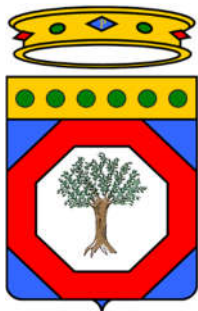




Provincia di Foggia



Regione Puglia



Comune di Troia



HYPHEN RENEWABLES

COMUNE DI TROIA

"TROIA MOFFA"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO SITO NEL COMUNE DI TROIA (FG) IN LOCALITÀ "MONTALVINO", DI POTENZA AC PARI A 14,00 MW E POTENZA DC PARI A 16,284 MWp, E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE (RTN) NEL COMUNE DI TROIA (FG)

Proponente:

HYPHEN PUGLIA 1 S.r.l.
Corso Magenta, 85 - 20123 Milano
Tel: +39 02 98670182
PEC: hyphenrenewables1@pec.it

Tecnici e Specialisti:

- Dott.ssa Paola D'Angela: studi e indagini archeologiche;
- Dott.ssa Sara Di Franco: studio previsionale d'impatto acustico;
- Dott. Antonello Fabiano: studi e indagini geologiche e idrogeologiche;
- Dott. Agronomo Chiara Vacca: studio pedoagronomico, progetto agricolo;
- Dott. Naturalista Gianluca Stasolla: piano monitoraggio ambientale;
- Dott. Gabriele Gemma: elaborati grafici, documentazione tecnica;
- Ing. Francesco Ambron: progettazione opere elettriche connessione AT;
- Ing. Pierdomenico Montefinese: progettazione opere elettriche BT – MT;
- Ing. Domenico Lorusso: analisi paesaggistica e studio impatto ambientale

Progettista:

np enne. pi. studio s.r.l.
Lungomare IX Maggio, 38 - 70132 Bari
Tel/Fax +39 0805346068 - 0805346888
e-mail: pietro.novielli@ennepistudio.it

Nome Elaborato:

MOF_24 - Relazione tecnica descrittiva

Descrizione Elaborato:

Relazione tecnica descrittiva del progetto definitivo

Timbro e firma



03					Scala: varie
02					
01					
00	Aprile 2024	Ing. Gabriele Gemma	Enne Pi Studio Srl	Hyphen Puglia 1 S.r.l.	
Rev	Data	Redatto	Verificato	Approvato	

INDICE

1. INTRODUZIONE	1
2. LE FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI	6
2.1. L'ENERGIA SOLARE IN PUGLIA	13
2.2. STIMA DELLA PRODUZIONE ANNUA DELL'IMPIANTO	16
2.3. CARBON FOOTPRINT E COSTO ENERGETICO DEL FOTOVOLTAICO	24
2.4. VANTAGGI AMBIENTALI	30
2.5. VANTAGGI SOCIO-ECONOMICI	31
2.6. QUADRO NORMATIVO NAZIONALE AUTORIZZATIVO	35
2.7. NORMATIVA REGIONALE DI RIFERIMENTO	36
2.8. NORMATIVA TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E SICUREZZA	38
3. IL SITO	42
3.1. DESCRIZIONE DEL SITO	42
3.2. DESCRIZIONE DELL'ACCESSO AL SITO	44
3.3. ANALISI DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE E TUTELA	46
3.4. ASPETTI GEOLOGICI, TOPOGRAFICI, IDROLOGICI E GEOTECNICI	54
3.5. LE INTERFERENZE	57
3.6. GLI ESPROPRI PER LE OPERE DI RETE	59
3.7. IL PAESAGGIO, L'AMBIENTE ED I BENI TUTELATI	61
3.8. APPROFONDIMENTI SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI	67
3.9. APPROFONDIMENTI SULL'ACUSTICA	67
3.10. APPROFONDIMENTI SULL'ARCHEOLOGIA	70
4. SOLUZIONI DI PROGETTO E CARATTERISTICHE TECNICHE	73
4.1. SCHEDE IDENTIFICATIVE DELL'IMPIANTO	73
4.2. PROGETTO "AGROVOLTAICO"	78
4.3. DESCRIZIONE GENERALE IMPIANTO	84
4.4. CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA	85
4.5. MODULI FOTOVOLTAICI	88
4.6. STRUTTURE DI FISSAGGIO	91
4.7. POWER STATION	94

4.8. QUADRO DI PARALLELO	95
4.9. DESCRIZIONE DELLE CABINE ANNESSE ALL'IMPIANTO	96
4.10. TRASFORMATORE SERVIZI AUSILIARI MT/BT	98
4.11. QUADRO SERVIZI AUSILIARI IN BASSA TENSIONE (QSA)	98
4.12. QUADRO MISURE FISCALI (QMF E QMG)	98
4.13. POWER PLANT CONTROLLER (PPC)	99
4.14. ELETTRORODOTTO MT INTERNO ED ESTERNO ALL'IMPIANTO IN SCAVO INTERRATO	99
4.15. CAVI BT	100
4.16. RETE DI TERRA	102
4.17. SISTEMA DI SUPERVISIONE DELL'IMPIANTO AGROPV	103
4.18. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	104
4.19. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	105
4.20. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI DELLE SCARICHE ATMOSFERICHE	106
4.21. PTO PIANO TECNICO DELLE OPERE	106
4.22. VIABILITÀ INTERNA	108
4.23. RECINZIONE	113
4.24. OPERAZIONI INERENTI AL SUOLO	114
4.24.1. MANUTENZIONE	115
4.24.2. LAVAGGIO DEI MODULI FOTOVOLTAICI	115
4.24.3. CONTROLLO DELLE PIANTE INFESTANTI	116
4.25. BIODIVERSITÀ E TUTELA DELL'ECOSISTEMA AGRICOLO	117
4.26. SISTEMI DI MONITORAGGIO PER AGRICOLTURA DI PRECISIONE	117
4.27. MITIGAZIONE VISIVA E PROGETTO AGRICOLO	118
4.27.1. ULIVETO INTENSIVO	119
4.27.2. COLTIVAZIONI AGRICOLE PREVISTE	119
4.28. ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA E VIDEOSORVEGLIANZA	122
4.28.1. INQUINAMENTO LUMINOSO	122
4.28.2. VIDEOSORVEGLIANZA	123
4.29. IL PROGETTO ESECUTIVO	123
4.30. CRONOPROGRAMMA	125
<u>5. FASE DI CANTIERE</u>	<u>126</u>
<u>6. FASE DI ESERCIZIO</u>	<u>127</u>
<u>7. FASE DI DISMISSIONE - RICICLO COMPONENTI E RIFIUTI</u>	<u>127</u>
7.1. SMALTIMENTO STRINGHE FOTOVOLTAICHE	127

7.2. RECUPERO CABINE ELETTRICHE PREFABBRICATE	132
7.3. SMALTIMENTO CAVI ELETTRICI ED APPARECCHIATURE ELETTRONICHE, PALI ILLUMINAZIONE E VIDEOSORVEGLIANZA	134
7.4. RECUPERO VIABILITÀ INTERNA	135
7.5. RECUPERO RECINZIONE	135
<u>8. RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI</u>	<u>136</u>
<u>9. QUANTIFICAZIONE DEI COSTI DI DISMISSIONE E RIPRISTINO E TEMPISTICHE</u>	<u>137</u>
<u>10. PRIME INDICAZIONI SULLA SICUREZZA</u>	<u>137</u>
<u>11. COSTI INTERVENTO</u>	<u>141</u>

1. Introduzione

Il presente documento costituisce la “*Relazione tecnico descrittiva*” relativo al progetto di un impianto agrovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare tramite conversione fotovoltaica, della potenza nominale in DC di **16,284 MW**, denominato “**TROIA MOFFA**” in agro del Comune di Troia (FG), in località “Montalvino”, e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione dell’energia elettrica Nazionale (RTN) necessarie per la cessione dell’energia prodotta.

L’impianto agrovoltaico sarà collegato tramite cavidotto interrato a 36kV alla stazione di trasformazione e condivisione 380/150/36 kV di futura realizzazione nel comune di Troia (FG).

Terna S.p.A., ha rilasciato alla Società proponente la “Soluzione Tecnica Minima Generale” n. 202202419 del 07.12.2022, indicando le modalità di connessione al futuro ampliamento della stazione di trasformazione RTN 36/150/380 kV di “Troia”.

La soluzione tecnica di connessione prevede che l’impianto sia collegato in antenna a 36 kV sul futuro ampliamento della stazione elettrica di trasformazione 380/150 kV denominata “Troia”, che sarà posizionato a circa 500 metri a nord-ovest dall’area impianto.

Sarà inoltre realizzata all’interno del campo AgroFV, un’area dedicata alla trasformazione a 36 kV. Dalla cabina di raccolta uscirà il cavo a media tensione che entrerà nell’area a 36 kV, e qui avverrà la trasformazione ed elevazione da MT ad AT. La connessione al futuro ampliamento della S.E. di Terna avverrà con cavidotto AT a 36 kV della lunghezza di circa 1,2 km, totalmente interrato, che andrà ad attestarsi all’edificio quadri a 36 kV della futura S.E. di Terna.

La Società proponente **HYPHEN PUGLIA 1 S.R.L., con sede legale in Corso Magenta n° 85, Milano (MI)**, intende realizzare l’impianto agrovoltaico su di un terreno con destinazione agricola, esteso per circa Ha 27,22, nel comune di Troia (FG), distinto in Catasto al Foglio 7 particelle 484, 485, 486, 487, 488, 336, 47, 96, 229.

AREA IMPIANTO AGROVOLTAICO				
n.	Comune	Foglio	Particella	Procedura da effettuarsi
1	Troia	7	484	Diritto di superficie
2	Troia	7	485	Diritto di superficie
3	Troia	7	486	Diritto di superficie
4	Troia	7	487	Diritto di superficie
5	Troia	7	488	Diritto di superficie
6	Troia	7	336	Diritto di superficie
7	Troia	7	47	Diritto di superficie
8	Troia	7	96	Compravendita
9	Troia	7	229	Compravendita

Tabella particelle area impianto e tipologia di disponibilità

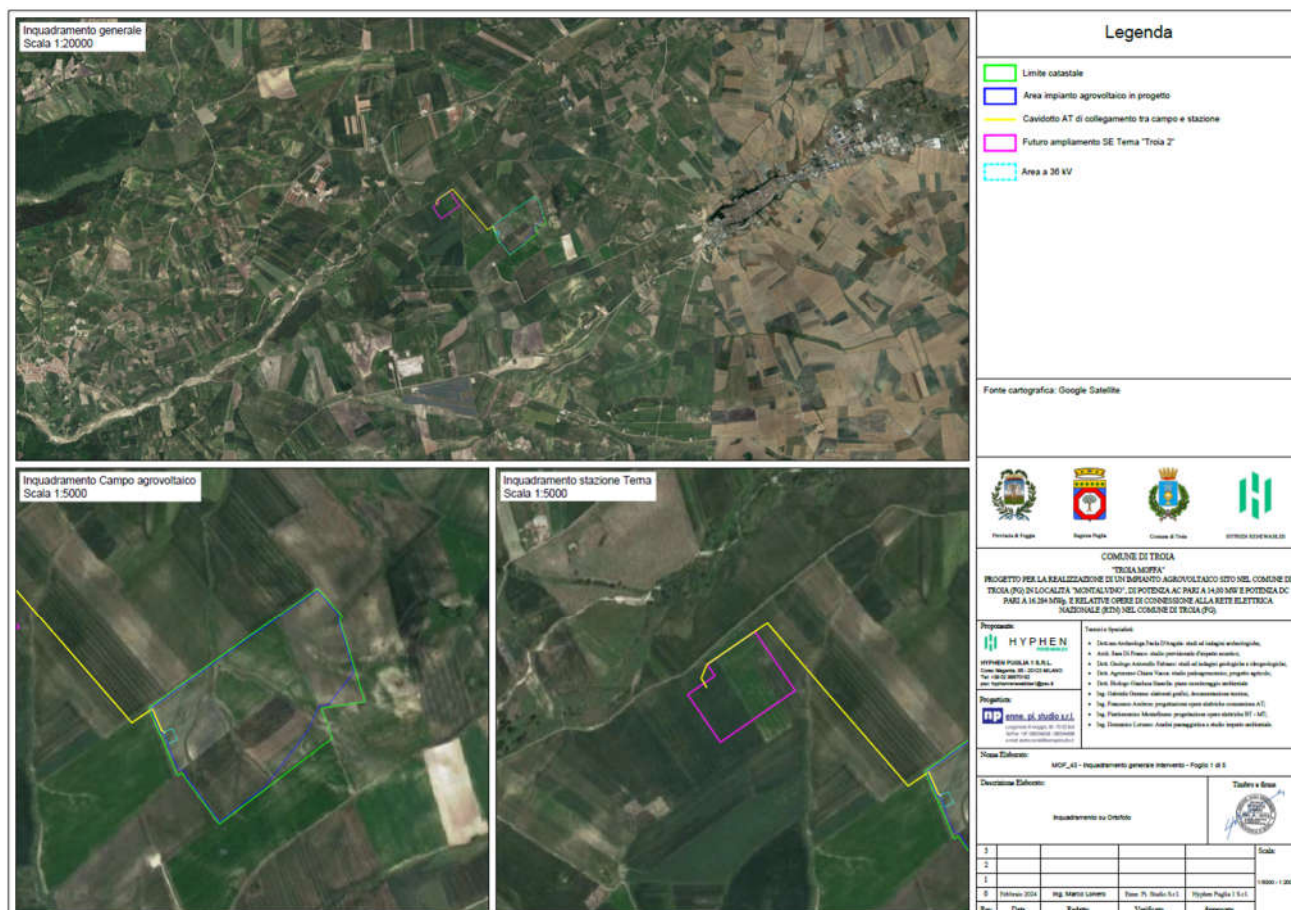


Figura 1: Inquadramento dell'area di progetto su base Ortofoto

Il progetto si inserisce nel quadro istituzionale di cui al D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387 “Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità” le cui finalità sono:

- promuovere un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario;
- promuovere misure per il perseguimento degli obiettivi indicativi nazionali;
- concorrere alla creazione delle basi per un futuro quadro comunitario in materia;
- favorire lo sviluppo di impianti di microgenerazione elettrica alimentati da fonti rinnovabili, in particolare per gli impieghi agricoli e per le aree montane.

Il presente elaborato ha lo scopo di illustrare le caratteristiche del sito e dell’impianto, i criteri adottati e la compatibilità ambientale del progetto.

Il progetto è rivolto all’utilizzo del sole come risorsa per la produzione di energia pulita e alla coesistenza con l’agricoltura, elemento imprescindibile del progetto oltre che vocazione del territorio.

Il termine fotovoltaico deriva infatti dall’unione di due parole: “Photo” dal greco phos (Luce) e “Volt” che prende le sue radici da Alessandro Volta, il primo a studiare il fenomeno elettrico.

Quindi, il termine fotovoltaico significa letteralmente: “**elettricità dalla luce**”.

Il settore fotovoltaico italiano è in procinto di vivere una nuova fase molto importante del suo percorso di crescita, proiettato ormai verso uno stadio di completa maturazione. I target europei appena definiti per le fonti rinnovabili (32%) dal recente trilogico comunitario richiederanno molti sforzi su diversi fronti, e il fotovoltaico avrà sicuramente un ruolo da protagonista.



Figura 2: Foto esempio di impianto agrovoltaico

L'impianto fotovoltaico in oggetto appartiene alla tipologia di impianti eserciti in **grid-parity**. Nella terminologia tecnica in uso (maggio 2018), sta a significare che la produzione di energia elettrica da fonte solare è realizzata senza incentivi, con remunerazione economica somma

- i) della quota parte di energia elettrica valorizzata economicamente in regime dedicato o nel mercato libero
- ii) del mancato costo di acquisto dell'energia elettrica per la quota auto consumata.

All'esercizio in grid-parity è associato un costo di generazione del kWh fotovoltaico (Levelised Energy Cost), ma anche un Tasso interno di rendimento dell'investimento nella realizzazione impiantistica che deve essere confrontato con valori benchmark del TIR, per valutare se rischiare l'investimento (Condizione di Raggiungibilità della Grid-Parity). Per far sì che venga raggiunta la "parità" è necessario sfruttare al massimo le **economie di scala** e quindi realizzare impianti di grossa taglia che concentrino le opere di impianto in un'unica area e le opere di connessione in unico percorso.

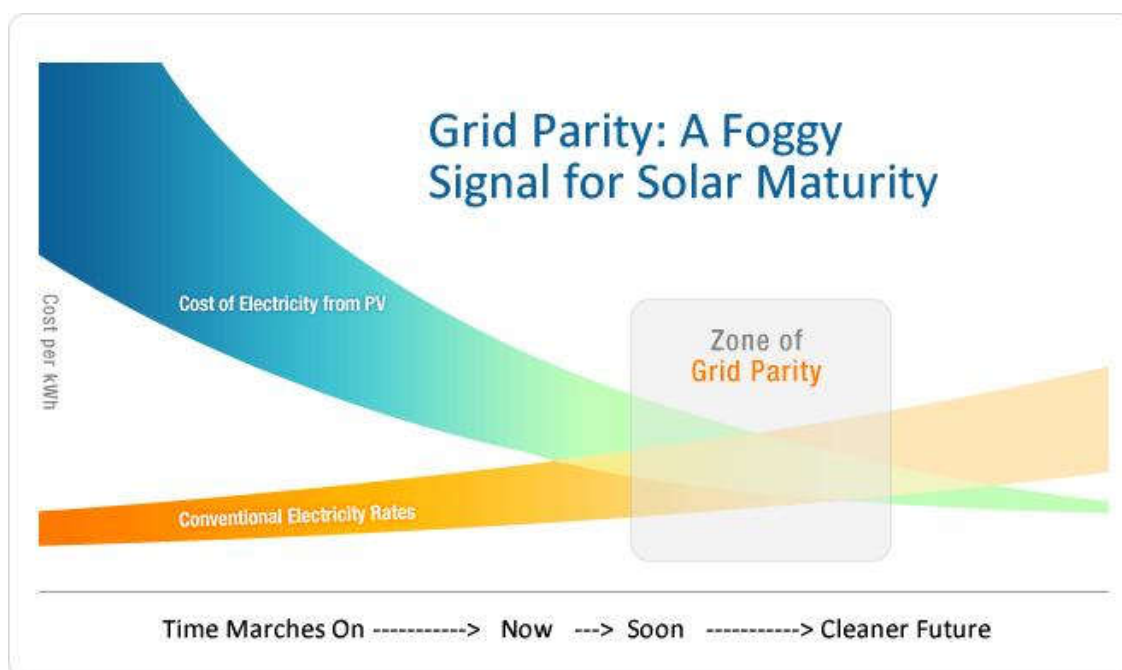


Figura 3: Grafico grid parity market

I criteri di progettazione che hanno fatto ricadere la scelta dell'area nel Comune di Troia, sono di seguito sintetizzati:

- 1) l'area si presenta adatta all'installazione di impianti agrovoltaici avendo una buona esposizione a sud;
- 2) l'area risulta ben servita dall'infrastruttura elettrica utile alla connessione alla RTN;
- 3) l'area che ospiterà l'impianto agrovoltaico in questione non presenta criticità dal punto di vista paesaggistico ed ambientale tali da escludere la realizzazione di un impianto agrovoltaico;

L'intervento proposto:

- Consente la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- Utilizza fonti rinnovabili eco-compatibili;
- Consente il risparmio di combustibile fossile;
- Produce limitati rifiuti e scarti di lavorazione;
- Non è fonte di inquinamento acustico;
- Non è fonte di inquinamento atmosferico;
- Utilizza viabilità di accesso già esistente;
- Comporta l'esecuzione di opere edili di dimensioni modeste che non determinano in alcun modo una significativa trasformazione del territorio.

Il presente progetto viene redatto in conformità alle disposizioni della normativa vigente nazionale, con particolare riferimento al D. Lgs.152/2006, e s.m.i. Inoltre, ai sensi di quanto stabilito dal D.M. 10/09/2010 “Linee guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, dell’Art. 27-bis del D.Lgs. 152/2006, la realizzazione in oggetto è soggetta a Valutazione di Impatto Ambientale Statale e Autorizzazione Unica Regionale. Alcuni contenuti, previsti nella normativa, come facenti parte del presente studio sono approfonditi in appositi elaborati ai quali si rimanderà nel proseguo della trattazione. In questo contesto la normativa prevede un livello di progettazione definitiva.

2. Le fonti energetiche rinnovabili

Le iniziative volte alla realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili perseguono il soddisfacimento di un interesse che, lungi dall’essere solo privato, è, in primo luogo, un interesse pubblico e, in particolare, quell’interesse in considerazione del quale il legislatore del D.Lgs. 387/2003 ha attribuito ai medesimi fonti la qualifica di opere di pubblica utilità, urgenza ed indifferibilità (art. 12).

Le “fonti rinnovabili” di energia sono così definite perché, a differenza dei combustibili fossili e nucleari destinati ad esaurirsi in un tempo definito, possono essere considerate **inesauribili**.

Sono fonti rinnovabili l’energia solare e quelle che da essa derivano, l’energia eolica, idraulica, delle biomasse, delle onde e delle correnti, ma anche l’energia geotermica, l’energia dissipata sulle coste dalle maree ed i rifiuti industriali e urbani.

La transizione verso basse emissioni di carbonio intende creare un settore energetico sostenibile che stimoli la crescita, l’innovazione e l’occupazione, migliorando, allo stesso tempo, la qualità della vita, offrendo una scelta più ampia, rafforzando i diritti dei consumatori e, in ultima analisi, permettendo alle famiglie di risparmiare sulle bollette.

Un approccio razionalizzato e coordinato dell’UE garantisce un impatto per tutto il continente nella lotta contro i cambiamenti climatici. Per ridurre le emissioni di gas a effetto serra prodotte dall’Europa e soddisfare gli impegni assunti nell’ambito dell’accordo di Parigi sono essenziali iniziative volte a promuovere le energie rinnovabili e migliorare l’efficienza energetica.

Il 30 novembre 2016 la Commissione europea ha presentato il pacchetto "Energia pulita per tutti gli europei" (cd. Winter package o Clean energy package), che comprende diverse misure legislative nei settori dell’efficienza energetica, delle energie rinnovabili e del mercato interno dell’energia elettrica. Il 4 giugno 2019 il Consiglio dei Ministri dell’Unione Europea ha adottato le ultime proposte

legislative previste dal pacchetto. I Regolamenti e le direttive del Clean Energy Package fissano il quadro regolatorio della governance dell'Unione per energia e clima funzionale al raggiungimento dei nuovi obiettivi europei al 2030 in materia.

Tabella 1. Direttive e Regolamenti previsti dal Pacchetto Clean energy for all Europeans

	Direttive/Regolamenti	Pubblicazione nella G.U.U.E.
	Direttiva su Efficienza Energetica	Dir.(EU) 2018/2002 (21/12/2018)
	Direttiva su Prestazione energetica nell'edilizia	Dir.(EU) 2018/844 (19/06/2018)
	Direttiva su Promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili	Dir.(EU) 2018/2001 (21/12/2018)
	Regolamento su Governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima	Reg.(EU) 2018/1999 (21/12/2018)
	Regolamento sul mercato interno dell'energia elettrica	Reg. (EU) 2019/943 (14/06/2019)
	Direttiva relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica	Dir. (EU) 2019/944 (14/06/2019)
	Regolamento sulla preparazione ai rischi nel settore dell'energia elettrica	Reg. (EU) 2019/941 (14/06/2019)
	Regolamento che istituisce un'Agenzia dell'Unione europea per la cooperazione fra i regolatori nazionali dell'energia (ACER)	Reg. (EU) 2019/942 (14/06/2019)

Fonte: Commissione Europea

Quanto all'energia rinnovabile, la nuova Direttiva (UE) 2018/2001 (articolo 3) dispone che gli Stati membri provvedono collettivamente a far sì che la quota di energia da fonti rinnovabili nel consumo finale lordo di energia dell'Unione nel 2030 sia almeno pari al 32%. Contestualmente, a decorrere dal 1° gennaio 2021, la quota di energia da fonti rinnovabili nel consumo finale lordo di energia di

ciascuno Stato membro non deve essere inferiore a dati limiti. Per l'Italia tale quota è pari al 17%, valore già raggiunto dal nostro Paese (allegato I, parte A).

La messa a punto e l'attuazione dei Piani nazionali è realizzata attraverso un processo iterativo tra Commissione e Stati membri.

In particolare, gli Stati membri devono notificare alla Commissione europea, entro il 31 dicembre 2019, quindi entro il 1° gennaio 2029, e successivamente ogni dieci anni, il proprio Piano nazionale integrato per l'energia e il clima. Il primo Piano copre il periodo 2021-2030.

Il Piano deve comprendere una serie di contenuti (cfr. artt. 3-5, 8 e Allegato I del Regolamento), tra questi:

- una descrizione degli obiettivi e dei contributi nazionali per il raggiungimento degli obiettivi dell'Unione 2030;
- la traiettoria indicativa di raggiungimento degli obiettivi per efficienza energetica, di fonti rinnovabili riduzione delle emissioni effetto serra e interconnessione elettrica;
- una descrizione delle politiche e misure funzionali agli obiettivi e una panoramica generale dell'investimento necessario per conseguirli;
- una descrizione delle vigenti barriere e ostacoli regolamentari, e non regolamentari, che eventualmente si frappongono alla realizzazione degli obiettivi;
- una valutazione degli impatti delle politiche e misure previste per conseguire gli obiettivi.

Nei PNIEC, gli Stati membri possono basarsi sulle strategie o sui piani nazionali esistenti, quali appunto, per l'Italia, la Strategia energetica nazionale - SEN 2017 (considerando n. 25 del Regolamento).

Quanto alla procedura di formazione del PNIEC, ai sensi dell'articolo 9 del Regolamento, entro il 31 dicembre 2018, quindi entro il 1° gennaio 2028 e successivamente ogni dieci anni, ogni Stato membro elabora e trasmette alla Commissione la proposta di Piano nazionale integrato per l'energia e il clima. La Commissione valuta le proposte dei piani e può rivolgere raccomandazioni specifiche per ogni Stato membro al più tardi sei mesi prima della scadenza del termine per la presentazione di tali Piani. Se lo Stato membro decide di non dare seguito a una raccomandazione o a una parte considerevole della stessa, deve motivare la propria decisione e pubblicare la propria motivazione. E' prevista una consultazione pubblica, con la quale gli Stati membri mettono a disposizione la propria proposta di piano.

Sono previste relazioni intermedie sull'attuazione dei piani nazionali, funzionali alla presentazione di aggiornamenti ai piani stessi. La prima relazione intermedia biennale è prevista per il 15 marzo 2023 e successivamente ogni due anni (articolo 17). Entro il 30 giugno 2023 e quindi entro il 1° gennaio

2033 e successivamente ogni 10 anni, ciascuno Stato membro presenta alla Commissione una proposta di aggiornamento dell'ultimo piano nazionale notificato, oppure fornisce alla Commissione le ragioni che giustificano perché il piano non necessita aggiornamento. Entro il 30 giugno 2024 e quindi entro il 1° gennaio 2034 e successivamente ogni 10 anni ciascuno Stato membro presenta alla Commissione l'aggiornamento dell'ultimo piano notificato, salvo se abbia motivato alla Commissione che il piano non necessita aggiornamento (articolo 14).

In data 11 dicembre 2019, la Commissione europea ha pubblicato la comunicazione "Il Green Deal Europeo" (COM(2019) 640 final). Il Documento riformula su nuove basi l'impegno della Commissione ad affrontare i problemi legati al clima e all'ambiente ed in tal senso è destinato ad incidere sui target della Strategia europea per l'energia ed il clima, già fissati a livello legislativo nel Clean Energy Package.

Le ambizioni del Green Deal europeo - tra le quali rientrano anche proposte per un'economia blu e per la riduzione di pesticidi chimici e di fertilizzanti antibiotici - comportano un ingente fabbisogno di investimenti. Secondo le stime della Commissione per conseguire gli obiettivi 2030 in materia di clima ed energia serviranno investimenti supplementari dell'ordine di 260 miliardi di euro l'anno, equivalenti a circa l'1,5 % del PIL 2018 a regime.

Secondo la Strategia Energetica Nazionale la fonte rinnovabile solare sarà uno dei pilastri su cui si reggerà la transizione energetica del nostro Paese, prevedendo il raggiungimento al 2030 di 70 TWh di energia elettrica da impianti fotovoltaici (+180% rispetto al 2017), ovvero il 39% dell'intera produzione lorda di energia elettrica da fonti rinnovabili (pari a 184 TWh). Questo ambizioso obiettivo, che sarà probabilmente rivisto al rialzo per effetto del nuovo target europeo del 32%, dovrebbe tradursi nella realizzazione di circa 35-40 GW di nuovi impianti e richiederà una crescita delle installazioni fotovoltaiche pari a oltre 3 GW/anno, un cambio di marcia totale rispetto ai ritmi ai quali si è assistito negli ultimi anni. In quest'ottica sarà fondamentale adottare quanto prima nuovi strumenti di policy che da un lato sostengano lo sviluppo di nuovi impianti e dall'altro mantengano in esercizio l'attuale parco impianti garantendone il mantenimento di elevati standard di performance, rivedendo l'attuale quadro normativo e regolatorio, che dovrà svilupparsi in modo tale da permettere il massimo sfruttamento del potenziale oggi disponibile.

Il 21 gennaio 2020, il Ministero dello sviluppo economico (MISE) ha dato notizia dell'invio alla Commissione europea del testo definitivo del Piano nazionale integrato per l'energia e il clima per gli anni 2021-2030. Il Piano è stato predisposto dal MISE, con il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare e il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Nelle tabelle seguenti – tratte dal testo definitivo del PNIEC inviato alla Commissione - sono illustrati i principali obiettivi del PNIEC al 2030, su rinnovabili, efficienza energetica ed emissioni di gas serra

e le principali misure previste per il raggiungimento degli obiettivi del Piano. Gli obiettivi risultano più ambiziosi di quelli delineati nella SEN 2017.

