



COMUNE DI SAN
MARCO IN LAMIS



REGIONE PUGLIA

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA - IMPIANTO "SAN MARCO" UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG)

ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

| Livello Prog. | Codice Rintracciabilità | Tipo Doc. | Sez. Elaborato | N° Foglio | Tot. Fogli | N° Elaborato | DATA | SCALA |
|---------------|-------------------------|-----------|----------------|-----------|------------|--------------|-------------|-------|
| DEF | 202001313 | RT | 02 | --- | --- | 02.RGT | Agosto 2021 | -:- |

REVISIONI

| REV | DATA | DESCRIZIONE | ESEGUITO | VERIFICATO | APPROVATO |
|-----|------|-------------|----------|------------|-----------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

PROGETTAZIONE



MAYA ENGINEERING SRLS
C.F./P.IVA 08365980724
Dott. Ing. Vito Calio
Amministratore Unico
4, Via San Girolamo
70017 Putignano (BA)
M.: +39 328 4819015
E.: v.calio@maya-eng.com
PEC: vito.calio@ingpec.eu

MAYA ENGINEERING SRLS
4, Via San Girolamo
70017 Putignano (BA)
C.F./P.IVA 08365980724

(TIMBRO E FIRMA)

GEOLOGO CONSULENTE AMBIENTALE

Prof. Dott. Francesco Magno

38, Via Colonne
72010 Brindisi (BR)
M.: +39 337 825366
E.: frmagno@libero.it



(TIMBRO E FIRMA)

SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI

RICHIEDENTE

AMBRA SOLARE 11 Srl

Via Tevere, 41
00187 - Rome (RM)
P.IVA 15946131008

(TIMBRO E FIRMA PER BENESTARE)



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Indice

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Premessa. | 2 |
| 2 | Ubicazione dell’area di studio e lineamenti geomorfologici. | 7 |
| 3 | Inquadramento geologico dell’area investigata..... | 29 |
| 4 | Permeabilità dei terreni investigati..... | 42 |
| 5 | Categoria di sottosuolo. | 46 |
| 5.1 | Definizione categoria di sottosuolo..... | 50 |
| 5.2 | Definizione categoria di sottosuolo locale..... | 53 |
| 5.2.1 | Condizioni topografiche..... | 57 |
| 6 | Prove penetrometriche effettuate su area imposta impianto. | 58 |
| 6.2 | In merito alle caratteristiche di scavo del cavidotto interrato. | 77 |
| 7 | Considerazioni conclusive. | 79 |



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE - “GEOLOGICO - TECNICA”

1 Premessa.

La Società Ambra Solare 11 Srl ha affidato allo scrivente, prof. dott. Francesco Magno iscritto all’Ordine Regionale dei Geologi al n. 105, per mezzo della Società di progettazione Maya Engineering Srls, l’incarico di effettuare uno studio relativo alle caratteristiche geologiche dei terreni interessati dalla costruzione di un impianto agrovoltaiico, con inseguitori solari, da realizzare nel territorio comunale di San Marco in Lamis (FG) e denominato “San Marco”.

In particolare, l’area interessata dalla struttura impegna terreni appartenenti al Fogli di mappa n. **87 e 129** per l’impronta dell’impianto, il Foglio n. 136 per l’area della sottostazione di utenza, il Foglio 128 e le S.P. 25 e 74 per il cavidotto ed infine il Foglio n. 135 per la realizzazione del punto di connessione; tutti i terreni, come desumibile dal “*Certificato di Destinazione Urbanistica*” rilasciato dal Comune e verificabile dal PUG comunale, sono tutti tipicizzati come “agricoli” – “E”; in particolare le particelle interessate sono così distribuite:

- **Foglio n. 87 ed alle particella n: 37;**
- **Foglio n. 128 ed alle particelle nn.: 138 e 160;**
- **Foglio n. 129 ed alle particelle nn.: 19, 20, 37, 52, 78, 126, 127, 275, 279, 334, e 336;**
- **Foglio n. 135 ed alla particella n.: 205;**
- **Foglio n. 136 ed alle particelle nn.: 225 e 227.**

L’estensione totale delle particelle costituenti l’impianto è pari a **443.290 mq**, ma non tutte vengono utilizzate nella loro totale estensione e quindi la reale consistenza dell’impianto, posto all’interno della recinzione è pari a **319.544 mq**. Inoltre, è possibile riportare che l’area a verde, esterna alla recinzione è pari a **29.138,86 mq** e la superficie coltivata all’interno dell’impianto è pari a **170.816,48 mq**; questa ultima superficie è ulteriormente aumentata se si considera la possibilità di coltivare anche l’area di terreno agricolo posto nella sfera di movimentazione dei tracker che, per ovvi motivi, potrà essere effettuata necessariamente senza l’uso di mezzi meccanici.

L’estensione globale dell’impianto, quale sommatoria delle richiamate particelle catastali, è pari a **31,95 ha** ed una potenza erogata dai moduli pari a **21,475 Mwp**.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Così come riportato nella relazione geologica allegata al progetto dell’impianto agrovoltico proposto, i terreni saranno interessati solo ed esclusivamente da: fondazioni delle stringhe, strade di comunicazioni interne, fondazione delle cabine, recinzione perimetrale, cavidotti e pali di illuminazione.

Tali opere strutturali terranno anche in debito conto le acque meteoriche che ricadranno nell’area d’impianto e che, costituenti l’eccedenza rispetto a quelle che saranno trattate ed assorbite dai terreni, dovranno avere percorsi di deflusso adeguati e certi, in funzione delle caratteristiche morfologiche e topografiche dell’area d’intervento.

Per ciò che concerne la morfologia del terreno sul quale verrà a sorgere l’impianto è possibile affermare che è quella tipica e tabulare di quasi tutti i terreni posti nella piana sedimentaria ed appartenenti alla formazione del “*Tavoliere della Puglia*”, caratterizzata, fra l’altro, dalla presenza di un “*reticolo idrografico*” che, nell’intorno vasto dell’impianto ma non nell’area d’imposta, può presentare pendenze significative dovute a corsi d’acqua aventi ancora notevoli capacità erosive.

In termini generali la pendenza di tutta l’area, nel proprio insieme, va da N verso S e quindi verso l’alveo del “*Torrente Celone*”, che è stato molto ben strutturato nella morfologia di sponda e costituisce un emissario in sponda destra del maggioritario “*Torrente Candellaro*”

Come accennato, l’area dell’impianto non risulta interessata dalla presenza di un “*reticolo idrografico*”, se pur con solchi erosivi; il rilievo e le sezioni effettuate grazie all’utilizzo di google earth, permettono di rilevare una totale mancanza di corsi d’acqua anche se periodici; i terreni risultano tabulari e con una pendenza media di circa l’1% verso Sud e quindi verso l’alveo del “*Torrente Celone*”.

L’area dell’impianto presenta un’altezza topografica quasi del tutto costante e pari a circa 28 m. sul livello medio mare; in questa relazione si approfondiranno anche gli aspetti morfogenetici, oltre che quelli prettamente geologici.

Dal punto di vista geologico, le indagini e gli studi effettuati, si ritengono del tutto soddisfacenti ed assicurano una totale separazione fra le acque meteoriche di displuvio e quelle della falda freatica sottostante il terreno in esame; altresì, la realizzazione dell’impianto non impedirà, in nessun modo, che avvenga l’alimentazione della falda freatica da parte di una, se pur minima, porzione di acque di pioggia che ricadrà sul terreno e/o su quelli posti in prossimità.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Per la definizione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, la caratterizzazione fisico-meccanica e la definizione della categoria di sottosuolo e dei parametri e coefficienti sismici locali dei terreni oggetto dell'intervento in progetto, ci si è riferiti alle risultanze di una campagna di indagine geognostica (D.M. 17 gennaio 2018 “*Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*”) eseguita dallo studio tecnico del Dott. Geologo Dario Fischetto di Brindisi, come di seguito specificata:

- indagine di prospezione geologica dei terreni realizzata per mezzo di **N° 2 Prove Penetrometriche Dinamiche Super Pesanti** (Dynamic Probing Super Heavy) continue, del tutto sufficienti a definire le caratteristiche geotecniche dell'area in studio ed in particolare della porzione più significativa e superficiale, quella immediatamente sottostante la coltre di terreno vegetale e che sarà interessata dall'infissione delle fondazioni dei vari pannelli solari verticali dell'impianto;
- **Indagini di prospezione sismica realizzata per mezzo di :**
 - n° 1 stendimenti sismici in onda S a tecnica **MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)**;
 - n° 1 stendimenti sismici in onda S a tecnica **RE.MI. (Refraction Micro-tremor)**.

Le correlazione stratigrafica con le risultanze delle indagini sopra richiamate hanno contribuito, congiuntamente alla conoscenza delle caratteristiche stratigrafiche generali dell'area, al riconoscimento delle caratteristiche fisico-meccaniche, geotecniche e stratigrafiche dei terreni sottostanti, fornendo dati ed indicazioni utili alle successive progettazioni ingegneristiche relative alla realizzazione delle strutture di fondazione delle varie parti dell'impianto. In particolare, appare necessario riportare che i terreni dell'impianto fotovoltaico saranno interessati solo ed esclusivamente da: fondazioni delle stringhe degli inseguitori, strade di comunicazioni interne, fondazione della cabina, recinzione perimetrale, cavidotti e pali di illuminazione.

Tali opere strutturali terranno anche in debito conto le acque meteoriche che ricadranno nell'area d'impianto e che, costituenti l'eccedenza rispetto a quelle che saranno trattenute ed assorbite dai terreni, dovranno avere percorsi di deflusso adeguati e certi, in funzione delle caratteristiche morfologiche e tipografiche dell'area d'intervento.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Al momento della stesura di questa relazione idrogeologica, sull’area d’impianto non è ancora stato effettuato il rilievo topografico per cui le direttrici di deflusso sono desunte, con le dovute cautele ed imprecisioni, dalle sezioni estratte da google earth pro.

L’impianto, in definitiva, non comporterà alcuna modifica sostanziale all’attuale assetto idraulico superficiale ed, ancor meno, a quello idrogeologico della falda freatica, là dove esistente; del tutto inconsistente, per la presenza dell’unità delle “argille calabriane” è il rapporto con la sottostante, profonda ed in leggera pressione, falda profonda che soggiace nelle unità geologiche profonde delle calcareniti e dei calcari cretacei e là dove l’argilla è inesistente, le acque meteoriche saranno utili ad alimentare la falda di fondo posta a varie decine di metri dal piano di campagna.

In definitiva, lo studio dell’area che sarà interessata dai lavori, è stato finalizzato alla definizione:

- a. della situazione litostratigrafica locale;
- b. delle forme e dei lineamenti dell’area ed in particolare dei processi morfologici e degli eventuali dissesti in atto o potenziali;
- c. dei parametri geotecnici di massima secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) e ss. mm. ii. (D.M. 17/01/2018); ciò in attesa della realizzazione delle indagini di campagna.

Lo studio è stato effettuato in ottemperanza alle normative vigenti ed in particolare ai:

- D.M. 11/03/1988 “*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno e delle opere di fondazione*” e successive modifiche ed integrazioni;
- Legge 109/94: “*Legge quadro in materia di lavori pubblici*”;
- D.M.LL.PP. del 14/01/2008 (G.U. n. 29 del 04/02/2008): “*Norme tecniche per le costruzioni*”;
- Circolare del 02/02/2009 n. 617: “*Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni*”.
- Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003: “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”;
- art. 124 del D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006 e ss.mm. e ii



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

- Autorità Interregionale di Bacino della Puglia – Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico –“ *Carta del Rischio*”;
- Rossi D. (1969) – “*Note illustrative della Carta Geologica D’Italia, scala 1:100000, Foglio 203 “Brindisi”*”;
- Decreto Ministero LL.PP.11/03/88 “*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*”.
- Ordinanza PCM 3519 (28/04/2006) “*Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*” (G.U. n.108 del 11/05/2006)
- “*Norme Tecniche per le Costruzioni D. Min. Infrastrutture*” del 17 gennaio 2018 (Suppl Ord. G. U. 20.2.2018, n. 8).



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

2 Ubicazione dell’area di studio e lineamenti geomorfologici.

L’area di progetto è ubicata nel territorio comunale di San Marco in Lamis (FG), nella porzione più meridionale ed al confine con il limite territoriale del Comune di Foggia, a distanza di circa 12 Km dal centro abitato di San Marco in Lamis ed in una Contrada Polluce caratterizzata dalla presenza della più nota “*Masseria Polluce*”. Di seguito si riporta l’ubicazione dell’impianto su area vasta con i confini amministrativi.



Tavola n. 1: Ubicazione ed inquadramento geografico dell’area impianto.

Alla successiva tavola si evidenzia l’area d’impianto sulla cartografia stradale.



Tavola n. 2: Area impianto su cartografia stradale.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”



Tavola n. 3: Ubicazione dell’area impianto nel territorio di San Marco in Lamis.

L’area di progetto è ubicata nel territorio comunale di San Marco in Lamis (FG), a S dell’abitato posto a circa 12 Km. in linea d’aria ed in una località nota come “*Masseria Polluce*” e con cavidotto che, interrato nell’ambito della S.P. n, 25, supera il “*Torrente Celone*” che è, a sua volta, emissario in sponda destra del maggioritario “*Torrente Candelaro*”; in virtù del fatto che le particelle interessate occupano un’area vasta di circa **31,95 Ha**, i confini sono estesi e l’impianto sostanzialmente suddiviso in più lotti, anche ben distanti fra loro.

L’impianto è facilmente raggiungibile percorrendo la strada provinciale n. 25 e le adiacenti SP n. 26 e n. 74; su un tratto di questa ultima verrà ad essere allocata una porzione di cavidotto che raggiunge la stazione elettrica di utenza e restituzione.

La Tavola n. 4 che segue riporta l’impronta dell’impianto agrovoltico da realizzare e le strade che ne permettono il facile raggiungimento, su cartografia IGM.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

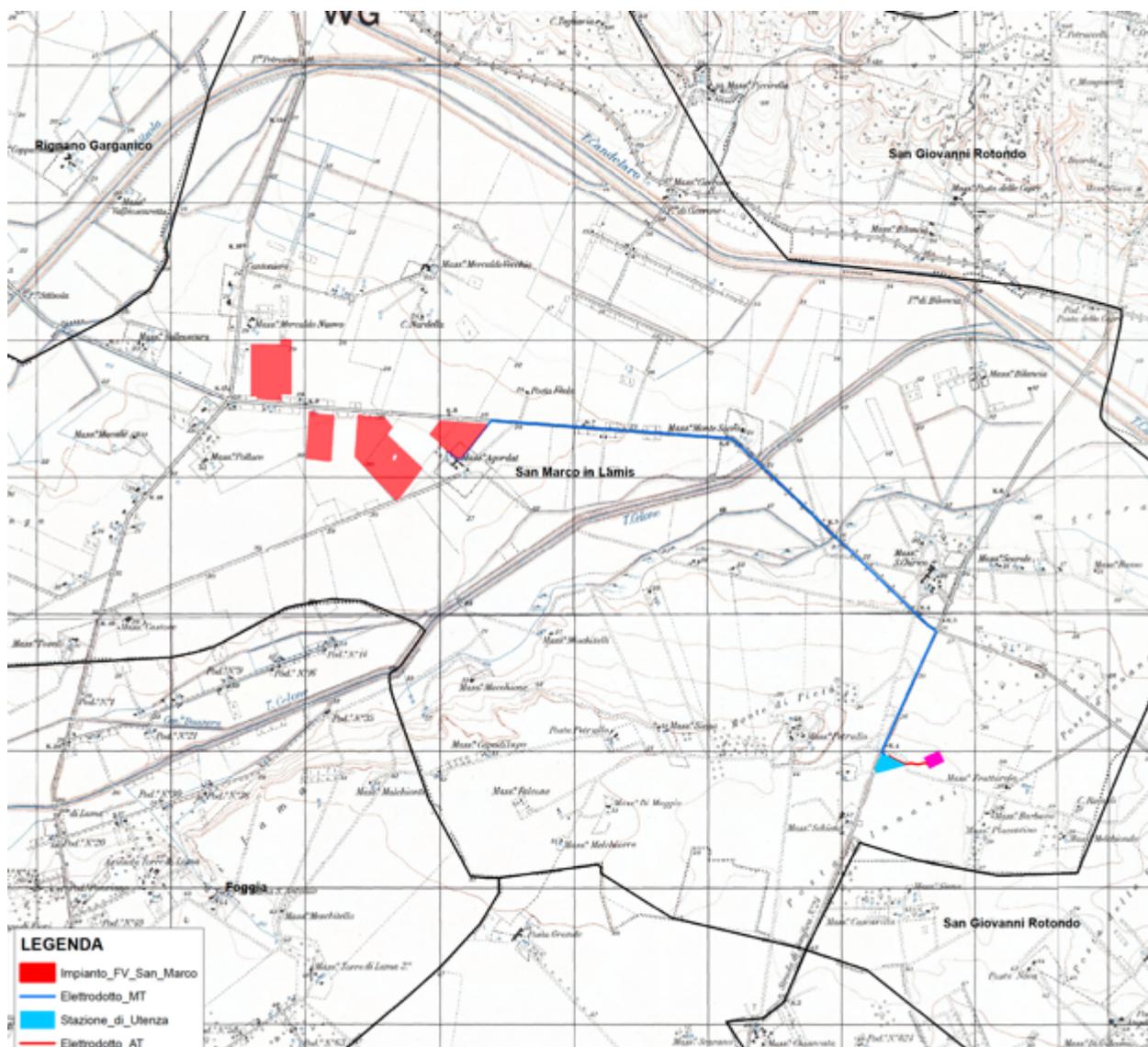


Tavola n. 4: Ubicazione dell'area impianto

La successiva tavola n. 5 riproduce l'impronta dell'impianto su in una proiezione vasta e comprensiva del caviodotto da realizzare e della Sotto Stazione Elettrica di trasferimento su ortofotocarta.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”



Tavola n. 5: inquadramento dell’impianto e del cavidotto su ortofoto.

La successiva tavola riporta l’inquadramento dell’impianto, considerato un unicum con il cavidotto e la SSE (sottostazione elettrica), su ortofoto.



Tavola n. 6: inquadramento dell’impianto e del cavidotto su ortofoto.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

A scala maggiore si riporta, su IGM, l’impianto nella sua interezza senza il tracciato del cavidotto interrato che, nel qual caso, raggiunge la S.E. posta a Nord dell’area d’impronta.



Tavola n. 7: Layout impianto.

L’inquadramento, riportato alla precedente tavola n. 7, non evidenzia l’impianto nella sua completezza e quindi anche con il cavidotto interrato; la successiva Tavola n. 8 riporta l’impianto come suddiviso in due quadranti.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

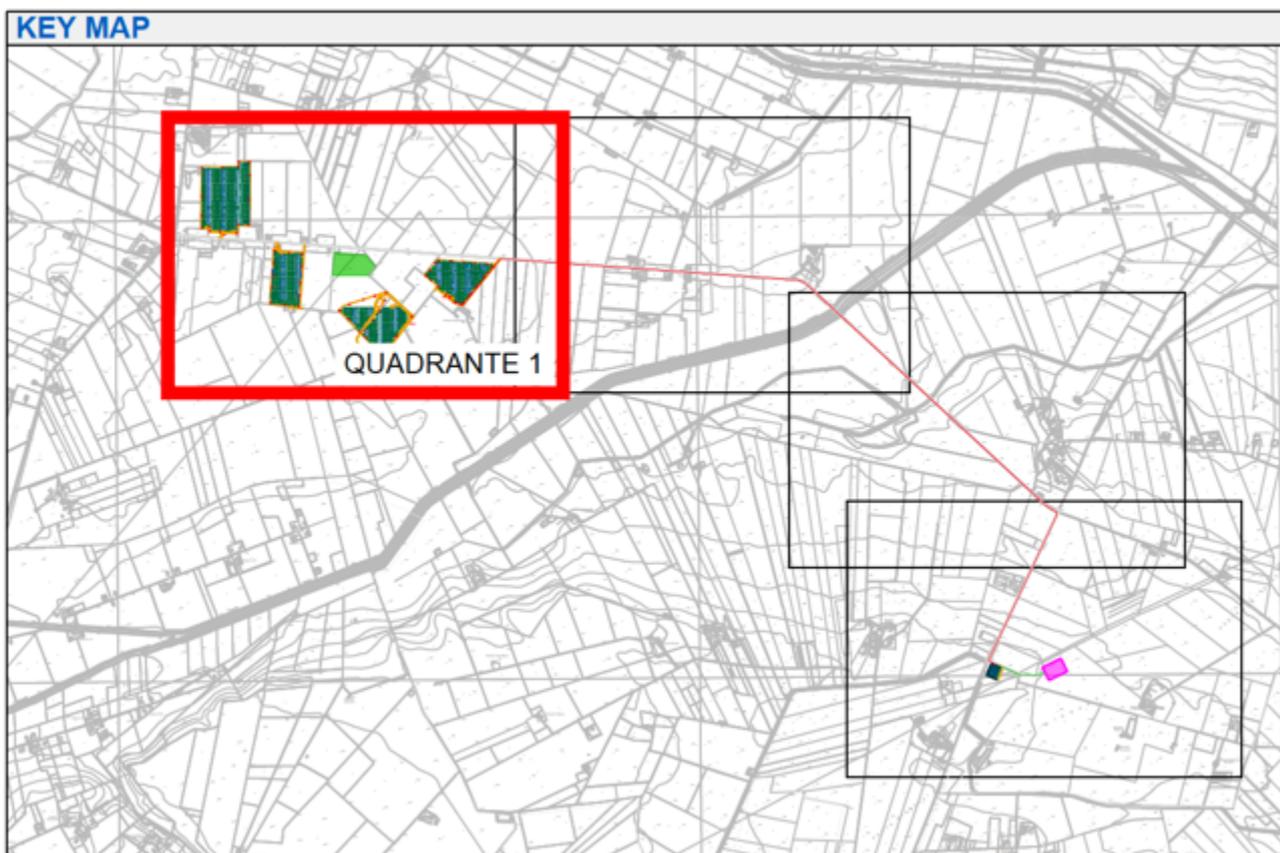


Tavola n. 8: Suddivisione dell’impianto di due “Quadranti”.

Le successive tavole n. 9 e 10 riportano l’impianto suddiviso nei due quadranti denominati:

- **Quadrante n. 1 di Nord;**
- **Quadrant1 n. 2-3 e 4 per l’intero percorso del cavidotto.**

Dalla tavola n. 7, sinteticamente, evidenziare quanto segue:

- L’impianto è, quindi, di facile accessibilità anche per i mezzi di grandi dimensioni che dovranno portare i pannelli costituenti l’impianto; nell’eventualità che tali mezzi abbiano difficoltà a movimentare sulle strade rurali ad angolo retto, si provvederà ad allargarle, riducendo l’angolo di svolta, mediante la posa in opera di “*misto granulare calcareo*” che, dopo le operazioni di scarico, verrà immediatamente rimosso;



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

- L’impianto viene ad occupare terreni incolti e/o in coltivazione seminativa stagionale, senza interessare alcuna essenza arborea; a tal riguardo si fa esplicito riferimento alla relazione dell’agronomo per maggiori dettagli;
- I pannelli inseguitori (tracker) sono allocati rispettando pienamente il buffer delle strutture protette nell’immediato intorno dell’impianto e del cavidotto interrato;
- L’area dell’impianto non risulta interessata dalla presenza di un “reticolo idrografico” e le acque meteoriche ricadono nel bacino idrografico del “*Torrente Celone*” che, come riferito, presenta sponde ben realizzate in cls e costituisce un emissario, in sponda destra, del maggioritario “*Torrente Calderaro*”;
- La tavola mette anche in evidenza i riscontri rivenienti dall’analisi idraulica ed idrologica effettuata dall’Autorità di Bacino, con dovizia di studi e di valutazioni; dalla tavola si evince che l’ubicazione dei sotto campi tiene in debita considerazione la pericolosità idrografica ed il rischio idrologico che si evidenziano ad W dell’area d’imposta dell’impianto ed in una porzione del cavidotto di collegamento. In definitiva, l’ubicazione dei pannelli ha tenuto in debito conto anche e soprattutto i riscontri duecentennali dell’analisi idraulica, senza allocare tracker nelle aree di possibile inondazione;
- Le abitazioni più prossime all’impianto sono costituite, in parte da depositi di attrezzi agricoli ed in parte da residenze stagionali, poste a distanza eccedentii buffer di rispetto;
- Nell’intorno prossimo all’area d’imposta non si rilevano evidenze storico-culturali tali da individuare e definire dei buffer di rispetto.

