

## IMPIANTO FOTOVOLTAICO EG Laguna E OPERE CONNESSE POTENZA IMPIANTO 13.8 MWp - COMUNE DI PORTOMAGGIORE

### Proponente

EG Laguna S.R.L.  
VIA DEI PELLEGRINI 22 · 20122 MILANO (MI) · P.IVA: 11769770964 · PEC: eglaguna@pec.it

### Progettazione

Ing. Piero FARENTI. Via Don Giuseppe Corda, SNC -  
03030 Santopadre (FR) · tel.: 0776531040 · e-mail: info@farenti.it  
PEC: piero@pec.farenti.it



### Collaboratori

Ing. Andrea FARENTI. Via Don Giuseppe Corda, SNC - 03030 Santopadre (FR)  
tel.: 0776531040 · e-mail: info@farenti.it · PEC: andrea@pec.farenti.it

### Coordinamento progettuale

FARENTI S.R.L.  
Via Don Giuseppe Corda, snc · 03030 Santopadre (FR) · P.Iva 02604750600 ·  
Tel. 0776531040 Fax 07761800135

### Titolo Elaborato

Relazione illustrativa

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	FORMATO	DATA	SCALA
Progetto definitivo	VIA.REL6	-	A4	07/21	-

### Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	20/07/2021	-	AF	PF	ENF
01	11/10/2021	-	AF	PF	ENF



COMUNE DI PORTOMAGGIORE  
REGIONE EMILIA ROMAGNA



# RELAZIONE ILLUSTRATIVA

---

# Index

PREMESSA .....	2
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	3
SINTESI TECNICA DI PROGETTO .....	7
SOLUZIONE TECNICA DI CONNESSIONE .....	9
STRUTTURE METALLICHE DI SOSTEGNO .....	10
MODULI FOTOVOLTAICI .....	12
DISPOSITIVI DI CONVERSIONE .....	14
Sistema di condizionamento della potenza (inverter) .....	14
RECINZIONE DELL'IMPIANTO, VIABILITA', VIDEOSORVEGLIANZA E LUCI .....	20
POSSIBILI FUTURI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO DELL'EFFETTO ALBEDO DEL TERRENO .....	21
INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	22
CRONOPROGRAMMA .....	33
IMPATTI POTENZIALI E MITIGAZIONI .....	35
PREVISIONE DEGLI IMPATTI .....	35
MISURE DI MITIGAZIONE .....	36
PIANO DI DISMISSIONE E RIPRISTINO .....	37
CONCLUSIONI GENERALI .....	40

# PREMESSA

Il progetto, per conto della Società EG LAGUNA S.r.l., riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di 13,8 MWp da costruire ad est rispetto al centro abitato del Comune di Portomaggiore (FE) su terreni agricoli.

Il cavidotto, che sarà completamente interrato, sarà posizionato lungo strade pubbliche, senza andare ad intaccare l'ambiente circostante.

Il D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. ha dato attuazione alla delega conferita al Governo dalla legge n. 308 del 2004 per il riordino, il coordinamento e l'integrazione della legislazione in materia ambientale.

Dalla sua data di entrata in vigore (29 aprile 2006) ad oggi il Codice ha subito numerose modifiche ed integrazioni (in particolare, ad oggi si applica il Decreto Legislativo n. 104 del 2017).

# INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di 13,8 MWp da costruire ad est rispetto al centro abitato del Comune di Portomaggiore (FE) in località Borgata Bragliola, su terreni agricoli.

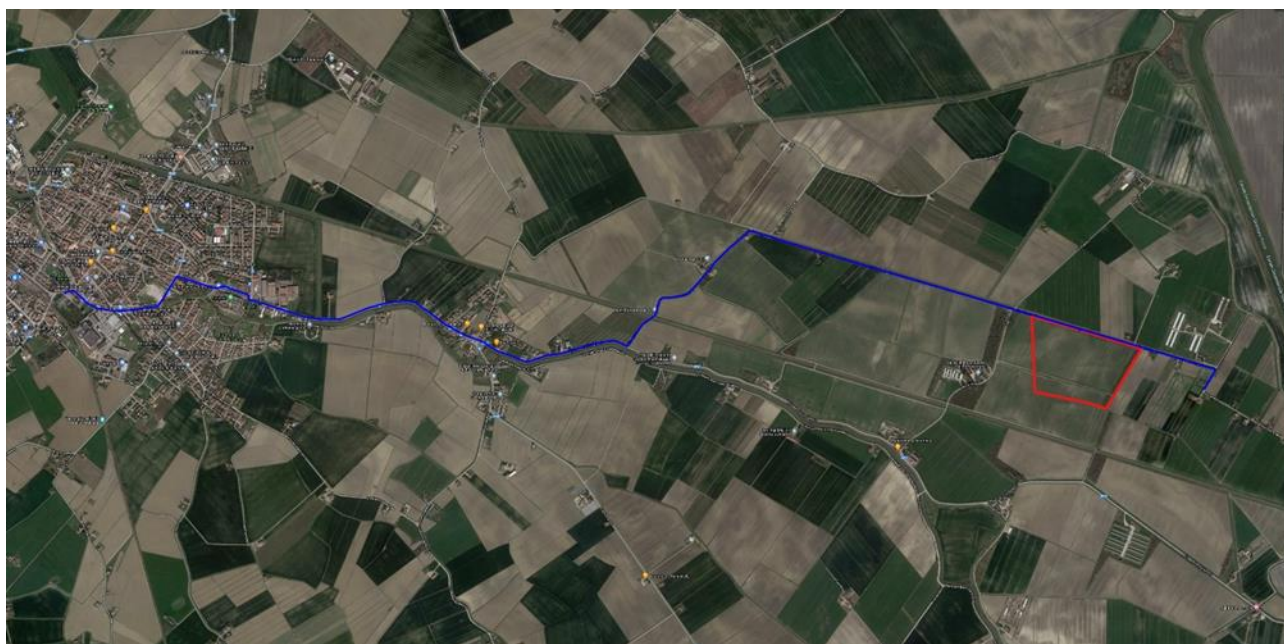
Il progetto è costituito da un impianto fotovoltaico della potenza di 13,8 MW, e prevede la realizzazione di due linee MT e due cabine di trasformazione.

Il cavidotto, che sarà completamente interrato, sarà posizionato lungo strade pubbliche, senza andare ad intaccare l'ambiente circostante.

In Figura 1 e Figura 2 si riportano rispettivamente l'inquadramento geografico del sito con cavidotto di connessione (fonte del dato <https://www.google.it/maps>).



**FIGURA 1 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL SITO**



**FIGURA 2 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL SITO CON CAVIDOTTO DI CONNESSIONE**

Il terreno interessato dall'impianto fotovoltaico si trova in località Borgata Bragliola, sita a circa 5 km dal centro abitato di Portomaggiore (FE).

Il lotto agricolo è accessibile mediante viabilità comunale, via Grillo Braglia, facente capo alla Strada Provinciale n. 57.

Il progetto è costituito da un impianto di 13,8 MW, dai quali partono i cavidotti MT di connessione; per il primo tratto, il cavidotto ha una lunghezza di circa 1 km fino alla Cabina MT in località Borgata Braglia, mentre il secondo ha una lunghezza di 7 km ed arriva fino alla Cabina primaria "Portomaggiore".

Nel Catasto Terreni comunale i terreni sono identificati al:

- Foglio 114 particelle: 8, 25

Le coordinate geografiche sono: 44°41'31.74"N 11°52'41.05"E

Altezza: -1 m





**FIGURA 3 – MAPPA CATASTALE DEI LOTTI**

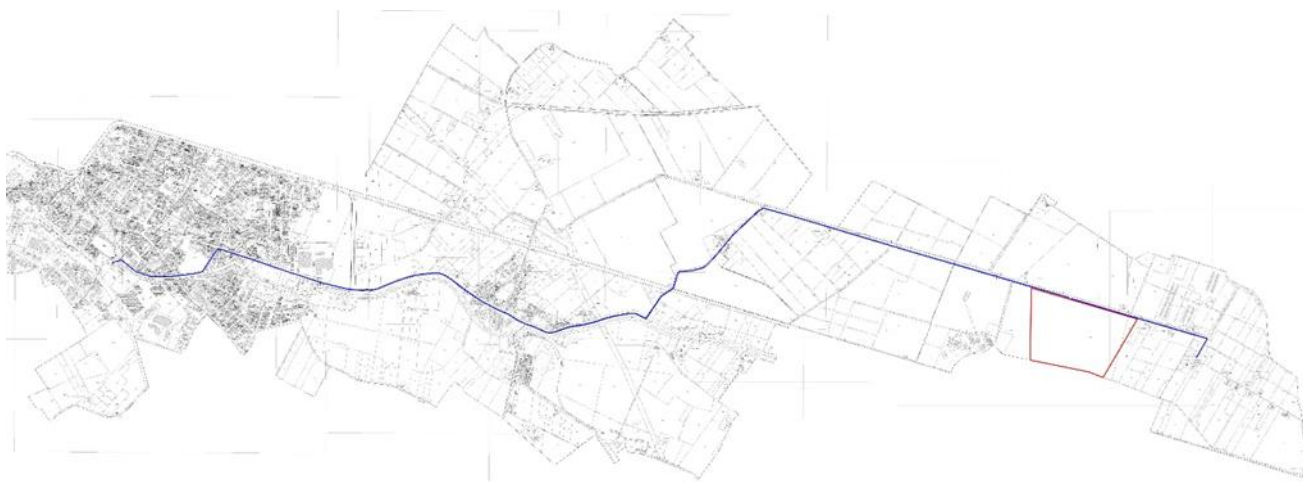
Come detto in precedenza, il progetto è costituito da un impianto con potenza totale di 13,8 MW.

Il percorso del cavidotto MT per il primo tratto parte dal Foglio 114 ed arriva alla cabina MT sita nel Foglio 115.

Per il secondo tratto, il percorso del cavidotto MT parte dal Foglio 114 e attraversa i Fogli 112, 109, 108, 107, 121, 119 del Comune di Portomaggiore per finire nella Cabina Primaria Enel “Portomaggiore” sita nel Foglio 122.

L'impianto sarà allacciato alla rete di e-distribuzione tramite realizzazione di nuove linee da cabina primaria “Portomaggiore”.

In Figura seguente si evidenzia, su base catastale, il percorso delle linee MT fino alla Cabina Primaria di Portomaggiore (a sinistra) ed alla cabina MT (a destra).



**FIGURA 4 - ESTRATTO MAPPE CATASTO TERRENI IMPIANTO E CAVIDOTTO DI CONNESSIONE**



# SINTESI TECNICA DI PROGETTO

Il progetto che si intende realizzare prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico della potenzialità di picco di 13,8 Megawatt (MW) e finalizzato alla produzione di energia elettrica in base ai dati di irraggiamento caratteristici delle latitudini di Portomaggiore (FE) e sarà connesso in parallelo alla rete elettrica di distribuzione di Alta Tensione in corrente alternata al fine della sola vendita dell'energia prodotta mediante un'unica fornitura dedicata.

