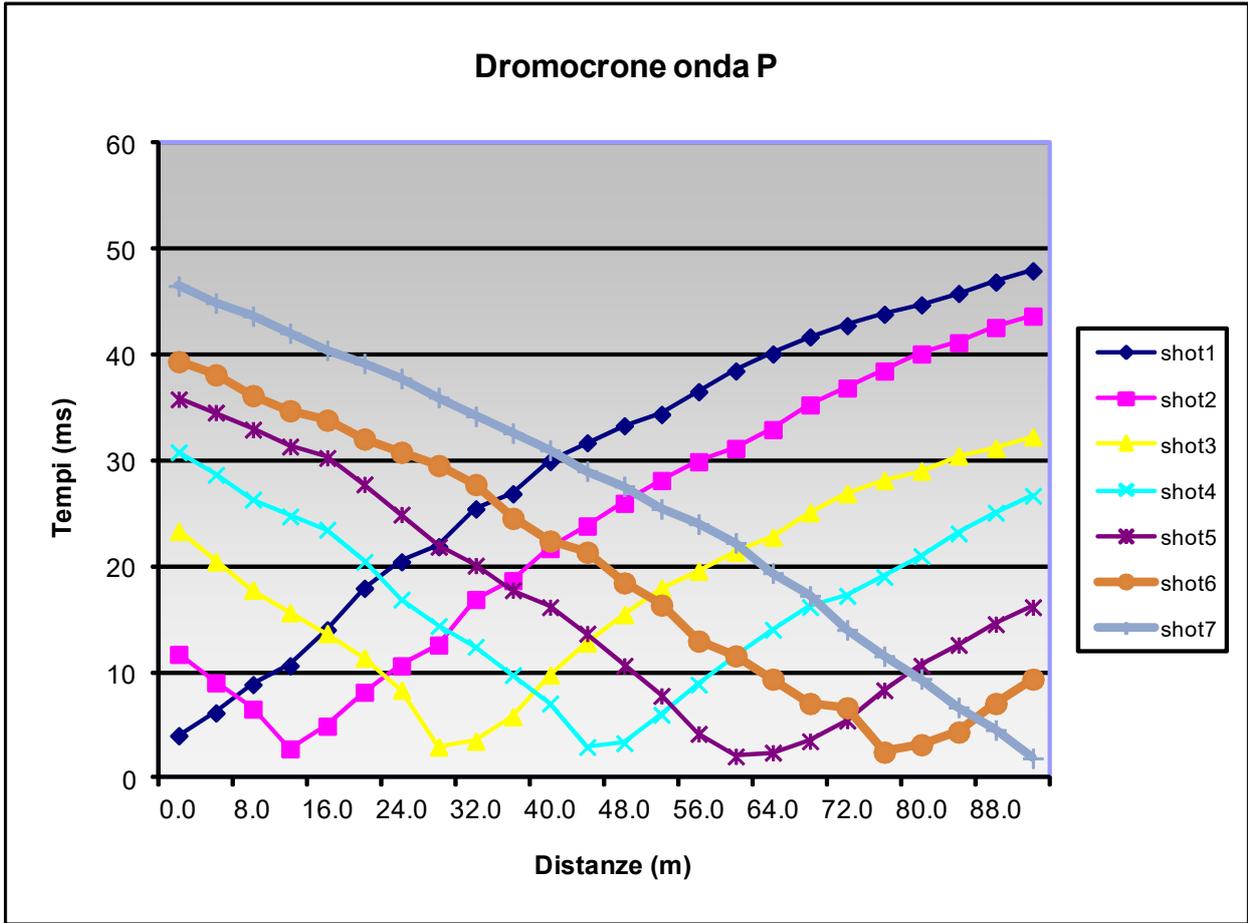
- All.1) Prosezioni Sismiche onda P (Dromocrone-Sezioni Sismostratigrafiche-Dati Rifratte);
- All.2) Prosezioni Sismiche a tecnica Masw (Sismogrammi, Curve di Dispersione, Spettri fx, fv, fk, Vs30);



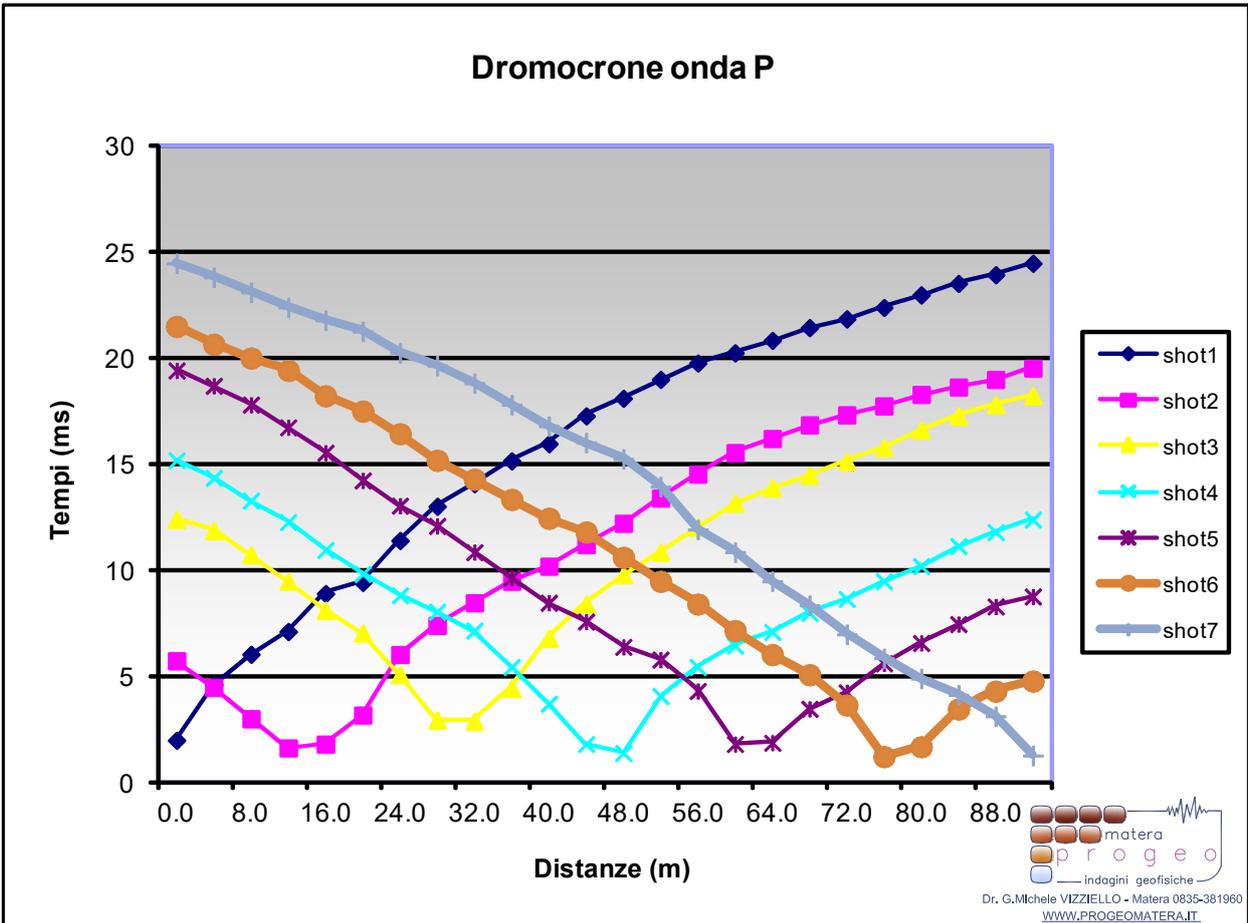
DR. G.M. VIZZIELLO- INDAGINI GEOFISICHE - IN SITO - CARATTERIZZAZIONI AMBIENTALI
VIA LA MARTELLA,126 - 75100 MATERA - 0835-381960-261746

All.1) Prospezioni Sismiche onda P (Dromocrone-Sezioni Sismostratigrafiche-Dati Rifratore)

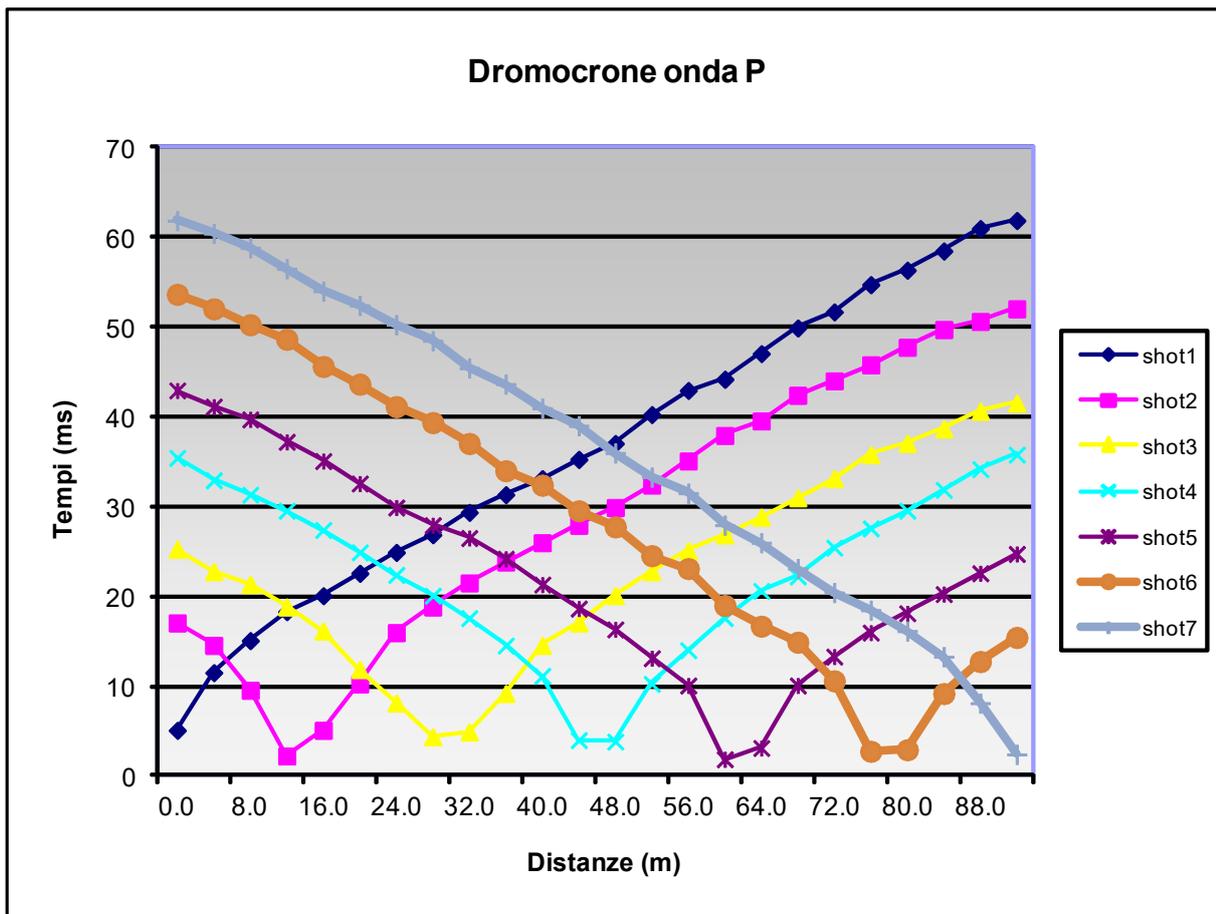
RIF.: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento –
C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)