	Obiettivi 2020		Obiettivi 2030	
	UE	ITALIA	UE	ITALIA (PNIEC)
Energie rinnovabili (FER)				
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia	20%	17%	32%	30%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti	10%	10%	14%	22%
Quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi per riscaldamento e raffrescamento			+1,3% annuo (indicativo)	+1,3% annuo (indicativo)
Efficienza energetica				
Riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007	-20%	-24%	-32,5% (indicativo)	-43% (indicativo)
Risparmi consumi finali tramite regimi obbligatori efficienza energetica	-1,5% annuo (senza trasp.)	-1,5% annuo (senza trasp.)	-0,8% annuo (con trasporti)	-0,8% annuo (con trasporti)
Emissioni gas serra				
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti gli impianti vincolati dalla normativa ETS	-21%		-43%	
Riduzione dei GHG vs 2005 per tutti i settori non ETS	-10%	-13%	-30%	-33%
Riduzione complessiva dei gas a effetto serra rispetto ai livelli del 1990	-20%		-40%	
Interconnettività elettrica				
Livello di interconnettività elettrica	10%	8%	15%	10% ¹
Capacità di interconnessione elettrica (MW)		9.285		14.375

I principali obiettivi del PNIEC italiano sono:

- una percentuale di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia pari al 30%, in linea con gli obiettivi previsti per il nostro Paese dalla UE;
- una quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti del 22% a fronte del 14% previsto dalla UE;
- una riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007 del 43% a fronte di un obiettivo UE del 32,5%;
- la riduzione dei "gas serra", rispetto al 2005, per tutti i settori non ETS del 33%, obiettivo superiore del 3% rispetto a quello previsto dall'UE.

A livello legislativo interno, è stato poi avviato il recepimento delle Direttive del cd. *Clean Energy package*.

Inoltre, il piano per la ripresa economica NextGenerationEU finalizzato a rendere l'Europa più verde, più digitale e più resiliente, insieme al PNRR - Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – mirano ad una rivoluzione verde e transizione ecologica (Missione 2).



Missione 2: Rivoluzione verde e transizione ecologica

È volta a realizzare la transizione verde ed ecologica della società e dell'economia per rendere il sistema sostenibile e garantire la sua competitività. Comprende interventi per l'agricoltura sostenibile e per migliorare la capacità di gestione dei rifiuti; programmi di investimento e ricerca per le fonti di energia rinnovabili; investimenti per lo sviluppo delle principali filiere industriali della transizione ecologica e la mobilità sostenibile. Prevede inoltre azioni per l'efficientamento del patrimonio immobiliare pubblico e privato; e iniziative per il contrasto al dissesto idrogeologico, per salvaguardare e promuovere la biodiversità del territorio, e per garantire la sicurezza dell'approvvigionamento e la gestione sostenibile ed efficiente delle risorse idriche.

M2C2: ENERGIA RINNOVABILE, IDROGENO, RETE E MOBILITÀ SOSTENIBILE

OBIETTIVI GENERALI:



M2C2 - ENERGIA RINNOVABILE, IDROGENO, RETE E MOBILITÀ SOSTENIBILE

- Incremento della quota di energia prodotta da fonti di energia rinnovabile (FER) nel sistema, in linea con gli obiettivi europei e nazionali di decarbonizzazione
- Potenziamento e digitalizzazione delle infrastrutture di rete per accogliere l'aumento di produzione da FER e aumentarne la resilienza a fenomeni climatici estremi
- Promozione della produzione, distribuzione e degli usi finali dell'idrogeno, in linea con le strategie comunitarie e nazionali
- Sviluppo di un trasporto locale più sostenibile, non solo ai fini della decarbonizzazione ma anche come leva di miglioramento complessivo della qualità della vita (riduzione inquinamento dell'aria e acustico, diminuzione congestioni e integrazione di nuovi servizi)
- Sviluppo di una leadership internazionale industriale e di ricerca e sviluppo nelle principali filiere della transizione

La misura di investimento nello specifico prevede:

1. l'implementazione di sistemi ibridi agricoltura-produzione di energia che non compromettano l'utilizzo dei terreni dedicati all'agricoltura, ma contribuiscano alla sostenibilità ambientale ed economica delle aziende coinvolte;

2. il monitoraggio delle realizzazioni e della loro efficacia, con la raccolta dei dati sia sugli impianti fotovoltaici sia su produzione e attività agricola sottostante, al fine di valutare il microclima, il risparmio idrico, il recupero della fertilità del suolo, la resilienza ai cambiamenti climatici e la produttività agricola per i diversi tipi di colture.

QUADRO DELLE MISURE E RISORSE (MILIARDI DI EURO):

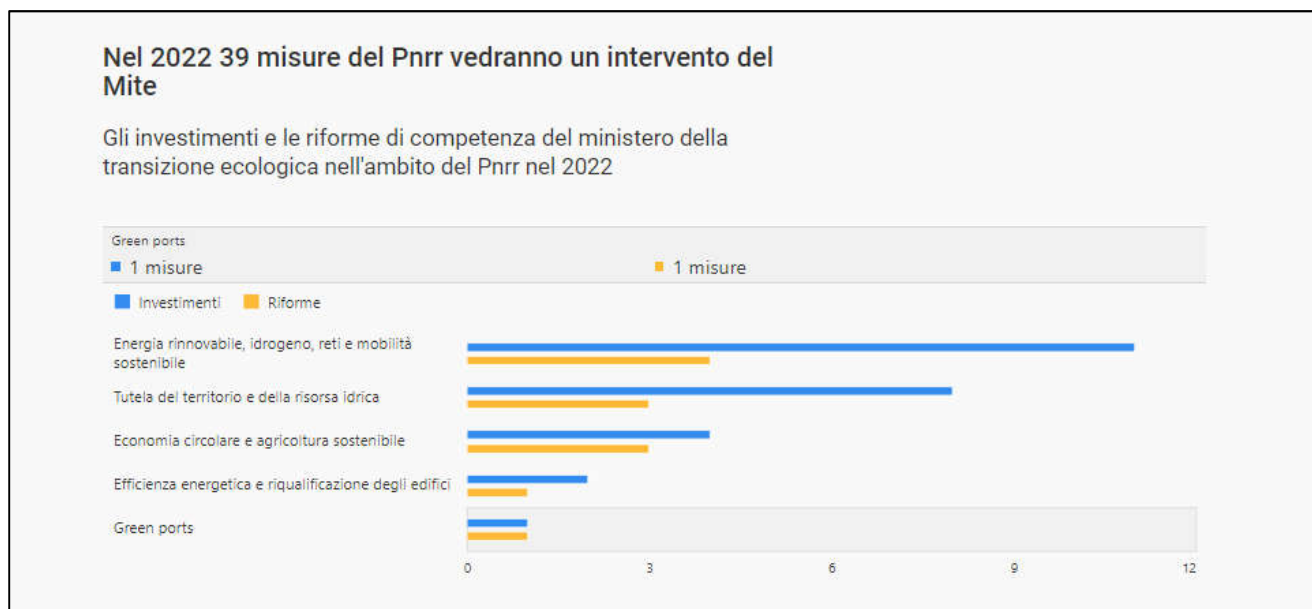
M2C2 - ENERGIA RINNOVABILE, IDROGENO, RETE E MOBILITA' SOSTENIBILE

23,78 Mld
Totale

Ambiti di intervento/Misure	Totale
1. Incrementare la quota di energia prodotta da fonti di energia rinnovabile	5,90
Investimento 1.1: Sviluppo agro-voltaico	1,10
Investimento 1.2: Promozione rinnovabili per le comunità energetiche e l'auto-consumo	2,20
Investimento 1.3: Promozione impianti innovativi (incluso off-shore)	0,68
Investimento 1.4: Sviluppo biometano	1,92
Riforma 1.1: Semplificazione delle procedure di autorizzazione per gli impianti rinnovabili onshore e offshore, nuovo quadro giuridico per sostenere la produzione da fonti rinnovabili e proroga dei tempi e dell'ammissibilità degli attuali regimi di sostegno	-
Riforma 1.2: Nuova normativa per la promozione della produzione e del consumo di gas rinnovabile	-
2. Potenziare e digitalizzare le infrastrutture di rete	4,11
Investimento 2.1: Rafforzamento smart grid	3,61
Investimento 2.2: Interventi su resilienza climatica delle reti	0,50
3. Promuovere la produzione, la distribuzione e gli usi finali dell'idrogeno	3,19
Investimento 3.1: Produzione in aree industriali dismesse	0,50
Investimento 3.2: Utilizzo dell'idrogeno in settori hard-to-abate	2,00
Investimento 3.3: Sperimentazione dell'idrogeno per il trasporto stradale	0,23
Investimento 3.4: Sperimentazione dell'idrogeno per il trasporto ferroviario	0,30
Investimento 3.5: Ricerca e sviluppo sull'idrogeno	0,16
Riforma 3.1: Semplificazione amministrativa e riduzione degli ostacoli normativi alla diffusione dell'idrogeno	-
Riforma 3.2: Misure volte a promuovere la competitività dell'idrogeno	-
4. Sviluppare un trasporto locale più sostenibile	8,58
Investimento 4.1: Rafforzamento mobilità ciclistica	0,60
Investimento 4.2: Sviluppo trasporto rapido di massa	3,60
Investimento 4.3: Sviluppo infrastrutture di ricarica elettrica	0,74
Investimento 4.4: Rinnovo flotte bus e treni verdi	3,64
Riforma 4.1: Procedure più rapide per la valutazione dei progetti nel settore dei sistemi di trasporto pubblico locale con impianti fissi e nel settore del trasporto rapido di massa	-
5. Sviluppare una leadership internazionale industriale e di ricerca e sviluppo nelle principali filiere della transizione	2,00
Investimento 5.1: Rinnovabili e batterie	1,00
Investimento 5.2: Idrogeno	0,45
Investimento 5.3: Bus elettrici	0,30
Investimento 5.4: Supporto a start-up e venture capital attivi nella transizione ecologica	0,25

Il progetto in fase di autorizzazione è in linea con il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza che considera prioritario il tema della transizione ecologica, attenzione al tema che deriva dall'Unione Europea. All'interno della Missione 2 del PNRR la Componente "Energia rinnovabile, idrogeno, rete e transizione energetica e mobilità sostenibile", vede uno stanziamento di oltre 23 mld di euro

finalizzati a contribuire al raggiungimento degli obiettivi strategici di decarbonizzazione attraverso l'aumento della quota di produzione di energia da fonti rinnovabili, il potenziamento delle infrastrutture di rete e la promozione della produzione e dell'utilizzo dell'idrogeno.



Misure del PNRR nel 2022

2.1. L'energia solare in Puglia

Analizzando i rapporti statistici del GSE per il fotovoltaico si evince che nel terzo trimestre 2023 la crescita del comparto fotovoltaico in Italia è proseguita su ritmi sostenuti; al 30 settembre gli impianti in esercizio superano quota 1,5 milioni (+23% rispetto alla fine del 2022), per una potenza complessiva di circa 28,6 GW (+14%).

Tra gennaio e settembre 2023 sono entrati in esercizio oltre 283.000 impianti, un dato 2,2 volte superiore a quello osservato per l'analogo periodo del 2022; la potenza installata negli stessi 9 mesi (circa 3,5 GW) mostra una variazione appena inferiore (2,1 volte superiore al dato 2022).

Le dinamiche positive ora descritte si rilevano per tutte le classi dimensionali degli impianti, ad eccezione di quella oltre i 5 MW, e nella maggior parte delle regioni.

Il 46% della potenza installata complessiva nei primi nove mesi del 2023 si concentra nel settore residenziale; seguono i settori industriale (30%, comprendendo le imprese di produzione di energia), terziario (20%) e agricolo (4%). Al 30 settembre, il 31% della potenza degli impianti in esercizio risulta

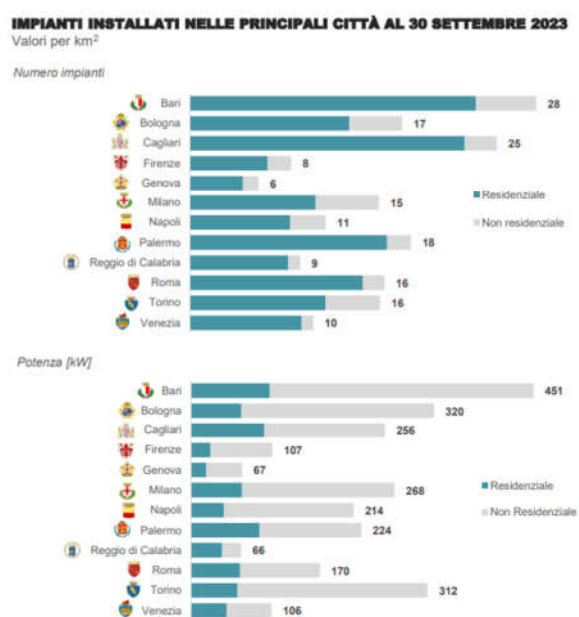
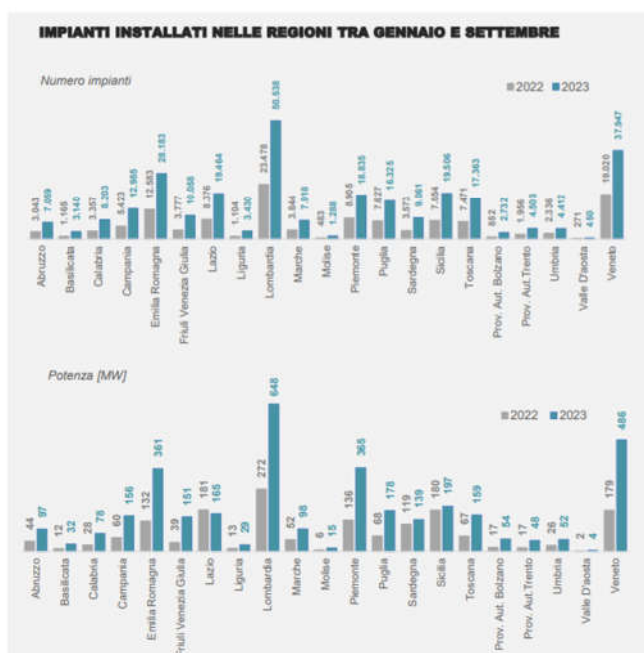
installata a terra, il restante 69% non a terra (su edifici, tetti, coperture, ecc.). La superficie complessivamente occupata dagli impianti a terra è stimabile in circa 16.300 ettari .

L'aumento della produzione rilevato nei primi nove mesi del 2023 rispetto all'analogo periodo dell'anno precedente (oltre 1.700 GWh) è associato principalmente alla classe dimensionale degli impianti di potenza compresa tra 3 kW e 20 kW . Le maggiori variazioni positive in termini di produzione si rilevano nelle regioni settentrionali e nelle Isole; in alcune regioni meridionali si osservano, invece, lievi flessioni .

In termini di producibilità degli impianti, le province con performance migliori rilevate nei primi nove mesi del 2023 risultano Ragusa, Agrigento e Sud Sardegna (circa 1.025 ore di funzionamento), per una media poco inferiore a 3,8 ore/giorno .

Nei primi nove mesi del 2023 gli autoconsumi ammontano complessivamente a 6.114 GWh, pari al 24% della produzione netta di tutti gli impianti fotovoltaici e al 47% della produzione netta dei soli impianti che autoconsumano; la variazione rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente è pari a +16,6%.

NUMEROSITÀ E POTENZA DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI - DISTRIBUZIONE REGIONALE E DIFFUSIONE NELLE PRINCIPALI CITTÀ



COLLOCAZIONE, SETTORE DI ATTIVITÀ E OCCUPAZIONE DI SUOLO DEGLI IMPIANTI A TERRA

COLLOCAZIONE DEGLI IMPIANTI

al 30 settembre 2023



A TERRA

8.444 MW (a fine 2022)
334 MW (gennaio-settembre 2023)
8.779 MW (a fine settembre 2023)



NON A TERRA

16.619 MW (a fine 2022)
3.177 MW (gennaio-settembre 2023)
19.796 MW (a fine settembre 2023)

SETTORE DI ATTIVITÀ

al 30 settembre 2023



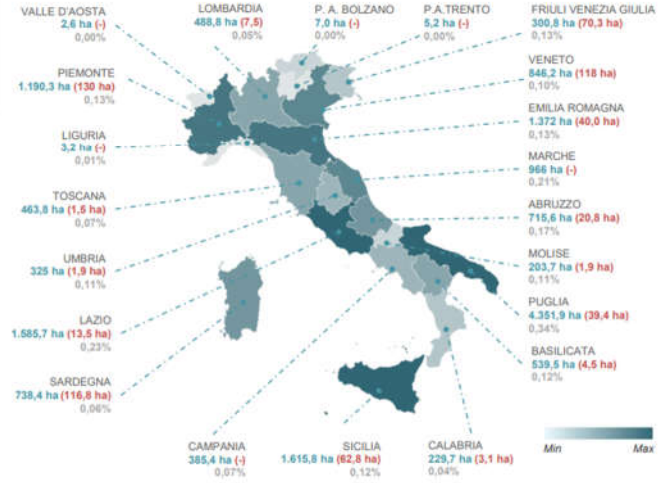
SUPERFICIE LORDA OCCUPATA DAGLI IMPIANTI A TERRA PER REGIONE

al 30 settembre 2023

■ SUPERFICIE OCCUPATA A SETTEMBRE 2023 - HA (ITALIA: 16.331)

■ SUPERFICIE OCCUPATA A GENNAIO-SETTEMBRE 2023 - HA (ITALIA: 631,7)

■ % SUP. OCCUPATA DAI PANNELLI SU SUPERFICIE AGRICOLA UTILIZZABILE (ITALIA: 0,13%)



2.2. Stima della produzione annua dell'impianto

La valutazione relativa alla produzione di energia elettrica dell'impianto fotovoltaico è effettuata sulla base dei dati climatici della zona, della configurazione di impianto descritta nella relazione specialistica e delle caratteristiche tecniche dei vari componenti.

La valutazione relativa alla produzione di energia elettrica dell'impianto fotovoltaico è effettuata sulla base dei dati climatici della zona, della configurazione di impianto descritta nella relazione specialistica e delle caratteristiche tecniche dei vari componenti.

Il calcolo succitato è stato fatto con software specialistico dal quale, a seguire, si riporta l'estratto dei risultati ottenuti.



Version 7.2.21

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Troia_Moffa

Variant: Producibilità Troia_Moffa

Tracking system

System power: 16.28 MWp

Troia - Italia

| Author



PVsyst V7.2.21
VC0, Simulation date:
02/02/24 16:42
with v7.2.21

Project: Troia_Moffa
Variant: Producibilità Troia_Moffa

Project summary

Geographical Site Troia Italia	Situation Latitude 41.36 °N Longitude 15.32 °E Altitude 399 m Time zone UTC+1	Project settings Albedo 0.20
Meteo data Troia Meteonorm 8.0 (1986-2005), Sat=100% - Sintetico		

System summary

Grid-Connected System	Tracking system	Near Shadings
PV Field Orientation Orientation Tracking plane, tilted axis Axis Tilt -8 ° Azimuth 0 °	Tracking algorithm Irradiance optimization	Linear shadings
System information PV Array Nb. of modules 27600 units Pnom total 16.28 MWp	Inverters Nb. of units 4 units Pnom total 16.80 MWac Pnom ratio 0.989	
User's needs Unlimited load (grid)		

Results summary

Produced Energy 24.29 GWh/year	Specific production 1492 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 77.40 %
--------------------------------	---------------------------------------	------------------------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	4
Main results	5
Loss diagram	6
Special graphs	7



Project: Troia_Moffa
Variant: Producibilità Troia_Moffa

PVsyst V7.2.21
VCO, Simulation date:
02/02/24 16:42
with v7.2.21

General parameters

Grid-Connected System		Tracking system			
PV Field Orientation		Tracking algorithm		Trackers configuration	
Orientation		Irradiance optimization		Nb. of trackers 606 units	
Tracking plane, tilted axis				Identical arrays	
Axis Tilt	-8 °			Sizes	
Azimuth	0 °			Tracker Spacing 10.00 m	
				Collector width 4.71 m	
				Ground Cov. Ratio (GCR) 47.1 %	
				Phi min / max. +/- 50.0 °	
				Shading limit angles	
				Phi limits +/- 61.8 °	
Models used		Near Shadings		User's needs	
Transposition	Perez	Linear shadings		Unlimited load (grid)	
Diffuse	Perez, Meteonom				
Circumsolar	separate				
Horizon					
Free Horizon					

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Jinkosolar	Manufacturer	SMA
Model	JKM-590N-78HL4-BDV	Model	Sunny Central 4200 UP
(Original PVsyst database)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	590 Wp	Unit Nom. Power	4200 kWac
Number of PV modules	27600 units	Number of inverters	4 units
Nominal (STC)	16.28 MWp	Total power	16800 kWac
Modules	1200 Strings x 23 In series	Operating voltage	921-1325 V
At operating cond. (50°C)		Pnom ratio (DC:AC)	0.97
Pmpp	15.09 MWp		
U mpp	963 V		
I mpp	15672 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	16284 kWp	Total power	16800 kWac
Total	27600 modules	Number of inverters	4 units
Module area	77151 m²	Pnom ratio	0.97

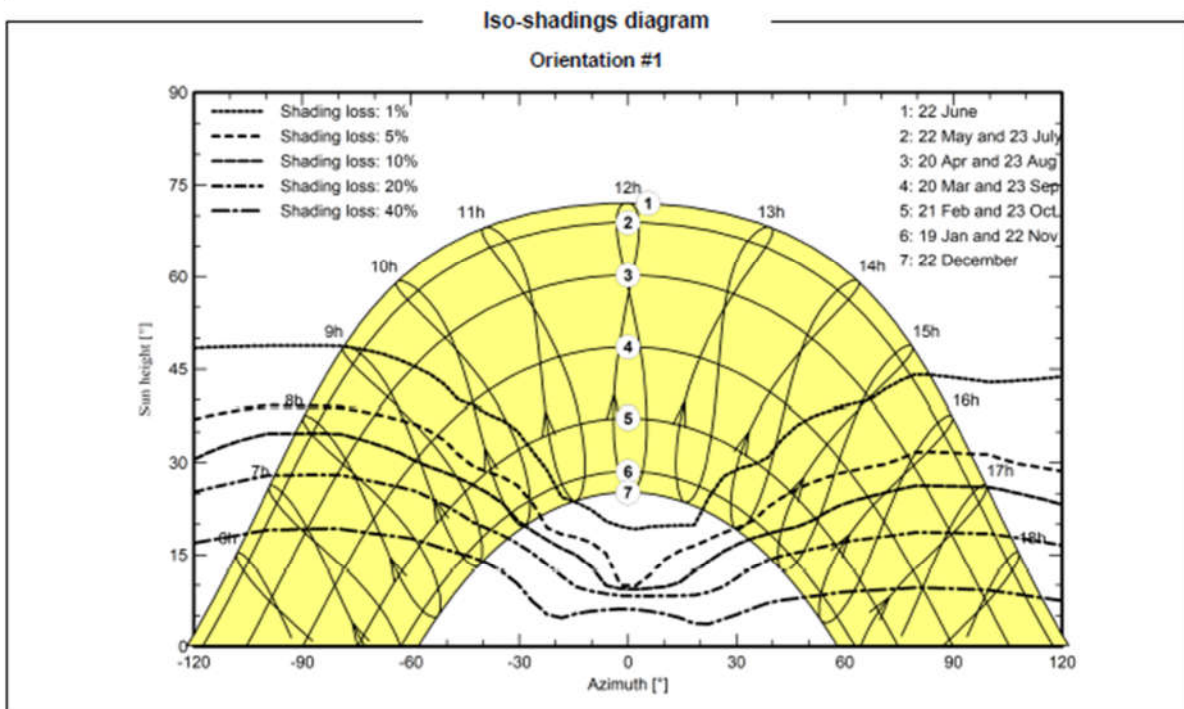
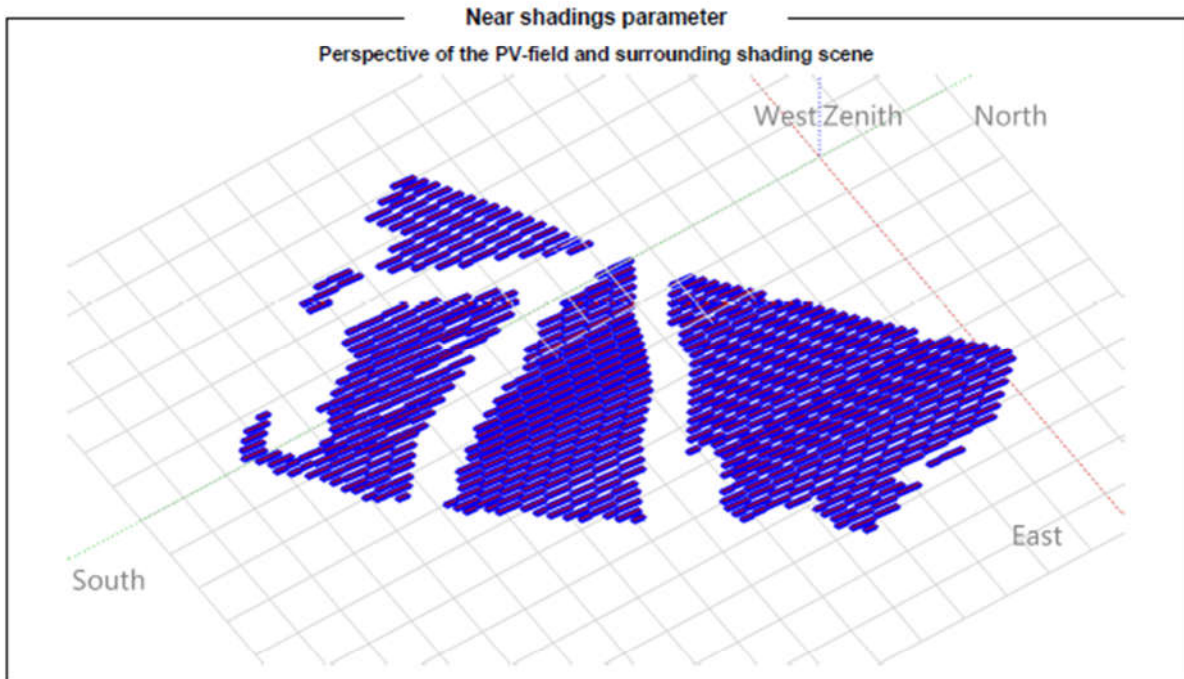
Array losses

Thermal Loss factor		DC wiring losses		LID - Light Induced Degradation				
Module temperature according to irradiance		Global array res. 1.0 mΩ		Loss Fraction 2.0 %				
Uc (const)	20.0 W/m²K	Loss Fraction 1.5 % at STC						
Uv (wind)	0.0 W/m²K/m/s							
Module Quality Loss		Module mismatch losses		Strings Mismatch loss				
Loss Fraction -0.8 %		Loss Fraction 2.0 % at MPP		Loss Fraction 0.1 %				
IAM loss factor								
Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000



PVsyst V7.2.21
VC0, Simulation date:
02/02/24 16:42
with v7.2.21

Project: Troia_Moffa
Variant: Producibilità Troia_Moffa





Project: Troia_Moffa
Variant: Producibilità Troia_Moffa

PVsyst V7.2.21
VCO, Simulation date:
02/02/24 16:42
with v7.2.21

Main results

System Production

Produced Energy

24.29 GWh/year

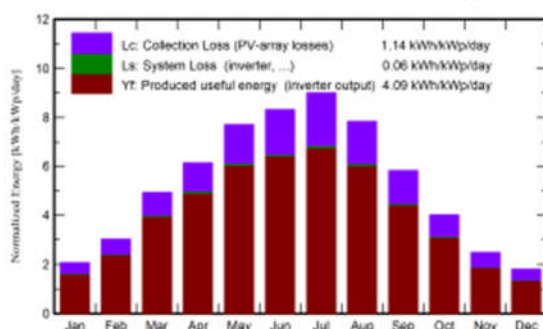
Specific production

1492 kWh/kWp/year

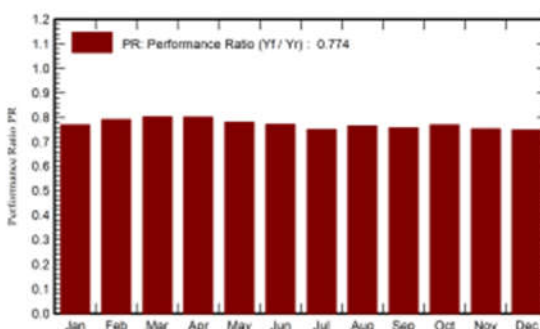
Performance Ratio PR

77.40 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray GWh	E_Grid GWh	PR ratio
January	51.3	23.10	7.68	64.4	53.0	0.822	0.809	0.772
February	66.5	32.63	8.19	84.6	71.5	1.108	1.092	0.793
March	120.5	52.38	11.15	152.7	133.4	2.027	1.999	0.804
April	145.4	71.23	14.08	183.9	163.3	2.436	2.402	0.802
May	183.0	81.29	19.42	239.6	213.4	3.094	3.052	0.782
June	190.7	77.08	24.19	249.9	225.6	3.191	3.148	0.773
July	206.1	73.37	27.00	279.4	249.5	3.475	3.427	0.753
August	185.2	67.45	26.71	243.5	218.5	3.081	3.040	0.766
September	130.2	56.56	21.38	174.7	150.5	2.191	2.161	0.760
October	96.0	43.83	17.49	124.2	105.6	1.583	1.561	0.772
November	56.8	29.14	12.47	74.5	60.9	0.930	0.916	0.756
December	43.8	22.00	8.85	55.8	44.9	0.694	0.682	0.751
Year	1475.7	630.07	16.60	1927.1	1690.0	24.632	24.290	0.774