La classificazione installativa è "a terra" e la tipologia realizzativa è "ad inseguimento monoassiale" (tracker). Sintetizzando, l'intero impianto comprenderà:

Superficie totale terreni : 20 ettari

Superficie occupata dal campo FV: 6,3 ettari

Numero moduli FV: 23.808 con potenzialità di 580 Wp

Numero di inverter: 60 inverter, ciascuno con potenza nominale di 200 kWac

Potenza nominale impianto: 13,8 MWp

Inclinazione moduli FV : Variabile

Orientamento moduli FV : Variabile

Tipologia tecnologica moduli : Silicio cristallino bifacciale

Tipologia strutture di sostegno : Profili di alluminio e supporti in carpenteria metallica

Tipologia locali di controllo, conversione e consegna: Locale tecnico prefabbricato

Ventilazione locale tecnico : Naturale/Forzata

Cablaggi : Cavi in canale o cunicoli o poggiati nella nuda terra

Posizionamento Gruppo di conversione : All'interno del locale tecnico

Posizionamento Quadri CC : All'interno del locale tecnico e/o in posizione ombreggiata nel campo

Posizionamento Cabina: All'interno del locale tecnico

Posizionamento cabina controllo e consegna MT: All'interno del locale tecnico

Posizionamento contatori : All'interno del locale tecnico

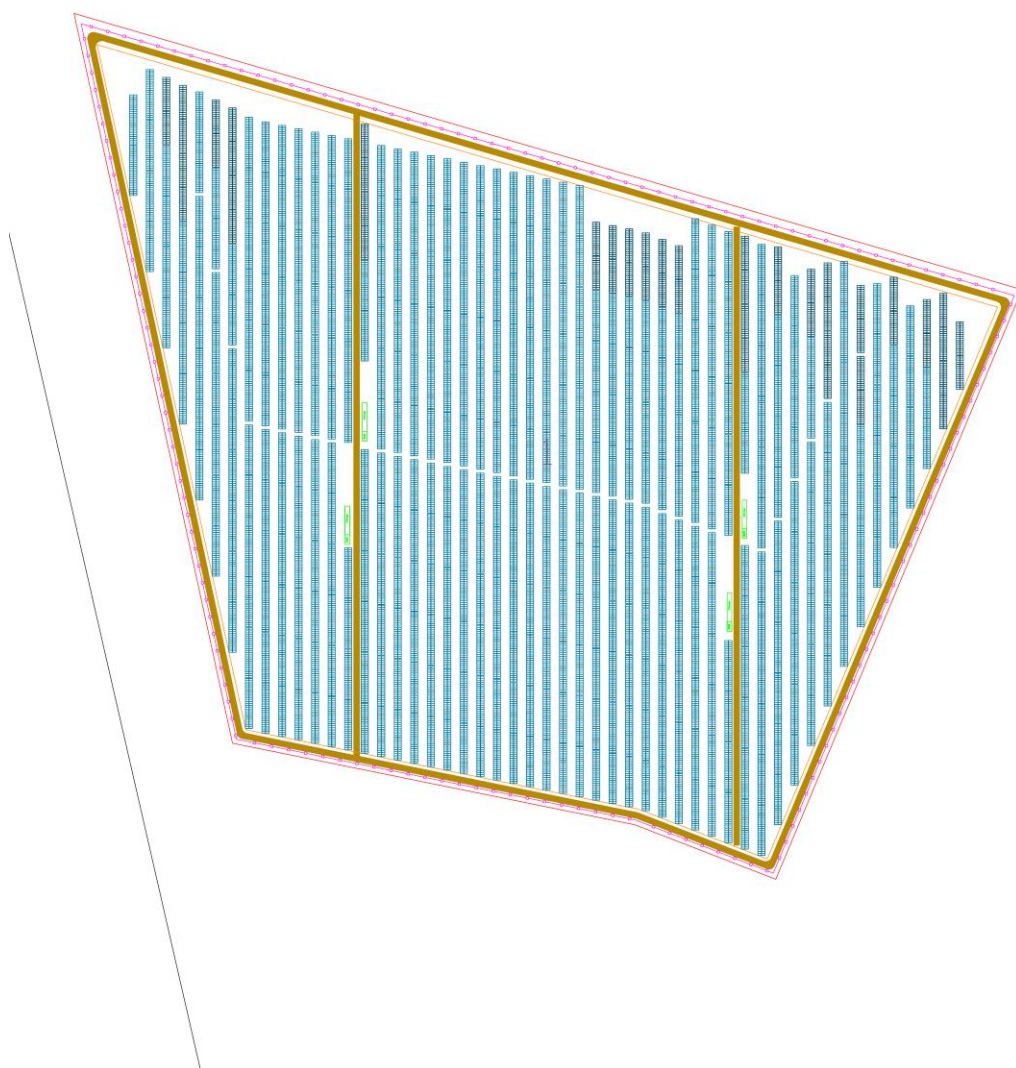


FIGURA 5 – LAYOUT IMPIANTO

## SOLUZIONE TECNICA DI CONNESSIONE

L'impianto sarà connesso alla rete MT con tensione nominale 15.000 V e allacciato alla rete di e-distribuzione tramite realizzazione di nuove linee da Cabina Primaria Portomaggiore.

La soluzione, al minimo tecnico, prevede la connessione con una potenza in immissione di 12007,44 kW.

Essa prevede la realizzazione dei seguenti impianti:

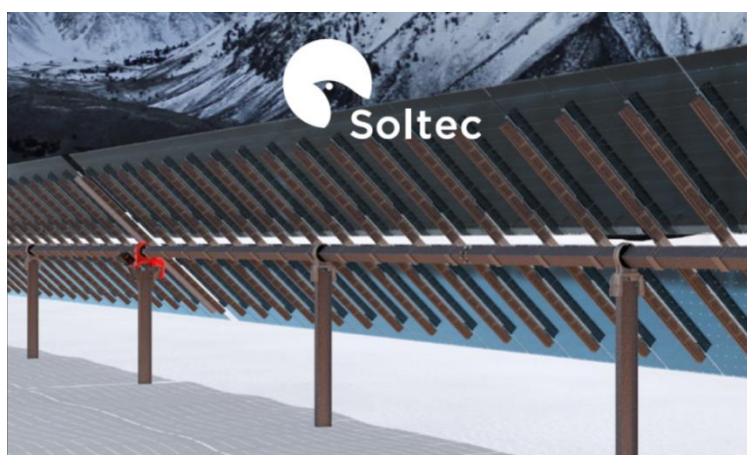
- Interruttore MT in CP (n° 2)
- MT-UP e modulo GSM (n° 2)
- Montaggi elettromeccanici con 2 scomparti di linea - consegna (n° 2)
- Montaggio elettromeccanico ulteriore scomparto (n° 4)
- Cavo interrato Al 240 mmq, doppia terna stesso cavo asfalto m 4620
- Cavo interrato Al 240 mmq, doppia terna stesso cavo terreno m 2005
- Cavo interrato Al 240 mmq (asfalto) m 130
- Cavo interrato Al 240 mmq (terreno) m 870

Opere a cura del richiedente:

Realizzazione di n° 2 cabine di trasformazione/sezionamento/consegna di dimensioni interne minime m 5,53 x 2,30 x h 2,30.

# STRUTTURE METALLICHE DI SOSTEGNO

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno ad inseguimento del tipo monoassiale, ad infissione nel terreno con macchina operatrice battipalo; sono costituite da tubolari metallici in acciaio zincato a caldo opportunamente dimensionati, che vengono posizionati ad un'altezza di circa 2,7-3 m e posizionati orizzontalmente seguendo la giacitura del terreno. La struttura a reticolo viene appoggiata a pilastri di forma rettangolare di medesima sezione ed infissi nel terreno ad una profondità variabile in funzione delle caratteristiche litologiche del suolo e comunque solitamente non superiori a 3,0 m. Le fondazioni sono costituite da supporti in acciaio a sezione trapezoidale aperta collocati nel terreno mediante infissione diretta, alla cui sommità verranno collegati tramite bullonatura le strutture del "tracker" di sostegno dei pannelli.



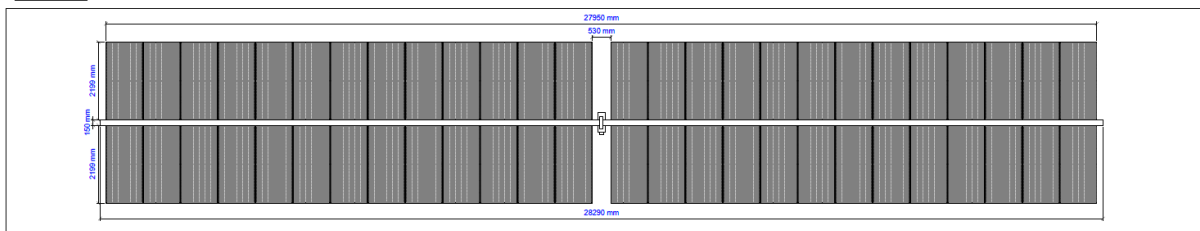
Elettricamente le strutture sono collegate alla terra di impianto per assicurare la protezione contro le sovratensioni indotte da fenomeni atmosferici.

Il portale tipico della struttura progettata è costituito dalla stringa di 32 moduli montati con una disposizione 2V42 / 2V28. Affiancando le stringhe si ottengono schiere della lunghezza opportuna in relazione alla sagoma dell'area disponibile.

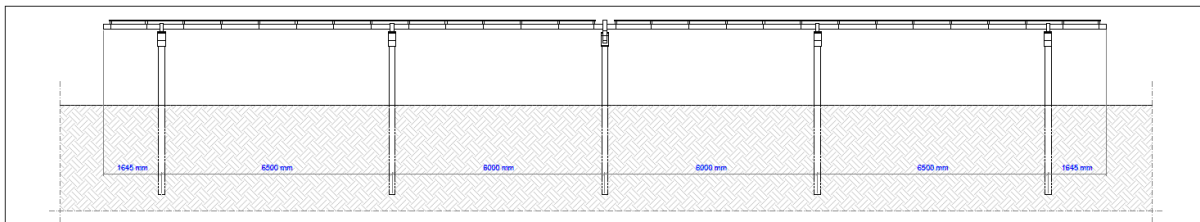
L'altezza massima delle strutture (considerando sia i tracker che i pannelli) sarà inferiore ai 4,8 m dal terreno.

Di seguito si riportano delle rappresentazioni della struttura di supporto.

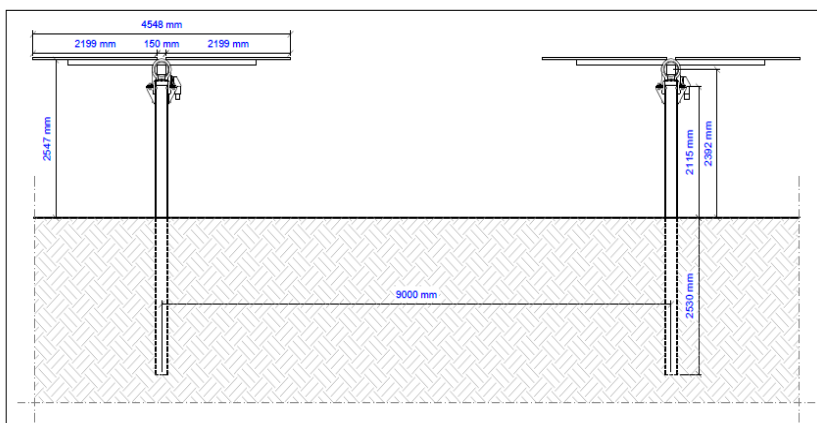
Vista dall'alto



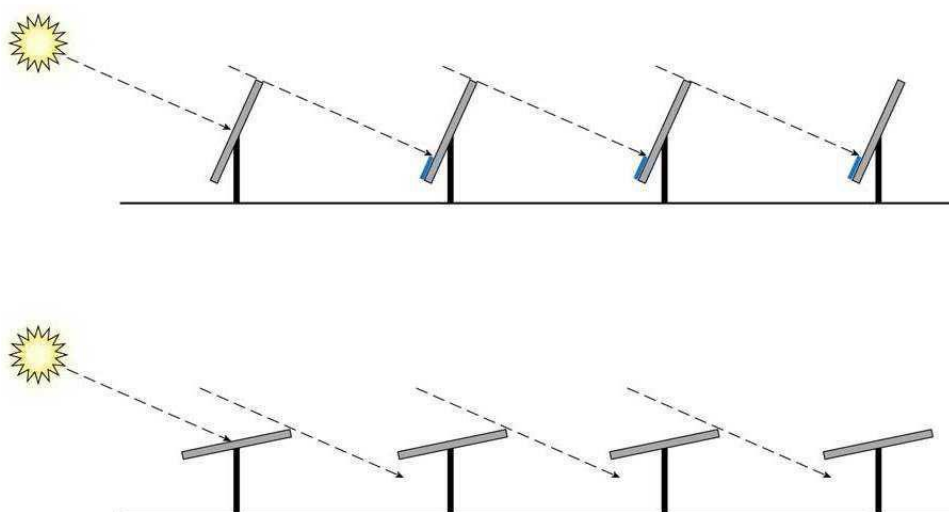
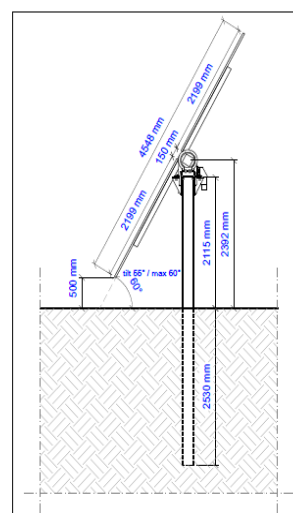
Vista frontale - Tilt 0°



Vista laterale - Tilt 0°



Vista laterale - Tilt massimo



# MODULI FOTOVOLTAICI

Il modulo fotovoltaico di progetto è composto da 144 (2x72) celle solari rettangolari realizzate con silicio monocristallino. Questa nuova tecnologia migliora l'efficienza dei moduli, offre un migliore aspetto estetico rendendo il modulo perfetto per qualsiasi tipo di installazione.

