

# PROGETTO DI COSTRUZIONE E DI MESSA IN ESERCIZIO DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO

## RELAZIONE TECNICA PREVISIONALE - REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE IN ECCESSO -

### - DATI AMMINISTRATIVI -

Ditta proponente: *ENEL STORNARA 1 S.R.L.*

Sede: Vico Teatro 33, 71121 Foggia

Progettista: Romanciuc Arch. Andrea

Contatto per notifiche: [studio-romanciuc@pec.it](mailto:studio-romanciuc@pec.it)

Contatto telefonico: 331.8880993

### - LOCALIZZAZIONE -

Comune di Stornara, Provincia di Foggia, Regione Puglia

Località "Femmina Morta o Contessa"

Coordinate Geografiche: 41,295323°, 15.812871°

Estremi catastali:

- Foglio 12 Part. 12, 25, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 78, 89, 90,  
102, 111, 112, 147, 148, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 169, 170, 180, 513 e 514
- Foglio 13 Part. 56, 79 e 141

### - DATI IMPIANTO -

Potenza impianto fotovoltaico: 48,278 MWp

Numero di tracker: 4057

Distanza interasse trasversale tracker (direzione est-ovest): 10 mt

Numero pannelli fotovoltaici: 113596 da 425 Wp cad.

**Codice A.U. – P.A.U.R.:** 0ACK413 \_RelazioneRegimazione\_0\_14

**Documento:** RELAZIONE\_14

# INDICE

<b>1.1 – Sottosuolo, Ripartizioni dell’Acqua .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 – Sottosuolo, Movimenti dell’Acqua.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 – Vulnerabilita’ del Sottosuolo .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 – Inquadramento Area di Studio.....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.1 - Carta Geologica d’Italia .....</b>	<b>15</b>
<b>1.4.2 – Cartografia Autorita’ di Bacino Puglia .....</b>	<b>18</b>
<b>1.5 – Verifica Area di Impianto .....</b>	<b>19</b>
<b>1.6 - Caratteristiche Meteo Climatiche Locali .....</b>	<b>21</b>
<b>2 – Opere di Regimazione delle Acque in Eccesso .....</b>	<b>22</b>
<b>3 - Conclusioni.....</b>	<b>24</b>

## 1.1 – Sottosuolo, Ripartizioni dell'Acqua

I diversi tipi di acque (igroscopica, pellicolare, capillare) si ripartiscono in diverse zone di umidità secondo uno schema fisso che può presentare varianti, non sostanziali, in relazione al **clima**, e all'**alimentazione del sottosuolo** ed al tipo di acquifero.

Per semplicità, si consideri il caso teorico di un terreno permeabile ma formato da un terreno sabbioso ricco di presenze porose, poggiante su un substrato impermeabile orizzontale.

Si supponga che l'acquifero sia stato alimentato uniformemente dall'acqua atmosferica, che questa si sia infiltrata totalmente e uniformemente fino a raggiungere il substrato, che abbia saturato l'acquifero fino ad un certo livello e che, successivamente, questo sia stato sottoposto al fenomeno di evapotraspirazione.

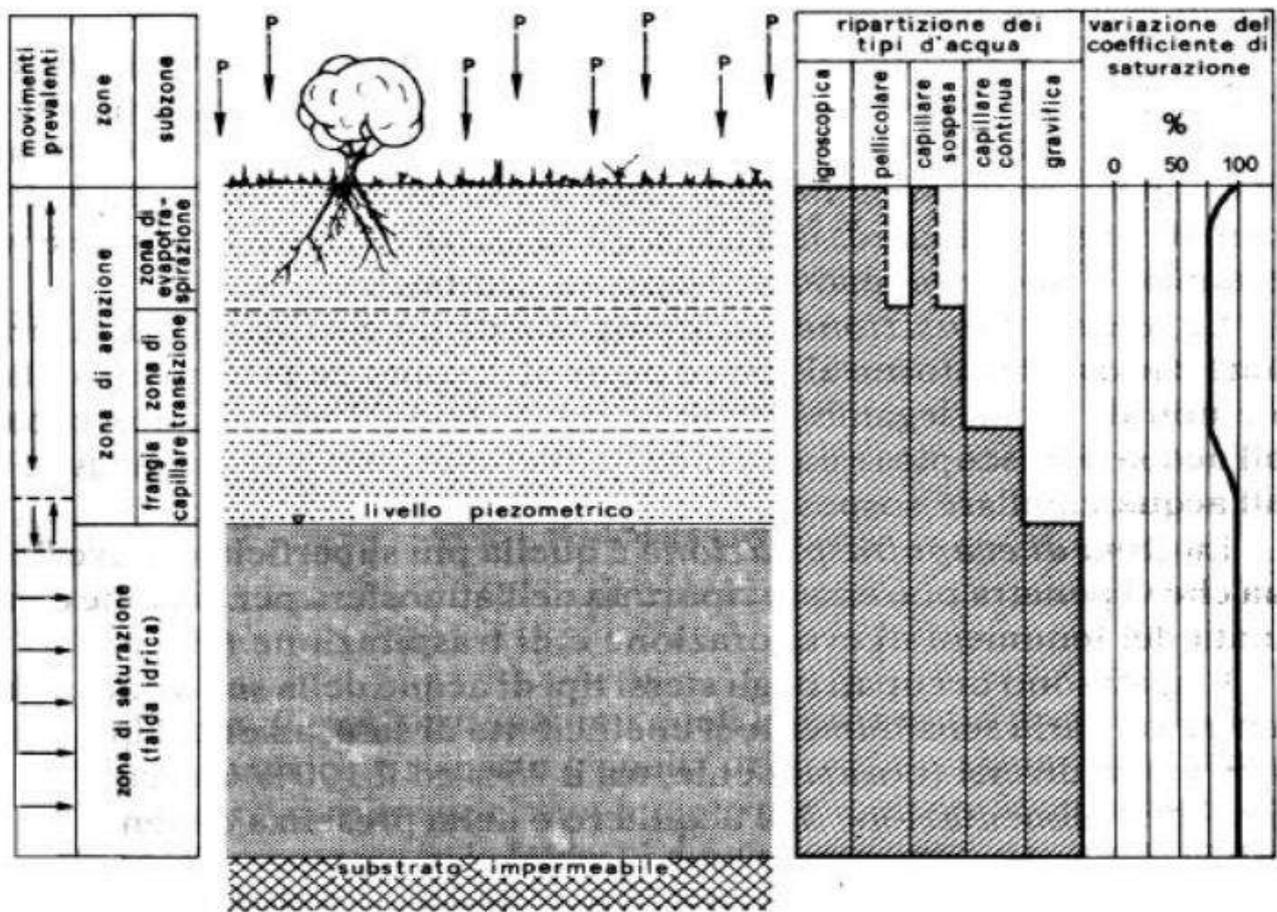
Così come è evidenziato nella *fig.1*, si possono distinguere **due zone di umidità principali**:

- la **zona di saturazione** (parte inferiore dell'acquifero) dove tutti i meati sono saturi
- la **zona di aerazione** (parte superiore) dove circolano aria e acqua nello stesso tempo

# TIPI DI ACQUA NEL TERRENO

TIPI DI ACQUE		
Denominazione	Caratteristiche generali	Giacitura
<b>1) ACQUE DI RITENZIONE</b>		
a) igroscopica	può venire eliminata solo per completa evaporazione	aderisce ai granuli o in gocce o in pellicole
b) pellicolare	eliminabile solo per centrifugazione ed evaporazione	pellicole sottili intorno ai granuli
c) capillare	se <i>isolata</i> occupa canalicoli e non si sposta per azione della gravità; elim. per centrifugazione	canalicoli isolati
<b>2) ACQUE LIBERE</b>		
libera in senso stretto	se <i>continua</i> può spostarsi per azione della gravità; elim. per gravità (sgocciolamento)	canali continui e spazi intergranulari della frangia capillare
	eliminabile per gravità	occupa gli spazi intergranulari liberi da altri fluidi e dalle acque di ritenzione sotto il liv. piez.

Figura 1:



## Ripartizione dell'acqua nel sottosuolo

L'acqua che circola nella zona di saturazione è chiamata **falda idrica** o semplicemente falda.

La superficie che la separa dalla zona di aerazione è detta **superficie piezometrica** ed il livello relativo è chiamato **livello piezometrico**.

La falda si muove, per effetto della gravità, con spostamenti a prevalente componente orizzontale.

Nella zona di aerazione, dove i movimenti dell'acqua hanno una prevalente componente verticale, si possono distinguere tre sub-zone (fig.1): la **frangia capillare**, la **zona di transizione**, la **zona di evapotraspirazione**.

La frangia capillare è caratterizzata dalla presenza di acqua capillare continua e sospesa. La zona di transizione è posta al di sopra della frangia capillare e non ha alcun legame idraulico con la falda. I pori sono occupati dall'acqua igroscopica, dall'acqua pellicolare, dal vapore acqueo e dall'acqua capillare sospesa.

La zona di evapotraspirazione è quella più superficiale, dove l'acqua che vi penetra può essere riportata nell'atmosfera per l'azione combinata dei fenomeni di evaporazione e di traspirazione. I meati sono occupati dagli stessi tipi di acque della sub-zona sottostante, ma varia sensibilmente il

coefficiente di saturazione (normalmente tra il **75% ed il 100%**) a seconda del clima, dell'alimentazione dell'acquifero e della presenza o meno di copertura vegetale. Lo spessore medio della zona di evapotraspirazione è di circa **1-2 metri**, ma può raggiungere profondità maggiori in relazione alla lunghezza delle radici della vegetazione.

La superficie piezometrica è continuamente soggetta a variazioni di livello entro una **fascia di oscillazione** la cui ampiezza varia di anno in anno.

## **1.2 – Sottosuolo, Movimenti dell'Acqua**

Le acque di infiltrazione efficace sono soggette ad una circolazione sotterranea molto complessa, con percorsi che variano soprattutto in relazione alle caratteristiche idrogeologiche dei diversi acquiferi ed ai loro reciproci rapporti geometrici.