Legends

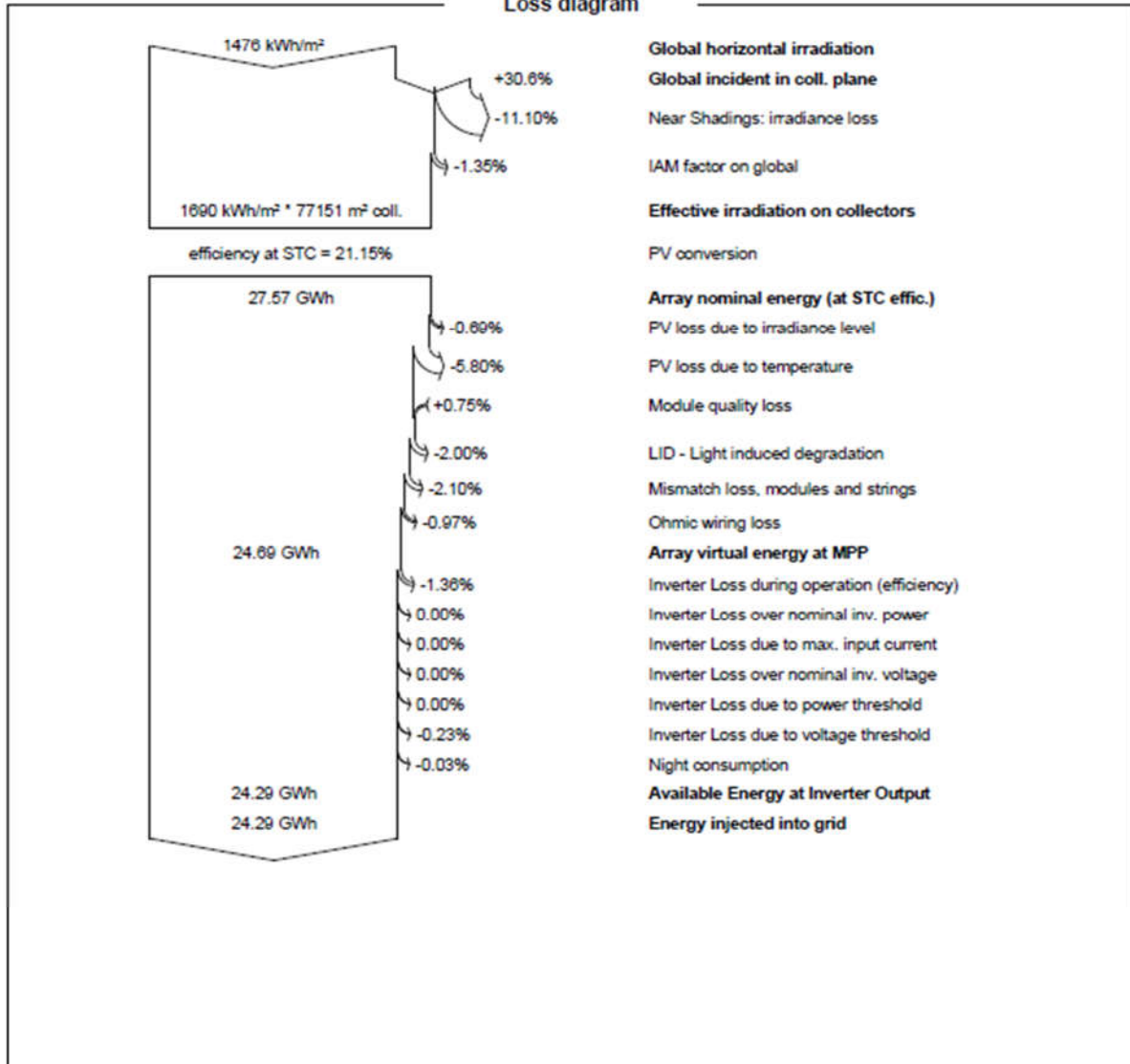
GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		



PVsyst V7.2.21
VC0. Simulation date:
02/02/24 16:42
with v7.2.21

Project: Troia_Moffa
Variant: Producibilità Troia_Moffa

Loss diagram

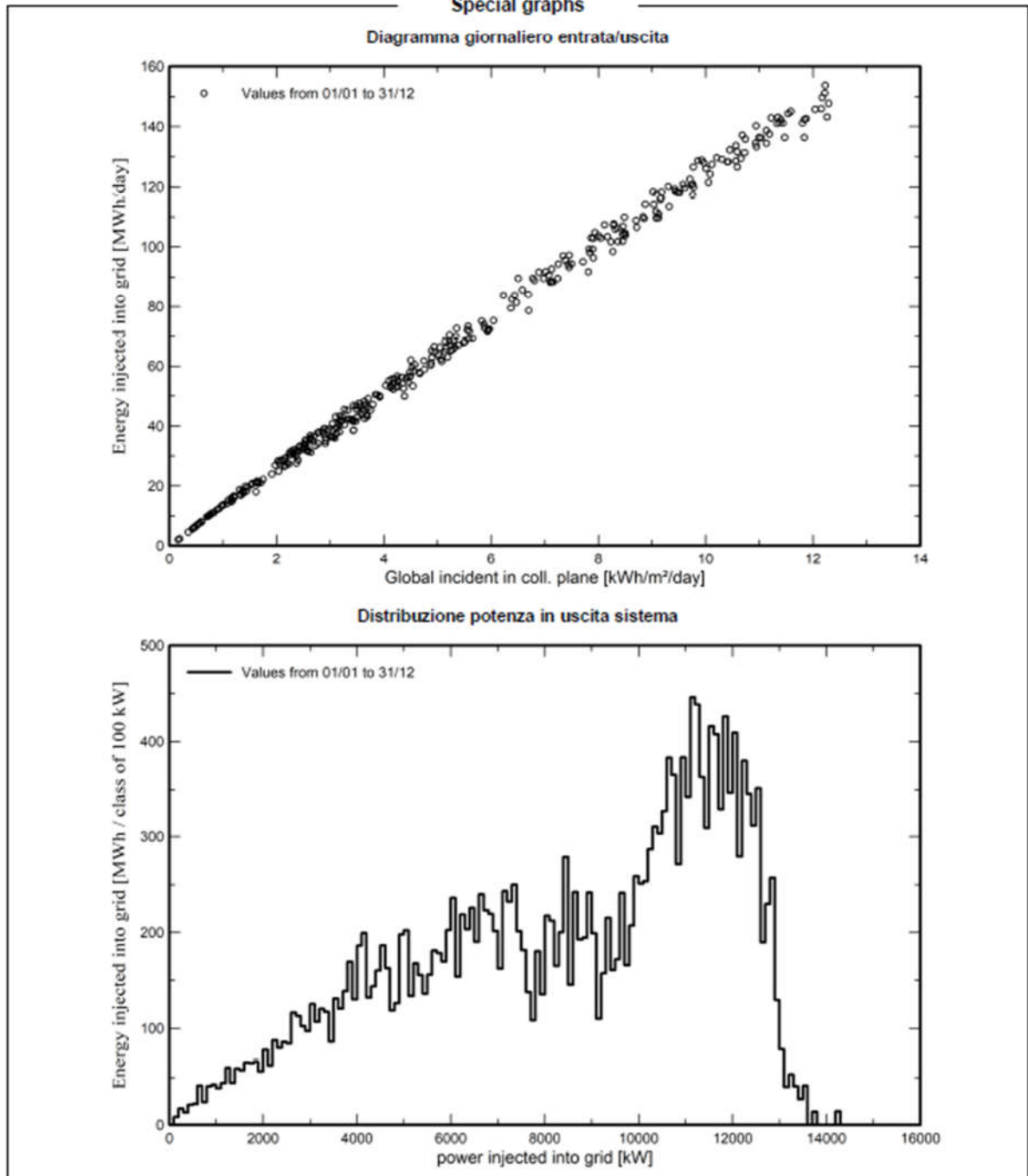




PVsyst V7.2.21
VCO, Simulation date:
02/02/24 16:42
with v7.2.21

Project: Troia_Moffa
Variant: Producibilità Troia_Moffa

Special graphs



L'installazione dell'impianto agrovoltaico permette di ridurre le emissioni di anidride carbonica per la produzione di elettricità; considerando un valore caratteristico della produzione termoelettrica italiana (fonte ISPRA) pari a circa 466 grammi di CO₂ emessa per ogni kWh prodotto (tecnologia anno 2016), si può stimare il quantitativo di emissioni evitate:

24,29 GWh/anno



Emissioni di CO₂ evitate in un anno: 11.319,14 tonn

2.3. Carbon footprint e costo energetico del fotovoltaico

È noto che la generazione di energia fotovoltaica è completamente esente da emissioni e che un impianto fotovoltaico ha una vita attesa anche di 30 anni.



Oltre a queste informazioni è importante conoscere anche le emissioni di CO₂ e il consumo di energia nel ciclo di vita completo, dalla produzione al riciclo, in particolare per i pannelli fotovoltaici.

La fabbricazione implica l'utilizzo di risorse energetiche ed un impatto ambientale, così come il trasporto ed il montaggio di un impianto. Va sottolineato che, grazie all'avanzamento tecnologico e

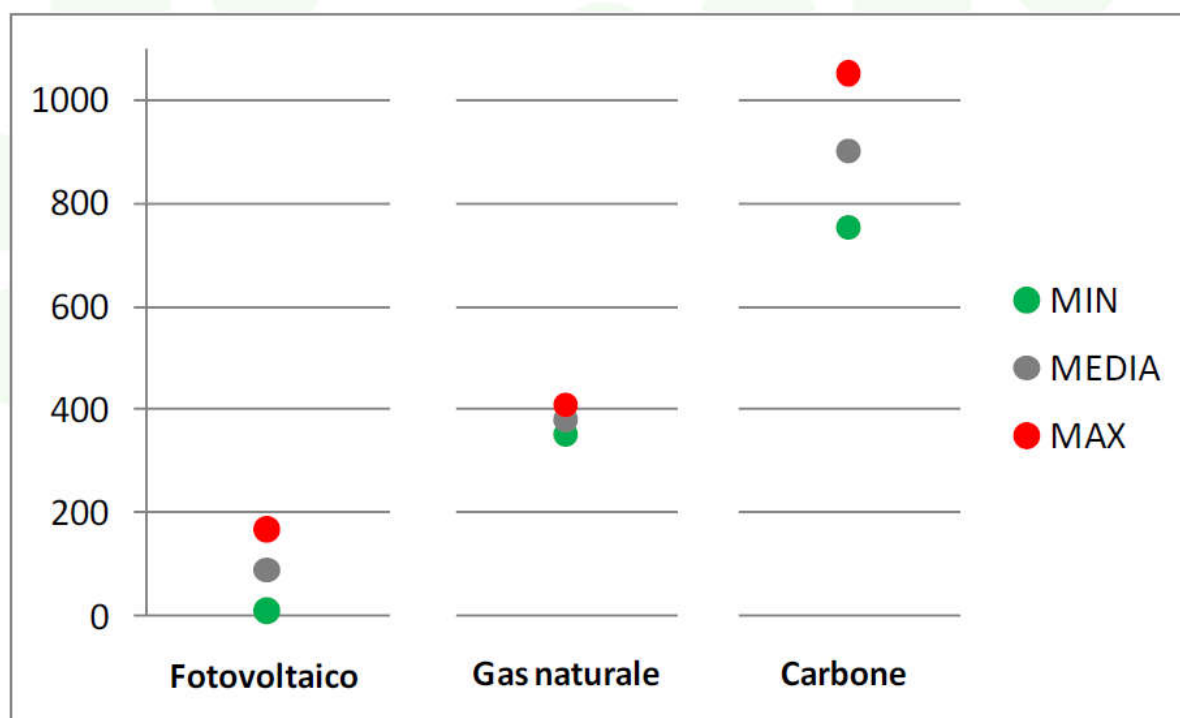
con nuovi stabilimenti produttivi di capacità crescente, l'impatto ambientale si è via via ridotto nel tempo.

Grazie ai continui sforzi in ricerca e sviluppo dell'industria solare, il costo energetico per la produzione dei pannelli fotovoltaici si è ridotto di circa il 15% ad ogni raddoppio di capacità di produzione.

Oggi si stima che un impianto fotovoltaico ripaghi l'energia utilizzata per produrlo in circa 1 anno, ciò significa che **viene prodotta 30 volte l'energia necessaria per produrlo**.

Parlando di fonti energetiche rinnovabili e, quindi anche di fotovoltaico, è ormai diffusa e accettata l'idea che l'energia prodotta da queste fonti sia caratterizzata da un impatto nullo in termini di emissioni di CO₂: tale indicazione, tuttavia, si basa sul fatto che solitamente si fa riferimento ad una sola fase del ciclo di vita degli impianti (la fase di loro esercizio), in cui effettivamente la generazione elettrica avviene senza contestuali emissioni di gas ad effetto serra. Invece la costruzione ed il fine vita di queste installazioni, normalmente non prese in considerazione, comportano allo stesso modo di qualsiasi altra tipologia di impianti, una certa pressione sull'ambiente ("impronta ambientale"): tale pressione ambientale è associata all'utilizzo di materie prime e risorse (energetiche e naturali), ma anche al rilascio di emissioni in aria e in altre matrici ambientali. Ragionando dunque in termini di ciclo di vita dell'impianto, anche un'installazione fotovoltaica del tipo di quella oggetto di analisi, è caratterizzata da una specifica impronta di carbonio (espressa in termini di emissioni di CO₂ ed altri gas serra) che, per quanto estremamente inferiore a quello di tecnologie che sfruttano le fonti fossili, non può essere considerata nulla.

Dati di letteratura tecnica indicano che le emissioni di gas ad effetto serra per impianti fotovoltaici, espresse in termini di unità di massa di CO₂ equivalente, sono variabili a seconda della taglia dell'impianto, della tipologia di installazione (su falda o a terra) e della tecnologia utilizzata (pannelli in silicio cristallino, silicio amorfo, CdTe, ecc.). Il range individuato dalla revisione della letteratura indica una variabilità delle emissioni, valutate lungo l'intero ciclo di vita con un approccio metodologico di Life Cycle Assessment (LCA), di un ordine di grandezza, con valori minimi di circa 10 gCO₂eq/kWh e valori massimi di 167 gCO₂eq/kWh. Risultati armonizzati in funzione dei valori caratteristici di alcuni parametri fondamentali per la produzione da impianti fotovoltaici (irradiazione solare, efficienza dei moduli, performance ratio), e quindi in un certo senso depurati dalle differenze e dalle inconsistenze metodologiche dei diversi studi LCA, indicano invece un valore della mediana pari a circa 30 gCO₂eq/kWh. Dati inclusi in database LCA ampiamente riconosciuti a livello internazionale (Ecoinvent) indicano valori compresi tra 71 e 83 gCO₂eq/kWh.



Valori minimi, medi e massimi per i diversi impianti di produzione dell'energia elettrica [gCO₂eq/kWh]

Come è possibile notare dalla sintesi grafica precedente, la produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici è caratterizzata da un **impatto di ciclo di vita significativamente inferiore sia alle tecnologie convenzionali "pulite" (gas naturale) che a quelle più "sporche" (carbone)**.

Nelle valutazioni successive si assume come riferimento per il fotovoltaico il valore massimo assoluto riscontrato dalla letteratura (167 gCO₂eq/kWh), una scelta sicuramente peggiorativa per l'impianto fv ma cautelativa.

Il primo aspetto importante da sottolineare è che – con riferimento ai dati di letteratura – la superficie "coperta" da un impianto a terra del tipo di quello oggetto di analisi **è di norma solamente il 20-25% circa della superficie lorda in pianta occupata dall'impianto stesso**. Infatti, buona parte di tale superficie, essendo dedicata principalmente a spazi vuoti e corridoi fra le diverse file di moduli, nonché a viabilità di collegamento (non asfaltata), rimane praticamente scoperta. Anche le infrastrutture accessorie, quali le cabine di alloggiamento di inverter e trasformatori, cabine elettriche

di ricezione, canalette e tombini prefabbricati per i cavi ed eventuali altri locali di servizio (ad es. locale ufficio), coprono una superficie estremamente limitata (circa un 1-2% dell'intera superficie del sito).

Il secondo aspetto rilevante è che, essendo i moduli fotovoltaici infissi nel terreno con pali in acciaio, su strutture ad inseguimento “tracker”), con una altezza libera rispetto al piano campagna che varia fra circa 0,6 e 2,3 metri, anche **il terreno al di sotto dei moduli rimane normalmente nelle sue condizioni “di uso” precedenti all’installazione dell’impianto.**

Ne consegue che la grandissima parte (98%) della superficie asservita all’impianto, non è interessata da alcun intervento che comporti impermeabilizzazione e/o modifica irreversibile del suolo e del suo del profilo.

Il terzo aspetto che occorre mettere in evidenza è lo **stoccaggio di carbonio nel suolo**. Di norma il suolo funge da serbatoio per lo stoccaggio del carbonio (“carbon sink”) dal momento che il terreno, attraverso le piante ed i vegetali, assorbe anidride carbonica e la stocca al suo interno in forma organica. Tale meccanismo è comunque abbastanza complesso e influenzato da una serie di fattori e, a seconda di come questi variano, è possibile che il suolo da deposito di carbonio si trasformi in fonte di emissione di CO₂. Senza entrare nei dettagli di questi argomenti, e dunque tralasciando ogni tipo di considerazione legata al fatto che un non corretto utilizzo agricolo del suolo potrebbe far sì che dallo stesso si generino emissioni di gas serra (trasformandosi così da “carbon sink” a “carbon source”), ai fini della presente analisi è sufficiente sapere che un sistema suolo-coltivazione “sano” consente di assorbire CO₂ in maniera variabile a seconda del tipo di impianto praticato (si veda Tab. successiva per i valori generali).

Tipologia	Assorbimento ¹ (tCO ₂ /ha*anno)	NOTE
Impianti di arboricoltura tradizionale	5-14	
Impianti di arboricoltura a rapida rotazione (SRF)	18-25	
Querceto-carpineto planiziale	11	(per un popolamento maturo)
Pioppeto tradizionale	15-18	(su un turno di 10 anni)
Foreste di latifoglie in zone temperate (dati IPCC)	7	(considerando solo la biomassa epigea)
Prato stabile	max 5	

Valori di assorbimento di riferimento per tipologie di impianti realizzati

Ai fini della valutazione di una carbon footprint di sito (carbon footprint sito-specifica) e della stima dell'impatto associato alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico, nonché quello associato alla sottrazione di suolo ad essa connessa, sono state adottate le ipotesi più cautelative (peggiorative per l'impianto): sono state infatti prese in considerazione le ipotesi che massimizzerebbero le emissioni di CO₂ relativamente all'impianto fotovoltaico, una logica che ha permesso di verificare la bontà della soluzione impiantistica fotovoltaica al di là di ogni ragionevole dubbio di sottostima dei suoi impatti. Per quanto riguarda le emissioni valutate con approccio di ciclo di vita, adottando dunque il valore peggiore riscontrato dall'analisi della letteratura e delle banche dati di riferimento, pari a 167 gCO₂eq/kWh, risulta evidente come -anche nella peggiore dell'ipotesi- **tali emissioni siano decisamente inferiori a quelle di ogni qualunque altra tipologia di centrali di produzione elettrica**. Una centrale a gas naturale a ciclo combinato, ad esempio, è infatti caratterizzata da un valore di 350-400 gCO₂eq/kWh, mentre una centrale a carbone ha di norma valori di emissione dell'ordine di 750-1.050 gCO₂eq/kWh.

L'impatto di ciclo di vita ipotizzato in via cautelativa (peggiorativa) per il kWh prodotto dall'impianto fotovoltaico oggetto di analisi risulta essere anche sensibilmente inferiore a quello associato ad un kWh prelevato dalla rete elettrica nazionale (pari a circa 400 gCO₂eq/kWh come valore medio nazionale associato alla sola generazione elettrica, quantificato peraltro senza considerare l'intero ciclo di vita delle centrali del parco nazionale come invece considerato in questo studio, in una logica peggiorativa).

Nella tabella seguente si riassumono i valori di emissioni delle fonti sopra descritte:

Emissioni in ottica LCA [gCO₂eq/kWh]	Fotovoltaico	Gas naturale	Carbone
Valore minimo da letteratura	9,4	350	750
Valore massimo da letteratura	167	410	1.050
Valore assunto in questa analisi	167	-	-

Valori di emissione di riferimento per i diversi impianti

Per quanto riguarda invece la quantità di **carbonio stoccato nel suolo**, **nelle condizioni in cui si trova il terreno attualmente (seminativo incolto)** questo può essere considerato **praticamente trascurabile**.

Viceversa, in considerazione delle misure ambientali previste da progetto è stata considerata la condizione di “prato stabile” (assorbimento massimo pari a 5 tCO₂/ha*anno). Nonostante i dati di letteratura indichino **valori medi di suolo sottratto nel range 2-5%**, in via cautelativa è stato considerato nei nostri calcoli un valore di sottrazione effettiva di suolo pari al 10% della superficie totale asservita all’impianto (il valore della superficie non interessata da interventi collegata all’impianto fv sarebbe quindi dell’90%).

Considerata dunque la vita utile dell’impianto pari a 30 anni, la CO₂ stoccata nel terreno risulta essere pari a 3.674,875 tCO₂.

Considerando un ipotetico scenario di non installazione dell’impianto agrovoltaico, in cui l’intera superficie del lotto fosse invece oggetto di una ipotetica messa a dimora di vegetativi con ipotetici finanziamenti da identificare (trovandosi poi quindi in condizioni di prato stabile), l’assorbimento totale risulterebbe pari a 4.083,195 tCO₂.

La riduzione teorica della CO₂ stoccata rispetto a tale ipotetico scenario pari solamente al 10% circa.

I risultati dell’analisi presentati nel precedente paragrafo forniscono una chiara evidenza: ragionando in termini di **ciclo di vita**, l’impatto associato all’impianto fotovoltaico “Troia Moffa ” non può essere considerato nullo, né in termini di emissioni di gas ad effetto serra né in termini di effetto di riduzione delle potenzialità di stoccaggio di carbonio al suolo.

Allo stesso modo però, le evidenze emerse dallo studio dimostrano che:

-le emissioni di CO₂eq (167 gCO₂eq/kWh come ipotesi cautelativa) sono evidentemente **molto inferiori a quelle associate ad altre tipologie di centrali di generazione elettrica** (indicativamente 350-400 gCO₂eq/kWh di una centrale a gas naturale a ciclo combinato e 750-1.050 gCO₂eq/kWh di una centrale a carbone), nonché a quelle derivanti dalla sola generazione di un kWh prelevato dalla rete elettrica nazionale (circa 400 gCO₂eq/kWh);

-anche nel caso di ipotesi marcatamente cautelative, cioè di una porzione di suolo effettivamente sottratta ad usi alternativi pari al 10% (pur a fronte di valori massimi riscontrati in letteratura del 5%), la riduzione della CO₂ stoccata nel terreno rispetto ad uno scenario di teorica semina di prato stabile (permanente) sarebbe **limitato**, solo del 10%. In tale condizione, infatti, l’assorbimento totale

risulterebbe pari a 4.083,195 tCO₂, mentre con l'impianto realizzato il valore teorico di stoccaggio al suolo sarà pari a 3.674,875 tCO₂;

-considerato che il progetto agricolo interesserà il 90,55% dell'area acquisita, il delta di stoccaggio di carbonio nel suolo allo stato attuale è sostanzialmente **trascurabile**.

I dati sopra introdotti mostrano quindi **un risultato sicuramente ed ampiamente positivo in termini di minori emissioni di CO₂ e gas serra nel caso di realizzazione di un impianto agrovoltaiico** rispetto alla alternativa generazione della medesima energia da impianti convenzionali: il vantaggio ambientale di tale produzione pulita **andrebbe a superare ampiamente la perdita di stoccaggio di carbonio organico nel suolo anche nel caso di ipotetica ed alternativa coltivazione del medesimo suolo a prato stabile**.

In aggiunta è da considerare che il progetto agricolo prevede ulteriori interventi quali uliveti, etc che rivestono un ruolo importante a livello ambientale, sia a livello locale (favorendo la rinaturalizzazione del territorio) sia a livello globale (favorendo la mitigazione climatica grazie ad un significativo stoccaggio di CO₂).

2.4. Vantaggi ambientali

Gli impianti fotovoltaici riducono la domanda di energia da altre fonti tradizionali contribuendo alla riduzione dell'inquinamento atmosferico (emissioni di anidride carbonica generate altrimenti dalle centrali termoelettriche). L'emissione di anidride carbonica "evitata" ogni anno è facilmente calcolabile. È sufficiente moltiplicare il valore di energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico per il fattore del mix elettrico italiano (0,466 Kg CO₂/kWhel).

Es. 1000 kWhel/kWp x 0,466 Kg = 466 Kg CO₂

Moltiplicando poi l'anidride carbonica "evitata" ogni anno per l'intera vita dell'impianto fotovoltaico, ovvero per 30 anni, si ottiene il vantaggio sociale complessivo. Nel precedente esempio, l'impianto fotovoltaico "Troia Moffa" durante la sua vita "evita" la produzione di **340.564,878** tonnellate di CO₂.

Se la produzione di energia da fonte fotovoltaica presenta un impatto sull'ambiente molto basso e che è limitato agli aspetti di occupazione del territorio o di impatto visivo, la fase di produzione dei pannelli fotovoltaici comporta un certo consumo energetico e l'uso di prodotti chimici. Va considerato però che la maggior parte delle aziende produttrici di componenti fotovoltaici è certificata ISO14000, quindi impegnata a recuperare e riciclare tutti i propri effluenti e residui industriali sotto un attento

controllo. Nella fase di dismissione dell'impianto, i materiali di base quali l'alluminio, il silicio o il vetro, possono essere riciclati e riutilizzati sotto altre fonti.

Per quanto riguarda il consumo energetico necessario alla produzione di pannelli, quello che viene chiamato energy pay back time, ovvero il tempo richiesto dall'impianto per produrre altrettanta energia di quanta ne sia necessaria durante le fasi della loro produzione industriale, è sceso drasticamente negli ultimi anni ed è pari attualmente a circa 3 anni. Per i moduli in film sottile, l'energy pay back time scende addirittura a un anno. Questo significa che, considerando una vita utile dei pannelli fotovoltaici di circa 30 anni, per i rimanenti 29 anni l'impianto produrrà energia pulita.

2.5. Vantaggi socio-economici

I vantaggi dell'agrovoltaico sono evidenti: i moderni impianti offrono grosse possibilità tecnologiche ed industriali per l'Italia.

I vantaggi principali di questa tecnologia sono:

- il fotovoltaico è un business sicuro e senza rischi. Gli investimenti e le rese sono chiari e calcolabili a lungo termine;
- la facilità di installazione dei sistemi fotovoltaici e l'interdisciplinarietà delle competenze necessarie alla messa in opera di un impianto rendono questo campo di applicazione un mercato con interessanti prospettive di sviluppo. Il risultato è quello di ottenere il consolidamento del settore e la creazione di nuovi posti di lavoro, consociata ad una nuova gestione agricola dell'area d'impianto;
- la tecnologia solare è molto richiesta e beneficia di un vasto consenso sociale. Nessun'altra tecnologia dispone al momento di una tale popolarità;
- la tecnologia solare ha strutture con dimensioni ridotte che necessitano di fondazioni non molto profonde e pertanto tali impianti presentano elevata facilità di dismissione.

Tra i vantaggi legati allo sviluppo dell'agrovoltaico troviamo senza dubbio grandi ricadute positive in ambito occupazionale attraverso la definizione di una strategia trasversale per innovare il settore industriale, quello edilizio nonché il tessuto delle piccole e medie imprese italiane ed infine, ma non per ultimo quello agricolo. Guardando oltre i nostri confini è possibile trovare 240 mila occupati in Germania nelle fonti rinnovabili; la prospettiva italiana è che ci siano almeno 65 mila occupati nell'eolico (secondo le stime dell'Anev al 2020) e magari altrettanti nel solare termico, nel fotovoltaico, nelle biomasse.

In Italia dei circa 16 milioni di ettari agricoli, circa 4 milioni sono inutilizzati.

Ogni anno circa 125.000 ettari agricoli vengono abbandonati per una sempre più compromessa sostenibilità dell'attività agricola.

La realizzazione e messa in esercizio di un impianto agrovoltaiico, oltre a benefiche ricadute di ambito globale dovute al minore inquinamento per produrre energia elettrica, introduce una serie di ricadute in ambito "locale" positive per il tessuto socio-economico-territoriale; tra queste si possono sicuramente annoverare:

1. Aumento degli introiti nelle casse comunali in quanto i Comuni, che ospitano impianti all'interno dei loro terreni demaniali, ottengono una compensazione ambientale una tantum (piano di sviluppo locale) e flussi derivanti dall'imposta comunale sugli immobili che il più delle volte consente un aumento considerevole del bilancio del Comune stesso;
2. Incremento delle possibilità occupazionali dovuto agli interventi manutentivi e di gestione del verde che dovessero risultare necessari;
3. Maggiore indotto, durante le fasi lavorative, per le attività presenti sul territorio (fornitori di materiale, attività alberghiere, ristoratori...)
4. Possibilità di avvicinare la gente alle fonti rinnovabili di energia per permettere la nascita di una maggiore consapevolezza nei problemi energetici e un maggiore rispetto per la natura;
5. Possibilità di generare, con metodologie eco-compatibili, energia elettrica in zone che sono generalmente in forte deficit energetico rispetto alla rete elettrica nazionale;
6. Per la coltivazione e gestione delle aree dedicate al progetto agricolo e alle opere di mitigazione e compensazione ambientale si potranno innescare meccanismi virtuosi come il coinvolgimento di cooperative locali, continuità con aziende agricole esistenti e con l'attuale proprietario terriero.