Dalle tavole riportate è possibile rilevare che l’impianto pur essendo un “unicum” particellare, è costretto, per motivi tecnici ad essere suddiviso in n. 4 sotto campi; per semplicità di esposizione e per meglio evidenziare le interazioni esistenti fra l’impianto e la normativa vigente, si è ritenuto opportuno identificare i sotto-campi con delle lettere maiuscole, dalla “A” alla “D”, come riportato nella successiva tavola.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

La tavola e la relativa legenda costituisce il lay-out impiantistico nel quale sono allocate anche le opere di mitigazione e compensazione che si intendono attivare per compensare l'uso del suolo.



Tavola n. 9: Suddivisione in sottocampi dell'unicum impiantistico.

Come riferito, l'impianto verrà collegato alla Sotto Stazione elettrica di utenza MT/AT, per mezzo di un cavidotto interrato che soffre della presenza dell'attraversamento del “*Torrente Celone*” e della presenza di aree in pericolosità idrogeologica; non si è ritenuto effettuare uno studio relativo alla “*verifica della compatibilità idraulica ed idrologica*” in quanto tutta l'area è stata abbondantemente studiata dall'Autorità di Bacino che, fra l'altro, ha provveduto a produrre alcune interessanti pubblicazioni.

La realizzazione dell'impianto e del relativo cavidotto di collegamento con la SE non comporta, dal punto di vista della geologia dei luoghi, sostanziali modifiche nella composizione stratigrafica dei terreni interessati dallo scavo che, si limita a solo 1/1,2 m. dal p.c.; tutti



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI
POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO
“SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

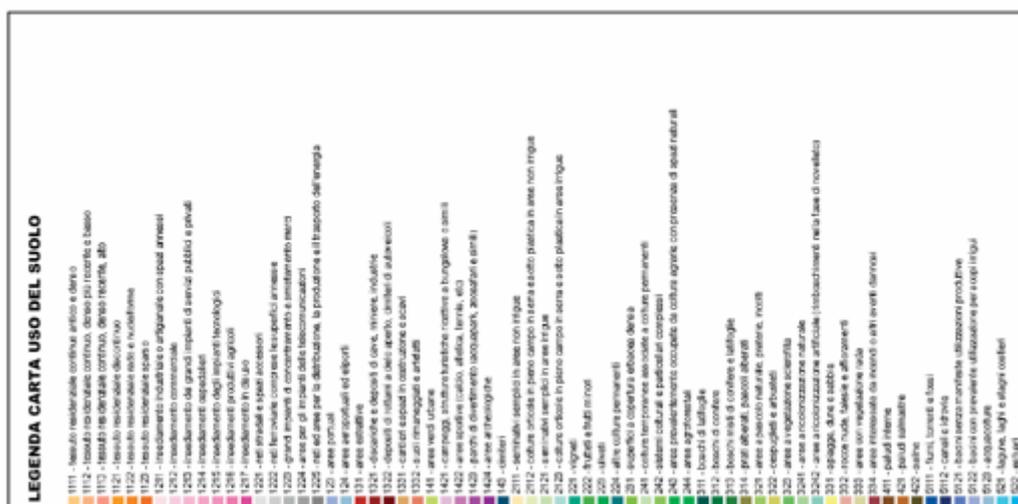
02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

i terreni interessati sono sedimentari ed appartengono, geologicamente e tettonicamente, al “Tavoliere delle Puglie” che, sostanzialmente, non presenta eteropie stratigrafiche laterali, garantendo con ciò uniformità nella tipologia dello scavo e la infissione per “battitura” delle fondazioni dei tracker.

Dalle tavole in orfototo si evince anche che l’area d’insediamento dell’impianto è stata impostata e progettata utilizzando quasi esclusivamente le aree incolte, preservando le aree coltivate (oliveti e vigneti) e sostanzialmente prive di vincoli.

In virtù del fatto che l’analisi sviluppata sul “beneficio ambientale” indotto dall’impianto e calcolato in merito alla “carbon footprint” ha fornito maggiori possibilità di captazione del “Carbonio” e di altri gas climalteranti da parte degli stessi olivi e dei terreni agricoli coltivati con “agricoltura conservativa”, la Conferenza dei Servizi deciderà se utilizzate il 4% delle aree, previste dalla Norma Regionale, come destinate a “bosco mediterraneo”, oppure permettere l’impianto di cultivar resistenti al batterio della xilella, oltre che condividere le attività agricole previste nell’ambito dell’agrovoltaico; con tale ultima soluzione si indurrebbe un ulteriore beneficio, questa volta di tipo “sociale” in quanto svilupperebbe occupazione nel settore primario di personale qualificato e non.

La tavola n. 10 riproduce l’aerofotogrammetria dell’area di interesse tratta dal PRG vigente con la destinazione d’uso ad “E”: terreni agricoli.





COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

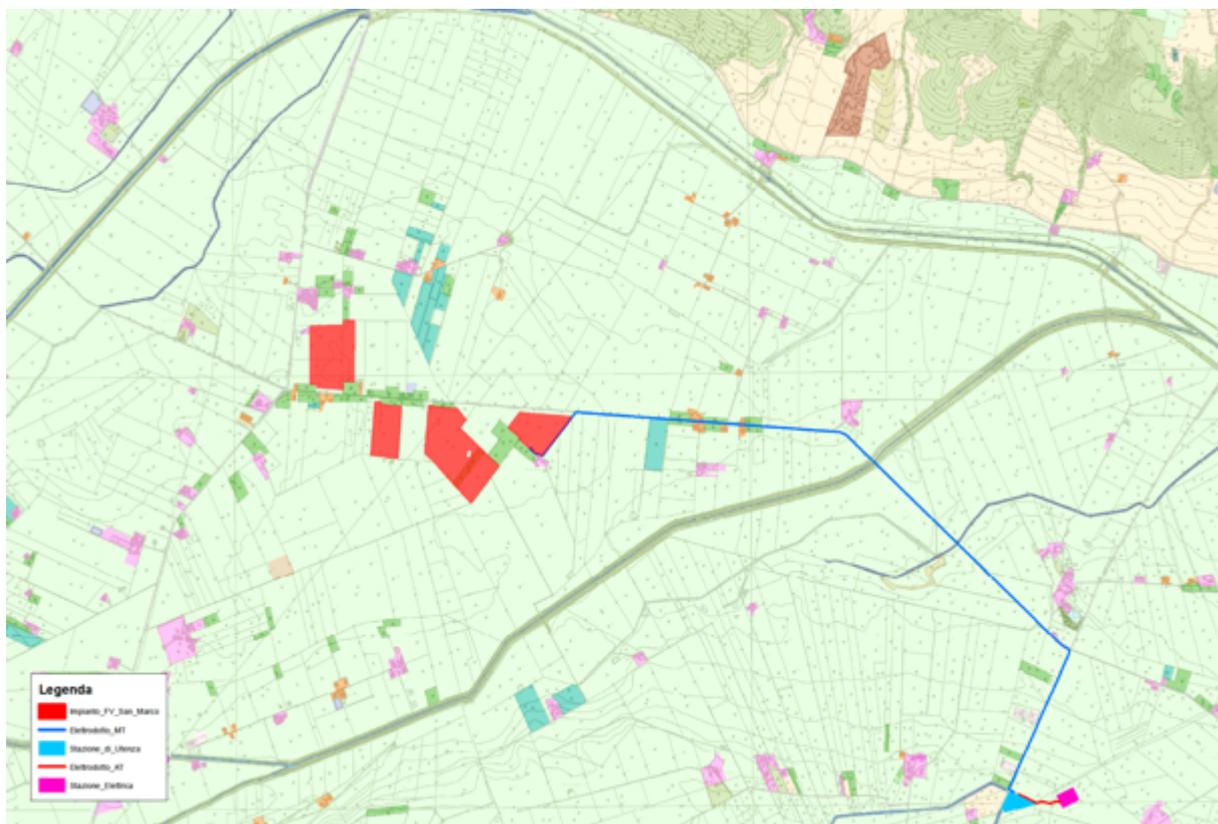


Tavola n. 10: Uso del suolo da PUG (DPP) del Comune di San Marco in Lamis.

In merito alle caratteristiche geomorfologiche dell'area d'intervento e del suo intorno, fatto salvo quanto riportato nel rilievo topografico allegato al progetto ma non ancora disponibile al momento della stesura di questa relazione, facendo esplicito riferimento alla documentazione informativa di pubblico accesso (webgis della Provincia di Foggia e della Regione) e, nel qual caso, utilizzando anche il motore di google Earth pro, si ritiene di aver adeguatamente definito l'identità geomorfologica dei terreni d'imposta dell'impianto agrovoltaico proposto.

Appare del tutto evidente che la mancanza di un “*reticolo idrografico*”, se pur con solchi erosivi dovuti al periodico scorrimento delle acque meteoriche, induce a ritenere che l'area d'imposta dell'impianto sia sostanzialmente piana e con una minima pendenza verso l'alveo del “Torrente Celone”; si ritiene, infatti che i terreni dell'impianto appartengano alla valle imbriferà del Celone.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

La tavola n. 11 che segue, riporta lo stralcio della “Carta Idrogeomorfologica” della Regione Puglia senza la litologia superficiale.

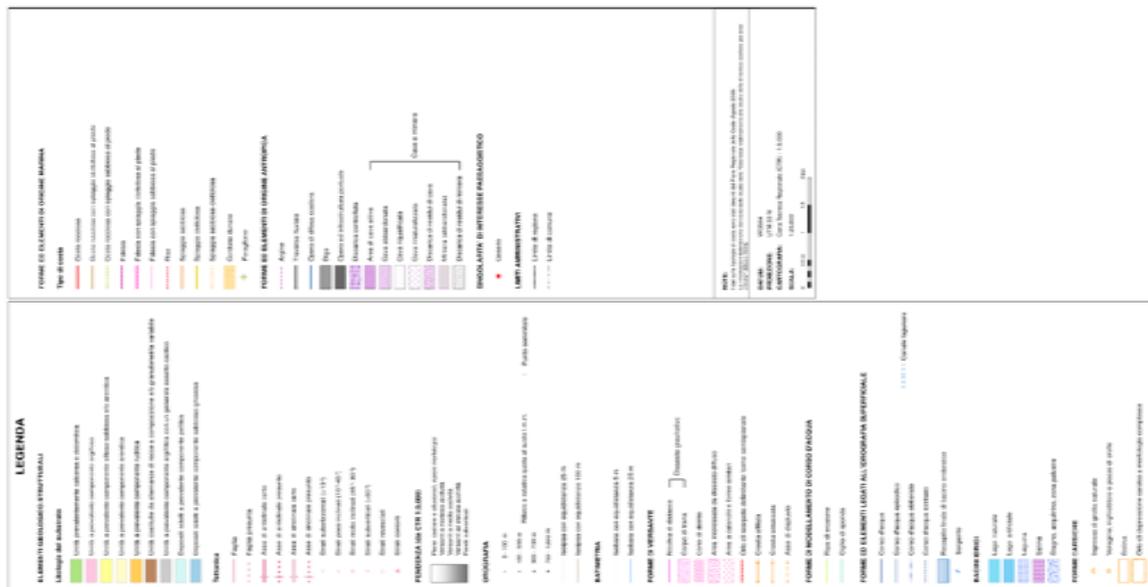
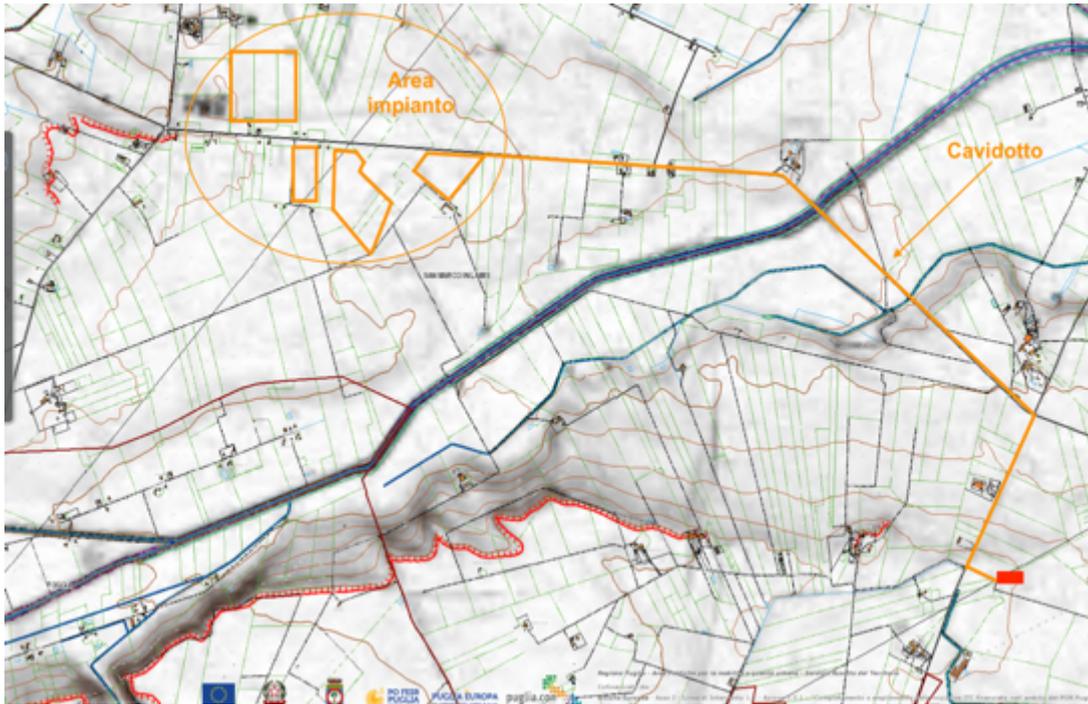


Tavola n. 11: Stralcio della “Carta idrogeomorfologica” della R.P.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Il primo riscontro delle forme erosive e di salti di quota significativi è stato tratto dalla cartografia regionale relativa alla “idrogeomorfologia”; in questa carta, infatti, le variazioni dell’assetto topografico sono definite da modifica della rappresentazione in “chiaro-scuro”,

Dalla tavola si evince facilmente che l’area d’imposta dell’impianto, così come quelle circostanti, non presentano variazioni significative della colorazione in “chiaro scuro” e neppure aree colorate in “verde” che la carta evidenzia come aree significative nella modellazione idraulica dei canali di scolo.

Dalla precedente tavola è possibile anche evincere che la presenza di un “reticolo idrografico” interessa esclusivamente il tracciato del cavidotto ed, in particolare, la porzione di territorio posta oltre il superamento, attraverso la tecnica del T.O.C., del canale sul “*Torrente Celone*”; la mancanza di un “reticolo idrografico”, nell’area d’imposta dell’impianto, fa intendere alla presenza in superficie e nella prima prossimità a depositi sciolti pelitica, sabbioso-ghiaiosa.

Infatti, la successiva Tavola n. 12 riporta lo stralcio della “*Carta idrogeomorfologica*” della Regione Puglia con, in celeste ed azzurro, evidenziate le componenti pelitiche e quelle a prevalenza sabbiosa-ghiaiosa.

In “giallo” sono rappresentati i terreni sempre di natura siltoso-sabbiosa e /o arenacea.

LEGENDA

ELEMENTI GEOLOGICO-STRUTTURALI

Litologia del substrato

| | |
|---|--|
|  | Unità prevalentemente calcarea o dolomitica |
|  | Unità a prevalente componente argillosa |
|  | Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica |
|  | Unità a prevalente componente arenitica |
|  | Unità a prevalente componente ruditica |
|  | Unità costituite da alternanze di rocce a composizione e/o granulometria variabile |
|  | Unità a prevalente componente argillitica con un generale assetto catico |
|  | Depositi sciolti a prevalente componente pelitica |
|  | Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa |



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

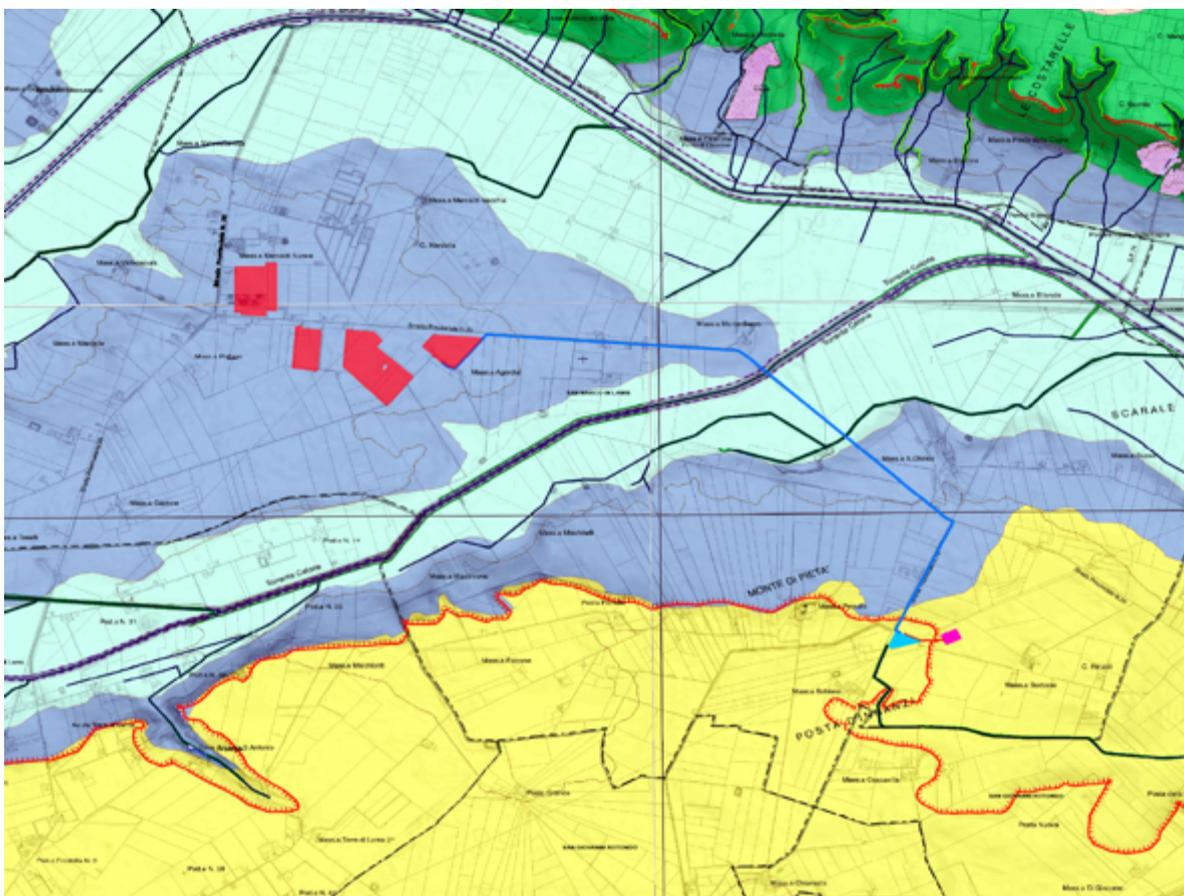


Tavola n. 12: Carta idrogeomorfologica della R.P. con l'impronta dell'impianto.

La tavola evidenzia, secondo quanto rappresentato dalla Regione Puglia, una sostanziale uniformità della litologia superficiale, costituita da materiali sedimentari di natura silto-sabbiosa che favoriscono l'infissione, per battitura, delle fondazioni in acciaio dei pannelli fotovoltaici.

Come riferito, attraverso google earth pro si è avuto modo di riprodurre l'andamento topografico e morfologico dell'area in studio; infatti, sono state estratte n.4 sezioni riferite ai quattro sotto campi che costituiscono l'impronta dell'impianto.

Le sezioni hanno anche avuto la funzione di verificare il deflusso delle acque meteoriche e di prevederne la sistemazione nella fase d'esercizio; la tavola che segue riporta l'ubicazione delle sezioni estrapolate.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”



Tavola n. 13: Ubicazioni sezioni tratte da google Earth pro.

Di seguito si riportano le sezioni estrapolate.

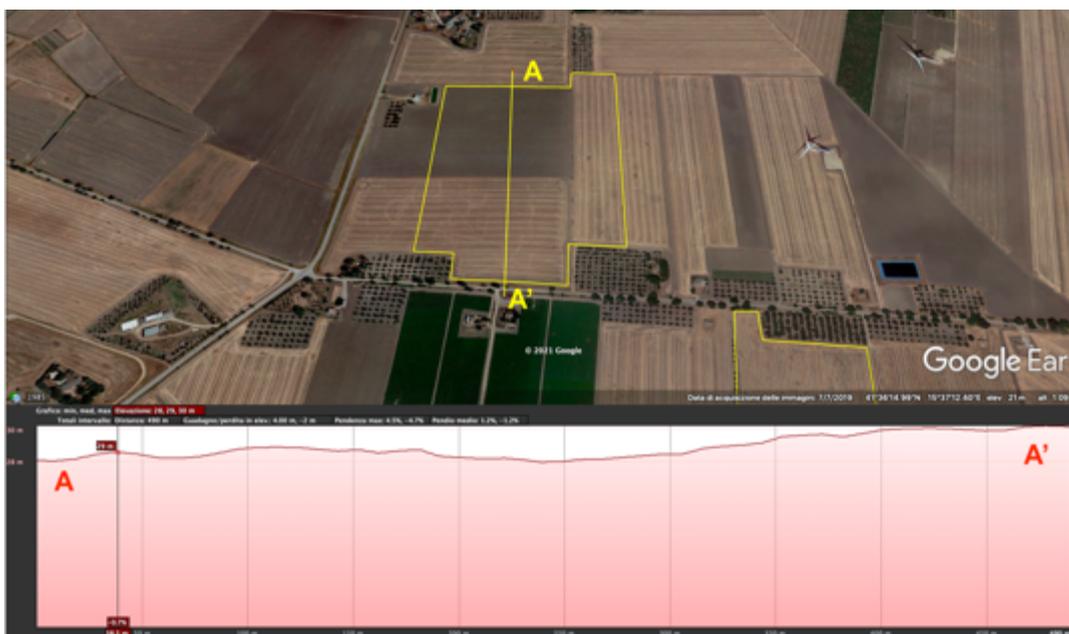


Tavola n. 14: Sezione A-A' longitudinale alla porzione settentrionale dell'impianto.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Dalla Tavola n. 14, si rileva, facendo esplicito riferimento alla “Carta idrogeomorfologica” si riporta che:

- la quota media del terreno è pari a circa 29 m. s.l.m., con massimo e minimo di 28 e 30 m;
- La pendenza è molto blanda, dell’ordine medio del 1,2 % e che, presa per convenzione la pendenza del 5% come “*significativa*”, quella rilevata risulta “*non significativa*”;
- Non si evidenziano modellazioni tali da far intendere a vie di deflusso preferenziale delle acque meteoriche che ricadono nell’area d’impianto

La successiva tavola n. 15 riporta la sezione longitudinale B-B’ del sotto campo posto nell’area più occidentale ed a Sud della S.P. n. 25, sulla quale i 4 sotto campi si affacciano; dalla tavola si evince che il terreno è ancora più tabulare di quello relativo alla sezione A-A’ del sotto campo “A” ; la pendenza risulta ancora più inferiore e pari a 1,0 %.