Schematicamente si possono distinguere due tipi di movimenti principali: **sub-verticali** e **sub-orizzontali** (precedente fig.1).

I movimenti sub-verticali, nei quali c'è una netta prevalenza della componente verticale rispetto a quella orizzontale, riguardano la zona di aerazione. Ci si riferisce al movimento discendente legato alla percolazione delle acque verso la falda, al movimento ascendente dovuto alla capillarità ed alle oscillazioni del livello piezometrico (con alternanza di movimenti ascendenti e discendenti).

I movimenti sub-orizzontali coincidono con il deflusso della falda e comportano il trasferimento di quantitativi d'acqua, variabili nel tempo, dalle zone di alimentazione a quelle di recapito.

Premettiamo di non sapere con precisione la presenza o meno di falde in profondità, seppure le varie mappe escludono a priori il nostro sito da una criticità idrologica (PAI) di qualunque tipo.

Ma, a noi interessa principalmente il comportamento del suolo **in senso orizzontale**, concentrandoci nello strato intermedio del suolo, quello che determina e caratterizza il trasferimento dell'acqua da un luogo ad un altro, volendo schematizzare.

Le caratteristiche del suolo sono determinanti, non solo in riferimento alla composizione granulometrica, alla presenza di aria e di interstizi, ma anche in presenza di pendenze o di **scoli artificiali di acqua**. Quindi, stiamo a voler ipotizzare e valutare il comportamento ed il movimento sub-orizzontale del suolo.

## **1.3 – Vulnerabilità del Sottosuolo**

Ora, l'aspetto della vulnerabilità del sottosuolo deve essere un elemento caratterizzante il nostro studio previsionale, al fine di verificare il comportamento non solo superficiale ma anche quello nel sottosuolo.

E' noto che una delle principali eccezioni al fotovoltaico, mosse da ARPA Puglia, è quella di un aumento della presenza di acqua sul terreno, per effetto della presenza dei moduli solari fotovoltaici, presenza dovuta sia al fattore umidità notturna che alle eventuali, seppur molto

improbabili, piogge copiose invernali.

Quindi, per vulnerabilità del sottosuolo non intendiamo ciò che comunemente si pensa, cioè l'infiltrazione di componenti inquinanti che dalla superficie vanno ad alimentare il sottosuolo, ma invece una situazione limite differente.

In questa relazione si vuole verificare anche il grado di vulnerabilità di tipo meccanico dovuto all'improvvisa ed eccessiva presenza di acqua verso il sottosuolo.

Tale caso limite dipende da altri fattori come, uno per tutti, il grado di permeabilità della parte superficiale del suolo.

La vulnerabilità di un corpo idrico sotterraneo è funzione di diversi parametri, tra i quali prevalgono la litologia, la struttura e la geometria del sistema idrogeologico, la natura del suolo e la geometria della copertura, il processo di ricarica-dscarica del sistema ed i processi di interazione fisica e idrogeochimica che determinano la qualità naturale dell'acqua sotterranea e la mitigazione di eventuali inquinanti che penetrano il sistema.

Mentre, si definisce zona insatura è la parte di sottosuolo compresa tra la base del suolo e la zona satura dell'acquifero. Tale zona, ove avvengono spostamenti prevalentemente verticali dell'acqua sotterranea, è dunque limitata verso il basso dalla superficie piezometrica di un acquifero libero.

Nel caso di un acquifero in pressione, il limite inferiore della zona insatura corrisponde invece alla base del livello confinante superiore.

Da tale definizione traspare chiaramente che, mentre lo spessore insaturo di un acquifero in pressione è fisso per ciascun punto d'osservazione, esso varia ed anche in modo notevole per gli acquiferi liberi seguendo le fluttuazioni della superficie piezometrica.

Nel nostro caso specifico è emerso sia nella RELAZIONE GEOFISICA che nella RELAZIONE GEOLOGICA, seppur molto prudenti e cautelative, che il sito in questione è prevalentemente formato, almeno superficialmente, da depositi alluvionali.

Per **depositi alluvionali** si intendono i materiali provenienti dall'azione erosiva dei corsi d'acqua che non riescono a raggiungere il mare, ma vengono abbandonati lungo il percorso per perdita di energia da parte della corrente.

All'interno di tali depositi, gli elementi più grossi (ciottoli) appaiono smussati e in parte arrotondati, a causa del continuo sfregamento subito durante il trascinarsi e il rotolamento lungo l'alveo, mentre quelli più fini, trasportati in sospensione e ridotti alle dimensioni di granuli di sabbie o di argille, sono anche più elaborati.

In un deposito alluvionale generico, con spessori anche di molti metri, si alternano, in modo irregolare e fortuito, ghiaie più o meno grossolane, sabbie, silt e argille, in strati discontinui o in lenti, con rapidi cambiamenti laterali da un tipo all'altro.

Il complesso alluvionale principale del territorio, è costituito da depositi caratterizzati da ghiaie e sabbie associate a livelli o lenti di argilla.

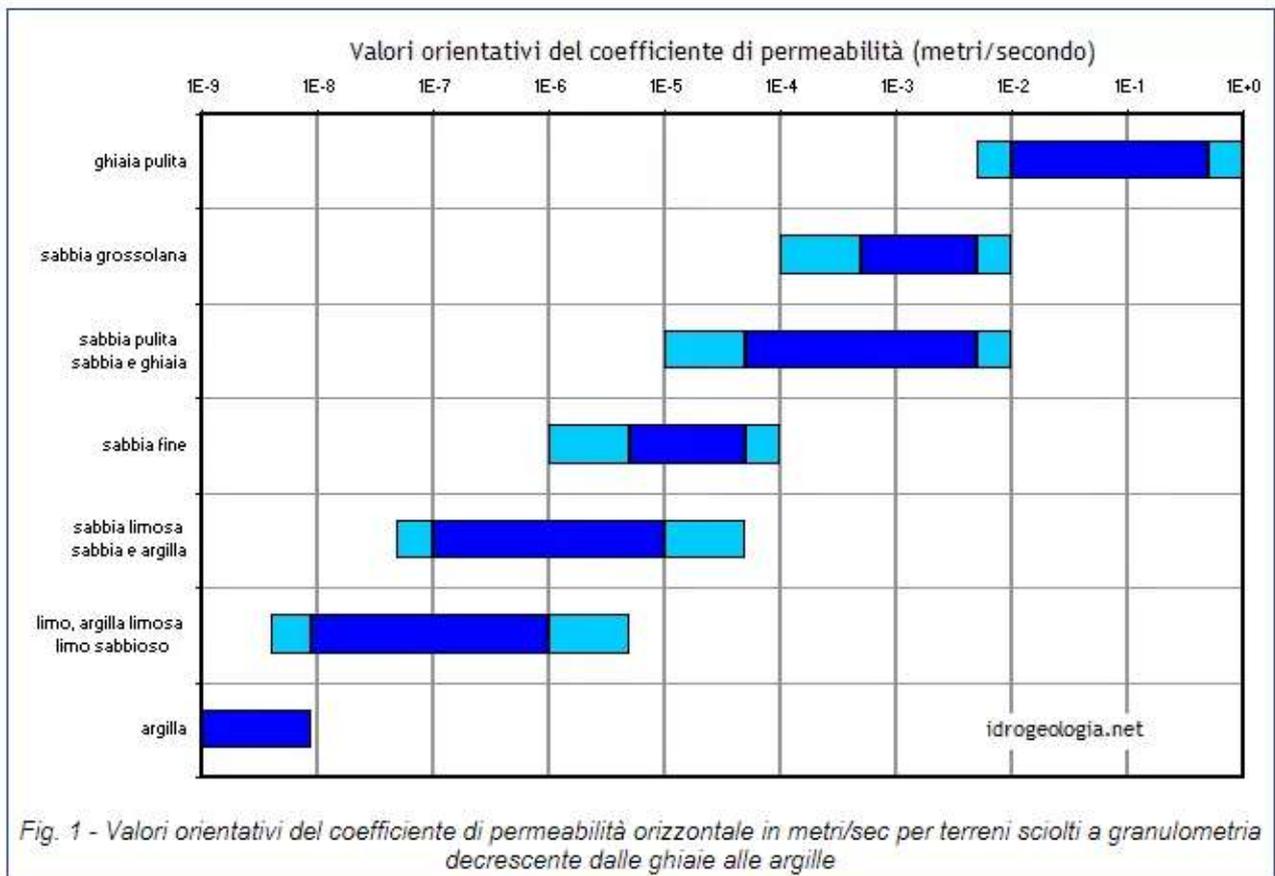
Il complesso sabbioso – limoso è caratterizzato da limi e sabbie di origine marina e costiera, dei quali non si può avere un'esatta definizione dello spessore.