La protezione frontale è costituita da un vetro a tecnologia avanzata costituito da una trama superficiale che consente di ottenere performance eccellenti anche in caso di condizioni di poca luminosità. Le caratteristiche meccaniche del vetro sono: spessore 3,2 mm; superficie antiriflesso; temperato.

La cornice di supporto è realizzata con un profilo in alluminio estruso ed anodizzato.



La scelta finale del modulo fotovoltaico da utilizzare è anche legata a valutazioni sul costo totale d'impianto che le tecnologie considerate in sede progettuale comportano. Un corretto bilanciamento tra prestazioni ottenibili e costi di approvvigionamento consente di offrire la migliore soluzione per la redditività d'impianto. Il modulo proposto è TRINA SOLAR mod. TSM-580DEG20C.20 da 580W.

Le scatole di connessione, sulla parte posteriore del pannello, sono realizzate in resina termoplastica e contengono all'interno una morsettiera con i diodi di bypass, per minimizzare la perdita di potenza dovuta ad eventuali fenomeni di ombreggiamento, ed i terminali di uscita, costituiti da cavi precablati a connessione rapida impermeabile.

*Tutte le caratteristiche sono rilevate a Standard Test Conditions (STC): radiazione solare 1000 W/m<sup>2</sup>, spettro solare AM 1.5, temperatura 25°C.*

I moduli saranno assemblati meccanicamente su apposite strutture di sostegno e collegati elettricamente in modo tale da formare le stringhe, costituite da 28 moduli in serie e presenteranno le caratteristiche tecniche riportate di seguito:

<b>Potenza (Wp)</b>	580 Wp
<b>Corrente di cortocircuito (Isc)</b>	18.21 A
<b>Tensione a vuoto (Voc)</b>	40.9 V
<b>Corrente ad MPP (Imp)</b>	17.16 A

Per la determinazione dei parametri elettrici delle stringhe, sono stati assunti i seguenti valori di temperatura:

Triferimento = 25° C;

Tminima = -10° C;

Tmassima = 70° C.

Occorre verificare che in corrispondenza dei valori minimi di temperatura esterna e dei valori massimi di temperatura raggiungibili dai moduli fotovoltaici risultino essere verificate tutte le seguenti disuguaglianze:

$$V_{\max \min} \geq V_{\text{inv MPPTmin}}$$

$$V_{\max \max} \leq V_{\text{inv MPPT max}}$$

$$V_{\text{oc max}} < V_{\text{inv max}}$$



dove:

$V_{max}$  = Tensione alla massima potenza, delle stringhe fotovoltaiche

$V_{inv MPPT min}$  = Tensione minima per la ricerca del punto di massima potenza, da parte dell'inverter

$V_{inv MPPT max}$  = Tensione massima per la ricerca del punto di massima potenza, da parte dell'inverter

$V_{oc}$  = Tensione di circuito aperto, delle stringhe fotovoltaiche

$V_{inv max}$  = Tensione massima in c.c. ammissibile ai morsetti dell'inverter

Il modulo selezionato è provisto di:

IEC61215 and IEC61730 standards

connettori rapidi

Cavi precablati

# DISPOSITIVI DI CONVERSIONE

## Sistema di condizionamento della potenza (inverter)

I moduli fotovoltaici generano corrente continua di intensità proporzionale all'irraggiamento incidente. Affinché il sistema fotovoltaico possa funzionare in parallelo con la rete esistente, è necessario convertire la corrente continua in corrente alternata, avente le stesse caratteristiche (tensione e frequenza) di quella della rete. La conversione è effettuata da uno o più dispositivi in parallelo elettrico fra loro (inverter).

L'inverter funziona come un generatore di corrente ed è in grado di estrarre, in ogni momento, la massima potenza che il generatore fotovoltaico può fornire in quell'istante (che è variabile nel corso delle giornate in funzione della temperatura ambiente e dell'irraggiamento solare).

La scelta dell'inverter ottimale dipende dal tipo di impianto in progetto (tensioni, correnti, tecnologia del generatore fotovoltaico) e dalle condizioni di posa dell'apparecchiatura in campo (indoor o outdoor). Le scelte progettuali sono orientate verso quei prodotti che soddisfano i seguenti requisiti tecnici considerati dallo staff progettuale come di riferimento:

- tecnologia aggiornata con soluzioni innovative per evitare una prematura obsolescenza;

- scelta della configurazione elettrica d'impianto che minimizza i rischi di mancata produzione a seguito di un guasto (frazionamento);

- elevata affidabilità, comprovata da anni di esercizio in impianti

- funzionamento completamente automatico completo senza perdite nei periodi notturni o a basso irraggiamento

- sicurezza elettrica mutua tra rete-impianto;

- sicurezza elettrica verso il personale di manutenzione;

- completa compatibilità elettromagnetica;

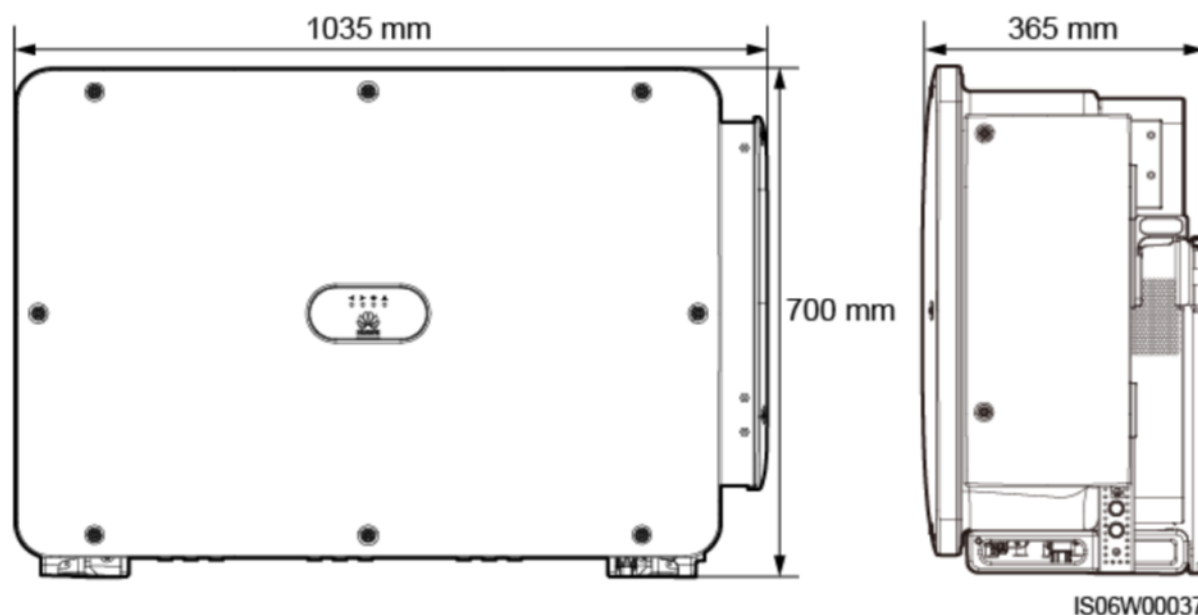
- totale rispetto delle normative tecniche del settore (CEI, ENEL DV 1604, DK5940 DK5950 etc.)

- nessun assorbimento di potenza reattiva ( $\cos\phi 1$ , rifasamento non necessario);

Il primo scenario contempla l'utilizzo di string-inverter:

#### **INVERTER tipo SUN2000-215KTL-H0 della HUAWEI TECHNOLOGIES**

Lo string-inverter è ubicato alla fine di una fila di tracker e fissato sul palo. L'inverter è installato all'aperto, e utilizza un sistema di raffreddamento ad aria "smart air cooling" in modo da mantenere la temperatura interna nel range che evita un derating della potenza della macchina ed un veloce invecchiamento dei componenti elettronici.



In progetto è stato predisposto uno spazio all'interno di una cabina prefabbricata per ospitare i trasformatori e i quadri di protezione uscita inverter (AC-combiners).

Il secondo scenario contempla l'utilizzo di inverter centrali:

#### **INVERTER tipo "SUNGROW SG 3125 HV-MV-30 (3437kVA)**

Gli inverter centrali sono posizionati in un edificio prefabbricato e dotato di ventilazione forzata in modo da mantenere la temperatura interna nel range che evita un derating della potenza della macchina ed un veloce invecchiamento dei componenti elettronici.



In progetto è stato predisposto uno spazio all'interno di una cabina prefabbricata per ospitare gli inverter centrali e relativi trasformatori BT/MT.

# IMPIANTO ELETTRICO E LINEA ELETTRICA

Di seguito si riassumono le caratteristiche elettriche dell'impianto, rimandando per ulteriori approfondimenti alla relazione specifica allegata.

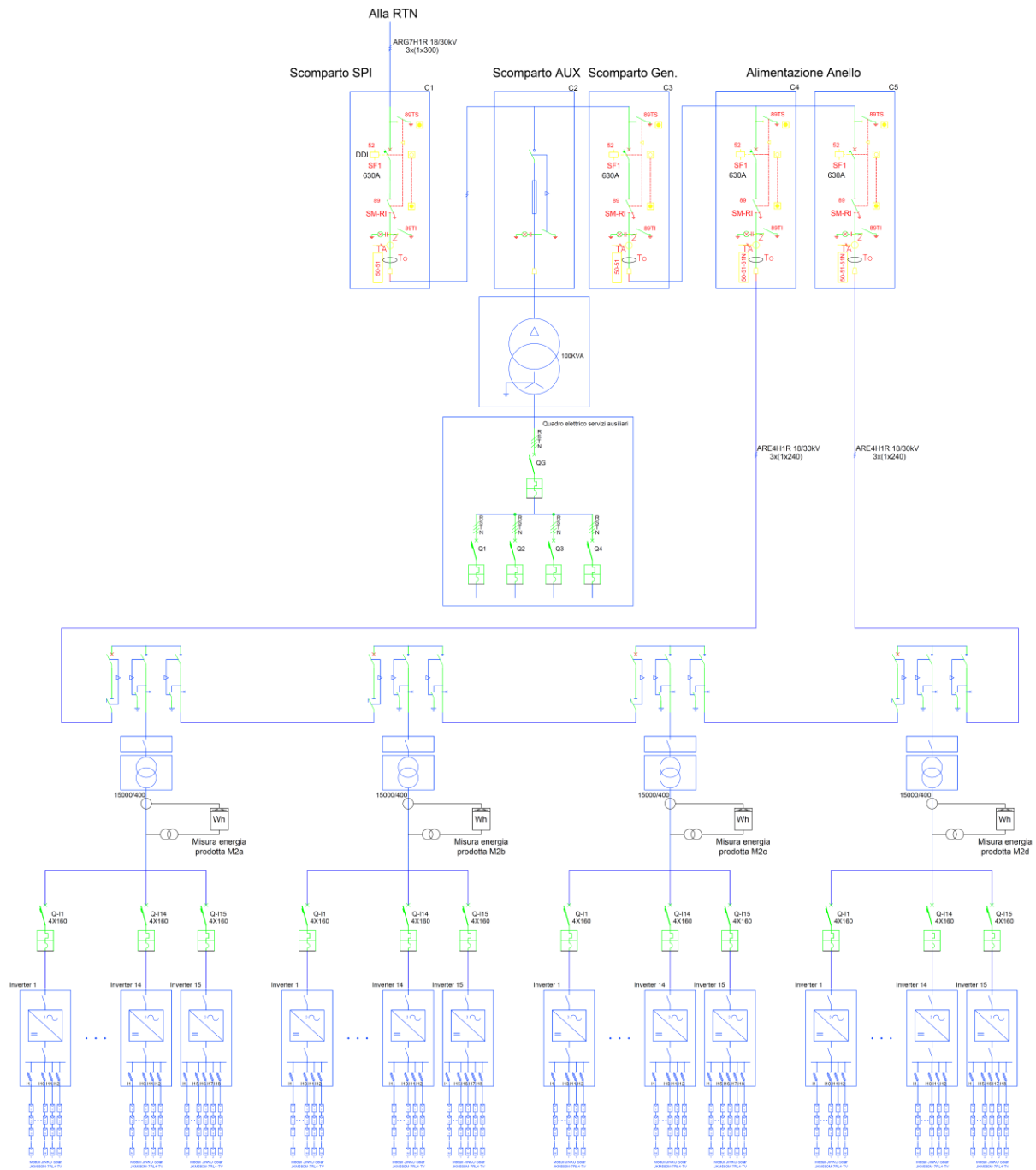
In generale, i tracciati per le linee elettriche in DC e AC saranno realizzati con idonee canalizzazioni interrato impiegando del tubo in PVC corrugato e saranno interconnesse tra loro con eventuali pozzetti ispezionabili. Quelle aeree saranno rappresentate esclusivamente da quelle in CC più prossime ai pannelli e saranno ancorate alla struttura di supporto.

