

REGIONE BASILICATA



COMUNE DI GRASSANO



IMPIANTO AGROVOLTAICO

PROGETTO REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI
CONNESSIONE IN AGRO DI GRASSANO E GARAGUSO – MT
LOCALITÀ PIANO FOCACCIA

POTENZA NOMINALE 19,99 MW

**N° ALLEGATO
A.2.**

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMITTENTE

GRASSANO SOLAR S.R.L.

Via Melchiorre Gioia 8 - 20124 MILANO (MI)

P.IVA 02155040765

IL GEOLOGO

**DR. GIANCRISTIANO FRANCHINO 85100 POTENZA
CELL. 3470376946**

DATA: OTTOBRE 2023

Rev n°1

Sommario

PREMESSA	2
DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	3
VERIFICA PIANO STRALCIO DELL'AUTORITÀ DI BACINO	5
INQUADRAMENTO GEOLOGICO-REGIONALE.....	7
CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	9
INDAGINI GEOGNOSTICHE	11
PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE.....	11
INDAGINI SISMICHE ESEGUITE	14
SISMICITA' DELL'AREA – PERICOLOSITÀ SISMICA	20
VALUTAZIONI TECNICHE CONCLUSIVE	30



PREMESSA

Il sottoscritto su incarico della ditta Grassano Solar s.r.l. ha redatto il presente studio geologico-tecnico per la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di 20 MW con le relative opere di connessione BT/MT/AT in località Piani Focaccia del comune di Grassano (MT).

Di seguito sono descritti tutti i necessari elementi di natura geologica, geomorfologica, idrologica, idrogeologica, geotecnica e di microzonazione sismica oltre che a valutazioni di sintesi relative alle criticità e pericolosità geologiche e geomorfologiche dei luoghi occupati dalle opere in progetto (area parco fotovoltaico, elettrodotto di consegna, Sottostazione, aree cabine elettriche e stazione Terna) ed all'individuazione delle varie interferenze ed al loro superamento.

Le normative di riferimento sono:

L.R. n. 9 del 07/06/2011 “Disposizioni urgenti in materia di Microzonazione Sismica”.

L.R. 11.8.99 n.23 "Tutela, governo ed uso del territorio”.

D.M. 17.01.2018 – Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le costruzioni”.

“NTA del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico vigente dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale”.

Il piano delle indagini geognostiche ha previsto l’esecuzione di indagini sismiche di tipo masw e di prove penetrometriche dinamiche continue.

ALLEGATI – TAVOLE GRAFICHE:

- Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche - scala 1:2.000 (A.12.a.7).
- Carta Geologica – scala 1:2.000 (A.12.a.8).
- Carta Geomorfologica – scala 1:2.000 (A.12.a.9).
- Carta Idrogeologica – scala 1:2.000 (A.12.a.10).
- Sezione Geologica – scala 1:2.000 (A.12.a.11).
- Corografia dei bacini idrografici – scala 1:20.000 (A.12.a.12).
- Carta di sintesi della criticità e della pericolosità geologica e geomorfologica (A.2.1)
- Carta di microzonazione sismica di secondo livello (A.2.2)

DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Come riportato nella relazione tecnica il progetto prevede la realizzazione di un campo agrofotovoltaico della potenza di 19.99 Mwp per la produzione di energia elettrica mediante fonte rinnovabile con tecnologia fotovoltaica nel Comune di Grassano (MT) in contrada "Piano Focaccia".

L'impianto sarà realizzato con moduli fotovoltaici in silicio cristallino montati su strutture ad asse orizzontale in acciaio a sistema ad inseguimento, auto configurante, con GPS integrato e controllo da remoto in tempo reale.

Il progetto prevede la posa in opera di 1333 strutture in acciaio ad inseguimento solare (tracker) comandate da un azionamento lineare controllato da un programma astronomico per il supporto dei moduli, ciascuna alloggiante 24 moduli fotovoltaici disposti in orizzontale su doppia fila; ciascuna struttura ad inseguimento (tracker) costituisce una stringa elettrica collegata ad uno dei 6 MPPT degli inverter HUAWEI SUN330 KTL-H1D;

- viabilità interna al parco per le operazioni di costruzione e manutenzione dell'impianto e per il passaggio dei cavidotti interrati in AT e BT;

31992 moduli in silicio policristallino da 625Wp per una potenza totale in C.C. di 19995 KWp; 60 inverter da 330KWac;

n. 6 cabine di Campo/Trasformazione e 2 cabine per la strumentazione dell'impianto;

n.6 trasformatori da 3300kVA;

n. 1 cabina di raccolta dell'energia prodotta;

- cavidotto interrato di collegamento tra le cabine di campo e la cabina d'impianto e da quest'ultima fino alla SE – Stazione di Utenza;

- Futuro ampliamento a 36 kV della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV "Garaguso"

L'intervento in progetto comporta scavi strettamente necessari alla posa dei cavidotti fino ad

Realizzazione di un impianto agrivoltaico in località Piano Focaccia - Grassano (MT)
una profondità di 0,80 m.

Il parco fotovoltaico sarà realizzato seguendo la naturale orografia del sito di progetto.

Per l'installazione dei pannelli non sono previsti scavi in quanto le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno fissate al terreno attraverso dei pali pilastri di fondazione e montanti di movimento in acciaio zincati a caldo con forma ad omega ed infissi nel sottosuolo con battipali fino alla profondità di 2.00 m dal piano campagna.

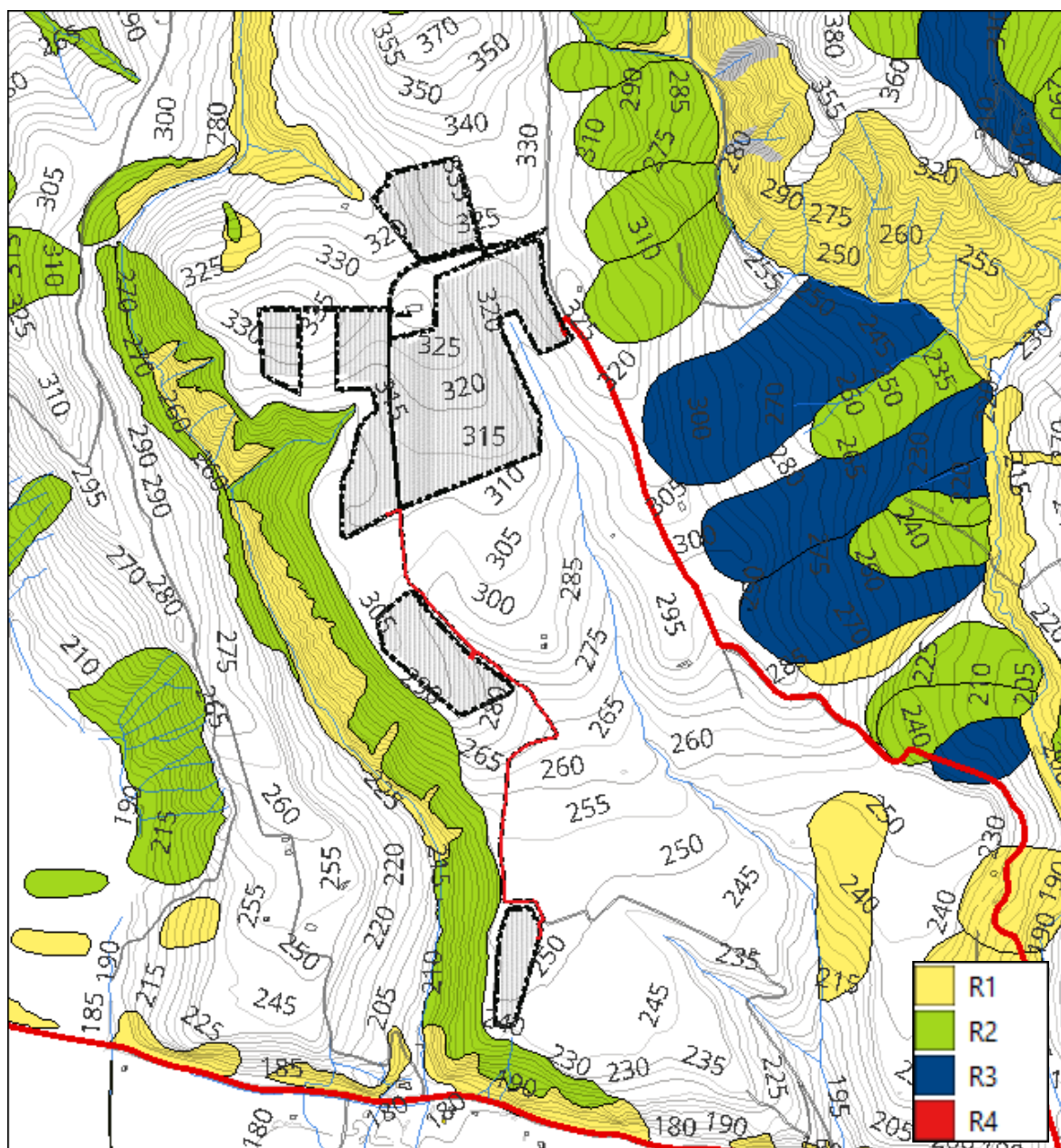
Per accedere ai luoghi si utilizzeranno le strade comunali e poderali esistenti; la viabilità di servizio sarà costituita da piste in terra battuta e saranno dotate di opere di drenaggio tali da recepire le acque provenienti da monte e smaltirle nel canale naturale recettore più vicino, evitando in tal modo fenomeni erosivi del terreno per ruscellamento superficiale.