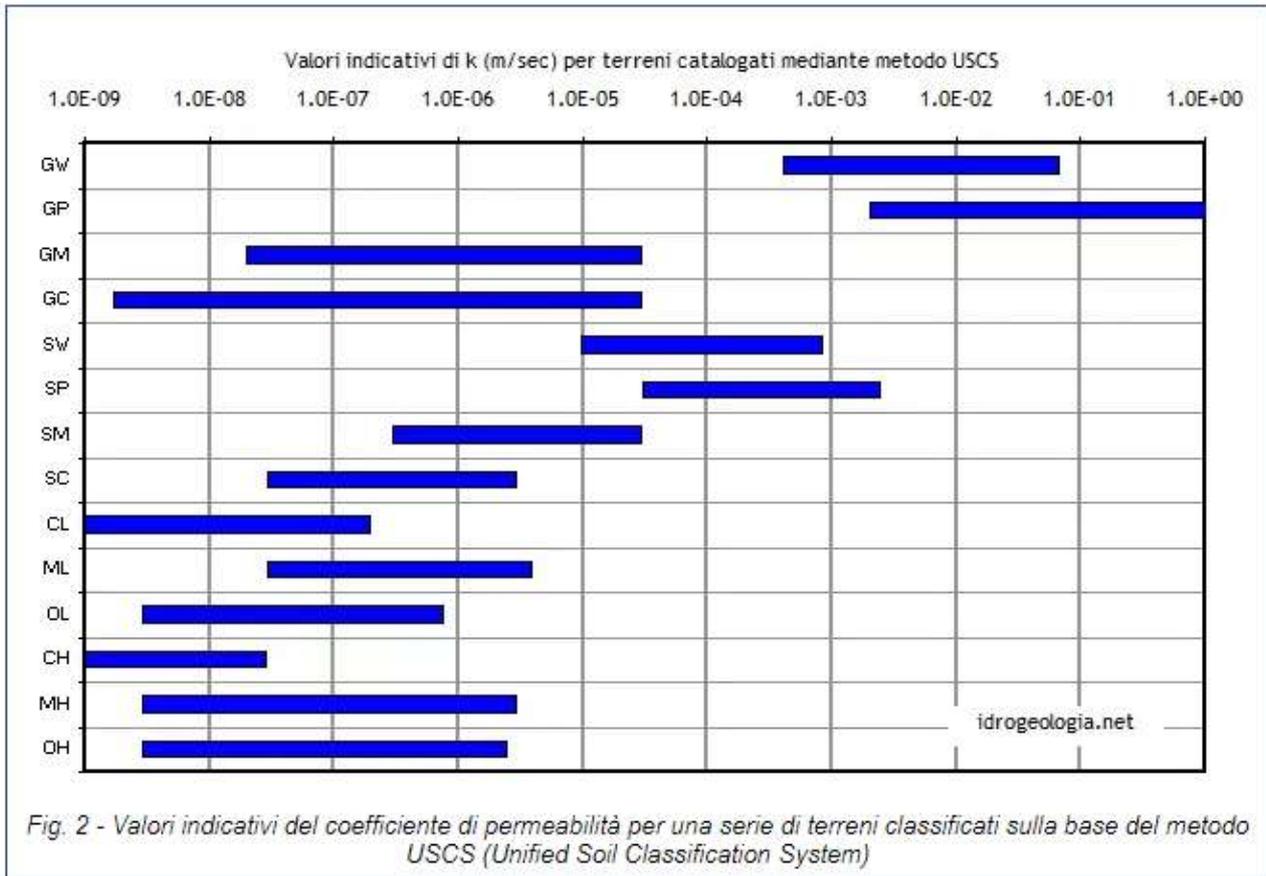
La variazione granulometrica che caratterizza il complesso, comporta alcune differenze riguardo al grado di permeabilità.

I valori di permeabilità del territorio possono oscillare tra  $1E-03$  m/s e  $1E-05$  m/s, mentre le soggiacenze variano sensibilmente tra zona e zona, distinguendole anche in base all'acquifero di appartenenza.

In corrispondenza dell'acquifero sospeso, si hanno bassi valori di soggiacenza, mentre per l'acquifero libero le soggiacenze variano tra pochi metri, fino ad arrivare ad alcuni metri.

La figura 1 riporta i valori tipici del coefficiente di **permeabilità orizzontale** ( $k_h$ ) per una serie di terreni sciolti a granulometria decrescente dalle ghiaie alle argille.





I valori riportati in colore blu rappresentano la fascia di variazione di permeabilità più usuale, mentre i valori riportati in colore azzurro indicano la fascia di variazione un po' più estrema. E' opportuno comunque precisare che il reale valore del coefficiente di permeabilità di uno specifico campione di terreno può anche essere esterno al campo di variabilità riportato in figura.

La figura 2, tratta questa da una elaborazione di dati bibliografici e mostra i valori indicativi di permeabilità per una serie di terreni classificati mediante il metodo 'Unified Soil Classification System'.

Il procedimento che ha portato alla realizzazione di questo grafico è illustrato nella scheda di approfondimento {permeabilità indicativa di terreni catalogati con il metodo USCS} a cui si rimanda.

Come vedremo possiamo rilevare secondo il metodo semplificato, incrociando i parametri in nostro possesso, che il grado di permeabilità del nostro terreno è di circa **1.0E.06**, cioè un valore di media permeabilità del sito in questione, classificabile tra sabbia ben assortita e sabbia argillosa.

La permeabilità orizzontale è quella che determina il maggior movimento di acqua, ed appartiene alla zona intermedia dei tre strati di terreno, cioè tra quella superficiale e quella satura nel sottosuolo.

SISTEMA UNIFICATO DI CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE

Criteri per l'assegnazione del simbolo e del nome del gruppo <sup>A</sup> .		Classificazione terre	
		Simbolo gruppo	Nome gruppo
	<i>Ghiaie.</i>		
	Più del 50% della frazione è trattenuta al setaccio n° 4 (4,76 mm)	$Cu \geq 4$ e $1 < Cc < 3$ <sup>F</sup>	Ghiaia ben assortita <sup>F</sup>
		$Cu < 4$ e/o $1 > Cc > 3$ <sup>E</sup>	Ghiaia scarsamente assortite <sup>F</sup>
	<i>Sabbie.</i>		
	Più del 50% è trattenuto dal setaccio n° 200 (0,075 mm)	Ghiaia con più fino. Classificata fine come ML o MH.	Ghiaia limose <sup>F,G,H</sup>
		Parte fine maggiore del 12% <sup>C</sup> . Classificata fine come CL o CH.	Ghiaia argillosa <sup>F,G,H</sup>
		Sabbia pulita. $Cu \geq 6$ e $1 < Cc < 3$ <sup>E</sup>	Sabbia ben assortite.
		Parte fine minore del 5% <sup>D</sup> . $Cu < 6$ e/o $1 > Cc > 3$ <sup>F</sup>	Sabbia scarsamente assortite <sup>F</sup>
		Sabbia con fino. Classificata fine come ML o MH.	Sabbia limosa <sup>G,H</sup>
		Parte fine maggiore del 12% <sup>D</sup> . Classificata fine come CL o CH.	Sabbia argillosa <sup>G,H</sup>
		$PI > 7$ e disegnato sopra o sulla linea A <sup>J</sup>	Argilla magra <sup>K,L,M</sup>
		$PI < 4$ e disegnato sotto la linea A <sup>J</sup>	Argilla grassa <sup>K,L,M</sup>
	<i>Limi e argille.</i>		
	Limite liquido minore di 50.	Inorganiche	Limo inorganico <sup>K,L,M</sup>
		Organiche	Argilla organica <sup>K,L,M,N</sup>
		Limite liquido non essiccato $< 0,75$	Limo organico <sup>K,L,M,N</sup>
		Limite liquido essiccato $< 0,75$	Limo "elastico" <sup>K,L,M</sup>
	<i>Terreni a grana fine.</i>		
	Meno del 50% è trattenuto dal setaccio n° 200 (0,075 mm)	PI al di sopra o sulla linea A.	Argilla organica <sup>K,L,M,P</sup>
		PI al di sotto la linea A.	Limo organico <sup>K,L,M,Q</sup>
		Limite liquido maggiore o uguale a 50.	Argilla organica <sup>K,L,M,P</sup>
		Limite liquido non essiccato $< 0,75$	Limo organico <sup>K,L,M,Q</sup>

A Basato sull'esame del materiale che passa al setaccio di 75 mm (3 in)

B Se il campione contiene ciottoli o massi tondeggianti o entrambi, scrivere "con ciottoli o massi tondeggianti o entrambi" dopo il nome del gruppo

C La ghiaia con parte fine compresa tra 5 e 12% richiede la doppia dicitura:  
GW-GM ghiaia ben assortita con limo  
GW-GC ghiaia ben assortita con argilla  
GP-GM ghiaia scarsamente assortita con limo  
GP-GC ghiaia scarsamente assortita con argilla

D La sabbia con parte fine compresa tra 5 e 12% richiede la doppia dicitura:  
SW-SM sabbia ben assortita con limo  
SW-SC sabbia ben assortita con argilla  
SP-SM sabbia scarsamente assortita con limo  
SP-SC sabbia scarsamente assortita con argilla

E  $Cu = D_{60}/D_{10}$      $Cc = (D_{30}/D_{10})^2/D_{60}$

F Se il terreno contiene più del 15% di sabbia, allora aggiungere la dicitura "con sabbia" nel nome del gruppo

G Se è classificato fine come CL-ML, usare il doppio simbolo GC-GM o SC-SM

H Se le parti fini sono organiche, aggiungere la dicitura "con parte fine organica" al nome del gruppo

I Se il terreno contiene più del 15% di ghiaia, allora aggiungere la dicitura "con ghiaia" al nome del gruppo

J Se i limiti di Atterberg, ricadono nell'area tratteggiata allora il terreno è CL-ML argilla limacciosa

K Se il terreno contiene tra il 15 ed il 29% nel setaccio n° 200 (0,074 mm) allora aggiungere la dicitura "con sabbia" o "con ghiaia" a seconda di quale è prevalente

L Se il terreno contiene più del 30% nel setaccio n° 200 (0,074 mm), ed è predominante la sabbia, allora aggiungere la dicitura "con sabbia" al nome del gruppo

M Se il terreno contiene più del 30% nel setaccio n° 200 (0,074 mm), ed è predominante la ghiaia, allora aggiungere la dicitura "con ghiaia" al nome del gruppo

N  $PI \geq 4$  e al di sopra o sulla linea A

O  $PI < 4$  o al di sotto la linea A

P PI al disopra o sulla linea A

Q PI al di sotto la linea A

Variazioni massime e minime di k per classi omogenee di terreni (classificazione USCS)