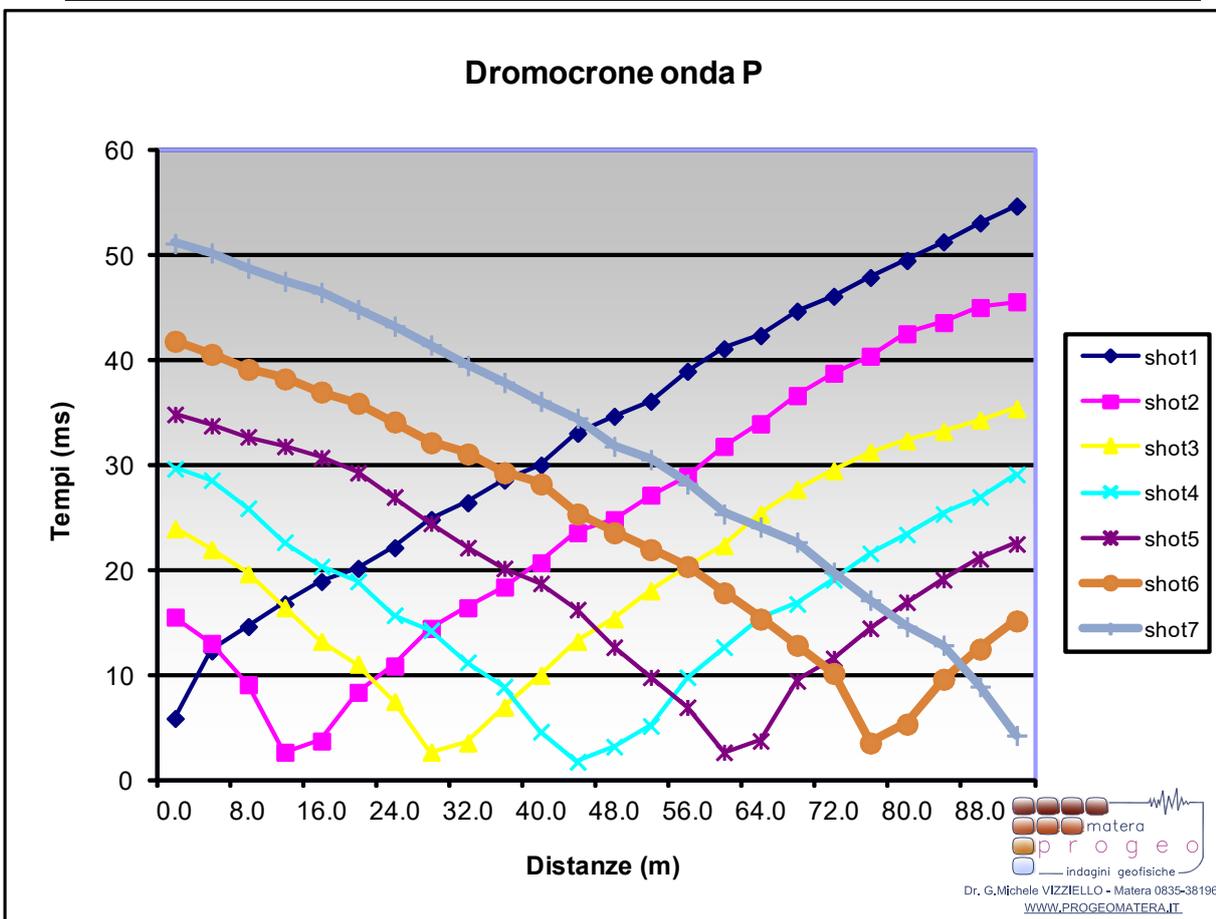
Base 1 - ond P - Impianto Fotovoltaico C.da Iesce – Santeramo in Colle (BA)



Base 2 - ond P - Impianto Fotovoltaico C.da Iesce – Santeramo in Colle (BA)



Base 3 - ond P - Impianto Fotovoltaico C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

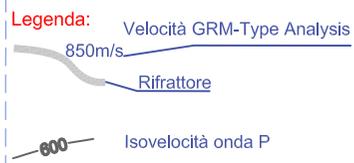


Base 4 - ond P - Impianto Fotovoltaico C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

Rif.: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

Committ: Emera srl
Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

Data: Sept. 2020

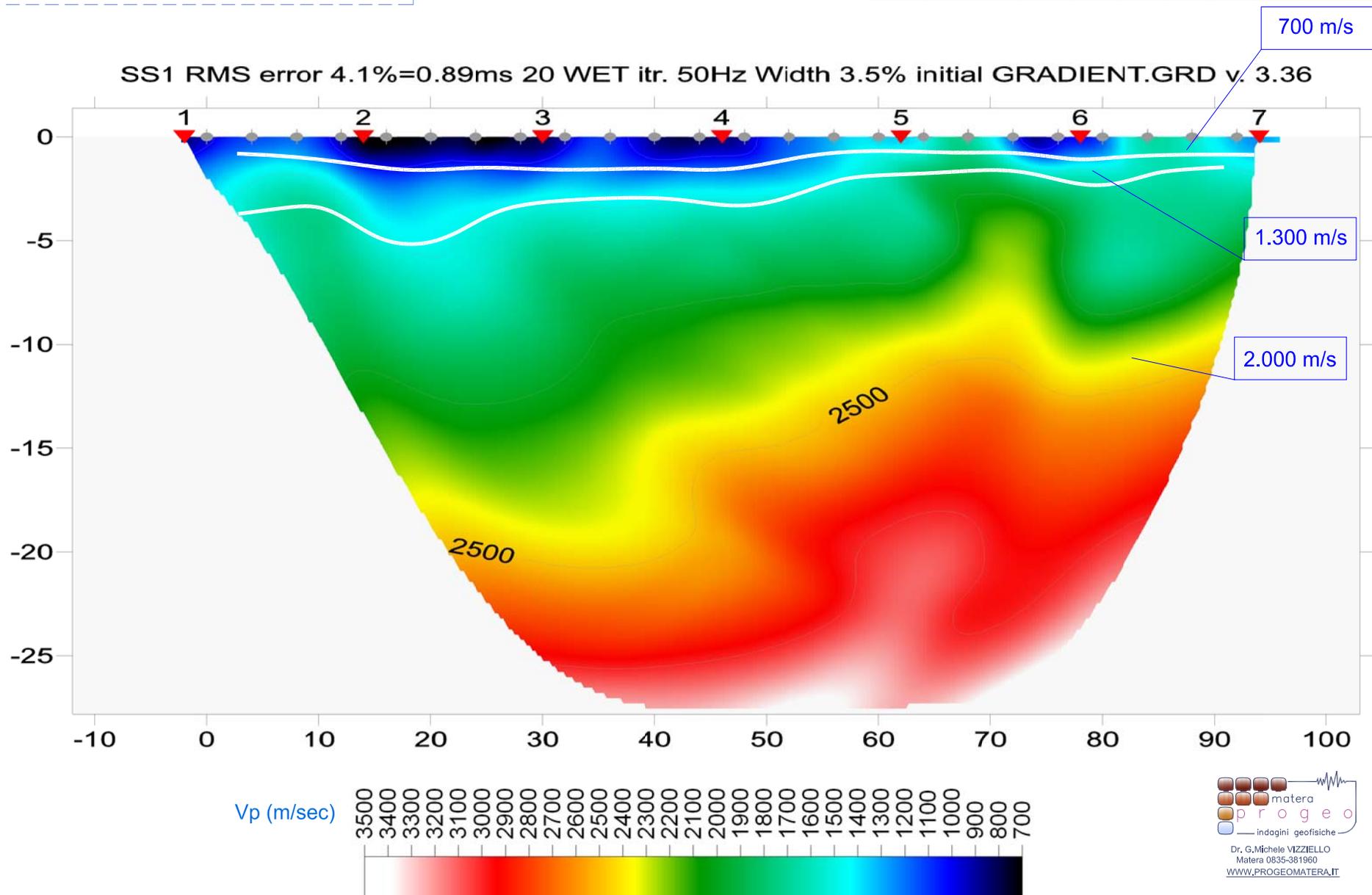


BASE SS1

VELOCITA' E PROFONDIITA' MEDIE RIFRATTORI

Moduli Elastodinamici - Imp. Fotovoltaico - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA) - Base SS1								
	Vp	Vs	μ	δ	Edin	Gdin	Kdin	Estat
	Km/sec	Km/sec		T/m ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa

STRATO	prof.media(m)								
I	0.84	0.70	0.40	0.27	1.77	7133	2816	5089	44.3
II	2.66	1.30	0.59	0.37	1.99	19542	7139	24792	213.3
III	max indagine	2.00	1.06	0.30	2.16	64602	24758	55127	1377.3



Rif.: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

Committ: Emera srl
Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

Data: Sept. 2020

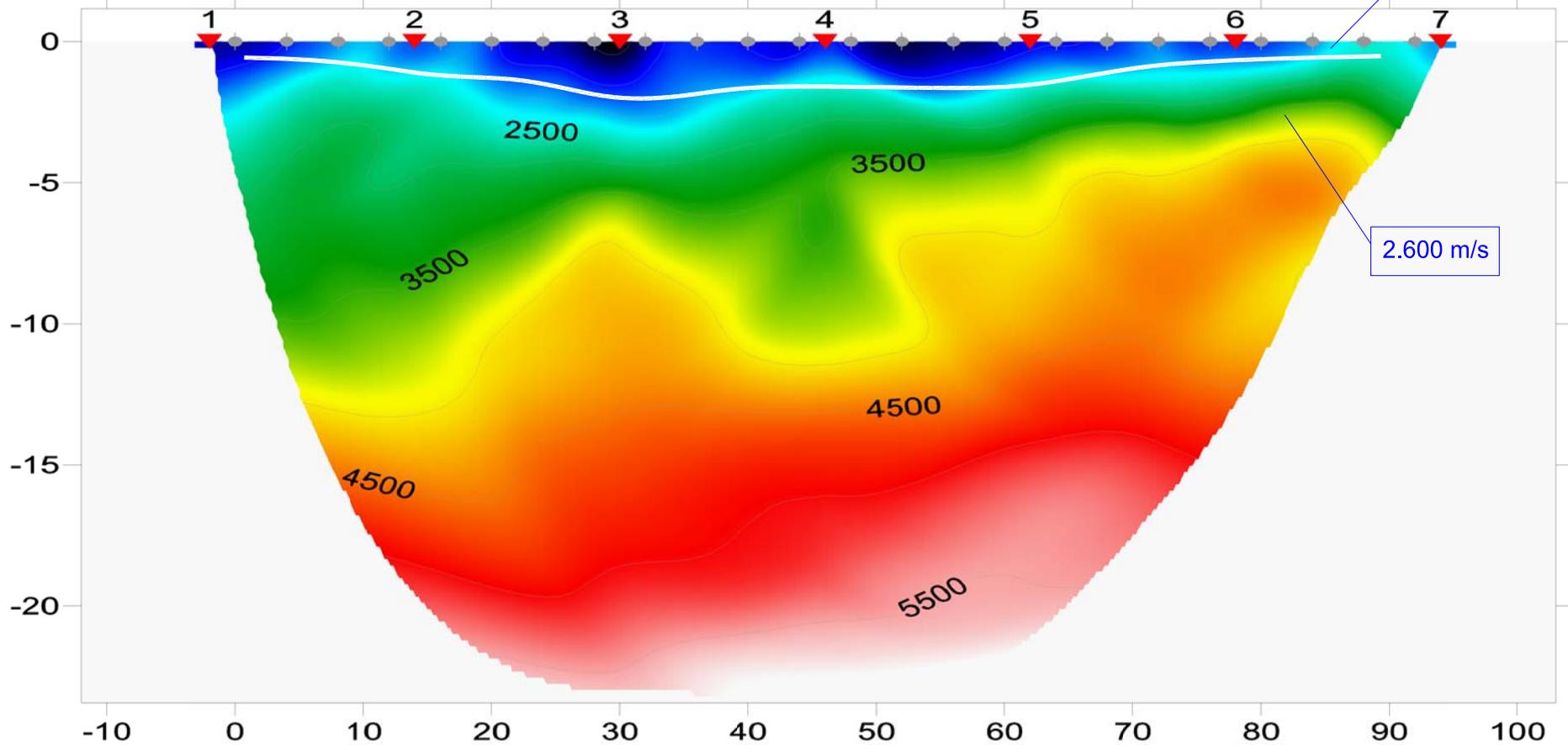


BASE SS2

VELOCITA' E PROFONDIITA' MEDIE RIFRATTORI

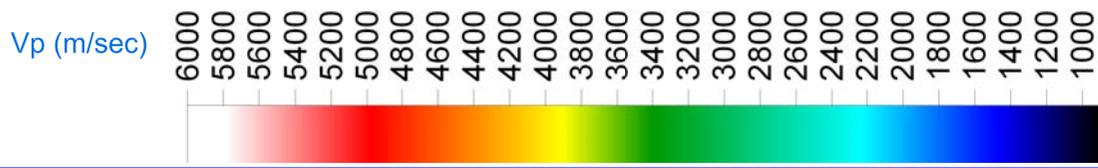
Moduli Elastodinamici - Imp. Fotovoltaico - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA) - Base SS2									
	Vp	Vs	μ	δ	Edin	Gdin	Kdin	Estat	
	Km/sec	Km/sec		T/m ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa	
STRATO	prof.media(m)								
I	1.21	1.10	0.56	0.33	1.93	16346	6168	15575	161.4
II	max indagine	2.60	1.55	0.22	2.27	136250	55643	82374	4411.9

SS2 RMS error 4.2%=0.49ms 20 WET itr. 50Hz Width 2.4% initial GRADIENT.GRD v. 3.36