Per la particolare conformazione della Power Station, la tensione in uscita risulterà già in Media, pertanto cavi in AC in bassa tensione non saranno presenti.

Quindi in ingresso alle PS arriveranno cavi in CC e in uscita cavi in MT.

Le linee in MT sono da realizzarsi lungo la viabilità di strade interne o nei terreni, senza interessare proprietà di terzi. La partenza delle linee è prevista su quadri MT a 20 kV, ubicati in prossimità dei gruppi inverter dell'impianto FV, per confluire alla cabina di parallelo.

Nelle figure seguenti viene rappresentato lo schema unifilare di impianto con tutti i suoi componenti principali. Da essa è possibile individuare il collegamento ad anello delle sottostazioni alla cabina di parallelo e il quadro per i servizi ausiliari.



**FIGURA 6 - SCHEMA UNIFILARE GENERALE DI IMPIANTO**

Il progetto prevede per l'impianto dei dispositivi di sicurezza e di terra, come di seguito riassunti:

**Protezione da Corto Circuiti sul lato c.c. dell'impianto:** Gli string Box sono provvisti di interruttore magnetotermico. Pertanto la protezione dai CC dell'impianto è assicurata da tali dispositivi.

**Protezione da Contatti Accidentali lato c.c.:** Per prevenire il contatto accidentale con una tensione superiore ai 400 V c.c., che è la tensione tipica delle stringhe, gli inverter sono muniti di un opportuno dispositivo di rilevazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.



Protezione contro Scariche Atmosferiche lato c.c.: Per ridurre i danni dovuti ad eventuali sovratensioni i quadri di parallelo stringhe sono muniti di varistori su entrambe le polarità dei cavi di uscita. In caso di sovratensioni i varistori collegano una o entrambe le polarità dei cavi a massa e provocano l'immediato spegnimento gli inverter e l'emissione di una segnalazione di allarme.

Protezione sul lato c.a. dell'impianto: L'interruttore MT in SF6, presente in cabina di parallelo, è equipaggiato con una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra.

Prevenzione funzionamento in isola: In accordo a quanto prescritto dalla normativa italiana sarà previsto, incorporato nell'inverter, un dispositivo per prevenire il funzionamento in isola dell'impianto. Tale funzione è implementata anche nel Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI).

Impianto di Terra: L'impianto di terra che verrà realizzato all'interno della centrale fotovoltaica, per ragioni di equipotenzialità, sarà unico sia per la bassa che per la media tensione. L'impianto di terra sarà progettato in modo da soddisfare le seguenti prescrizioni:

- Avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;

- Essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili;

- Evitare danni a elementi elettrici ed ai beni;

- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

# RECINZIONE DELL'IMPIANTO, VIABILITA', VIDEOSORVEGLIANZA E LUCI

L'impianto sarà provisto di un sistema viario sia interno che perimetrale, di accessi carrabili, di una recinzione perimetrale e di un sistema di illuminazione e videosorveglianza (per maggiori dettagli si vedano le tavole specifiche di progetto e la relazione degli impianti elettrici).

Tutto il perimetro caratterizzante i lotti di terreno su cui verrà realizzato l'impianto sarà delimitato da una recinzione metallica di altezza pari a 2 m ad un interasse di circa 2,5 m e sostenuta da montanti metallici infissi direttamente a suolo fino ad una profondità di circa 60 cm. Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia saranno realizzati dei passaggi di dimensioni 20 x 100 cm ogni 100 m di recinzione.

Gli accessi carrabili saranno costituiti da cancelli ad un'anta scorrevole, realizzati in struttura metallica e montati su colonne in acciaio fissati al suolo con plinti di fondazione in cls armato collegati da cordolo. Il numero di accessi sarà tale da garantire sufficientemente il transito sia pedonale che veicolare all'interno dei campi.

La viabilità perimetrale e quella interna sarà larga 5 m, entrambe i tipi di viabilità saranno realizzate in battuto e ghiaia (materiale inerte di cava a diversa granulometria). La viabilità di accesso esterno alla sottostazione utente avrà le stesse caratteristiche di quella perimetrale e interna dell'impianto.

Al fine di regolamentare e/o impedire l'accesso all'interno dell'impianto ai non addetti, sia per motivi di sicurezza (presenza di estranei in aree soggette a rischio incidenti), sia per garantire la difesa da atti di vandalismo o furti, sarà predisposto un adeguato sistema antintrusione con impianto di videosorveglianza dal controllo remoto. In generale, entrambi i sistemi saranno montati su pali in acciaio zincato fissati al suolo con piantoni sempre in acciaio con flangia. I pali avranno una altezza di circa 3 m, saranno dislocati a distanza sufficiente a garantire la visibilità lungo tutto il perimetro della recinzione e su di essi saranno montati i corpi illuminanti (che si attiveranno in caso di allarme/intrusione) e le videocamere del sistema di sorveglianza. I cavi di collegamento del sistema saranno alloggiati nello scavo perimetrale già previsto per il passaggio dei cavidotti dell'impianto fotovoltaico.

L'impianto FV è dotato di un sistema di illuminazione perimetrale normalmente spenta ed in grado di attivarsi su comando locale o su input di sorveglianza. Si utilizzeranno a tal scopo lampade a LED a basso assorbimento di energia.

# POSSIBILI FUTURI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO DELL'EFFETTO ALBEDO DEL TERRENO

Una possibile soluzione, ancora in fase di studio, per il miglioramento dell'effetto albedo da parte del terreno è quella di inserire sulla superficie del terreno un leggero strato di pietre bianche come del tipo in figura seguente.



Il guadagno in questa tecnologia si basa sulla luce riflessa, più il terreno può riflettere i raggi solari, più i moduli risulteranno produttivi. Alcuni studi mostrano un aumento di alcune percentuali nella produzione di energia utilizzando moduli bifacciali.

L'utilizzo di questa metodologia, qualora attuata, avverrà senza impattare con le caratteristiche del suolo e sottosuolo

# INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Sulla base di dati di carattere bibliografico relativi all'area in esame, dal punto di vista litostratigrafico può essere definita la seguente stratigrafia media:

- Orizzonte 0: suolo agrario e/o terreno di riporto.
- Orizzonte 1: Strato limoso (orizzonte 1a), da limoso sabbioso a marcatamente sabbioso (orizzonte 1b), sede della falda freatica in corrispondenza dei livelli più permeabili. Tale orizzonte è il prodotto della dinamica alluvionale recente dell'area, sviluppata in tempi storici; i livelli e le lenti sabbiose e limososabbiose sono da mettere in relazione con la divagazione di paleocanali minori e di canali e ventagli di rotta dell'apparato deltizio del Po. In corrispondenza dei paleoalvei maggiori le sabbie risultano prevalenti e di maggiore spessore, senza mai però andare in amalgamazione con il sottostante orizzonte 3 sabbioso.
- Orizzonte 2: Strato da limoso ad argilloso (orizzonte 2a) con intercalazioni torbose (orizzonte 2b) e, più raramente, sabbiose. Questo orizzonte corrisponde ad una fase di bassa energia, con depositi in prevalenza fini, che precede la progradazione dell'apparato deltizio recente. Corrisponde al sistema di paludi interne situate a tergo della massima trasgressione marina Flandriana.
- Orizzonte 3: strato sabbioso sede della I falda in pressione; tale strato può essere suddiviso in 2 livelli da un setto fine, comunque non continuo.
- Orizzonte 4: strato argillo-limoso.
- Orizzonte 5: strato sabbioso sede della II falda, in pressione.

Gli orizzonti da 3 a 5 appartengono alla dinamica deposizionale della media pianura fredda del Pleistocene Superiore, con apparati distributori ad elevata competenza di trasporto, tipo braided, ed elevata continuità areale del litosoma sabbioso.

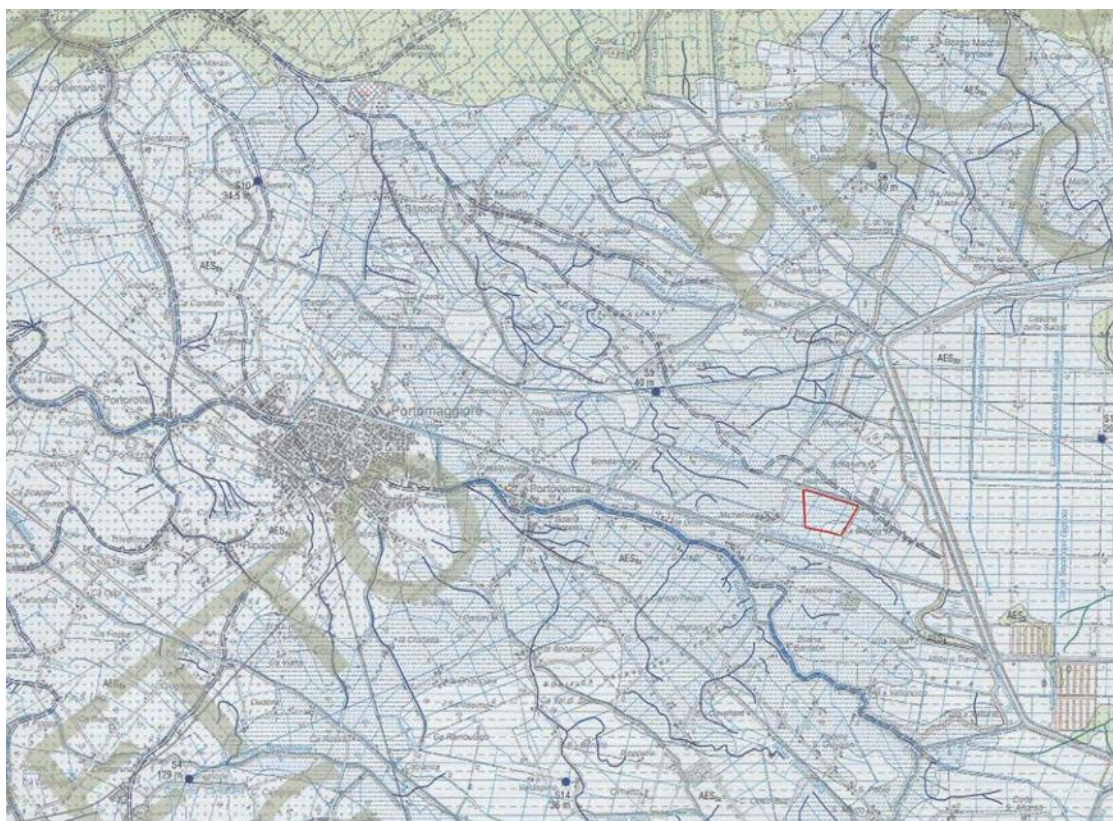
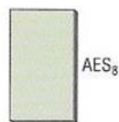


FIGURA 7 – CARTA GEOLOGICA



## Pleistocene - Olocene



AES<sub>8</sub>

### Subsistema di Ravenna

Subsistema sommitale del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore.

*In affioramento:* prevalentemente alternanze di sabbie e limi associate ad argille e limi con sostanza organica; si tratta di depositi della piana deltizia attribuibili principalmente all'attività di canali distributori del fiume Po ed alle aree ad essi interposte (aree interdistributrici e di intercanale); in particolare, si individua nel settore settentrionale il complesso dei dossi dei canali distributori del Po di Spina, o Eridano (Auctt.). Nel settore di SE sono presenti limitati affioramenti di depositi di canale distributore, isolati da un sottile orizzonte di depositi deltizi fini più recenti (AES<sub>8a</sub>). Nel settore di SO sono presenti i depositi di piana alluvionale costituiti da alternanze di sabbie e limi di argille, canale e rotta e da argille e limi di piana inondabile.

Limite superiore coincidente con il piano topografico, caratterizzato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli presenti nelle porzioni settentrionali del Foglio contengono sovente reperti archeologici di età romana. Subsistema contenente un'unità di rango gerarchico inferiore (AES<sub>8a</sub>) che ne costituisce il tetto stratigrafico in quasi tutto il Foglio e a cui si rimanda per la descrizione dettagliata delle litologie e dei sistemi deposizionali.

*Nel sottosuolo:* depositi appartenenti ad un cuneo trasgressivo-regressivo che si apre verso NE ed E, costituito da depositi di piana deltizia (prevalenti nell'intero Foglio), litorali e marini (che si sviluppano estesamente nel limitrofo Foglio 205). I depositi deltizi e litorali comprendono un esteso e spesso cuneo di argille limose organiche di palude e laguna in cui sono presenti localmente alternanze di sabbie e limi di canale distributore e di delta minore e che passa verso E e NE con contatti netti a sabbie di cordone e fronte deltizia e ad argille e limi di prodelta. Limitatamente al margine meridionale si estendono depositi di piana alluvionale che comprendono localmente sabbie di canale fluviale a geometria nastriforme e più diffusamente alternanze di sabbie e limi di argille e limi ed argille di piana inondabile.