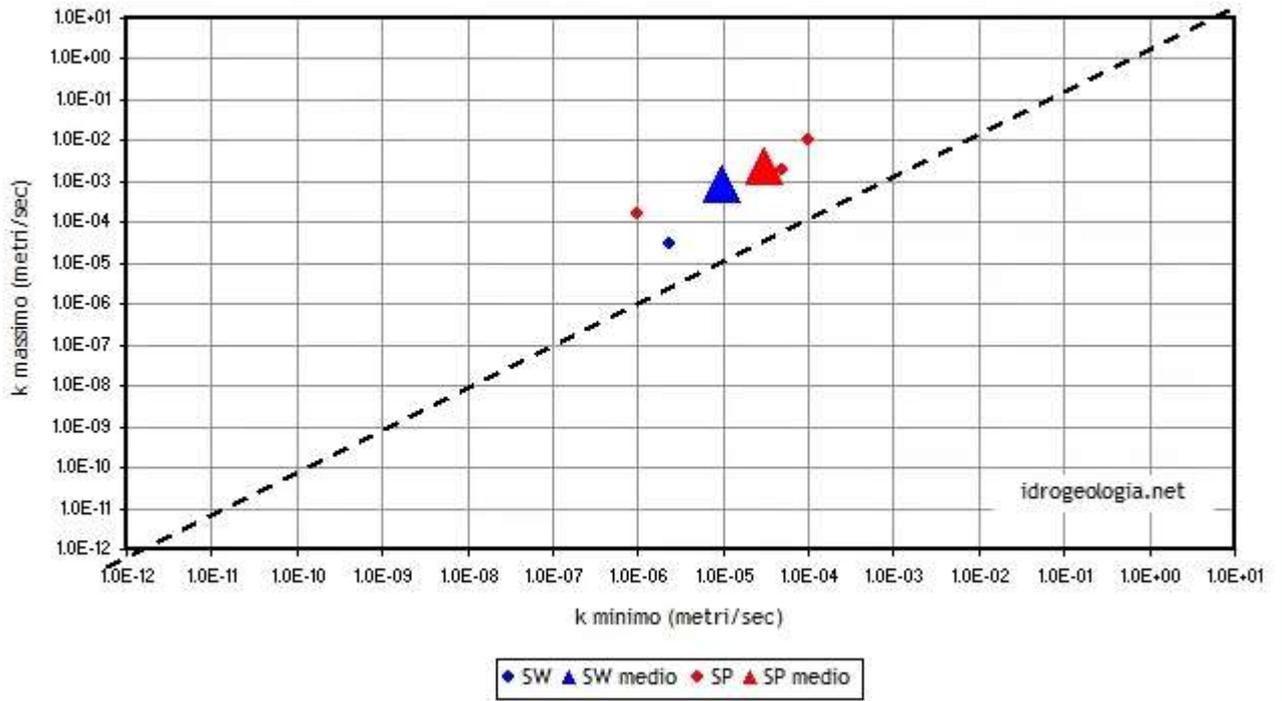


Fig 3 – terreni SW e SP

Variazioni massime e minime di k per classi omogenee di terreni (classificazione USCS)

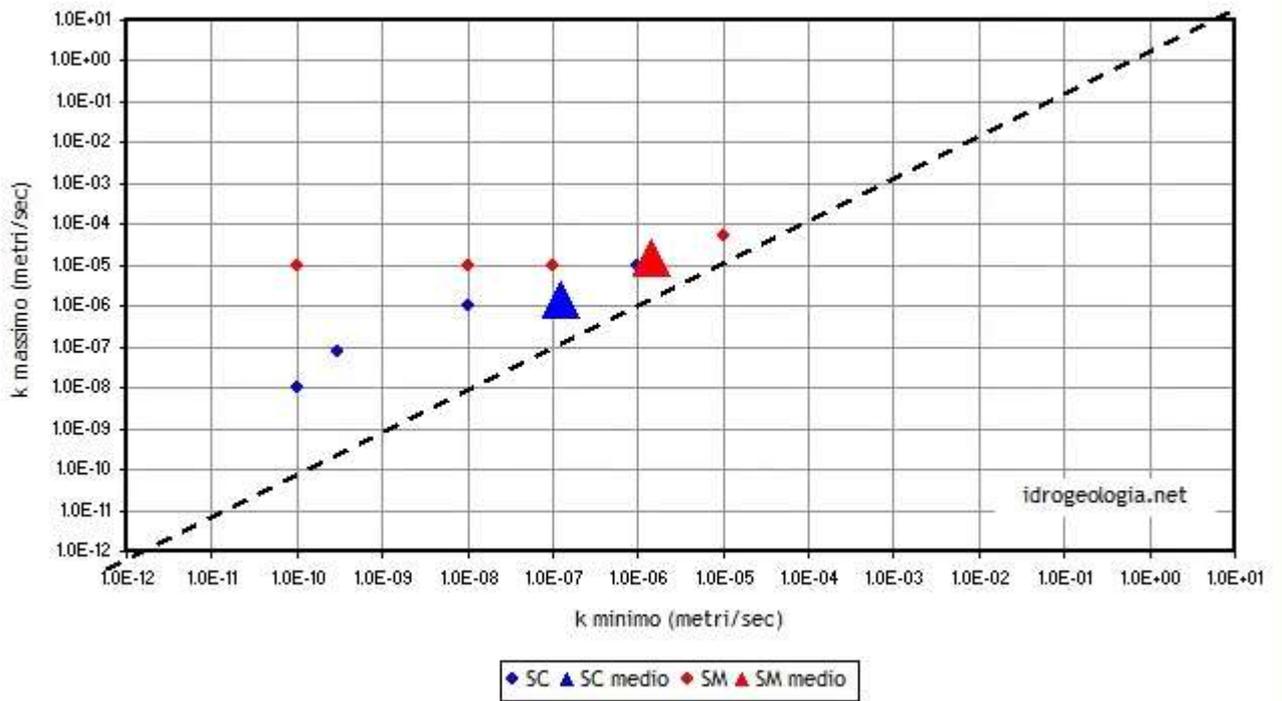


Fig 4 – terreni SM e SC

## 1.4 – Inquadramento Area di Studio

Il progetto proposto interessa la realizzazione di un impianto fotovoltaico nel Comune di Stornara, Provincia di Foggia, Regione Puglia.

L'area di studio si inquadra catastalmente come meglio di seguito:

COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
STORNARA	12	11	43642
		12	96460
		25	72
		37	7931
		43	107
		50	104
		54	38434
		55	12864
		57	53955
		58	10845
		59	50000
		60	6880
		61	24200
		62	35104
		63	3178
		64	18530
		65	29410
		69	163
		78	24373
		90	36855
102	71164		
111	10684		
112	6055		
147	18590		
148	6403		

		152	28593
		153	4128
		154	1500
		155	6410
		156	7700
		158	12538
		169	80
		170	600
		180	15450
		513	18389
		514	740
		515	53
<b>COMUNE</b>	<b>FOGLIO</b>	<b>PARTICELLA</b>	<b>SUPERFICIE (m<sup>2</sup>)</b>
<b>STORNARA</b>	<b>13</b>	56	79307
		79	14480
		141	52860

L'area in esame non rientra e non è adiacente a nessun tipo di sito vincolato dal PPTR o dal PAI.

Il sito ha l'altitudine di 89 metri s.l.m., ed ha le seguenti coordinate geografiche:

➤ **Latitudine Nord 41.295323° e Longitudine Est 15.812871°**

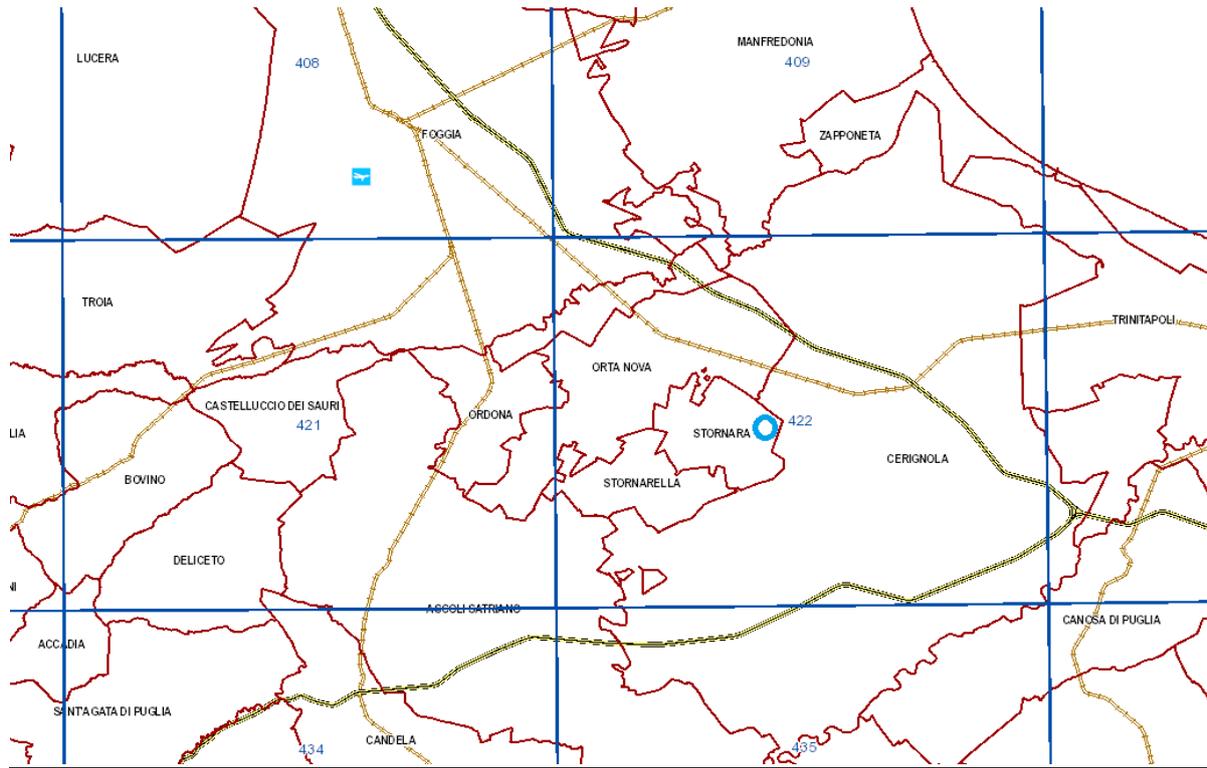
Essa è posta nella località "Femmina Morta o Contessa" di Stornara (FG), in direzione Nord rispetto al centro abitato che dista circa 4 chilometri.

Il Comune di Stornara confina con i territori di Cerignola, Orta Nova, Stornarella, sempre in Provincia di Foggia.