Si possono poi distinguere: ricadute occupazionali dirette, ricadute occupazionali indirette, occupazioni permanenti e occupazioni temporanee.

- Ricadute occupazionali dirette:

Sono date dal numero di addetti direttamente impiegati nel settore oggetto di analisi (es: fasi di progettazione degli impianti, costruzione, installazione, O&M).

- Ricadute occupazionali indirette:

Sono date dal numero di addetti indirettamente correlati alla produzione di un bene o servizio e includono gli addetti nei settori “fornitori” della filiera sia a valle sia a monte.

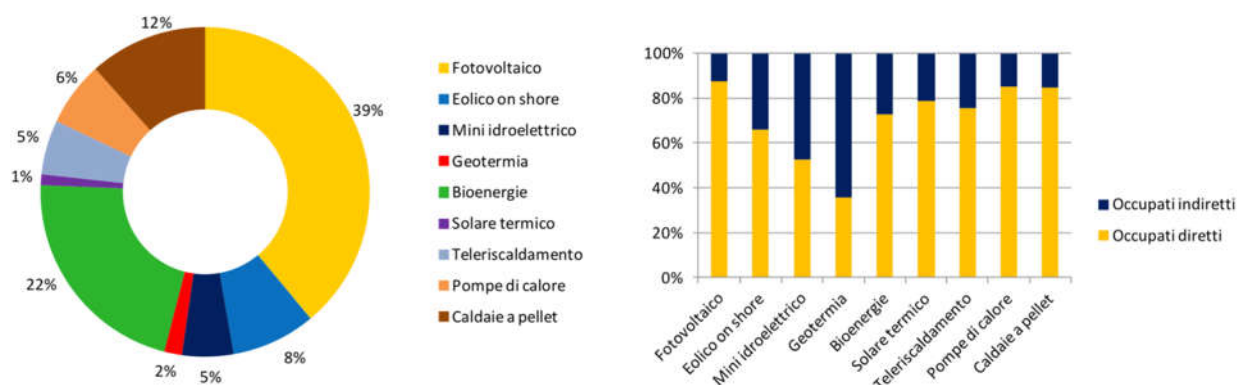
- Occupazione permanente

L'occupazione permanente si riferisce agli addetti impiegati per tutta la durata del ciclo di vita del bene (es: fase di esercizio e manutenzione degli impianti).

- Occupazione temporanea

L'occupazione temporanea indica gli occupati nelle attività di realizzazione di un certo bene, che rispetto all'intero ciclo di vita del bene hanno una durata limitata (es. fase di installazione degli impianti).

Come si può desumere dai grafici sotto riportati (fonte GSE e Greenpeace) il fotovoltaico è la tecnologia con il valore più alto in termini occupazionali sia a livello storico che statistico.



Nel caso specifico del progetto TROIA MOFFA, saranno valorizzate maestranze e imprese locali per appalti nelle zone interessate dal progetto, tanto nella fase di progettazione e sviluppo che nella costruzione oltre che nelle operazioni di gestione, manutenzione e infine dismissione.

FASE DI PROGETTAZIONE E SVILUPPO (Le risorse impegnate nella fase saranno circa 19):

- Mediazione immobiliare (1)
- Rilevazioni topografiche (4)
- Ingegneria e permitting (6)
- Consulenze specialistiche (acustica, archeologica, geologia agronomica, avi faunistica) (5)
- Consulenza legale (2)
- Notarizzazione (1)

FASE DI CANTIERIZZAZIONE ED ESECUZIONE (Le risorse impegnate - intese come picco di presenza in cantiere-saranno circa 150 per la parte impianto agro e circa 100 per la parte Impianto di Utenza, Rete e BESS):

Le lavorazioni previste sono:

- Rilevazioni topografiche
- Movimentazione di terra
- Montaggio di strutture metalliche in acciaio e lega leggera;
- Posa in opera di pannelli fotovoltaici
- Realizzazione di cavidotti e pozzetti;
- Connessioni elettriche e cablaggi
- Realizzazione di edifici in cls prefabbricato e muratura
- Messa in opera di cabinati
- Realizzazioni di strade bianche tipo Mac Adam
- Sistemazione delle aree a verde e delle fasce di mitigazione
- Sistemazione e preparazione delle aree adibite a progetto agricolo

Le professionalità richieste ed impiegate saranno pertanto:

- Operai edili (muratori, carpentieri, addetti a macchine movimento terra, addetti manutenzione strade)
- Topografi
- Elettricisti generici e specializzati
- Geometri/Ingegneri/Architetti
- Agronomi/Geologi/Tecnici competenti in acustica
- Personale di sorveglianza
- Operai agricoli
- Piccoli trasportatori locali

E' indubbio che saranno coinvolte indirettamente anche realtà al contorno come ad esempio B&B, alberghi, ristoranti, bar.

Le risorse impegnate nella fase di costruzione (intese come picco di presenza in cantiere) saranno circa 150 per la parte impianto agro e circa 100 per la parte Impianto di Utenza, Rete e BESS.

FASE DI ESERCIZIO E MANUTENZIONE (Le risorse impegnate nella fase saranno circa 5):

Durante il periodo di esercizio dell'impianto, saranno impiegate maestranze per la manutenzione, la gestione e supervisione dell'impianto, oltre che per la sorveglianza dello stesso. Alcune di queste

figure professionali saranno impiegate in modo continuativo, come ad esempio il personale di gestione/supervisione tecnica e di sorveglianza (O&M). Altre figure verranno impiegate occasionalmente al momento del bisogno, ovvero quando si presenta la necessità di manutenzioni ordinarie o straordinarie dell'impianto. La tipologia di figure professionali richieste in questa fase sono, oltre ai tecnici della supervisione dell'impianto e al personale di sorveglianza, elettricisti, operai edili, artigiani e operai agricoli/giardinieri per la manutenzione del terreno di pertinenza dell'impianto (taglio dell'erba, sistemazione delle aree a verde ecc.).

Nell'intervento è inoltre prevista la realizzazione di un importante progetto agricolo per il quale sono già in fase di definizione un accordo con realtà agricole locali e l'inserimento del progetto all'interno di una filiera.

Le risorse impegnate nella fase di controllo saranno circa 5 oltre alle realtà esterne che verranno necessariamente coinvolte

FASE DI DISMISSIONE (Le risorse impegnate nella fase saranno circa 250):

Per la dismissione saranno coinvolte le medesime figure tecniche e le manovalanze che erano state previste per la realizzazione.

2.6. Quadro normativo nazionale autorizzativo

- **Legge 29 luglio 2021, n. 108** – “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, recante governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure.”
- **Decreto legislativo 152/06, art. 27**, Procedimento Unico Ambientale e s.m.i.
- **Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50** Codice dei contratti pubblici - (G.U. n. 91 del 19 aprile 2016);
- **D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207** - Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE» - (G.U. n. 288 del 10 dicembre 2010);
- **Ministero dello sviluppo economico - D.M. 10-9-2010** - Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili. Pubblicato nella Gazz. Uff. 18 settembre 2010, n. 219.

- **Decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387** – “Attuazione della direttiva 2001/77/Ce relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche nel mercato dell’elettricità”.

2.7. Normativa regionale di riferimento

- **1 LEGGE REGIONALE 23 LUGLIO 2019, N. 34:** Norme in materia di promozione dell'utilizzo di idrogeno e disposizioni concernenti il rinnovo degli impianti esistenti di produzione di energia elettrica da fonte eolica e per conversione fotovoltaica della fonte solare e disposizioni urgenti in materia di edilizia.
- **13/08/2018** - Pubblicata sul BUR della Regione Puglia la **Legge regionale n. 44 del 13 agosto 2018:** "Assestamento e variazione al bilancio di previsione per l'esercizio finanziario 2018 e pluriennale 2018-2020", con la quale, grazie agli artt. 18 e 19, vengono effettuate ulteriori modifiche ed integrazioni alla Legge regionale n. 25 del 2012 per quanto riguarda gli iter autorizzativi degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili.
- **19/07/2018** - Pubblicata sul BUR della Regione Puglia la **Legge regionale n. 38 del 16 luglio 2018:** "Modifiche e integrazioni alla legge regionale 24 settembre 2012, n. 25 (Regolazione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili)". La legge effettua modifiche e integrazioni alla L.R. 25/2012, per quanto riguarda la conferenza di servizi e per i procedimenti autorizzativi degli impianti alimentati da fonti rinnovabili e cogenerativi. Come previsto dal Dlgs 222/2016 viene eliminata la procedura abilitativa semplificata (PAS) e sostituita dalla Segnalazione Certificata di Inizio Attività (SCIA), per gli impianti a fonti rinnovabili aventi potenza inferiore alle soglie oltre le quali è richiesta l'Autorizzazione Unica. Per gli impianti di taglia inferiore e con determinate caratteristiche, come previsto dalle Linee guida nazionali (Decreto 10/09/2010), continua ad applicarsi la semplice comunicazione al Comune. La legge, inoltre, disciplina nel dettaglio il procedimento Autorizzativo Unico anche per la costruzione e l'esercizio di impianti di cogenerazione di potenza termica inferiore ai 300 MW.
- **08/08/2017** - Pubblicata sul BUR della Regione Puglia la **Legge regionale n. 34 del 7 agosto 2017:** "Modifiche all'articolo 5 della legge regionale 24 settembre 2012, n. 25 (Regolazione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili)".
- **10/11/2016** - Pubblicata sul BUR della Regione Puglia la **Determinazione del Dirigente Sezione Infrastrutture Energetiche e Digitali 24 ottobre 2016, n. 49:** Autorizzazione Unica ai sensi del D.lgs. n. 387/2003 relativa alla costruzione ed all'esercizio di impianti per la produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili. Applicazione D.M. del

23.06.2016. Tale norma dispone che le Autorizzazioni Uniche debbano prevedere una durata pari a 20 anni a partire dalla data di entrata in esercizio commerciale dell'impianto, come previsto dal D.M. del 23.06.2016.

- **15/04/2014** - Pubblicata sul BUR della Regione Puglia la **Delibera della Giunta Regionale n. 581 del 02/04/2014**: "Analisi di scenario della produzione di energia da Fonti Energetiche Rinnovabili sul territorio regionale. Criticità di sistema e iniziative conseguenti".
- **30/11/2012** - Pubblicato sul BUR della Regione Puglia il **Regolamento Regionale 30 novembre 2012, n. 29**: "Modifiche urgenti, ai sensi dell'art. 44 comma 3 dello Statuto della Regione Puglia (L.R. 12 maggio 2004, n. 7), del Regolamento Regionale 30 dicembre 2010, n. 24 "Regolamento attuativo del Decreto del Ministero dello Sviluppo del 10 settembre 2010 Linee Guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, recante la individuazione di aree e siti non idonei alla installazione di specifiche tipologie di impianti alimentati da fonti rinnovabili nel territorio della Regione Puglia."
- **25/09/2012** - Pubblicata sul BUR della Regione Puglia la **Legge Regionale n. 25 del 24 settembre 2012**: "**Regolazione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili**". La presente legge dà attuazione alla Direttiva Europea del 23 aprile 2009, n. 2009/28/CE. Prevede che entro sei mesi dalla data di entrata in vigore della presente legge la Regione Puglia adegua e aggiorna il Piano energetico ambientale regionale (PEAR) e apporta al regolamento regionale 30 dicembre 2010, n. 24 (Regolamento attuativo del decreto del Ministero per lo Sviluppo Economico 10 settembre 2010 "Linee Guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili"), le modifiche e integrazioni eventualmente necessarie al fine di coniugare le previsioni di detto regolamento con i contenuti del PEAR. A decorrere dalla data di entrata in vigore della presente legge, vengono aumentati i limiti indicati nella tabella A allegata al d.lgs. 387/2003 per l'applicazione della PAS. La Regione approverà entro 31/12/2012 un piano straordinario per la promozione e lo sviluppo delle energie da fonti rinnovabili, anche ai fini dell'utilizzo delle risorse finanziarie dei fondi strutturali per il periodo di programmazione 2007/2013.
- **28/03/2012** - **Deliberazione della Giunta Regionale 28 marzo 2012 n. 602**: Individuazione delle modalità operate per l'aggiornamento del Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR) e avvio della procedura di Valutazione Ambientale Strategica (VAS).
- **30/12/2010** - **DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 30 dicembre 2010, n. 3029**: Approvazione della Disciplina del procedimento unico di autorizzazione alla realizzazione ed all'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica.

- **31/12/2010** - Pubblicato sul BUR della Regione Puglia il **Regolamento attuativo del Decreto del Ministero per lo Sviluppo Economico del 10 settembre 2010**, "Linee Guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili", recante la individuazione di aree e siti non idonei alla installazione di specifiche tipologie di impianti alimentati da fonti rinnovabili nel territorio della Regione Puglia".
- **DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE della Puglia 26 ottobre 2010, n. 2259**: Procedimento di autorizzazione unica alla realizzazione ed all'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Oneri istruttori. Integrazioni alla DGR n. 35/2007.
- **DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE della Puglia 23 gennaio 2007, n. 35**: "Procedimento per il rilascio dell'Autorizzazione unica ai sensi del Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 e per l'adozione del provvedimento finale di autorizzazione relativa ad impianti alimentati da fonti rinnovabili e delle opere agli stessi connesse, nonché delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio."

Per maggiori riferimenti e approfondimenti al quadro normativo si rimanda al SIA.

2.8. Normativa tecnica impianto fotovoltaico e sicurezza

Per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni:

- **DL 81/2008**: *Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro*
- **DM 37/08**: *Dichiarazioni di conformità impianti*

Per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici:

- **Legge 186/68**: *Disposizione concernente la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici*
- **DM 14 gennaio 2008**: *Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni*
- **Circ. 4 luglio 1996**: *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"*
- **CEI 0-2**: *Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici*
- **CEI 0-3**: *Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la legge n. 46/90*
- **CEI 0-16**: *Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica*
- **CEI EN 61936-1**: *Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.*

- **CEI EN 50522:** *Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata*
- **CEI 11-28:** *Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione*
- **CEI 13-4;Ab:** *Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica*
- **CEI EN 60076-11:** *Trasformatori di potenza Parte 11: Trasformatori di tipo a secco*
- **CEI-UNEL 3535;Ab3:** *Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V*
- **CEI-UNEL 357;Ab2:** *Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V*
- **CEI IEC 60287-1-1/A1:** *Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente Parte 1-1: Equazioni per il calcolo della portata di corrente (fattore di carico 100 %) e calcolo delle perdite – Generalità*
- **CEI IEC 60287-3-1:** *Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente Parte 3-1: Condizioni operative - Condizioni di riferimento del sito*
- **CEI IEC 60287-3-2:** *Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente Parte 3-2: Condizioni di servizio - Ottimizzazione economica della sezione del conduttore dei cavi*
- **CEI 64-8:** *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua*
- **CEI 64-8/7 sezione 712:** *Sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione*
- **CEI 81-3;Ab:** *Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico*
- **CEI 82-25; V1-V2:** *Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione*
- **CEI EN 50524:** *Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici*
- **CEI EN 50461:** *Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino*
- **CEI EN 60099-1;Ab:** *Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata*
- **CEI EN 61439-1:** *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali*
- **CEI EN 61439-3:** *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)*

- **CEI EN 61439-1:** *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali*
- **CEI EN 61439-6:** *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 6: Condotti sbarre*
- **CEI EN 61439-3/EC:** *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)*
- **CEI EN 60445:** *Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico*
- **CEI EN 60529/EC:** *Gradi di protezione degli involucri (codice IP)*
- **CEI EN 60555-1:** *Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili Parte 1: Definizioni*
- **CEI EN 60904-1:** *Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente*
- **CEI EN 60904-2:** *Dispositivi fotovoltaici Parte 2: Prescrizioni per i dispositivi fotovoltaici di riferimento*
- **CEI EN 60904-3:** *Dispositivi fotovoltaici Parte 3: Principi di misura per dispositivi solari fotovoltaici (FV) per uso terrestre, con spettro solare di riferimento*
- **CEI EN 60909-0:** *Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata Parte 0: Calcolo delle correnti*
- **CEI EN 61000-3-2:** *Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase)*
- **CEI EN 61215-1:** *Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1: Prescrizioni per le prove*
- **CEI EN 61215-1-1:** *Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1-1: Prescrizioni particolari per le prove di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino*

- **CEI EN 61212-1-2:** *Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1-2: Requisiti particolari per la prova dei moduli fotovoltaici (FV) a film sottile in tellururo di cadmio (CdTe)*
- **CEI EN 61212-1-3:** *Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1-3: Requisiti particolari per la prova dei moduli fotovoltaici (FV) a film sottile in silicio amorfo*
- **CEI EN 61212-1-4:** *Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1-4: Requisiti particolari per la prova dei moduli fotovoltaici (FV) a film sottile in seleniuro di rame-indio-gallio (CIGS) e in seleniuro di rame-indio (CIS)*
- **CEI EN 61215-2:** *Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 2: Procedure di prova*
- **CEI EN 61724:** *Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati*
- **CEI EN 61724-1:** *Prestazioni dei sistemi fotovoltaici Parte 1: Monitoraggio*
- **IEC 61727:2004 :** *Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface*
- **CEI EN IEC 61730-1:** *Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione*
- **CEI EN 61730-2/A1:** *Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 2: Prescrizioni per le prove*
- **CEI EN 61829:** *Campo fotovoltaico (FV) - Misura in sito delle caratteristiche I-V*
- **CEI EN 62053-21/A1:** *Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)*
- **CEI EN 62053-23 (CEI 13-45):** *Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3)*
- **CEI EN 62093 (CEI 82-24):** *Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali*
- **CEI EN 62108:** *Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione. Qualifica del progetto e approvazione di tipo*

- **CEI IEC/TS 62271-210:** *Apparecchiatura ad alta tensione Parte 210: Qualificazione sismica per apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico e con involucro isolante per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso*
- **CEI EN 62305-1:** *Protezione contro i fulmini Parte 1: Principi generali*
- **CEI EN 62305-2:** *Protezione contro i fulmini Parte 2: Valutazione del rischio*
- **CEI EN 62305-3:** *Protezione contro i fulmini Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone*
- **CEI EN 62305-4:** *Protezione contro i fulmini Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture*
- **IEC 60364-7-712:2017:** *Low voltage electrical installations - Part 7-712: Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply systems*
- **UNI 10349:** *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.*
- **Guida CEI 82-25:** *Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di media e bassa tensione*

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, purché vigenti, anche se non espressamente richiamate, si considerano applicabili.

3. IL SITO

3.1. Descrizione del sito

L'area di impianto si trova a circa 2 km direzione ovest rispetto all'ambito urbano del comune di Troia, e circa 6 km in direzione est rispetto al comune di Castelluccio Valmaggiore, ed è raggiungibile mediante la Strada Provinciale n. 123, oltre che da strade comunali ed interpoderali".

L'altitudine è compresa tra i 395 e 335 mslm

Inoltre l'area dell'impianto agrovoltaiico in progetto è distante in linea d'aria oltre 4 Km in direzione nord-ovest dal sito SIC-ZPS IT9110003 "Monte Cornacchia-Bosco Faeto". L'area dove sarà

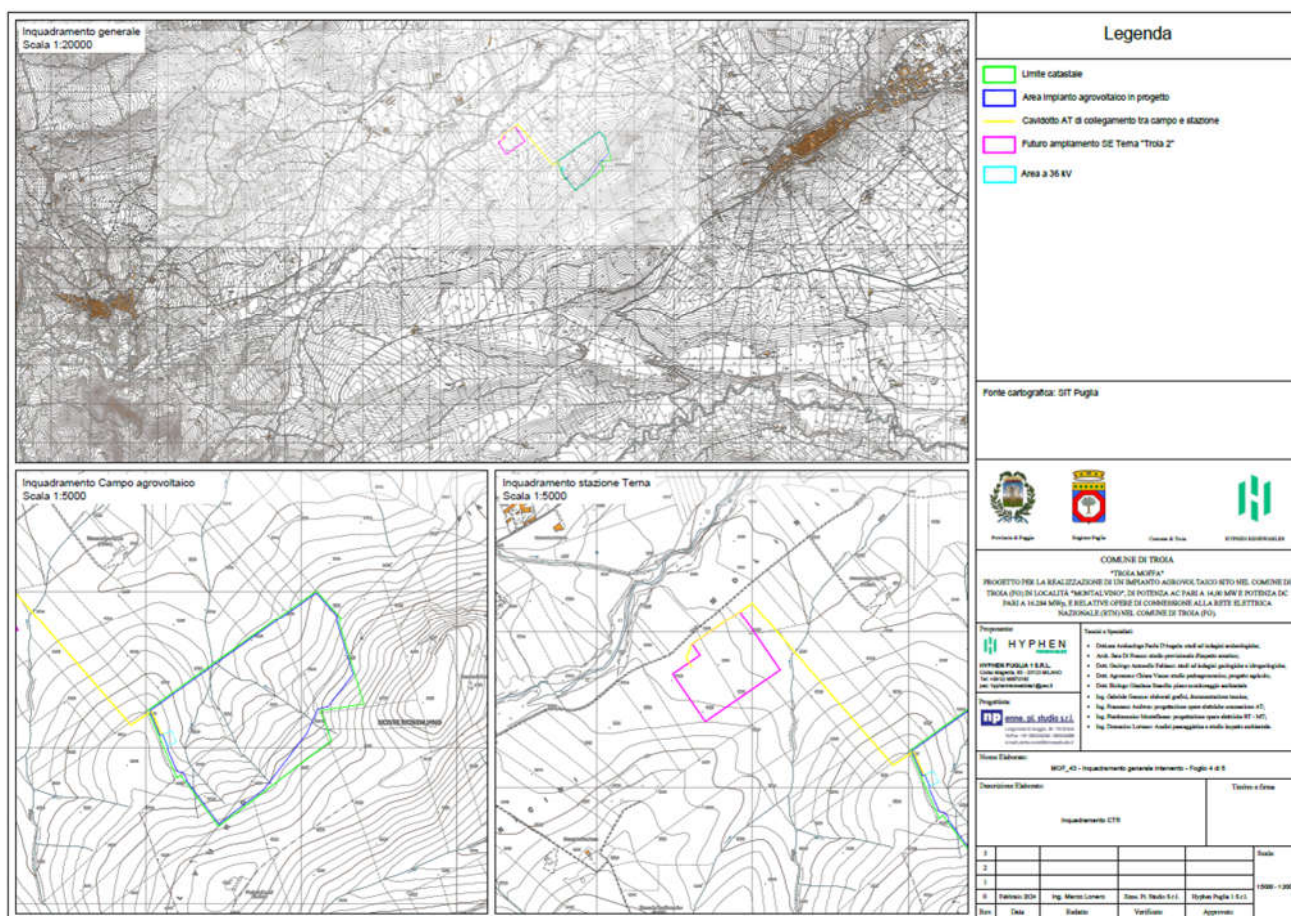


Figura 5: Inquadramento generale intervento su base CTR

La realizzazione dell'impianto agrovoltaiico non richiederà l'esecuzione di interventi tali da comportare sostanziali modificazioni del terreno, in quanto sono state privilegiate soluzioni che minimizzano le operazioni di scavo e riporto, volte a rispettare l'attuale morfologia.

Per l'impianto agrovoltaiico non sono previsti rilevanti movimenti terra, se non quelli dovuti allo scavo per la posa dei cavidotti interrati.

3.2. Descrizione dell'accesso al sito

I tratti di viabilità considerati nel presente paragrafo sono quelli necessari al raggiungimento del sito in cui verrà realizzato l'impianto agrovoltaiico "Troia Moffa"; il sito in questione si trova sul territorio del Comune di Troia in provincia di Foggia. L'obiettivo è quello di illustrare il percorso stradale necessario per raggiungere il sito oggetto di intervento.

L'area di impianto si trova a circa 2 km direzione ovest rispetto all'ambito urbano del comune di Troia, e circa 6 km in direzione est rispetto al comune di Castelluccio Valmaggiore, ed è raggiungibile mediante la Strada Provinciale n. 123, oltre che da strade comunali ed interpoderali”.

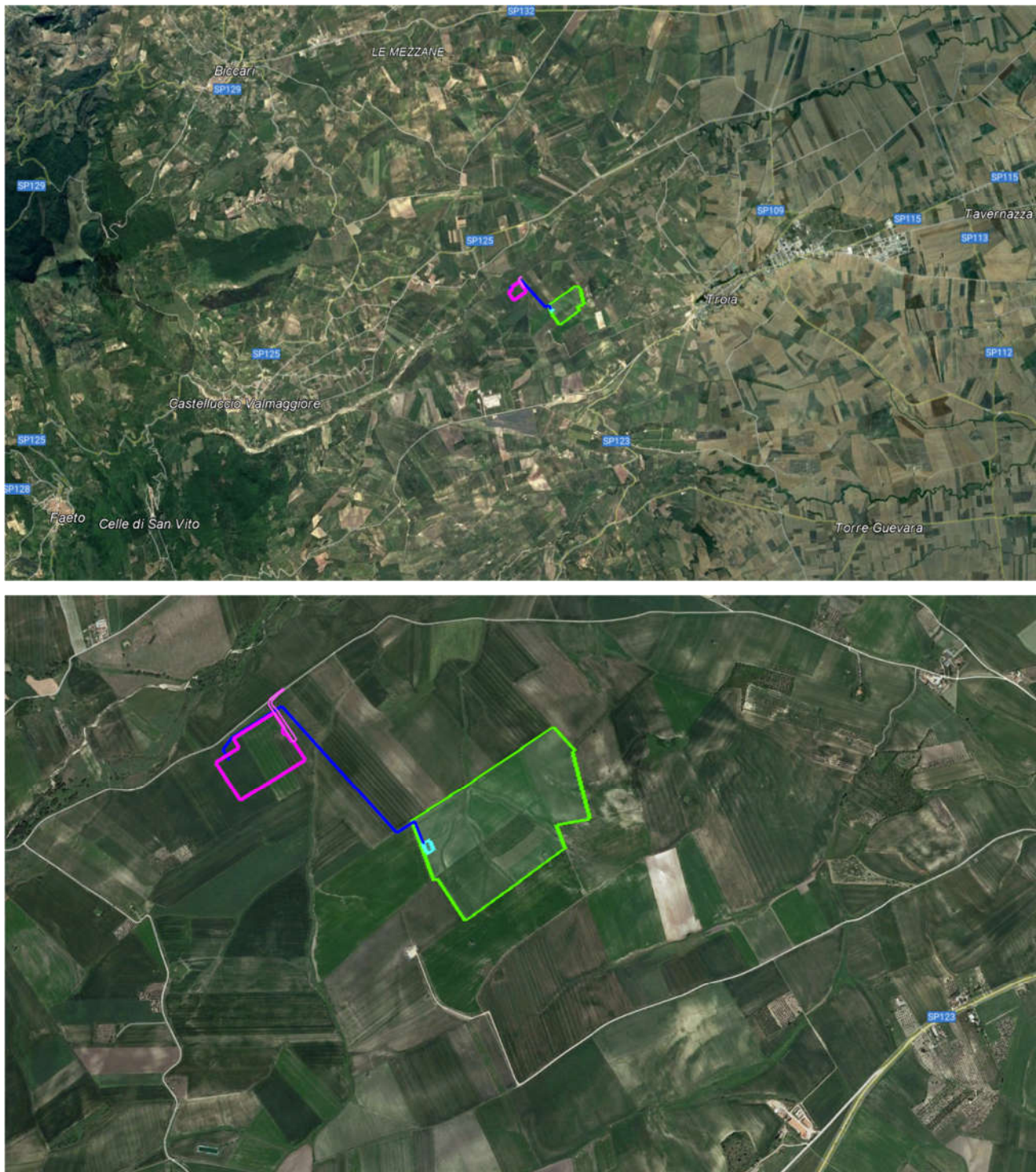


Figura 6: Viabilità nell'area del sito d'intervento



Figura 7: Area interessata dall'intervento

3.3. Analisi degli strumenti di pianificazione e tutela

L'area oggetto d'intervento è stata sottoposta a verifica vincolistica e di compatibilità dell'opera con gli strumenti di pianificazione e programmazione territoriali vigenti.

In particolare, è stata valutata la coerenza del progetto rispetto ad una serie di vincoli territoriali, prendendo in considerazione i vincoli contenuti in:

- Geoportale Nazionale "Rete Natura 2000", comprendente i siti individuati dalla direttiva "Habitat" n. 92/43/CEE, i Siti di Interesse Comunitario (SIC) successivamente designati quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC), e comprendente anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite dalla Direttiva n. 147/2009/CE "Uccelli";

- “Piani Stralcio di Assetto Idrogeologico” (PAI), redatti dall’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale, ovvero la zonazione qualitativa della pericolosità e del rischio connesso a fenomeni idrogeologici;
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, predisposto ed adottato dalla Provincia di Foggia, comprendente la tutela territoriale, gli elementi di matrice naturale, tutela identità culturale, il sistema delle qualità e i vari piani di tutela ambientale.
- SIT Puglia Aree non idonee e P.P.T.R Regione Puglia.

Dall’analisi esposta si evince come non ci siano particolari condizioni ostative alla realizzazione dell’impianto agrovoltaiico in progetto. Nello specifico:

Rete Natura 2000 è una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell’Unione, istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE “Habitat” per garantire il mantenimento a lungo termine degli habitat naturali e delle specie di flora e fauna minacciati o rari a livello comunitario.