Limite inferiore sempre sepolto, dato dal contatto netto tra i depositi fini, scuri, di piana alluvionale non drenata e deltizia con i depositi di piana alluvionale ben drenata al tetto di AES<sub>7</sub>.

Spessore massimo di 25 metri circa.

**PLEISTOCENE SUP.-OLOCENE** (c.a. 10.500 anni B.P. - attuale; datazione <sup>14</sup>C non cal.).

### Unità di Modena

Alternanze di sabbie, limi ed argille distinti in depositi di ambiente prevalente deltizio (canale distributore, aree interdistributrici e di intercanale, delta minore) e di ambiente alluvionale in subordine (canale ed argille e piana inondabile).

Costituisce la quasi totalità degli affioramenti del Foglio e si assottiglia nel settore settentrionale ed orientale fino a far affiorare porzioni più antiche di AES<sub>8</sub> in corrispondenza di dossi di canale distributore abbandonati (complesso del Po di Spina, Eridano, Auctt.).

I sedimenti deltizi più grossolani sono stati depositi da canali distributori del delta del Po ormai estinti (principalmente dal Po di Primaro) e marginalmente nel settore di NE dal Po di Volano. I sedimenti più fini si concentrano nella zona della piana deltizia superiore, nel settore occidentale, in aree irregolari di intercanale e nella zona della piana deltizia inferiore, nel settore orientale, nelle aree bonificate delle Valli del Mezzano, del Mantello e di Argenta.

I depositi alluvionali sono limitati al margine di SO, in corrispondenza dell'alveo artificiale del F. Reno.

Limite superiore sempre affiorante e coincidente con il piano topografico caratterizzato da un suolo privo di reperti archeologici romani, o più antichi, non rimaneggiati e caratterizzato da una buona preservazione delle forme deposizionali originarie. Il limite inferiore è dato dal contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo di epoca romana.

Incluse i depositi fluviali in evoluzione b<sub>1</sub>.

Spessore da pochi metri a nullo (settore settentrionale) in corrispondenza della piana deltizia e fino a 8-9 metri nel settore sud-occidentale in corrispondenza della piana alluvionale.

**ETÀ: POST-ROMANA** (IV-VI sec. d.C. - Attuale; datazione archeologica e <sup>14</sup>C).



AES<sub>8a</sub>

Con riferimento alle caratteristiche idrogeologiche dell'area, sulla base di dati di carattere bibliografico può essere definita, dall'alto verso il basso, la sequenza stratigrafica di seguito descritta.

- **Livello 1**, eterogeneo, costituito da terreni a granulometria prevalentemente fine (limi, argille, limi sabbiosi con tutti i termini intermedi) di spessore variabile ma mediamente compreso tra 5 e 7.5 metri. Localmente in superficie sono presenti materiali di riporto, per uno spessore generalmente non superiore al metro. Sono inoltre presenti livelli più o meno continui di litologia relativamente permeabile (sabbie fini e sabbie limose), sede della falda freatica. L'origine di tali sedimenti è legata all'azione deposizionale dei corsi d'acqua minori, unitamente agli episodi di rotta del fiume Po. La sovrapposizione di queste azioni ha determinato la formazione di corpi sedimentari, vicendevolmente troncati o anastomizzati, con caratteristiche di permeabilità fortemente eterogenee; la caratteristica geometrica dominante, per quel che riguarda i termini sabbiosi più permeabili, è l'aspetto lentiforme dei corpi e la mancanza di una chiara continuità spaziale, sia in senso orizzontale che verticale. In alcuni settori può essere presente un orizzonte piuttosto continuo e talvolta affiorante, da mettere in relazione con la localizzazione di alcuni paleoalvei secondari. I termini sabbiosi, sede dell'acquifero freatico, sono spesso direttamente affioranti, e comunque sempre molto superficiali. Relativamente al fiume Po, non sembra essere presente alcuna connessione idraulica con l'acquifero freatico.

- **Livello 2**, prevalentemente argilloso, costituito da termini granulometricamente fini di



colore grigio, con locale aumento della componente limosa, alternati a locali livelletti centimetrici sabbiosi. Sono spesso presenti residui vegetali e livelletti torbosi di spessore da centimetrico a decimetrico. Lo spessore complessivo del livello, generalmente non inferiore ai 5 metri, mediamente si attesta sui 10 metri. L'orizzonte separa l'acquifero freatico superficiale dal primo acquifero in pressione sottostante.

- Livello 3, prevalentemente sabbioso, di granulometria variabile ma generalmente grossolana, in cui si rinvencono locali e subordinate intercalazioni limose e limosoargillose. Tale orizzonte permeabile si rinviene generalmente a profondità superiori ai 12 metri e mediamente dell'ordine dei 20 metri, con spessori medi dell'ordine dei 20 metri e mai inferiori ai 6 metri. Le profondità massime raggiunte da tale livello sono dell'ordine dei 40-45 metri. Tale livello è sede del primo acquifero in pressione, il più importante serbatoio sotterraneo d'acqua dolce utilizzato per scopi privati e industriali. In funzione della sua profondità e delle caratteristiche litologiche dei terreni sovrastanti, per tale corpo sabbioso si possono escludere relazioni idrodinamiche con i corpi idrici superficiali, con esclusione del fiume Po.

- Livello 4, prevalentemente argilloso, si rinviene a profondità sempre superiori ai 30-35 metri. L'orizzonte separa il primo acquifero in pressione, presente nel livello 3, dal secondo acquifero in pressione sottostante.

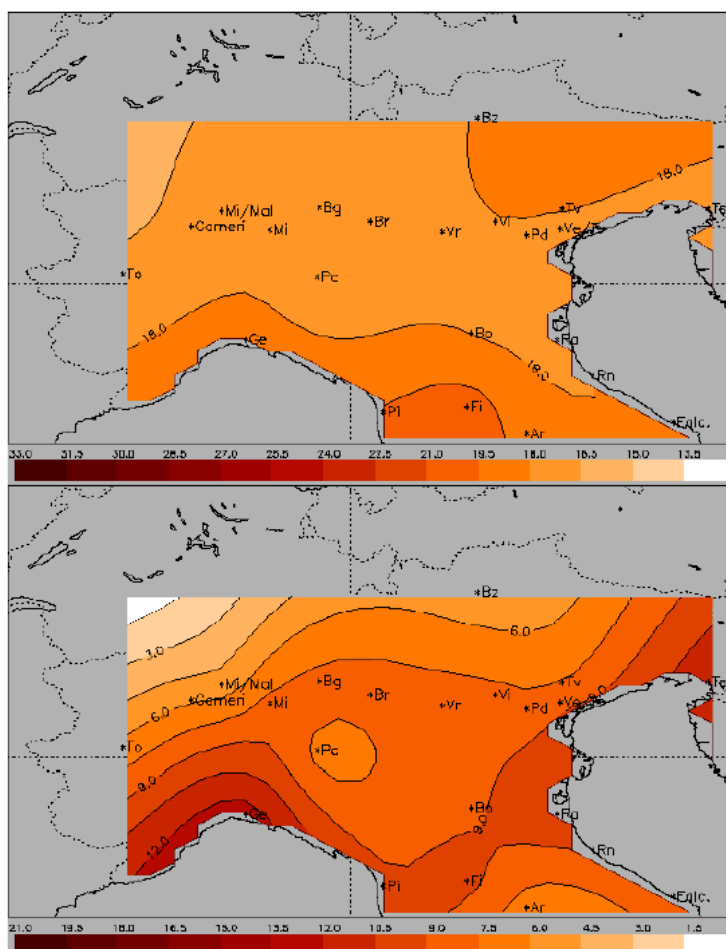
## INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Le informazioni su clima e aspetti idrogeologici sono state tratte dal Piano di gestione del SIC Valle del Mezzano, mentre gli inquadramenti geologici dall'Estratto 2° POC – relazione geologica del Piano particolareggiato del Comune di Portomaggiore.

### CLIMA

Da un punto di vista generale, la regione Emilia-Romagna presenta un clima temperato freddo, con estati calde, inverni piuttosto rigidi ed un'elevata escursione termica estiva. Il clima locale ha variazioni anche significative a cause delle diverse condizioni fra montagne, costa e pianura ma gli aspetti tipici del clima che caratterizzano la Regione Emilia-Romagna sono quelli della Pianura Padana che, per la sua collocazione, delimitata a nord e a ovest dall'arco alpino e a est dal mare Adriatico, presenta una circolazione atmosferica che può essere considerata tipica per tutto il bacino.

La temperatura media presenta un minimo annuale in gennaio e un massimo in luglio. La temperatura massima su tutto il territorio considerato ha valori piuttosto uniformi e va dai 16°C ai 21°C. La temperatura minima ha un'escursione più ampia e va dai 4.5°C ai 13.5°C.



**Figura 8 – MAPPA DELLE TEMPERATURE ANNUALI MASSIME E MINIME (ARPA, 2001)**

Per quanto riguarda la pluviometria media regionale questa è dell'ordine dei 950 mm/anno, anche se negli anni '90 è risultata sensibilmente inferiore (all'incirca 850 mm/anno).

Sempre da un punto di vista generale, le precipitazioni sono caratterizzate da massimi autunnali e da massimi secondari nel periodo estivo e possono assumere forma nevosa durante i mesi invernali. Le precipitazioni medie annue nelle regioni pianeggianti della Pianura Padana oscillano fra i 500 e i 1000 mm.

Per quanto riguarda le precipitazioni, la regione Emilia-Romagna è caratterizzata da un andamento bimodale con massimi in primavera e in autunno, con valori che vanno dagli 80 ai 100 mm; nel caso dell'area padana centrale il massimo di precipitazione si ha in Ottobre (105 mm circa), mentre per l'area padana occidentale si ha in Maggio (circa 120 mm).

L'area adriatica ha un comportamento leggermente diverso delle altre: pur mantenendo un andamento pressoché bimodale, ha i massimi meno pronunciati ed il mese più piovoso è Novembre (circa 75 mm).

Più in particolare, sempre Arpa-SM (2003) ha descritto i risultati dell'analisi fatta su valori medi e indici di estremi ottenuti per il periodo 1950-2000 a partire dai dati giornalieri di precipitazione e T osservati presso un gruppo di stazioni gestite dal Servizio Idrografico e collocate sul territorio della regione Emilia Romagna. L'analisi ha coperto sia la variabilità spaziale che temporale di queste grandezze sia per valori stagionali che annuali disponibili sull'intervallo 1950- 1999.

Nel loro insieme le condizioni generali dell'area risultano talora attenuate nelle zone più strettamente costiere e dove le acque marine tendono a conferire alla zona caratteri climatici più mediterranei. Durante l'inverno infatti la pianura padana è un bacino di aria relativamente fredda, ad alta pressione, che spinge prevalentemente i venti da Ovest verso Est sulla fascia costiera adriatica. Lo sporadico spostamento verso Sud- Ovest di queste alte pressioni, nei mesi invernali e primaverili, o la loro relativa attenuazione rispetto all'aria anticiclonica russo-asiatica, permette talora l'incunarsi della Bora, che è una caratteristica peculiare di questa fascia litoranea. Nell'estate, invece, la situazione termobarometrica si inverte, determinando venti da est (Levante) o, più frequentemente, venti di sud est (il cosiddetto Scirocco).

Di conseguenza, ad esempio, nell'area deltizia la temperatura scende al di sotto di 2°C in gennaio e supera i 23° C in luglio; le escursioni termiche medie sono generalmente inferiori ai 22° C. I valori medi di precipitazione annua (che, ad esempio, nell'entroterra delle province di Ferrara e Rovigo si attestano tra i 650 e 700 millimetri) risultano inferiori ai 600 millimetri annui mentre, in particolare, è relativamente meno frequente la neve. In vicinanza della costa massimi di piovosità autunnali e primaverili, tipici del resto della pianura, manifestano spesso la tendenza a concentrarsi nel periodo invernale, con scarsità di precipitazioni in primavera.

In tutta la Pianura Padana orientale l'umidità relativa risulta poi assai alta ed essa scende sotto al 60% solo nei mesi di luglio e agosto mentre è elevatissima nel periodo tra novembre e febbraio, ossia nei mesi in cui la notte è più lunga e si registra quindi, in condizioni anticicloniche, una più lunga permanenza d'aria fredda al suolo, con conseguente formazione di nebbie. Nell'area costiera la stratificazione termica risulta però frequentemente contrastata dal vento; d'altra parte l'umidità assoluta è maggiore. In definitiva si può ritenere che il numero annuale delle ore di nebbia sia più o meno uguale nell'entroterra e nella regione deltizia ma, mentre nell'entroterra esse risultano concentrate soprattutto nei mesi invernali, nell'area costiera esse sono "diluite" in un periodo più lungo e si presentano soprattutto a tarda notte e al mattino.