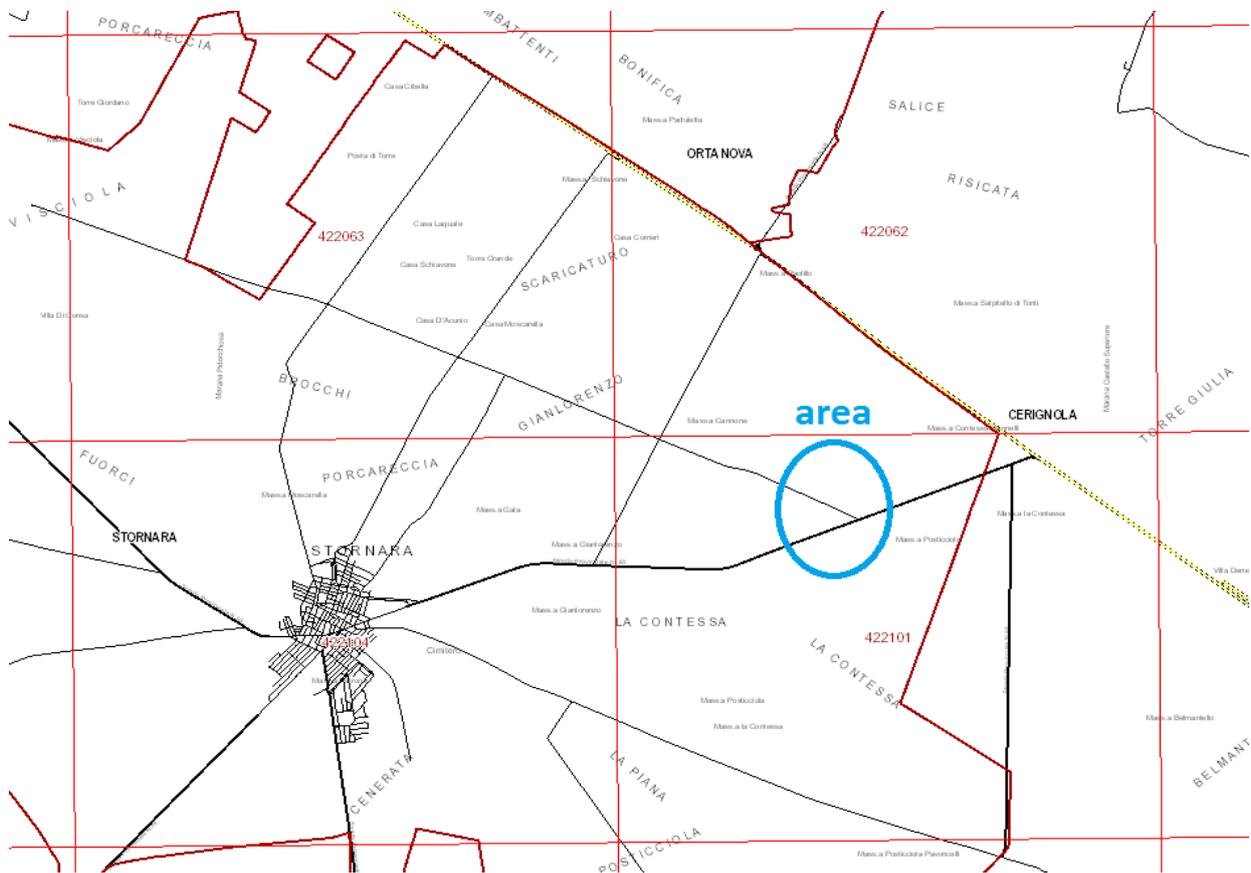
Il suo clima è abbastanza mite, e le temperature sono variati da inverni rigidi con 7°C ad estati umide con 25°C.

La superficie del territorio comunale è di 33,65 Km<sup>2</sup> ed ha 4.920 abitanti censiti, quindi con una densità di 146,21 abitanti per Mq.

Inquadramento "Territorio 422" con IGM 1.50.000:



Inquadramento "Territorio 422101" con IGM 1:5.000:



Stornara, centro di pianura dalle origini recenti, che alle tradizionali attività agricole ha affiancato una certa presenza industriale. Gli stornaresi, con un indice di vecchiaia inferiore alla media, sono quasi tutti concentrati nel capoluogo comunale. Il territorio, comprendente anche l'isola amministrativa di Posta Torre Grande, ha un profilo geometrico regolare, con qualche variazione altimetrica appena accennata.

L'abitato, in cui ancora si trovano vecchie casupole in pietra, con volta a botte o a crociera, costituite da un solo vano, è interessato da una forte crescita edilizia.

Il suo andamento plano-altimetrico è completamente pianeggiante.

Sullo sfondo rosso dello stemma comunale, concesso con Decreto del Presidente della Repubblica, si raffigura un grappolo d'uva accompagnato, in basso, da un fascio di spighe di grano e un ramo di ulivo incrociati.

Si estende a sud-est della provincia, nella piana del Tavoliere, tra Cerignola, Stornarella e Orta Nova. A 16 km dal casello di Cerignola est, che immette sull'autostrada A14 Bologna-Taranto, è raggiungibile anche con la strada statale n. 16 Adriatica, il cui tracciato si snoda a 5 km.

La stazione ferroviaria di riferimento, lungo la linea Bari-Bologna, si trova a 11 km. L'aeroporto di riferimento è a 98 km mentre quello di Napoli/Capodichino è a 166 km. Il porto mercantile di riferimento è situato a 51 km, mentre quello di Bari dista 107 km. La popolazione si rivolge prevalentemente a Cerignola per il commercio, i servizi e le strutture burocratico-amministrative non presenti sul posto.

<b>INDICATORI ECONOMICI</b>			
(numero di imprese/aziende per settore e variazioni intercensuali)			
	<b>1991</b>	<b>2001</b>	<b>Variazione '91/'01</b>
<b>Industria</b>	61	69	13,11 %
<b>Commercio</b>	94	82	-12,77 %
<b>Servizi</b>	81	90	11,11 %
<b>Artigianato</b>	76	73	-3,95 %
<b>Istituzionali</b>	6	20	233,33 %
	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>Variazione '90/'00</b>
<b>Agricoltura</b>	510	625	22,55 %

Fonte: Istat

L'impianto fotovoltaico occupa parzialmente o totalmente le particelle catastali elencate, come meglio rappresentato negli elaborati grafici di progetto, al netto delle aree lasciate libere da qualunque tipo di opera edile per la presenza di servitù, fasce di rispetto, aree sottoposte a vincoli ambientali e/o paesaggistici.

L'estensione complessiva dell'intera proprietà privata messa a disposizione dei tre proprietari è di 91,9375 ettari di terreno libero, di questa, l'estensione dell'area di installazione (di impianto) è di 81,27492 ettari di suolo, e la potenza complessiva elettrica in AC sarà pari ad 48,278 MWp.

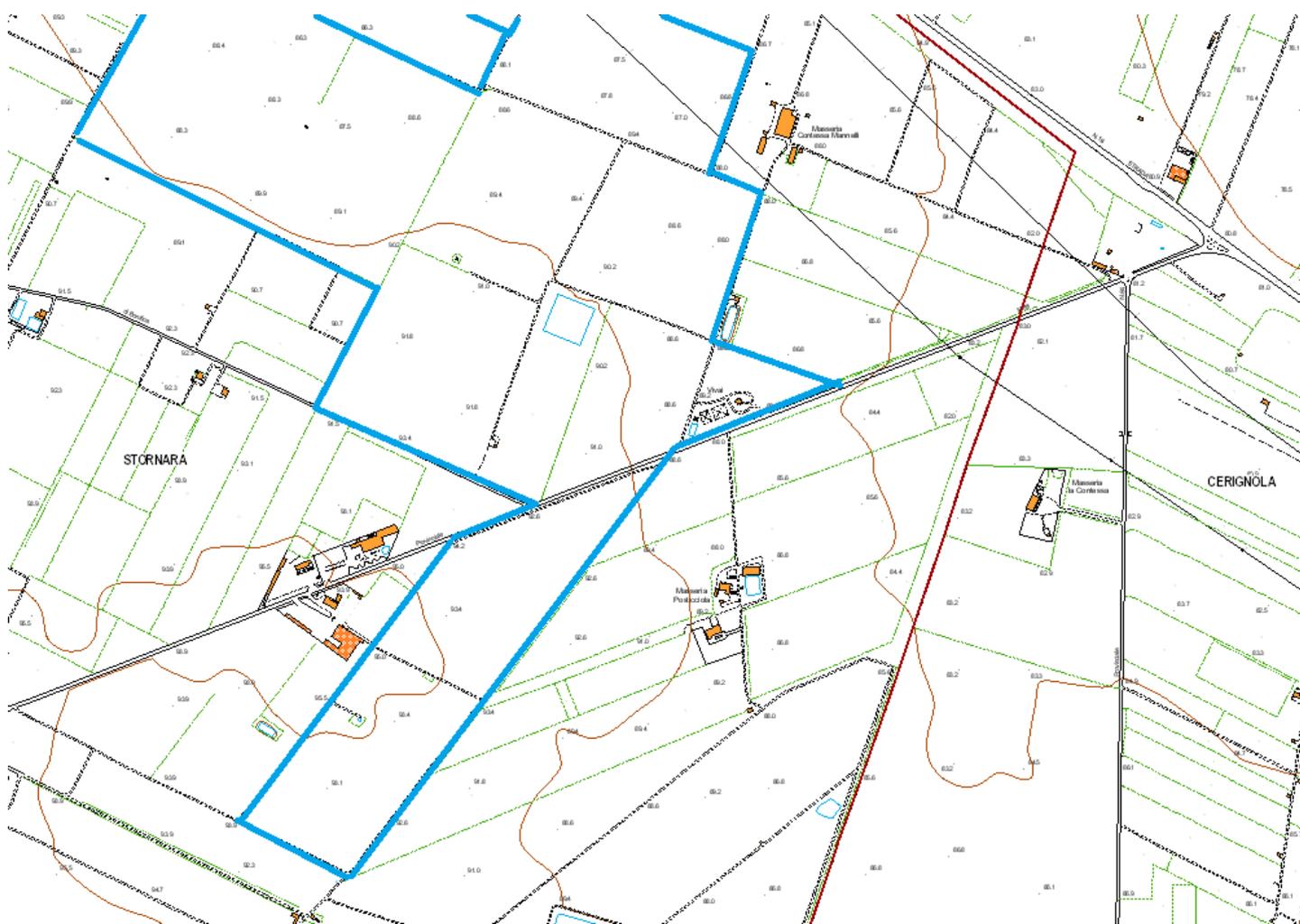
Di oltre 91 ettari di suolo libero, quindi, 81 ettari verranno presi in considerazione ed utilizzati per il nostro progetto fotovoltaico.