La rete Natura 2000 è costituita dai Siti di Interesse Comunitario (SIC), identificati dagli Stati Membri secondo quanto stabilito dalla Direttiva Habitat, che possono venire designati quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC), e comprende anche le Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite ai sensi della Direttiva 147/2009/CE “Uccelli” concernente la conservazione degli uccelli selvatici.

Le aree che compongono la rete Natura 2000 non sono riserve rigidamente protette dove le attività umane sono escluse; la Direttiva Habitat intende garantire la protezione della natura tenendo anche “conto delle esigenze economiche, sociali e culturali, nonché della particolarità regionali e locali”. Soggetti privati possono essere proprietari dei siti Natura 2000, assicurandone una gestione sostenibile sia dal punto di vista ecologico che economico.

In base alla consultazione della cartografia relativa al progetto Rete Natura 2000 riportata sul sito del Ministero dell’Ambiente, l’area oggetto d’intervento per l’impianto dell’impianto in progetto è distante in linea d’aria oltre 4 Km ad est dal sito SIC-ZPS IT9110003 “Monte Cornacchia-Bosco Faeto”.

In merito al sito IBA126 “Monti della Daunia”, si riporta che l’area dell’impianto AgroFV è posizionata a circa 0,5 Km dallo stesso, mentre l’area della Stazione di Terna di futura realizzazione, sarà posizionata a circa 200 m dal sito IBA126 “Monti della Daunia”.

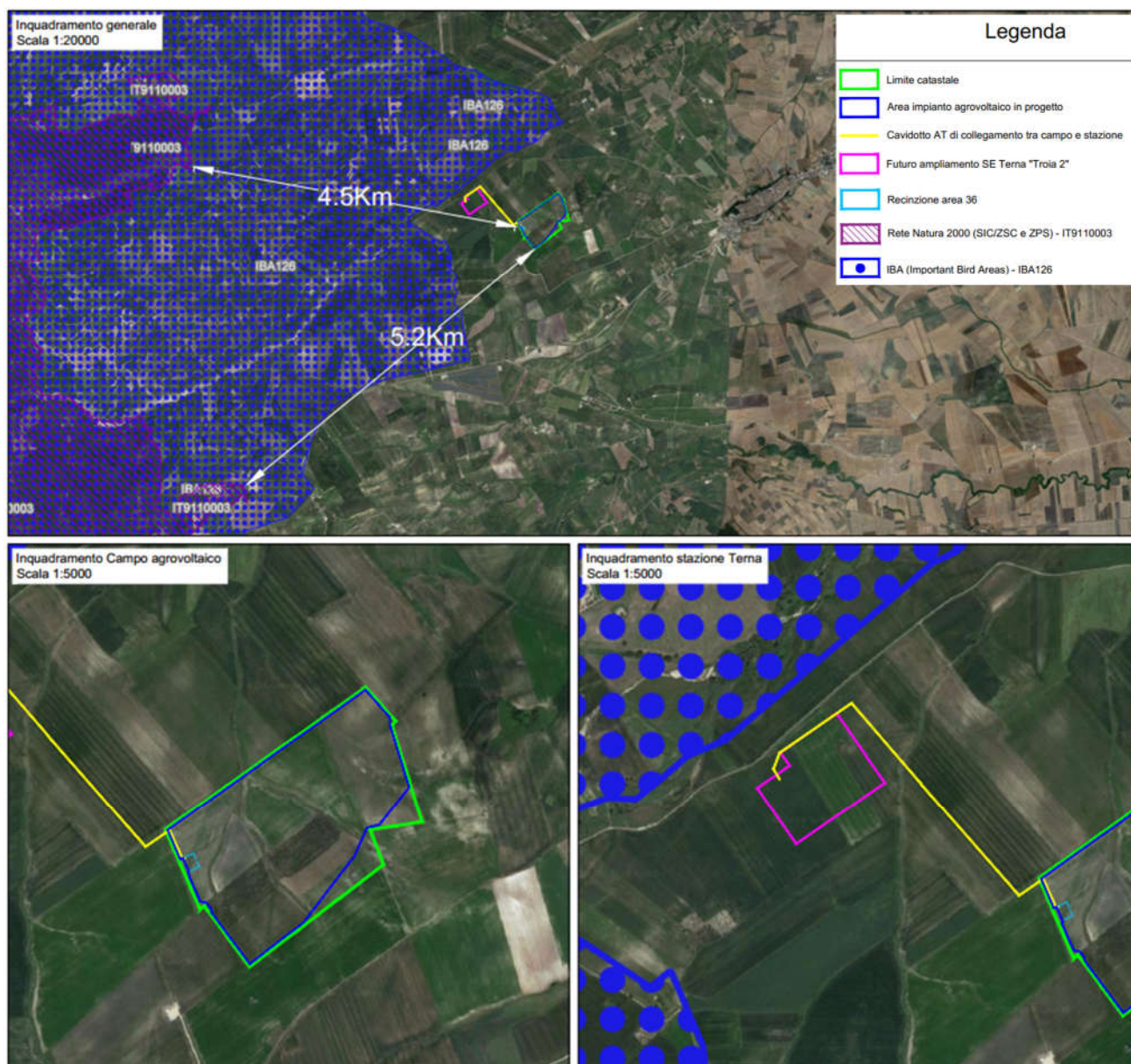


Figura 8: Estratto Rete Natura 2000 – SIC/ZPS e IBA

Per quanto riguarda la classificazione PAI dell'area, osservando la cartografia dell'Autorità di Bacino Distretto Meridionale, si riscontra che l'area dell'impianto e il tracciato del cavidotto ricadono in area classificata PG1 a pericolosità geomorfologica e pericolosità frana media e moderata.

Per un migliore inserimento delle opere di progetto nell'area che presenta criticità geomorfologiche, sono stati eseguiti adeguati studi idraulici e geologici, e saranno adottati criteri e soluzioni che garantiranno la sicurezza idraulica e geomorfologica delle opere di progetto a realizzarsi.

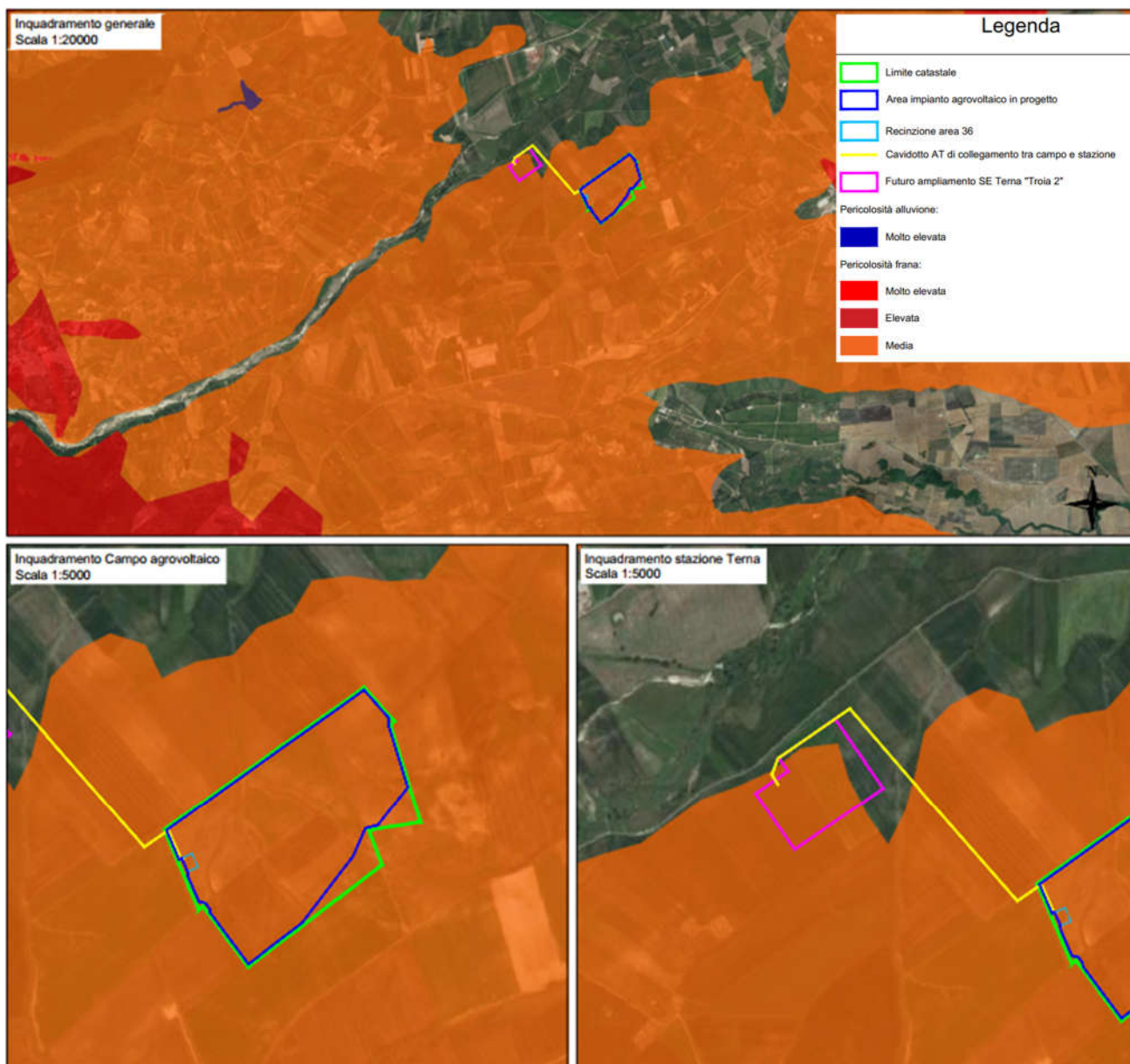


Figura 9: Estratto Autorità di Bacino Distretto Meridionale – Pericolosità frana

Dall'analisi degli strumenti di tutela del PPTR della Regione Puglia, valutando le componenti idrologiche, è emerso che l'area dell'impianto agrovoltaiico e parte del cavidotto di connessione, ricadono nell'area soggetta a vincolo idrogeologico, ai sensi del R.D. 30 dicembre 1923, n. 3267.

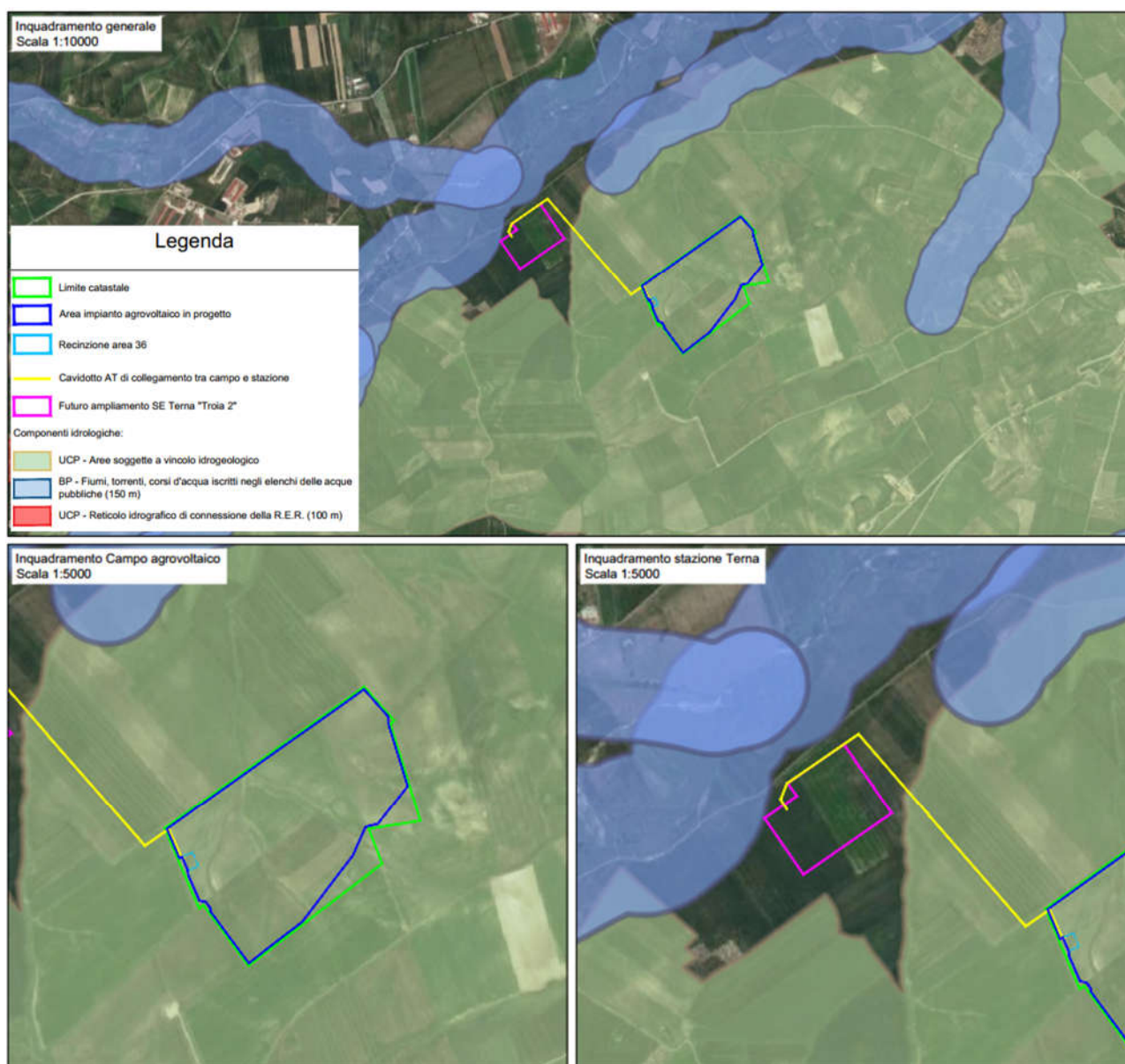


Figura 10: Estratto PPTR (SIT Puglia) – Componenti idrogeologiche

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia di Foggia, determina gli indirizzi generali di assetto del territorio, indicandone diverse destinazioni del territorio, la tutela dell'integrità fisica, gli elementi di matrice naturale, la tutela dell'integrità culturale, il sistema delle qualità nonché il sistema insediativo e della mobilità.

Nella tavola A1 Tutela dell'integrità fisica, l'area oggetto del campo agrovoltaico nonché le opere di connessione e il cavidotto di connessione sono interessati da "Aree a pericolosità moderata o media (P.A.I.)". Dall'analisi della tavola B2 Tutela dell'identità culturale, l'area di progetto del campo

agrovoltaico risulta essere inserita in un contesto agricolo con varie masserie e poderi, nonché insediamenti abitativi derivanti dalle bonifiche e dalle riforme agrarie, tutte aree comunque esterne all'area del campo agrovoltaico. Le opere di connessione non sono interessate da alcuna tipologia di criticità dal punto di vista di identità culturale. Nella tavola B1 Elementi di matrice naturale, la parte nord Futuro ampliamento SE Terna "Troia 2" nonché parte del tracciato del cavidotto di connessione, sono interessati da "un'area di tutela dei caratteri ambientali e paesaggistici dei corpi idrici". Dall'analisi del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia di Foggia, non emergono motivi ostativi alle realizzazione dell'impianto agrovoltaico.

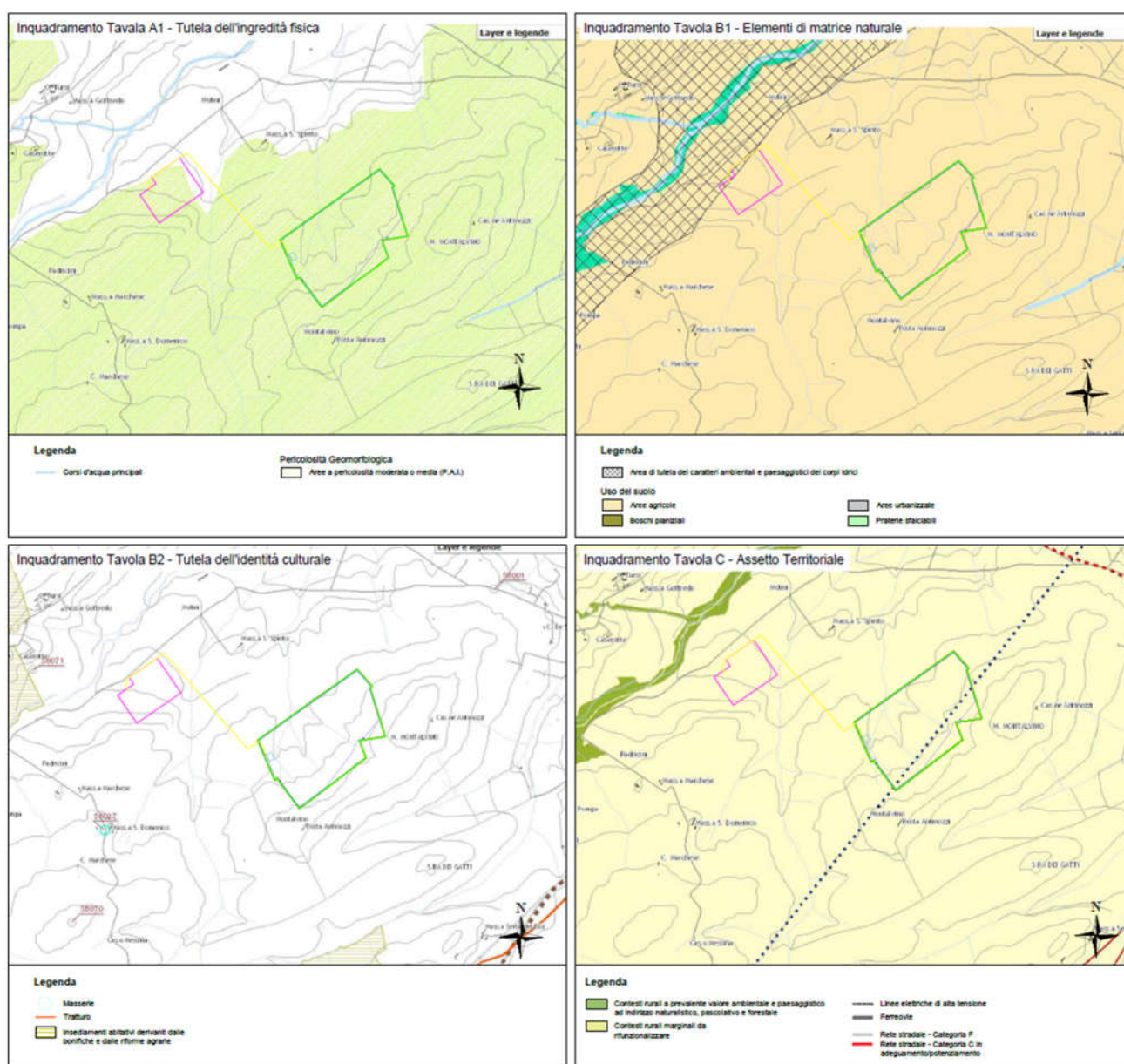


Figura 11: Inquadramento Piano Coordinamento Territoriale Provinciale (P.T.C.P)

Dalla cartografia PPTR, l'area di progetto del campo agrovoltaiico risulta essere inserita in un contesto agricolo caratterizzato da varie aree di rispetto, quali aree di sito storico culturale, aree di rispetto siti architettonici o rete dei tratturi. Tutte le aree o i siti menzionati, risultano comunque esterni all'area del campo agrovoltaiico, e non risultano interessate dal percorso del cavidotto di connessione. Le aree inoltre sono posizionate a notevole distanza dalle opere di progetto.

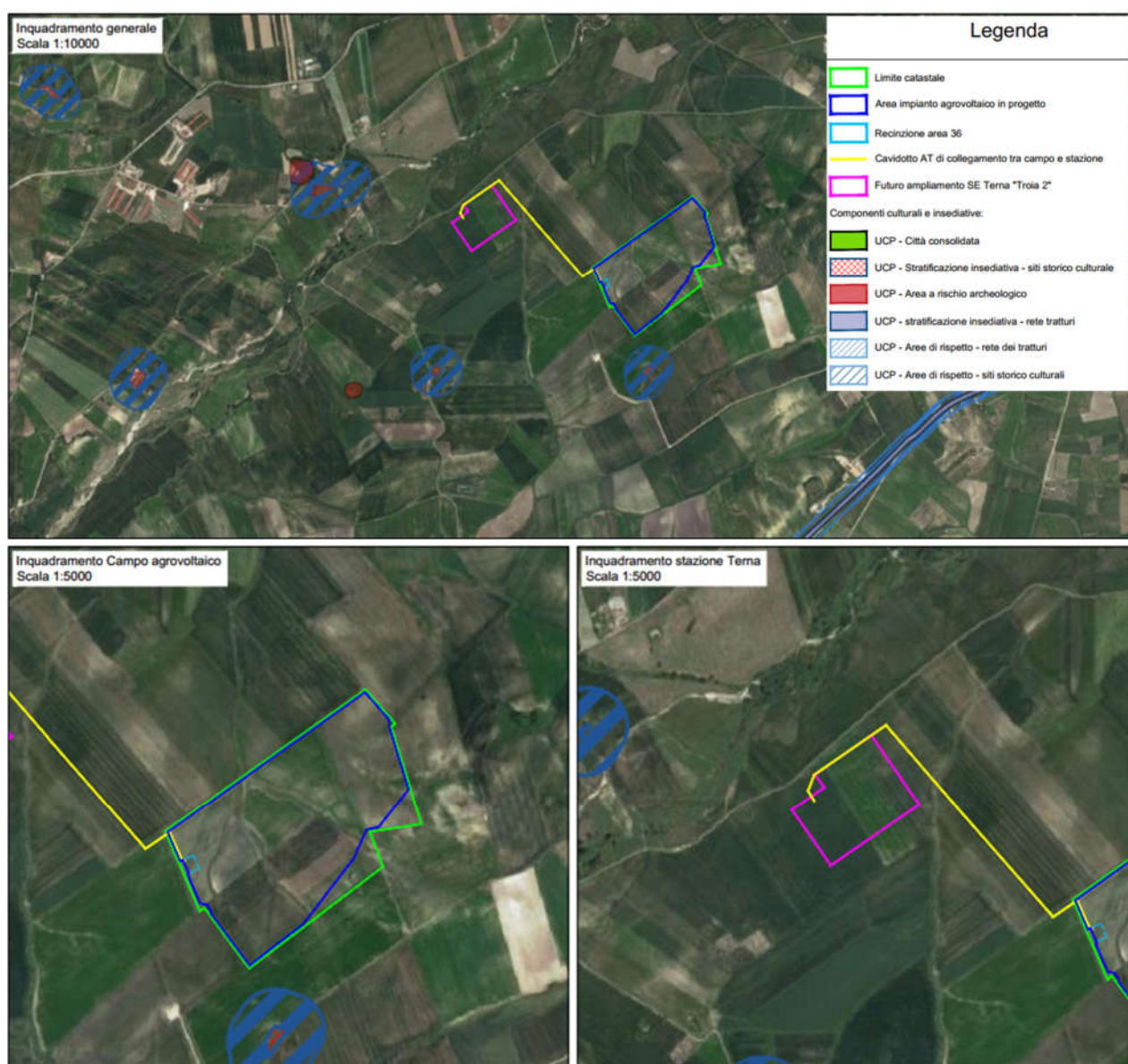


Figura 12: Estratto PPTR (SIT Puglia) – Componenti Culturali e insediative

Nella cartografia estratta dal SIT Puglia "aree non idonee", si riscontra la presenza di "versanti" su una parte dell'area del campo agrovoltaiico. Tali aree sono state lasciate libere da qualsiasi manufatto tecnologico, e sulle aree si prevede esclusivamente coltivazione agricola.

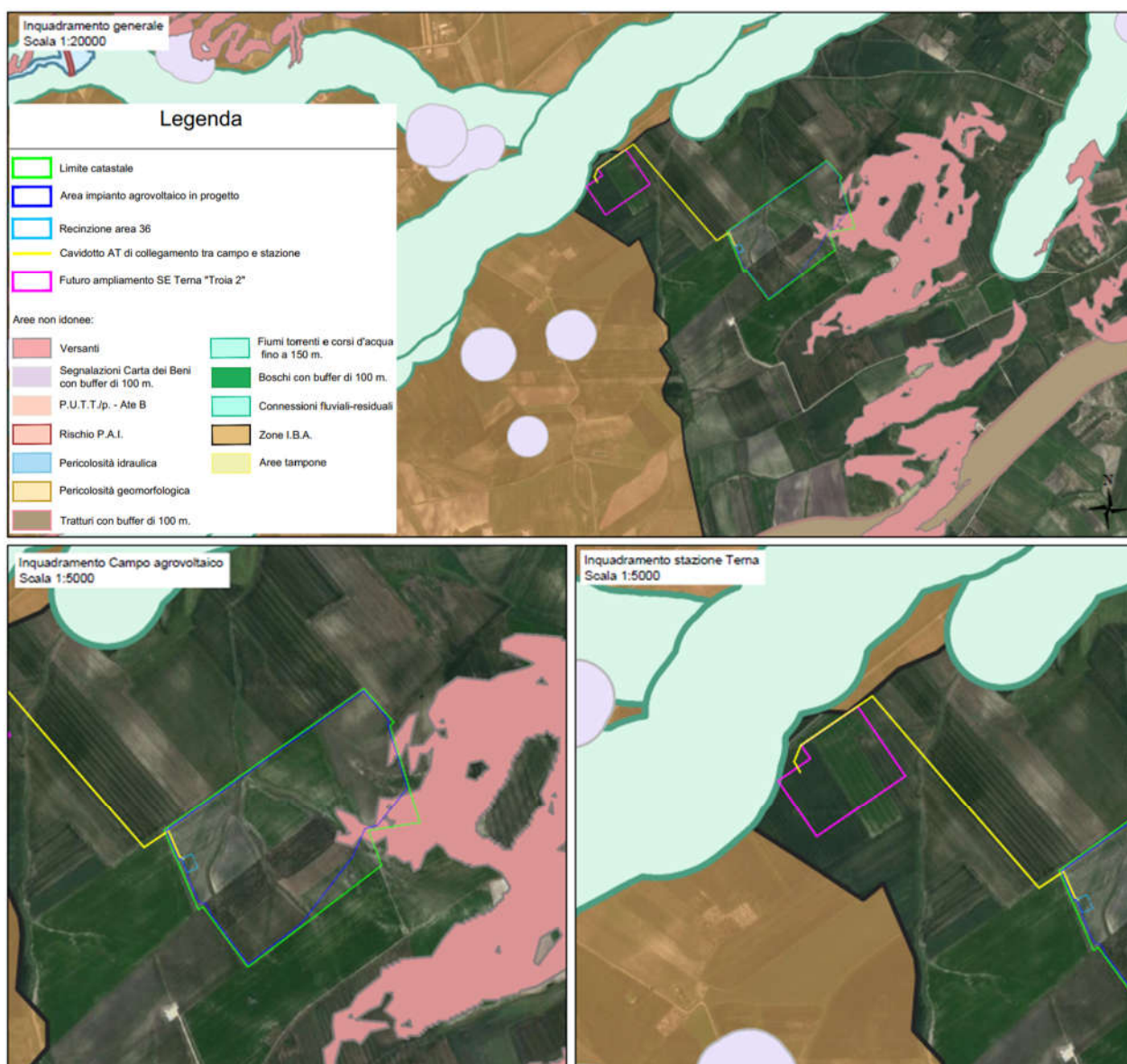


Figura 13: Estratto da cartografia SIT Puglia – Aree non idonee

Dall'esame delle cartografie vincoli consultate, si rilevano criticità con le aree di "versanti" e i reticoli idrografici presenti all'interno dell'area dell'impianto agrovoltatico. Le aree di versante non saranno interessate dall'installazione di apparati tecnologici, bensì saranno dedicate esclusivamente all'agricoltura. Per le aree interessate dai reticoli idrografici superficiali, si è provveduto ad effettuare adeguato studio idraulico, calcolando le aree allagabili nel tempo di ritorno fino a 500 anni, ovvero l'estensione massima di allagabilità, così da valutare il posizionamento degli elementi di progetto in condizioni di sicurezza idraulica.

Dall'analisi effettuata sulle cartografie nazionali, regionali e provinciali sopra riportate, in merito all'area di interesse delle opere in progetto, si può affermare che non emergono motivi ostativi alla realizzazione delle opere. L'area di intervento non è ricompresa in aree caratterizzate da Siti di Importanza Comunitaria – Zone di Protezione Speciali, bensì l'area di progetto è posizionata in linea d'aria ad oltre 4 Km ad est dal sito SIC-ZPS IT9110003 "Monte Cornacchia-Bosco Faeto".

Rispetto al sito IBA126 "Monti della Daunia", l'area dell'impianto AgroFV è posizionata a circa 0,5 Km dallo stesso, mentre l'area della Stazione di Terna di futura realizzazione, sarà posizionata a quasi 200 m dal sito IBA126 "Monti della Daunia". Le aree di versante, classificate come aree non idonee, sono state volutamente lasciate libere e le stesse non saranno interessate dall'installazione di apparati tecnologici.

3.4. Aspetti geologici, topografici, idrologici e geotecnici

L'area ricade nel Foglio 163 "Lucera" della Carta Geologica d'Italia 1:100.000.

All'interno del Foglio Lucera, le facies si alternano in modo vario e nell'ambito di un unico ciclo di sedimentazione ove la definizione dell'età dei singoli complessi litostratigrafici che lo costituiscono non può essere ovviamente stabilita se non tenendo in giusto conto le faune più giovani ed i reali rapporti di giacitura fra i vari complessi stessi.