Tutti questi dati permettono quindi di constatare una particolare caratterizzazione atmosferico- climatica dell'area deltizia che, su tali basi, può essere considerata come una vera e propria subregione climatica rispetto alla Pianura Padana.

Quanto sopra schematizzato può essere completato con la considerazione che tali influenze generali sono in gran parte legate anche alla azione esercitata dai venti dominanti; l'area rappresenta infatti una importante zona di confluenza e di smistamento delle masse d'aria provenienti da varie direzioni

(Atlantico, Mediterraneo, Europa settentrionale ed Europa centro-orientale) e con contrasti quindi ben distinti. Per altro, un ruolo primario nella caratterizzazione del clima locale è da attribuire anche alla circolazione locale a regime di brezza, anche se si manifesta a piccola scala, e limitatamente al periodo primavera-estate.

Da queste considerazioni di carattere generale si può delineare un quadro meteo-climatico stagionale di maggior valenza locale che evidenzia come :

- la caratteristica piovosità della stagione invernale è correlabile con la frequente presenza di aree depressionarie che si ricostituiscono sul versante adriatico, provenendo dal golfo Ligure;
- la maggiore piovosità in primavera rispetto all'inverno è dovuta, oltre che alle cause sopra citate, anche alla formazione di depressioni di sottovento che innescano correnti di bora e condizioni favorevoli ad attività temporalesca;
- la stagione estiva è caratterizzata da deboli gradienti barici, temperature elevate, correnti a regione di brezza e scarsa piovosità, legata essenzialmente ad attività temporalesca;
- la piovosità autunnale è da attribuire alle depressioni che si succedono in questa zona. Questa stagione è caratterizzata da precipitazioni la cui intensità viene mitigata dall'azione protettiva degli Appennini.

Nella zona specifica in esame (Alto ferrarese) si sono storicamente verificati due disastrosi eventi alluvionali. Nella loro globalità questi due eventi di pioggia, che hanno caratterizzato rispettivamente i giorni del 9-13 maggio 1996 e la settimana dal 2 all'8 ottobre 2005, possono essere definiti certamente non comuni sia per durata (5 giorni per l'evento di maggio e 7 per l'evento di ottobre) che per altezza di pioggia totale (una media di 98 mm per l'evento del 1996 - trascurando la stazione di Cipollette – e una media di 102 mm per l'evento del 2005).

## *LINEAMENTI GEOLOGICI*

L'origine delle antiche Valli del Mezzano è legata al processo di genesi della Pianura Padana. Formatasi nel Quaternario per l'apporto di sedimenti trasportati dai fiumi appenninici e alpini, la Pianura Padana è soggetta al fenomeno della subsidenza che porta alla compattazione dei sedimenti stessi, creando depressioni anche lievi. Le depressioni così formatesi favoriscono l'accumulo delle acque dolci derivanti dalle esondazioni dei fiumi e, al tempo stesso, le infiltrazioni di acqua salata dal mare. Ne consegue la formazione di lagune di acqua salmastra, importanti presidi di biodiversità, unici in Europa.

Da sempre l'uomo ha cercato di controllare le acque e modificare l'aspetto del territorio per poter soddisfare le esigenze di una popolazione in continua crescita. A partire dal 1872, con l'inizio della bonifica meccanica, le aree ricoperte da paludi sono state in gran parte prosciugate e trasformate in terreno agricolo. Uno degli ultimi interventi di bonifica idraulica in Italia ha riguardato proprio la Valle del Mezzano che, fino agli inizi degli anni cinquanta, era ancora una laguna di acqua salmastra vasta più di 18.000 ettari estesa fra i Comuni di Argenta, Comacchio, Ostellato e Portomaggiore. La bonifica iniziò a partire dal 1957 ad opera dell'Ente Delta Padano con lo scopo di

fornire terreno coltivabile, favorire l'occupazione e migliorare le condizioni di vita delle popolazioni della zona.

La pianura emiliano-romagnola è il risultato del riempimento del Bacino Perisuturale Padano, vasta depressione delimitata a cintura dai rilievi appenninici ed alpini, avvenuto attraverso un potente accumulo di depositi marini ed alluvionali di età pliocenica e quaternaria. L'attuale strutturazione del bacino trae origine dalle spinte deformative che, a partire dal Miocene superiore, hanno coinvolto l'Appennino Settentrionale e l'antistante substrato padano, provocandone la deformazione secondo un modello generale a falde sovrapposte ed embrici NE vergenti (Pieri & Groppi, 1982). Il riempimento del bacino è costituito da una successione di depositi a carattere regressivo, con alla base sabbie e peliti torbiditiche seguite da un prisma sedimentario fluvio-deltizio progradante, ricoperto al tetto da depositi continentali. Tale riempimento non è avvenuto in maniera progressiva e continua, ma è il risultato di eventi tettonico-sedimentari "parossistici", separati nel tempo da periodi di marcata subsidenza bacinale e movimenti ridotti delle strutture compressive. Sotto il profilo tettonico le ricerche svolte dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna, sintetizzate nella "Carta Sismotettonica della Regione EmiliaRomagna" (2004), hanno messo in evidenza gli elementi strutturali del territorio, riconosciuti sulla base di dati morfologici e geologici.

La fascia di alta pianura si inserisce in un contesto geodinamico caratterizzato da una tettonica a stile compressivo, che ha determinato un generale raccorciamento del margine appenninico e dell'edificio padano. Tale raccorciamento si è prodotto attraverso due importanti fasci paralleli di strutture di embricazione sepolte aventi direzione NW-SE e vergenza verso NE, le cui superfici di distacco interessano la copertura mesozoica e terziaria (Boccaletti et al., 1985). Il fascio più settentrionale, denominato Fronte di accavallamento esterno (External Thrust Front = ETF), appartiene all'arco delle "Pieghe Emiliane e Ferraresi" che costituiscono il fronte della catena appenninica, sepolto dai sedimenti quaternari padani, che circa all'altezza del Po sovrascorre verso nord sulla piattaforma padano-veneta. Il fascio meridionale, coincidente con il margine morfologico appenninico, si sviluppa nel sottosuolo in corrispondenza dei terrazzi pre-wurmiani ed è denominato Fronte di accavallamento pedeappenninico (Pedeappenninic Thrust Front = PTF). Anche questo fronte risulta coinvolto da discontinuità trasversali (linee) coincidenti con alcuni corsi d'acqua appenninici, tra i quali il F. Panaro, che delimitano settori a diverso comportamento tettonico-sedimentario.

## CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO

Il sottosuolo del territorio comunale di Portomaggiore è costituito da uno spessore di alcune centinaia di metri da sedimenti di pianura alluvionale e deltizia, non litificati e non è presente un contatto netto fra unità rocciose rigide e i depositi sciolti di copertura che, di norma, consente di individuare il substrato rigido “bedrock”.

Le unità nel sottosuolo sono caratterizzate da un graduale aumento della rigidità, spazialmente non uniforme, a causa di superfici di non deposizione e discordanze stratigrafiche. Tali superfici spesso corrispondono ai limiti tra Sintemi e Subsintemi. La buona correlazione tra i dati geologici e geofisici raccolti nello studio di MS di Livello 22 ha consentito di identificare alcune di queste superfici ed in particolare di individuare il passaggio tra i depositi del Quaternario Continentale (Qc) e quelli del Quaternario Marino (Qm) come superficie al di sotto della quale può essere definita la presenza del substrato sismico (seismic bedrock). Infatti è stato determinato che nelle zone di alto strutturale, i depositi del Qm, presenti a profondità di almeno 250 metri, sono caratterizzati da una velocità di almeno 650 m/s, che si può supporre anche più elevata in zone di sinclinale. I dati di HVSr disponibili, tuttavia, con frequenza caratteristiche comprese tra 0.8 e 1.0 Hz, fanno ritenere che esista un significativo contrasto di impedenza anche a profondità inferiori, variabili dai 50 ai 60 m da p.c., con velocità Vs dello strato riflettente prossimo ai 500 m/s.

I depositi di copertura sono costituiti dal Supersistema Emiliano-Romagnolo, che comprende l'insieme dei depositi quaternari di origine continentale affioranti in corrispondenza del margine appenninico padano (ciclo Qc di Ricci Lucchi et al., 1982) ed i sedimenti ad essi correlati nel sottosuolo della pianura emiliano-romagnola. Questi ultimi, nel settore orientale, includono depositi alluvionali che passano verso est a depositi deltizi e marini, organizzati in cicli deposizionali di vario ordine gerarchico. Il limite inferiore del Supersistema Emiliano-Romagnolo affiora esclusivamente a ridosso del margine appenninico e nei settori intravallivi dove è fortemente discordante sui depositi marini di età variabile tra il Miocene e il Pleistocene medio. Verso NE, la superficie di discordanza diviene sepolta e passa ad una superficie di continuità stratigrafica e/o paraconcordanza, ad eccezione delle zone di anticlinale delle pieghe ferraresi dove la discordanza è netta. Il limite superiore coincide con la superficie topografica.

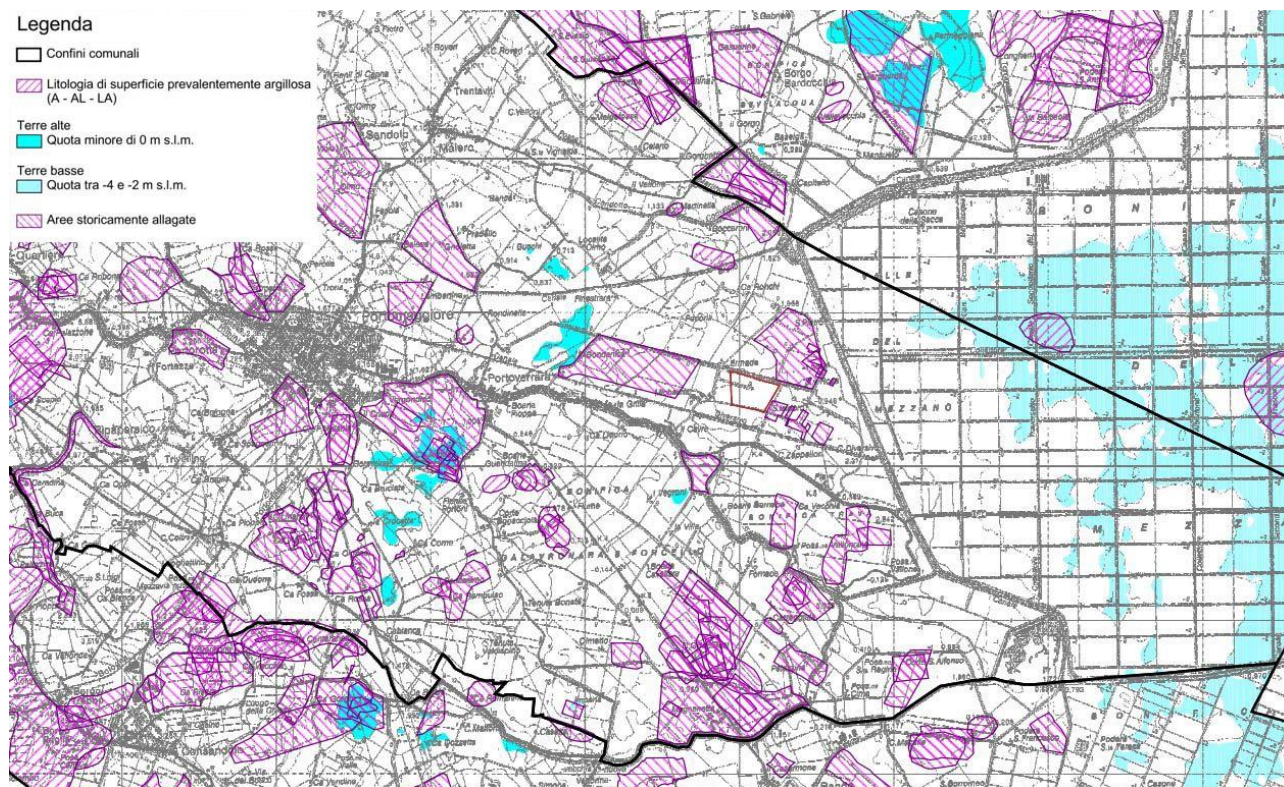
L'età dell'unità è compresa tra Pleistocene medio - Attuale (Regione Emilia-Romagna & ENI-AGIP, 1998).