Gli scavi per il tratto di linea interrato saranno di dimensioni contenute e non influiranno minimamente sulla stabilità geomorfologica dei luoghi attraversati subpianeggianti privi di movimenti franosi, non determinando modificazioni negative dei processi geomorfologici nell'area.

VERIFICA PIANO STRALCIO DELL'AUTORITÀ DI BACINO

Il territorio comunale di Pisticci rientra nel territorio di competenza dell'ex Autorità di Bacino della Regione Basilicata accorpata all'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale dal 2018.

Dalla consultazione delle Tavole del Piano per l'Assetto idrogeologico non risultano interferenze tra il parco fotovoltaico con aree classificate a rischio da frana.



Il tracciato del cavidotto interrato seguirà le strade esistenti.

Dall'analisi condotte in campo e dall'analisi stereoscopica di foto aeree si ricava che l'area si presenta priva di evidenze morfologiche dovute a movimenti franosi in atto o pregressi.

Realizzazione di un impianto agrivoltaico in località Piano Focaccia - Grassano (MT)

Dai sopralluoghi eseguiti in campo non si riconoscono evidenze di movimenti franosi.

Il cavidotto nel suo percorso verso la Stazione elettrica di Terna situata a Garaguso interferisce con due corsi d'acqua principali che sono il Torrente Salandrella e il Fiume Basento, tali attraversamenti, come esplicitato negli elaborati progettuali saranno realizzati con lo staffaggio alla spalla del ponte lato valle.

Le interferenze con infrastrutture lineari come la rete Snam Gas e con quella dell'acquedotto sono superate con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).

Le fasi di scavo, di messa in posto del cavidotto ed il successivo reinterro e ripristino morfologico proprio per le modalità operative e per i tempi di esecuzione rapidi non producono alterazioni della morfologia preesistente e non incidono sulle condizioni di stabilità delle aree attraversate.

Dai riscontri eseguiti in campo si evince che le aree di imposta dei moduli fotovoltaici e delle cabine elettriche non presentano alcuna evidenza morfologica dovuta a movimenti franosi ma possono essere ritenute zone stabili.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO-REGIONALE

Dal punto di vista geologico-strutturale il territorio in esame che rientra nel tenimento amministrativo di Grassano si colloca in area di avanfossa bradanica e rientra nel Foglio 200 Tricarico in scala 1:100.000.

Il rilevamento geologico ha consentito di riconoscere la natura litologica dei terreni delle aree di interesse progettuale riguardanti l'impianto fotovoltaico con le cabine elettriche ed i cavidotti, e di quella contermini; sono state riconosciute le seguenti formazioni geologiche:

Depositi alluvionali antichi terrazzati

Lungo il versante che digrada verso il Fiume Basento sono presenti piccoli lembi di depositi alluvionali antichi terrazzati essenzialmente ciottolosi, sabbiosi e limo-argillosi; la loro distribuzione spaziale è retta conseguenza della modalità degli apporti fluviali.

In letteratura per questi lembi viene riportato uno spessore massimo di 7-8 m che si riduce verso il fondovalle del Fiume Basento.

Questi depositi sono poco addensati e per nulla cementati.

Questi depositi rappresentano delle superfici terrazzate in erosione sopra la formazione delle Argille subappennine

Formazione delle Argille Subappennine

Dal punto di vista litologico e formazionale l'area è caratterizzata da una alternanza irregolare di argille sabbiose, argille limose e marnose ascrivibili alla Formazione delle Argille Subappennine.

L'inclinazione degli strati delle argille limose e sabbiose non supera i 10° con un'immersione verso Nord Est, che di norma è di circa 5°.

La successione di età pleistocenica inferiore-medio indicata come Formazione delle Argille Subappennine nella letteratura scientifica è caratterizzata da argille limose e da sabbie fini, in strati sottili a laminazione parallela, di colore dal giallastro all'avana nella sua parte superficiale a causa dell'alterazione, e di colore grigio azzurro tendente al grigio scuro in profondità; inoltre

Realizzazione di un impianto agrivoltaico in località Piano Focaccia - Grassano (MT)

è costituita anche da argille e marne argillose grigio azzurre consistenti collocabili temporalmente al Pleistocene inferiore e medio.

Nei suoi aspetti generali è caratterizzata da argille limose e da sabbie fini, in strati sottili a laminazione parallela, di colore dal giallastro all'avana nella sua parte superficiale a causa dell'alterazione, e di colore grigio azzurro tendente al grigio scuro in profondità; inoltre sono presenti anche argille e marne argillose grigio-azzurro consistenti.

La stratificazione è messa in evidenza da interstrati sabbioso-limosi e di sostanze carboniose organizzate in sottilissime bande nerastre.

Realizzazione di un impianto agrivoltaico in località Piano Focaccia - Grassano (MT)

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

L'area di intervento è rappresentata da rilievi collinari allungati prevalentemente in direzione NW-SE a sommità tabulare a luoghi ricoperti dai termini conglomeratici con versanti costituiti da litologie argilloso-marnose grigio-azzurre.

Le aree di stretto interesse sono situate su superfici a debole acclività delimitate verso ovest da versanti mediamente acclivi.

La pendenza prevalente delle aree di interesse non supera il 10-15%.



PRIMO PIANO DELLE AREE DI INTERESSE A MORFOLOGIA SUBPIANEGGIANTE

Realizzazione di un impianto agrivoltaico in località Piano Focaccia - Grassano (MT)

Le aree di progetto riguardanti il parco fotovoltaico, le cabine elettriche di campo, la Stazione elettrica di Terna, quest'ultima esistente, non presentano instabilità di versante.

Il reticolo idrografico secondario è costituito da aste e segmenti con un deflusso delle acque durante i periodi a maggiore piovosità.

La forma dei bacini imbriferi è stretta ed allungata, con linee spartiacque anch'esse subparallele, isorientate rispetto agli assi dei corsi d'acqua.

L'area di studio presenta un andamento morfologico piuttosto regolare senza segni di forme e fenomeni di movimenti franosi; non sono stati rilevati quei fattori predisponenti al dissesto, le pendenze sono poco accentuate e le caratteristiche geotecniche sono più che soddisfacenti.

INDAGINI GEOGNOSTICHE

I dati ottenuti dal rilevamento geologico sono stati integrati e supportati dall'esecuzione sia di indagini geofisiche sia geotecniche in sito del tipo penetrometriche dinamiche continue.

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

Per la caratterizzazione dello stato di consistenza/addensamento della porzione di terreno più direttamente interessato dalle opere in progetto sono state eseguite due prove penetrometriche dinamiche continue successivamente elaborate con il software Dynamic Probing della Geostru software.

11

Queste prove, normate dall'Eurocodice 7, sono effettuate mediante infissione a percussione di una batteria di aste dotate di una punta di diametro 35.68 mm ed angolo di apertura 60°.

Il dispositivo di infissione della punta è costituito da un maglio avente massa pari a 30 Kg che cade liberamente da un'altezza di 0,20 m e consiste nell'infiggere la punta conica nel terreno, per tratti consecutivi di 10 cm con aste della lunghezza di un metro, misurando il numero di colpi necessari all'avanzamento.

Le prove sono state effettuate con penetrometro dinamico della ditta Pagani srl modello DMP-3020 (tipo ISSMFE) che può raggiungere anche profondità di 20-25 m.

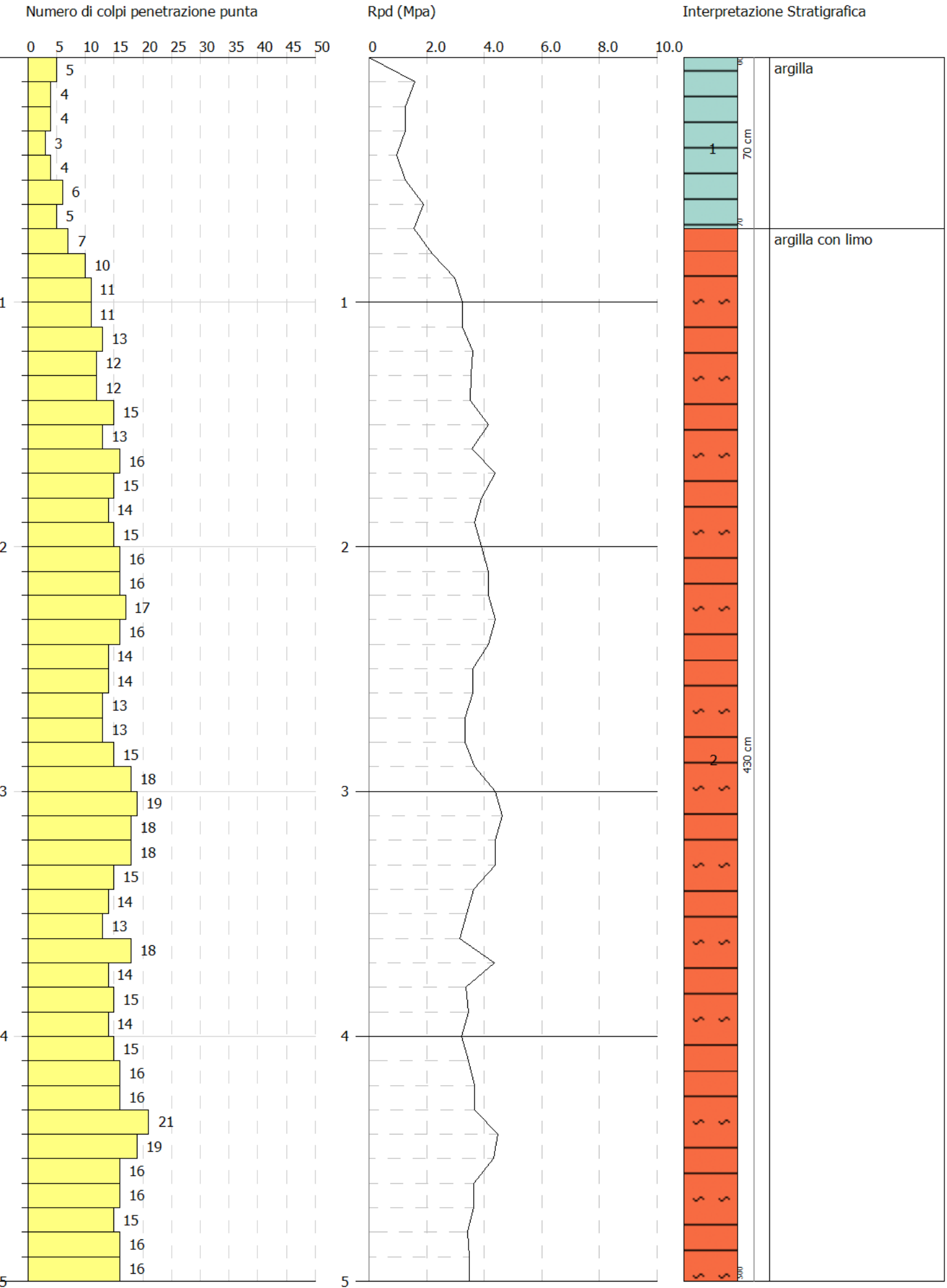
L'interpretazione dei dati ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche continue si basa sul raffronto con dati statistici, elaborati da un certo numero di prove eseguite in terreni coerenti (limi, argille) oppure incoerenti (ghiaie, sabbie), attraverso i quali è possibile effettuare una valutazione dei parametri di resistenza che può offrire il terreno in esame.