1.100 m/s

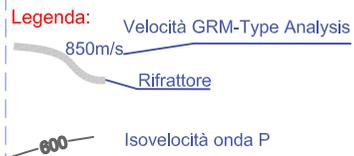
2.600 m/s



Rif.: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

Committ: Emera srl
Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

Data: Sept. 2020

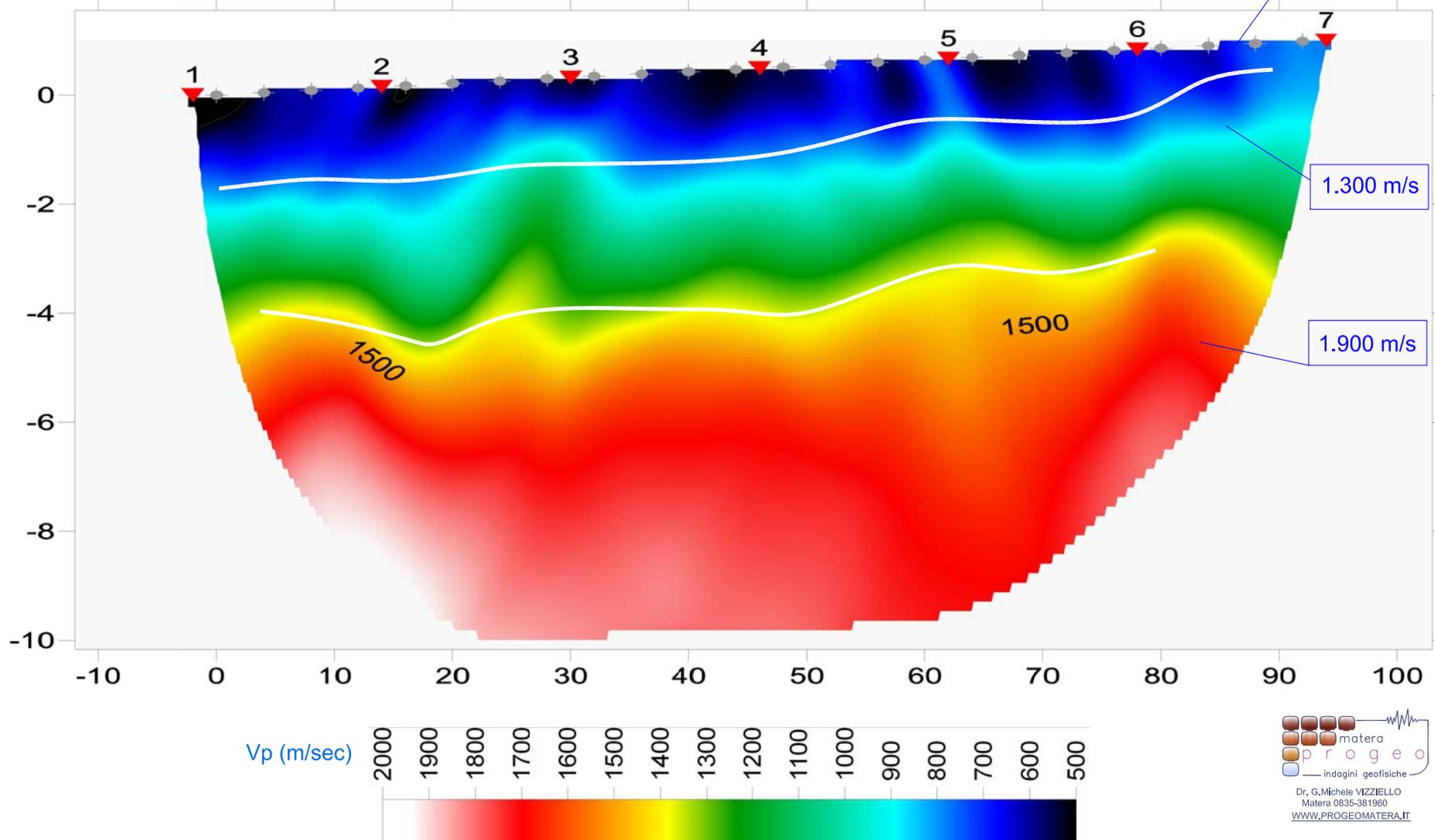


BASE SS3

VELOCITA' E PROFONDIITA' MEDIE RIFRATTORI

Moduli Elastodinamici - Imp. Fotovoltaico - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA) - Base SS3									
	Vp	Vs	μ	δ	Edin	Gdin	Kdin	Estat	
	Km/sec	Km/sec		T/m ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa	
STRATO	prof.media(m)								
I	1.84	0.70	0.15	0.48	1.77	1137	385	8331	2.5
II	4.75	1.30	0.20	0.49	1.99	2465	828	33207	8.4
III	max indagine	1.90	0.46	0.47	2.14	13680	4657	72562	122.3

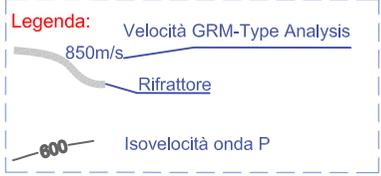
SS3 RMS error 2.4%=0.70ms 20 WET itr. 50Hz Width 3.5% initial GRADIENT.GRD v. 3.36



Rif.: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

Committ: Emera srl
Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

Data: Sept. 2020



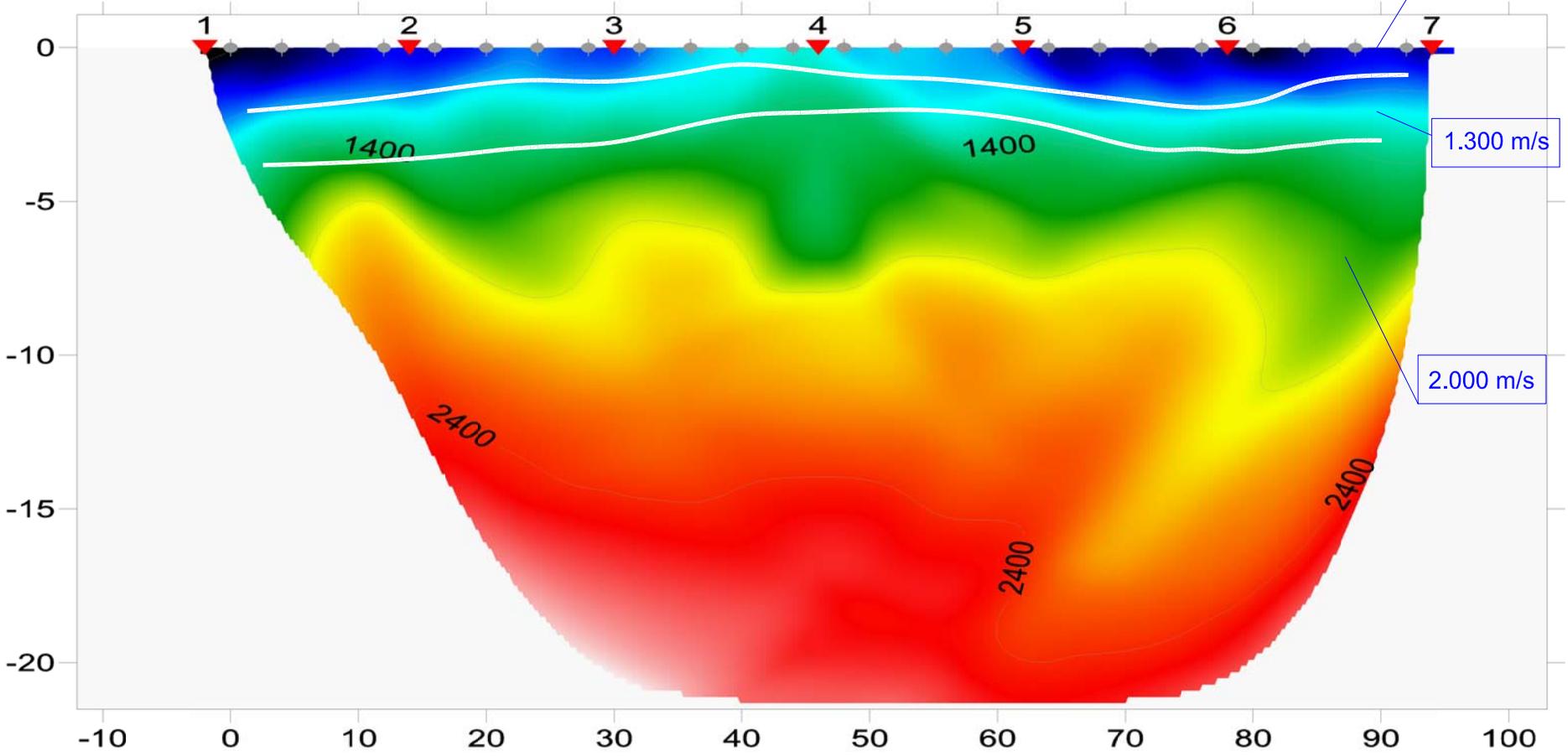
BASE SS4

VELOCITA' E PROFONDIITA' MEDIE RIFRATTORI

Moduli Elastodinamici - Imp. Fotovoltaico - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA) - Base SS4									
	Vp	Vs	μ	δ	Edin	Gdin	Kdin	Estat	
	Km/sec	Km/sec		T/m ³	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Mpa	

STRATO	prof.media(m)								
I	1.47	0.70	0.15	0.48	1.77	1152	390	8324	2.6
II	3.66	1.30	0.20	0.49	1.99	2513	845	33185	8.7
III	max indagine	2.00	0.41	0.48	2.16	10844	3668	83246	85.1

SS4 RMS error 4.1%=0.99ms 20 WET itr. 50Hz Width 3.5% initial GRADIENT.GRD v. 3.36



700 m/s

1.300 m/s

2.000 m/s



Dr. G.Michele VIZZIELLO
Matera 0835-381960
WWW.PROGEOMATERA.IT

CANTIERE: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento -
C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

COMITENTE: Emera srl - Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

DATA: set-20

TOMOGRAFIA SISMICA **SS1**

	Vel. P (m/sec)	Vel. S (m/sec)	Prof. (m da p.c.)
I° Sismostr.	700	xxx	0.84
II° Sismostr.	1.300	xxx	2.66
III° Sismostr.	2.000	xxx	max indagine

Parziali	Quota Rifratt.1 Relativa	Topografia Relativa	Prof. Rifratt.1 da p.c.	Parziali	Quota Rifratt.2 Relativa	Topografia Relativa	Prof. Rifratt.2 da p.c.
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
0.0	-0.56	0.0	0.56	0.0			
4.0	-0.56	0.0	0.56	4.0	-3.44	0.0	3.44
8.0	-0.77	0.0	0.77	8.0	-1.90	0.0	1.90
12.0	-1.08	0.0	1.08	12.0	-4.88	0.0	4.88
16.0	-1.49	0.0	1.49	16.0	-6.42	0.0	6.42
20.0	-1.39	0.0	1.39	20.0	-4.57	0.0	4.57
24.0	-1.18	0.0	1.18	24.0	-2.72	0.0	2.72
28.0	-1.49	0.0	1.49	28.0	-2.72	0.0	2.72
32.0	-1.49	0.0	1.49	32.0	-2.72	0.0	2.72
36.0	-1.28	0.0	1.28	36.0	-2.62	0.0	2.62
40.0	-1.18	0.0	1.18	40.0	-2.62	0.0	2.62
44.0	-1.49	0.0	1.49	44.0	-3.13	0.0	3.13
48.0	-1.18	0.0	1.18	48.0	-3.13	0.0	3.13
52.0	-0.36	0.0	0.36	52.0	-2.41	0.0	2.41
56.0	-0.20	0.0	0.20	56.0	-1.49	0.0	1.49
60.0	-0.15	0.0	0.15	60.0	-1.59	0.0	1.59
64.0	-0.36	0.0	0.36	64.0	-1.59	0.0	1.59
68.0	-0.46	0.0	0.46	68.0	-1.39	0.0	1.39
72.0	-0.46	0.0	0.46	72.0	-1.39	0.0	1.39
76.0	-0.87	0.0	0.87	76.0	-2.00	0.0	2.00
80.0	-0.56	0.0	0.56	80.0	-2.00	0.0	2.00
84.0	-0.56	0.0	0.56	84.0	-1.18	0.0	1.18
88.0	-0.56	0.0	0.56	88.0			
92.0	-0.56	0.0	0.56	92.0			

MEDIA
0.84

MEDIA
2.66

CANTIERE: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento -
C.da lesce - Santeramo in Colle (BA)

COMITENTE: Emera srl - Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

DATA: set-20

TOMOGRAFIA SISMICA **SS2**

	Vel. P (m/sec)	Vel. S (m/sec)	Prof. (m da p.c.)
I° Sismostr.	1.100	xxx	1.21
II° Sismostr.	2.600	xxx	max indagine
III° Sismostr.			

Parziali	Quota Rifratt.1 Relativa	Topografia Relativa	Prof. Rifratt.1 da p.c.	Parziali	Quota Rifratt.2 Relativa	Topografia Relativa	Prof. Rifratt.2 da p.c.
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
0.0	-0.56	0.0	0.56	0.0			
4.0	-0.56	0.0	0.56	4.0			
8.0	-0.67	0.0	0.67	8.0			
12.0	-1.18	0.0	1.18	12.0			
16.0	-1.49	0.0	1.49	16.0			
20.0	-1.39	0.0	1.39	20.0			
24.0	-1.69	0.0	1.69	24.0			
28.0	-2.52	0.0	2.52	28.0			
32.0	-2.62	0.0	2.62	32.0			
36.0	-2.10	0.0	2.10	36.0			
40.0	-1.80	0.0	1.80	40.0			
44.0	-1.90	0.0	1.90	44.0			
48.0	-1.90	0.0	1.90	48.0			
52.0	-1.90	0.0	1.90	52.0			
56.0	-0.20	0.0	0.20	56.0			
60.0	-2.00	0.0	2.00	60.0			
64.0	-1.69	0.0	1.69	64.0			
68.0	-1.18	0.0	1.18	68.0			
72.0	-0.56	0.0	0.56	72.0			
76.0	-0.46	0.0	0.46	76.0			
80.0	-0.26	0.0	0.26	80.0			
84.0	-0.15	0.0	0.15	84.0			
88.0	-0.15	0.0	0.15	88.0			
92.0	-0.15	0.0	0.15	92.0			

MEDIA
1.21

MEDIA
n.r.