## IDROGEOLOGIA

Sotto il profilo idrogeologico, in riferimento alla Carta delle Criticità Idrauliche a corredo del Quadro Conoscitivo del PSC, il lotto risulta esterno ad aree storicamente allagate. Mediante la consultazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) è stata accertata la classificazione dell'areale in classe P1 – L (Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi). In base alle risultanze delle prove



penetrometriche, le misure del livello di falda rilevate nel corso delle indagini eseguite in epoche differenti, evidenziano soggiacenze minime pari a -1.00 m da p.c.



**Figura 9 – CARTA DELLE CRITICITA' IDRAULICHE**

## IL SISTEMA DELLA BONIFICA

Il comune di Portomaggiore ricade interamente nel Consorzio di Bonifica Il Circondario Polesine di S. Giorgio.

La principale attività dei Consorzi è l'esercizio di scolo e derivazione delle acque, comprendente la regimazione dei deflussi di scolo e servizi di piena, il prelievo e la distribuzione delle acque per l'irrigazione e per usi diversi, la sorveglianza e la manutenzione delle reti e dei manufatti, essi hanno inoltre il compito istituzionale di provvedere alla manutenzione delle opere di bonifica; progettare ed eseguire nuove opere di bonifica volte alla realizzazione e al mantenimento di un assetto territoriale idraulicamente sicuro ed efficiente, alla valorizzazione del territorio, allo sviluppo dell'agricoltura, e alla tutela e conservazione delle risorse naturali; e di partecipare alla programmazione territoriale e di bacino idrografico. L'azione di bonifica, sviluppatasi nei secoli, ha tentato di dare sicurezza ed un dinamico equilibrio a terra e ad acqua, considerando la variabilità della natura geologica dei suoi terreni e della mutevolezza delle precipitazioni. Ed ecco quindi la necessità in pianura di dare ordinato scolo alle acque con una rete di canali e con un delicato sistema idraulico che assicuri, ove occorra, anche con l'ausilio di macchine idrovore, lo svuotamento degli allavamenti dalle acque piovane o che scendono dalle terre più alte, tutto ciò nel pieno rispetto delle condizioni e delle necessità delle singole aree da servire.



**Figura 10 – TERRITORI POSTI AL DI SOTTO DEL LIVELLO MARINO MEDIO**

Dopo gli innumerevoli tentativi di bonifica realizzati nei secoli precedenti, l'azione della bonifica si è dimostrata veramente efficace solo dopo l'avvento delle pompe idrovore per il sollevamento meccanico delle acque, avvenuto nella seconda metà del 1800.

# CRONOPROGRAMMA

Si stima che il progetto in esame interessi circa 70 unità lavorative impiegate nelle suddette fasi principali e che la sua realizzazione si espliciti in circa 130 giorni lavorativi.

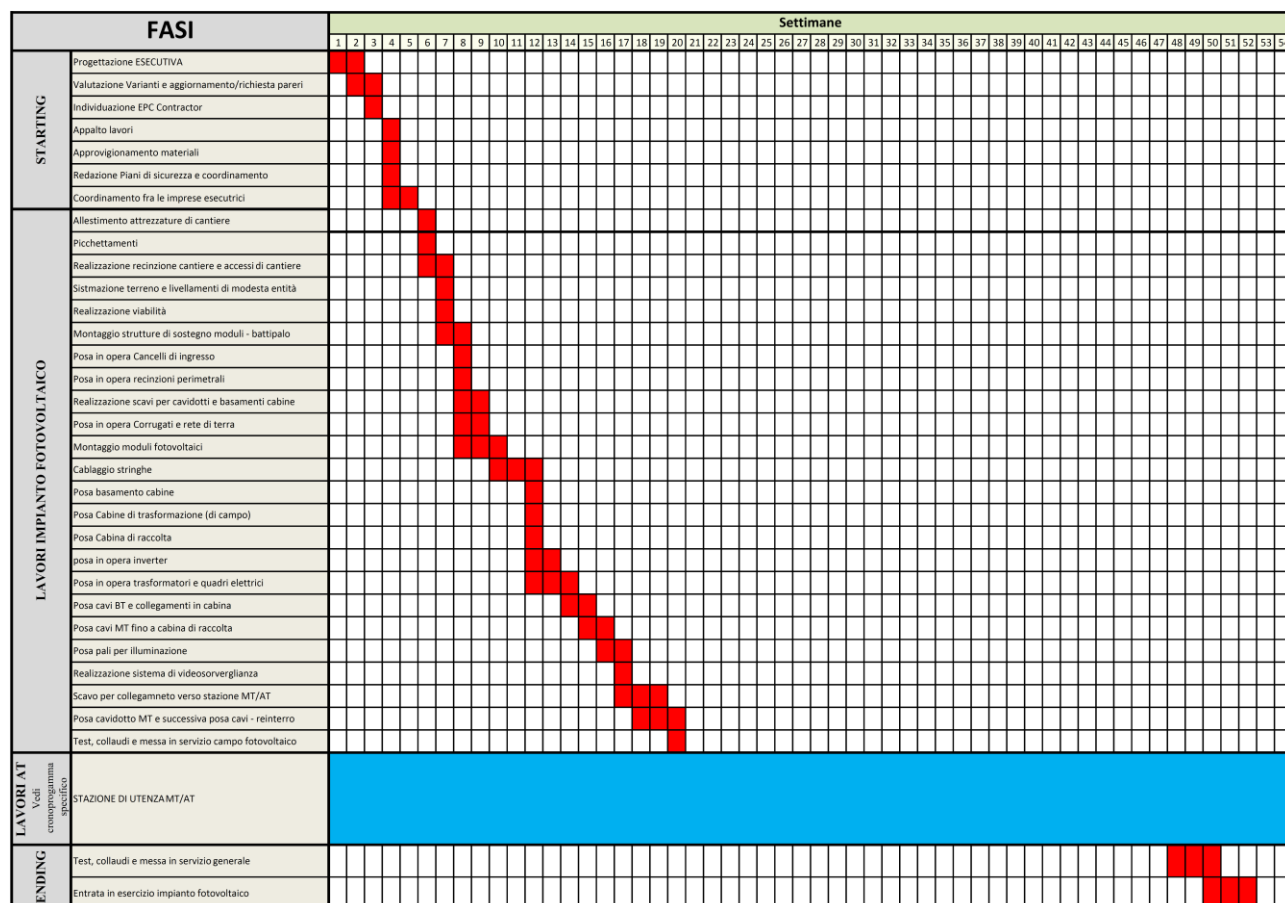
La tabella seguente elenca tutte le attività relative al progetto raggruppate in attività principali o sotto-attività:

<b>ATTIVITA' DEL PROGETTO</b>
<b>FASE PROGETTUALE</b>
<b>PREDISPOSIZIONE AREA E APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI</b>
Pulizia dei terreni dalle piante infestanti e Livellamento delle aree interessate
Picchettamento delle aree interessate
Predisposizione alla sicurezza
Recinzione delle aree di cantiere e realizzazione varchi di accesso Campo Fotovoltaico
Recinzione delle aree di cantiere e realizzazione varchi di accesso Sottostazione di Consegna a Terna
Installazione e Attivazione sistema di Videosorveglianza
Realizzazione della viabilità di accesso alle aree di cantiere
Realizzazione delle aree di stoccaggio e impianto elettrico di cantiere
Rifornimento delle aree di stoccaggio e transito degli addetti alle lavorazioni
Rifornimento Strutture (3 step)
Rifornimento Moduli (3 step)
Rifornimento inverter, trasformatori (3 step)
Rifornimento cabine, materiali edili (3 step)
Rifornimento materiali per Cabina Consegna a Terna
Rifornimento Cavi elettrici
<b>REALIZZAZIONE DEL CAMPO FOTOVOLTAICO</b>
Infissione dei supporti nel terreno
Montaggio dei telai di supporto dei moduli
Montaggio dei moduli
<b>OPERE RELATIVE ALLA TRASFORMAZIONE</b>
Posa delle Power Station ( Inverter e Trasformatore)
Realizzazione sottostazione di trasformazione BT/MT e Control Room
Realizzazione sottostazione di trasformazione MT/AT (vicino Terna)
<b>OPERE RELATIVE ALLA DISTRIBUZIONE</b>
Scavo trincee, posa cavidotti e rinterri all'interno dell'area (fino alla sottostazione MT/MT di Parallelo e Partenza)
Scavo trincee, Posa cavidotti e rinterri dalla sottostazione BT/MT alla Sottostazione MT/AT (vicino Terna)
Scavo trincee, Posa cavidotti e rinterri dalla sottostazione MT/AT alla Cabina esistente di AT di Terna
Cablaggio e connessioni dai pannelli alle Power Station
Cablaggio e connessioni all'interno dell'area (fino alla sottostazione BT/MT)
Cablaggio e connessioni dalla sottostazione BT/MT alla Sottostazione MT/AT (vicino Terna)
Cablaggio e connessioni dalla sottostazione MT/AT alla Cabina esistente di AT di Terna
<b>MITIGAZIONE E CANTIERIZZAZIONE PERMANENTE</b>
Realizzazione delle opere di mitigazione
Rimozione delle aree di cantiere secondarie
Definizione e allestimento area di cantiere permanente
<b>FASE DI GESTIONE E MANUTENZIONE</b>
Manutenzione delle apparecchiature e pulizia moduli fotovoltaici
Manutenzione delle aree verdi

**Tabella 1 - ATTIVITA' DI PROGETTO. ESTRATTO DAL CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI**

Di seguito il cronoprogramma dei lavori con differenziate tutte le fasi e sotto fasi di lavorazione.

Per maggiore definizione dell'immagine si rimanda al documento specifico.



**Figura 11 - CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI**



# IMPATTI POTENZIALI E MITIGAZIONI

## PREVISIONE DEGLI IMPATTI

La costruzione dell'impianto in progetto, non provocherà impatti negativi di rilievo sulle componenti ambientali (acqua, aria, suolo), paesaggistiche, storiche, architettoniche, archeologiche e socio economiche del territorio.

L'impatto visivo del progetto è l'unico elemento da tenere in considerazione dal punto di vista delle alterazione dello stato dei luoghi rispetto allo stato attuale e di questo se ne parlerà più nel dettaglio nel prossimo capitolo.

Temporanee alterazioni si possono avere in fase di cantierizzazione del progetto, ovvero in fase di costruzione e di dismissione dell'impianto. Ci si riferisce in particolare alle emissioni sonore, di polveri o di gas di scarico delle macchine operatrici e alle emissioni acustiche dovute alle suddette macchine.

Nel primo caso le emissioni complessive relative alle singole attività previste nei lavori civili e al trasporto delle strutture tecnico civili risultano tutte compatibili con i limiti di qualità dell'aria, anche se non mancheranno interventi di mitigazione mirati (consistenti, per esempio, nella bagnatura con acqua delle piste non pavimentate).

Nel secondo caso si precisa che è stato eseguito uno Studio di Impatto Acustico i cui risultati della valutazione effettuata hanno dato esito negativo (inteso come definizione di una emissione acustica poco significativa e del tutto trascurabile nel contesto ambientale esaminato sia in fase esecutiva che di esercizio). Si rimanda quindi al documento sopra specificato per quello che concerne il dettaglio tecnico.

Modeste alterazioni in fase di esercizio si potranno avere a causa della presenza di campi elettromagnetici. Dal momento che l'impianto fotovoltaico è composto da una serie di pannelli che funzionano in corrente continua a bassa tensione BT e trasformata dagli inverter in corrente alternata a 380V, le considerazioni sull'Impatto Elettromagnetico, interessa ovviamente le parti in alternata a valle dell'inverter di trasformazione. Apparecchiature conformi alle prescrizioni ENEL e conformi alle normative CEI, unitamente alla limitazione di accesso alle stazioni di trasformazione solamente a personale autorizzato, nonché le precauzioni costruttive delle linee di MT e BT, riguardo le Distanze di Prima Approssimazione, assicurano che l'entità delle emissioni elettromagnetiche risultano molto contenute e non produrranno alcun effetto sui possibili bersagli individuati (Vedasi relazione specifica sui campi elettromagnetici).

## MISURE DI MITIGAZIONE

Come anticipato, l'impatto visivo del progetto è l'unico elemento da tenere in considerazione dal punto di vista delle alterazioni dello stato dei luoghi rispetto allo stato attuale. La realizzazione di strutture e manufatti su un territorio praticamente agricolo, conduce ad una, per quanto non elevata, diversa percezione visiva dell'area, in particolar modo in alcuni luoghi situati immediatamente a ridosso dell'impianto. Pannelli e manufatti prefabbricati sono gli elementi da tenere in considerazione.