Le prove hanno permesso di ottenere informazioni sullo stato di consistenza e di addensamento dei terreni in base al numero di colpi di un maglio del peso di 30 kg per infissioni continue per tratti di 10 cm fino alla profondità di rifiuto o di arresto.

Nella zona di indagine sono state effettuate n. 3 prove penetrometriche dinamiche al fine di ottenere una caratterizzazione litologica e litotecnica dei terreni.

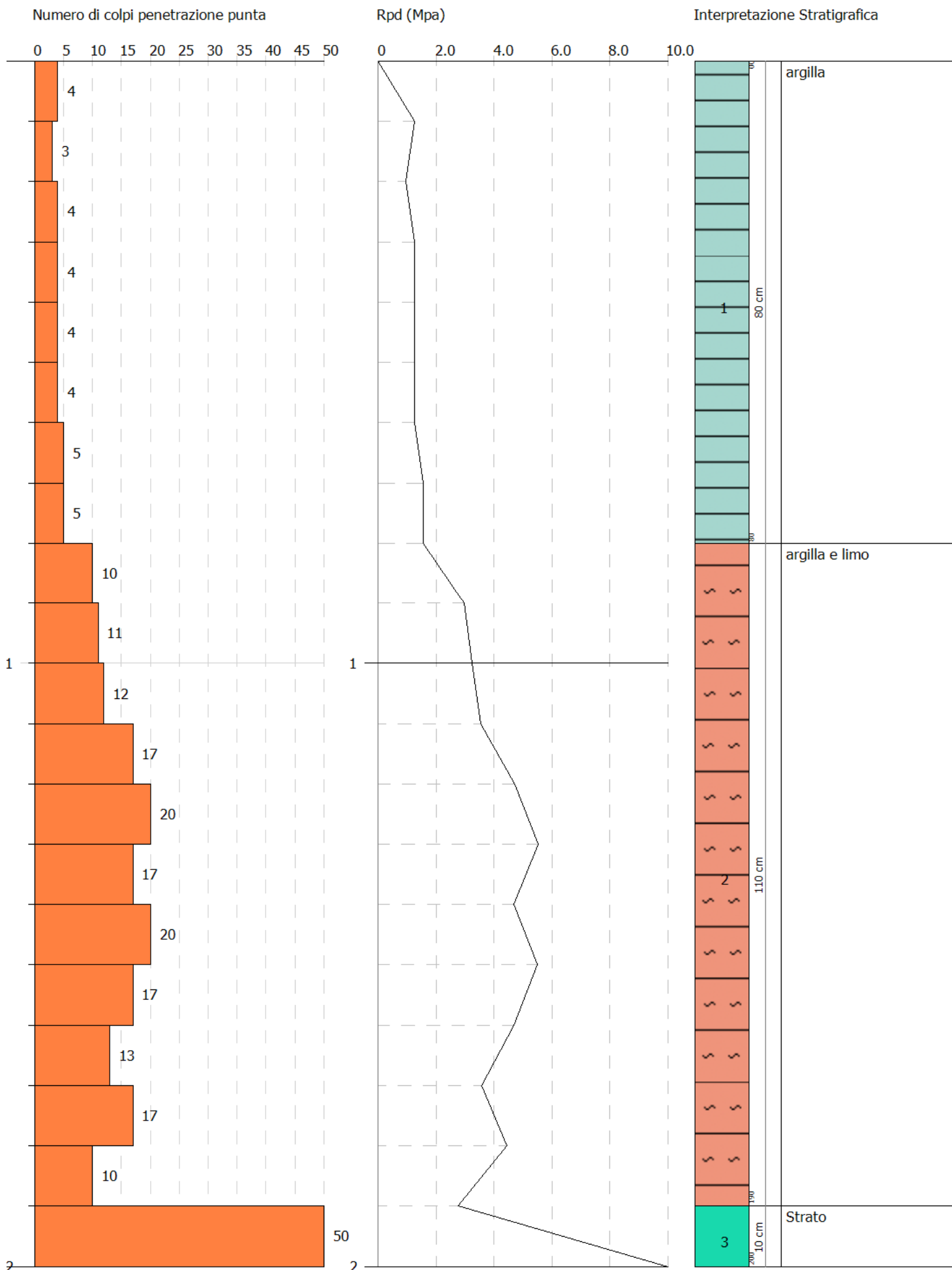


PROVE PENETROMETRICHE ESEGUITE P1, P2, P3



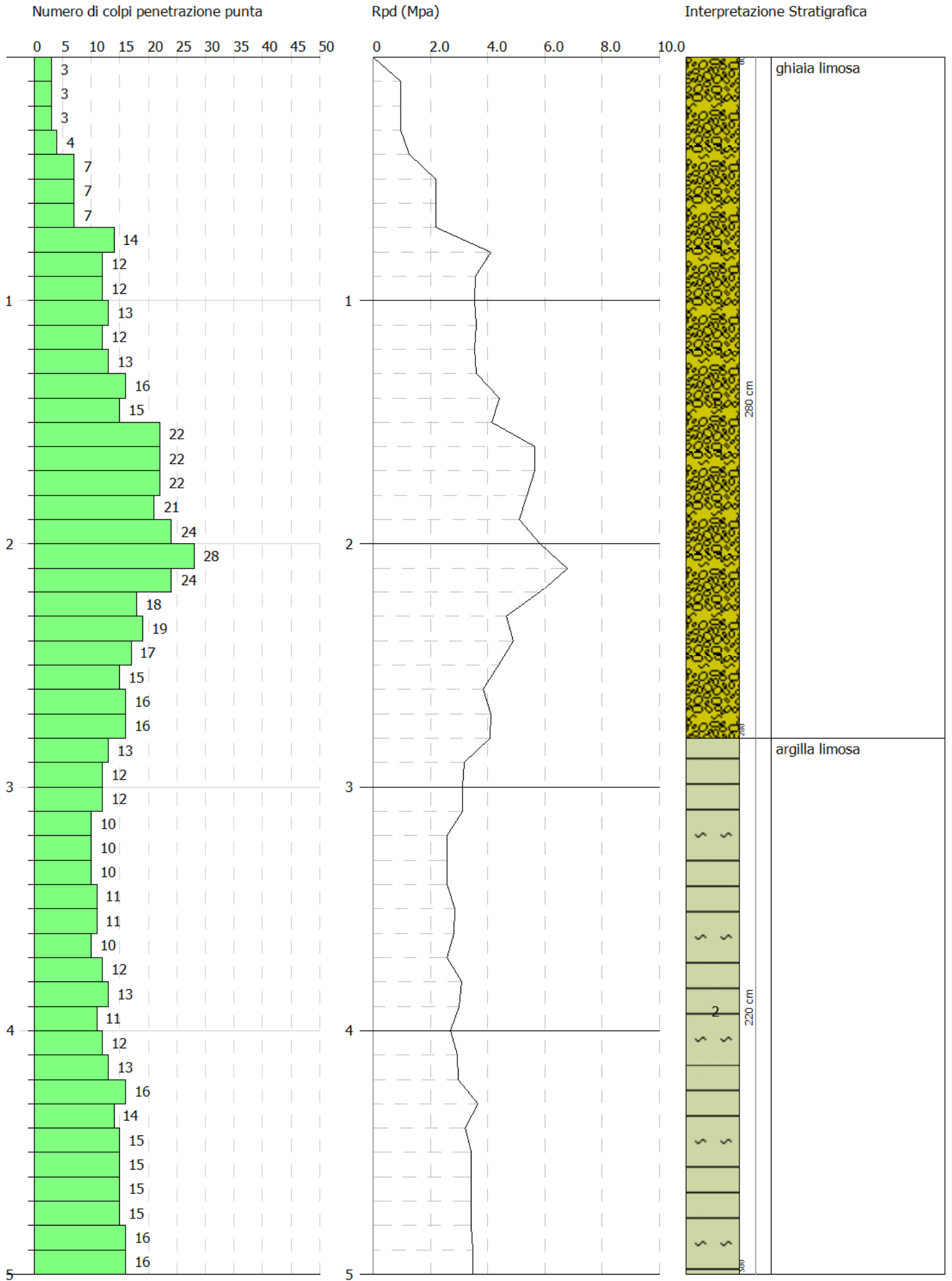
Committente:
 Descrizione:
 Località:

Scala 1:9



Committente:
 Descrizione:
 Località:

Scala 1:22



RISULTATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

Prova P1

La Prova penetrometrica P1 eseguita nelle litologie argillose ha riscontrato:

- Da 0,00 a 0,80 metri dal p.c. suolo argilloso poco consistente caratterizzato da un valore medio di coesione non drenata C_u pari a 45 KPa, un valore medio di angolo di resistenza al taglio ϕ pari a 23°; da 0.80 a 5.00 metri un valore medio di coesione C_u pari a 145 KPa ed un valore medio di angolo di resistenza al taglio pari a 24°.