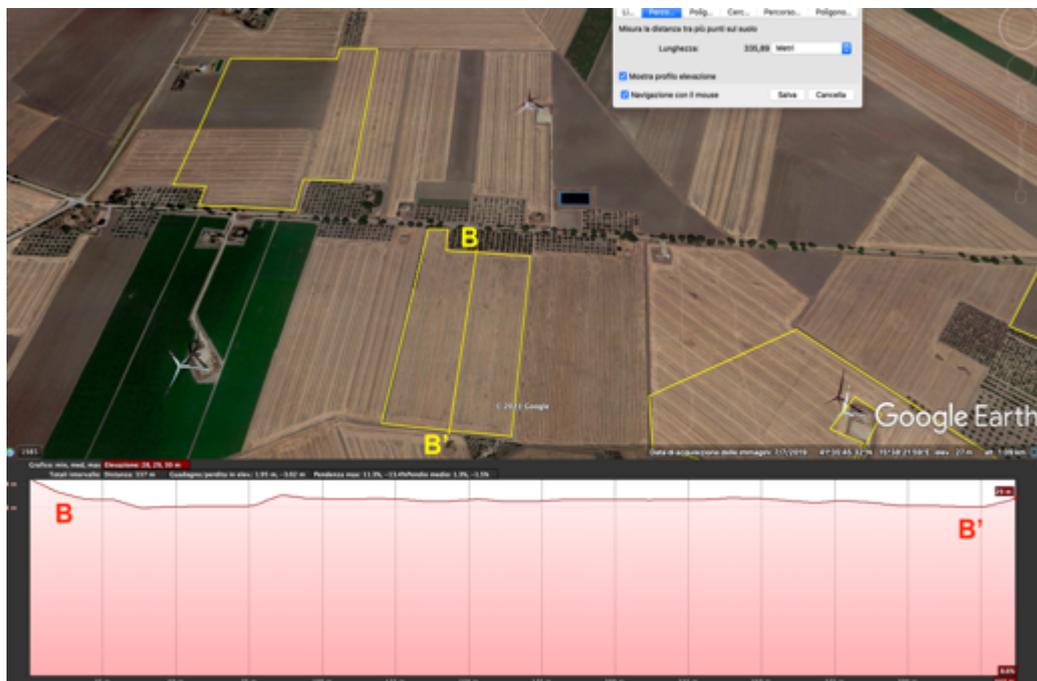


Tavola n. 15: Sezione 2-2' longitudinale (N-S) del sotto campo maggiore ed occidentale.

La successiva tavola n. 16 riporta la sezione C-C’ e da questa si evince che è ben evidenziata la tabularità dell’area d’imposta dell’impianto .



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

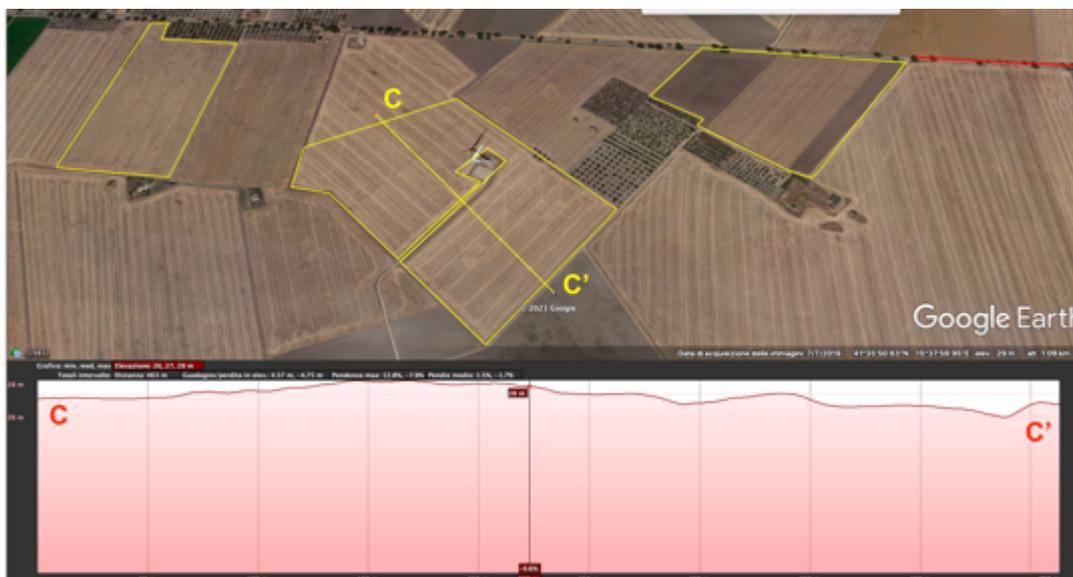


Tavola n. 16: Sezione C-C' trasversale (W-E) del sottocampo più meridionale.

Infine, di seguito si riporta la sezione del sotto campo “DE, con la relativa sezione D-D’; anche per questo sotto campo si conferma la totale mancanza di un solco erosivo in grado di smaltire le acque meteoriche che vi ricadono.



Tavola n. 17: Sezione C-C' trasversale (W-E) del sottocampo più meridionale.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

In definitiva, le osservazioni riportate evidenziano che l’area d’imposta dell’impianto è interessata da dolci declivi con una pendenza generalizzata verso Sud e quindi verso l’alveo del “*Torrente Celone*”; è del tutto evidente che la mancanza di pendenze significative dipendono anche dalla capacità di assorbimento che hanno i terreni d’imposta e, nel qual caso, dalla natura pelitico-sabbiosa.

In definitiva, di seguito si riporta il lay-out dell’impianto, su ortofoto, evidenziando che l’area interessata dalla posa in opera dei tracker è per nulla acclive e conforme con l’infissione delle strutture di fondazione ai terreni sedimentari sottostanti; nella stessa tavola sono evidenziate le opere di mitigazione, quali il “*laghetto o pozza naturalistica*” e le aie per le api; per queste ultime, in particolare, il Committente intende partecipare alla campagna “*Save the Queen*” e quindi impegnarsi a salvare un indicatore ambientale importante quale è il mondo delle api.

Infine, dal lay-out si evince che le prime stringhe sono state allocate ad adeguata distanza dalle coltivazioni arboree e dalle abitazioni esistenti.

Inoltre, appare opportuno rilevare che la distanza fra le stringhe dei tracker è stata progettata in maniera tale da poter attivare, nella fascia centrale, la tecnica dello “*agrovoltaiico*” che, come riportato in altre relazioni, permette di effettuare una coltivazione con la metodica della “*agricoltura conservativa*” ed il minimo/nullo rivoltamento dei terreni (*minimum/no-tillage*); del resto, la composizione pedo-mineralogica dei terreni favorisce l’applicazione dello “*agrovoltaiico*” e permette di ottenere un adeguato “*beneficio ambientale*” (vedi relazione sulla carbon footprint) ed anche un “*beneficio economico e sociale*”.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”



Tavola n. 18: lay-out su catastale con ubicazione dei tracker ed opere di mitigazione

Infine, sempre in merito alla “*Carta Idrogeomorfologica*” della Regione Puglia, la tavola che segue riporta lo stralcio comprensivo dell’impianto, comprensivo dell’allaccio alla cabina primaria; il collegamento fra l’impianto e la cabina avverrà con cavidotto interrato che, come ben evidente, presenta interferenze con l’assetto idrogeomorfologico presente.

In particolare, la realizzazione del cavidotto comporterà il superamento dell’alveo del “*Torrente Celone*” e quello del piccolo emissario in sponda destra, posto oltre il ponte sull’alveo; la progettazione prevede il superamento dell’alveo del torrente attraverso la tecnica della Trivellazione Orizzontale Continua (T.O.C.), come meglio riportato nella relazione tecnica di progetto.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

La Tavola n. 19, che segue, riporta lo stralcio del PAI relativo all'intera all'area vasta dell'impianto proposto, con evidenziate le aree a “*pericolosità*” idraulica e geomorfologica ed a “*rischio*”, così come riportate in legenda; la tavola è tratta dal richiamato sito della Regione.

Dalla tavola si evince chiaramente che l'area d'imposta dell'impianto non viene minimamente interessata dai vincoli di “*pericolosità*” e “*rischio*” idraulico che, invece, si evidenziano nettamente nell'ambito del bacino imbrifero del “Torrente Candelaro” e dell'emissario in sponda destra, “Torrente Celone” che interessa maggiormente l'area d'impianto.

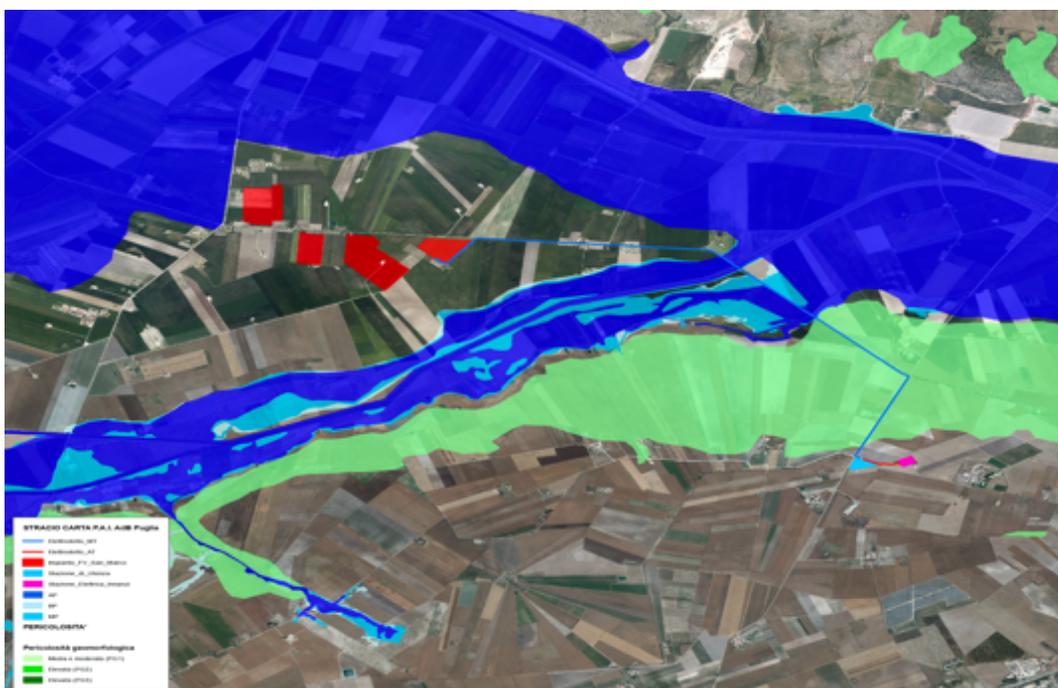


Tavola n. 19: PAI pericolosità e rischio idrogeologico e di alluvionamento.

Dalla precedente tavola si evince chiaramente che nell'area d'imposta dell'impianto, **non sussistono vincoli che possano far intendere a “*pericolosità*” e “*rischio*” di alluvionamento**; ciò non è veritiero per il tratto di cavidotto che attraversa l'alveo del “Torrente Celone” e l'area a Sud fino al raggiungimento della cabina primaria.

Ad ulteriore garanzia della mancanza di vincoli idrogeologici sull'area d'imposta dell'impianto proposto, il Piano Regionale delle Alluvioni, elaborato dall'ADB di Puglia anche in collaborazione con la Protezione civile, non evidenzia alcuna “*pericolosità*” e/o “*rischio*”.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Le aree d’imposta dell’impianto e del cavidotto sono rappresentate, nel Piano Regionale delle Alluvioni, come evidenziato nella successiva tavola n. 20; tale tavola riporta i vari quadranti con le aree di approfondimento idraulico e l’unico aspetto di rilievo è relativo al richiamato tratto di cavidotto. Dalla tavola si rileva che l’area d’imposta dell’impianto è inserita nel quadrante n. 078, mentre il cavidotto interessa anche i quadranti n. 079 e 080.

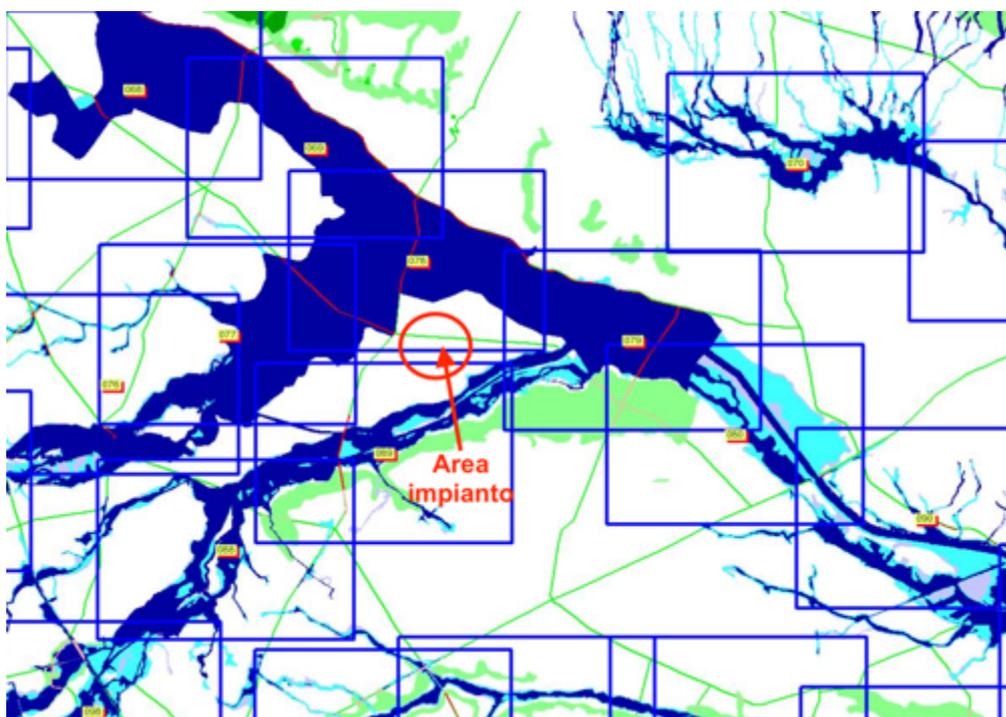


Tavola n. 20: Piano Regionale delle alluvioni. Ubicazione impianto

Il piano della Regione e della Protezione Civile non riporta, quindi, alcun pericolo di alluvionamento dell’area d’imposta dell’impianto.

In merito allo “*uso del suolo*”, senza entrare nel merito delle relazioni agronomiche allegate al progetto ed alle quali si rimanda, i terreni in oggetto di studio, come si rileva dalla sottostante Tavola n. 21 e dalla relativa “legenda”, sono costituiti soprattutto da “*seminativi semplici in aree non irrigue*”. L’area in studio si presenta del tutto priva di formazioni vegetali di importanza naturalistica o tutelate dalla legge e presenta ridotti o nulli livelli di naturalità con conseguente semplificazione della biodiversità, soprattutto in virtù della periodica e non continua applicazione delle pratiche agricole in quanto spesso molti terreni sono stati tenuti in uno stato di abbandono (incolto) agronomico.

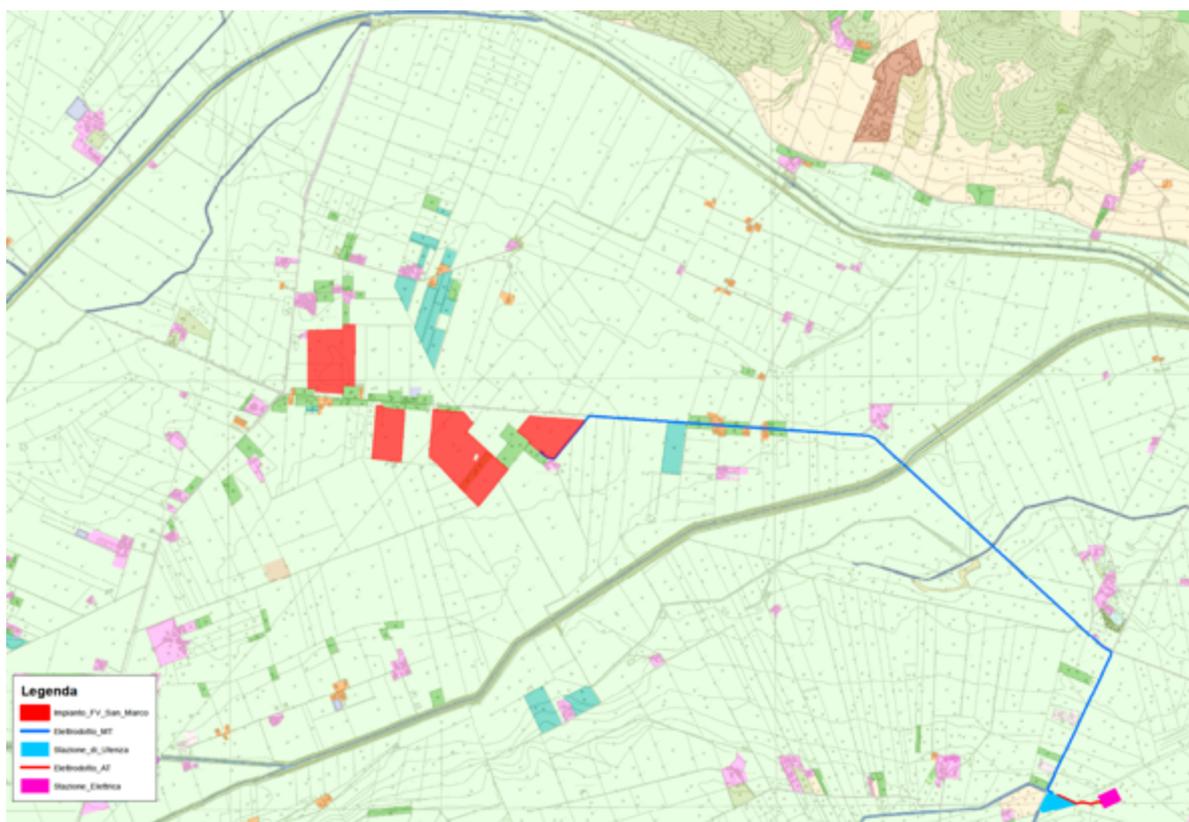


COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

La tavola che segue riporta, la carta dell’uso del suolo per l’impianto proposto; da questa è possibile verificare che i terreni d’imposta sono per lo più “*seminativi non irrigui*”, ove non del tutto incolti e quindi soggetti ad una incipiente desertificazione.





COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

| LEGENDA CARTA USO DEL SUOLO | |
|-----------------------------|---|
| 1111 | - tessuto residenziale continuo antico e denso |
| 1112 | - tessuto residenziale continuo, denso più recente e basso |
| 1113 | - tessuto residenziale continuo, denso recente, alto |
| 1121 | - tessuto residenziale discontinuo |
| 1122 | - tessuto residenziale rado e nucleiforme |
| 1123 | - tessuto residenziale scarsa o |
| 1211 | - insediamento industriale o artigianale con spazi annessi |
| 1212 | - insediamento commerciale |
| 1213 | - insediamento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati |
| 1214 | - insediamenti ospedalieri |
| 1215 | - insediamenti degli impianti tecnologici |
| 1216 | - insediamenti produttivi agricoli |
| 1217 | - insediamento in disuso |
| 1221 | - reti stradali e spazi accessori |
| 1222 | - reti ferroviarie comprese le stazioni annesse |
| 1223 | - grandi impianti di concentrazione e smistamento merci |
| 1224 | - aree per gli impianti delle telecomunicazioni |
| 1225 | - reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia |
| 123 | - aree portuali |
| 124 | - aree aeroportuali ed elporti |
| 131 | - aree estrattive |
| 1321 | - discariche e depositi di cave, miniere, industrie |
| 1322 | - depositi di rottami a cielo aperto, cimelieri di autoveicoli |
| 1331 | - cantieri espand in costruzione e scavi |
| 1332 | - suoli rimaneggiati e artificiali |
| 141 | - aree verdi urbane |
| 1421 | - campi, strutture turistiche ricettive a burglow o simili |
| 1422 | - aree sportive (calcio, atletica, tennis, etc) |
| 1423 | - parchi di divertimento (acquedotti, zoo, safari e simili) |
| 1424 | - aree archeologiche |
| 143 | - cimiteri |
| 2111 | - seminativi semplici in aree non irrigue |
| 2112 | - colture orticole in pieno campo ma senza esatto pratica in aree non irrigue |
| 2121 | - seminativi semplici in aree irrigue |
| 2122 | - colture orticole in pieno campo in aree irrigue |
| 2123 | - colture orticole in pieno campo in aree irrigue |
| 221 | - vigneti |
| 222 | - frutteti e fruti minori |
| 223 | - uliveti |
| 224 | - altre colture permanenti |
| 231 | - superfici a copertura erbosa densa |
| 241 | - colture temporanee stagionali a colture permanenti |
| 242 | - sistemi culturali e pastorali complessi |
| 243 | - aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali |
| 244 | - aree agronomiche |
| 311 | - boschi di latifoglie |
| 312 | - boschi di conifere |
| 313 | - boschi misti di conifere e latifoglie |
| 314 | - prati alberati, pascoli alberati |
| 321 | - aree a pascolo naturale, prateria, incolti |
| 322 | - cespugliati e arbustati |
| 323 | - aree a vegetazione sclerofilla |
| 324 | - aree a ricostituzione naturale |
| 325 | - aree a ricostituzione artificiale (rimboschimenti nella fase di novellizi) |
| 331 | - spiagge, dune e sabbie |
| 332 | - rocce nude, falde e affioramenti |
| 333 | - aree con vegetazione rada |
| 334 | - aree interessate da incendi o altri eventi dannosi |
| 411 | - paludi interne |
| 421 | - paludi salmastre |
| 422 | - saline |
| 5111 | - fiumi, torrenti e fossi |
| 5112 | - canali e idrovie |
| 5121 | - bacini senza manifesta utilizzazione produttiva |
| 5122 | - bacini con prevalente utilizzazione per scopi irrigui |
| 5123 | - acquedotti |
| 521 | - lagune, laghi e stagni costieri |
| 522 | - estuari |

Tavola n. 21: stralcio della carta regionale dell'uso del suolo.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

3 Inquadramento geologico dell'area investigata.

I criteri ed indirizzi secondo cui è stata redatta tale *relazione* sono esplicitati nella Circ. n. 218/24/3 del 09/01/96 ed ancora nelle Nuove N.T.C. 14.01.08 e suo aggiornamento del 17/01/2018.

Vi è da aggiungere che, ai sensi del succitato D.M.LL.PP. 11/03/88 (in particolare, art. 3, lettera B) ed ai sensi della L. 11/02/1994 n. 109 (Legge Quadro in materia di lavori pubblici o “Legge Merloni”) e del D.Lgs. n. 163/06 “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE. Pubblicato nella Gazz. Uff. 2 maggio 2006, n. 100, S.O.” (in particolare, Allegato XXI - Allegato tecnico di cui all'articolo 164 - Sezione I, punto 2, lettera d), per la stesura della relazione geologica si può far riferimento a conoscenze provenienti da fonti bibliografiche o, qualora se ne sia in possesso, derivanti da indagini precedentemente svoltesi nella stessa area di analisi.