A tal proposito saranno necessariamente attuate misure di mitigazione al fine di limitare al massimo la visuale di vaste superfici pannellate di cui è principalmente composto l'impianto. Dette misure di mitigazione in breve consisteranno nella messa a dimora sia lungo tutto lo sviluppo della recinzione e, se necessario, sia in fasce interne dei campi fotovoltaici, di essenze arbustive e di piante ad alto fusto con lo scopo, da un lato di migliorare gli aspetti estetico - percettivi dai vari punti di intervisibilità e dall'altro a favorire la riconciliazione dell'area in oggetto con il contesto paesaggistico del territorio. Il criterio adottato per la scelta delle specie vegetali più opportune da inserire in fase di realizzazione della cortina di mitigazione del Parco fotovoltaico è quello dell'utilizzo di specie autoctone, ossia tipiche della vegetazione potenziale dell'area d'intervento.

I prefabbricati di modeste dimensioni, adibiti a cabine di trasformazione, saranno oggetto di una mitigazione visiva costituita da tinteggiatura delle pareti esterne con una colorazione neutro-terrosa in grado di inserirsi nell'ambiente circostante similmente agli edifici rurali esistenti le cui cromie più diffuse ricalcano i colori della terra.

I collegamenti elettrici fra i vari settori dell'impianto saranno realizzati con idonee tubazioni interrato e relativi pozzetti di collegamento. In questo caso, quindi, non saremo in presenza di impatti per i quali si renderà necessaria la realizzazione di opere di mitigazione.

Per una più dettagliata descrizione delle opere, si faccia riferimento alla Relazione sulle opere di mitigazione ed allo Studio di Impatto Ambientale.



# PIANO DI DISMISSIONE E RIPRISTINO

In linea generale, la vita utile dell'impianto è intesa come quel periodo di tempo in cui l'ammontare di energia elettrica prodotta è significativamente superiore ai costi di gestione dell'impianto. Questo valore è di circa 30-35 anni. Al termine di detto periodo è previsto lo smantellamento delle strutture con il conseguente recupero del sito che potrà essere completamente riportato alla sua iniziale destinazione d'uso o, in alternativa, al suo potenziamento/adeguamento alle moderne tecnologie che presumibilmente verranno sviluppate nel settore fotovoltaico.

L'impianto fotovoltaico è da considerarsi l'impianto di produzione di energia elettrica che più di ogni altro impiega materiali riciclabili e che, anche durante il suo periodo di funzionamento, minimizza l'inquinamento del sito di installazione, sia in termini di inquinamento atmosferico (nullo, non generando fumi), di falda (nullo, non generando scarichi) o sonoro (nullo, non avendo parti in movimento).

Lo smantellamento dell'impianto alla fine della sua vita utile avverrà nel rispetto delle norme di sicurezza presenti e future, attraverso una sequenza di fasi operative che sinteticamente sono riportate di seguito (e che vengono meglio esplicitate nell'apposita relazione allegata al progetto):

- Disconnessione dell'intero impianto dalla rete elettrica;
- Messa in sicurezza degli generatori fotovoltaici;
- Smontaggio delle apparecchiature elettriche in campo;
- Smontaggio delle cabine di trasformazione e della cabina di campo;
- Smontaggio dei pannelli fotovoltaici;
- Smontaggio delle strutture di supporto e delle viti di fondazione;
- Recupero dei cavi elettrici BT ed MT di collegamento tra i moduli, i quadri parallelo stringa e la cabina di campo;
- Demolizione delle eventuali platee in cls a servizio dell'impianto;
- Rimozione recinzione e smontaggio sistema di Illuminazione e Videosorveglianza
- Ripristino dell'area generatori fotovoltaici – piazzole – piste – cavidotto.
- Consegna dei materiali alle ditte specializzate allo smaltimento.

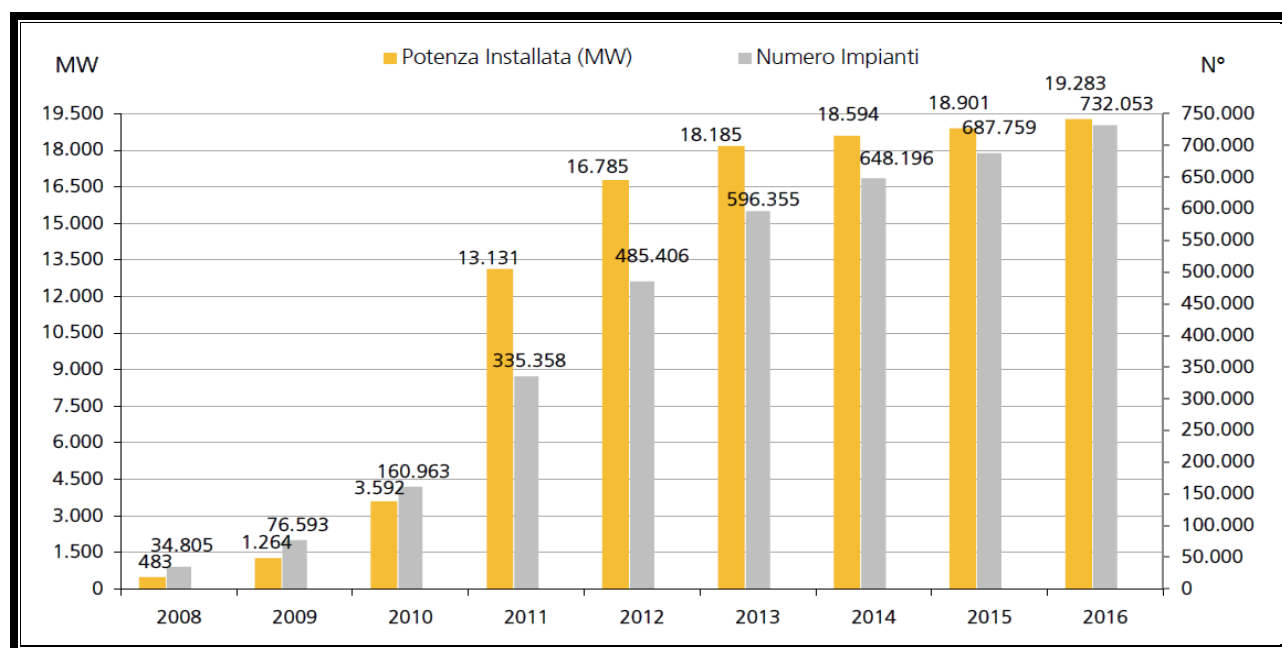
La dismissione dell'impianto potrebbe provocare fasi di erosioni superficiali e di squilibrio di coltri detritiche, questi inconvenienti saranno prevenuti mediante l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica abbinate ad una buona conoscenza del territorio di intervento.

Gli obiettivi principali di questa forma riabilitativa sono i seguenti:

- riabilitare, mediante attenti criteri ambientali, le zone soggette ai lavori che hanno subito una modifica rispetto alle condizioni pregresse;
- consentire una migliore integrazione paesaggistica dell'area interessata dalle modifiche.

# ANALISI DELLE RICADUTE SOCIO- OCCUPAZIONALI

Effettuare una stima dell'occupazione nel settore delle energie rinnovabili e, nello specifico nel fotovoltaico, è ritenuto, nella letteratura, piuttosto complesso per via della velocità con cui i fenomeni sociali radicati su un'economia tradizionale basata sul petrolio, evolvono verso un'economia di tipo "green". Questo fa pensare che, non solo potrebbero mancare gli strumenti di analisi validi a raffigurare un quadro esplicativo della situazione attuale ma che risulta anche difficile prevedere quale che sia l'evoluzione dell'occupazione in un orizzonte temporale medio.



**Figura 12 - EVOLUZIONE DELLA POTENZA E DELLA NUMEROSITÀ DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI IN ITALIA**  
(FONTE: GSE)

Ad ogni modo, visto l'andamento degli impianti installati in Italia e considerando gli scenari futuri, orientati verso una società a basso impatto ambientale, attraverso una politica di promozione di nuovi investimenti tramite incentivi sulla produzione (fino al 2020) e meccanismi di supporto alle rinnovabili quali incentivi diretti sulla produzione a politiche abilitanti e semplificazione regolatoria (dal 2020)<sup>1</sup>, si può ben sperare nelle potenzialità del settore rinnovabile soprattutto in relazione all'intensità occupazionale che arrecherà sul territorio.

L'analisi delle Ricadute Socio-Occupazionali inerenti la realizzazione del parco fotovoltaico vuole dimostrare la valenza del progetto non solo dal punto di vista dello sviluppo sostenibile e della produzione razionale dell'energia ma anche dal punto di vista delle ricadute economiche dirette e indirette che esso riversa sul territorio.

Le attività principali su cui bisogna determinare l'occupazione sono quelle di Progettazione e di Installazione dell'impianto ("*Construction and Installation*") definite come attività "temporanee" e quelle riferite alla

Gestione e alla Manutenzione dello stesso (*“Operation and Maintenance”*) che saranno del tipo *“permanente”*.

Si è voluto escludere da questo studio le fasi di Produzione e di Dismissione dell'impianto in quanto non direttamente correlate alle precedenti, nonostante anche per essi gli impatti su larga scala sull'occupazione sono da ritenersi assolutamente positivi.

In relazione alla *“Tabella - ATTIVITA' DI PROGETTO. ESTRATTO DAL CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI”*, la seguente tabella mostra e riassume, per ogni fase realizzativa del progetto, le tipologie di risorse impiegate e le unità in gioco:

FASE REALIZZATIVA	TIPOLOGIA DI RISORSA	UNITA' LAVORATIVE IMPIEGATE
FASE PROGETTUALE	Topografi, Ingegneri, Periti, Geologi, Architetti	10
PREDISPOSIZIONE AREA E APPROVVIGIONAMENTO DEI MATERIALI	Operaio manovratore mezzi meccanici	5
	Operaio specializzato edile	5
	Squadra recinzione (5 addetti)	30
	Squadra specialistica SDS 4 addetti	5
	Trasportatore Interno con mezzo	2
REALIZZAZIONE DEL CAMPO FOTOVOLTAICO	Squadra Battipalo (4 addetti + mezzi)	10
	Squadra Telai e Moduli (5 addetti)	18
OPERE RELATIVE ALLA TRASFORMAZIONE	Operaio specializzato elettrico MT/AT	2
	Squadra elettricisti (4 addetti)	8
	Operaio specializzato elettrico	5
	Operaio specializzato edile	3
OPERE RELATIVE ALLA DISTRIBUZIONE	Squadra posa cavidotti e rinterro (4 addetti + mezzi)	5
	Squadra elettricisti (4 addetti)	5
	Operaio specializzato elettrico MT/AT	2
MITIGAZIONE E CANTIERIZZAZIONE PERMANENTE	Tecnico aree verdi con mezzi	3
	Operaio specializzato edile	3
FASE DI GESTIONE E MANUTENZIONE		
	Operaio specializzato elettrico MT/AT	2
	Operaio specializzato elettrico	3
	Personale di videosorveglianza	4
	Tecnico aree verdi con mezzi	3

**Tabella 2 - TIPOLOGIA DI RISORSA IMPIEGATE PER FASE OPERATIVA. ESTRATTO DAL CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI**

## CONCLUSIONI GENERALI

In linea generale è possibile concludere che, valutate le caratteristiche del progetto, del contesto ambientale e territoriale in cui questo si inserisce, esso è pienamente compatibile con i vincoli e le norme insistenti sul territorio.

L'installazione del campo fotovoltaico è in linea con le direttive e le linee guida del settore energetico, consentendo la diversificazione delle fonti di approvvigionamento, la diffusione dello sfruttamento di fonti di energia rinnovabile e il risparmio, a livello globale, in termini di emissioni di gas climalteranti.

Dal punto di vista degli impatti sull'ambiente, c'è da affermare che questi, seppure trascurabili sono compensati dalle positività dell'opera, prime tra le quali le emissioni inquinanti evitate: l'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO <sub>2</sub> ):	42.770 kg
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ):	26.674 kg
Polveri:	1.333 kg
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ):	22.811 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H <sub>2</sub> S) (fluido geotermico):	1016,97 kg
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ):	195,90 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	7632,98 TEP

Non è da escludere, inoltre, che detto parco fotovoltaico possa essere anche un esempio di integrazione tra produzioni agricole e industriali, tra natura e tecnologia, tra le esigenze dell'uomo da una parte e della fauna dall'altra, tra esigenze di un nuovo e diverso sviluppo e la sostenibilità complessiva dello stesso.

In questo senso e con tutte queste premesse si ritiene che l'intervento possa essere considerato senz'altro fattibile.