Prova P2

La Prova penetrometrica P2 eseguita in litologie conglomeratiche alluvionali sciolte ha riscontrato:

- Da 0,00 a 0,80 metri dal p.c. suolo argilloso poco consistente con ciottoli sparsi caratterizzato da un valore medio di angolo di resistenza al taglio ϕ pari a 22°; da 0.80 a 2.00 metri si ha un aumento della componente ghiaiosa con un valore di angolo di resistenza al taglio ϕ pari a 32°.

Prova P3

La Prova penetrometrica P3 eseguita nelle litologie conglomeratiche alluvionali sciolte fino a circa 3.00 metri per poi passare alle litologie argillose sottostanti, ha riscontrato:

- Da 0,00 a 2,80 metri dal p.c. ciottoli sparsi in una matrice limoso-argillosa caratterizzati da un valore medio di angolo di resistenza al taglio ϕ pari a 30°; da 2.80 a 5.00 metri si ha un valore di coesione C_u pari a 49 KPa ed un valore di angolo di resistenza al taglio ϕ pari a 23°.

Da letteratura scientifica lo spessore dei conglomerati varia da 2-3 m a circa 7 metri; dai riscontri ottenuti con le indagini sismiche eseguite in campo si ricava che lo spessore dei conglomerati nei siti di interesse non supera i 5 metri.

MODELLO GEOLOGICO-PARAMETRI GEOTECNICI

Il modello geologico è rappresentato da litologie argilloso-marnose della Formazione delle Argille Subappennine di colore grigio-azzurro; in questa formazione si ha un aumento della consistenza con la profondità.

Lo spessore della Formazione delle Argille Subappennine è superiore al centinaio di metri.

In piccoli lembi sparsi, al di sopra delle Argille Subappennine, sono presenti terreni conglomeratici sciolti dello spessore massimo di 7-8 metri che si riduce verso quote inferiori.

Alle litologie **argilloso-marnose** si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici:

<i>Strato</i>	<i>Profondita' (m)</i>	<i>Peso di volume naturale (KN/m3)</i>	<i>Coesione non drenata (KN/m2)</i>	<i>Coefficiente dell'angolo di attrito (Φ)</i>
1	0.00-0.80	19.00	45	21°
2	0.80-5.00	19.50	145	24°

A profondità maggiore si hanno sicuramente dei valori più elevati dei parametri geotecnici.

Alle litologie **conglomeratiche** dello spessore massimo di 7-8 m si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici cautelativi:

<i>Strato</i>	<i>Profondita' (m)</i>	<i>Peso di volume naturale (KN/m3)</i>	<i>Coesione non drenata (KN/m2)</i>	<i>Coefficiente dell'angolo di attrito (Φ)</i>
1	0.00-0.80	19.00		30°
2	0.80-8.00	20.00		32°

INDAGINI SISMICHE ESEGUITE

Di seguito si riportano i dati ottenuti dai due stendimenti di sismica masw eseguiti in corrispondenza delle aree di studio.

Realizzazione di un impianto agrivoltaico in località Piano Focaccia - Grassano (MT)

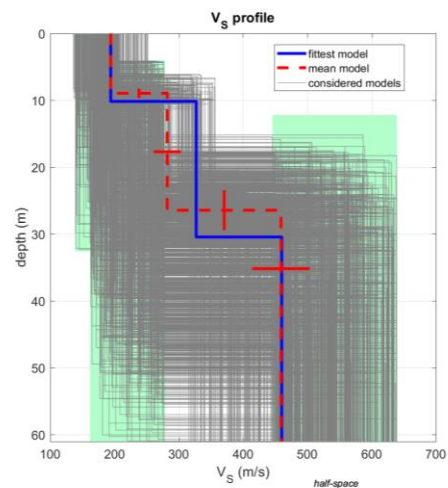
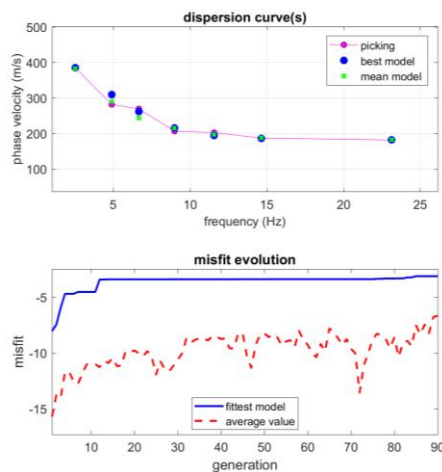
SIGLA	TIPO DI ONDE SISMICHE	LUNGHEZZA (m)
MW 1	Rayleigh	60
MW 2	Rayleigh	60



PROSPEZIONI SISMICHE MASW 1 E MASW 2

RISULTATI INDAGINE SISMICA MASW 1

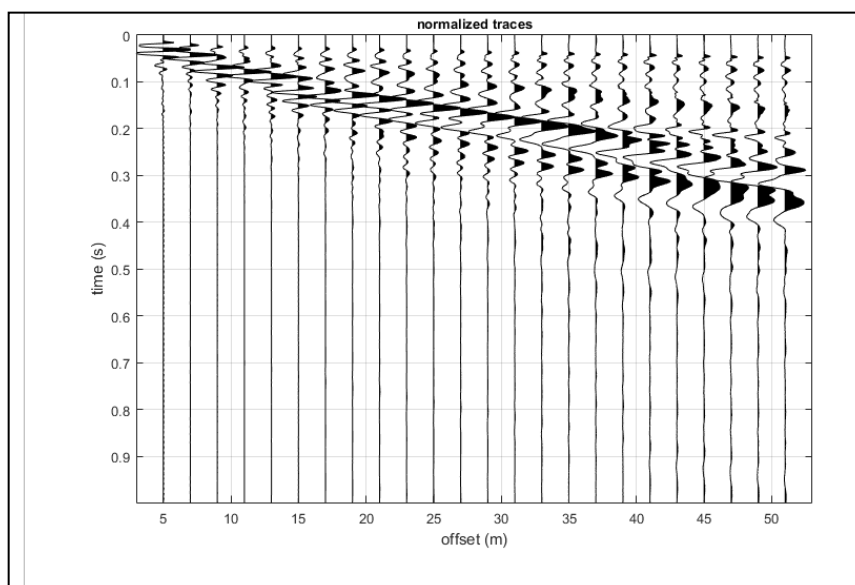
L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire dai dati della Masw1 eseguita nelle litologie argillose della Formazione delle Argille Subappennine ha consentito di determinare il profilo verticale della V_s e di conseguenza del parametro $V_{s(eq.)}$ risultato essere pari al valore di 260 (m/s).



www.winmasw.com

dispersion curve: GRASSANO_SOLAR_MASW_1.cdp
 V_{s30} & V_{sE} (best model): 265 265 m/s
 V_{s30} & V_{sE} (mean model): 259 259 m/s

INVERSIONE DELLA CURVA DI DISPERSIONE DETERMINATA TRAMITE ANALISI DEI DATI MASW. SPETTRO OSSERVATO, CURVE DI DISPERSIONE PICCATE E CURVE DEL MODELLO INDIVIDUATO DALL'INVERSIONE. SULLA DESTRA IL PROFILO VERTICALE V_s IDENTIFICATO.



Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: GRASSANO_SOLAR_MASW_1.cdp

Analysis: Rayleigh Waves

Subsurface Model

Vs (m/s): 194, 282, 459

Thickness (m): 8.9, 17.5

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.83 1.92 2.04

Shear modulus (MPa) (approximate values): 69 153 430

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

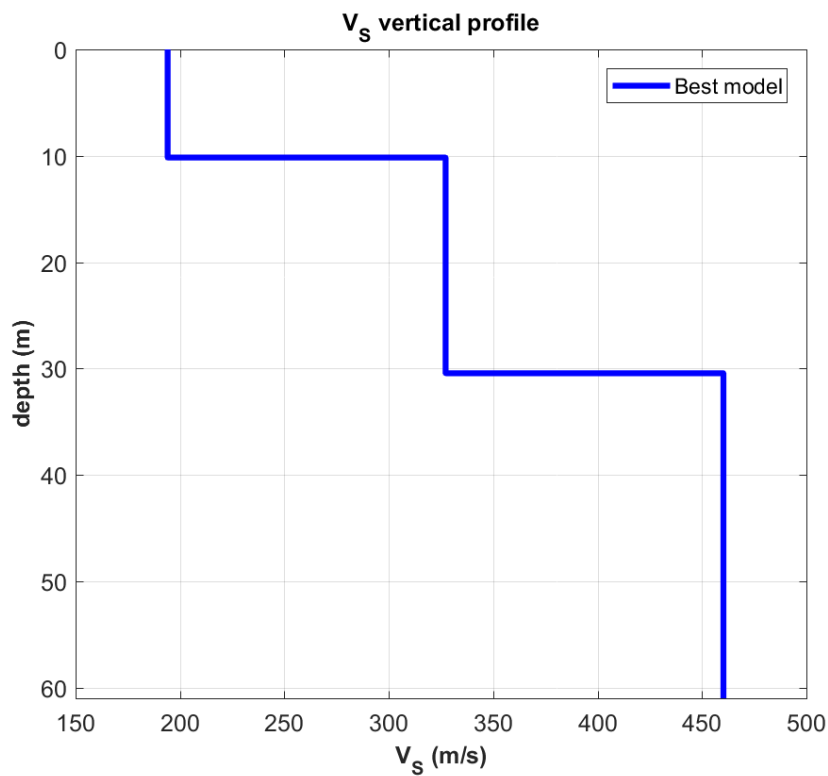
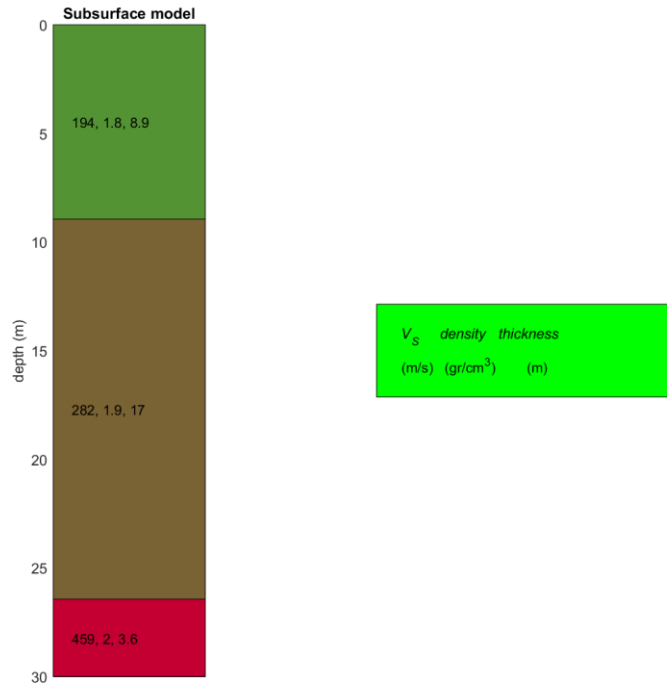
Vp (m/s): 404 587 955

VsEq (m/s): **259**

Sulla scorta del valore di $V_{s(eq)}$ il sito in esame, ai sensi delle norme tecniche per le costruzioni – Decreto 17 gennaio 2018 in aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni e pubblicato sul Supplemento ordinario n° 8 alla Gazzetta Ufficiale del 20/02/2018, rientra nella categoria di sottosuolo di tipo C - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

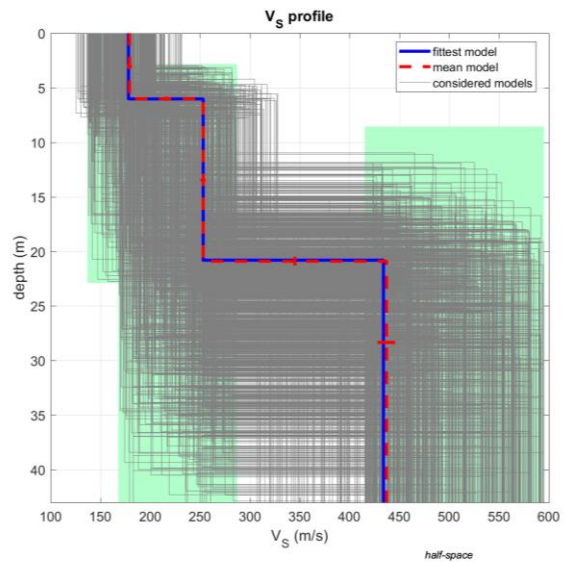
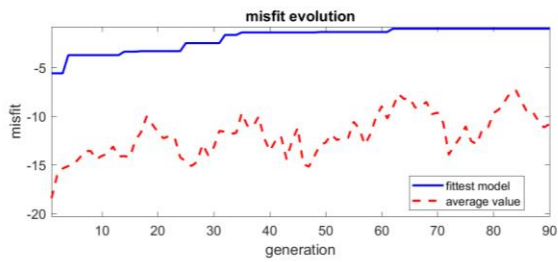
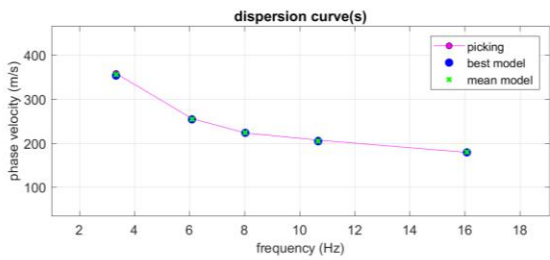
Realizzazione di un impianto agrivoltaico in località Piano Focaccia - Grassano (MT)

Il modello geosismico medio individuato tramite il profilo verticale delle velocità delle onde di taglio del sottosuolo è costituito da tre sismostrati con un aumento delle velocità di taglio con la profondità.

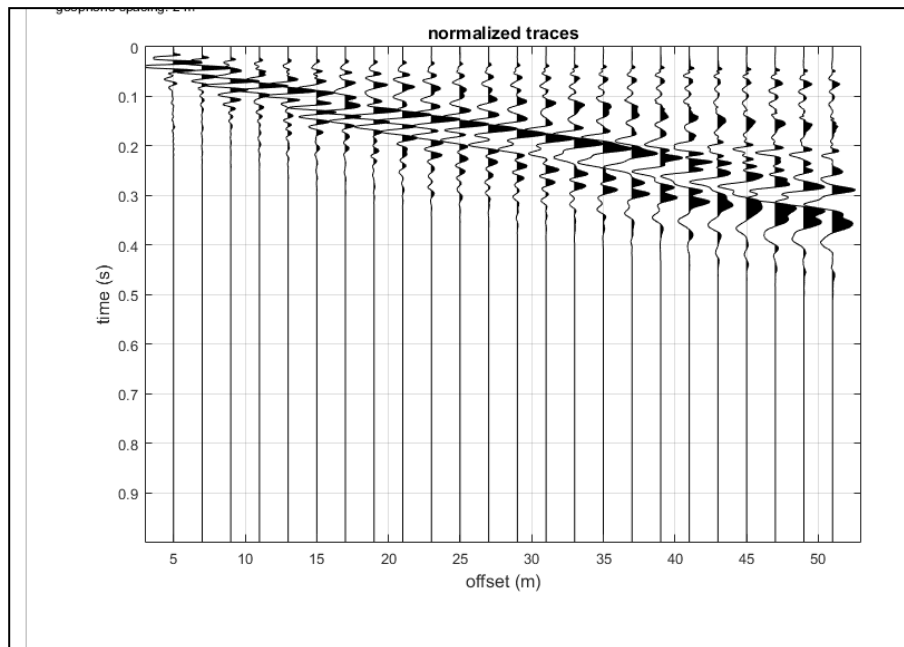


RISULTATI INDAGINE SISMICA MASW 2

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh della Masw 2 ha mostrato un valore $V_s(eq.) = 265$ (m/s).



dispersion curve: GRASSANO_SOLAR_MASW_2.cdp
Vs30 & VsE (best model): 264 264 m/s
Vs30 & VsE (mean model): 265 265 m/s



Subsurface Model

Vs (m/s): 179, 253, 437

Thickness (m): 6.0, 14.9

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.82 1.90 2.03

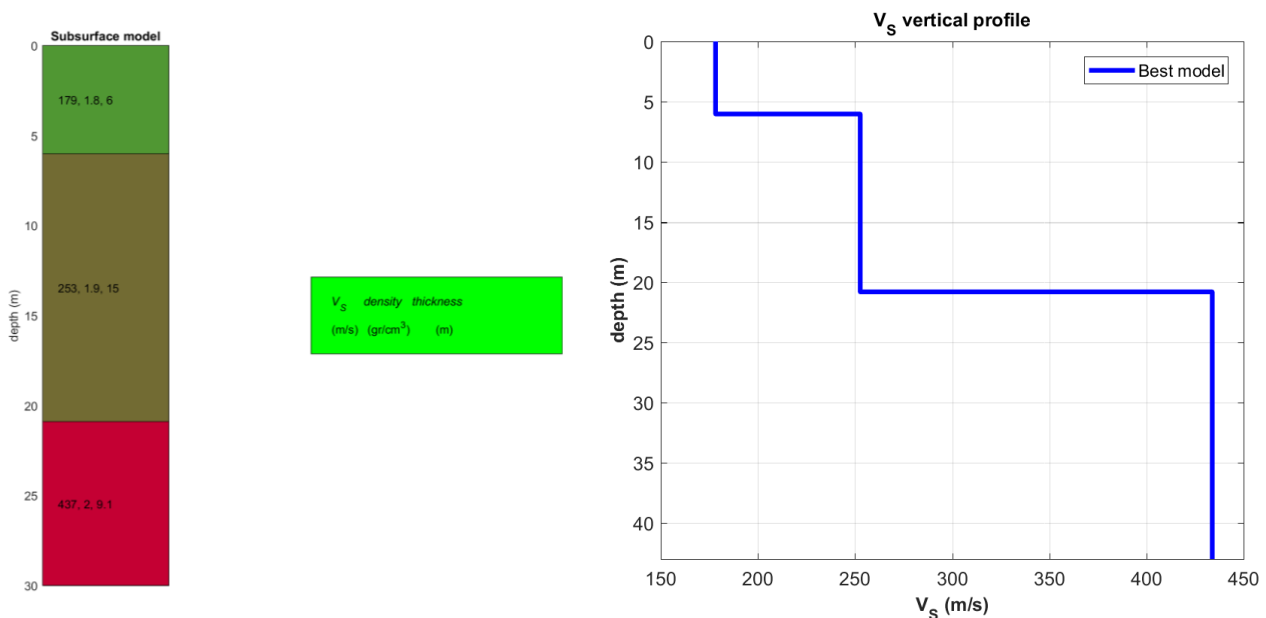
Shear modulus (MPa) (approximate values): 58 122 388