L'impianto fotovoltaico, geometricamente e fisicamente, è suddiviso in n.2 aree di intervento separate dalla strada pubblica S.P.88 che taglia in due l'area di impianto in questione.

L'area a Nord, la più grande, è a sua volta suddivisa in due sezioni di intervento (elettricamente da alcuni Sottocampi), mentre l'area a Sud, quella più piccola, si compone di un'unica sezione di intervento (elettricamente da alcuni Sottocampi).

Le ripartizioni in due Aree, di queste in tre Sezioni, a loro volta in tanti Sottocampi elettrici, sono individuate sia dalle tavole grafiche di progetto che dalla raffigurazione in **Ambiente GIS**, come previsto e normato dalla Regione Puglia.

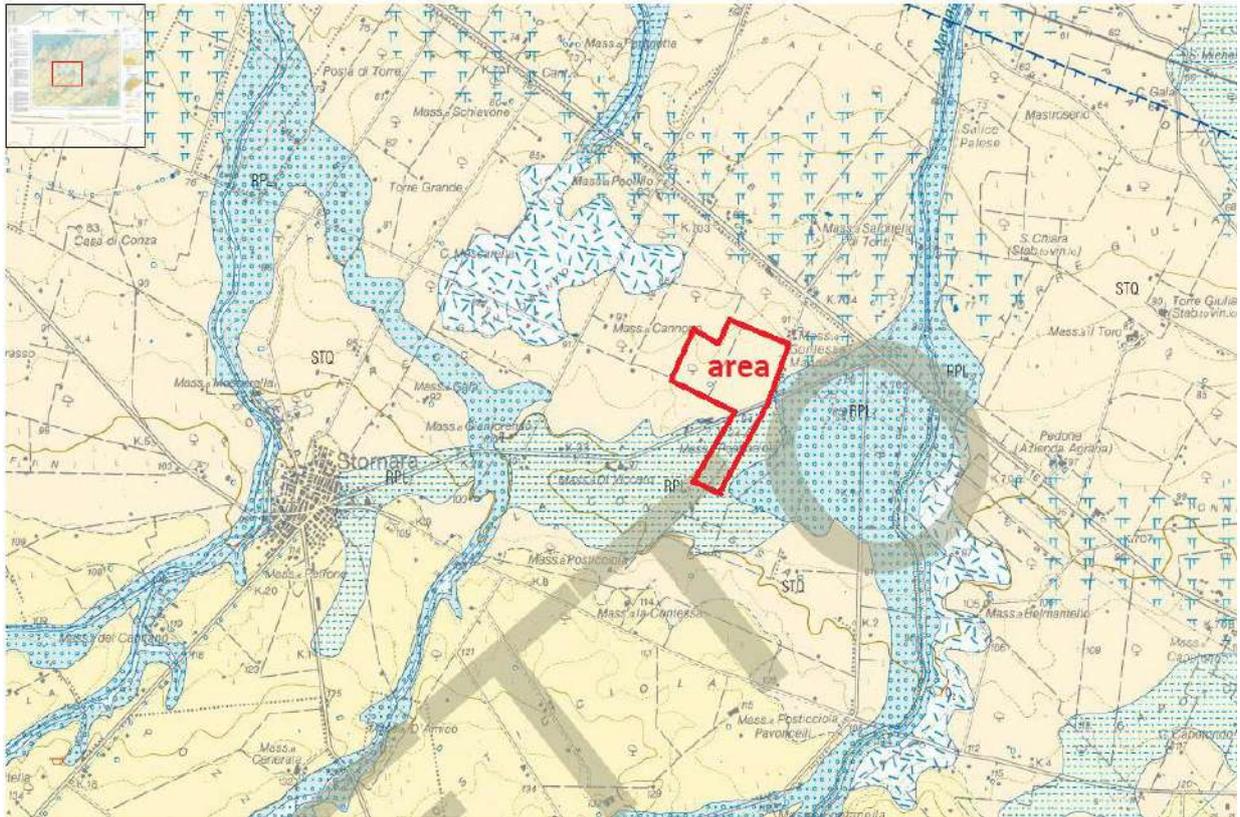
### Area d'intervento con Curve di Livello:



L'accessibilità al sito è ottima poiché garantita, come dicevamo, sia dalla vicinissima S.S.16 che dalla S.P.88 che dalle strade comunali interpoderali e locali (Strada comunale denominata "Contessa")

La S.P.88 è un'arteria viaria importante poiché collega il Comune di Stornara, sito a quasi 4 chilometri, con la vicina S.S.16.





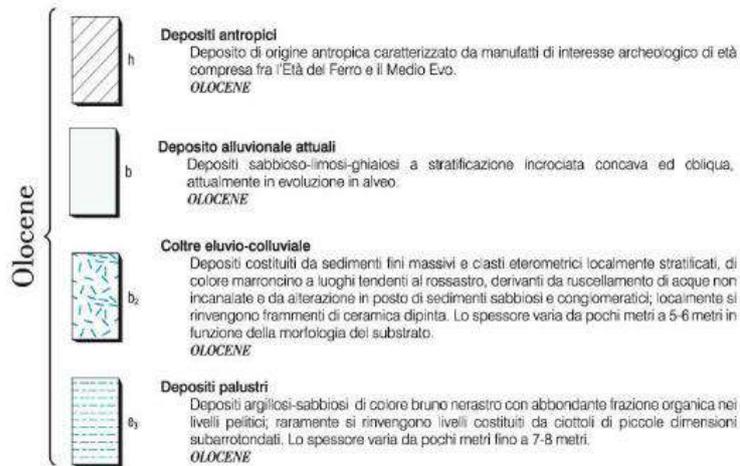
**FOGLIO 422 CERIGNOLA**



408	409	410
Foggia	Ziponeta	Dars Pietra
421	<b>422</b>	423
Ascoli Satriano	<b>Cerignola</b>	Barchina
434	435	436
Candela	Lavello	Morvino Marone

**UNITA' QUATERNARIE CONTINENTALI**

Unità in formazione non distinte in base al bacino di appartenenza



La maggior parte del terreno, quello che rappresenta la zona a NORD della SP88 risulta essere un terreno con caratteristiche di tipo "ghiaioso" con ciottoli di piccole e medie dimensioni.

La parte a SUD risulta essere un terreno con abbondante frazione organica nei livelli pelitici ove raramente si rinvenivano livelli costituiti da ciottoli di piccole dimensioni sub-arrotondati.

L'unità dell'avanfossa bradanica del Sistema Cerignola è essenzialmente costituito da due unità litostratigrafiche fra loro eteropiche (ODN e STQ) che nell'insieme formano un sistema progradante.

Il limite superiore è rappresentato da una superficie di erosione fluviale coincidente con la base del supersistema del Fiume Ofanto, ovvero con la base del supersistema di tutto il Tavoliere di Puglia.

Il limite inferiore è rappresentato da una superficie erosiva che separa il Sistema Cerignola dalle argille sub-appenniniche e dalle unità sabbioso-conglomeratica NON affioranti nell'area del FOGLIO 422 del Sistema Cerignola.

La circolazione sub superficiale è limitata agli strati pedologici più superficiali in forma di saturazione stagionale e di piccole ed effimere accumuli sospesi sostenuti dagli orizzonti a maggiore contenuto argilloso (zona SUD). Un terreno impermeabile, come quello argilloso, consente una velocità di movimento dei fluidi al suo interno praticamente nulla o comunque talmente infinitesima da essere molto vicina allo zero.

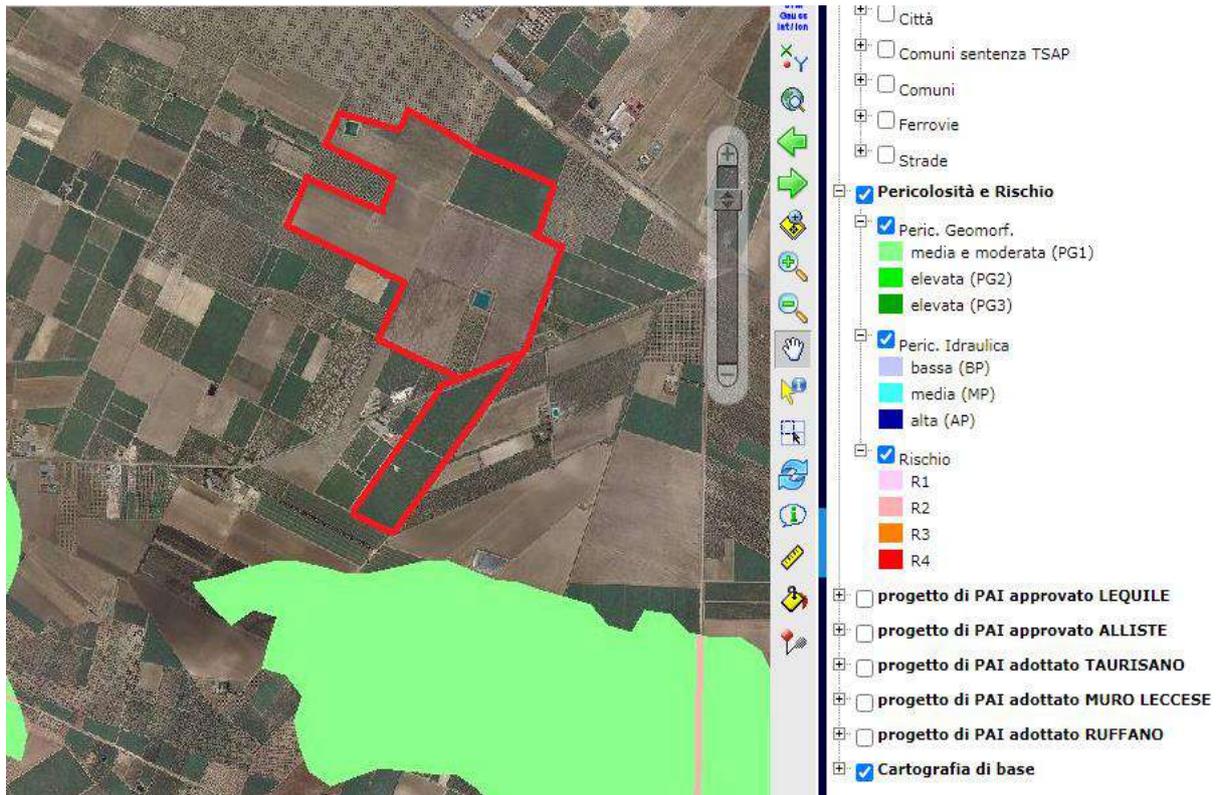
Si può facilmente immaginare che la permeabilità sia influenzata dalla presenza di vuoti o pori.