Infatti, nel D.M.LL.PP. 11/03/88, l'art. 3, lettera B, recita: [...Nelle fasi preliminari della progettazione si potrà far riferimento a informazioni di carattere geologico e a dati geotecnici deducibili dalla letteratura oppure noti attraverso indagini eseguite precedentemente sulla medesima area.]; mentre, il D.Lgs. n. 163/06, Allegato XXI - Allegato tecnico di cui all'articolo 164 - Sezione I, punto 2, lettera d, riportata [...*studi necessari per un'adeguata conoscenza del contesto in cui andrà a inserirsi l'opera, corredati da dati bibliografici e/o indagini in sito ed in laboratorio - quali, indicativamente ma non esaustivamente, quelle topografiche, geologiche, geotecniche, idrogeologiche, idrologiche, idrauliche, sismiche,...*]; è evidente come il decreto, attraverso la dicitura “...*dati bibliografici e/o indagini in sito ed in laboratorio...*” dia la facoltà di utilizzare sia dati preesistenti sia dati provenienti da indagini *in situ ex novo*.

Si sottolinea pertanto che, per la stesura della presente relazione, sono utilizzati anche dati estrapolati da fonti bibliografiche (specifiche e non per la zona), cartografie, da ampi studi messi a disposizione on-line dai portali della Regione Puglia, da quello della Provincia di Foggia (PTC) e dallo stesso sito del Comune di San Marco in Lamis (PUG ed integrazioni al PUG).

Resta il fatto che, come accennato in premessa, sull'area di studio è stata effettuata un'indagine geognostica che verrà integrata nella relazione geologico-tecnica e che ha evidenziato una situazione geologico-stratigrafica del tutto chiara per gli scopi previsti; ove ciò non



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI
POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO
“SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

fosse stato ed avessimo avuto dubbi, si sarebbe intervenuti con un ampliamento delle indagini già realizzate.

La relazione geologica allegata al progetto ed effettuata per confermare la fattibilità dell'area alla realizzazione del progetto, oltre alla positiva verifica richiamata, ha evidenziato, in particolare, la necessità di effettuare le fondazioni delle stringhe dei pannelli solari, attraverso l'infissione, con battitura, delle travi in acciaio che le collegano ai pannelli; tale tecnica di infissione è possibile proprio in virtù della presenza di terreni sedimentari aventi, per i primi 5/6 m. di profondità, una matrice costituita da sabbie ed materiali arenitici.

L'infissione non comporterà la necessità di inserire alcun elemento estraneo (boiaccia cementizia, calcestruzzo, ecc.) alla naturale composizione dei terreni; tale azione, oltre a non indurre alcun problema di contaminazione qualitativa rispetto ai terreni esistenti, permette anche la facile estrazione in fase di decommissioning e, quindi, di fine vita dopo i 30-32 anni di funzionalità. Altresì, la tecnica dell'infissione delle fondazioni delle travi d'acciaio, non comporterà neppure la necessità di estrarre terreni e quindi di dover ottemperare, eventualmente alla caratterizzazione chimica di questi; inoltre, al fine di fornire una maggiore stabilità globale alle azioni orizzontali dei venti, si consiglia di infiggere maggiormente le strutture di fondazioni esterne di almeno 0,50/1,0 m. rispetto a quelle interne che, comunque, si dovrebbero attestare a non meno di 2,5/3,0 m. dal piano di campagna.

Per ultimo, ancor prima di trattare gli aspetti prettamente geologici che caratterizzano l'area, si evidenzia che la maggiore presenza di una matrice limosa nei prime 2/3 m. di profondità, fa sì che il terreno, dopo l'infissione della trave di fondazione, tende a richiudersi attorno alla trave, conferendo a questa una maggiore resistenza orizzontale.

Da questa premessa si rileva che l'area d'insediamento dell'impianto è caratterizzato solo ed esclusivamente da affioramenti di terreni sedimentari quaternari, i più utili ed adatti alla "infissione" delle travi in acciaio che, fungendo da fondazione, le collegano alla struttura dinamica dell'inseguitore solare.

Per la definizione delle caratteristiche geologiche dell'area d'intervento, soccorre la cartografia geologica di base, rappresentata dai Fogli di Mappa n. 164 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 denominate "Foggia" che, come riportato nella sottostante Tavola n. 22, evidenzia condizioni geologiche piuttosto semplici e più o meno uniformi per una vasta area circostante quella di studio; appare opportuno riportare anche che una porzione del

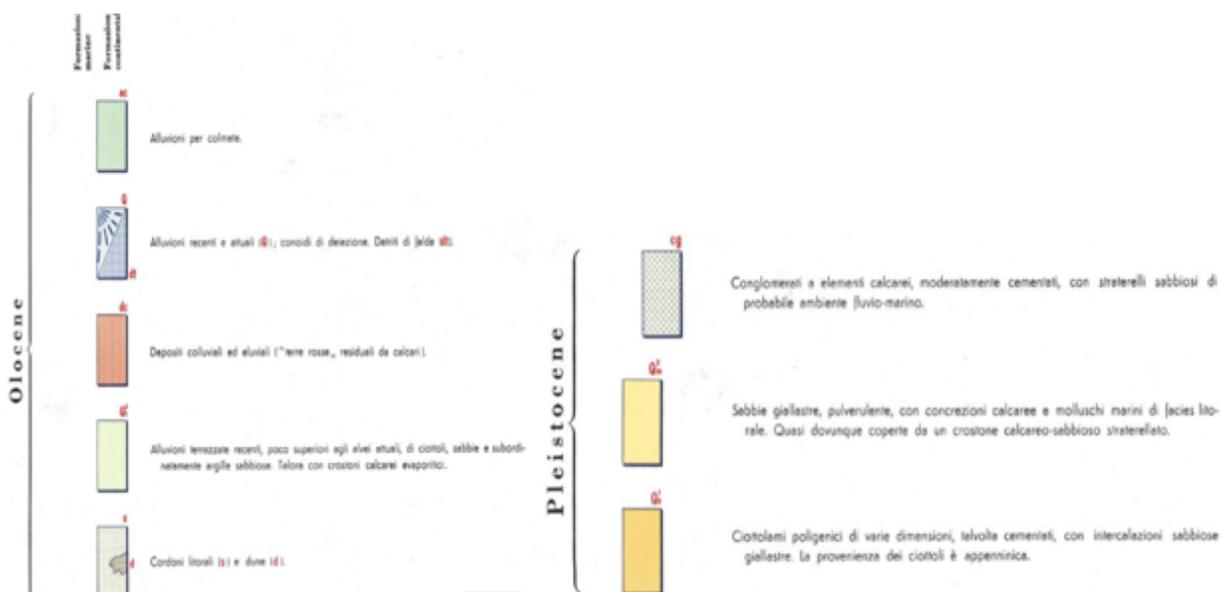
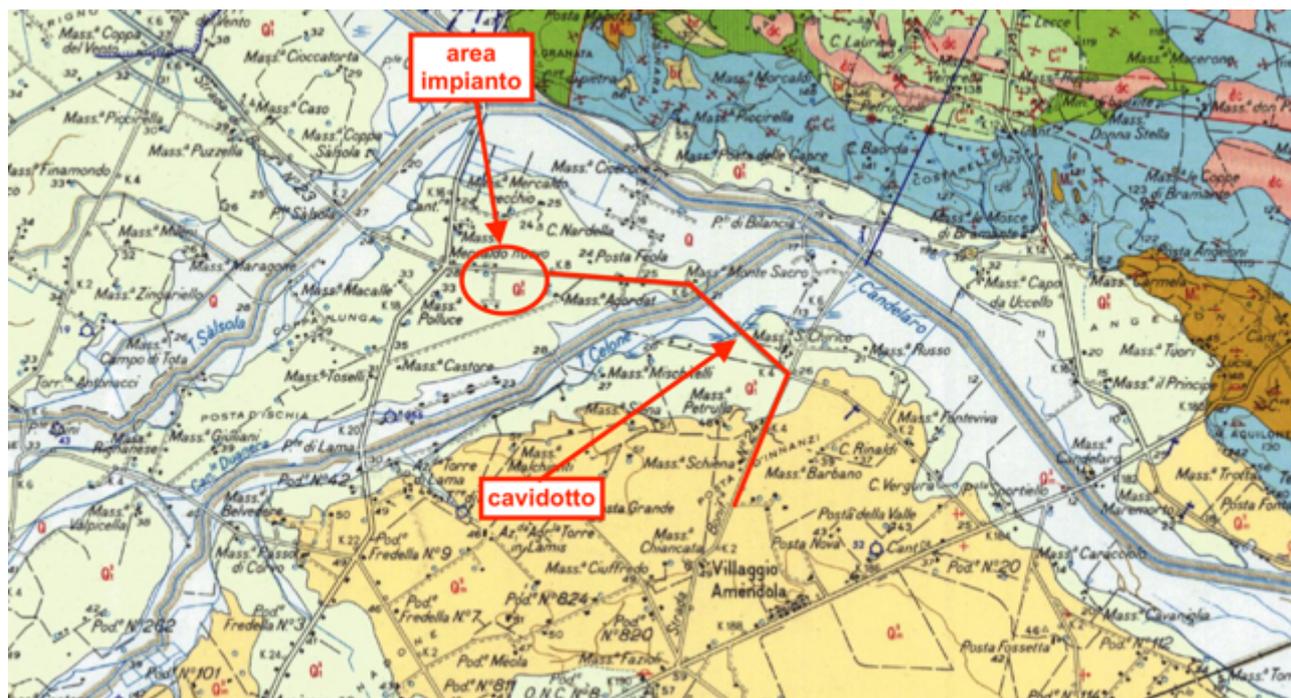


PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

territorio comunale di San Marco in Lamis è rientrata nello studio e nell’elaborazione della Carta Geologica al 50.000, elaborata da ISPRA .





COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

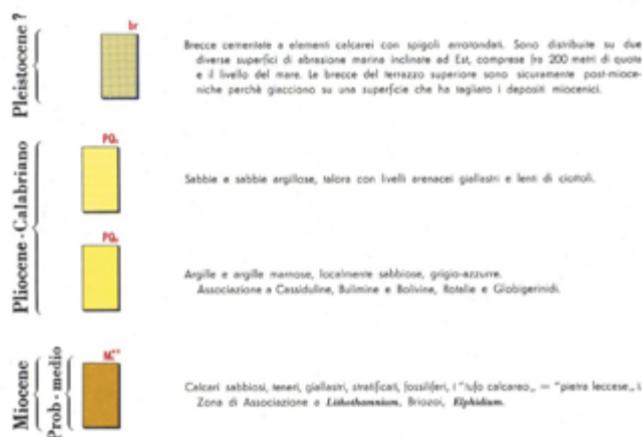


Tavola n. 22: carta geologica con ubicazione, di massima, dell'impianto proposto.

Il territorio in oggetto di studio é inquadrato, geologicamente, nell'ambito del foglio n° 164, denominato "Foggia" della Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000 e nell'area d'imposta dell'impianto proposto si rileva la presenza di tre distinte Unità geologiche.

Nell'ambito di questa carta, a grande classificazione geologica è possibile distinguere essenzialmente tre termini, dal più giovane al più antico:

- Q= Alluvioni recenti e/o attuali - Olocene;
- Q^{3t}= Alluvioni terrazzate recenti, poco superiori agli alvei attuali, di ciottoli, sabbie e subordinatamente argille sabbiose. Talora con crostoni calcarei evaporitici – Olocene; .
- Q^{2m}= Sabbie giallastre, polverulente, con concrezioni calcaree e molluschi marini di facies litorale. Quasi dovunque coperte da un crostone calcareo-sabbioso straterellato-Pleistocene.

Tutte e tre le unità stratigrafiche appartengono al così detto “Complesso del Tavoliere”; come riportato nella relazione geologica del Comune di San Marco in Lamis, quale integrazione al PUG ed a firma del Dott. Leonardo Turco.

Come evidenziato nella successiva tavola n. 23, il suddetto territorio ricade nella porzione settentrionale di un'estesa unità geografica denominata “Tavoliere di Puglia” e delimitata a SW dall'arco collinare del Preappennino Dauno, a NW dal torrente Cerva-ro, a NE dal



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Golfo di Manfredonia e a SE dal fiume Ofanto; in particolare l’area d’imposta si trova al piede del massiccio calcareo del Gargano.

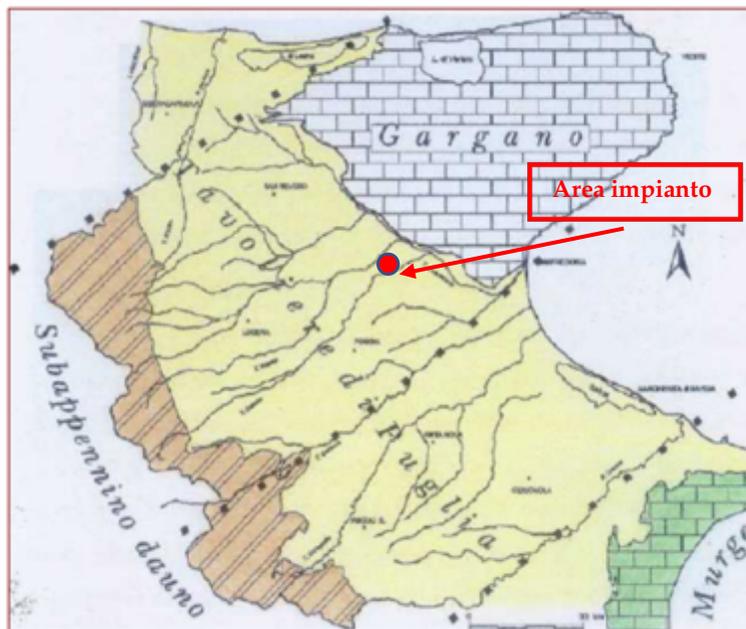


Tavola n. 23: carta geologica con ubicazione di massima dell’impianto proposto.

Dal punto di vista geologico e propriamente geodinamico, l’area in esame è la porzione più orientale dell’articolato sistema geostrutturale rappresentato da tre domini: **Catena-Avanfossa-Avampaese** (Ollier, 1980, Ortolani e Pagliuca, 1988; Merenda, 1991; Bigi et al. 1992).

Questi ultimi (Avanfossa–Avampaese), procedendo dall’interno verso il mare, appaiono approssimativamente come fasce orientate secondo l’attuale linea di costa (NO–SE), ed evidenziano due settori distinti aventi ognuno caratteristiche peculiari e molto diverse tra loro sia nella dinamica dei processi esogeni, sia nei caratteri morfoevolutivi.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

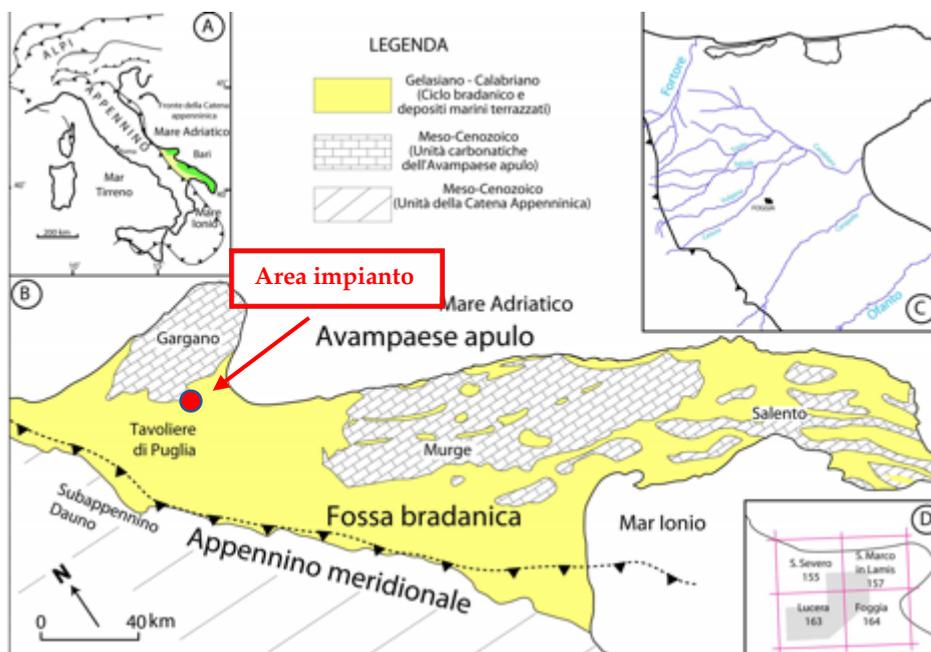


Tavola n. 24: localizzazione sistema: Catena-Avanfossa-Avanpaese

La tavola n. 24 riporta in:

- A. la localizzazione del sistema Catena-Avanfossa-Avanpaese dell'Appennino meridionale;
- B. Carta geologica schematica del sistema Catena-Avanfossa-Avanpaese dell'appennino meridionale e localizzazione del tavoliere di Puglia; questo rappresenta il settore settentrionale della “Fossa Bradanica” e qui è stato localizzato l'impianto in studio;
- C. Il “Tavoliere di Puglia” è limitato a Nord dalla valle del Fiume Fortore, ed a Sud da quella dell'Ofanto;
- D. Schema di localizzazione dei Fogli della Carta Geologica d'Italia al 1:100.000 che ricoprono il “Tavoliere di Puglia” con, in particolare, le zone interessate dal lavoro di studio che schematizza quanto riportato.

Il territorio comunale di San Marco in Lamis è situato nel settore centrale del Promontorio del Gargano al confine Sud ed in parte nel Tavoliere delle Puglie.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI
POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO
“SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Per meglio comprendere la situazione geotettonica del territorio in studio è necessario riassumere a grandi linee la storia geologica dell'area garganica.

Durante il Mesozoico, in un vasto ambiente di tipo epi-oceanico, andavano accumulandosi sul fondo del mare, e per un lunghissimo periodo di tempo (250 - 66 milioni di anni fa), una gran mole di sedimenti carbonatici. Successivamente questi sedimenti, sottoposti a fenomeni di litificazione, davano origine alla piattaforma carbonatica apulo-garganica.

E' tra la fine del Mesozoico e l'inizio del Cenozoico che la piattaforma emerge completamente dal mare (circa 66 milioni di anni fa), andando ad occupare un'area di gran lunga maggiore di quella attuale. A partire dal Paleogene (66 milioni di anni fa) il basamento carbonatico assume il ruolo di avampaese; il Gargano in particolare subisce a partire dal Cretacico superiore (100 milioni di anni fa) continui fenomeni di subsidenza tettonica che favoriscono le ingressioni marine epi-continentali.

Durante il Pliocene inferiore (5 milioni di anni fa), come attestato dall'assenza di depositi infraplioceni, tutta l'area garganica era interessata da un generale sollevamento.

Questo ha certamente concorso all'attivazione e/o riattivazione di faglie che comunque, sono di difficile distinzione rispetto a quelle generate in altre fasi tettoniche. E' soprattutto in questa fase che l'horst garganico viene smembrato in più blocchi secondari, dislocati nella parte settentrionale del territorio in direzione prevalentemente appenninica (NNOSSE) e in quella centro meridionale in direzione garganica (E-O).

Tra il Pliocene medio-superiore (da 31,7 milioni di anni fa) il mare invade i bordi settentrionali ed occidentali del promontorio (attuale zona dei laghi costieri e della piana del T. Candelaro) a seguito dell'abbassamento dell'attuale basamento carbonatico in corrispondenza del Tavoliere che ha originato blocchi limitati da faglie dirette di notevole rigetto e che si spingono fin sotto l'Appennino Dauno (graben)

L'abbassamento fu seguito nel Pleistocene inferiore (1,7 milioni di anni fa) da un sollevamento, di entità maggiore dell'abbassamento. Questa situazione ha comportato l'assenza di depositi regressivi del ciclo sedimentario medioplioceno-infrapleistoceno, presenti in modo esteso nell'area nordoccidentale del Tavoliere.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Il promontorio garganico rimase emerso e fu soggetto ad un continuo sollevamento, avvenuto mediante l'attivazione di faglie che sono la maggior parte di quelle attualmente riconoscibili.

Nel corso del Pleistocene tutta l'area continuò a sollevarsi, anche se con fasi di arresto, testimoniate dalla presenza di depositi terrazzati tettonicamente, alcune faglie hanno interessato i depositi precedentemente formati, mettendo in evidenza margini di scarpata netti (poco erosi) e conoidi al piede. Nell'Olocene, in tempi geocronologicamente recenti e attuali, prosegue il sollevamento di tutta l'area.

Ciò è reso evidente dalla re-incisione di pianure alluvionali recenti (come nel caso del T. Candelaro), dal raggiungimento ed incisione di alcune doline da parte delle testate dei corsi d'acqua presenti sulle superfici di spianamento sommitali, nonché dall'attività tettonica come è testimoniato dall'allineamento degli eventi sismici di epoca storica.

A scala geologico-regionale il massiccio del Gargano, unitamente alle Murge ed al Salento, risulta localizzato nel dominio dell'Avampese apulo, di cui costituisce attualmente la porzione morfologicamente e strutturalmente più elevata.

La sua costituzione geologica è riconducibile a parte di una vasta piattaforma carbonatica mesozoica strutturata, a seguito delle fasi di costruzione del sistema orogenico dell'Appennino meridionale, a partire dalle sue propaggini occidentali, dal Miocene superiore sino all'Attuale.

Dati derivanti da ricerche petrolifere hanno fornito indicazioni circa la successione sedimentaria dell'area garganica, costituita essenzialmente da alcune migliaia di metri di depositi continentali permiani (Verrucano, Auct.) e sedimenti evaporitici triassici (Anidriti di Burano Auct.), sui quali poggia una potente successione di carbonati mesozoici (non meno di 3000-3500 metri in Morsilli et al., 2004; circa 6000 metri in Mostardini e Merlini, 1986) e paleogenici (poche centinaia di metri - Ricchetti et al., 1988, Chilovi et al., 2000), in parte affioranti ed appartenenti alla Piattaforma Apula esterna e ricoperti, a luoghi, da modesti spessori di depositi clastici quaternari. L'area garganica presenta da Ovest verso Est tre differenti tipi di terreni calcarei, come riportato nella successiva tavola n. 25.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

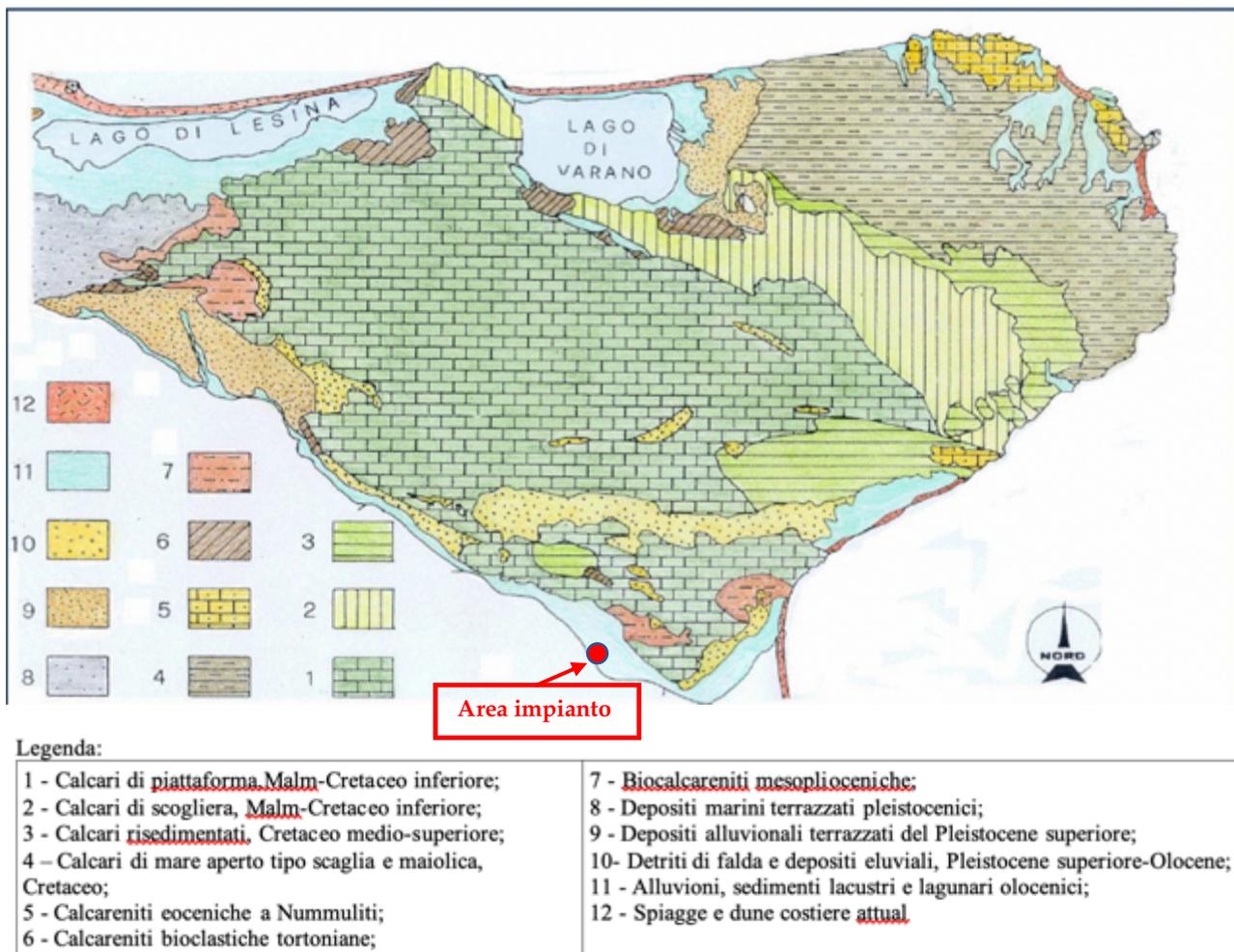


Tavola n. 25: Carta geologica schematica del Gargano.