Vp (m/s): 373 527 910

Vs30 and VsEq (m/s): 265

Il sito in esame ai sensi delle norme tecniche per le costruzioni – Decreto 17 gennaio 2018 in aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni e pubblicato sul Supplemento ordinario n° 8 alla Gazzetta Ufficiale del 20/02/2018, rientra nella categoria di sottosuolo di tipo C.

Il modello geosismico medio individuato tramite il profilo verticale delle velocità delle onde di taglio del sottosuolo è costituito da tre sismostrati con un aumento delle velocità di taglio con la profondità.



Realizzazione di un impianto agrivoltaico in località Piano Focaccia - Grassano (MT)

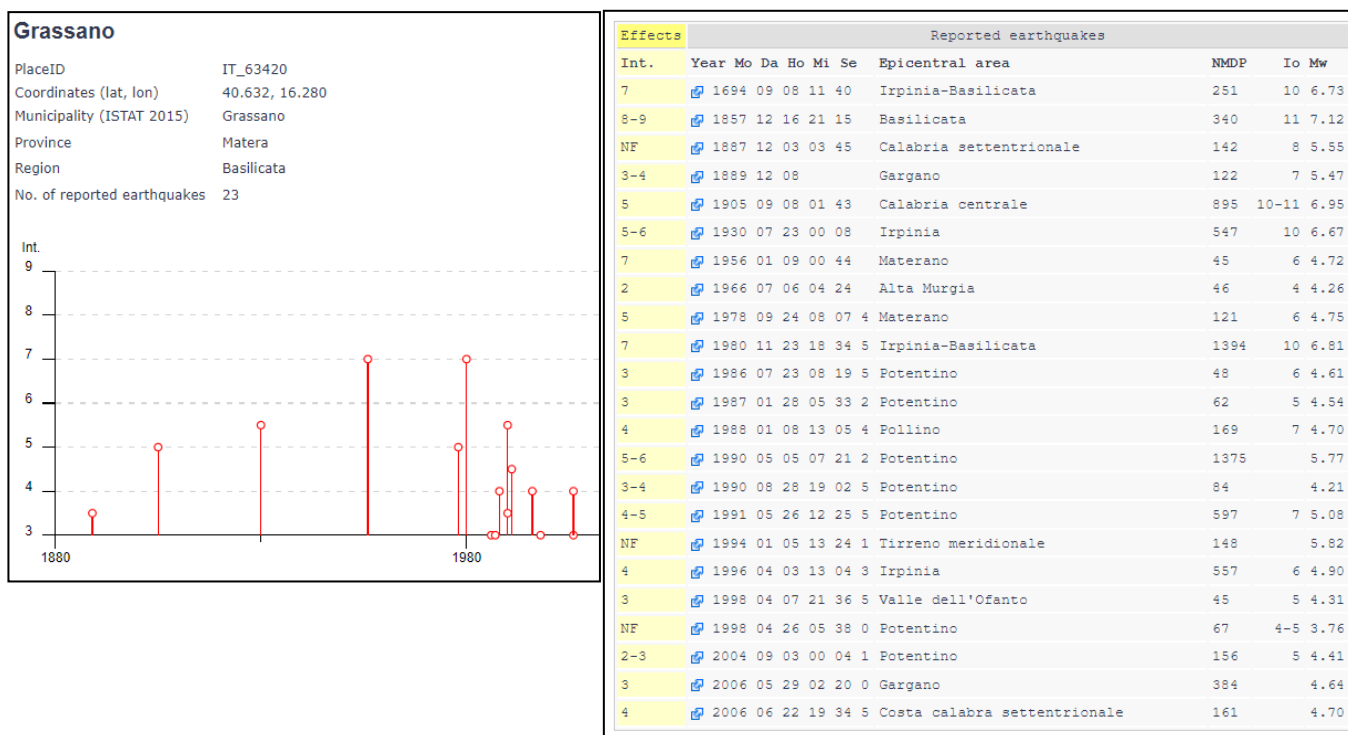
SISMICITA' DELL'AREA – PERICOLOSITÀ SISMICA

Per capire quali eventi sismici di riferimento possono essere presi in considerazione per l'area di Grassano è utile lo strumento del DBMI11 – database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani a cura dell'INGV.

Si ricavano, pertanto i principali eventi sismici che in epoca storica hanno interessato l'area e che possono essere presi come riferimento per una stima della massima intensità di danno attendibile.

Il Database Macrosismico italiano è costituito da un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014; l'intensità è da riferirsi alla scala Mercalli modificata, basata sull'osservazione degli effetti superficiali causati dal terremoto.

La tabella e il grafico che seguono, riassumono la sismicità storica che ha interessato direttamente il Comune di Grassano, a partire dal 1694. I dati sono stati reperiti al seguente indirizzo: <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>.



MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO

Per la microzonazione sismica si è scelto di applicare l'approccio semplificato in quanto l'assetto stratigrafico e morfologico del versante occupato dai moduli fotovoltaici e dalle opere accessorie si può essere considerare suborizzontale con strati piano-paralleli, infatti l'inclinazione degli strati è ad assetto suborizzontale e non supera i 10°.

I valori di pendenza della superficie topografica occupata dai moduli e dagli stessi cavidotti e dalla stazione utente presentano morfologie subpianeggianti con il coefficiente $T=T1$.

Nelle aree di intervento progettuale non sono state riconosciute forme acclivi di superficie utili all'identificazioni di possibili effetti di amplificazione dovuti alla topografia (zone di cresta, versanti acclivi).

Le litologie sono omogenee ed è stato individuato un bedrock sismico; il profilo delle Velocità V_s non mostra fenomeni di inversione.

Quindi alla luce delle considerazioni esposte si ha un assetto geologico e geotecnico assimilabile a un modello fisico monodimensionale, cioè a n strati piani, orizzontali, paralleli, continui, di estensione infinita, omogenei a comportamento viscoelastico; si ha un modello di sottosuolo costituito da terreni stratificati orizzontalmente, omogenei e deformabili, sovrastante un terreno più rigido assimilabile ad un bedrock sismico.

La microzonazione sismica è volta ad individuare gli strumenti necessari ed utili a prevedere e a mitigare, attraverso idonei criteri d'uso del territorio, gli effetti sismici in una zona di dimensioni locali.

Oramai è noto nella comunità scientifica che fattori stratigrafici e geomorfologici locali possono variare le caratteristiche del moto sismico, modificando le onde nel passaggio dal bedrock alla superficie con una redistribuzione dell'energia ed amplificazione del moto vibratorio associato ad alcune frequenze.

Realizzazione di un impianto agrivoltaico in località Piano Focaccia - Grassano (MT)

Il Riferimento legislativo nazionale e regionale per gli studi finalizzati alla caratterizzazione sismica del territorio sono gli: “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS)” approvati dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome (Gruppo di lavoro MS - 2008)”, che sviluppando le istanze delle Regioni e degli Enti Locali e recependo quanto elaborato e sperimentato dalla comunità scientifica, definisce metodi d’indagini ed un criterio di utilizzo dei risultati degli studi di microzonazione sismica.

Lo studio di microzonazione sismica ha tenuto conto delle disposizioni dell’art. 2 comma 6 della L.R. n. 9 del 7 giugno 2011 “*Disposizioni urgenti in materia di microzonazione sismica*” ed è stato predisposto il secondo livello di approfondimento facendo riferimento alla "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Basilicata" così come previsto dal medesimo articolo al comma 3.

Secondo la zonazione sismica della L.R. 9/2011 allegato A e s.m.i. il comune di Grassano è classificato in zona 2c con un valore di PGA pari a 0.200g come riportato nella tabella seguente:

Zona sismica OPCM 3274	Nuova zonazione sismica	PGA subzona (g)	Magnitudo	Distanza (Km)
2	2C	0.200	6,7	50

Il secondo livello di approfondimento si pone come obiettivo quello di fornire quantificazioni numeriche con metodi semplificati della modificazione locale del moto sismico in superficie.

Le amplificazioni sono state quantificate per mezzo di "abachi" che definiscono i fattori di amplificazione degli spettri elastici in superficie associati alle singole situazioni litostratigrafiche.