Come conseguenza di quanto detto si è tracciato quello schema dei rapporti stratigrafici, inserito nel F° « Lucera », dal quale risulta:

- 1) un primo ciclo di sedimentazione miocenica, interessato da differenziazione dei rapporti quantitativi delle associazioni litologiche e da una probabile, piccola fase orogenica, come quella indicata alla base di Msa;
- 2) un secondo ciclo di sedimentazione, indicato dai terreni pliocenici e pleistocenici depositati in continuità fino alla emersione della regione;
- 3) un ciclo di attività continentale con limitate deposizioni e con intense erosioni delle formazioni più antiche, erosioni manifestatesi ovunque a partire dalla fine del Pleistocene antico.

Nell'immagine seguente si mostra l'ubicazione dell'area d'intervento in riferimento alla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000

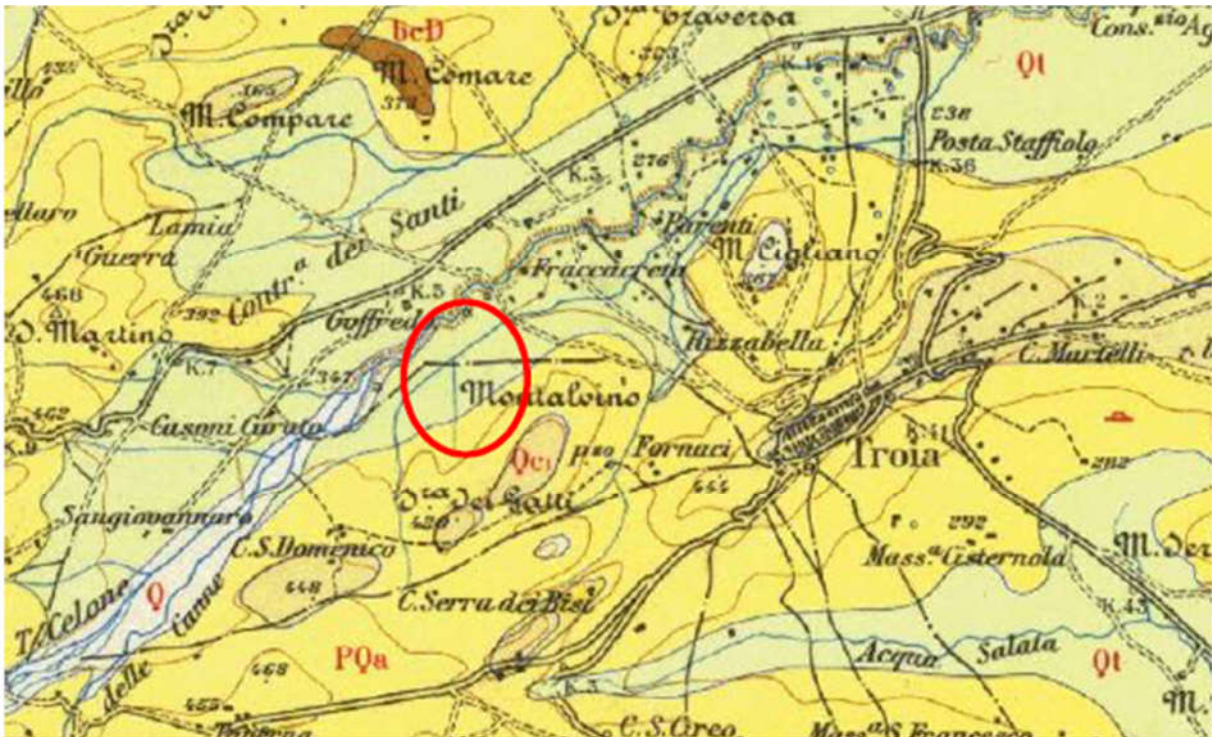


Figura 14: Ubicazione su Carta Geologica d'Italia foglio 163 "Lucera"

Dal punto di vista geologico, al di sotto della copertura di terreno vegetale (circa 2 m), localmente l'area in esame è caratterizzata dalla presenza di argille grigio azzurrognole (PQa).

In particolare, sulla base del rilevamento geologico in situ e dalle indagini eseguite, la stratigrafia del sito sottostante l'area oggetto di studio si caratterizza nella seguente maniera partendo dall'alto verso il basso:

- Terreno vegetale (spessore circa 1 m)
- Argille poco compatte (spessore circa 1 m)
- Argille compatte

L'idrografia dell'area investigata è rappresentata prevalentemente dal Torrente Celone e affluenti questi ultimi con carattere torrentizio che durante la stagione estiva restano per lo più asciutti.

La stagione in cui si registra il maggiore apporto idrico nell'area investigata è l'Autunno. In questo periodo, il ruscellamento superficiale dell'acqua piovana, esplica la sua azione di alterazione maggiormente sui sedimenti Sabbiosi ed Argillo-Sabbiosi affioranti.

Nell'area di studio, i tagli naturali ed artificiali, convogliano le acque nel solco del Torrente "Celone" che scorre in direzione SO-NE con portate modeste e regime tipicamente torrentizio con magre estive e piene invernali. I terreni di diretto interesse, sono soggetti ad una percolazione acquifera in grande legata alla porosità con una permeabilità primaria medio-bassa in corrispondenza della frazione

Argillo-Sabbiosa e media in presenza di banchi Sabbiosi Il livello della falda tende a subire delle notevoli variazioni stagionali, con innalzamenti durante il periodo autunnale.

Per quanto riguarda la permeabilità dei terreni d'interesse a carattere argilloso, i coefficienti sono assimilabili a $K= 10^{-5}$ cm/sec.

In riferimento alle interferenze con le aree di cui agli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI, si sottolinea che i reticoli ricadenti all'interno dell'area dell'impianto agrovoltaiico sono stati oggetto di studio idrologico ed idraulico ottenendo come risultato le aree di allagamento riferite ai tempi di ritorno di 500 anni (portate maggiori) le quali non sono interessate da nessun tipo di opera in progetto.

Rispetto, infine, ai tratti del cavidotto interferenti con il reticolo idrografico presente, si evidenzia che lo stesso interseca un ramo di reticolo a ridosso della futura S.E. di Troia. Per questo tratto si è deciso di utilizzare la metodologia di posa in opera (T.O.C.) consentendo al cavidotto di superare, ad una profondità non inferiore ai 1.5 m al di sotto dell'alveo intersecato, la fascia di rispetto di 150 m definita dagli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI. In tal maniera si garantisce, allo stesso tempo, un ampio margine di sicurezza idraulica sia nei confronti dei deflussi superficiali che di quelli (eventuali) sotterranei.

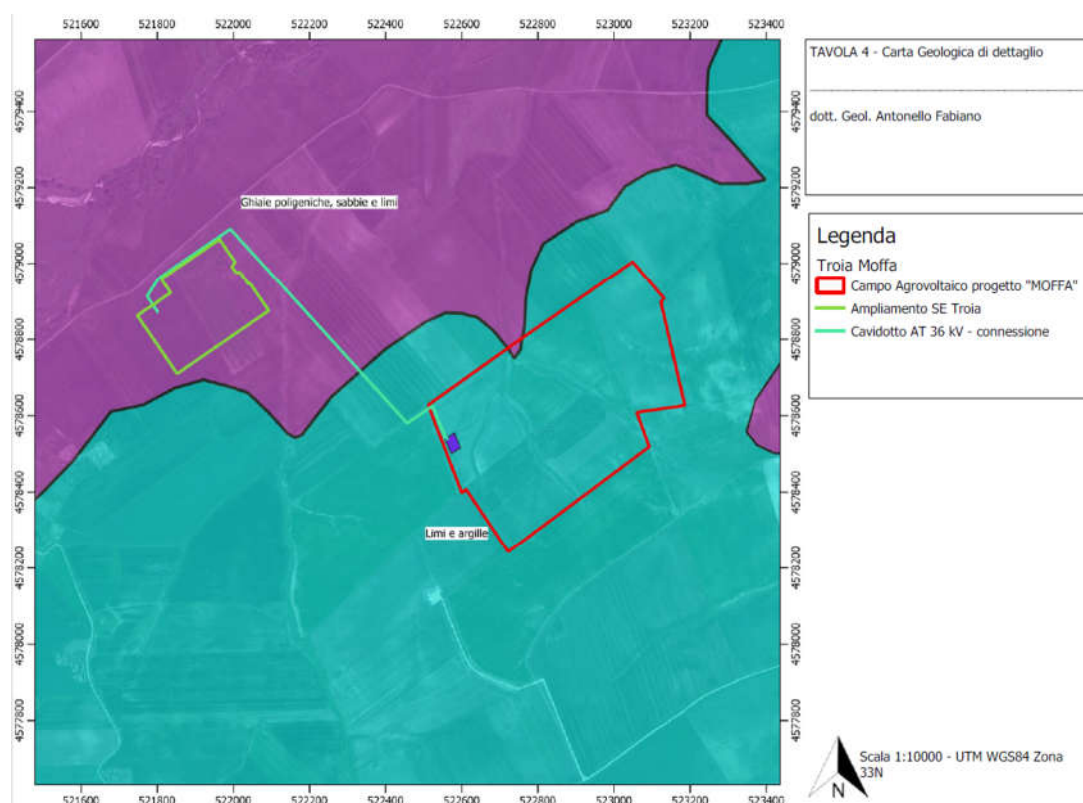


Figura 15: Ubicazione su Carta Geologica di dettaglio

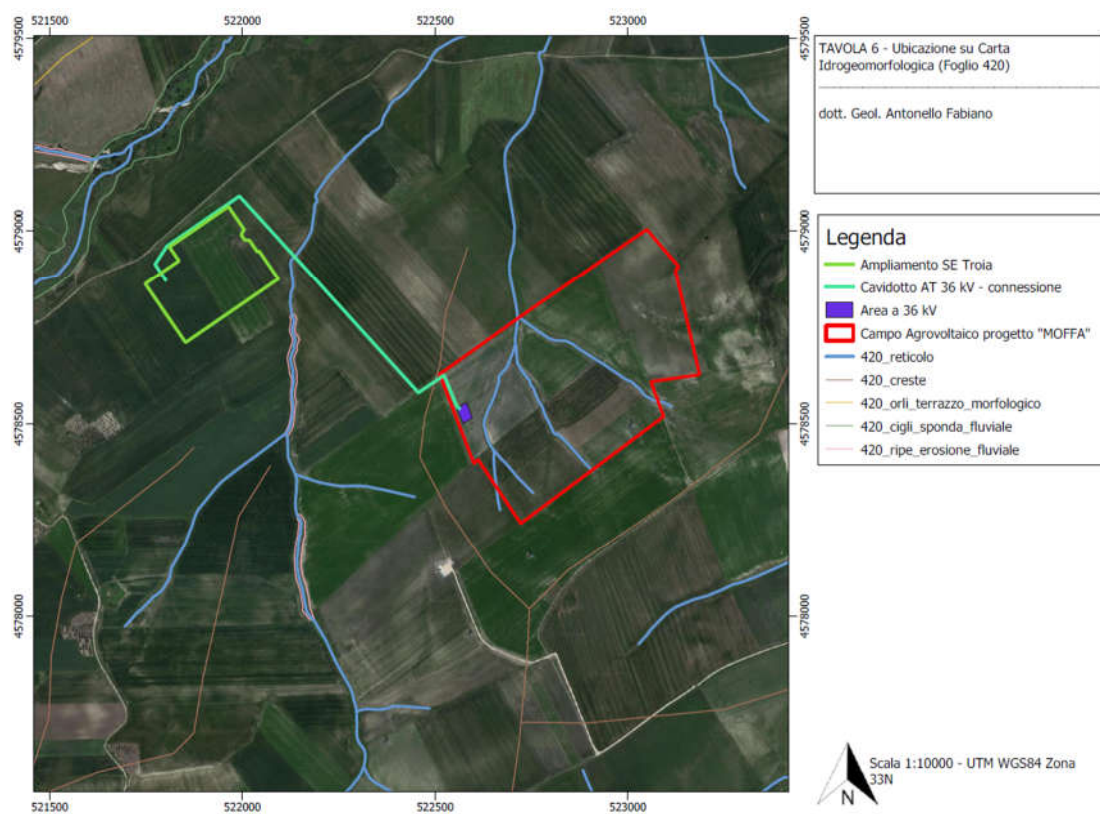


Figura 16: Ubicazione su Carta Idrogeomorfologica

3.5. Le interferenze

Allo stato attuale di progettazione definitiva, per la realizzazione dell'impianto agrovoltaico e delle relative opere connesse, sono state riscontrate interferenze sia per la parte interna dell'impianto agrovoltaico, che lungo il percorso del cavidotto esterno al campo per la connessione in AT.

TABELLA DESCRITTIVA DEL TRACCIATO DEL CAVIDOTTO AT 36 kV

TRATTO	TIPOLOGIA	DENOMINAZIONE	LUNGH. (m)
Tratto A-B	Terreno agricolo	Area impianto AgroFV	105
Tratto B-C	Terreno agricolo	Terreno agricolo privato	70
Tratto C-D	Terreno agricolo	Terreno agricolo privato	400
Punto 2 Tratto D-E	Attraversamento di reticolo idrografico superficiale su terreno agricolo mediante tecnica NO-DIG	Terreno agricolo privato	150
Tratto E-F	Terreno agricolo	Terreno agricolo privato	145
Tratto F-G	Terreno agricolo	Terreno agricolo privato	240
Tratto G-H	Terreno agricolo	Strada sterrata in fondo privato	90
Lunghezza scavo per cavidotto AT interrato			1.200

INTERFERENZE DEL CAVIDOTTO MT / BT AREA IMPIANTO AGROFV

INTERF.	TIPOLOGIA	DENOMINAZIONE	LUNGH. (m)
Punto 3	Attraversamento reticolo idrografico superficiale su terreno agricolo mediante tecnica NO-DIG Possibilità di scavo a profondità maggiorata (> 4-5 mt) se condizioni idrauliche-idrologiche lo consentono	Terreno agricolo	30
Punto 4	Attraversamento reticolo idrografico superficiale su terreno agricolo mediante tecnica NO-DIG Possibilità di scavo a profondità maggiorata (> 4-5 mt) se condizioni idrauliche-idrologiche lo consentono	Terreno agricolo	30
Punto 5	Attraversamento reticolo idrografico superficiale su terreno agricolo mediante tecnica NO-DIG Possibilità di scavo a profondità maggiorata (> 4-5 mt) se condizioni idrauliche-idrologiche lo consentono	Terreno agricolo	20
Punto 6	Attraversamento reticolo idrografico superficiale su terreno agricolo mediante tecnica NO-DIG Possibilità di scavo a profondità maggiorata (> 4-5 mt) se condizioni idrauliche-idrologiche lo consentono	Terreno agricolo	20
Punto 7	Attraversamento reticolo idrografico superficiale su terreno agricolo mediante tecnica NO-DIG Possibilità di scavo a profondità maggiorata (> 4-5 mt) se condizioni idrauliche-idrologiche lo consentono	Terreno agricolo	20
Lunghezza attraversamenti cavidotto BT/MT con NO-DIG			120

Per quanto concerne il percorso del cavidotto, si è provveduto ad eseguire rilievi e indagini in loco per individuare i percorsi più favorevoli alla realizzazione delle opere, evitando possibili interferenze con sottoservizi eventualmente presenti nelle aree interessate dal tracciato cavidotto.

In fase post autorizzativa, per definire l'esecutivo del cavidotto e per produrre la documentazione necessaria per le richieste di concessione attraversamenti, verranno condotte indagini georadar così da avere la reale situazione dei sottoservizi presenti lungo tutto il percorso dello stesso.

3.6. Gli espropri per le opere di rete

Per l'individuazione delle ditte proprietarie dei terreni interessati sia dall'esproprio che dall'imposizione di servitù da elettrodotto necessari per la realizzazione, nel Comune di Troia, dell'impianto agrovoltaiico per la produzione di energia elettrica denominato "TROIA MOFFA", sono stati condotti studi al fine di definire le indennità di esproprio e di servitù di elettrodotto. Tale documentazione sarà discretizzata in fase di Autorizzazione Unica.

Si precisa che le particelle su cui ricadrà l'impianto agrovoltaiico in oggetto sono nella disponibilità della società **HYPHEN PUGLIA 1 S.R.L.**, con contratti preliminari di diritto di superficie legalizzati.

Mentre, per quanto riguarda le opere di connessione - cavidotto interrato: il tracciato del cavidotto elettrico interrato, necessario per connettere il suddetto impianto alla suddetta stazione elettrica di Terna, ricadente in aree in proprietà privata si prevede il ricorso alla procedura di apposizione di servitù di elettrodotto coattivo.

In misura residuale, per attraversamenti di sedi stradali o di porzioni di terreno di pubblica proprietà e/o Enti pubblici, si prevede la stipula di apposita convenzione.

CAVIDOTTO AT				
n.	Comune	Foglio	Particella	Procedura da effettuarsi
1	Troia	7	96	Servitù coattiva posa cavidotto e di passaggio
2	Troia	7	388	Servitù coattiva posa cavidotto e di passaggio
3	Troia	7	120	Servitù coattiva posa cavidotto e di passaggio
4	Troia	6	273	Servitù coattiva posa cavidotto e di passaggio
5	Troia	6	103	Servitù coattiva posa cavidotto e di passaggio
6	Troia	6	26	Servitù coattiva posa cavidotto e di passaggio
7	Troia	6	30	Servitù coattiva posa cavidotto e di passaggio

AREE DI OCCUPAZIONE TEMPORANEA				
n.	Comune	Foglio	Particella	Procedura da effettuarsi
1	Troia	7	388	Servitù occupazione temporanea
2	Troia	6	103	Servitù occupazione temporanea

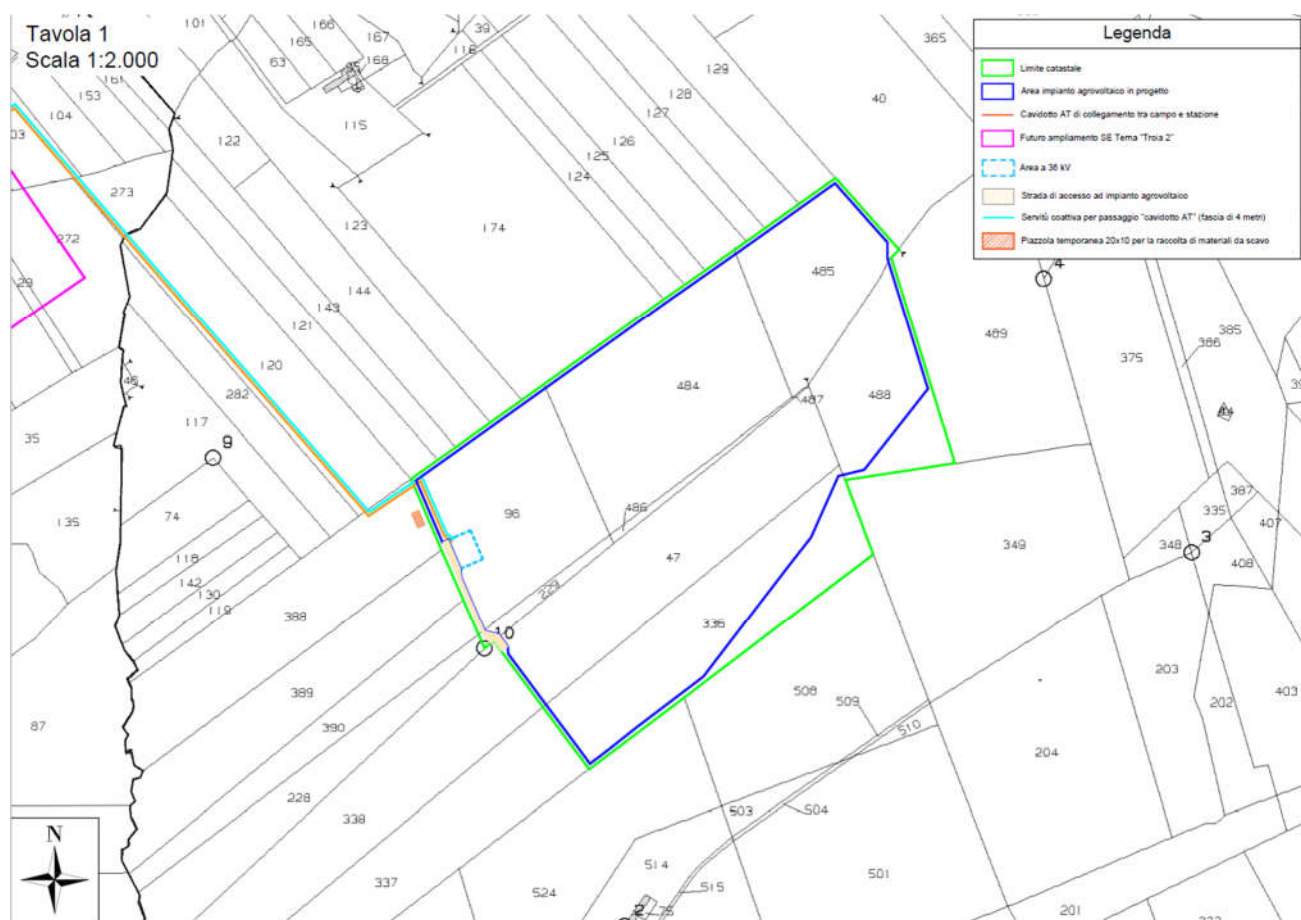


Figura 17: particellare di esproprio grafico area impianto e cavidotto

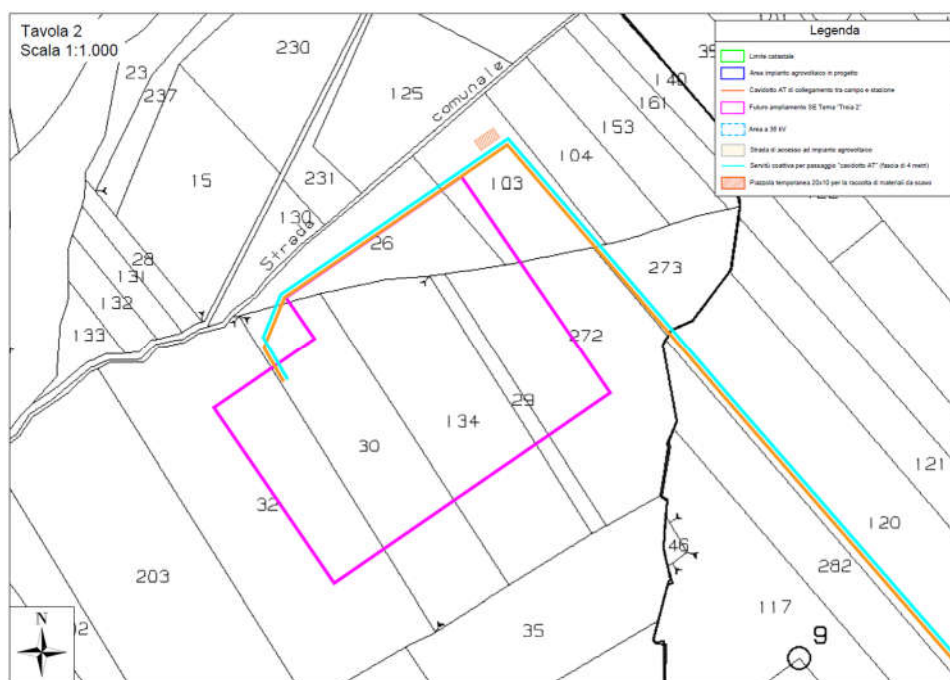


Figura 18: particellare di esproprio grafico area opere di connessione

3.7. Il paesaggio, l'ambiente ed i beni tutelati

In generale, l'impatto di un'opera sul contesto paesaggistico di un determinato territorio è legato a due ordini di fattori:

- **Fattori oggettivi:** caratteristiche tipologiche, dimensionali e cromatiche, numerosità delle opere, dislocazione sul territorio;
- **Fattori soggettivi:** percezione del valore paesaggistico di determinate visuali, prefigurazione e percezione dell'intrusione dell'opera.

La valutazione degli impatti visivi sul paesaggio, nasce dall'esigenza di analizzare come l'impianto agro-fotovoltaico si inserisca all'interno del contesto paesaggistico e come esso si relaziona con gli elementi in esso già presenti. La valutazione degli impatti cumulativi, in un dato contesto territoriale, nasce dall'esigenza di analizzare non il singolo impianto, ma come esso si relaziona ad altri impianti ivi presenti ed al suo territorio. La normativa nazionale ha inteso regolamentare la gestione di eventuali elevate concentrazioni di impianti in un dato contesto territoriale. In tale contesto infatti, occorre valutare la ricettività del territorio, vale a dire mediante opportuni parametri, l'analisi di alcune soglie di allerta che potrebbero condurre alla saturazione dell'area analizzata. L'analisi del contesto territoriale e della sua ricettività valuta tutte le matrici ambientali: aria, acqua e paesaggio.

Si verifica innanzitutto se esse sono compromesse o soggette a particolare vincolo, individuando dapprima le aree non idonee FER e successivamente gli altri impianti presenti nell'intorno. Di seguito lo studio proposto è basato su questa analisi, seguendo le linee guida ARPA in materia di impatti visivi e impatti visivi cumulativi, valutando dapprima mediante R.R. 24/2010 e D.G.R. 2122/2012 (WebGis del SITPuglia) le aree non idonee FER e, successivamente, gli impianti già presenti nell'area di valutazione ambientale.

I criteri di valutazione per analisi degli impatti cumulativi per il concorso di più impianti in uno stesso ambito territoriale, come da D.G.R. n. 2122 del 23 ottobre 2012 per:

- gli impianti in esercizio,
- gli impianti per cui è stata già rilasciata l'autorizzazione unica, ovvero si è conclusa una delle procedure abilitative semplificate previste dalla normativa vigente,
- gli impianti per cui i procedimenti detti siano ancora in corso

si fondano nel rispetto del Principio di Precauzione e sono stati adottati da ARPA Puglia nell'espressione delle proprie valutazioni tecniche, richieste dalla Regione Puglia e rese a norma dell'art.14 della L. 241/1990 e s.m.i.

I criteri proposti si ritengono idonei per evitare peggioramenti della qualità ambientale, tuttavia occorre tener presente che tale qualità possa essere già compromessa all'interno del contesto osservato.

La valutazione dell'impatto sul paesaggio è quindi complessa perché, a differenza di altre analisi, include una combinazione di giudizi sia soggettivi che oggettivi. Pertanto, è importante utilizzare un approccio strutturato, differenziando giudizi che implicano un grado di soggettività da quelli che sono normalmente più oggettivi e quantificabili.

Per il progetto del campo agrovoltaiico denominato Troia MOFFA, si è optato per un approccio oggettivo alla valutazione, determinando analiticamente e geometricamente l'intrusione visiva del progetto nel panorama locale con la realizzazione di **analisi di intervisibilità** da punti sensibili, da una verifica preliminare e una successiva di rilievo fotografico in loco e dai punti sensibili.

Questo tipo di approccio garantisce, al di là di ogni eventuale considerazione soggettiva, una quantificazione reale della percezione delle opere in progetto, in termini di superficie di orizzonte visuale occupata dalla sagoma dei pannelli, per un dato punto di osservazione.

L'elaborazione è stata effettuata attraverso l'utilizzo del QGIS ovvero, tramite il geocalgoritmo r.viewshed di GRASS GIS. per prima cosa, è stata individuata la zona di visibilità compresa nell'area sottesa dal buffer di 5 km dall'impianto in quanto permette di individuare all'interno un numero di punti di osservazione lungo le strade panoramiche o a elevato valore paesaggistico per un tratto di almeno 10 km. Nello specifico l'analisi è stata condotta con raggio di analisi di 5000 m e altezza dell'osservatore pari a 1.75 m. Sono stati individuati i punti lungo i principali itinerari visuali, e sui punti che rivestono un'importanza particolare dal punto di vista paesaggistico (beni tutelati ai sensi del D.lgs 42/2004, fulcri visivi naturali e antropici). L'analisi, eseguita ponendo l'osservatore su ciascun punto sensibile individuato (15 punti di osservazione), ha restituito una mappa di visibilità, che per una migliore visualizzazione è stata divisa in due mappe di visibilità.

Per ottenere le mappe di visibilità è stato utilizzato un DTM (Digital terrain Model) che restituisce informazioni relativamente alla quota del terreno e non permette di individuare ostacoli visivi presenti tra l'osservatore e il punto di osservazione. Pertanto l'analisi di visibilità è un'analisi teorica che deve necessariamente essere confrontata con lo stato dei luoghi.

Le mappe di visibilità riportano una macchia caratterizzata da diverse nuance di verde dalla più chiara alla più scura, che sono indicate in legenda. Ogni gradazione di verde rappresenta una maggiore o minore visibilità della zona dall'osservatore. I toni più scuri rappresentano i punti più visibili dall'observer points, i toni più chiari i punti meno visibili. Tutto ciò che non è coperto dalla mappa rappresenta la zona non visibile dai punti di osservazione. Gli osservatori posti ad una distanza molto grande dall'area di impianto, ad esempio, avranno una bassa percezione visiva dello stesso all'interno del paesaggio che è indicata nella mappa con una tonalità di verde più chiara.