Il rilevamento geologico è stato rivolto principalmente alla delimitazione delle aree di affioramento delle diverse formazioni, distinguendo le une dalle altre per i loro caratteri litologici piuttosto che per la loro età, in modo da fornire sufficienti elementi di giudizio sulle caratteristiche tecniche intrinseche ed estrinseche sia dei terreni affioranti che di quelli dell'immediato sottosuolo che più direttamente possono essere interessati da interventi tecnici.

La copertura di terreno vegetale, soprattutto nelle aree di pianura, ha reso qualche volta problematico l'individuazione dei limiti tra le diverse formazioni. Solo con l'ausilio



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

dell'interpretazione delle fotografie aeree è stato possibile risolvere il problema con buona approssimazione.

La litologia dei luoghi è caratterizzata da rocce sedimentarie depositatesi in ambienti e tempi diversi, come innanzi riportato.

Al complesso delle Unità del Tavoliere si fa corrispondere la colmata del richiamato "bacino" e l'area di raccordo tra la prosecuzione verso sud della stessa colmata (Fossa Bradanica) e quella verso Nord (Fossa Adriatica).

Il bacino è una depressione morfologico-strutturale disposta in senso NO/SE ed è delimitata dalla catena appenninica a Sud Ovest e dall'avanpaese apulo a Nord Est. Durante Miocene, la porzione occidentale della piattaforma carbonatica apula a causa delle forti "spinte", da parte della catena appenninica, si sarebbe frantumata, in diversi blocchi con prevalente allineamento NO/SE, riproducendo un esteso semigraben, raffigurando l'avanfossa della catena.

Con il Pliocene medio, dalla catena appenninica in rapido sollevamento, ragguardevoli colate gravitative di materiale fliscioide, unitamente alle spinte dell'Appennino, provocarono sensibili contrazioni della parte interna dell'avanfossa, colmandola.

All'esterno prevalsero fenomeni di subsidenza con graduale riempimento di materiali in prevalenza costituiti da sedimenti torbiditici e sabbioso/argillosi. Il Pliocene superiore contrassegna il limite finale delle fasi orogenetiche, che condurrà alla separazione dell'avanfossa in diversi bacini ben definiti. In questa fase tettonica, di tipo trasversale, ha origine l'approfondimento del "Graben del Tavoliere delle Puglie", con assetto antiappenninico interposto fra il Promontorio del Gargano e l'altopiano delle Murge.

L'approfondimento dell'avanfossa proseguì per tutto il Pleistocene inferiore/medio e l'interruzione delle tensioni appenniniche (congiuntamente ai consecutivi bilanciamenti isostatici) permise l'innalzamento dal mare della Pianura di Capitanata, con emersione da ovest.

I sedimenti del Tavoliere costituiscono difatti una potente copertura dell'avanfossa.

Dal Pleistocene medio, negli intervalli di rallentamento e/o di blocco dell'innalzamento della pianura, insieme all'avvento di fenomeni glacio eustatici, avvennero azioni modellatrici d'incisione, abrasione e di disfacimento dei sedimenti ivi depositati e la



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

generazione di molteplici differenti unità litostratigrafiche, in concomitanza di più cicli sedimentari marini e/o di fasi continentali di alluvionamento.

L'intera area del bacino in parola è ricoperta da depositi quaternari, in prevalenza di facies alluvionale. Tra questi prevale l'argilla più o meno marnosa, di probabile origine lagunare, ricoperta a luoghi da lenti di conglomerati e da straterelli di calcare evaporitico (crosta).

Sotto l'argilla si rinviene in generale un deposito clastico sabbioso/ghiaioso, cui fa da basamento impermeabile il complesso delle argille azzurre pliocenico/calabriane che costituisce il ciclo sedimentario più recente delle argille subappennine. Queste, costituiscono i principali affioramenti argillosi e sono trasgressive sulle argille azzurre infra medio/plioceniche (ciclo più antico).

I depositi argillosi di entrambi i cicli sono indicativi di una facies neritica e mostrano d'essersi originati in un bacino lentamente subsidente. Sono costituiti da argille marnose più o meno siltoso/sabbiose e da marne argillose di color grigio/azzurro o giallastro, con giacitura generalmente sub orizzontale. La potenza di questi depositi varia sensibilmente da punto a punto con spessori massimi dell'ordine di centinaia di metri.

Il ciclo argilloso plio/pleistocenico a luoghi poggia, in continuità di sedimentazione, su depositi calcarenitici trasgressivi sul basamento mesozoico.

Le argille preappennine, grigio-azzurre, formano lembi discontinui, anche se talora vasti, venuti a giorno (soprattutto in aree a NW) là dove l'erosione ha asportato la copertura post-calabriana. Spesso sotto quest'ultima, le argille giacciono a pochi metri di profondità. I sedimenti post-calabriani sono essenzialmente di origine continentale e poggiano generalmente in discordanza sui sottostanti depositi marini.

La copertura post-calabriana, di facies deltizia e/o fluvio-lacustre, poggia in discordanza stratigrafica sui depositi marini sottostanti, lungo un piano debolmente inclinato verso la costa adriatica, la cui continuità è più volte interrotta da modesti gradini, verosimilmente prodotti da fasi di stasi del livello del mare durante il Quaternario.

Al margine occidentale, del promontorio garganico, affiorano cordoni litorali formati di sabbie, accumulate dal moto ondoso e dalle correnti marine (in parte rimaneggiate dal vento), che hanno dato origine (sbarrando l'originaria insenatura) al Lago di Lesina.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Nella parte orientale dell'area, infine, affiorano i calcari mesozoici del Promontorio del Gargano che rappresentano il settore maggiormente sollevato dell'intero segmento apulo.

Questo ultimo costituisce il settore di avampaese sia per l'Orogene appenninico a W sia per quello dinarico a E (D'Argenio et alii 19739 Ricchetti, 19809 Ricchetti et alii, 19889 Royden et alii 19789 Doglioni et alii 1994 e Pieri et alii, 1997).

L'avampaese apulo s'individua nel Miocene inferiore in coincidenza della formazione della Catena appenninica, quando la piattaforma apula subduce verso W sotto gli appennini. Il risultato è un'area debolmente inclinata formata da una zona sollevata ed emersa (Gargano, Murge e Salento) e da una zona sommersa nell'adriatico e mar Ionio.

L'intero avampaese apulo corrisponde a una struttura orientata all'incirca WNW–ESE attraversata da numerose faglie dirette sub-parallele a orientazione appenninica e da faglie di trasferimento oblique o perpendicolari.

Queste, l'hanno diviso e segmentato in tre blocchi di cui il Gargano rappresenta quello con livello di sollevamento più marcato. Tale fondamentale struttura è sostanzialmente costituita da:

- **basamento pre-cambrico di natura cristallina;**
- **successione continentale permio triassica;**
- **successione anidritico-dolomitica triassica;**
- **sedimenti di piattaforma carbonatica d'età giurassico cretaceo.**

La successione si chiude con la deposizione di sedimenti, discontinui, terziari e quaternari. Affioramenti di modesto sviluppo area le di sedimenti di età più antica emergono in località Punta delle Pietre Nere/Masseria San Giovanni in Pane (gessi, calcari e calcari marnosi triassici) e limitatissimi lembi di rocce eruttive.

Dal pleistocene medio in poi, l'interazione tra il sollevamento tettonico regionale e le oscillazioni glacio-eustatiche del livello del mare ha favorito la sedimentazione dei depositi marini terrazzati, associati spesso ai depositi eolici.

In base alle interpretazioni di Funicello ed altri, il modello geodinamico di questa porzione di territorio può essere di contro schematizzato con la seguente evoluzione paleogeografico/strutturale:



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

- formazione della piattaforma carbonatica mesozoico-paleogenica;
- frammentazione della piastra Apula con relativa individuazione dell’avanfossa a partire dal Miocene;
- riempimento di questo bacino subsidente durante il Plio-Pleistocene; sollevamento regionale concomitante con oscillazioni glacio - eustatiche del livello del mare e conseguente importante fase di terrazzamento mesopleistocenico / olocenica.

Le varie unità lito-stratigrafiche presenti nella parte più occidentale dell’area sono state interessate da fasi tettoniche mioceniche e plioceniche (Aprile et al., 1979 Di Nocera e Torre, 1987). Queste hanno determinato strutture geologiche complesse con rapporti di sovrapposizione e contatti (stratigrafici e/o tettonici) diversi e variabili da zona a zona.

Il motivo strutturale più evidente è rappresentato da linee tettoniche con direzione NNO-SSE e NE-SO e in tale direzione si sviluppano anche gli assi di ampie strutture plicative, individuate fin dal Miocene medio. Le fasi tettoniche successive non hanno modificato sostanzialmente questi allineamenti strutturali anche se ne hanno accentuati gli effetti coinvolgendo le formazioni plioceniche, determinando sovrascorrimenti e faglie inverse e rendendo tettonici molti dei contatti tra le varie formazioni geologiche.

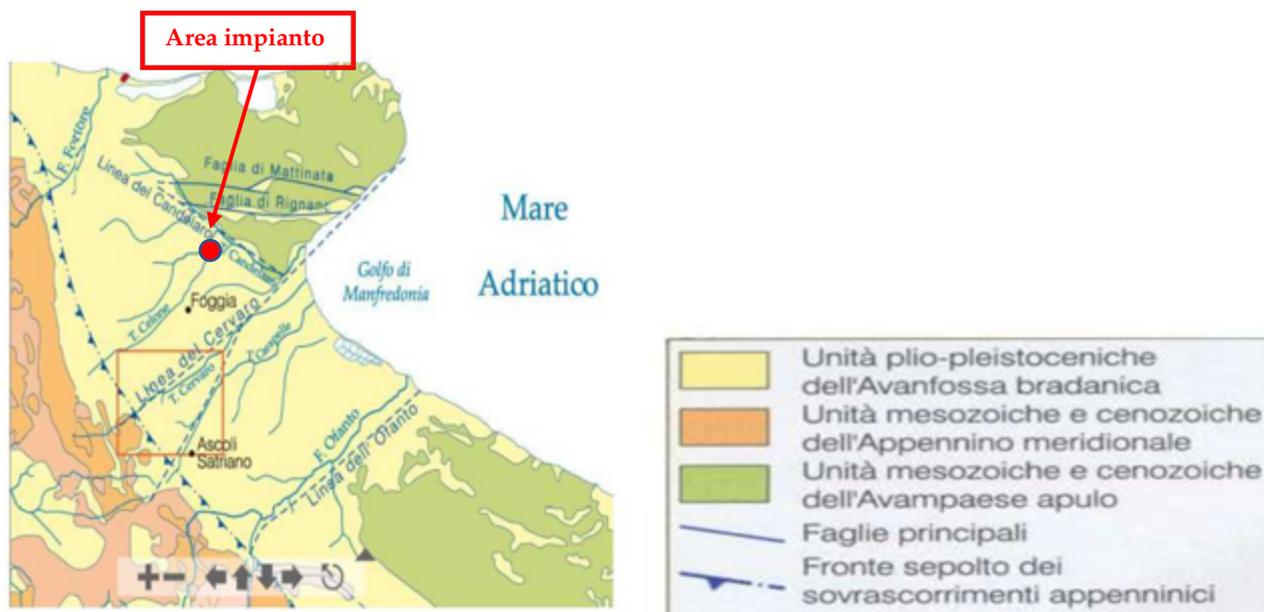


Tavola n. 26: Unità geologiche del Sistema: Catena-Avanfossa-Avanpaese.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE - “GEOLOGICO - TECNICA”

4 Permeabilità dei terreni investigati.

La realizzazione dell’impianto agrovoltaiico le cui stringhe saranno ancorate al terreno mediante pali infissi per battitura, non altera l’attuale permeabilità dei terreni in posto e, congiuntamente, non incide minimamente sul sistema di alimentazione della falda freatica sottostante; altresì, il rimodellamento morfologico previsto in progetto, con i terreni di scavo rivenienti dalla formazione dei cavidotti elettrici, riduce le pendenze esistenti sui terreni evitando “ruscellamenti”, con erosioni areali e permette una maggiore percolazione delle acque verso la sottostante falda freatica superficiale, allocata alla profondità di circa 6,0-6,5 m. dal piano di campagna, là dove esistente.

A tal proposito è evidente che i terreni sottostanti l’impianto fotovoltaico devono possedere caratteristiche granulometriche e di permeabilità tali da permettere il displuvio totale delle acque meteoriche verso la sottostante falda freatica che, come detto, ove presente alloggia nelle sabbie e nei conglomerati poligenici, ove al di sotto è presente un livello impermeabile di argilla.

Per il calcolo della permeabilità dei terreni interessati dalla percolazione delle acque di pioggia, si effettua una o più prove di “permeabilità a carico variabile” in pozzetto, meglio note come Lefranc e condotte secondo le prescrizioni AGI-Roma 1977 (Raccomandazioni e prescrizioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche).

Nella prova a carico variabile è misurata la velocità di riequilibrio del livello idrico, dopo averlo alterato mediante immissione di acqua nel pozzetto e fino a profondità definita.

Le prove a carico variabile si eseguono misurando la velocità di abbassamento, in funzione del tempo, al fine di ottenere il coefficiente di permeabilità K , espresso in cm/s.

In assenza di falda superficiale la prova si esegue saturando preventivamente il terreno da testare; successivamente la prova consiste nell’eseguire alcune letture di livello dell’acqua nel pozzetto (h) a predefiniti intervalli di tempo (t) ed annotando sia il livello dell’acqua e sia il tempo di ciascuna lettura.

Solitamente il pozzetto di calcolo della permeabilità è quadrato, per cui il coefficiente di permeabilità “ K ” è dato, secondo le raccomandazioni dell’Associazione Geotecnica Italiana (AGI – 1977) dall’equazione:



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

$$k = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \frac{1 + \left(\frac{2 \cdot h_m}{b}\right)}{\left(\frac{27 \cdot h_m}{b}\right) + 3}$$

dove:

k = coefficiente di permeabilità (m/s)

b = lato del pozzetto a base quadrata 40 cm;

h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto durante la prova a carico variabile;

h_1, h_2 = altezza dei livelli d'acqua nel foro rispetto al fondo del foro stesso agli istanti t_1 e t_2

t_1, t_2 = tempi ai quali si misurano h_1 e h_2 (sec)

La letteratura geotecnica riporta una classificazione della “permeabilità” dei terreni, come la tabella che segue:

| Grado di permeabilità | Valori di K (m/s) |
|-----------------------|---------------------|
| Alto | $>10^{-3}$ |
| Medio | $10^{-5} - 10^{-5}$ |
| Basso | $10^{-5} - 10^{-7}$ |
| Molto basso | $10^{-7} - 10^{-9}$ |
| Impermeabile | $<10^{-9}$ |

Fatto salvo che in questa fase, per motivi connessi alla coltivazione dei terreni, non è stato possibile effettuare le richiamate prove Lefranc e che queste verranno, eventualmente, effettuate in fase di realizzazione dell'opera, è possibile affermare, dall'esperienza acquisita dallo scrivente in 7 lustri di attività geotecnica, che i terreni in studio, a forte componente sabbiosa, posti sotto il terreno vegetale, presentano una permeabilità “K- alta”.

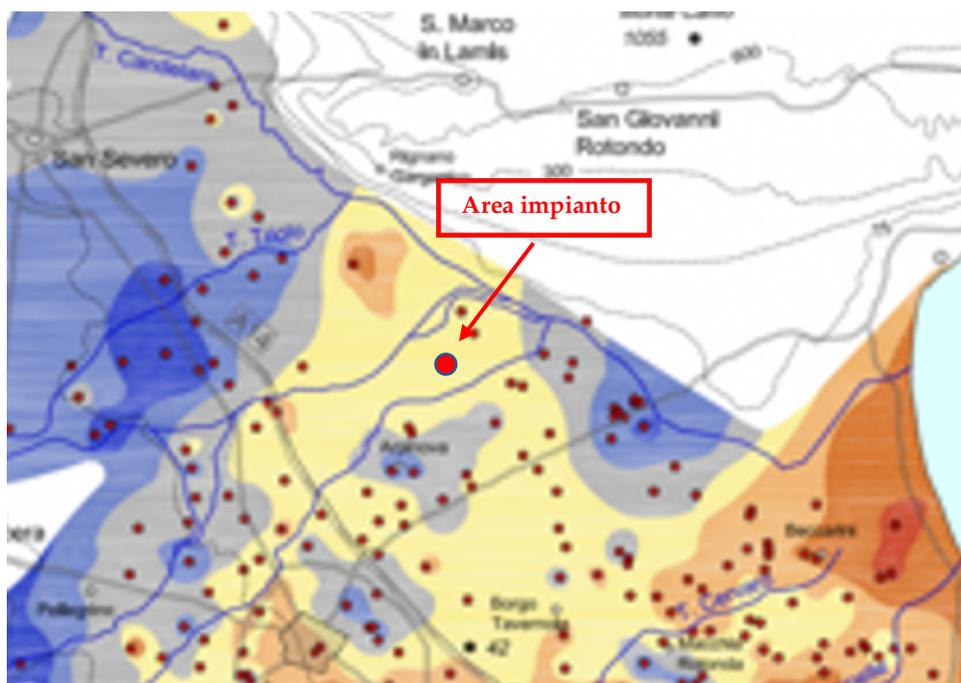
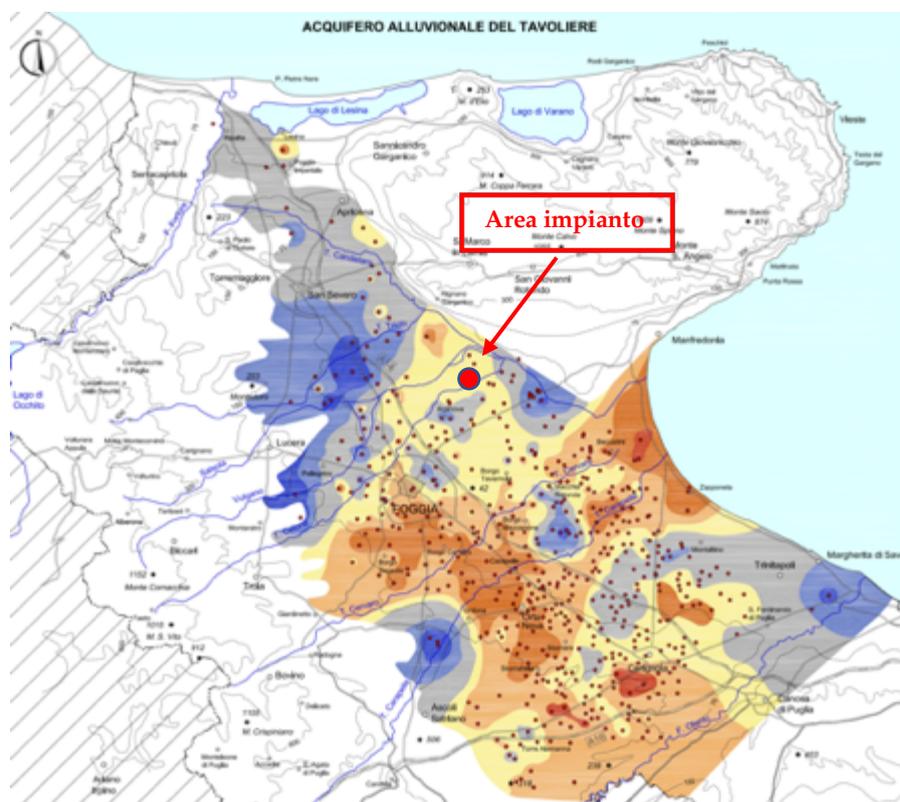
Soccorrono per tale motivo gli studi sviluppati dal ISPRA che aiutano ad identificare le permeabilità delle aree d'interesse; di seguito alla Tavola n. 29 ed all'ingrandimento della tavola n. 30, si propone la slide relativa alle permeabilità dell'area di studio e relativa legenda.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”



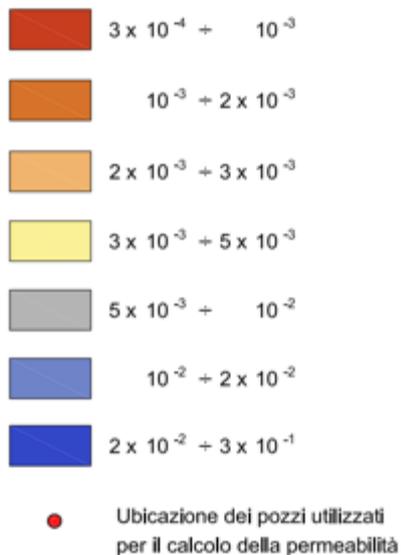


COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

ACQUIFERO ALLUVIONALE DEL TAVOLIERE
Coefficiente di permeabilità K (cm/s)



Tavole n. 27 e 28: Permeabilità dell'area d'interesse secondo ISPRA.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

5 Categoria di sottosuolo.

L’attuale normativa sismica si fonda sull’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20.03.2003 pubblicata sulla G.U. n° 105 del 08.05.2003 recante “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zone sismiche*”. L’O.P.C.M. n° 3274/2003 rappresenta un primo tentativo di allineamento della normativa italiana con quella europea dato che esso si ispira completamente all’Eurocodice 8.

In prima fase di applicazione dell’ordinanza e fino alla formale individuazione e riclassificazione delle zone sismiche delle singole regioni, tale ordinanza, individua 4 nuove zone sismiche da 1 (maggiore pericolo) a 4 (minore pericolo) nelle quali suddivide l’intero territorio nazionale in relazione all’intensità e frequenza dei terremoti del passato.

A differenza della precedente classificazione, con l’O.P.C.M. n° 3274/2003, sparisce il territorio “non classificato”, e viene introdotta la zona 4.