In assenza degli abachi regionali di riferimento sono stati utilizzati quelli riportati al capitolo 3.2 Appendice 3 Volume 2 Parte III degli ICMS.

Realizzazione di un impianto agrivoltaico in località Piano Focaccia - Grassano (MT)

Gli abachi sono realizzati sintetizzando i risultati di analisi numeriche mono-dimensionali di propagazione delle onde sismiche di taglio effettuate con il programma SHAKE91 (Idriss e Sun, 1992).

Tali analisi sono di tipo non lineare equivalente e sono condotte su un modello di sottosuolo costituito da terreni stratificati orizzontalmente, poggianti su un semispazio.

Il modello di sottosuolo si riferisce a un deposito stratificato di terreni omogenei deformabili, sovrastante un terreno più rigido identificabile come bedrock sismico; il deposito, qualunque sia lo spessore complessivo, è stato diviso in 50 sublayer di spessore costante in modo da descrivere con sufficiente dettaglio la variazione del profilo di rigidità dei terreni soffici lungo la verticale nel campo di profondità indagato per la redazione degli abachi.

Lo spessore totale del deposito di terreni soffici (H) varia nei calcoli da 5 ad un massimo di 150 m, per un totale di 19 valori.

La velocità equivalente del deposito di terreni soffici (V_sH) copre l'intervallo tra 100 e 700 m/s per un totale di 10 valori ed ognuno con tre diversi profili di velocità per lo spessore del deposito.

I valori riportati negli abachi sono la media dei risultati ottenuti da 7 accelerogrammi diversi per ciascun livello energetico (0.06g Bassa sismicità, 0.18g media sismicità e 0.26g alta sismicità), su ciascun litotipo (argille, sabbie e ghiaie), spessore H e per ciascun valore dei tre profili di V_s (costante, variabile linearmente con la massima pendenza compatibile con il valore di V_sH , e variabile linearmente con pendenza intermedia fra costante e massima).

La scelta del tipo di profilo di velocità è fatta sulla base delle conoscenze specifiche ottenute con il livello 2: in generale quando lo spessore di sottosuolo diventa considerevole (diverse decine di metri) è difficile che il profilo di velocità si mantenga costante, ed è quindi consentito orientarsi verso le tabelle riferite al profilo variabile linearmente con pendenza intermedia.

Realizzazione di un impianto agrivoltaico in località Piano Focaccia - Grassano (MT)

Da un'analisi delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, geotecniche e sismiche, i siti di imposta dell'impianto fotovoltaico con le cabine elettriche rientrano in "Zona Stabile Suscettibile di amplificazione locale", dove sono attese amplificazioni del moto sismico come effetto della natura litostratigrafica.

Applicando la procedura per gli Studi di Microzonazione Sismica di II livello si è giunti al calcolo dei fattori di amplificazione FA a basso periodo (determinato intorno al periodo proprio per il quale si ha il massimo della risposta in accelerazione) ed FV a periodo proprio (per il quale si ha la massima risposta in pseudovelocità).

24

Il calcolo di tali fattori è stato effettuato mediante appositi abachi, considerando il sottosuolo in esame assimilabile ad una successione di strati approssimativamente piano paralleli, con modeste irregolarità morfologiche, in accordo a quanto richiesto dagli Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica.

Si fa presente che le aree occupate dai campi fotovoltaici con cavidotti e le cabine elettriche e dalla stazione utente presentano un valore dell'angolo di inclinazione dei versanti $i < 15^\circ$ quindi la categoria topografica $T=T1$ ed il coefficiente di amplificazione topografica $ST=1$.

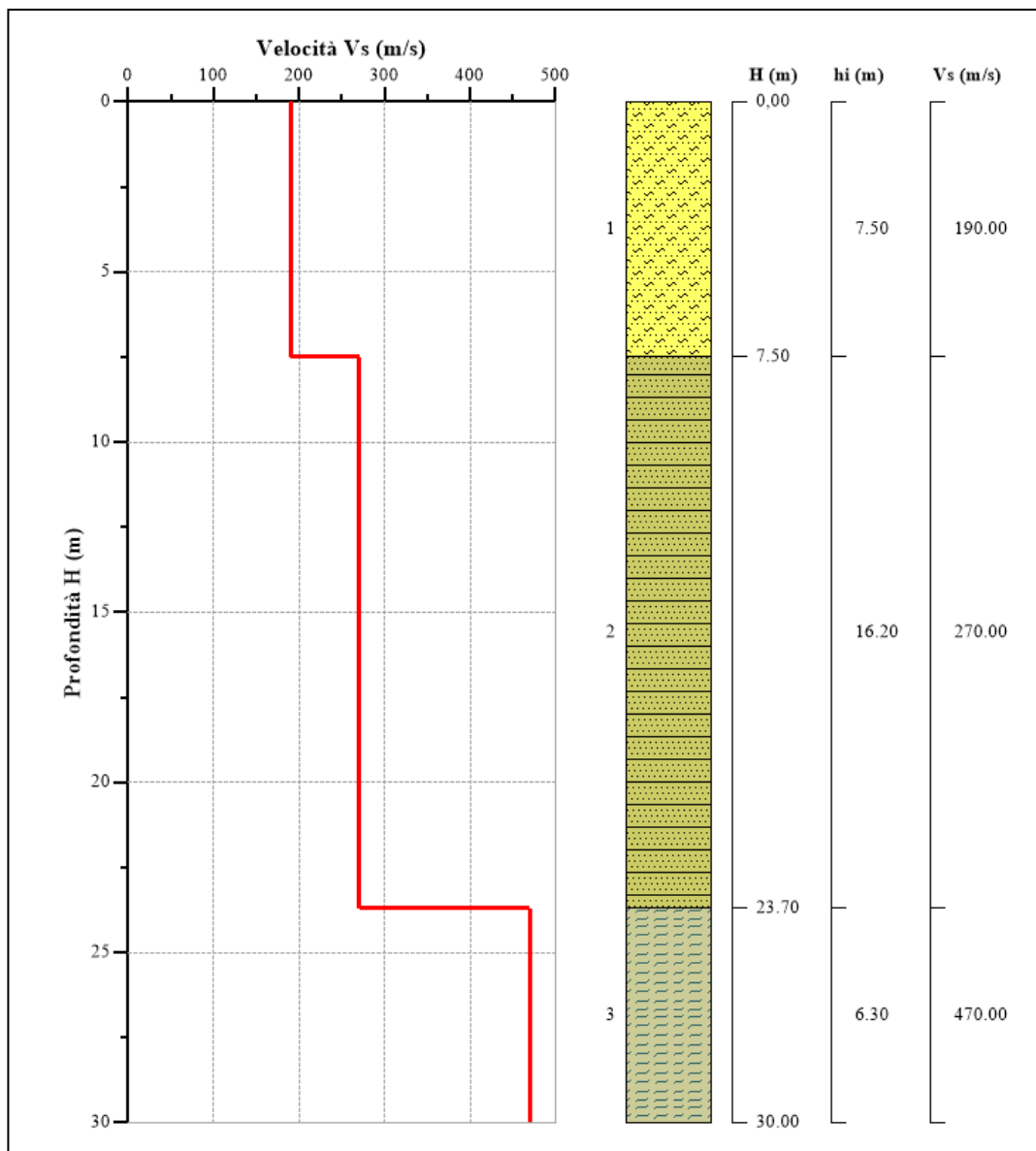
ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE

ZONA 1 (CAMPI FOTOVOLTAICI – CABINE ELETRICHE DI CAMPO)

Le rispettive sismosezioni ottenute dalle due masw eseguite sono state mediate fino ad ottenere una sismosezione unica rappresentativa delle aree occupate dai sottocampi fotovoltaici.

Tale sismosezione è costituita da tre sismostrati così suddivisi:

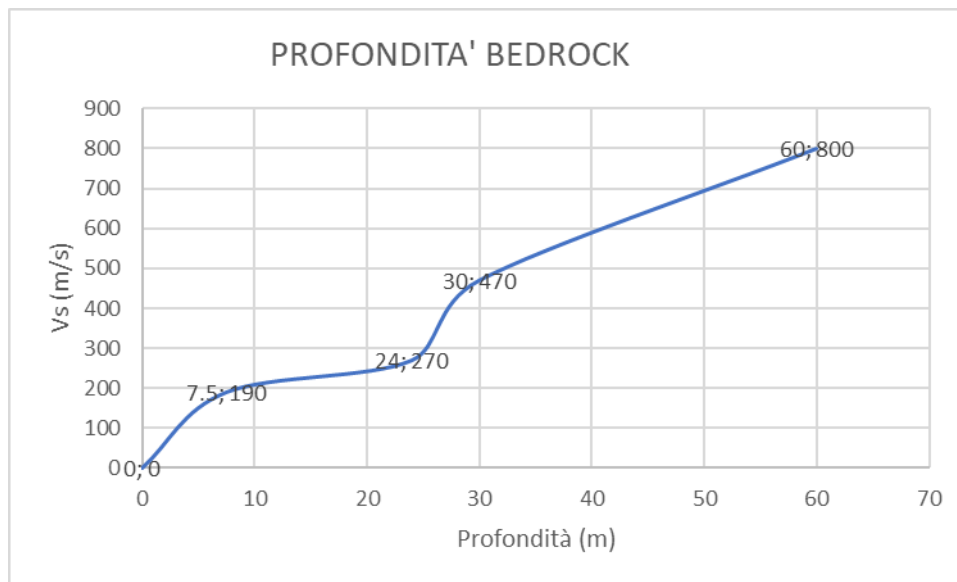
- Primo sismostrato con V_s di 190 m/s e spessore di 7.5 m;
- Secondo sismostrato con V_s di 270 m/s e spessore di 16.2 m;
- Terzo sismostrato con V_s di 470 m/s.