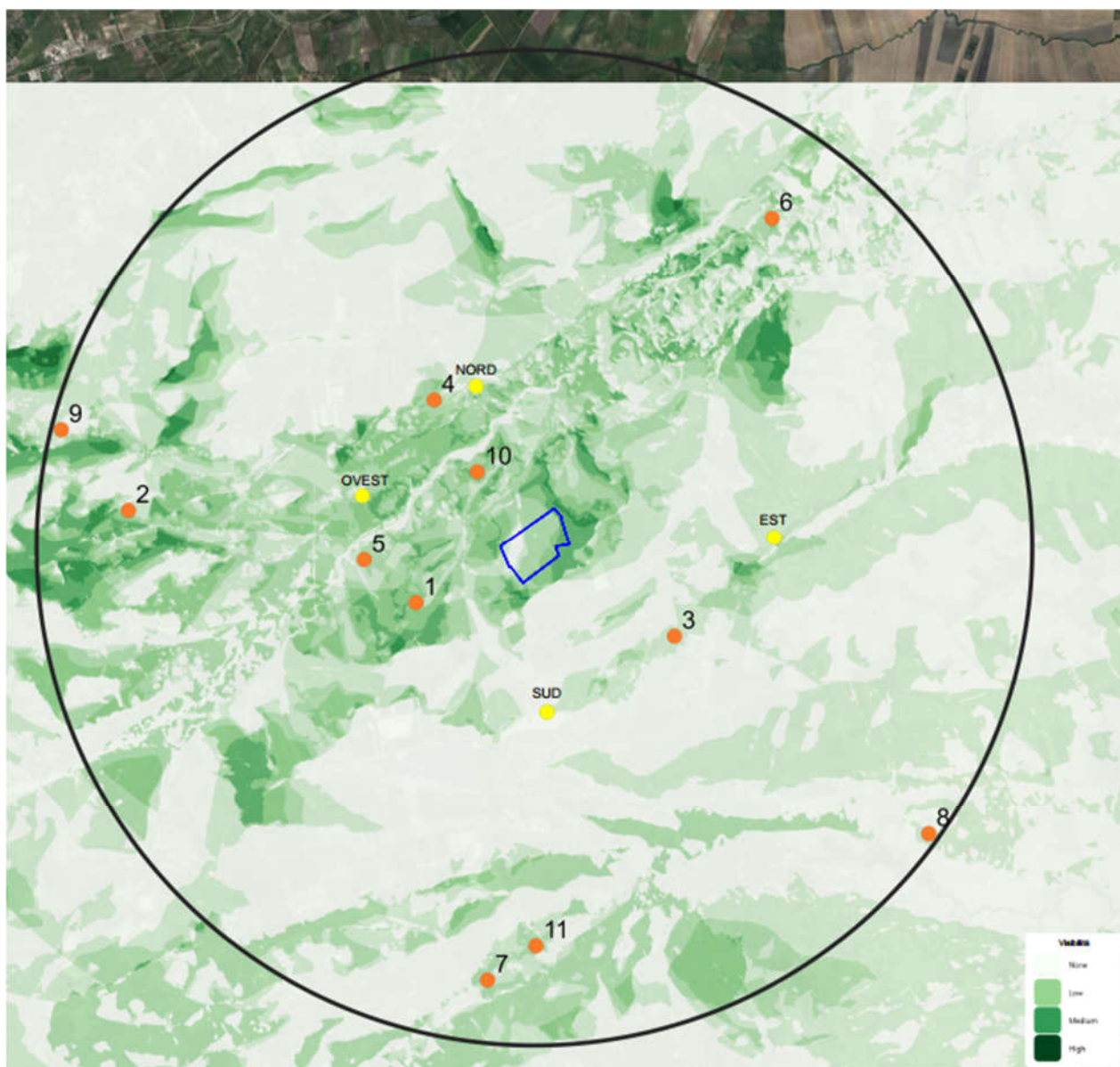


Figura 20: Punti sensibili nel Buffer 5 km dall'impianto "Troia Moffa" DTM

Si osserva che da una prima analisi dai punti cardinali l'impianto risulta visibile e parzialmente visibile rispettivamente da nord e da ovest. Per quanto riguarda i punti sensibili, l'impianto è visibile solo da due di essi, ovvero dalla viabilità e da un punto di interesse, entrambi posti a nord e sulla stessa retta di visibilità. Infine risulta essere poco visibile da un bene storico culturale posto a ovest. L'analisi si è conclusa con una ispezione sul campo da ciascun punto di osservazione, i prodotti fotografici sono visibili nell'immagine seguente.

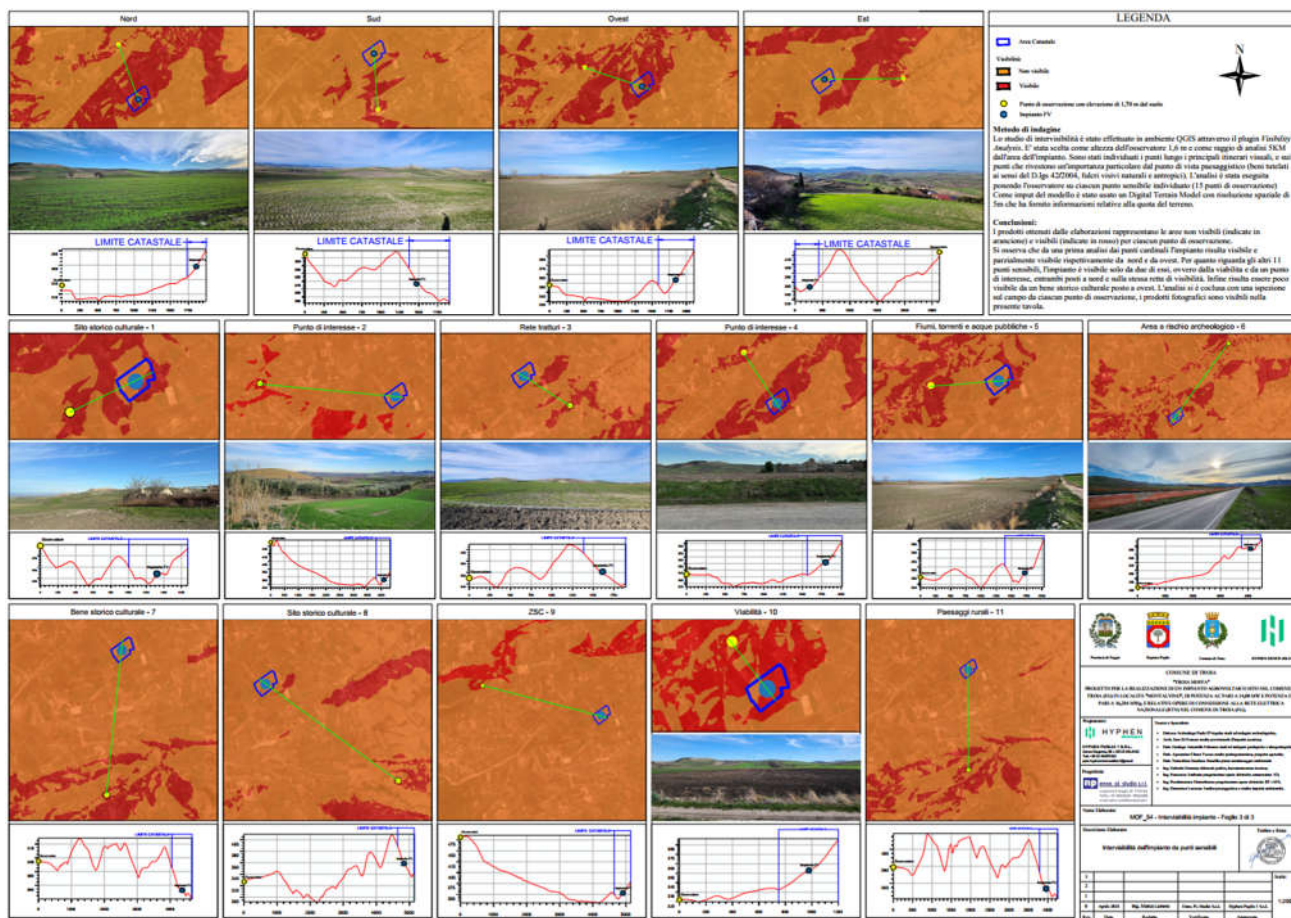


Figura 21: Sezioni ambientali da punti sensibili nel Buffer 5 km dall’impianto “Troia Moffa”

Dalle analisi dello studio emerge che l’area interessata dallo sviluppo dell’impianto agrovoltaico non impatti negativamente sulla componente visiva anche grazie alla presenza della geomorfologia del territorio. Dai punti sensibili di osservazione, la presenza del nuovo impianto e della stazione non andranno a produrre un impatto cumulativo visivo sul paesaggio. Inoltre grazie alla mitigazione visiva prevista in fase di esercizio, l’impianto risulterà completamente schermato. La scelta di progettare un impianto agrovoltaico inoltre consentirà di inserire l’impianto all’interno del paesaggio producendo un impatto ridotto sullo stesso e apportando dei benefici in campo ambientale ed economico in quanto sullo stesso terreno verrà prodotta energia pulita ma anche materie prime agricole.

Per ogni approfondimento si rimanda all’elaborato grafico denominato “MOF_56 - Intervisibilità impianto” ed alla relativa relazione specialistica denominata “MOF_32 - Relazione intervisibilità impianto”.

3.8. Approfondimenti sui campi elettromagnetici

Relativamente all'impatto da campi elettromagnetici sono state condotte indagini e misure finalizzate all'analisi dell'impatto ambientale e dei livelli di esposizione ai campi elettromagnetici generati dal realizzando impianto agrovoltaiico e delle relative opere ed infrastrutture connesse e necessarie per la realizzazione dell'impianto stesso, ossia le cabine di utenza e le cabine di raccolta con relativi raccordi a mezzo di cavidotti alla RTN c/o la Stazione elettrica di Troia.

Al fine di contestualizzare il nuovo insediamento impiantistico con relativi attraversamenti su suolo pubblico dei cavidotti, sono state effettuate misure di fondo per valutare l'eventuale presenza di sorgenti non note a priori che si aggiungerebbero come effetto a quelle previste da questa relazione per il progetto di impianto. Le stesse hanno interessato diversi punti posti in prossimità dei luoghi ove saranno realizzate le cabine e in punti di attraversamento dei cavidotti.

Le misure sono state eseguite con strumentazione certificata seguendo le modalità riportate nella Norma CEI 211-6 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana" e sue successive modifiche.

L'impatto prodotto dai campi elettrici e magnetici generati dalle cabine di trasformazione è limitato ad una ridotta superficie nell'intorno delle cabine stesse, che comunque rientra nella proprietà ove insistono gli impianti e non è accessibile al pubblico, mentre il campo magnetico prodotto dai cavi di consegna in MT e 30 kV si è abbattuto adottando come soluzione progettuale l'interramento dei principali cavidotti ed interrando i cavi di Media e Bassa Tensione a più di un metro. In particolare, per quanto riguarda i cavidotti interrati per l'allaccio dell'impianto alla rete elettrica nazionale che insistono prevalentemente su strada pubblica, i principali elementi che caratterizzano l'induzione magnetica sono la corrente di esercizio e la potenza trasportata che, così come dimostrato in relazione, non sono in grado di apportare effetti negativi all'ambiente circostante e alla salute pubblica.

Si può, quindi, concludere che, il costruendo impianto agrovoltaiico in oggetto e le opere annesse non producono effetti negativi sulle risorse ambientali e sulla salute pubblica nel rispetto degli standard di sicurezza e dei limiti prescritti dalle vigenti norme in materia di esposizione a campi elettromagnetici. Per ogni approfondimento si rimanda all'elaborato specifico e relativa relazione specialistica.

3.9. Approfondimenti sull'acustica

L'opera in oggetto, relativa alla realizzazione dell'impianto agrovoltaiico come sopra descritto, verrà

caratterizzata dal punto di vista di sorgente di rumore, a quello prodotto dalle apparecchiature all'interno delle varie cabine di conversione e trasformazione dell'energia elettrica presenti nell'area d'intervento.

Le sorgenti di rumore presenti all'interno di ciascuna cabina sono essenzialmente: il trasformatore e l'inverter.

Descrizione		Dati Acustici [dB(A)]	Orario previsto di funzionamento
n.4	Cabina Inverter + Trasformatore da 4200 kVA	$L_w = 76$ dB(A)	Secondo effemeridi solari -diurno- Continuo
n.1	Cabina di consegna	$L_{p1m} = 60$ dB(A) TRAFO $L_w = 78$ dB(A)	
n.4	n. 3 Container officina, manutenzione e deposito n. 1 Cabina Locale tecnico per servizi ausiliari (nessuna sorgente sonora di rilievo)	$L_{p1m} = 60$ dB(A)	
n.546 48 moduli n.58 24 moduli	Tracker monoassiali (movimento di rotazione max 20cm/h)	$L_{p1m} < 45$ dB(A)	
1	Cabina di trasformazione 30/36 kV	$L_w = 85$ dB(A)	

Per quanto riguarda il livello di pressione sonora prodotto dal trasformatore, si farà riferimento a valori riportati sulle comuni schede tecniche, così come quello prodotto dall'inverter, per i calcoli si farà riferimento ai valori ricavati da misurazioni o attraverso schede tecniche.

- Le sorgenti sonore che in fase Ante-Operam (prima dell'insediamento dell'opera) concorrono all'immissione acustica sui ricettori indicati sono generate dal livello di rumore residuo della zona, del quale attraverso un'indagine fonometrica è stato rilevato il valore.
- Le sorgenti sonore che in fase Cantierizzazione dell'Opera (durante la realizzazione dell'opera) concorrono all'immissione acustica sui ricettori di seguito indicati sono:
 - il livello di rumore residuo della zona;
 - le apparecchiature e i macchinari da utilizzare in cantiere secondo la contemporaneità di utilizzo dichiarata dalla committenza.
- Le sorgenti sonore che in fase Post-Operam (dopo dell'insediamento dell'opera) concorrono all'immissione acustica sui ricettori di seguito indicati sono:
 - il livello di rumore residuo della zona;
 - il livello di rumore generato dalle apparecchiature su descritte ubicate all'interno di ciascuna cabina di conversione e trasformazione dell'energia elettrica.

L'area su cui insistono le sorgenti dell'impianto in progetto rientra completamente nel comune di Troia (FG) e ricade, ai sensi del vigente strumento urbanistico comunale (PUG approvato definitivamente con DCC n. 32 del 18/09/2006), in Zona per agricola sperimentale, quindi ai sensi dell'art.6 del d.p.c.m. del 01/03/1991 ricadono in zona acustica "Tutto il territorio nazionale"; un breve tratto del cavidotto ricade in Zona a prevalente vocazione zootecnica, anch'essa rientrante in zona acustica "Tutto il territorio nazionale".

Nello studio preliminare mirato all'individuazione di possibili ricettori è stato eseguito uno screening considerando un'area di influenza rappresentata da cerchi di raggio di 500 m con centro fissato in corrispondenza di ciascuna sorgente: al termine di tale indagine non sono stati individuati ricettori stabili di calcolo dell'immissione acustica.



Figura 22: Zonizzazione territoriale comunale PUG di Troia con individuazione dell'area di intervento

Per ogni approfondimento si rimanda all'elaborato specifico e relativa relazione specialistica.

3.10. Approfondimenti sull'archeologia

L'indagine archeologica preventiva finalizzata alla comprensione degli elementi storico archeologici propri del territorio in esame, è stata condotta dalla Dott.ssa Paola D'Angela.

Il lavoro redatto ha riportato la sintesi delle attività condotte per lo studio di Valutazione di Impatto Archeologico conforme ai criteri richiesti dall'ICCD e della Soprintendenza competente e secondo la legislazione vigente in materia di Archeologia Preventiva.

Attraverso le indagini svolte si è voluto valutare il grado di potenziale archeologico dell'area d'intervento e di rischio del progetto.

Come discriminare areale per la raccolta dei dati è stato individuato il comparto territoriale di insieme estendendo il buffer di indagine ai limiti comunali. Questo ha permesso di delineare un quadro sintetico ma completo dello sviluppo culturale dell'area in esame e di stabilire la sensibilità archeologica della stessa.

L'articolazione dello studio, che rispecchia la sequenza delle attività operative svolte, può essere così schematizzata:

- ✓ ricerca bibliografica e d'archivio che consiste nel reperimento dei dati relativi ai rinvenimenti archeologici editi e inediti nella letteratura specializzata, negli archivi delle Soprintendenze, presso i gruppi archeologici e le associazioni culturali locali;
- ✓ ricerca degli strumenti generali che consiste nella consultazione della documentazione relativa al terreno con riferimento agli aspetti geologici, pedologici, idrografici e nell'analisi aerofotografica, finalizzata ad individuare anomalie di tipo antropico o naturale significative per la ricostruzione geomorfologica e antropica del territorio;
- ✓ realizzazione di una sintesi storico-topografica relativa al territorio in esame, corredata dall'elencazione dei siti (dove esistenti) in cui sono presenti evidenze archeologiche note e già documentate;
- ✓ individuazione del potenziale di impatto archeologico che consiste nel definire la vocazione al popolamento dell'area, con l'obiettivo di delimitare le fasce a rischio archeologico che possono, anche solo in via indiretta, interferire con il progetto.

Prima di effettuare le ricerche di superficie sono state esaminate alcune fotografie satellitari relative al comparto territoriale in esame. La fotointerpretazione, infatti, risulta utile per l'individuazione di elementi archeologici in situ (strutture murarie, fossati, ecc.), ben visibili dall'alto e spesso evidenziati da particolari effetti cromatici del terreno o da una discontinuità nella crescita della vegetazione.

La strategia di ricognizione sul campo è stata impostata tenendo presente le dimensioni complessive dell'area, la localizzazione delle strutture, la tipologia di intervento in progetto e il conseguente effettivo rischio di distruzione di eventuali elementi di interesse archeologico, le caratteristiche geomorfologiche, pedologiche e antropiche dell'area.

Sono state così delimitate le Unità di Ricognizione, la cui denominazione corrisponde alle opere stradali di nuova realizzazione, il cui perimetro e la cui estensione sono stati stabiliti basandosi sulla localizzazione degli interventi, sulla presenza di caratteristiche del paesaggio da utilizzare come elementi di delimitazione fisica e sulla necessità di indagare un'area sufficientemente vasta.

Ciascuna Unità è stata perlustrata a seconda delle effettive possibilità di percorribilità del terreno e alle condizioni di visibilità.

La procedura utilizzata durante la ricognizione di superficie, qualora dal terreno emerga dato archeologico, è di seguito esposta: il materiale individuato sul campo non viene rimosso ma documentato fotograficamente in situ; si procede con la valutazione quantitativa relativa alla presenza di frammenti fittili sul terreno, definita in base al calcolo della densità di frammenti ceramici per metro quadrato, classificando la concentrazione del materiale in superficie in sporadica (>5 fr./10mq), densità bassa (1-5fr./mq), densità media (5-10 fr./mq), densità alta (< di 10 fr./mq).

L'area è dotata di una fitta rete idrografica ben definita (compresa tra il torrente Celone a N ed il torrente Torremagna a S) costituita da corsi d'acqua a regime prevalentemente torrentizio e le portate assumono un valore significativo solo a seguito di precipitazioni particolarmente abbondanti e prolungate nel tempo.

Inoltre, la lettura dell'uso e sfruttamento del suolo ha riscontrato terreni interessati da superficie agricola per l'intera area da progetto. I dati riportati sul Piano Paesaggistico Territoriale (P.P.T.R.) approvato dalla Regione Puglia, al fine di verificare la presenza di vincoli e/o segnalazioni, non hanno riscontrato alcun dato a distanza inferiore i 1.2 km: è segnalato il percorso del Regio Tratturello 'Foggia-Camporeale' a S ed il sito 'casina Marchese'.

Gli studi condotti per l'analisi insediativa del territorio in questione attraverso una capillare indagine ricognitiva e documentaria hanno permesso una lettura del paesaggio per un ampio periodo cronologico (dalla preistoria al medioevo).

I dati acquisiti rinviano ad evidenze e/o segnalazioni che sono distribuite nel territorio e riferibili ad un'occupazione databile principalmente al neolitico, all'età romana e tardo antica: a ca. 200 m ad E si riscontra il sito in località Montalvino riferibili ad un villaggio neolitico (cfr. Carta delle evidenze archeologiche note, n. 5); ad O, invece, sono documentati i siti di mass. Goffredo, Caserotte, casina

Marchese e San Domenico (cfr. Carta delle evidenze archeologiche note, nn. 6-7, 3-4) ed ad E il sito di Piano delle Mandorle (cfr. Carta delle evidenze archeologiche note, n. 8).

Relativamente alla viabilità antica, la consultazione bibliografica ha evidenziato l'esistenza sul territorio di una fitta rete viaria databile a vari periodi di frequentazione ed in parte in uso sino al medioevo e con riscontro di continuità sino ad oggi ricalcando sedi stradali attuali: segue un orientamento NE-SO la via Traiana (a ca. 1.2 km a S) ad essa si aggiunge una rete di viabilità secondaria, proposta da G. Alvisi sulla base di studi aerofotointerpretativi, che segna l'area circostante (cfr. Carta delle evidenze archeologiche note, A). Relativamente alla viabilità tratturale, il Regio tratturello Foggia-Camporeale segna in parte lo stesso percorso della via Traiana (cfr. Carta delle evidenze archeologiche note, B).

La lettura delle foto aeree consente di valutare e riconoscere nel territorio in questione una condizione quasi inalterata nel corso del tempo ed esclusivamente legata allo sfruttamento del suolo ad uso prevalentemente agricolo ed una alterata condizione del terreno dettata dallo sfruttamento dell'area per l'insediarsi di parchi eolici. Le condizioni di visibilità riscontrate durante le attività di sopralluogo e di ricognizione topografica hanno consentito una valutazione abbastanza dettagliata dell'area in questione: generalmente buone, pertanto campi leggibili in superficie (cfr. Carta delle evidenze archeologiche a terra e della visibilità).

Sulla base di quanto esposto è possibile formulare le seguenti considerazioni conclusive: l'area strettamente interessata dal progetto non rileva alcun dato di natura archeologica; quanto di noto riscontrato (villaggio neolitico) è documentabile a distanza di ca. 200 m (loc. Montalvino). Pertanto, dall'analisi dei dati emerge un grado di potenziale e rischio archeologico 'basso' per l'intera area prevista da progetto, fatta eccezione per una porzione di territorio in corrispondenza del versante sud est a cui è ascrivibile un potenziale e rischio archeologico 'medio' (Carta del potenziale e rischio archeologico, n. 5).

Per ogni approfondimento si rimanda all'elaborato specifico e relativa relazione specialistica

4. SOLUZIONI DI PROGETTO E CARATTERISTICHE TECNICHE

4.1. Schede identificative dell'impianto

Impianto Fotovoltaico TROIA MOFFA	
Comune	TROIA (FG)
Identificativi Catastali	Impianto: Foglio 7, Particelle 484,485,486,487,488,336,47,96,229
Coordinate geografiche impianto	latitudine: 41° 21' 30.03" N, longitudine: 15° 16' 23.31" E
Potenza Modulo PV	590 W
n° moduli PV	27.600 moduli
Potenza in DC Potenza in AC	16,284 MW 14 MW
Tipologia strutture	Inseguitori mono assiali "tracker" con strutture infisse al suolo
Lunghezza cavidotto di connessione	1.200 m (AT 36kV)
Punto di connessione	Futura Ampliamento SE Terna "Troia"
SCHEDA SINTETICA - IMPIANTO	
Superficie totale impianto agrovoltaico [ha]	27,2213
Superficie captante [ha]	7,1296

Grado di utilizzazione della superficie:	
<i>Sup. captante /Sup. totale dell'impianto</i>	26,1 %
Percorso del cavidotto - lunghezza e Cartografia del percorso [m]	1.200 Per le cartografie si faccia riferimento all'elaborato MOF_58 - Particolari cavidotti e risoluzioni interferenze
Numero e tipologia inverter e trasformatori e cabinati	4 MV power station 1 cabina di raccolta 1 cabina per servizi ausiliari/locali tecnici 3 cabine deposito/attrezzi
Disponibilità punto di consegna Sì/No <i>Inserire dettagli ed estremi domanda di connessione</i>	Sì (Soluzione Tecnica Minima Generale" n. CP 202202419 del 07.12.2022)
Area recintata e tipologia di recinzione Sì/No <i>Indicare la tipologia</i>	Sì Recinzione in rete metallica a maglia larga, sostenuta da pali in acciaio zincato infissi nel terreno. L'altezza complessiva della recinzione che si realizzerà sarà complessivamente di 2.10 m. È previsto un distacco continuo di 20 cm da suolo per passaggio piccola e media fauna.
Tipologia del trattamento del terreno dell'area coperta dai pannelli <i>Indicare la tipologia</i>	Coltivazione di piante officinali quali origano e lavanda distribuite in fasce interfilari di 5,30 metri tra le file di tracker. Messa a dimora di prato stabile o permanente "monofita" con leguminosa autoriseminante, posizionato nell'area sottostante ai tracker e nelle ulteriori aree libere dell'impianto (Superficie interna area impianto)
Tipologia delle fondazioni della struttura moduli a tracker	Tracker con pali battuti in acciaio direttamente infissi nel terreno
Infissione diretta del supporto pannelli Sì/No	Sì

Tipologia di supporto moduli <i>Indicare la tipologia</i>	Struttura a telaio in acciaio zincato
Altezza da terra dei moduli [cm]	Altezza minima: 60 cm Altezza massima: 420 cm
Sistema di lavaggio pannelli Sì/No <i>Indicare la tipologia</i>	Sono previsti dei lavaggi periodici della superficie captante dei moduli fotovoltaici. Per il lavaggio dei moduli non è previsto l'uso di sostanze e prodotti chimici.
Tipologia di sorveglianza dell'impianto <i>Indicare la tipologia</i>	Sistema di protezione tramite videosorveglianza attiva. Il sistema di videosorveglianza provvederà a monitorare, acquisire e rilevare anomalie e allarmi, utilizzando soluzioni intelligenti di video analisi, in grado di rilevare tentativi d'intrusione e furto analizzando in tempo reale le immagini.
Conformità dell'impianto di illuminazione emergenza	Sono state previste delle lampade con fascio direzionato che si attivano solo in caso di presenza di intrusi all'interno dell'area dell'impianto fotovoltaico. Si può quindi affermare che non vi sarà illuminazione dell'area se non in caso di emergenza.
Procedure gestionali di pulizia e manutenzione <i>Breve descrizione</i>	Le operazioni di pulizia dei moduli fotovoltaici avverranno tramite lavaggi periodici della superficie captante dei moduli stessi, senza l'uso di sostanze e prodotti chimici. Le procedure di manutenzione, invece, riguarderanno: - la componentistica elettrica attraverso manutenzioni periodiche effettuate da personale specializzato e competente

- la vegetazione per la compensazione ambientale e mitigazione visiva che sarà mantenuta attraverso l'utilizzo di tagliaerba e gestione delle coltivazioni come da piano agricolo. In nessun caso saranno utilizzati diserbanti o altri prodotti chimici atti a ridurre o eliminare la presenza di vegetazione spontanea sul campo.

Titolo che abiliti il proponente alla realizzazione dell'impianto: es. copia dell'atto di proprietà; del contratto d'affitto; della convenzione o benestare o parere preliminare o autorizzazione all'installazione rilasciata dal proprietario del sito stesso (Amministrazione Comunale, Consorzio d'Area di Sviluppo Industriale, privato)

Contratti di Diritto di Superficie e di acquisto

SCHEDA SINTETICA – MODULI PV

Potenza di picco o nominale [MWp]	16,284 MW (in DC)
Producibilità annua [MWh]	24.29 GWh/anno
Tipologia impianto	Impianto fotovoltaico su tracker monoassiale
Materiale celle	144 celle in silicio monocristallino
Dimensioni moduli	2278 x 1134 x 30mm
Numero moduli	27.600

SCHEDA SINTETICA – SUOLO

Dati catastali area di impianto	Comune di Troia (FG)
--	----------------------

	Impianto: Foglio 7, Particelle 484,485,486,487,488,336,47,96,229 Superficie catastale totale impianto: 27,2213 Ha Superficie area cintata: 24,2 ha
Tipizzazione urbanistica	Zona Agricola E
Rapporto MW/ettari installato	0,59 MW/ha
Presenza di Studio pedologico del sito	Cfr Relazione pedoagronomica
Grado di qualità agronomica (irriguo/non irriguo ecc.)	Seminativo non irriguo
Presenza di aree agricole di pregio (DOC, DOP ecc.)	Non presenti
Mantenimento attività agricola/pascolo Sì/No	Sì. Mantenimento attività agricola attraverso coltivazione di piante officinali, prato permanente monofita, uliveto intensivo FS17

SCHEDA SINTETICA – VEGETAZIONE

Uso attuale del suolo	La superficie interessata dal progetto attualmente è a seminativo
Espianto di frutteti, oliveti, vigneti tradizionali, ecc.	No
Sottrazione e perdita diretta di habitat	No, ma incremento grazie alla creazione di corridoi ecologici e con mitigazioni, installazione di arnie per api e messa a dimora di essenze mellifere, stalli per volatili e sassaie per protezione rettili ed anfibi.
Perdita di esemplari di specie di flora minacciata, contenuta in Liste Rosse	No, ma incremento grazie alla creazione di corridoi ecologici e nuova biodiversità a mezzo delle mitigazioni previste.

4.2. Progetto “Agrovoltaico”

L'opera in esame, come già anticipato, è stata concepita non come un impianto fotovoltaico di vecchia generazione, ma come un impianto **agrovoltaico**. Infatti la configurazione di progetto prevede l'integrazione tra la produzione di energia elettrica e la produzione agricola alimentare, attraverso la quale sarà assicurata la coltivazione del terreno agrario libero tra le file dei tracker, negli spazi liberi interni ed esterni all'area di progetto, e nell'area sottostante ai tracker, valorizzando il potenziale produttivo dei due sistemi, quello della produzione elettrica e quello della produttività agricola.