CANTIERE: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento -
C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

COMITENTE: Emera srl - Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

DATA: set-20

TOMOGRAFIA SISMICA **SS3**

	Vel. P (m/sec)	Vel. S (m/sec)	Prof. (m da p.c.)
I° Sismostr.	700	xxx	1.84
II° Sismostr.	1.300	xxx	4.75
III° Sismostr.	1.900	xxx	max indagine

Parziali	Quota Rifratt.1 Relativa	Topografia Relativa	Prof. Rifratt.1 da p.c.	Parziali	Quota Rifratt.2 Relativa	Topografia Relativa	Prof. Rifratt.2 da p.c.
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
0.0				0.0			
4.0	-1.96	0.0	2.00	4.0	-4.48	0.0	4.53
8.0	-1.71	0.1	1.80	8.0	-4.71	0.1	4.79
12.0	-1.98	0.1	2.11	12.0	-5.75	0.1	5.88
16.0	-2.35	0.2	2.52	16.0	-5.81	0.2	5.98
20.0	-2.20	0.2	2.42	20.0	-5.68	0.2	5.89
24.0	-1.64	0.3	1.90	24.0	-4.26	0.3	4.52
28.0	-1.60	0.3	1.90	28.0	-3.99	0.3	4.29
32.0	-1.76	0.3	2.11	32.0	-3.97	0.3	4.31
36.0	-2.03	0.4	2.42	36.0	-4.31	0.4	4.70
40.0	-1.99	0.4	2.42	40.0	-4.53	0.4	4.96
44.0	-2.05	0.5	2.52	44.0	-4.44	0.5	4.92
48.0	-1.90	0.5	2.42	48.0	-4.36	0.5	4.87
52.0	-1.55	0.6	2.11	52.0	-4.01	0.6	4.57
56.0	-0.91	0.6	1.51	56.0	-3.70	0.6	4.30
60.0	-0.82	0.6	1.47	60.0	-3.61	0.6	4.26
64.0	-0.70	0.7	1.39	64.0	-3.53	0.7	4.22
68.0	-0.97	0.7	1.70	68.0	-3.44	0.7	4.17
72.0	-1.23	0.8	2.00	72.0	-3.77	0.8	4.54
76.0	-1.29	0.8	2.11	76.0	-3.68	0.8	4.50
80.0	-0.73	0.9	1.59	80.0			
84.0	0.13	0.9	0.77	84.0			
88.0	0.32	0.9	0.63	88.0			
92.0	0.45	1.0	0.54	92.0			

MEDIA
1.84

MEDIA
4.75

CANTIERE: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento -
C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

COMITENTE: Emera srl - Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

DATA: set-20

TOMOGRAFIA SISMICA **SS4**

	Vel. P (m/sec)	Vel. S (m/sec)	Prof. (m da p.c.)
I° Sismostr.	700	xxx	1.47
II° Sismostr.	1.300	xxx	3.66
III° Sismostr.	2.000	xxx	max indagine

Parziali	Quota Rifratt.1 Relativa	Topografia Relativa	Prof. Rifratt.1 da p.c.	Parziali	Quota Rifratt.2 Relativa	Topografia Relativa	Prof. Rifratt.2 da p.c.
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
0.0				0.0			
4.0	-2.52	0.0	2.52	4.0	-4.77	0.0	4.77
8.0	-2.00	0.0	2.00	8.0	-4.67	0.0	4.67
12.0	-2.00	0.0	2.00	12.0	-4.67	0.0	4.67
16.0	-1.80	0.0	1.80	16.0	-4.47	0.0	4.47
20.0	-1.39	0.0	1.39	20.0	-4.16	0.0	4.16
24.0	-1.08	0.0	1.08	24.0	-3.95	0.0	3.95
28.0	-1.39	0.0	1.39	28.0	-3.95	0.0	3.95
32.0	-1.18	0.0	1.18	32.0	-3.75	0.0	3.75
36.0	-0.77	0.0	0.77	36.0	-3.13	0.0	3.13
40.0	-0.36	0.0	0.36	40.0	-2.62	0.0	2.62
44.0	-0.77	0.0	0.77	44.0	-2.62	0.0	2.62
48.0	-0.98	0.0	0.98	48.0	-2.62	0.0	2.62
52.0	-1.18	0.0	1.18	52.0	-2.62	0.0	2.62
56.0	-1.08	0.0	1.08	56.0	-2.52	0.0	2.52
60.0	-1.39	0.0	1.39	60.0	-2.82	0.0	2.82
64.0	-1.69	0.0	1.69	64.0	-3.23	0.0	3.23
68.0	-1.90	0.0	1.90	68.0	-3.75	0.0	3.75
72.0	-2.21	0.0	2.21	72.0	-4.16	0.0	4.16
76.0	-2.52	0.0	2.52	76.0	-4.16	0.0	4.16
80.0	-2.21	0.0	2.21	80.0	-4.26	0.0	4.26
84.0	-1.39	0.0	1.39	84.0	-4.06	0.0	4.06
88.0	-0.98	0.0	0.98	88.0			
92.0	-0.98	0.0	0.98	92.0			

MEDIA
1.47

MEDIA
3.66



DR. G.M. VIZZIELLO- INDAGINI GEOFISICHE - IN SITO - CARATTERIZZAZIONI AMBIENTALI
VIA LA MARTELLA,126 - 75100 MATERA - 0835-381960-261746

All.2) Prospezioni Sismiche a tecnica Masw (Sismogrammi, Curve di Dispersione, Spettri f_x , f_v , f_k , V_s30)

RIF.: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento –
C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

Rif: MASW_1

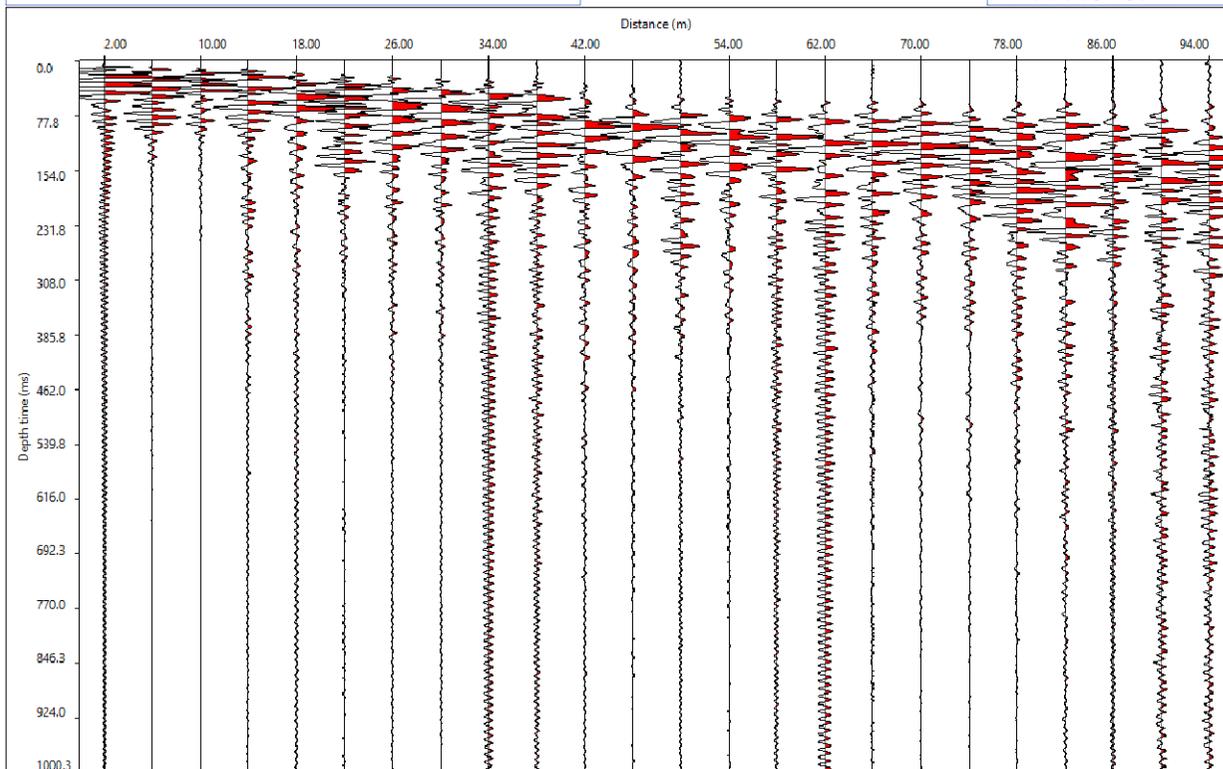
Rif.: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