SISMOSEZIONE MASW MEDIA

Realizzazione di un impianto agrivoltaico in località Piano Focaccia - Grassano (MT)

Al fine di individuare la profondità del bedrock sismico si è proceduto a ricostruire il profilo della velocità utilizzando i dati registrati nelle prove sismiche ed in seguito per individuare la profondità del substrato sismico è stato considerato un aumento costante del gradiente della velocità registrato nell'ultimo sismostrato fino a quando è stata intercettata la velocità di 800m/s alla profondità di 60 m dal piano campagna.



Individuata la profondità del bedrock sismico mediante gli abachi di riferimento per gli effetti litostratigrafici essendo il sito sub orizzontale con strati piano paralleli si è giunti alla determinazione dei parametri di amplificazione sismica.

E' stato utilizzato l'abaco con i seguenti parametri:

Tipo di terreno: argilla; $ag(g):0.26g$ - Profilo di velocità: Lineare pendenza intermedia

$$V_{SH} = V_{S(60)} = 333 \text{ m/s.}$$

$$FA=1.51 - FV=1.95$$

Realizzazione di un impianto agrivoltaico in località Piano Focaccia - Grassano (MT)

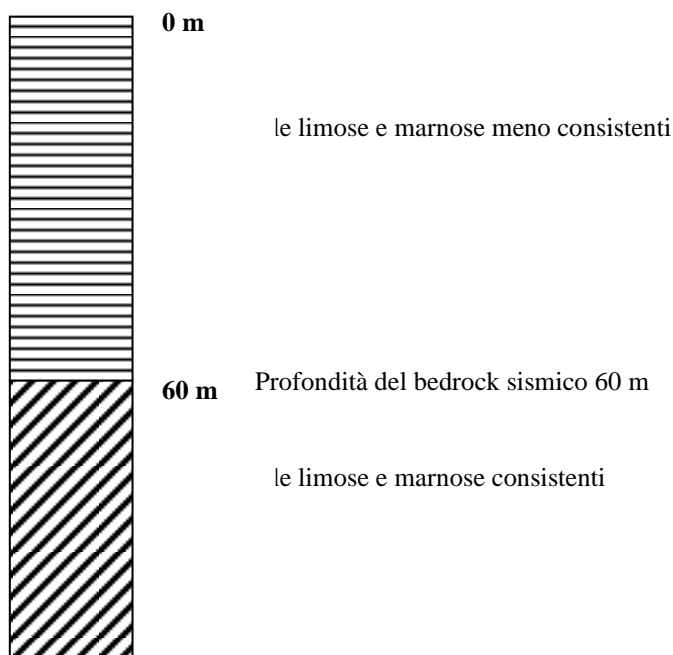
Fattore di amplificazione **FA** Tipo di terreno **Argilla** a_g (g) **0.26g** Profilo di velocità **Lineare pendenza intermedia**

	V_{SH} (m/s)									
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
H 5	2.21	1.79	1.75	1.57	1.35	1.19	1.09	1.04	1.01	1.00
10	-	2.27	1.96	1.63	1.43	1.32	1.25	1.16	1.05	1.01
15	-	2.35	2.14	1.88	1.66	1.47	1.33	1.22	1.10	1.03
20	-	2.14	2.16	1.96	1.75	1.58	1.43	1.31	1.15	1.05
25	-	1.89	2.00	1.97	1.79	1.62	1.48	1.37	1.19	1.07
30	-	1.77	1.89	1.85	1.77	1.62	1.49	1.38	1.20	1.07
35	-	-	1.71	1.76	1.67	1.60	1.48	1.38	1.21	1.08
40	-	-	1.73	1.64	1.62	1.52	1.46	1.37	1.21	1.07
50	-	-	1.70	1.65	1.51	1.42	1.36	1.31	1.18	1.06
H 60	-	-	1.60	1.60	1.51	1.39	1.30	1.24	1.15	1.05

27

Fattore di amplificazione **FV** Tipo di terreno **Argilla** a_g (g) **0.26g** Profilo di velocità **Lineare pendenza intermedia**

	V_{SH} (m/s)									
	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
5	1.12	1.05	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00
10	-	1.32	1.13	1.06	1.04	1.03	1.02	1.02	1.01	1.00
15	-	1.95	1.39	1.19	1.12	1.06	1.04	1.03	1.01	1.01
20	-	2.33	1.74	1.38	1.22	1.14	1.10	1.05	1.03	1.01
25	-	2.71	2.04	1.57	1.34	1.23	1.15	1.10	1.04	1.01
30	-	2.79	2.32	1.80	1.50	1.32	1.22	1.14	1.08	1.02
35	-	-	2.50	2.01	1.63	1.43	1.29	1.20	1.09	1.02
40	-	-	2.50	2.17	1.79	1.52	1.36	1.25	1.11	1.03
50	-	-	2.33	2.21	1.94	1.69	1.50	1.36	1.17	1.04
H 60	-	-	2.29	2.06	1.95	1.76	1.57	1.42	1.21	1.08



CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ E CRITICITÀ GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

In conformità alla L.R. 23/99 e del suo Regolamento di Attuazione è stata redatta la “*Carta di Sintesi della Pericolosità e Criticità Geologica e Geomorfológica*” che deriva dalla sovrapposizione analitica e critica dei vari tematismi geologici prodotti.

L’area interessata dalle strutture di progetto è stata classificata per il livello di criticità geologica e pericolosità geomorfologica come di seguito riportato:

I – AREE NON CRITICHE TRACCIATO CAVIDOTTO

Ia) Aree pianeggianti (aree non esondabili ed esenti da criticità idrauliche o idrologiche)

Aree esenti da criticità geologica e geomorfologica.

Aree di pianura occupati da depositi alluvionali attuali e recenti.

Le aree interessano il tracciato del cavidotto interrato, si presentano stabili ed esenti da problematiche geologico-tecniche relative alla realizzazione del tracciato del cavidotto su strade esistenti.

Si esprime la fattibilità geologica e geomorfologica per l’interramento del cavidotto.

Ib - AREE SU VERSANTE ESENTE DA PROBLEMATICHE DI STABILITA’ (IMPIANTO FOTOVOLTAICO – CABINE ELETTRICHE E CAVIDOTTO)

Queste aree sono su versanti che presentano una morfologia stabile, non esondabile ed esente da criticità sia idrauliche sia idrologiche.

Sono caratterizzate da terreni argilloso-limosi e marnosi consistenti, a luoghi ricoperte da lembi di conglomerati dello spessore massimo di 7 metri.

Sono aree esenti da problematiche geologico-tecniche relative alle opere in progetto.

Le strutture dell’impianto molto leggere interagiscono con la parte più superficiale del terreno fino ad una profondità massima di infissione dei sostegni metallici dei moduli fotovoltaici che è pari a 2.00 - 2.50 m.

Realizzazione di un impianto agrivoltaico in località Piano Focaccia - Grassano (MT)

La falda acquifera è assente, pertanto non si ha alcuna interferenza con le opere in progetto che interessano superficialmente i terreni del substrato.

Si esprime la fattibilità geologica e geomorfologica per l'impianto fotovoltaico e delle opere connesse in progetto.

IVb AREA SU VERSANTE CON FENOMENI DI EROSIONE

Queste aree riguardano il tracciato del cavidotto di connessione ed alcune incisioni naturali presenti nel territorio.

I sottocampi fotovoltaici sono collocati al di fuori di queste aree.

Le interferenze tra il cavidotto MT interrato e le aree Ia e IVb in corrispondenza di corsi d'acqua sono superate con lo staffaggio laterale lato valle dei ponti esistenti in modo da non creare ostacolo al libero deflusso.

VALUTAZIONI TECNICHE CONCLUSIVE

Il presente studio ha preso in considerazione le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, ed idrogeologiche di un'area localizzata nel territorio comunale di Grassano dove si vuole realizzare un impianto fotovoltaico della potenza di circa 20 Mw.

Il rilevamento geologico di superficie eseguito unitamente alle condizioni geomorfologiche del sito, portano a dedurre che il complesso argilloso-limoso e marnoso grigio-azzurro possiede caratteristiche tecniche idonee per l'utilizzo in progetto.

Nelle aree occupate dalle opere in progetto non vi sono evidenze di movimenti franosi, sono zone morfologicamente stabili.

Per quanto riguarda la connessione dell'impianto si prevede l'interramento di un cavidotto MT il cui sviluppo avviene lungo strade esistenti fino a raggiungere la Stazione elettrica Terna esistente nel territorio comunale di Garaguso; la messa in posto del cavidotto prevede lo scavo di una trincea larga 0.50 m e profonda circa 1.00 m, scavo che immediatamente dopo la posa del cavidotto viene colmato con materiale idoneo, ripristinando l'originario stato morfologico dei luoghi.

Le fasi di scavo e di messa in posto del cavidotto ed il successivo reinterro e ripristino morfologico proprio per le modalità operative e per i tempi di esecuzione rapidi non producono alterazioni della morfologia preesistente e non incidono sulle condizioni di stabilità delle aree attraversate.

Non si sono rilevate sorgenti e falde acquifere pertanto sono da escludere interferenze.

IL GEOLOGO

GIANCRISTIANO FRANCHINO



STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA – GEOFISICA
GEOLOGO GIANCRISTIANO FRANCHINO
Cell. 3470376946