In geologia col termine di permeabili si intende la capacità di una roccia o di un terreno di essere attraversata da fluidi. In pratica si esprime come la velocità con cui il fluido, generalmente l'acqua, si muove all'interno di questi materiali, ed è questo il caso dell'area NORD dell'impianto fotovoltaico, quella a nord rispetto la SP88 di cui in premessa.

Tutto quanto detto è a caratterizzare, in via generale, il Foglio n.422 del Sistema Cerignola alla Carta Geologica d'Italia, ma da tali elementi ricognitivi si deve necessariamente entrare un'analisi più specifica del terreno in questione.

La **RELAZIONE GEOLOGICA** che accompagna il progetto è ritenuta lo strumento fondamentale, dalla quale verranno estrapolate alcune parti di dettaglio.

## 1.4.2 – Cartografia Autorita' di Bacino Puglia



Il nostro terreno in questione non risente di alcun tipo di rischio o pericolo per ciò che attiene alla pericolosità geomorfologica, alla pericolosità idraulica, o al rischio frane.

Possiamo concludere che il sito d'impianto è immune dalle variabili di tutela per la prevenzione di tipo PAI.

Quindi, la zona in esame, dal punto di vista idrogeologico, costituisce un elemento permeabile nella zona NORD e più impermeabile nella zona SUD dell'impianto in esame.

Il sito in questione non corrisponde ad alcuna zona che possa avere altre caratteristiche di tipo idrogeologico o idrogeomorfologico rispetto a quanto abbiamo già rilevato.

Si evidenzia che, l'area di studio non rientra nell'ambito di **aree di alimentazione indiretta degli acquiferi** carbonatici, e nè tantomeno può contribuire alla loro alimentazione per via diretta attraverso un minimo di ruscellamento superficiale dei limitati sistemi drenanti esistenti (che esplicano la loro attività solamente in occasione di afflussi meteorici intensi o prolungati).

In pratica, il sito in questione è fuori da qualunque tipo di gioco afferente un più vasto sistema di alimentazione delle falde acquifere, sia esse superficiali che nel sottosuolo.

## 1.5 – Verifica Area di Impianto

Le unità del Tavoliere sono costituite dai depositi di riempimento, di età pliocenica e infrapleistocenica, dell'Avanfossa appenninica e dai depositi marini e alluvionali delle coperture medio-suprapleistoceniche e oloceniche della piana. Tali depositi, rinvenuti nel sottosuolo nel corso delle numerose perforazioni eseguite per la ricerca di idrocarburi, sono il prodotto dell'intensa attività sedimentaria, tipica di un bacino subsidente, che ha interessato l'Avanfossa appenninica a partire dal Pliocene inferiore (Ciaranfi et alii, 1979; Ricchetti et alii, 1988).

Si tratta di argille, indicate con il generico termine di "Argille grigio azzurre" per via del loro colore tipico che, nella parte più superficiale, tende al giallastro a causa dei fenomeni di alterazione; stratigraficamente, risultano sovrapposte ad un substrato di rocce carbonatiche di età prepliocenica.

All'interno della successione argillosa, sono presenti, a diverse altezze stratigrafiche, interstrati sabbiosi formanti corpi lenticolari di modesto spessore

Dal punto di vista geologico, con riferimento alla letteratura ufficiale della zona, il sottosuolo dell'area in esame è parte integrante dei terreni quaternari sommitali che formano la pianura della Capitanata, costituiti da depositi alluvionali continentali e marini di ghiaie, sabbie e argille. Seguono in profondità depositi marini pliocenici di sabbie, argille e argille marnose. I suddetti terreni hanno assetto sub-orizzontale e rappresentano il risultato dello smantellamento della falde tettoniche dell'Appennino Dauno e della sedimentazione nell'avanfossa Bradanica.

Dal punto di vista morfologico la zona interessata dal presente studio si trova ad una quota topografica di circa 90 metri s.l.m., ricade in un'area ad assetto suborizzontale con lievi cali topografici in direzione Nord ed Est attraverso blande ondulazioni del terreno.

Litologicamente, tutta l'area è ricoperta da depositi d'origine marina costituiti da sabbie straterellate giallastre, localmente limose o argillose con livelli di natura argillosa ed arenacea con inclusioni di resti fossili di molluschi marini litorali.

L'idrografia superficiale è poco sviluppata mentre nel sito in esame non esiste nessun corso d'acqua superficiale o altro elemento morfologico che potrebbe rappresentare un pericolo per le costruzioni.

I caratteri litostratigrafici di dettaglio possono essere desunti dalla stratigrafia di un pozzo "**Stornarella 1**" eseguito in zona dall'Agip e trivellato nel 1960. La stratigrafia del pozzo, approfonditosi fino a circa 766 m da p.c., evidenzia un primo macro livello di circa 47 m di depositi alluvionali dell'Avanfossa bradanica costituita da conglomerati alternati ad orizzonti sabbiosi fluvio-marini e continentali che passano ad argille sabbioso-limose giallastre, mentre oltre i 50 m di profondità si incontrano le argille e marne argillose grigio azzurre del Pleistocene Inferiore passando, a circa 400 m di profondità, alle biocalcareniti basali riferite, nell'area ofantina, al Pliocene mediosuperiore fino ad intercettare, a quota 766 m di profondità, i Calcari del Cretaceo.

Poi, i rilievi in campo e i perfori eseguiti sul sito in questione non hanno rilevato la presenza di falde acquifere superficiali.

L'area di studio, come noto, è localizzata nel Tavoliere di Puglia. Il clima del Tavoliere è di tipo continentale, caratterizzato da forti escursioni termiche; estati torride si contrappongono ad inverni più o meno rigidi, tuttavia la temperatura media annua si aggira sui 16 °C. Le piogge, scarse, si attestano intorno ai 600 mm e interessano soprattutto il periodo che va da settembre a febbraio; nel periodo estivo invece non sono rari fenomeni di siccità.

Dal punto di vista statistico il mese più freddo è quello di gennaio con temperature comprese tra i 4 e gli 11 gradi, il più caldo invece è quello di agosto con temperature che oscillano tra i 19 ed i 31 gradi; qualche volta d'inverno la temperatura scende sotto zero.

La sua posizione geografica rende il Tavoliere particolarmente esposto al maestrale, incanalato dal Gargano e dal Subappennino Dauno, che trasforma la pianura in una sorta di corridoio.

Hanno rilevanza solo locale il favonio (vento caldo e sciroccale) e la bora.

L'unità litologica interessata dall'intervento in progetto è rappresentata dalla Argille subappennine (ASP).

Di seguito si riporta una "stratigrafia geologica e geotecnica di sintesi" relativa alla sequenza litostratigrafica locale con gli indici geotecnici:

Spessore (m)	Stratigrafia	descrizione terreno	Angolo di attrito in condizioni drenate ( $\phi$ )	Coesione drenata (kPa)	Coesione non drenata (kPa)	Peso di Volume (kN/m <sup>3</sup> )	Modulo di Poisson	Modulo di Elasticità (MPa)
1,0+2,0		Terreno vegetale frammentato a sabbie	23°	2+3	20+30	17	0,37	10
6,0		Sabbie, sabbie ghiaiose	25°+28°	2+5	80+100	18,5	0,37	20
> 20		Sabbie limose e limi argillosi	24°+26°	10+12	120+150	19	0,37	25

Di seguito si riporta, invece, la "sismostratigrafia" evidenziata dall'indagine sismica oltre che i principali parametri dinamici dei terreni investigati:

Quota dal p.c.	descrizione terreno	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Coefficiente di Poisson ( $\sigma$ )	Modulo di Young (E <sub>an</sub> )	Modulo di taglio (G <sub>an</sub> )	Modulo di incompressibilità (K)
da 0 a -2m	Terreno vegetale frammentato a sabbie	487	222	0,37	402 MPa	147 MPa	504 MPa
da -2 a -8m	Sabbie, sabbie ghiaiose	644	295	0,37	811 MPa	297 MPa	1004 MPa
> -8 m	Sabbie limose e limi argillosi	820	312	0,37	1023 MPa	366 MPa	2331 MPa

I valori di VS,30 ricavati dall'analisi sismica con i microtremori ci permettono di attribuire i suoli indagati alla categoria, come da riferimento alla nuova normativa sismica:

- **classe C** con **VS,30** pari  $\approx$  a 360 m/s ( $180 \text{ m/s} < \text{VS,30} < 360 \text{ m/s}$ )

## 1.6 - Caratteristiche Meteo Climatiche Locali

La caratterizzazione meteo climatica della zona di Manfredonia (FG) è stata eseguita sulla base dell'analisi statistica dei dati relativi a:

- precipitazioni
- temperature
- radiazione solare media stagionale
- temperature medie stagionali
- evaporazione

Per quanto riguarda la piovosità i dati disponibili, che fanno riferimento agli annali idrologici del Min. LL.PP., si riferiscono al periodo 1922-2019 relativamente alla stazione pluviometrica di Cerignola (lat.  $41^\circ 15' 48,39''$ , long.  $15^\circ 54' 18,10''$ ).