Committ: Emera srl
Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

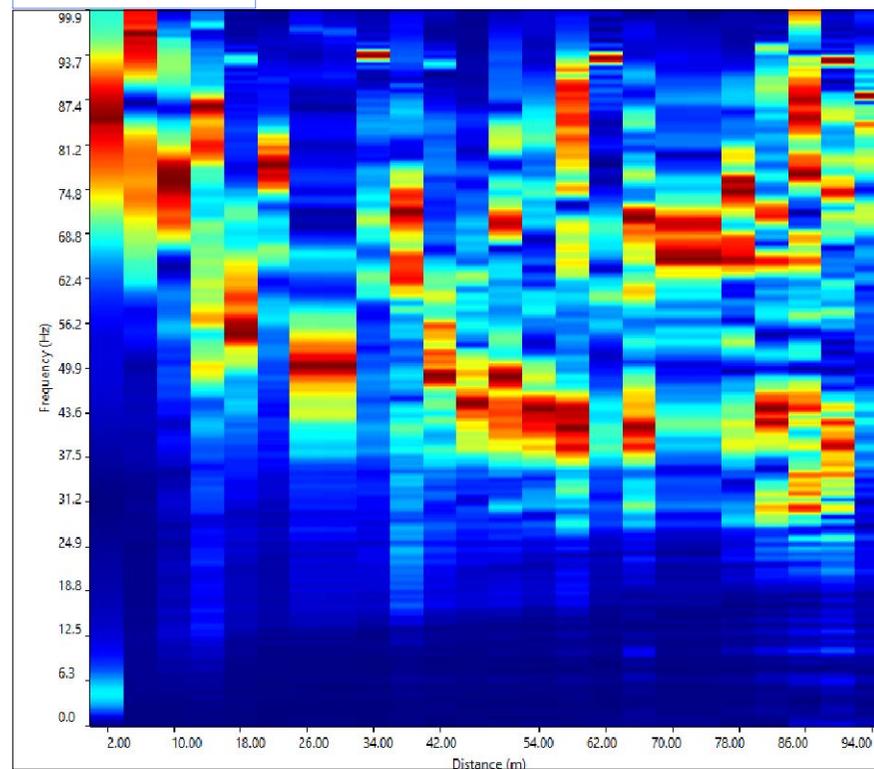
Data: Sept. 2020

Sismogramma di Riferimento

Shot: 2.0m
Passo: 4.0m



Spettro FX



Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

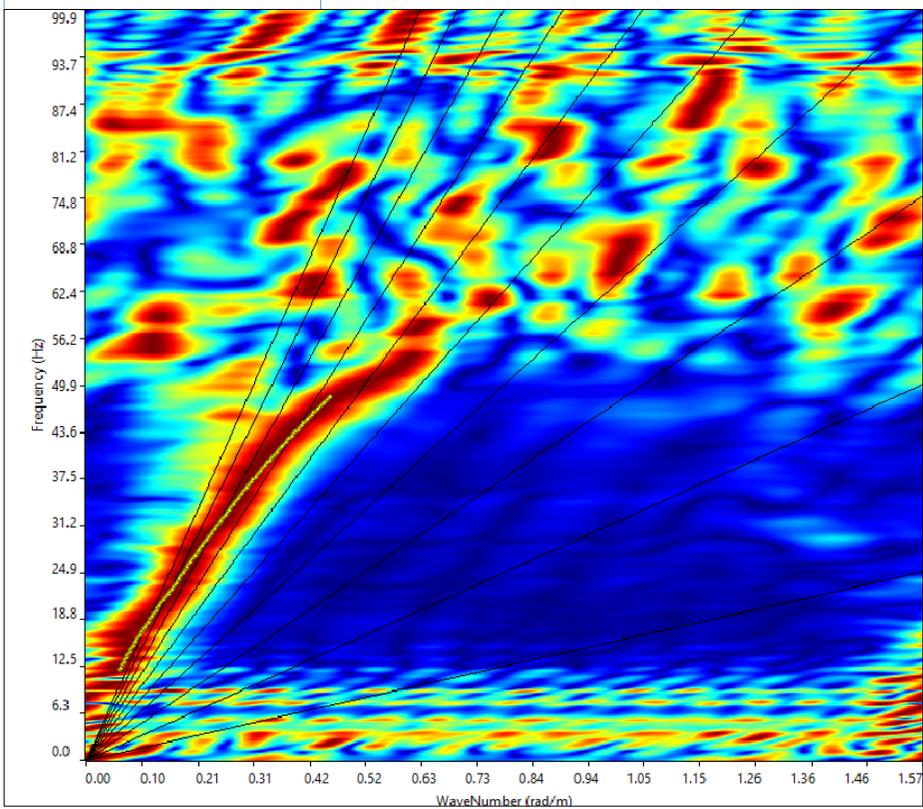
Rif: MASW_1

Rif.: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

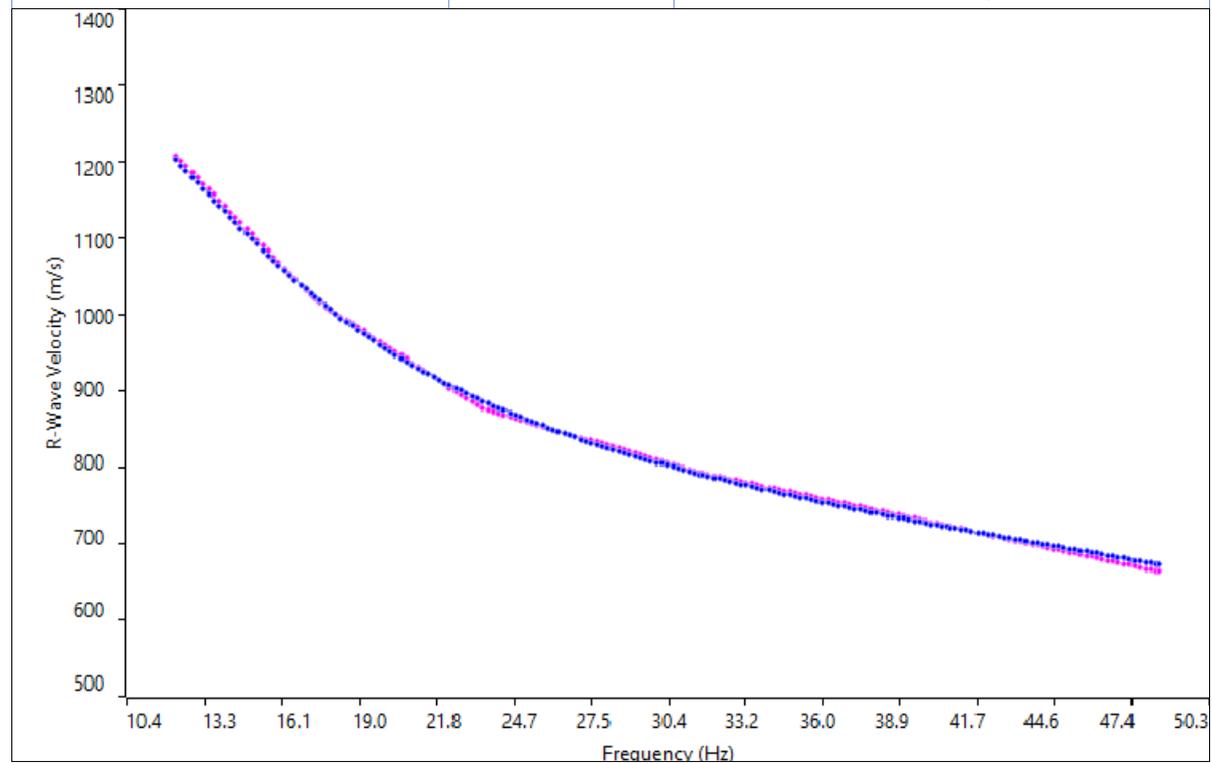
Committ: Emera srl
Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

Data: Sept. 2020

Spettro FK



Curve di Dispersione



Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

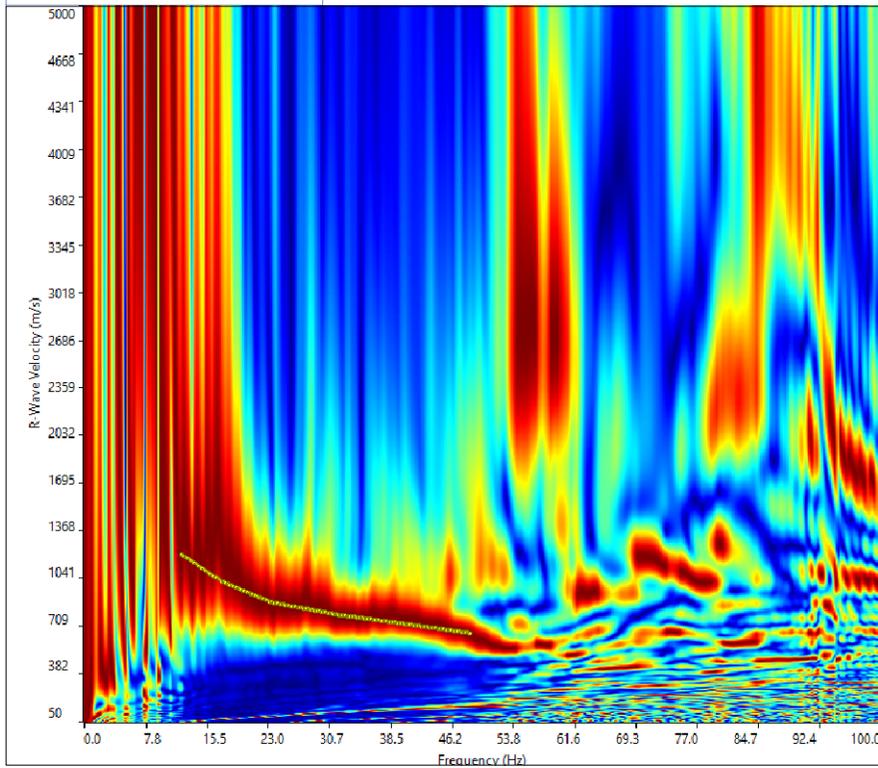
Rif: **MASW_1**

Rif.: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

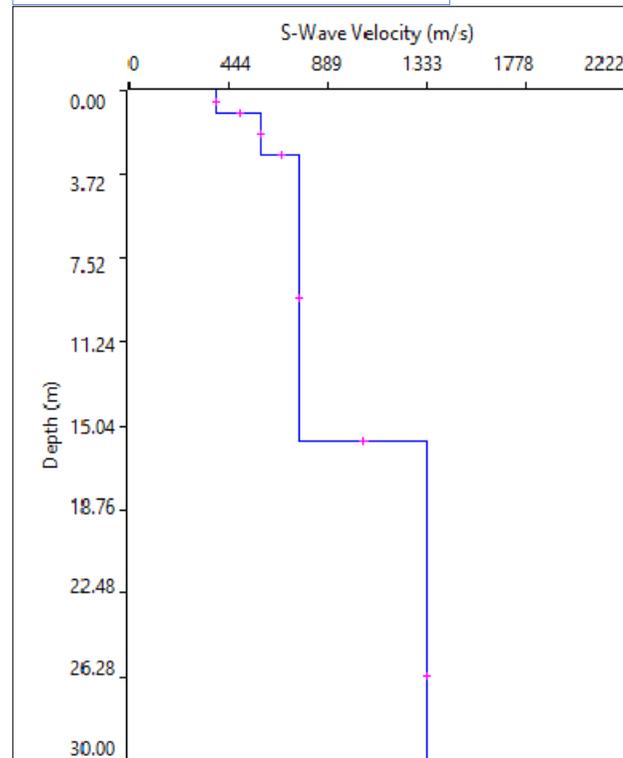
Committ: Emera srl
Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

Data: Sept. 2020

Spettro FV



Profilo verticale Vs



Profilo Verticale Vs				Masw 1
Spessore (m)	Profondità (da m)	(a m)	Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
1.03	0.00	1.03	395	Vseq (15.71m): 697 m/sec
1.84	1.03	2.87	593	
12.84	2.87	15.71	763	Tipo di Suolo: B
14.29	15.71	30.00	1337	

Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

Rif: MASW_2

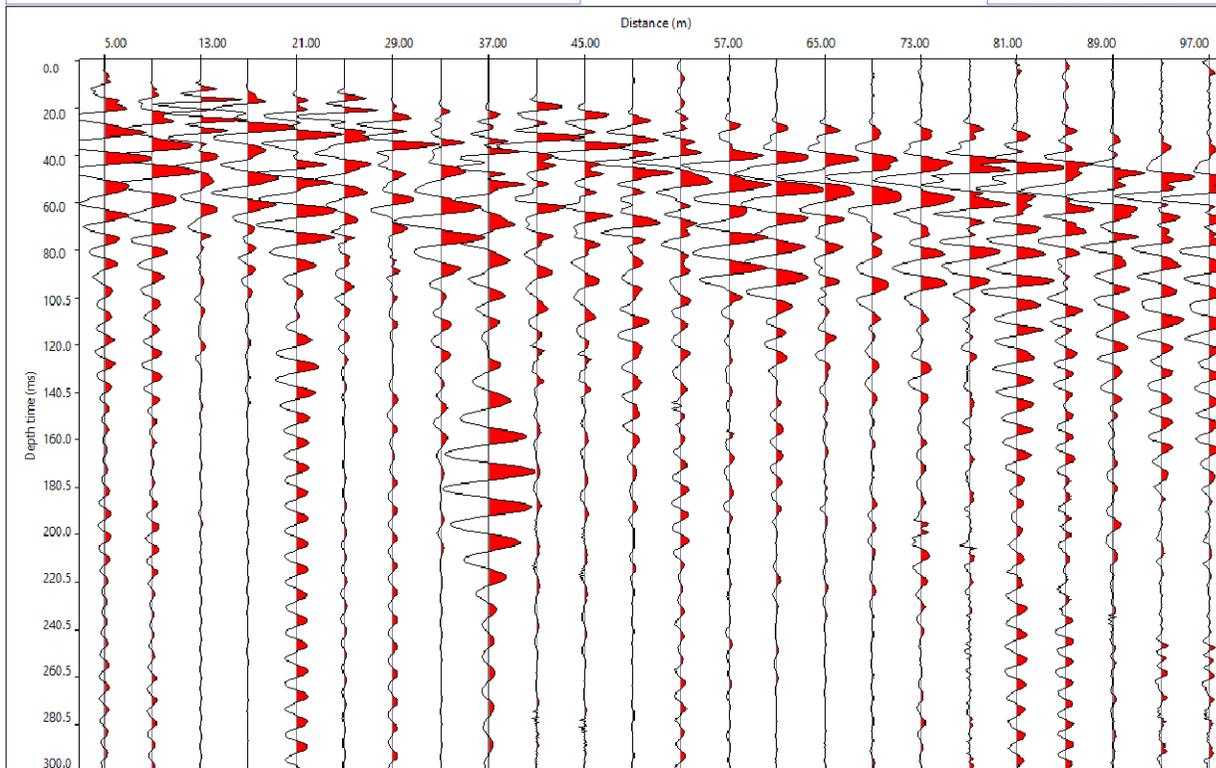
Rif.: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