Secondo tale provvedimento legislativo, tutti i comuni italiani sono stati classificati in 4 categorie principali, indicative del loro rischio sismico, calcolato in base al PGA, Peak Ground Acceleration, cioè il valore di accelerazione massima del suolo (picco di accelerazione al suolo) misurata nel corso di un terremoto o attesa in un determinato sito che tiene conto dell’influenza degli eventuali effetti di amplificazione del moto sismico dovuti alle caratteristiche del sottosuolo o alla topografia.

- **Zona 1** (identificata nella carta della “Classificazione sismica del territorio nazionale” con il colore **ROSSO**): Sismicità alta Identifica la zona più pericolosa dove “possono verificarsi fortissimi terremoti” (PGA oltre 0,25 g).
- **Zona 2** (identificata nella carta della “Classificazione sismica del territorio nazionale” con il colore **ARANCIONE**): Sismicità medio-alta In questa zona possono verificarsi forti terremoti (PGA fra 0,15 e 0,25 g).
- **Zona 3** (identificata nella carta della “Classificazione sismica del territorio nazionale” con il colore **GIALLO**): Sismicità medio-bassa In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari (PGA fra 0,05 e 0,15 g).



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

- **Zona 4** (identificata nella carta della “*Classificazione sismica del territorio nazionale con il colore GRIGIO*”): Sismicità bassa È la zona meno pericolosa (PGA inferiore a 0,05 g).

L’O.P.C.M. n° 3274/2003 attribuisce alle singole regioni la facoltà di introdurre o meno l’obbligo della progettazione antisismica in opere da edificare in zona 4 ad eccezione delle tipologie di edifici ed opere strategiche e rilevanti ai fini di protezione civile e del collasso degli stessi ove sussiste comunque l’obbligo di progettazione antisismica anche in zona 4. In seguito con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3519 del 28 aprile 2006, è stato adottato un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale, fornendo alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche. Nel rispetto degli indirizzi e criteri stabiliti a livello nazionale, alcune Regioni hanno classificato il territorio nelle quattro zone proposte, altre Regioni hanno classificato diversamente il proprio territorio, ad esempio adottando solo tre zone (zona 1, 2 e 3) e introducendo, in alcuni casi, delle sottozone per meglio adattare le norme alle caratteristiche di sismicità.

La Regione Puglia, con Deliberazione di Giunta n° 153 del 02.03.2004 pubblicata sul B.U.R.P. n° 33 del 18.03.2004, in recepimento della previgente normativa statale ha, provveduto alla classificazione sismica dell’intero territorio pugliese, elencando i comuni ricadenti nelle zone sismiche 1, 2, 3 e 4, nonché individuando le tipologie di edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità, durante gli eventi sismici assumeva rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile, nonché degli edifici e delle opere infrastrutturali che potevano assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso, così come distinti negli elenchi “A” e “B”, allegati alla medesima delibera n° 153/04. Contestualmente, stabiliva, “*sino ad eventuale diversa determinazione*” l’insussistenza dell’obbligo “della progettazione antisismica per gli edifici e le opere da realizzare sul territorio pugliese classificato in zona sismica 4”, eccezion fatta per gli edifici di interesse strategico e/o rilevanti di cui ai suddetti elenchi “A” e “B”, per i quali erano immediatamente applicabili i disposti normativi introdotti dalla citata O.P.C.M. n° 3274/03 e s.m.i., di cui all’O.P.C.M. n° 3316/03.

A seguito dell’anticipazione alla data dell’01.07.2009 dell’entrata in vigore delle Norme Tecniche, approvate con D.M. 14.01.2008, in conseguenza degli eventi sismici



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

avvenuti in Abruzzo, al fine di meglio tutelare la pubblica e privata incolumità, la Regione Puglia con D.G.R. n. 1626 del 15 settembre 2009 ha ritenuto opportuno l'estensione dell'obbligo della progettazione antisismica anche per le costruzioni private da realizzare in zona sismica classificata “4”, modificando quanto precedentemente previsto, nella fattispecie, dalla succitata delibera di G.R. n° 153/04. Pertanto, per tutte le tipologie di fabbricati ricadenti in siti classificati come zona sismica 4, il riferimento normativo è da ricondursi al disposto di cui al cap. 2 punto 2.7 delle Norme Tecniche di cui al D.M. 14.01.2008 come aggiornate dal D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”, nonché al capitolo C7 della relativa circolare esplicativa ministeriale 02 febbraio 2009 n° 617.

Di seguito la “mappa sismogenetica” dell'I.N.G.V. dalla quale si evince la mancanza di aree sismogenetiche nell'area del Salento e sulla piattaforma carbonatica.

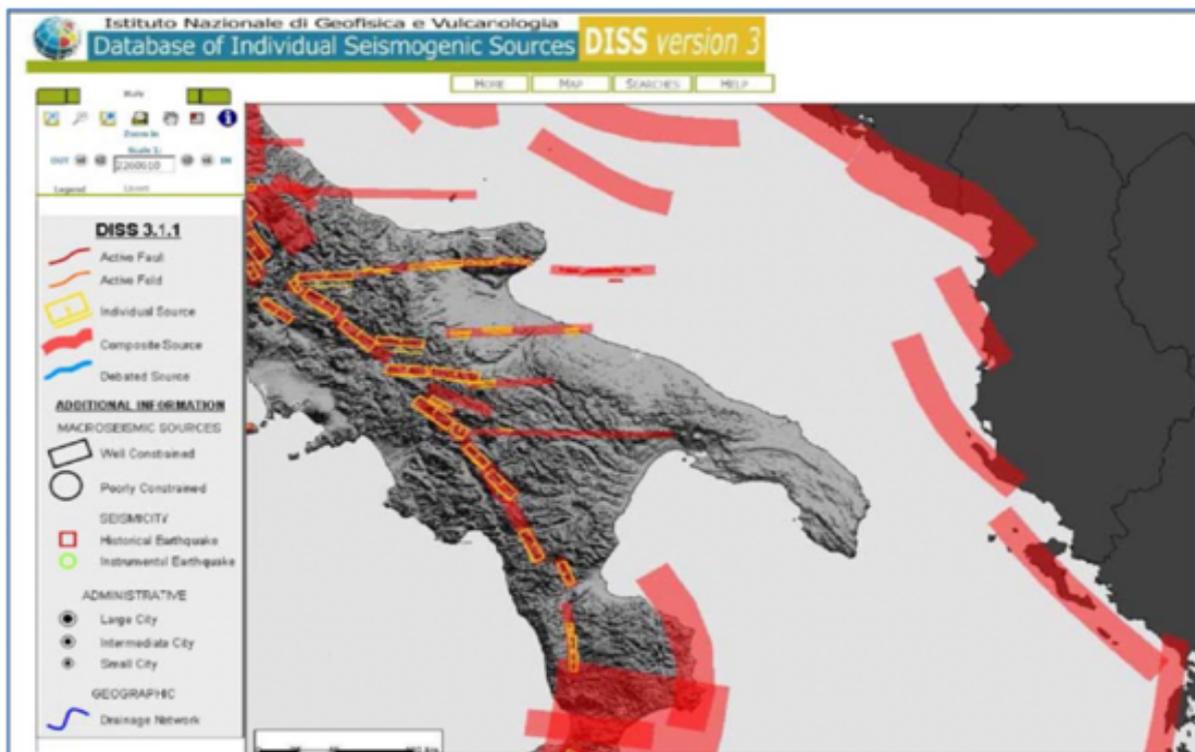


Tavola n. 29: mappa sismogenetica della Puglia.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

La situazione è del tutto differente nell’area della Capitanata e quindi del “*Tavoliere della Puglia*” ove la sismicità è elevata ed è legata alla dinamica tettonica ed orogenetica dell’appennino meridionale e delle relative aree di Avanpaese ed Avanfossa.

Il territorio comunale di San Marco in Lamis risente pienamente delle richiamate azioni tettoniche a grande sviluppo di energia e, per tale ragione, è classificata di 2^a Categoria (Zona 2), come riportato nella successiva tavola n. 30.



Tavola n. 30: mappa sismogenetica del Tavoliere e del Gargano.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

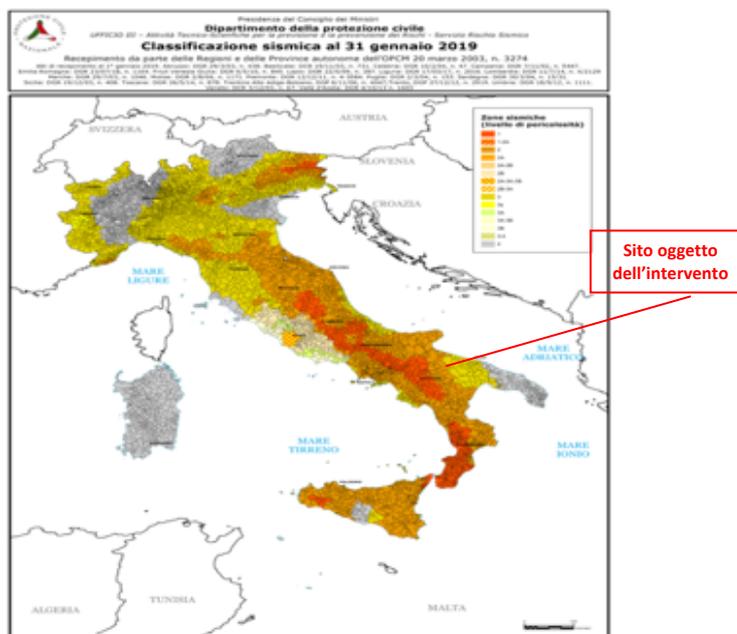


Tavola n. 31: Classificazione sismica del territorio nazionale aggiornata al 2015

(<http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/classificazione.wp>)

5.1 Definizione categoria di sottosuolo

In ottemperanza a quanto prescritto dal D.M. 14.01.2008 “*Norme Tecniche per le Costruzioni*” come aggiornate dal D.M. 17 gennaio 2018 “*Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni*”, ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l’effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 del D.M. 17 gennaio 2018 (NTC 2018); tali analisi verranno effettuate nell’ambito del progetto definitivo, in quanto non necessarie in questa procedura di VIA

In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II di cui al D.M. 17 gennaio 2018 come sotto riportata, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE - “GEOLOGICO - TECNICA”

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l’utilizzo dell’approccio semplificato

| CATEGORIA | DESCRIZIONE |
|-----------|--|
| A | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m. |
| B | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s. |
| C | 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. |
| D | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s. |
| E | Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m. |

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo (si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso), ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dalla seguente espressione

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

dove:

h_i = spessore dell’i-esimo strato;



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

$V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell’*i*-esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell’opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

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

Il profilo delle velocità equivalenti di propagazione delle onde di taglio $V_{S,eq}$ risulta necessario per:

- valutare l’azione sismica di progetto al livello delle fondazioni di qualunque struttura;
- valutare il rischio di liquefazione del terreno in sito;
- valutare rischi di instabilità dei pendii e/o delle opere di sostegno;
- valutare i cedimenti dei rilevati stradali, delle opere di sostegno, delle fondazioni degli edifici;
- valutare la trasmissione delle vibrazioni generate dai treni, dalle macchine vibranti, dalle esplosioni in superficie o in sottoterraneo, dal traffico veicolare.

Le azioni sismiche delle cinque categorie di sottosuolo descritte nella tabella 3.2.II sopra riportata, sono definite al § 3.2.3 delle NTC 2018.

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

5.2 Definizione categoria di sottosuolo locale

Per la definizione della categoria di sottosuolo, come anticipato al capitolo precedente, ci si è riferiti alle risultanze di una campagna di indagine di prospezione sismica dei terreni a mezzo di N° 1 indagini sismiche con metodologia **Re.Mi. (Refraction Microtremor)** e N° 1 indagine sismiche con metodologia **MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)** eseguite con sismografo DoReMi RS232 a 12 canali e 16 bit della SARA Electronic Instruments con geofoni a 4.5 Hz, attraverso N° 1 stendimenti di lunghezza pari a 44,0 mt con distanza geofonica pari a 4,0 mt, elaborate per mezzo del software MASW ver. 4.1.0.0.

L'**analisi sismica** di sito, effettuata tramite l'utilizzo di antenne sismiche e metodologie **Re.Mi. (Refraction Microtremor)** e **MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)**, consente di determinare il profilo di rigidità del sito (velocità delle onde di taglio S) tramite la misura di velocità di propagazione delle onde di superficie (onde di Rayleigh) ed un successivo processo di inversione. Le sorgenti sismiche sono rappresentate da una sorgente sismica passiva "rumori ambientali", o microtremori, costantemente generati da disturbi naturali o artificiali per la prova con metodologie **Re.Mi. (Refraction Microtremor)** e da una sorgente sismica attiva, quale una mazza del peso di 5 kg battente verticalmente su una piastra circolare in acciaio del diametro di 220 mm, per la prova con metodologie **MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)**.

Le metodologie sopra riportate permettono altresì di definire il parametro $V_{s_{eq}}$ utile per la classificazione dei terreni nelle categorie di suolo da utilizzare in seguito per la progettazione delle costruzioni secondo la normativa antisismica.

L'elaborazione del segnale consiste nell'operare una trasformata bidimensionale "slowness-frequency" (p-f), che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni (orizzontale e verticale) della linea sismica, e nel rappresentarne poi lo spettro di potenza su un grafico p-f (Fig. 1.2).



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

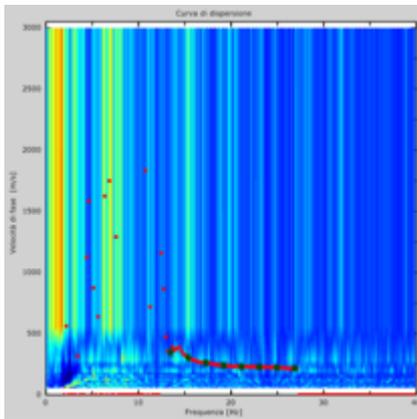
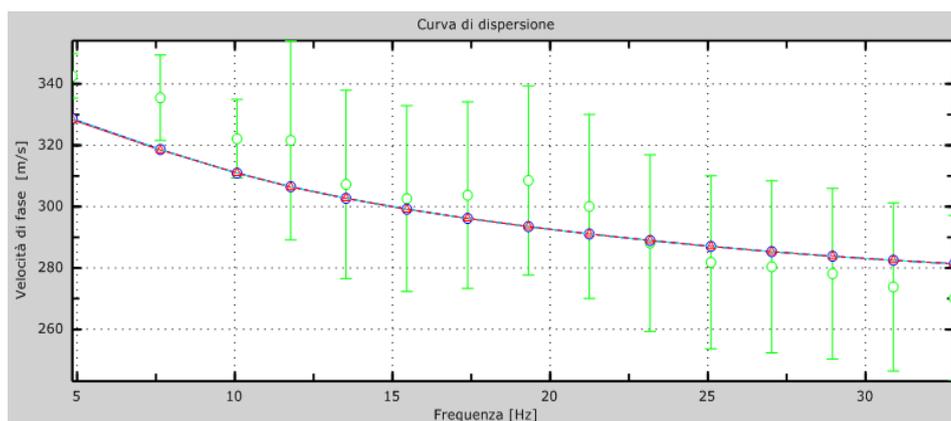


Fig. 1.2: Esempio di spettro di potenza p-f con picking.

Nell'immagine, riportata sopra, sono evidenziati gli andamenti che possiedono sia una spiccata coerenza di fase che una potenza rilevante, e ciò consente un riconoscimento visivo delle onde di Rayleigh in quanto queste presentano un carattere dispersivo rispetto a quelle riconducibili ad altre modalità e tipi d'onda.

Sullo spettro di frequenza è eseguito un “picking” (soprassegno con quadratini neri) attribuendo ad un certo numero di punti una o più slowness (inverso della velocità di fase) per alcune frequenze (Fig. 1.2).

Tali valori poi sono riportati su di un diagramma periodo-velocità di fase (Fig. 1.3) per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello interpretativo.



Variando la geometria del modello interpretativo ed i valori di velocità delle onde “S” si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione, rappresentata con il colore magenta nella figura 3; si consegue un buon fitting con i valori sperimentali e si assume tale modello come interpretativo.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Lo studio dello spettro di potenza permette in definitiva la ricostruzione di un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, con le velocità delle onde di superficie “S” (esprese in m/s) e la profondità (espressa in metri); di seguito alcune foto della prova.



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Fig. 1.4: Documentazione fotografica Indagini Sismiche Re.MI.-MASW

RESTITUZIONE GRAFICA INDAGINE RE.MI. - MASW



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

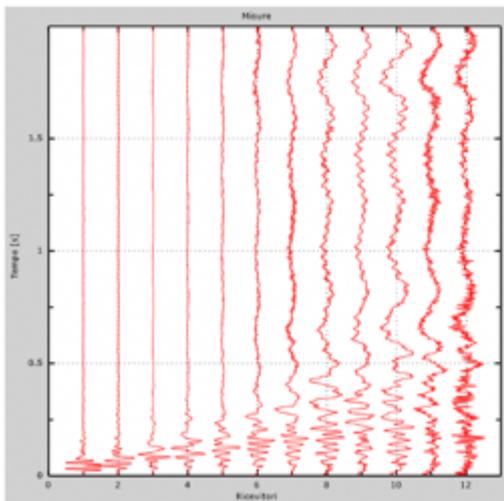


Fig. 1.5 Tracce sperimentali MASW

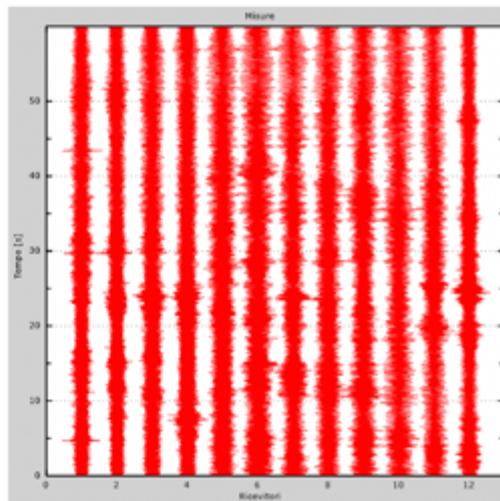


Fig. 1.6 Tracce sperimentali RE.MI

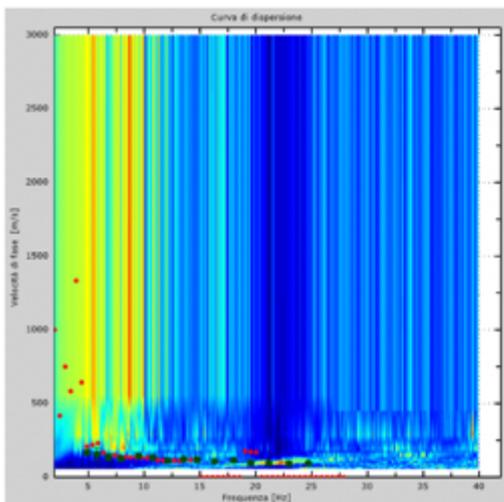


Fig. 1.6 Curva di dispersione nel piano f-p

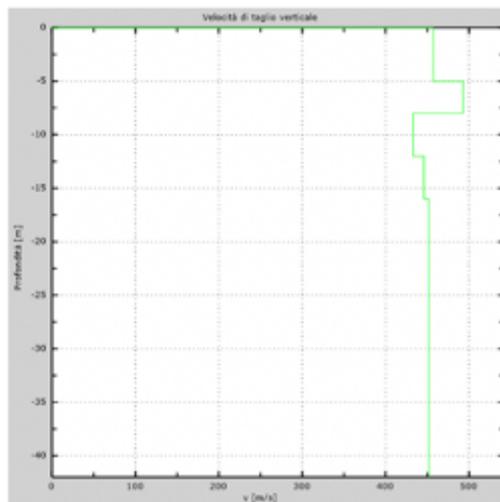


Fig. 1.7 Profilo Vs numerico

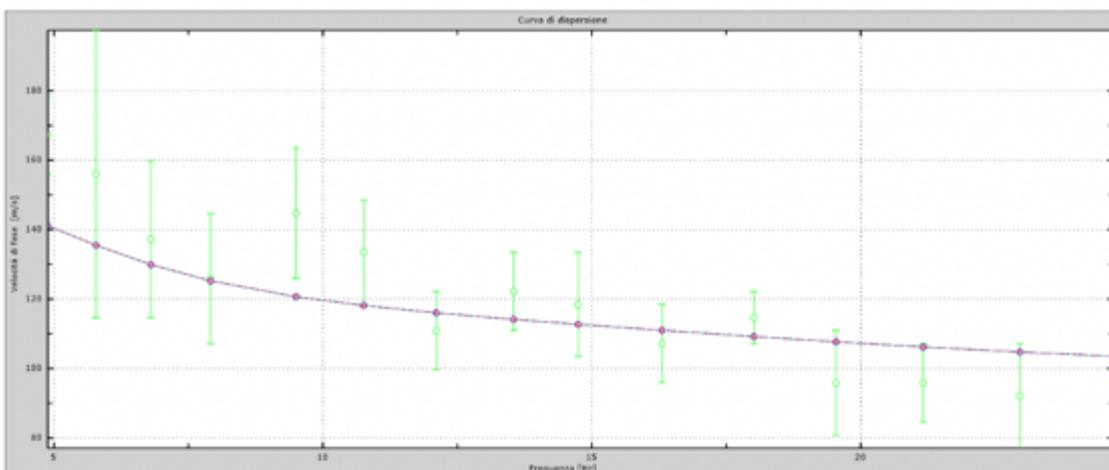


Fig. 1.8 Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Dall'analisi sismica in sito effettuata tramite la metodologia **Re.Mi. (Refraction Microtremor)** e **MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)** di cui sopra, ci si è ricavati un valore della velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ sulla base della quale è possibile classificare il sottosuolo di fondazione come segue:

Tabella: Classificazione della categoria di sottosuolo

| $V_{s,eq}$ (m/s) | Descrizione | Stima categori a sottosu olo |
|---------------------|--|--|
| 164,00 | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s. | D |

5.2.1 Condizioni topografiche.

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III - NTC-2018):

Tabella 3.2.III – Categorie topografiche

| CATEGORIA | CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA |
|-----------|---|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$ |

Trovandoci in condizioni superficiali semplici sulla base di quanto sopra esposto, è possibile classificare le condizioni topografiche dell'area indagata come rientranti nella categoria T1 “Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ”.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

6 Prove penetrometriche effettuate su area imposta impianto.

Per la definizione delle caratteristiche geotecniche dei depositi indagati è stata eseguita una campagna di indagine di prospezione geologica dei terreni per mezzo di **N° 2 Prove Penetrometriche Dinamiche Superpesanti** (Dynamic Probing Super Heavy) all'interno della sagoma di ingombro delle opere in progetto.

La prova penetrometrica dinamica consiste nel misurare la resistenza alla penetrazione di una punta conica, infissa per battitura nel terreno, per mezzo di un idoneo dispositivo di percussione, secondo una procedura standardizzata.

Le prove in sito sono state effettuate utilizzando un penetrometro dinamico modello DPSH63 della GEO DEEP DRILL, con attrezzatura superpesante, DPSH (peso massa battente $M \geq 60$ kg), eseguite secondo lo standard DIN 4094 (la prova consiste nell'infiggere la punta conica nel terreno, per tratti consecutivi di 20 cm, misurando il numero di colpi N20 necessari).

| Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH63-73 GEO DEEP DRILL | |
|--|--------------------|
| Rif. Norme | DIN 4094 |
| Peso Massa battente | 63,5 Kg |
| Altezza di caduta libera | 0,75 m |
| Peso sistema di battuta | 8 Kg |
| Diametro punta conica | 50,46 mm |
| Area di base punta | 20 cm ² |
| Lunghezza delle aste | 1 m |
| Peso aste a metro | 6,3 Kg/m |
| Profondità giunzione prima asta | 0,80 m |
| Avanzamento punta | 0,20 m |
| Numero colpi per punta | N(20) |
| Rivestimento/fanghi | No |
| Angolo di apertura punta | 60° |



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”



La resistenza opposta dal terreno alla punta conica viene correlata alle caratteristiche fisico-meccaniche e portanti del terreno, consentendo inoltre di riconoscere, con buona approssimazione, la stratigrafia del sottosuolo; il tutto fino alla profondità a cui la resistenza del terreno è tale da non permetterne più l’infissione (rigetto della punta).