In questo periodo di osservazione le precipitazioni annue risultano comprese tra un massimo di 932 mm nel 1954 ed un minimo di 295 mm nel 1925. Nello stesso arco temporale, il massimo di precipitazione mensile si è avuto nel 1955 con 234 mm ed il minimo nel 1948 con 60 mm di pioggia. La piovosità annuale media è di 538 mm/anno di cui 139 mm in primavera, 73 mm in estate, 168 mm in autunno e 158 mm in inverno.

I dati delle temperature sono stati mediati, mese per mese, nell'arco di oltre un ottantennio (1930-2019) di osservazioni. La temperatura media annuale è di  $16,2^\circ\text{C}$ .

Le temperature medie mensili variano da  $7,6^\circ\text{C}$  di gennaio, il mese più freddo, a  $26^\circ\text{C}$  di luglio/agosto, i mesi più caldi.

La caratterizzazione del terreno dal punto di vista sismico in particolare e dinamico in generale, richiede come elemento indispensabile la conoscenza del profilo di velocità delle onde di taglio VS degli strati di terreno presenti nel sito, secondo quanto richiesto dalle sopra citate normative.

L'umidità media stagionale varia da un minimo di 50% ad un massimo del 70% in inverno.

## 2 – Opere di Regimazione delle Acque in Eccesso

Il sito di impianto è diviso dalla strada pubblica denominata SP88 che collega il territorio del Comune di Stornara alla vicina SS16 (quest'ultima è l'arteria che collega Bari alla Capitanata) in direzione sud, collega l'area di fotovoltaico al centro urbano in direzione ovest.

L'impianto fotovoltaico è diviso, quindi, in due distinte SEZIONI per la presenza della SP88, come detto.

I due profili del fotovoltaico che si affacciano sulla SP88 sono distanti circa **15 metri** dal ciglio stradale, misura presa dalla recinzione perimetrale dell'area di impianto.

Se si considera il modulo solare fotovoltaico più vicino rispetto al ciglio stradale SP88 avremo una distanza di **25 metri**, misura in linea d'aria.

Su tale arretramento stradale è collocato un canale perimetrale esterno di raccolta e di scolo delle acque meteoriche, lungo il profilo stradale esistente, canale necessario per regolarizzare il deflusso delle acque in eccesso.

A questo primo canale esistente si vanno ad aggiungere altri canali di progetto, come meglio descritto nella tavola grafica denominata: **N7YS6W7 ElaboratoRegimazione 5 04**

Il progetto in questione prevede, col benestare dell'ente Provincia di Foggia, anche il permesso alla costante pulizia di tale tratto di canale esistente, al fine di mantenere integro il suo valore di regolamentazione e di deflusso delle acque meteoriche in eccedenza.

Come di evince nelle immagini successive, i canali di raccolta sono l'opera principale per poter consentire ai terreni, sottoposti a copiose piogge, di poter convogliare e quindi smaltire le acque in eccesso, quelle che non vengono drenate nel terreno.

Il progetto in esame, sulla fascia di terreno di circa 15 metri dovuta all'arretramento da ciglio stradale, prevede una prima **rivegetazione** con la collocazione di due e più file di alberi ad alto fusto, tipo alloro o abeti, e la possibilità di praticare il secondo canale di regimazione delle acque, quello di progetto.

Anche la presenza di circa **n. 1113 alberi ad alto fusto**, quali opere di mitigazione in progetto, contribuiscono attivamente alla regimazione delle acque in eccesso presenti nel terreno durante situazioni del tutto occasionali, da sommarsi alle siepi perimetrali.

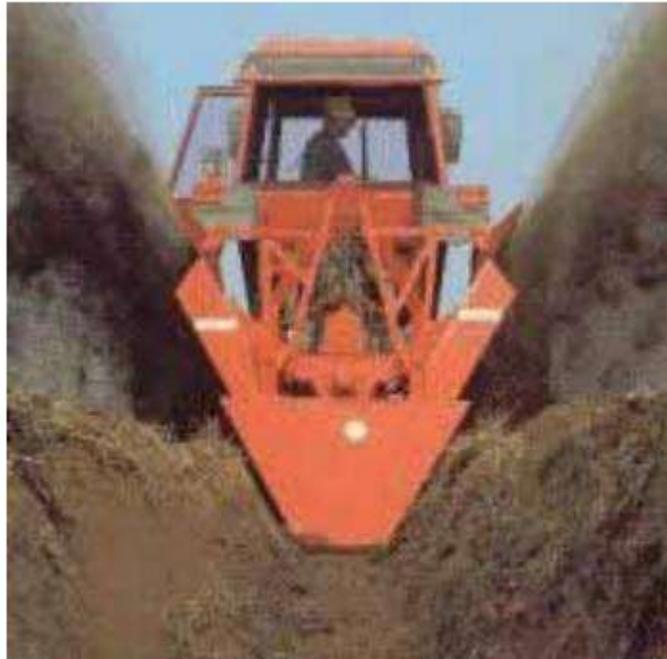
Le opere di rivegetazione (alberi) riguardano la collocazione di questi lungo tutto il perimetro dell'impianto per circa 7,5 KM, mediante una o più file di fusti.

Tutte queste opere di Regimazione in realtà incidono anche per le Opere di Mitigazione, e viceversa.

I canali esistenti o in progetto, in adiacenza stradale, sono realizzati con solchi profondi circa **1,5 metri** e sono prospicienti i luoghi pubblici.

**Per regimazione si intende**: l'insieme di interventi tecnici messi in campo allo scopo di regolare il deflusso della massa idrica eccedente senza compromettere la costruzione di confacenti riserve di acqua nel suolo. Con terreni di media permeabilità la larghezza dell'intervento deve essere di circa 25 cm, la profondità di 60 cm. L'obiettivo, quindi, è il drenaggio orizzontale (naturale o forzato) dell'acqua meteorica in eccesso.

Qualora gli uffici pubblici vogliamo prescrivere nuove ed ulteriori Opere di Mitigazione e/o Opere di Regimazione, il progetto verrà adeguato a tali prescrizioni.



### 3 - Conclusioni

Atteso che la fonte utilizzata per la produzione di energia elettrica è quella solare, l'intervento non necessita di un approvvigionamento idrico di tipo continuo, nè genererà nessun tipo di impatto sulle acque superficiali e/o sotterranee. Inoltre, la notevole distanza tra i pannelli per l'utilizzo di Tracker eviterà la concentrazione di scarichi idrici naturali e/o artificiali, che potrebbero generare erosione incanalata, e permetterà un regolare e omogeneo deflusso laminare sulla superficie lasciata interamente permeabile.

Alla luce degli studi esperiti, delle fonti autorevoli utilizzate, delle relazioni specialistiche prodotte, si può affermare con la presente relazione che l'intervento in progetto non produrrà un'impermeabilizzazione dei suoli interessati, quindi non comporterà, a livello locale, alcuno squilibrio dei volumi di apporto idrico globale presunto nell'area, in quanto non vi sarà riduzione dei volumi di acqua di infiltrazione a favore di un incremento delle acque ruscellanti e/o dilavanti. Inoltre, per quel che concerne il bilancio idrico sotterraneo (prime falde) nell'area d'interesse e in quelle circostanti, non si prevede nessuna modifica sostanziale, anche perchè l'estensione areale dei bacini imbriferi individuati è lontana ed è di gran lunga maggiore rispetto alla superficie occupata dall'opera in progetto.

Pertanto, a conclusione del presente studio, si riconosce la funzionalità delle aree in esame a ricevere l'intervento progettato in quanto non comporterà, a **"scala di bacino"**, il depauperamento delle falde acquifere profonde, quindi, a parere dello scrivente, sussistono tutte le condizioni per il rilascio del "Nulla Osta" da parte degli enti preposti ad esprimersi.

Così come, la presenza dei moduli solari fotovoltaici, per come sono collocati e distanziati, non determinerà una concentrazione eccessiva d'acqua per effetto dell'umidità notturna, poiché, tale umidità sarebbe stata comunque presente sul terreno durante le ore notturne, mentre con l'apporto del fotovoltaico, l'umidità notturna sarà convogliata sul terreno alle prime ore del giorno, e beneficerà della presenza dell'irraggiamento solare.

I limiti di drenaggio orizzontale per il terreno in questione sono nella media dei valori di elasticità e permeabilità.

Così come, i moduli sono distribuiti uniformemente su alcuni tratti del terreno fino a rappresentare una superficie di **1/3** rispetto all'area in questione. Infine, i Tracker sono distanti ben **10 metri**, consentendo quindi, la stessa distribuzione naturale dell'acqua meteorica ante-operam.

Si evidenziano tutte le opere di rivegetazione, le opere di mitigazione, e le opere di regimazione, a sostegno nel caso si verifichi il caso limite di abbondanti e copiose piogge eccezionali.

Si riportano per completezza i dati di progetto:

- N. Tracker: 4057
- N. Pannelli solari su ogni tracker: 28
- N. Pannelli solari fotovoltaici: 113.596
- Potenza pannello: 425Wp
- Potenza complessiva impianto: 48,278 MWp
- Dimensioni modulo = 1,978 m x 0,992 m

- N° inverter: 27
- N° cabine di sezione: 3
- Superficie catastale proprietà: 919.375 mq
- Superficie area agrivoltaico: 812.749,2 mq
- Superficie “al suolo” occupata dai pali dei Tracker: 3651,3 mq
- Superficie occupata dalle cabine: 492,6 mq + 240 mq
- Superficie occupata dai vani tecnici: 5316 mq
- Superficie occupata dalle tettoie: 1115 mq + 1123 mq
- Superficie massima occupata dalle strade: 47.400 mq
- Lunghezza strade interne: 7900 m
- Lunghezza recinzione perimetrale: 7529,7 m
- N. alberi per opere di mitigazione: 1113
- Lunghezza siepi: 2000 m

Foggia, 31/07/2021

Il tecnico.



Iscritto Albo Architetti della Provincia di Foggia col n. 887/A

Domicilio in 71121 Foggia al Vico Teatro 33, cod. fiscale RMNDR73E22F924U