Committ: Emera srl
Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

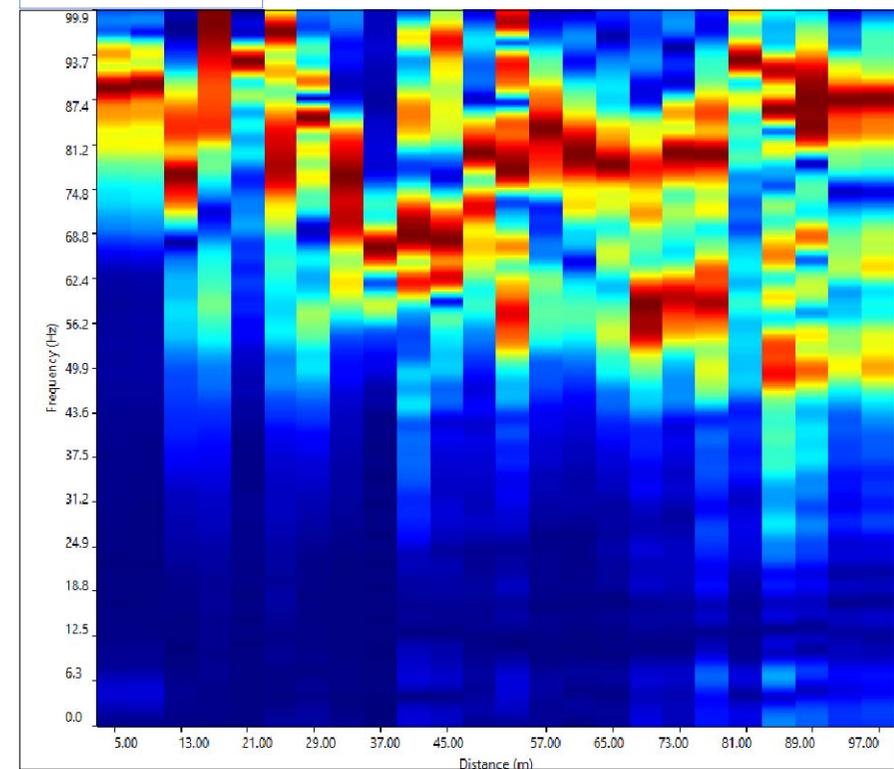
Data: Sept. 2020

Sismogramma di Riferimento

Shot: 5.0m
Passo: 4.0m



Spettro FX



Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

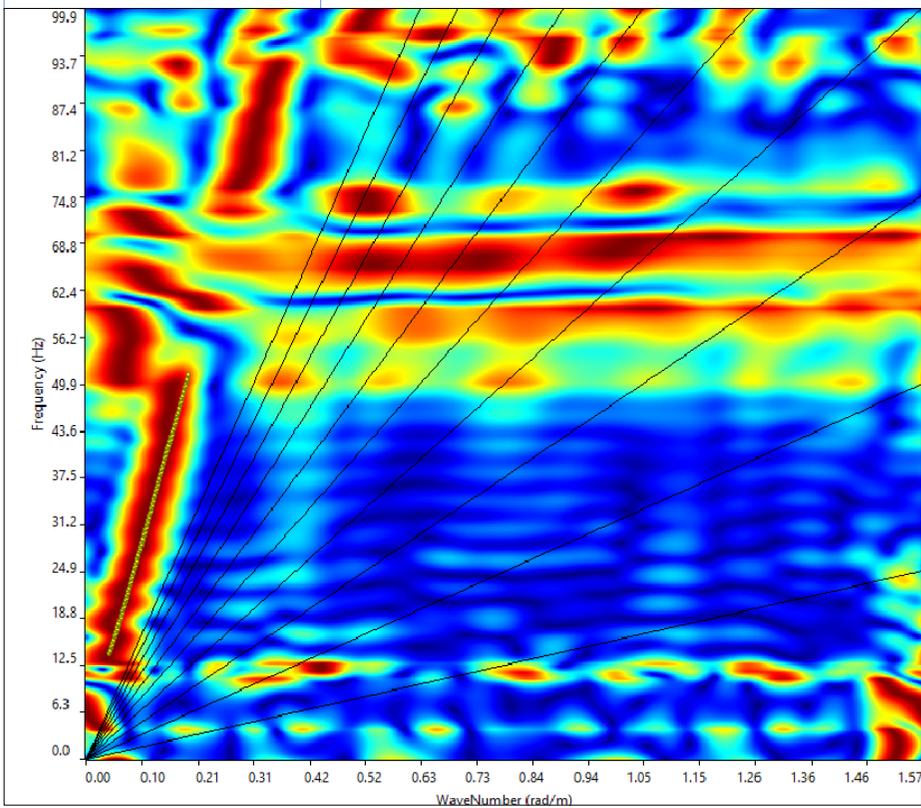
Rif: MASW_2

Rif.: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

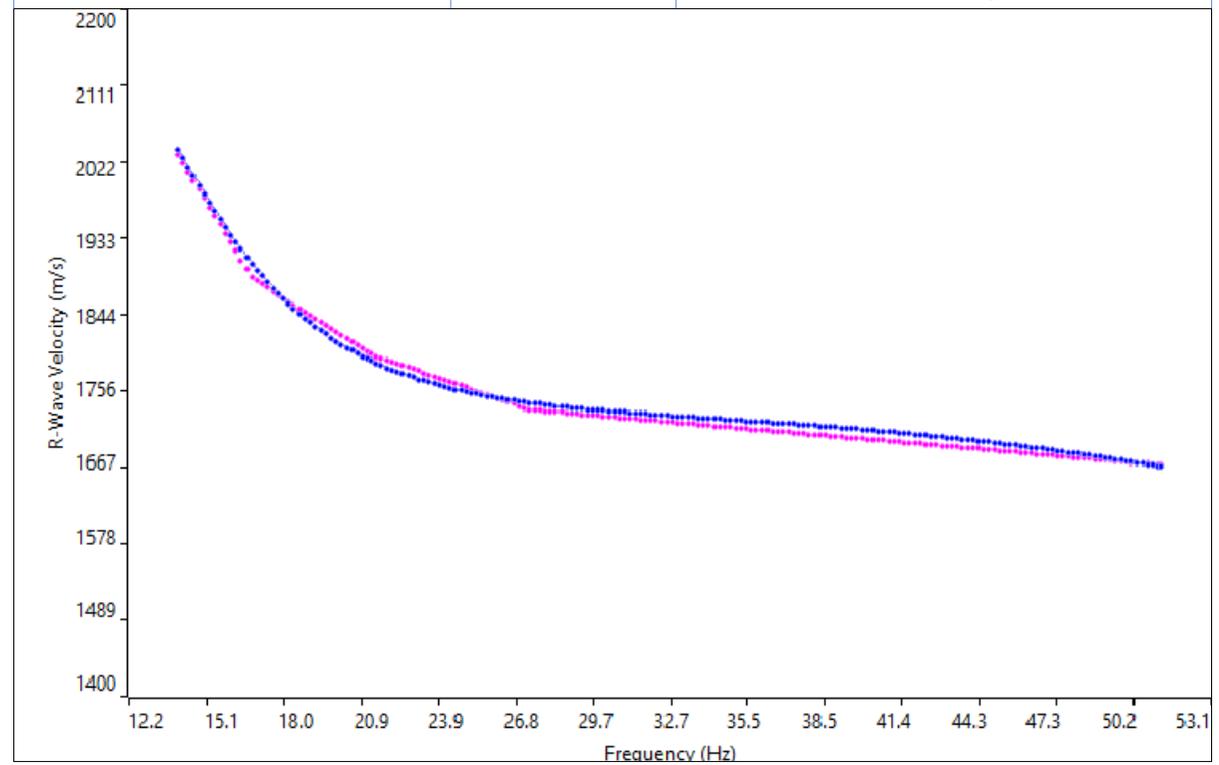
Committ: Emera srl
Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

Data: Sept. 2020

Spettro FK



Curve di Dispersione



Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

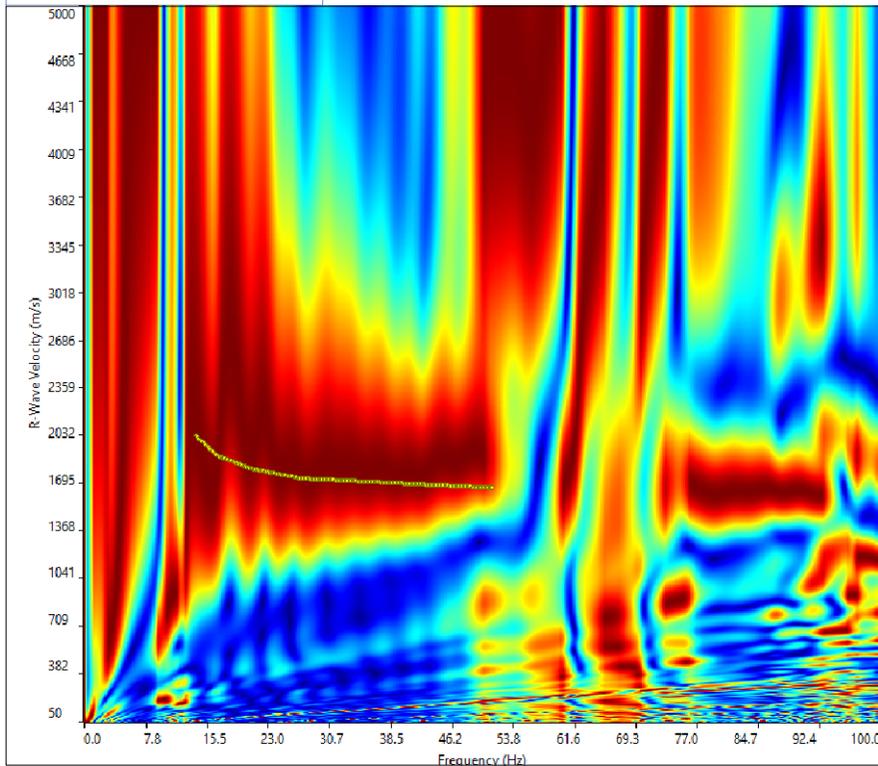
Rif: **MASW_2**

Rif.: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

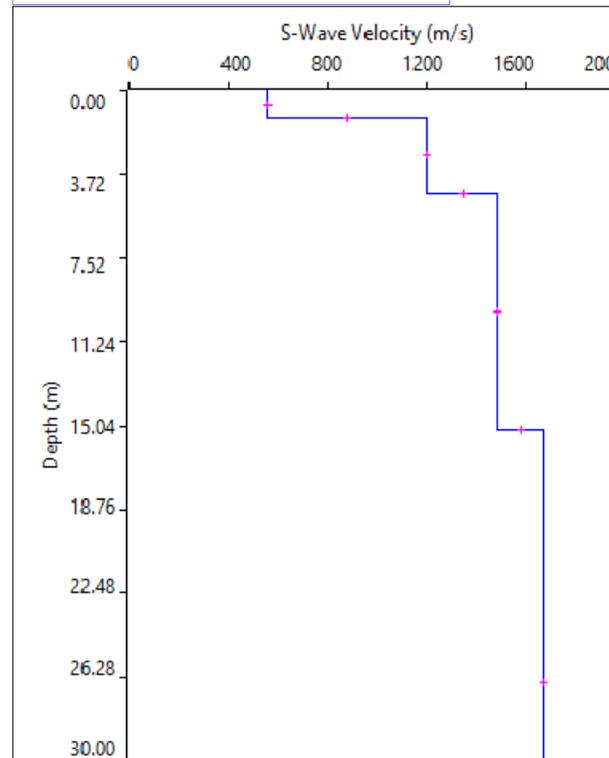
Committ: Emera srl
Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

Data: Sept. 2020

Spettro FV



Profilo verticale Vs



Profilo Verticale Vs				Masw 2
Spessore (m)	Profondità (da m)	(a m)	Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
1.26	0.00	1.26	560	Bedrock <3.0m da p.c.
3.32	1.26	4.58	1200	
10.64	4.58	15.22	1487	
14.78	15.22	30.00	1673	Tipo di Suolo: A

Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

Rif: MASW_3

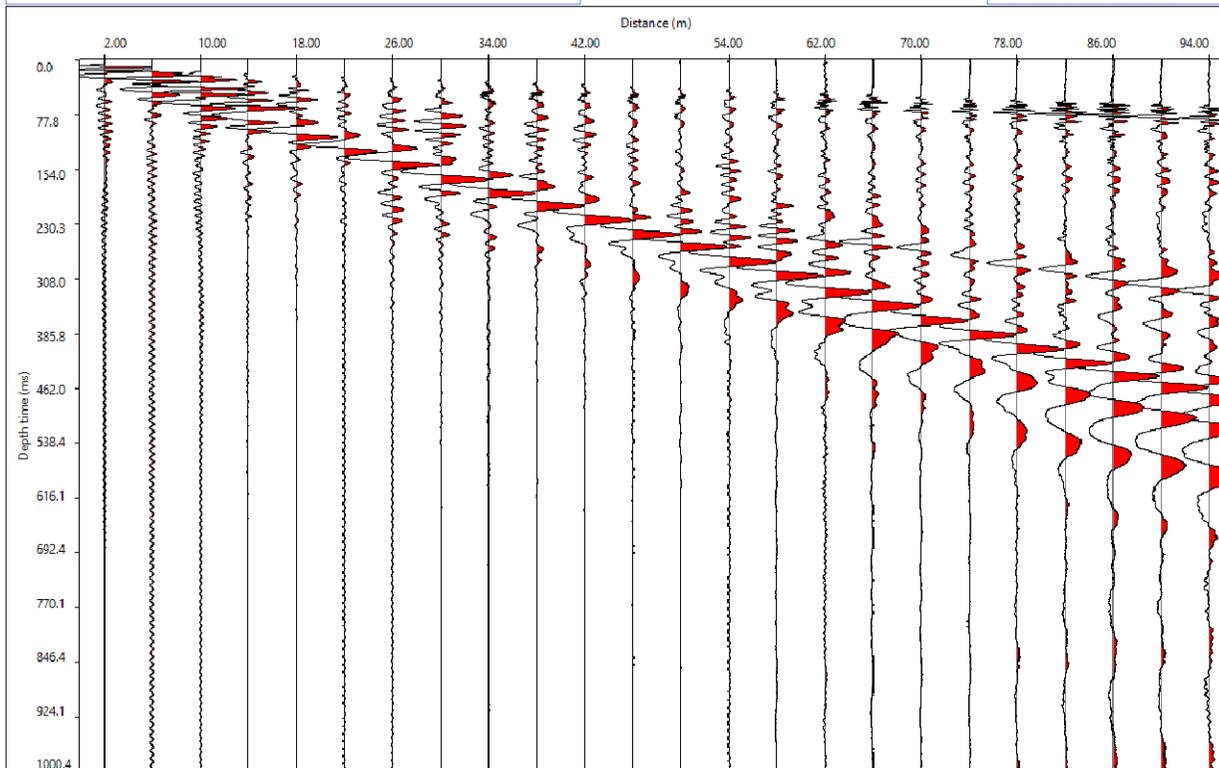
Rif.: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