Per il riconoscimento ed il calcolo delle più significative caratteristiche fisico-meccaniche del terreno di fondazione, sono state elaborate le norme relative al penetrometro superpesante medio italiano usato per le prove (DPSH63 della GEO DEEP DRILL).

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt}. Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Dove:



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI
POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO
“SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

$$\beta_i = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

Dove:

M = peso massa battente.

M' = peso aste.

H = altezza di caduta.

A = area base punta conica.

D = passo di avanzamento.

Attraverso la nota “Formula degli Olandesi”, di seguito riportata, ci si ricava la resistenza dinamica alla punta (altrimenti detta resistenza di rottura dinamica alla punta) (R_{pd}), parametro caratteristico dello stato di addensamento di un terreno incoerente e della consistenza di un terreno coesivo.

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Dove:

R_{pd} = resistenza dinamica punta;

A = sezione della punta conica;

e = infissione media per colpo (20 / N) = 20 / N cm (con N corrispondente al n° di colpi per ogni approfondimento di 20 cm);

M = peso massa battente (maglio)

H = altezza caduta massa battente;

P = peso totale aste e sistema battuta.

La resistenza dinamica alla punta (R_{pd}) è correlata alla pressione ammissibile specifica sull'interstrato (Q_{ad} altrimenti detta portanza) (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20 ÷ 22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione d = 1 m.

$$Q_{ad} = \frac{R_{pd}}{[20 \div 22]}$$



**COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)**

**PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI
POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO
“SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).**

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Dall’elaborazione delle risultanze delle prove penetrometriche dinamiche, attraverso l’utilizzo del software Dynamic Probing versione 2022.26.5.1054 ci si è ricavati i principali parametri fisico meccanici che caratterizzano il modello geotecnico dei depositi indagati, di cui al capitolo 10. Si riportano di seguito le risultanze delle indagini eseguite.

DINAMIC PROBING SUPER HEAVY N° 1

Strumento utilizzato: **DPSH63-73 GEO DEEP DRILL (superpesante)**
Prova eseguita in data: **02/07/2021**
Profondità prova: **9,00 mt**
Falda (profondità dal p.c.): **NON RILEVATA**
Certificato **Nr. 1 del 06.07.2021**
Codice commessa nr. **30/2021GT**
Tipo elaborazione nr. colpi **Medio**

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²) | Res. dinamica (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) |
|----------------|-----------|------------------------------------|---|-------------------------------------|--|--|
| 0.20 | 2 | 0.855 | 16.61 | 19.44 | 0.83 | 0.97 |
| 0.40 | 5 | 0.851 | 41.34 | 48.59 | 2.07 | 2.43 |
| 0.60 | 10 | 0.847 | 82.31 | 97.18 | 4.12 | 4.86 |
| 0.80 | 9 | 0.843 | 73.76 | 87.46 | 3.69 | 4.37 |
| 1.00 | 9 | 0.840 | 67.94 | 80.91 | 3.40 | 4.05 |
| 1.20 | 9 | 0.836 | 67.66 | 80.91 | 3.38 | 4.05 |
| 1.40 | 9 | 0.833 | 67.39 | 80.91 | 3.37 | 4.05 |
| 1.60 | 9 | 0.830 | 67.12 | 80.91 | 3.36 | 4.05 |
| 1.80 | 9 | 0.826 | 66.86 | 80.91 | 3.34 | 4.05 |
| 2.00 | 10 | 0.823 | 68.85 | 83.63 | 3.44 | 4.18 |
| 2.20 | 11 | 0.820 | 75.45 | 92.00 | 3.77 | 4.60 |
| 2.40 | 10 | 0.817 | 68.34 | 83.63 | 3.42 | 4.18 |
| 2.60 | 8 | 0.814 | 54.48 | 66.91 | 2.72 | 3.35 |
| 2.80 | 8 | 0.811 | 54.29 | 66.91 | 2.71 | 3.35 |
| 3.00 | 6 | 0.809 | 37.94 | 46.91 | 1.90 | 2.35 |
| 3.20 | 4 | 0.806 | 25.21 | 31.27 | 1.26 | 1.56 |
| 3.40 | 4 | 0.803 | 25.13 | 31.27 | 1.26 | 1.56 |
| 3.60 | 6 | 0.801 | 37.57 | 46.91 | 1.88 | 2.35 |
| 3.80 | 4 | 0.798 | 24.97 | 31.27 | 1.25 | 1.56 |
| 4.00 | 5 | 0.796 | 29.22 | 36.70 | 1.46 | 1.84 |
| 4.20 | 4 | 0.794 | 23.30 | 29.36 | 1.17 | 1.47 |
| 4.40 | 5 | 0.791 | 29.05 | 36.70 | 1.45 | 1.84 |
| 4.60 | 4 | 0.789 | 23.17 | 29.36 | 1.16 | 1.47 |
| 4.80 | 4 | 0.787 | 23.11 | 29.36 | 1.16 | 1.47 |
| 5.00 | 4 | 0.785 | 21.72 | 27.67 | 1.09 | 1.38 |
| 5.20 | 5 | 0.783 | 27.08 | 34.59 | 1.35 | 1.73 |
| 5.40 | 4 | 0.781 | 21.61 | 27.67 | 1.08 | 1.38 |
| 5.60 | 5 | 0.779 | 26.95 | 34.59 | 1.35 | 1.73 |
| 5.80 | 5 | 0.777 | 26.88 | 34.59 | 1.34 | 1.73 |
| 6.00 | 6 | 0.775 | 30.43 | 39.24 | 1.52 | 1.96 |
| 6.20 | 7 | 0.774 | 35.42 | 45.78 | 1.77 | 2.29 |
| 6.40 | 8 | 0.772 | 40.39 | 52.32 | 2.02 | 2.62 |



**COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)**

**PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI
POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO
“SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).**

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²) | Res. dinamica (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) |
|----------------|-----------|--|---|--|--|---|
| 6.60 | 9 | 0.770 | 45.34 | 58.86 | 2.27 | 2.94 |
| 6.80 | 9 | 0.769 | 45.25 | 58.86 | 2.26 | 2.94 |
| 7.00 | 11 | 0.767 | 52.34 | 68.22 | 2.62 | 3.41 |
| 7.20 | 12 | 0.766 | 56.98 | 74.43 | 2.85 | 3.72 |
| 7.40 | 14 | 0.714 | 62.01 | 86.83 | 3.10 | 4.34 |
| 7.60 | 16 | 0.713 | 70.73 | 99.24 | 3.54 | 4.96 |
| 7.80 | 17 | 0.711 | 75.00 | 105.44 | 3.75 | 5.27 |
| 8.00 | 19 | 0.710 | 79.55 | 112.05 | 3.98 | 5.60 |
| 8.20 | 21 | 0.659 | 81.56 | 123.85 | 4.08 | 6.19 |
| 8.40 | 21 | 0.657 | 81.40 | 123.85 | 4.07 | 6.19 |
| 8.60 | 23 | 0.656 | 88.98 | 135.64 | 4.45 | 6.78 |
| 8.80 | 24 | 0.655 | 92.67 | 141.54 | 4.63 | 7.08 |
| 9.00 | 23 | 0.653 | 84.49 | 129.29 | 4.22 | 6.46 |



DINAMIC PROBING SUPER HEAVY N° 2

Strumento utilizzato: **DPSH63-73 GEO DEEP DRILL (superpesante)**
Prova eseguita in data: **02/07/2021**
Profondità prova: **9,00 mt**
Falda (profondità dal p.c.): **NON RILEVATA**
Certificato **Nr. 2 del 06.07.2021**
Codice commessa nr. **30/2021GT**
Tipo elaborazione nr. colpi **Medio**



**COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)**

**PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI
POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO
“SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).**

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²) | Res. dinamica (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) |
|----------------|-----------|--|---|--|--|---|
| 0.20 | 4 | 0.855 | 33.22 | 38.87 | 1.66 | 1.94 |
| 0.40 | 6 | 0.851 | 49.61 | 58.31 | 2.48 | 2.92 |
| 0.60 | 10 | 0.847 | 82.31 | 97.18 | 4.12 | 4.86 |
| 0.80 | 10 | 0.843 | 81.95 | 97.18 | 4.10 | 4.86 |
| 1.00 | 9 | 0.840 | 67.94 | 80.91 | 3.40 | 4.05 |
| 1.20 | 8 | 0.836 | 60.14 | 71.92 | 3.01 | 3.60 |
| 1.40 | 8 | 0.833 | 59.90 | 71.92 | 2.99 | 3.60 |
| 1.60 | 9 | 0.830 | 67.12 | 80.91 | 3.36 | 4.05 |
| 1.80 | 12 | 0.826 | 89.14 | 107.88 | 4.46 | 5.39 |
| 2.00 | 10 | 0.823 | 68.85 | 83.63 | 3.44 | 4.18 |
| 2.20 | 8 | 0.820 | 54.87 | 66.91 | 2.74 | 3.35 |
| 2.40 | 8 | 0.817 | 54.67 | 66.91 | 2.73 | 3.35 |
| 2.60 | 8 | 0.814 | 54.48 | 66.91 | 2.72 | 3.35 |
| 2.80 | 8 | 0.811 | 54.29 | 66.91 | 2.71 | 3.35 |
| 3.00 | 6 | 0.809 | 37.94 | 46.91 | 1.90 | 2.35 |
| 3.20 | 6 | 0.806 | 37.81 | 46.91 | 1.89 | 2.35 |
| 3.40 | 6 | 0.803 | 37.69 | 46.91 | 1.88 | 2.35 |
| 3.60 | 4 | 0.801 | 25.05 | 31.27 | 1.25 | 1.56 |
| 3.80 | 6 | 0.798 | 37.45 | 46.91 | 1.87 | 2.35 |
| 4.00 | 4 | 0.796 | 23.37 | 29.36 | 1.17 | 1.47 |
| 4.20 | 6 | 0.794 | 34.96 | 44.04 | 1.75 | 2.20 |
| 4.40 | 4 | 0.791 | 23.24 | 29.36 | 1.16 | 1.47 |
| 4.60 | 8 | 0.789 | 46.35 | 58.72 | 2.32 | 2.94 |
| 4.80 | 8 | 0.787 | 46.22 | 58.72 | 2.31 | 2.94 |
| 5.00 | 8 | 0.785 | 43.44 | 55.34 | 2.17 | 2.77 |
| 5.20 | 8 | 0.783 | 43.33 | 55.34 | 2.17 | 2.77 |
| 5.40 | 7 | 0.781 | 37.82 | 48.42 | 1.89 | 2.42 |
| 5.60 | 8 | 0.779 | 43.12 | 55.34 | 2.16 | 2.77 |
| 5.80 | 4 | 0.777 | 21.51 | 27.67 | 1.08 | 1.38 |
| 6.00 | 8 | 0.775 | 40.57 | 52.32 | 2.03 | 2.62 |
| 6.20 | 6 | 0.774 | 30.36 | 39.24 | 1.52 | 1.96 |
| 6.40 | 6 | 0.772 | 30.29 | 39.24 | 1.51 | 1.96 |
| 6.60 | 6 | 0.770 | 30.23 | 39.24 | 1.51 | 1.96 |
| 6.80 | 6 | 0.769 | 30.17 | 39.24 | 1.51 | 1.96 |
| 7.00 | 5 | 0.767 | 23.79 | 31.01 | 1.19 | 1.55 |
| 7.20 | 6 | 0.766 | 28.49 | 37.21 | 1.42 | 1.86 |
| 7.40 | 7 | 0.764 | 33.18 | 43.42 | 1.66 | 2.17 |
| 7.60 | 7 | 0.763 | 33.11 | 43.42 | 1.66 | 2.17 |
| 7.80 | 7 | 0.761 | 33.05 | 43.42 | 1.65 | 2.17 |
| 8.00 | 7 | 0.761 | 33.05 | 43.42 | 1.64 | 2.17 |
| 8.20 | 12 | 0.759 | 53.68 | 70.77 | 2.68 | 3.54 |
| 8.40 | 12 | 0.757 | 53.59 | 70.77 | 2.68 | 3.54 |
| 8.60 | 14 | 0.706 | 58.29 | 82.56 | 2.91 | 4.13 |
| 8.80 | 12 | 0.755 | 53.41 | 70.77 | 2.67 | 3.54 |
| 9.00 | 10 | 0.753 | 42.35 | 56.21 | 2.12 | 2.81 |



**COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)**

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²) | Res. dinamica (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) |
|--|-----------|---|---|-------------------------------------|--|--|
|  | |  | | | | |

MODELLO GEOTECNICO SPT

Profondità prova:
Falda (profondità dal p.c.):
Codice commessa nr.

9,00 mt
NON RILEVATA
30/2021GT

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²) | Res. dinamica (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) |
|----------------|-----------|------------------------------------|---|-------------------------------------|--|--|
| 0.20 | 2 | 0.855 | 16.61 | 19.44 | 0.83 | 0.97 |
| 0.40 | 2 | 0.851 | 16.54 | 19.44 | 0.83 | 0.97 |
| 0.60 | 2 | 0.847 | 16.46 | 19.44 | 0.82 | 0.97 |
| 0.80 | 4 | 0.843 | 32.78 | 38.87 | 1.64 | 1.94 |
| 1.00 | 4 | 0.840 | 30.20 | 35.96 | 1.51 | 1.80 |
| 1.20 | 4 | 0.836 | 30.07 | 35.96 | 1.50 | 1.80 |
| 1.40 | 4 | 0.833 | 29.95 | 35.96 | 1.50 | 1.80 |
| 1.60 | 4 | 0.830 | 29.83 | 35.96 | 1.49 | 1.80 |
| 1.80 | 4 | 0.826 | 29.71 | 35.96 | 1.49 | 1.80 |
| 2.00 | 4 | 0.823 | 27.54 | 33.45 | 1.38 | 1.67 |
| 2.20 | 4 | 0.820 | 27.44 | 33.45 | 1.37 | 1.67 |
| 2.40 | 4 | 0.817 | 27.34 | 33.45 | 1.37 | 1.67 |
| 2.60 | 4 | 0.814 | 27.24 | 33.45 | 1.36 | 1.67 |
| 2.80 | 4 | 0.811 | 27.14 | 33.45 | 1.36 | 1.67 |
| 3.00 | 4 | 0.809 | 25.29 | 31.27 | 1.26 | 1.56 |
| 3.20 | 4 | 0.806 | 25.21 | 31.27 | 1.26 | 1.56 |
| 3.40 | 4 | 0.803 | 25.13 | 31.27 | 1.26 | 1.56 |
| 3.60 | 4 | 0.801 | 25.05 | 31.27 | 1.25 | 1.56 |
| 3.80 | 4 | 0.798 | 24.97 | 31.27 | 1.25 | 1.56 |



**COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)**

**PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI
POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO
“SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).**

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²) | Res. dinamica (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²) |
|----------------|-----------|------------------------------------|---|-------------------------------------|--|--|
| 4.00 | 4 | 0.796 | 23.37 | 29.36 | 1.17 | 1.47 |
| 4.20 | 4 | 0.794 | 23.30 | 29.36 | 1.17 | 1.47 |
| 4.40 | 4 | 0.791 | 23.24 | 29.36 | 1.16 | 1.47 |
| 4.60 | 4 | 0.789 | 23.17 | 29.36 | 1.16 | 1.47 |
| 4.80 | 4 | 0.787 | 23.11 | 29.36 | 1.16 | 1.47 |
| 5.00 | 4 | 0.785 | 21.72 | 27.67 | 1.09 | 1.38 |
| 5.20 | 4 | 0.783 | 21.66 | 27.67 | 1.08 | 1.38 |
| 5.40 | 4 | 0.781 | 21.61 | 27.67 | 1.08 | 1.38 |
| 5.60 | 4 | 0.779 | 21.56 | 27.67 | 1.08 | 1.38 |
| 5.80 | 4 | 0.777 | 21.51 | 27.67 | 1.08 | 1.38 |
| 6.00 | 6 | 0.775 | 30.43 | 39.24 | 1.52 | 1.96 |
| 6.20 | 6 | 0.774 | 30.36 | 39.24 | 1.52 | 1.96 |
| 6.40 | 6 | 0.772 | 30.29 | 39.24 | 1.51 | 1.96 |
| 6.60 | 6 | 0.770 | 30.23 | 39.24 | 1.51 | 1.96 |
| 6.80 | 6 | 0.769 | 30.17 | 39.24 | 1.51 | 1.96 |
| 7.00 | 6 | 0.767 | 28.55 | 37.21 | 1.43 | 1.86 |
| 7.20 | 6 | 0.766 | 28.49 | 37.21 | 1.42 | 1.86 |
| 7.40 | 6 | 0.764 | 28.44 | 37.21 | 1.42 | 1.86 |
| 7.60 | 6 | 0.763 | 28.38 | 37.21 | 1.42 | 1.86 |
| 7.80 | 6 | 0.761 | 28.33 | 37.21 | 1.42 | 1.86 |
| 8.00 | 6 | 0.760 | 26.89 | 35.38 | 1.34 | 1.77 |
| 8.20 | 10 | 0.759 | 44.74 | 58.97 | 2.24 | 2.95 |
| 8.40 | 10 | 0.757 | 44.66 | 58.97 | 2.23 | 2.95 |
| 8.60 | 10 | 0.756 | 44.58 | 58.97 | 2.23 | 2.95 |
| 8.80 | 10 | 0.755 | 44.51 | 58.97 | 2.23 | 2.95 |
| 9.00 | 10 | 0.753 | 42.35 | 56.21 | 2.12 | 2.81 |

MODELLO GEOTECNICO

Sulla base delle indagini di cui ai paragrafi precedenti, si riporta di seguito l’elaborazione dei principali parametri fisico meccanici che caratterizzano il modello geotecnico dei depositi indagati.

| LITOLOGIA (ORIZZONTE) | PROFONDITA' dal P.C. (mt) | PARAMETRI GEOTECNICI | CORRELAZIONE | VALORE |
|--|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| TERRENO VEGETALE (ORIZZONTE 1) | 0,00 ÷ 0,60 | = | = | = |
| DEPOSITO SABBIOSO DEBOLMENTE IMOSO (ORIZZONTE 2) | 0,60 ÷ 2,80 | Coesione (C) | [Terzaghi-Peck] | 0,0 (Kg/cmq) |
| | | Angolo di attrito | [Sowers (1961)] | 30° |
| | | Modulo Elastico (di Young) | [Schmertmann (1978)] | 90,77 Kg/cmq) |
| | | Modulo Edometrico | [Menzenbach e Malcev] | 91,65 (Kg/cmq) |
| | | Modulo di Poisson | A.G.I. | 0,33 |
| | | Classificazione AGI (1977) | AGI (1977) | MODERATAMENTE ADDENSATO |
| | | Peso unità di volume naturale (γ) | [Terzaghi-Peck 1948-1967] | 1,50 (t/mc) |
| Peso unità di volume saturo (γ _s) | [Terzaghi-Peck 1948-1967] | 1,94 (t/mc) | | |



**COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)**

**PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI
POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO
“SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).**

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

| LITOLOGIA (ORIZZONTE) | PROFONDITA' dal P.C. (mt) | PARAMETRI GEOTECNICI | CORRELAZIONE | VALORE |
|---|---------------------------|---|---------------------------|---|
| | | Coefficiente spinta a Riposo K ₀ =SigmaH/P ₀ | [Navfac 1971-1982] | 2,53 |
| | | Falda profondità dal p.c. | = | NON RILEVATA |
| DEPOSITO LIMO-SABBIOSO (ORIZZONTE 3) | 2,80 ÷ 5,80 | Coesione (C) | [Terzaghi-Peck] | 0 (Kg/cm ²) |
| | | Angolo di attrito | [Sowers (1961)] | 28° |
| | | Modulo Elastico (di Young) | [Schmertmann (1978)] | 56,50 (Kg/cm ²) |
| | | Modulo Edometrico | [Menzenbach e Malcev] | 65,30 (Kg/cm ²) |
| | | Modulo di Poisson | A.G.I. | 0,34 |
| | | Classificazione AGI (1977) | AGI (1977) | POCO ADDENSATO |
| | | Peso unità di volume naturale (γ) | [Terzaghi-Peck 1948-1967] | 1,43 (t/mc) |
| | | Peso unità di volume saturo (γ _s) | [Terzaghi-Peck 1948-1967] | 1,89 (t/mc) |
| | | Coefficiente spinta a Riposo K ₀ =SigmaH/P ₀ | [Navfac 1971-1982] | 1,25 |
| | | Falda superficiale dal p.c. | = | NON RILEVATA |
| DEPOSITO LIMO-SABBIOSO (ORIZZONTE 4) | 5,80 ÷ 7,80 | Coesione (C) | [Terzaghi-Peck] | 0,0 (Kg/cm ²) |
| | | Angolo di attrito | [Sowers (1961)] | 30° |
| | | Modulo Elastico (di Young) | [Schmertmann (1978)] | 74,71 Kg/cm ² |
| | | Modulo Edometrico | [Menzenbach e Malcev] | 79,30 (Kg/cm ²) |
| | | Modulo di Poisson | A.G.I. | 0,34 |
| | | Classificazione AGI (1977) | AGI (1977) | POCO ADDENSATO |
| | | Peso unità di volume naturale (γ) | [Terzaghi-Peck 1948-1967] | 1,47 (t/mc) |
| | | Peso unità di volume saturo (γ _s) | [Terzaghi-Peck 1948-1967] | 1,91 (t/mc) |
| | | Coefficiente spinta a Riposo K ₀ =SigmaH/P ₀ | [Navfac 1971-1982] | 1,94 |
| | | Falda profondità dal p.c. | = | NON RILEVATA |
| DEPOSITO SABBIOSO-LIMOSO CON LA PRESENZA DI TROVANTI E LIVELLI GHIAIOSI (ORIZZONTE 5) | 7,80 ÷ 9,00 | Coesione (C) | [Terzaghi-Peck] | 0 (Kg/cm ²) |
| | | Angolo di attrito | [Sowers (1961)] | 32° |
| | | Modulo Elastico (di Young) | [Schmertmann (1978)] | 105,10 (Kg/cm ²) |
| | | Modulo Edometrico | [Menzenbach e Malcev] | 189,67 (Kg/cm ²) |
| | | Modulo di Poisson | A.G.I. | 0,33 |
| | | Classificazione AGI (1977) | AGI (1977) | DA MODERATAMENTE ADDENSATO AD ADDENSATO |
| | | Peso unità di volume naturale (γ) | [Terzaghi-Peck 1948-1967] | 1,55 (t/mc) |
| | | Peso unità di volume saturo (γ _s) | [Terzaghi-Peck 1948-1967] | 1,95 (t/mc) |
| | | Coefficiente spinta a Riposo K ₀ =SigmaH/P ₀ | [Navfac 1971-1982] | 3,03 |
| | | Falda superficiale dal p.c. | = | NON RILEVATA |



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici.