Committ: Emera srl
Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

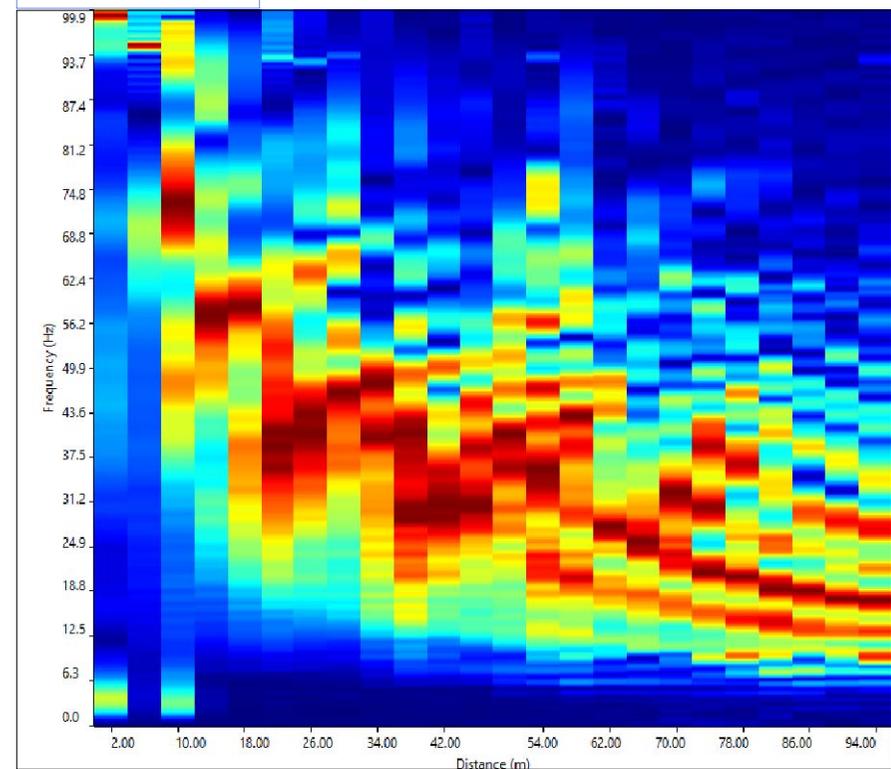
Data: Sept. 2020

Sismogramma di Riferimento

Shot: 2.0m
Passo: 4.0m



Spettro FX



Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

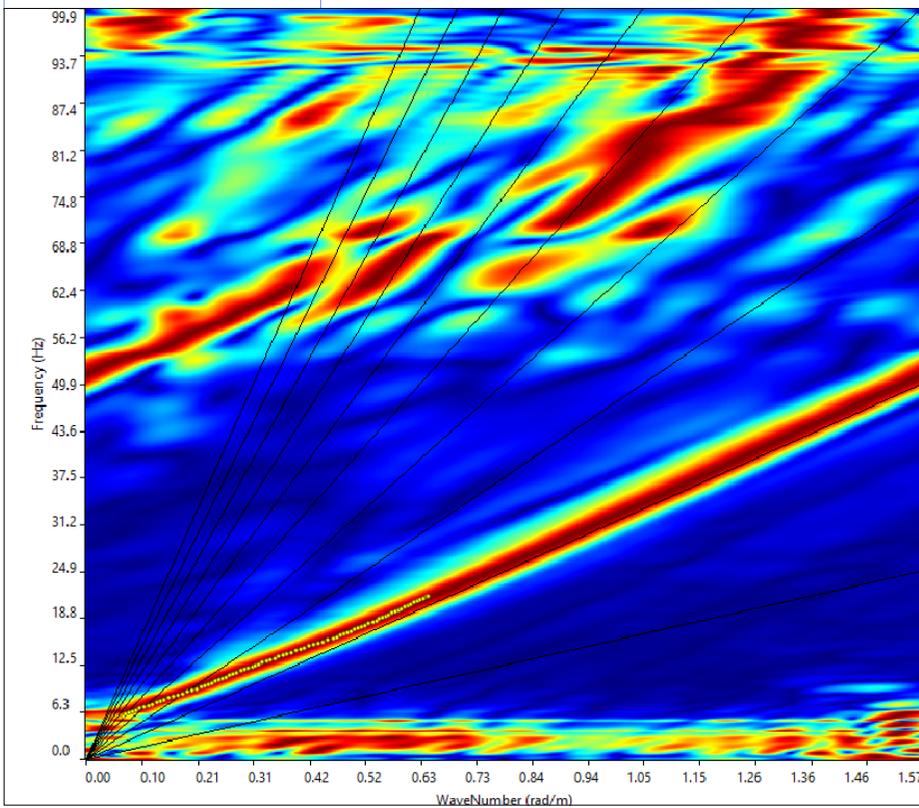
Rif: MASW_3

Rif.: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

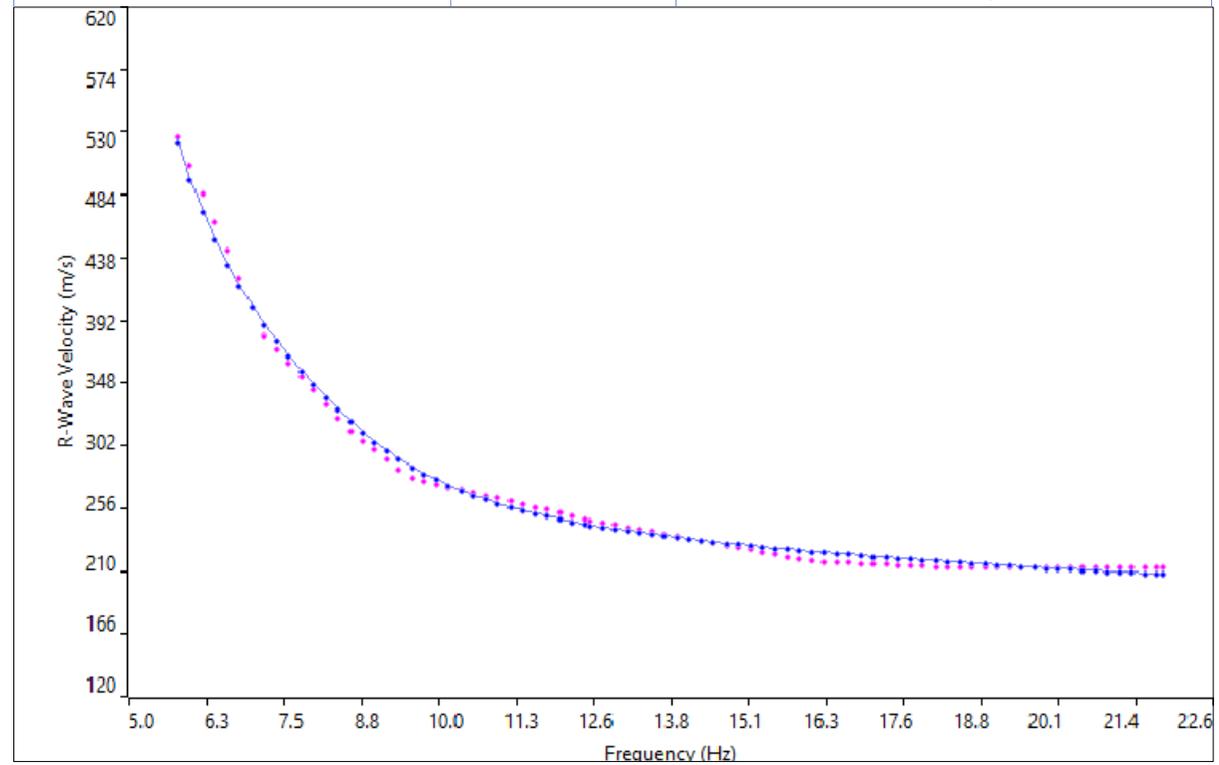
Committ: Emera srl
Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

Data: Sept. 2020

Spettro FK



Curve di Dispersione



Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

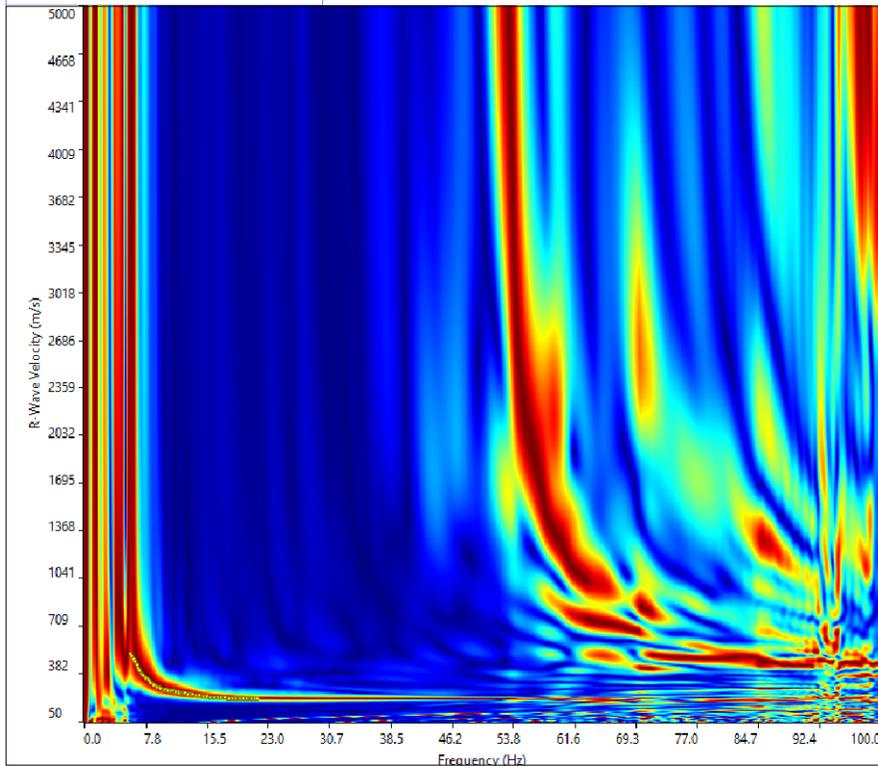
Rif: **MASW_3**

Rif.: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

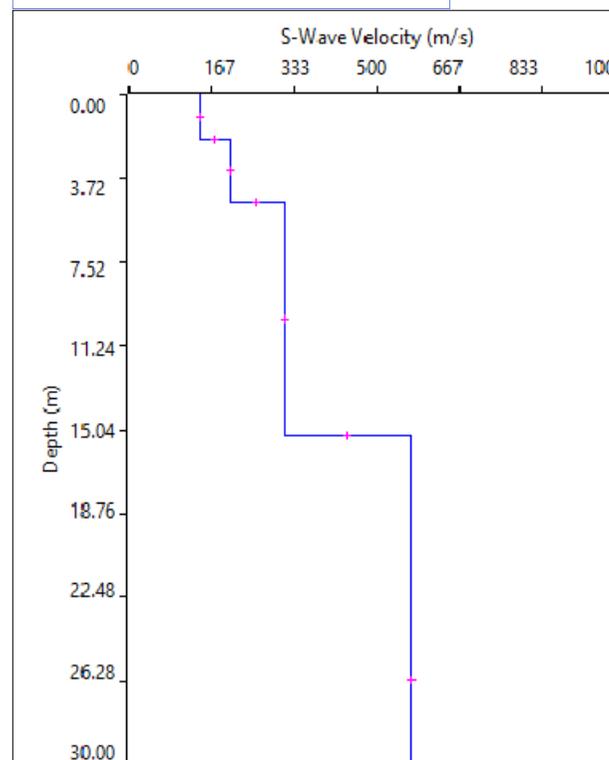
Committ: Emera srl
Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

Data: Sept. 2020

Spettro FV



Profilo verticale Vs



Profilo Verticale Vs				Masw 3
Spessore (m)	Profondità (da m)	(a m)	Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
2.08	0.00	2.08	146	Vseq (30.0m): 345 m/sec
2.68	2.08	4.76	202	
10.51	4.76	15.27	314	
14.73	15.27	30.00	568	Tipo di Suolo: C

Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

Rif: MASW_4

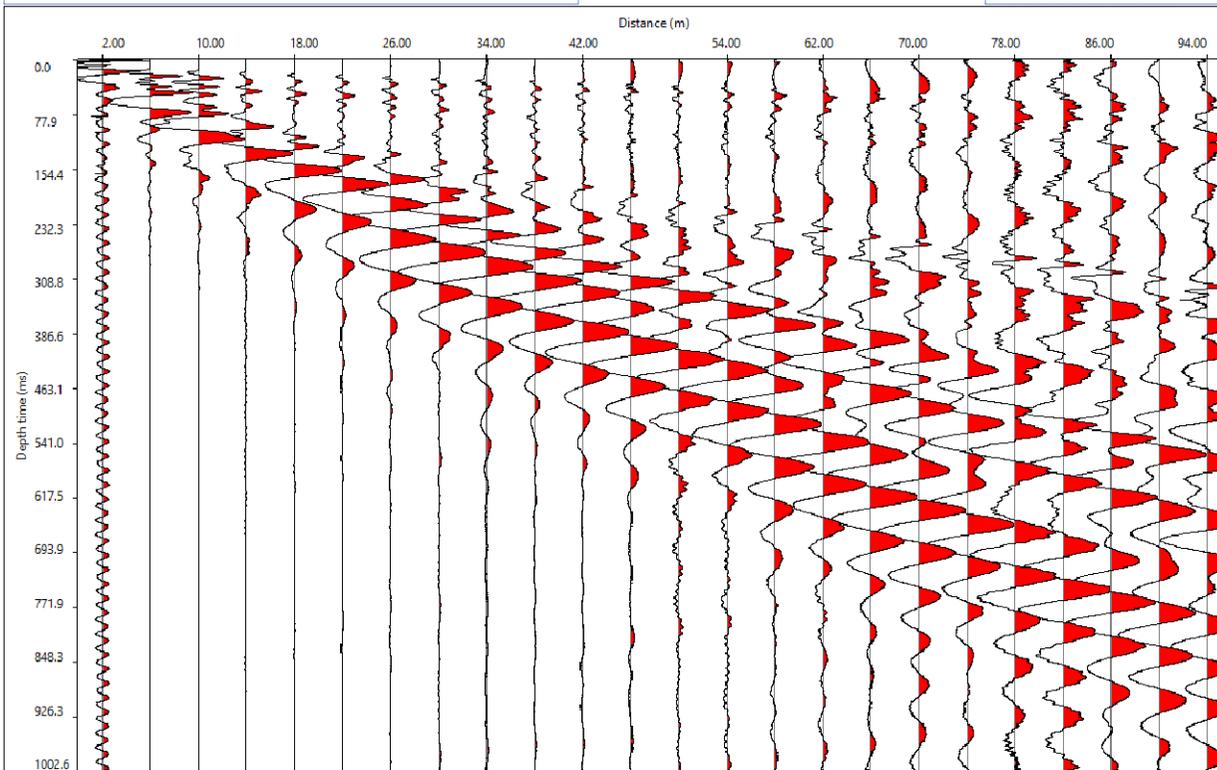
Rif.: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

Committ: Emera srl
Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

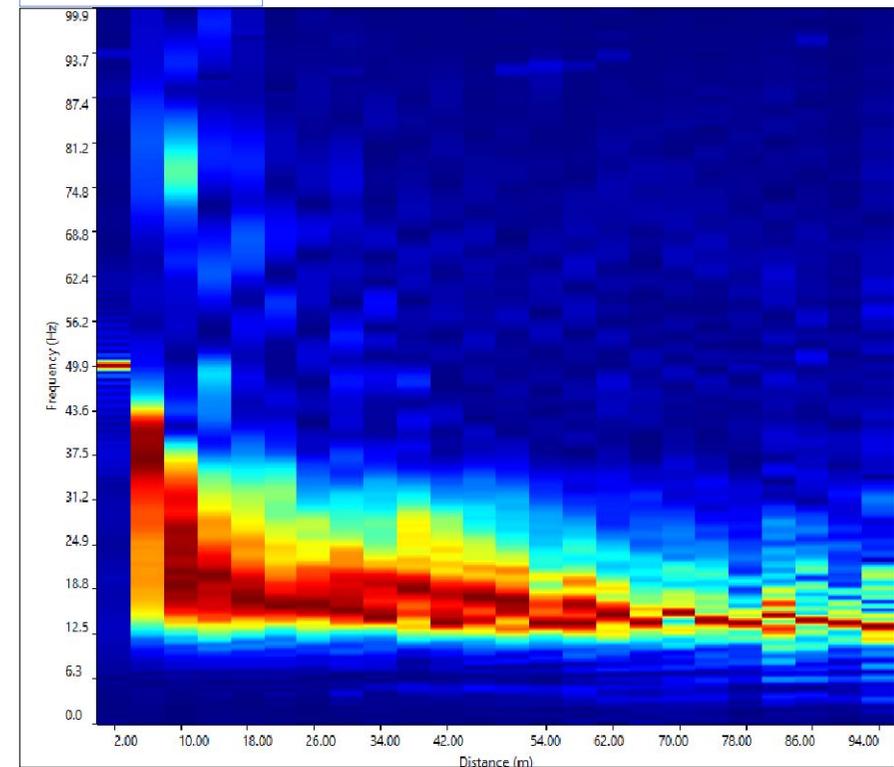
Data: Sept. 2020

Sismogramma di Riferimento

Shot: 2.0m
Passo: 4.0m



Spettro FX



Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

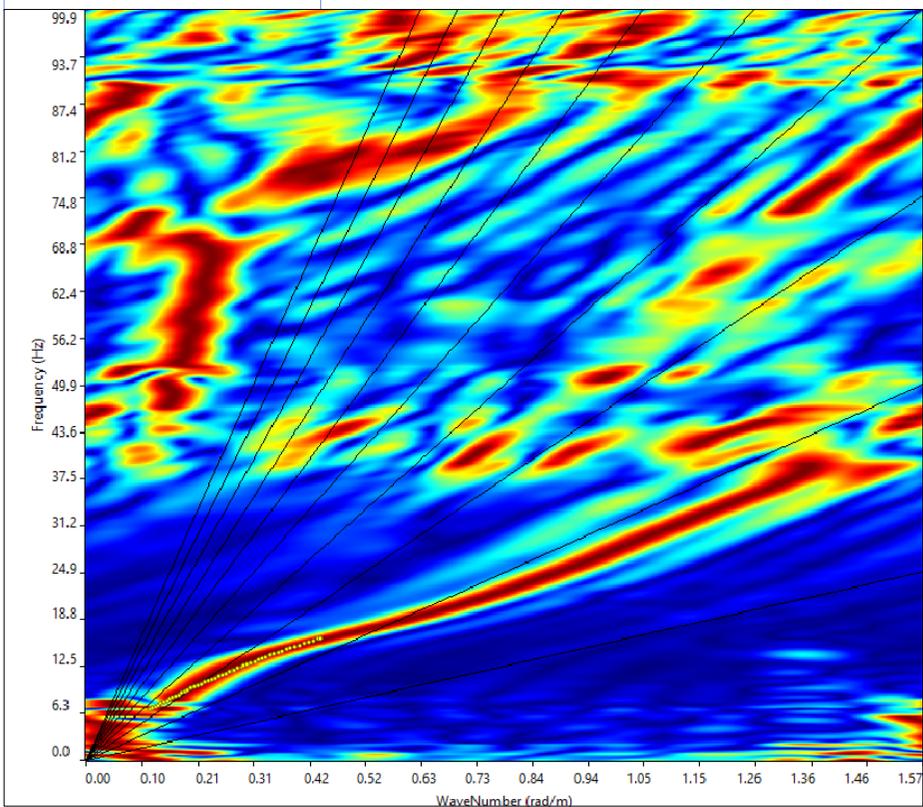
Rif: MASW_4

Rif.: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

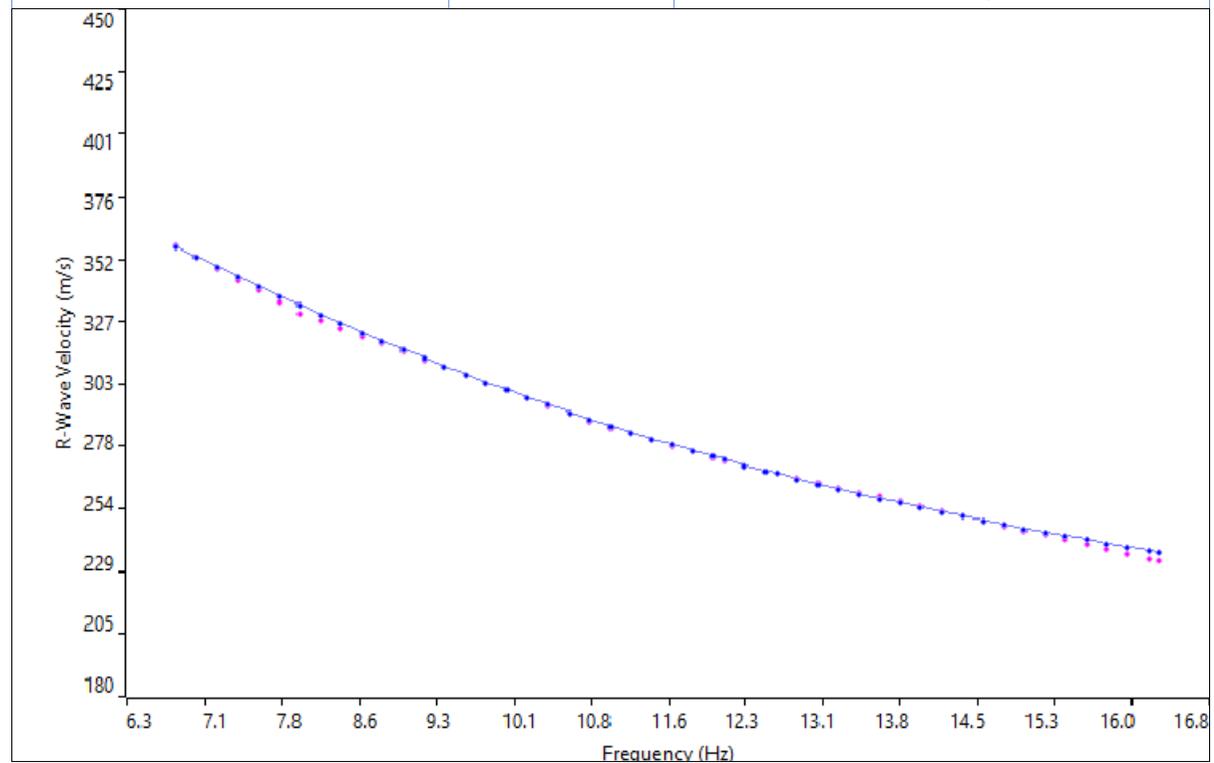
Committ: Emera srl
Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

Data: Sept. 2020

Spettro FK



Curve di Dispersione



Vseq - Metodo MASW (Multichannel Analysis of Superficial Waves)

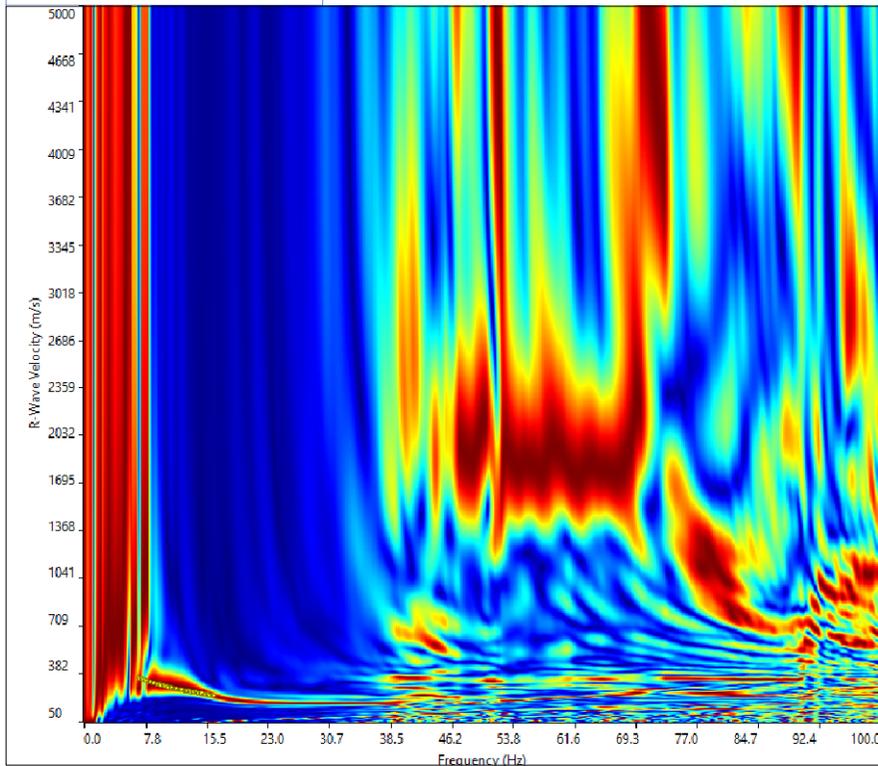
Rif: **MASW_4**

Rif.: Realizzazione di Impianto Fotovoltaico con relative reti di connessione e sollevamento - C.da Iesce - Santeramo in Colle (BA)

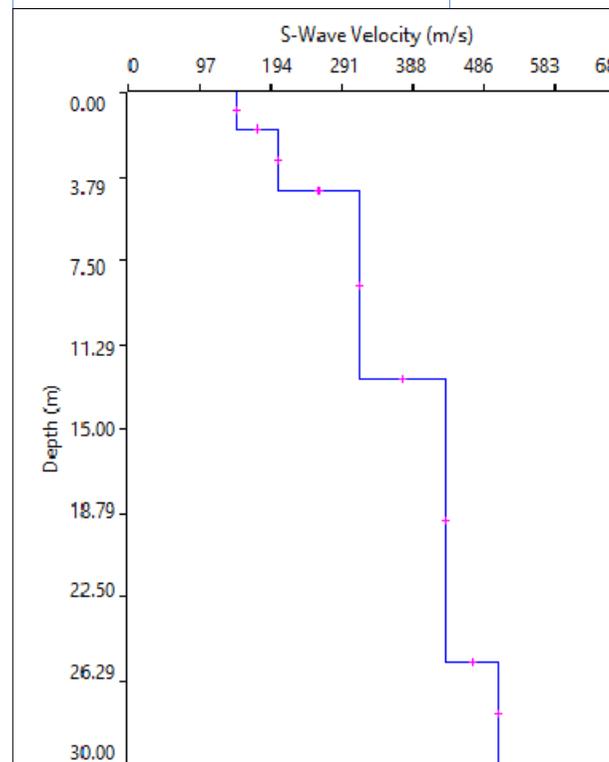
Committ: Emera srl
Largo Augusto n.3 - 20122 Milano

Data: Sept. 2020

Spettro FV



Profilo verticale Vs



Profilo Verticale Vs				Masw 4
Spessore (m)	Profondità (da m)	(a m)	Vs (m/sec)	Tipo di analisi: Onde di Rayleigh
1.63	0.00	1.63	147	Vseq (30.0m): 336 m/sec
2.75	1.63	4.38	204	
8.42	4.38	12.80	317	
12.61	12.80	25.41	433	
4.59	25.41	30.00	505	Tipo di Suolo: C