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

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un’immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L’utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura a);
- avanzamento (penetrazione) d ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente):

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

| TIPO | SIGLA DI RIFERIMENTO | PESO DELLA MASSA M (kg) | PROF. MAX INDAGINE BATTENTE (m) |
|-----------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Leggero | DPL (Light) | 6.1.1.1.1.1 $M \leq 10$ | 8 |
| Medio | DPM (Medium) | $10 < M < 40$ | 20-25 |
| Pesante | DPH (Heavy) | $40 \leq M < 60$ | 25 |
| Super pesante (Super Heavy) | DPSH | $M \geq 60$ | 25 |

Penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $d = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A = 10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $d = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A = 10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H = 0.75$ m, avanzamento $d = 30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A = 20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente $M = 63.5$ kg, altezza caduta $H = 0.75$ m, avanzamento $d = 20-30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt}. Il passaggio viene dato da:



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI
POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO
“SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

| | |
|----|-------------------------|
| M | peso massa battente. |
| M' | peso aste. |
| H | altezza di caduta. |
| A | area base punta conica. |
| d | passo di avanzamento. |

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd}

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

| | |
|-----------------|---|
| R _{pd} | resistenza dinamica punta (area A). |
| e | infissione media per colpo (□ / N). |
| M | peso massa battente (altezza caduta H). |
| P | peso totale aste e sistema battuta. |

Calcolo di (N₁)₆₀

(N₁)₆₀ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa/\sigma_{vo})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa} \quad (\text{Liao e Whitman 1986})$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_S \cdot C_r \cdot C_d$$

| | |
|----------------|--|
| ER/60 | rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%. |
| C _S | parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente). |
| C _d | funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm). |



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

C_r parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI
POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO
“SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (- s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi). Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $\phi > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $\square >15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONALE RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s >15$ t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie D_r viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di D_r % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Modulo Edometrico

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio t e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_0)



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI
POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO
“SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

- Robertson (1983) - Qc

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). Cu (min-max).
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cm²) (valori medi), valida per argille e limi argillosi con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cm²) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cm²), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (Eed) (Kg/cm²)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt} = 6-12$).

Modulo Di Young (E_γ)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. > 15 .
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Meyerhof ed altri.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

6.2 In merito alle caratteristiche di scavo del cavidotto interrato.

Nell’area del cavidotto non sono state effettuate prove penetrometriche in virtù, non solo della certezza di non intercettare durante lo scavo livelli litoidei ma anche di poter utilizzare, per il medesimo scavo, una piccola benna; infatti, lo scavo da realizzare per l’alloggiamento del cavidotto è dell’ordine di 1,0/1,1 m. dal p.c. e quindi irrisorio in termini di profondità

Le due prove penetrometriche effettuate hanno permesso di rilevare quanto riportato in merito agli scavi del cavidotto; per tale ragione si è ritenuto di non sprecare ulteriori risorse per uno scavo che è di limitate dimensioni.

Di seguito, su cartografia IGM, si riporta il percorso del cavidotto fino alla C.P.

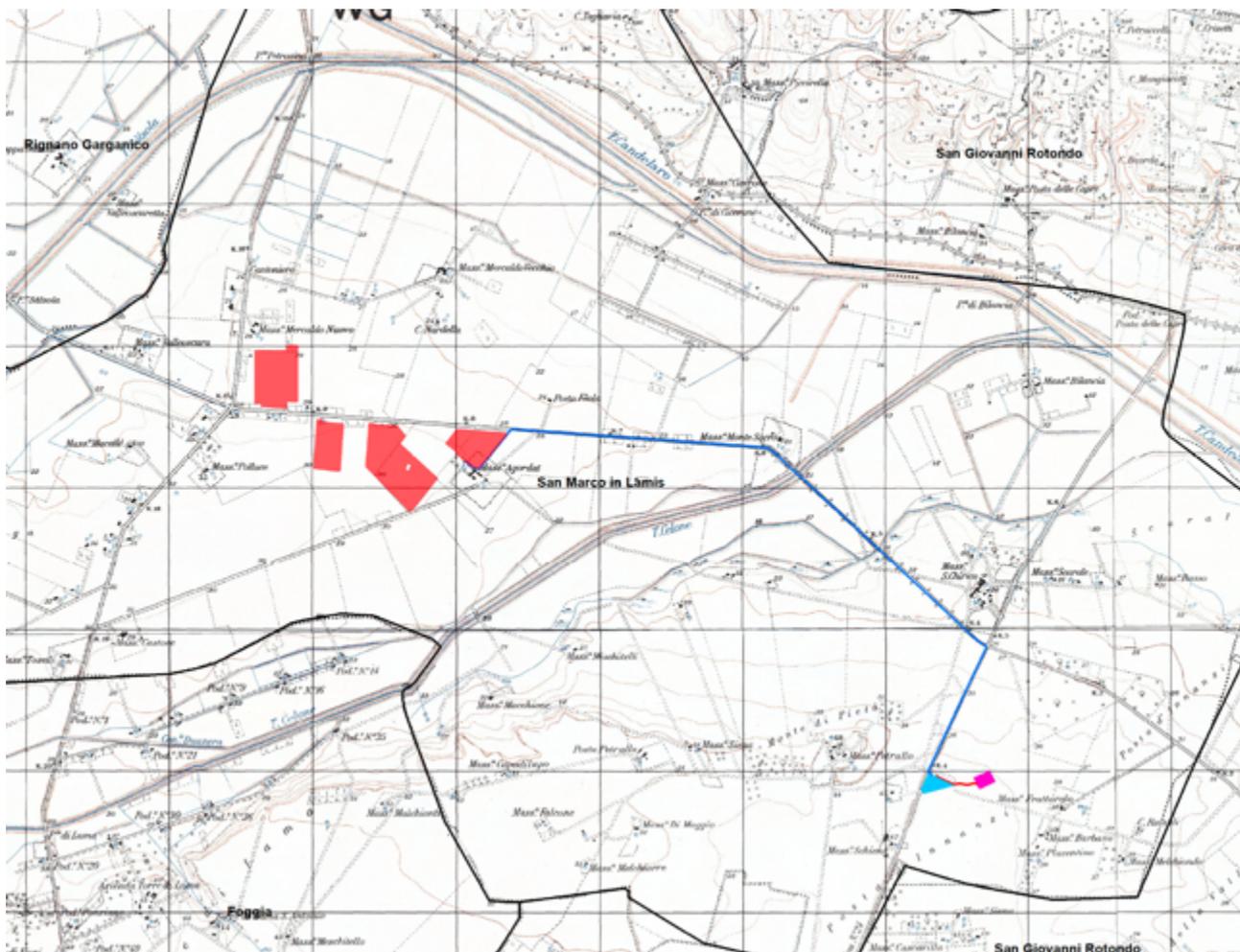


Tavola n. 32: tracciato del cavidotto dall’impianto alla S.E..



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Per meglio definire la tipologia di scavo da effettuare ed i terreni che dovranno essere estratti dal cavidotto, viene in soccorso la “*Carta Idrogeomorfologica*” di Puglia ed in particolare il layer relativo alla “*litologia del substrato*” che, sostanzialmente, altro non è che la rappresentazione geologica dei terreni/ rocce che costituiscono il sottosuolo.

La tavola che segue riporta l’area d’imposta dell’impianto e quella della S.E. di consegna in AT/MT, su colorazioni che individuano esclusivamente sedimenti recenti (Olocene) e meno recenti (Pleistocenici in giallo) ma di natura prevalentemente sabbiosa e, quindi, facilmente asportabili da una benna meccanica.

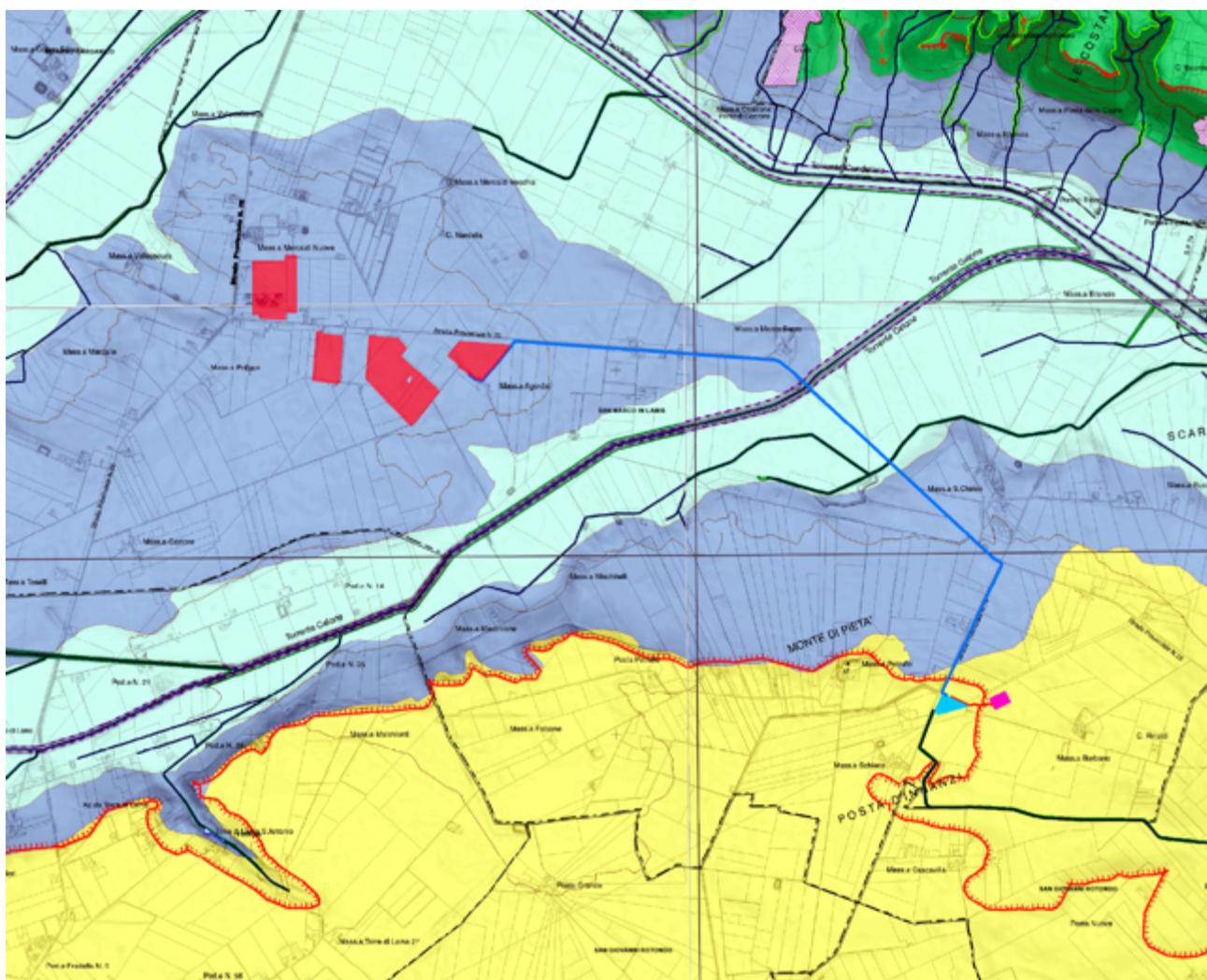


Tavola n. 33: tracciato del cavidotto su cartografia indicante la “*litologia del substrato*”.



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

7 Considerazioni conclusive.

Lo scopo dello studio è stato quello di conoscere le caratteristiche geologico-tecniche e geotecniche dei terreni che saranno interessati dalla realizzazione dell’impianto agrovoltaico da realizzare nel Comune di San Marco in Lamis e sui terreni accatastati ai Fogli di mappa n. 87, 128, 129, 135 e 136.

Lo studio dell’area è stato finalizzato alla definizione:

- a. della situazione litostratigrafica locale;**
- b. delle forme e dei lineamenti dell’area ed in particolare dei processi morfologici e degli eventuali dissesti in atto o potenziali;**
- c. di uno schema semplificato della circolazione idrica superficiale e sotterranea.**
- d. dei parametri geotecnici del terreno** e della definizione della categoria di sottosuolo ed i parametri e coefficienti sismici locali, secondo le norme attualmente vigenti e riportate in premessa.

L’indagine, presa in considerazione per l’uniformità delle matrici geologiche, connesse alla vicinanza delle aree prese in considerazione è stata articolata nelle seguenti fasi di studio:

- consultazione della documentazione geologica e geomorfologica esistente relativa a studi ed analisi effettuate nella stessa area, dallo scrivente e nel corso di circa 8 lustri di lavoro professionale, in aree limitrofe o in situazioni morfostrutturali del tutto analoghe;
- raccolta ed analisi accurata della cartografia dell’area;
- rilievi di superficie, effettuati allo scopo di definire le forme e l’estensione delle strutture di superficie e di descrivere l’idrografia superficiale, di riconoscere l’estensione areale ed i limiti dei litotipi presenti nell’area, di individuare eventuali strutture di tipo fragile e di tipo duttile;
- comparazione delle risultanze di indagini geognostiche eseguite in aree limitrofe e del tutto analoghe a quella in progetto, come di seguito specificato:



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

La campagna geognostica è stata eseguita dallo studio tecnico del Dott. Geologo Dario Fischetto di Brindisi, come di seguito specificata:

- indagine di prospezione geologica dei terreni realizzata per mezzo di **N° 2 Prove Penetrometriche Dinamiche Super Pesanti** (Dynamic Probing Super Heavy) continue, del tutto sufficienti a definire le caratteristiche geotecniche dell’area in studio ed in particolare della porzione più significativa e superficiale, quella immediatamente sottostante la coltre di terreno vegetale e che sarà interessata dall’infissione delle fondazioni dei vari pannelli solari verticali dell’impianto;
- **Indagine di prospezione sismica realizzata per mezzo di :**
 - n° 1 stendimenti sismici in onda S a tecnica **MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves)**;
 - n° 1 stendimenti sismici in onda S a tecnica **RE.MI. (Refraction Micro-tremor)**.

Le considerazioni richiamate, congiuntamente alla conoscenza del territorio, hanno permesso di pervenire al riconoscimento delle caratteristiche fisico-meccaniche, geotecniche e stratigrafiche dei terreni sottostanti, fornendo dati ed indicazioni utili alle successive progettazioni ingegneristiche relative essenzialmente alla profondità delle fondazioni che, comunque, verranno realizzate per “battitura” del tutto possibile a seguito delle prove effettuate; per il cavidotto interrato l’approfondimento è dell’ordine di 1,0/1,1 m. prevedendo lo scavo con la semplice pala bennata per i terreni sedimentari.

Lo schema riportato in relazione visualizza i parametri geotecnici attribuiti ai vari “livelli” litologici equivalenti ed individuati dalle richiamate indagini; la suddivisione in “livelli” vuole rappresentare la configurazione stratigrafica dei livelli geologici attraversati dall’avanzamento della punta penetrometrica.

La litologia descritta nei “livelli” individuati segue l’interpretazione effettuata dal programma utilizzato che, come in questo caso, può discostarsi dalla reale costituzione mineralogica dei differenti livelli; del resto, nel “modello geotecnico” era necessario riconoscere le caratteristiche geomeccaniche e geotecniche dei terreni attraversati e non necessariamente la loro costituzione mineralogica.



**COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)**

**PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI
POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO
“SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).**

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

Le indagini di campagna e la conoscenza del territorio, oltre che il supporto delle prove penetrometriche effettuate nell’area vasta dell’intervento, hanno permesso di riconoscere, adeguatamente, le caratteristiche stratigrafiche dei terreni interessati e di definire un “*modello stratigrafico*”, così come riportato in relazione.

Dall’elaborazione delle risultanze delle prove penetrometriche effettuate, si può notare come la resistenza dinamica alla punta si presenta variabile in funzione della composizione mineralogica dei livelli stratigrafici riscontrati durante l’avanzamento della punta penetrometrica; il calcolo delle capacità portanti dei terreni è stato effettuato non considerando la, se pur minima, coesione che i terreni presentano ed adottando un coefficiente di sicurezza pari a 20 che tiene conto delle caratteristiche dei terreni, della posizione morfologica degli stessi e della particolare struttura di fondazione che il terreno verrà ad ospitare. Inoltre, l’elaborazione delle prove penetrometriche ha fornito tutta una serie di ulteriori informazioni sulle caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei terreni che saranno da considerare nella progettazione delle fondazioni; di seguito si riporta lo schema elaborato .

| LITOLOGIA (ORIZZONTE) | PROFONDITA' dal P.C. (mt) | PARAMETRI GEOTECNICI | CORRELAZIONE | VALORE |
|--|---------------------------|--|---------------------------|-------------------------|
| TERRENO VEGETALE (ORIZZONTE 1) | 0,00 ÷ 0,60 | = | = | = |
| DEPOSITO SABBIOSO DEBOLMENTE IMOSO (ORIZZONTE 2) | 0,60 ÷ 2,80 | Coesione (C) | [Terzaghi-Peck] | 0,0 (Kg/cmq) |
| | | Angolo di attrito | [Sowers (1961)] | 30° |
| | | Modulo Elastico (di Young) | [Schmertmann (1978)] | 90,77 Kg/cmq) |
| | | Modulo Edometrico | [Menzenbach e Malcev] | 91,65 (Kg/cmq) |
| | | Modulo di Poisson | A.G.I. | 0,33 |
| | | Classificazione AGI (1977) | AGI (1977) | MODERATAMENTE ADDENSATO |
| | | Peso unità di volume naturale (γ) | [Terzaghi-Peck 1948-1967] | 1,50 (t/mc) |
| | | Peso unità di volume saturo (γ_s) | [Terzaghi-Peck 1948-1967] | 1,94 (t/mc) |
| | | Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$ | [Navfac 1971-1982] | 2,53 |
| Falda profondità dal p.c. | = | NON RILEVATA | | |
| DEPOSITO LIMO-SABBIOSO (ORIZZONTE 3) | 2,80 ÷ 5,80 | Coesione (C) | [Terzaghi-Peck] | 0 (Kg/cmq) |
| | | Angolo di attrito | [Sowers (1961)] | 28° |
| | | Modulo Elastico (di Young) | [Schmertmann (1978)] | 56,50 (Kg/cmq) |
| | | Modulo Edometrico | [Menzenbach e Malcev] | 65,30 (Kg/cmq) |
| | | Modulo di Poisson | A.G.I. | 0,34 |
| | | Classificazione AGI (1977) | AGI (1977) | POCO ADDENSATO |
| | | Peso unità di volume naturale (γ) | [Terzaghi-Peck 1948-1967] | 1,43 (t/mc) |
| | | Peso unità di volume saturo (γ_s) | [Terzaghi-Peck 1948-1967] | 1,89 (t/mc) |
| | | Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$ | [Navfac 1971-1982] | 1,25 |
| Falda superficiale dal p.c. | = | NON RILEVATA | | |
| | | Coesione (C) | [Terzaghi-Peck] | 0,0 (Kg/cmq) |



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

| LITOLOGIA (ORIZZONTE) | PROFONDITA' dal P.C. (mt) | PARAMETRI GEOTECNICI | CORRELAZIONE | VALORE |
|---|---------------------------|--|---------------------------|---|
| DEPOSITO LIMO-SABBIOSO (ORIZZONTE 4) | 5,80 ÷ 7,80 | Angolo di attrito | [Sowers (1961)] | 30° |
| | | Modulo Elastico (di Young) | [Schmertmann (1978)] | 74,71 Kg/cm ² |
| | | Modulo Edometrico | [Menzenbach e Malcev] | 79,30 (Kg/cm ²) |
| | | Modulo di Poisson | A.G.I. | 0,34 |
| | | Classificazione AGI (1977) | AGI (1977) | POCO ADDENSATO |
| | | Peso unità di volume naturale (γ) | [Terzaghi-Peck 1948-1967] | 1,47 (t/mc) |
| | | Peso unità di volume saturo (γ_s) | [Terzaghi-Peck 1948-1967] | 1,91 (t/mc) |
| | | Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$ | [Navfac 1971-1982] | 1,94 |
| Falda profondità dal p.c. | = | NON RILEVATA | | |
| DEPOSITO SABBIOSO-LIMOSO CON LA PRESENZA DI TROVANTI E LIVELLI GHIAIOSI (ORIZZONTE 5) | 7,80 ÷ 9,00 | Coesione (C) | [Terzaghi-Peck] | 0 (Kg/cm ²) |
| | | Angolo di attrito | [Sowers (1961)] | 32° |
| | | Modulo Elastico (di Young) | [Schmertmann (1978)] | 105,10 (Kg/cm ²) |
| | | Modulo Edometrico | [Menzenbach e Malcev] | 189,67 (Kg/cm ²) |
| | | Modulo di Poisson | A.G.I. | 0,33 |
| | | Classificazione AGI (1977) | AGI (1977) | DA MODERATAMENTE ADDENSATO AD ADDENSATO |
| | | Peso unità di volume naturale (γ) | [Terzaghi-Peck 1948-1967] | 1,55 (t/mc) |
| | | Peso unità di volume saturo (γ_s) | [Terzaghi-Peck 1948-1967] | 1,95 (t/mc) |
| | | Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \sigma_H / \sigma_V$ | [Navfac 1971-1982] | 3,03 |
| | | Falda superficiale dal p.c. | = | NON RILEVATA |

In virtù di quanto richiamato in relazione si è in grado di riportare che l'area destinata alla realizzazione della stazione elettrica e del cavidotto evidenzia quanto di seguito riportato:

- sulla base del valore della velocità equivalente $V_{S,eq}$ di propagazione delle onde di taglio ricavata dall'analisi sismica realizzata in prossimità del sito e da effettuare nell'ambito della presentazione del progetto definitivo, è possibile classificare, in termini di sicurezza per questa fase prodromica, il sottosuolo di fondazione riconducibile alla categoria di **tipo "D"** ($V_{S,eq} = 164,00$ m/s);
- le condizioni topografiche dell'area indagata fanno sì che la stessa rientri nella categoria T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ";
- sulla base delle premesse riportate e considerando che l'area oggetto di studio è sismicamente classificata come "zona 2";
- dalle prove penetrometriche, si è anche ipotizzato che, visto che la composizione dei terreni allocati sotto lo strato di terreno vegetale è rappresentata da un'aggregazione



COMUNE DI
SAN MARCO
IN LAMIS (FG)

PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI IMPIANTO AGROVOLTAICO DI POTENZA PARI A 20,00 MW_p E RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO “SAN MARCO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI SAN MARCO IN LAMIS (FG).

02.RGT - RELAZIONE -“GEOLOGICO - TECNICA”

sabbioso-limosa, la permeabilità dei terreni costituente la matrice del suolo e del sottosuolo, può essere considerata come “alta” e quindi dello ordine di $10^{-2/-3}$ m/s. Tale permeabilità permette il deflusso delle acque meteoriche ricadenti nell’area d’imposta dell’impianto, verso la sottostante falda freatica, ove presente .

Con la profondità la componente limosa tende ad essere sostituita da quella sabbiosa, fino ad evidenziare livelli di sabbia completamente incoerente ed, a luoghi, con presenza di trovanti arenacei.

In definitiva è stato possibile riconoscere le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni destinati ad accogliere l’impianto agrovoltaico.

E’ stata accertata la fattibilità dell’infissione delle fondazioni dei pannelli verticali per “battitura”, mentre per le fondazioni superficiali destinate alle cabine, alle strade di accesso, e per i plinti di alloggio dei pali del, cavidotto aereo, si riportano i range dei parametri geotecnici dei terreni interessati dai lavori:

- caratteristiche geotecniche: peso di volume: $\gamma=1,80-1,85$ t/mc

angolo d’attrito: $\phi= 29-31^\circ$

coesione: $c= 0,0-0,01$ kg/cmq.

Con le considerazioni su esposte sarà possibile, quindi, realizzare le fondazioni e permettere, nel suo complesso, la buona tenuta statica della struttura, fatta salva la verifica di una ulteriore campagna geognostica diretta sull’area della stazione elettrica e del cavidotto in sede di progetto definitivo.

Brindisi agosto 2021

prof. dott. Francesco Magno
geologo-consulente ambientale