Il progetto agricolo prevede, in consociazione con il prato permanente, la messa a coltura di piante officinali quali origano e lavanda distribuite in fasce interfilari di larghezza pari a 5,30 metri. Alla coltivazione di piante officinali saranno dedicate due diverse superfici, una di ettari 9,17 circa e l'altra di ettari 0,56 circa, per un totale di circa 9,74 ettari. La prima superficie, quella di ettari 9,17, corrisponde all'area interna alla recinzione impianto, e più precisamente sarà la superficie interfilare (tra i tracker) con fasce di larghezza pari a 5,30 metri. La seconda superficie, quella di circa 0,59 ettari, sarà posizionata esternamente all'area recintata dell'impianto. Tale superficie esterna, attraverso l'installazione di adeguati sistemi di monitoraggio, avrà anche il compito di restituire informazioni utili a comparare la coltivazione delle stesse essenze condotte nelle due differenti aree d'impianto, quella interfilare all'impianto agrovoltaico e quella condotta in campo aperto.

La lavanda è una pianta eliofila, una buona irradiazione solare favorisce, infatti, la resa in olio essenziale, inoltre resiste bene al freddo (sino a -20°C) in riposo vegetativo e al secco, sensibile alle gelate tardive. L'origano ha limitate esigenze in elementi nutritivi, la pianta di adatta bene anche a terreni tendenzialmente argillosi e ricchi di calcare e si presta per sfruttare condizioni di acclività o marginalità in generale, fornendo anzi un'ottima risorsa per contrastare l'erosione del terreno.

Oltre alle piante officinali, si prevede per una superficie di circa 12,70 ettari, la messa a dimora di prato stabile o, meglio, prato permanente “monofita” con leguminosa autoriseminante. La specie scelta è il *Trifolium subterraneum*. L'impiego di specie autoriseminanti, per la costituzione di nuovi prati, appare una soluzione razionale ed efficace in grado di aumentare e migliorare le disponibilità foraggere per gli animali e l'efficacia dei sistemi aziendali in ambiente mediterraneo. Tali specie infatti sono in grado di assolvere molteplici funzioni, quali: il miglioramento delle caratteristiche fisiche e chimiche del suolo, l'incremento, conservazione e riciclo degli elementi nutritivi, il controllo di patogeni, insetti e delle erbe infestanti ed il miglioramento del paesaggio. Pertanto, la messa in coltura di prato stabile permanente di leguminosa, nel contesto nel quale si opera, oltre a quello produttivo, ha l'obiettivo di protezione/stabilità del suolo e miglioramento della fertilità del terreno.

La messa a dimora del prato permanente “monofita” sarà effettuata al di sotto delle strutture tracker tranne, per motivi di sicurezza, nella fascia centrale di 50 centimetri (25 cm per lato) in corrispondenza del palo di infissione dei tracker. Il prato permanente sarà messo a dimora anche nelle aree libere dell’impianto, aree adiacenti alla viabilità di servizio, aree adiacenti ai reticoli superficiali presenti, aree libere tra la recinzione e le strutture tracker.

Riguardo la superficie del prato permanente “monofita”, pari a 12,70 ettari totali, si precisa che di questa superficie, soltanto 8,11 ettari saranno considerati superficie agricola produttiva (SAU). Infatti come da indicazione della vigente normativa PAS CEI 82-93, la superficie agricola sottostante i moduli, non può essere considerata totalmente come superficie produttiva, bensì può essere considerata superficie ai fini produttivi soltanto la fascia sottostante ai moduli, quando gli stessi sono posti nella posizione di massima inclinazione, fascia che nel progetto in questione corrisponde ad una larghezza di 70 centimetri per lato.

Come si può evincere dall’immagine estratta dalla normativa sopra citata, la fascia sottostante ai moduli che può essere considerata agricola produttiva, viene fuori dalla differenza tra la superficie S_{PV} e la superficie S_N , fascia di larghezza variabile a seconda dei moduli utilizzati e della massima inclinazione che raggiunge la struttura scelta in progetto.

ST 2 – moduli su strutture a inseguimento solare

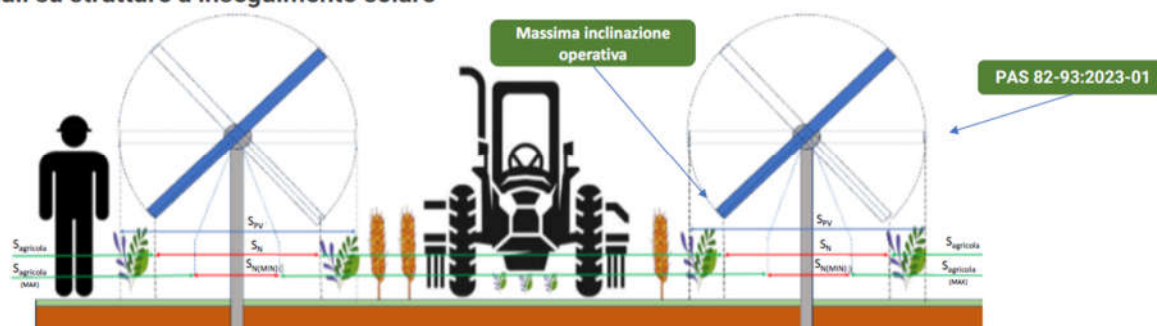


Figura 23: immagine sezione estratta da normativa PAS CEI 82-93

A seguire si può osservare la sezione tipo del progetto agrovoltaico “Troia Moffa”, nella quale la fascia considerata produttiva ai fini della coltivazione, ha una larghezza totale pari a 6,70 metri, che è composta dalla fascia interfilare coltivata a piante officinali della larghezza di quasi 5,30 metri, e dalla fascia sottostante ai moduli di larghezza pari a 70 centimetri per ogni lato al di sotto dei tracker.

SUPERFICIE AGRICOLA TOTALE DI PROGETTO - lavanda, origano, ulivo intensivo e prato permanente "monofita"	ettari	24,6498	90,55	%
SUPERFICIE AGRICOLA PRODUTTIVA ai fini del "Requisito A1" - lavanda, origano, ulivo intensivo e prato permanente "monofita" (in parte)	ettari	20,0644	73,71	%

Dalla tabella che segue si possono verificare i dati tecnici del progetto "Troia Moffa", dati relativi alle due componenti, quella tecnologica fotovoltaica e quella agricola, soluzioni che si integrano nel rispetto dei requisiti ministeriali, permettendo di sviluppare il potenziale delle due tecnologie.

Dati tecnici generali Progetto "Troia Moffa"	
Progetto Tecnologico	Progetto Agricolo
<p>Superficie totale area di progetto = 272213 mq</p> <p>Superficie recintata impianto = 242096 mq</p> <p>Superficie viabilità impianto "MacAdam" = 7615 mq</p> <p>Superficie captante moduli FV = 71297 mq</p> <p>Superficie proiezione al suolo tracker = 77106 mq</p> <p>Superf. tot. cabine powerstation, magazzini deposito = 169 mq</p> <p>Area trasformazione a 36 kV = 1240 mq</p> <p>Superficie drenante area di progetto = 270804 mq</p> <p>Fasce di terreno non utilizzate (sottese ai tracker) = 8136 mq</p> <p>Numero di cancelli di accesso alle aree = n. 3</p> <p>Sottocampi = 4 sottocampi</p> <p>N.ro cabine di campo (inverter/trasformatori) = 4</p> <p>N.ro pali video illuminaz./videosorveglianza = n. 39</p> <p>Numero complessivo moduli = 27600</p> <p>Potenza totale: 27600 moduli x 590W = 16,284 MW</p>	<p>Superficie agricola totale da progetto = 246498 mq</p> <p>Superficie agricola produttiva esterna a recinzione = 27747 mq</p> <p>Superficie agricola produttiva interna a recinzione = 172897 mq</p> <p>Superficie agricola non produttiva interna a recinzione (sottesa ai tracker) = 45854 mq</p> <p>Superficie agricola produttiva esterna a recinzione:</p> <ul style="list-style-type: none"> realizzazione di mitigazione perimetrale con messa a dimora di nuovo impianto di ulivo intensivo varietà Favolosa "FS17" = 22052 mq area dedicata alla coltivazione di piante officinali quali origano e lavanda posizionate all'esterno dell'area recintata dell'impianto = 5695 mq <p>Superficie agricola produttiva interna a recinzione:</p> <ul style="list-style-type: none"> superficie produttiva dedicata alla coltivazione di piante officinali quali origano e lavanda distribuite in fasce interfilari di 5,30 metri = 91737 mq superficie produttiva coltivata a prato permanente "monofita" con leguminosa autoriseminante = 81160 mq <p>Superficie di terreno non utilizzata (area del reticolo)</p> <ul style="list-style-type: none"> superficie non utilizzata interna alla recinzione: 7809 mq superficie non utilizzata esterna alla recinzione: 746 mq

$$LAOR = \frac{\text{Superficie dei moduli}}{\text{Superficie totale di progetto}} \times 100 = \frac{71.297}{272.213} \times 100 = \mathbf{26,19\%} < 40\%$$

$$\frac{\text{Superficie Agricola produttiva}}{\text{Superficie totale di progetto}} \times 100 = \frac{200.644}{272.213} \times 100 = \mathbf{73,71\%} > 70\%$$

In questa maniera, fotovoltaico e agricoltura coesisteranno all'interno della superficie di interesse del progetto, con vantaggi reciproci in termini di efficienza complessiva per l'utilizzo dell'area di impianto: a questa conclusione è giunto anche il Fraunhofer ISE, l'istituto tedesco specializzato nelle ricerche per l'energia solare.

A seguire si riporta disegno di Layout del progetto agrovoltaico "Troia Moffa", con legenda esplicitiva delle opere tecnologiche ed agricole considerate in fase di progettazione.

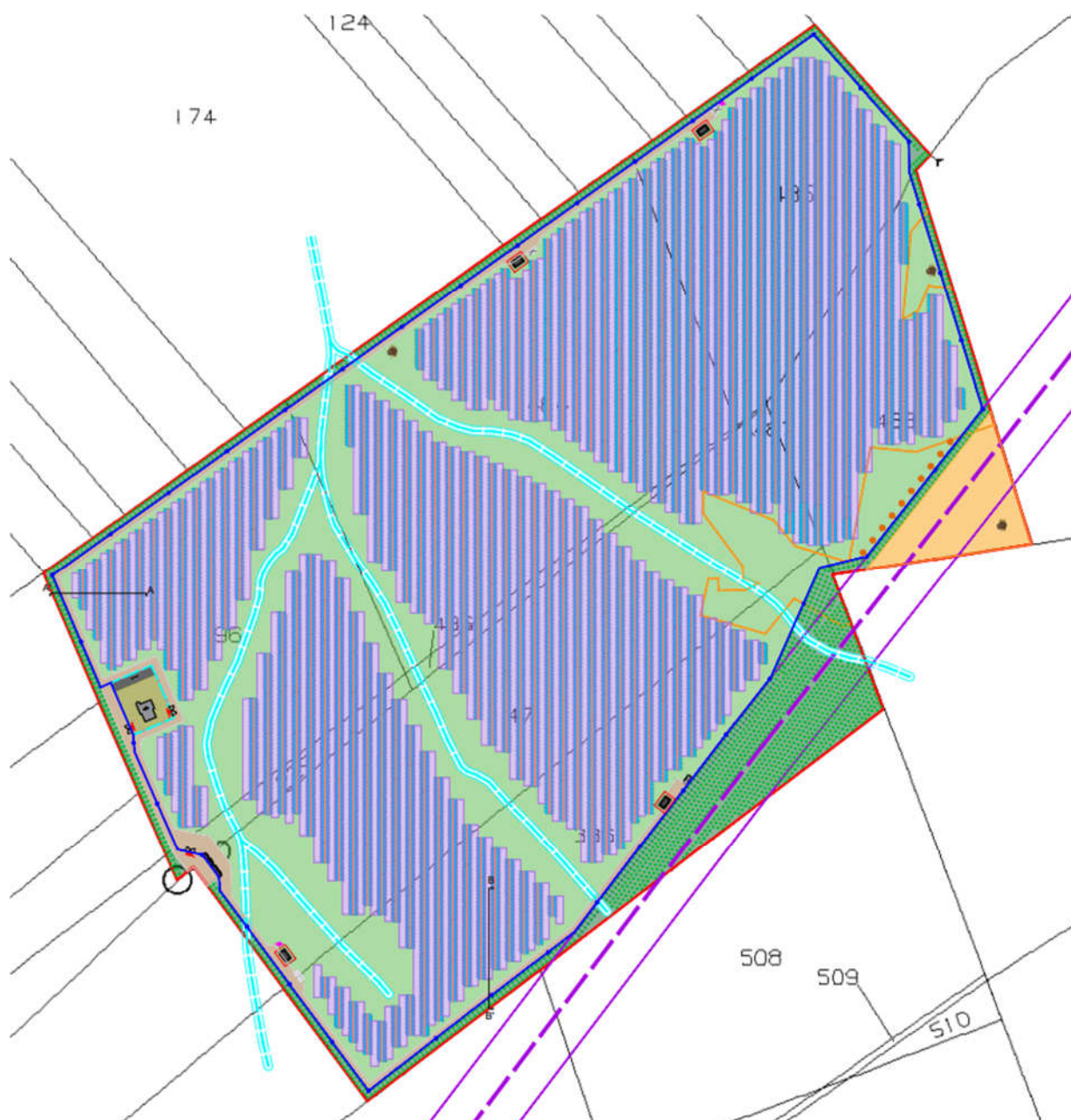
























Figura 25: Layout di progetto impianto agrovoltaico "Troia Moffa"

LEGENDA			
	Perimetro catastale		Area con prato permanente
	Recinzione impianto agrovoltaico		Area con fasce interfilari di origano e lavanda
	Fascia di rispetto linea AT		Fasce non utilizzate sottese ai tracker
	Aree non idonee (versanti)		Area a coltivazione di origano e lavanda posizionata all'esterno dell'area impianto
	Area a 36 kV		Area di mitigazione perimetrale con ulivo
	Viabilità di progetto		
	Pali di illuminazione		
	Stazione monitoraggio		
	Sassaie per protezione rettili e anfibi		
	Apiario stanziale costituito da 50 famiglie		
	Reticolo idrografico		
	Cabina di trasformazione e inverter		
	Magazzino/Officina		
	Cabina di raccolta		
	Locale tecnico		
	Tracker Soltec monoassiale 2x12 e 2x24 con doppio modulo bifacciale Jinko Solar da 590 W		
	Cancello di ingresso		

Il progetto sarà condotto in asciutta (aridocoltura) con l'ulteriore vantaggio di salvaguardare la risorsa idrica. Sono previste irrigazioni di emergenza o di soccorso, negli eventuali periodi di maggiore siccità, nei quali con apposite autobotti, si provvederà ad effettuare innaffiature alle coltivazioni in campo.

Si fa presente che la situazione reale dell'area interessata dal progetto, non presenta alcuna tipologia di coltivazioni o di produzioni di pregio. Le scelte colturali sono state studiate per una reale sostenibilità e coesistenza di produzione energetica e produzione agricola, per una corretta gestione del fabbisogno idrico nonché per scongiurare il possibile rischio di eventuali incendi che un seminato a grano potrebbe arrecare all'impianto.

A seguire una valutazione economica della componente agricola del progetto "Troia Moffa".

COMPUTO METRICO PROGETTO AGRONOMICO							
PRATO PERENNE							
id	CODICE	DESCRIZIONE	QUANTITÀ	UNITÀ DI MISURA	SUPERFICIE	PREZZO UNITARIO	PREZZO TOTALE
1	Da Preventivo	Aratura del terreno in collina eseguito con mezzi meccanici fino alla profondità di: 30 cm	1	ha	12,7	250,00 €	3.175,00 €
2	Da Preventivo	Affinamento del letto di semina attraverso lavorazione del terreno effettuata con opportuno mezzo meccanico eseguita a qualsiasi profondità: ad una passata	1	ha	12,7	110,00 €	1.397,00 €
3	Da Preventivo	Semina eseguita con apposito mezzo meccanico e spandiconcime centrifugo: trasporto miscelazione e distribuzione	1	ha	12,7	350,00 €	4.445,00 €
4	Da Preventivo	Letame	20	mc	12,7	5,00 €	1.270,00 €
5	Da Preventivo	Manodopera Operaio livello "c" (ex qualificato super) CCNL FLOROVIVAISTI	5	ore	12,7	17,41 €	1.105,54 €
6	Da Preventivo	Sistema di Monitoraggio Agricoltura 4.0	1	cad.	-	20.000,00 €	20.000,00 €
TOTALE PRATO PERMANENTE							31.392,54 €
OLIVO							
7	Da Preventivo	Lavorazione del terreno per successivo rimboschimento mediante scasso andante alla profondità di cm.120, da eseguire impiegando idonei mezzi meccanici, comprensivo della lavorazione di amminutamento e affinamento del terreno.	1	ha	2,2	2.252,46 €	4.955,41 €
8	Da Preventivo	Fornitura di piante di olivo da olio , innestate o autoradicate, in contenitore: di categoria CAC (Conformità agricola comunitaria)	3025	UN.	2,2	6,00 €	18.150,00 €
9	Da Preventivo	Letame	30	mc	2,2	5,00 €	330,00 €
10	Da Preventivo	Fornitura e posa struttura	1	ha	2,2	3.000,00 €	6.600,00 €
11	Da Preventivo	Manodopera Operaio livello "c" (ex qualificato super) CCNL FLOROVIVAISTI	65	ha	2,2	17,41 €	2.489,63 €
12	TOTALE OLIVO						32.525,04 €
ORIGANO e LAVANDA							
13	Da Preventivo	Aratura del terreno in collina eseguito con mezzi meccanici fino alla profondità di: 30 cm	1	ha	9,74	250,00 €	2.435,00 €
14	Da Preventivo	Affinamento del letto di semina attraverso lavorazione del terreno effettuata con opportuno mezzo meccanico eseguita a qualsiasi profondità: ad una passata	1	ha	9,74	110,00 €	1.071,40 €
15	Da Preventivo	Talee lavanda	10416	UN.	4,6	0,50 €	23.956,80 €
16	Da Preventivo	Talee origano	16666	UN.	4,6	0,50 €	38.331,80 €
17	Da Preventivo	Letame	25	mc	9,2	5,00 €	1.150,00 €
18	Da Preventivo	Manodopera	300	ore	9,2	17,41 €	48.051,60 €
TOTALE ORIGANO							114.996,60 €
APIARIO							
19	Da Preventivo	Nuclci	50	UN		150,00 €	7.500,00 €
20	Da Preventivo	Manodopera					3.000,00 €
21	Da Preventivo	Alimento					300,00 €
22	Da Preventivo	Antiparassitari e medicinali					300,00 €
23	Da Preventivo	Materiale per confezionamento					1.200,00 €
24	Da Preventivo	Spese per trasporto e spostamenti					600,00 €
TOTALE APIARIO							12.900,00 €
TOTALE PROGETTO AGRONOMICO							191.814,18 €

4.3. Descrizione generale impianto

Al fine di massimizzare la produzione di energia annuale, compatibilmente con le aree a disposizione, si è adottato come criterio di scelta prioritario quello di suddividere l'impianto in 4 sottocampi collegati rispettivamente a n. 4 Power Station e di trasformare l'energia elettrica da bassa tensione a media tensione in ogni singolo trasformatore da 4.200kVA previsto per ogni sottocampo.

La conversione da corrente continua in corrente alternata è effettuata, mediante l'inverter trifase collegato direttamente al trasformatore per ciascun sottocampo.

Il cavidotto insisterà per lo più su terreni privati, prima di arrivare all'area della nuova Stazione elettrica.

Il cavidotto sarà interrato ad una profondità minima di 1,5 m dal p.c., in corrispondenza di attraversamenti sarà protetto meccanicamente con tubazione il cui diametro nominale interno non deve essere inferiore a 1,4 volte il diametro del cavo stesso ovvero il diametro circoscritto del fascio di cavi (come prescrive la norma CEI 11-17). L'installazione sarà equipaggiata con una protezione meccanica (lastra o tegolo), un nastro segnalatore e cartelli segnalatori per cavi interrati. I cavi saranno posati in uno scavo a sezione obbligata con larghezza di 0,6 m. Le linee elettriche saranno ricoperte con il medesimo tipo di sabbia vagliata, la restante parte dello scavo sarà riempita con materiale di risulta e/o di riporto di idonee caratteristiche. Di seguito si riporta le planimetrie dei cavidotti in media tensione interni ed esterni all'impianto



Figura 27: Planimetria cavidotto esterno ed interno all'impianto

Il percorso cavidotto prevede l'interramento del cavo MT e le interferenze individuate saranno le seguenti:

TABELLA DESCRITTIVA DEL TRACCIATO DEL CAVIDOTTO AT 36 kV

TRATTO	TIPOLOGIA	DENOMINAZIONE	LUNGH. (m)
Tratto A-B	Terreno agricolo	Area impianto AgroFV	105
Tratto B-C	Terreno agricolo	Terreno agricolo privato	70
Tratto C-D	Terreno agricolo	Terreno agricolo privato	400
Punto 2 Tratto D-E	Attraversamento di reticolo idrografico superficiale su terreno agricolo mediante tecnica NO-DIG	Terreno agricolo privato	150
Tratto E-F	Terreno agricolo	Terreno agricolo privato	145
Tratto F-G	Terreno agricolo	Terreno agricolo privato	240
Tratto G-H	Terreno agricolo	Strada sterrata in fondo privato	90
Lunghezza scavo per cavidotto AT interrato			1.200

INTERFERENZE DEL CAVIDOTTO MT / BT AREA IMPIANTO AGROFV

INTERF.	TIPOLOGIA	DENOMINAZIONE	LUNGH. (m)
Punto 3	Attraversamento reticolo idrografico superficiale su terreno agricolo mediante tecnica NO-DIG Possibilità di scavo a profondità maggiorata (> 4-5 mt) se condizioni idrauliche-idrologiche lo consentono	Terreno agricolo	30
Punto 4	Attraversamento reticolo idrografico superficiale su terreno agricolo mediante tecnica NO-DIG Possibilità di scavo a profondità maggiorata (> 4-5 mt) se condizioni idrauliche-idrologiche lo consentono	Terreno agricolo	30
Punto 5	Attraversamento reticolo idrografico superficiale su terreno agricolo mediante tecnica NO-DIG Possibilità di scavo a profondità maggiorata (> 4-5 mt) se condizioni idrauliche-idrologiche lo consentono	Terreno agricolo	20
Punto 6	Attraversamento reticolo idrografico superficiale su terreno agricolo mediante tecnica NO-DIG Possibilità di scavo a profondità maggiorata (> 4-5 mt) se condizioni idrauliche-idrologiche lo consentono	Terreno agricolo	20
Punto 7	Attraversamento reticolo idrografico superficiale su terreno agricolo mediante tecnica NO-DIG Possibilità di scavo a profondità maggiorata (> 4-5 mt) se condizioni idrauliche-idrologiche lo consentono	Terreno agricolo	20
Lunghezza attraversamenti cavidotto BT/MT con NO-DIG			120

Il criterio progettuale che è stato seguito per la determinazione del tracciato di connessione è stato quello di evitare la infrastrutturazione di porzioni naturali di terreno e limitare gli impatti su suolo, colture agricole di qualità e microfauna locale e quindi limitando gli impatti ambientali dell'opera.

In particolare, tra le possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale, che tenga conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia e gli elementi che sono stati considerati, nella scelta del tracciato sono i seguenti:

- caratteristiche fisiche del terreno lungo il tracciato dei cavi;
- rilievo interferenze comprendenti: presenza di servizi o manufatti superficiali e sotterranei in vicinanza o lungo il tracciato dei cavi; presenza di piante in vicinanza o lungo il tracciato dei cavi;
- presenza di traffico lungo le strade interessate dal tracciato di posa, stimandone l'entità in funzione della tipologia di strade;
- distanza dai luoghi con permanenza prolungata delle persone ai fini del rispetto degli obiettivi di qualità come definiti dall'articolo 4 del DPCM del 08/07/03.

La scelta del tracciato di posa è stata, pertanto, effettuata selezionando fra i possibili percorsi quelli che risultano tecnicamente validi ed individuando tra questi quello che è risultato ottimale.

Si ritiene opportuno evidenziare agli enti competenti - in merito all'iter autorizzativo in corso - che la soluzione di connessione ricevuta da TERNA S.p.a., si legga TSO Unico Nazionale, Gestore della Rete di Alta Tensione, è l'unica proposta dal medesimo ente e che il percorso di connessione nonché le soluzioni tecniche saranno sottoposte al benessere da parte di Terna.

4.5. Moduli fotovoltaici

Il modulo Tiger Neo N type - 590W della JINKO SOLAR è composto da celle solari quadrate realizzate con silicio monocristallino.

www.jinkosolar.com



Tiger Neo N-type 72HL4-BDV

570-590 Watt

BIFACIAL MODULE WITH DUAL
GLASS

N-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

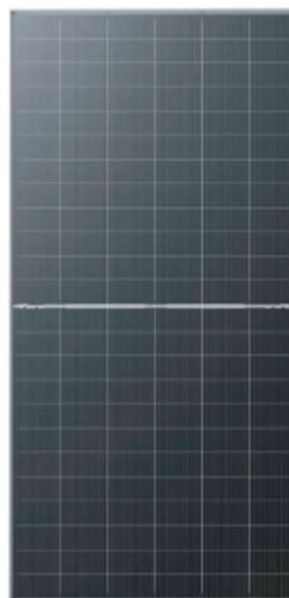
IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018

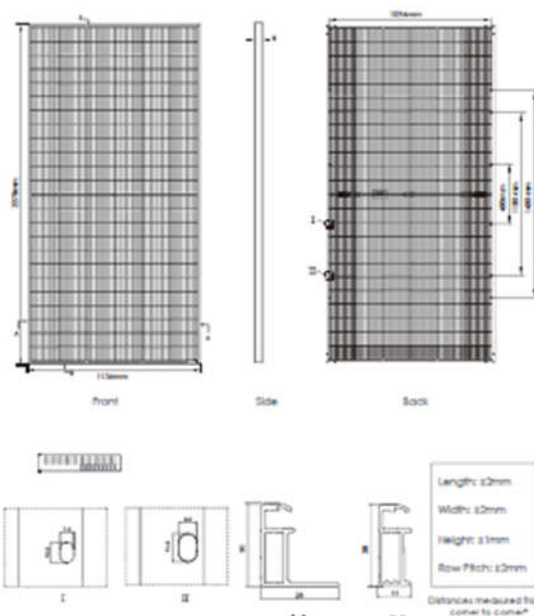
Occupational health and safety management systems



Il modulo è costituito da 144 celle solari, 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.

Engineering Drawings



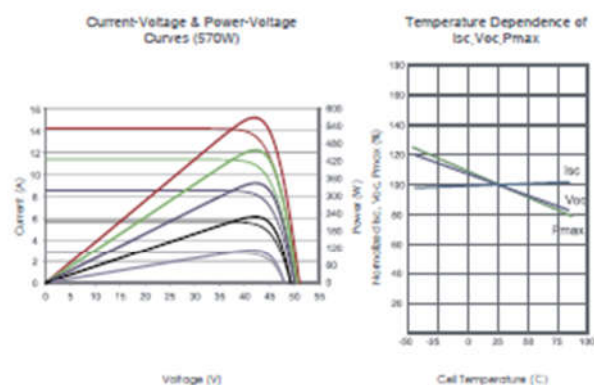
*For detailed size and tolerance specification, please consult detailed module drawing

Packaging Configuration

[Two pallets = One stack]

36pcs/pallets, 72pcs/stack, 720pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	144 (2x72)
Dimensions	2278x1134x30mm (89.69x44.65x1.18 inch)
Weight	31 kg (68.34 lbs)
Front Glass	2.0mm, Anti-Reflection Coating
Back Glass	2.0mm, Heat Strengthened Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1x4.0mm ² (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM570N-72HL4-8DV		JKM575N-72HL4-8DV		JKM580N-72HL4-8DV		JKM585N-72HL4-8DV		JKM590-72HL4-8DV	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	570Wp	430Wp	575Wp	433Wp	580Wp	437Wp	585Wp	441Wp	590Wp	445Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	43.58V	40.56V	43.73V	40.73V	43.88V	40.89V	44.02V	41.05V	44.17V	41.21V
Maximum Power Current (Imp)	13.08A	10.59A	13.15A	10.64A	13.22A	10.69A	13.29A	10.74A	13.36A	10.79A
Open-circuit Voltage (Voc)	52.10V	39.60V	52.30V	39.75V	52.50V	39.90V	52.70V	40.05V	52.90V	40.20V
Short-circuit Current (Isc)	13.83A	11.16A	13.89A	11.21A	13.95A	11.26A	14.01A	11.31A	14.07A	11.36A
Module Efficiency STC (%)	22.07%		22.26%		22.45%		22.65%		22.84%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.29%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.045%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Bifacial Factor	80±5%									

*STC: ☀ Irradiance 1000W/m² 📱 Cell Temperature 25°C ☁ AM=1.5
 NOCT: ☀ Irradiance 800W/m² 📱 Ambient Temperature 20°C ☁ AM=1.5 🌬 Wind Speed 1m/s

©2022 Jinko Solar Co., Ltd. All rights reserved.
 Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

JKM570-590N-72HL4-8DV-F7-EN

4.6. Strutture di fissaggio

Dall'analisi della relazione geologica relativa al sito oggetto della realizzazione dell'impianto fotovoltaico "Troia Moffa" è stato possibile eseguire calcoli strutturali più approfonditi per quanto concerne le fondazioni delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici. L'ancoraggio della struttura di supporto dei pannelli fotovoltaici al terreno sarà affidato ad un sistema di fondazione costituito da pali in acciaio zincato ed infissi nel terreno tramite battitura, laddove le condizioni del terreno non lo permettano si procederà tramite trivellazione.

Per i dettagli costruttivi delle strutture di fissaggio, si veda l'elaborato grafico MOF_47 - Particolari costruttivi strutture moduli

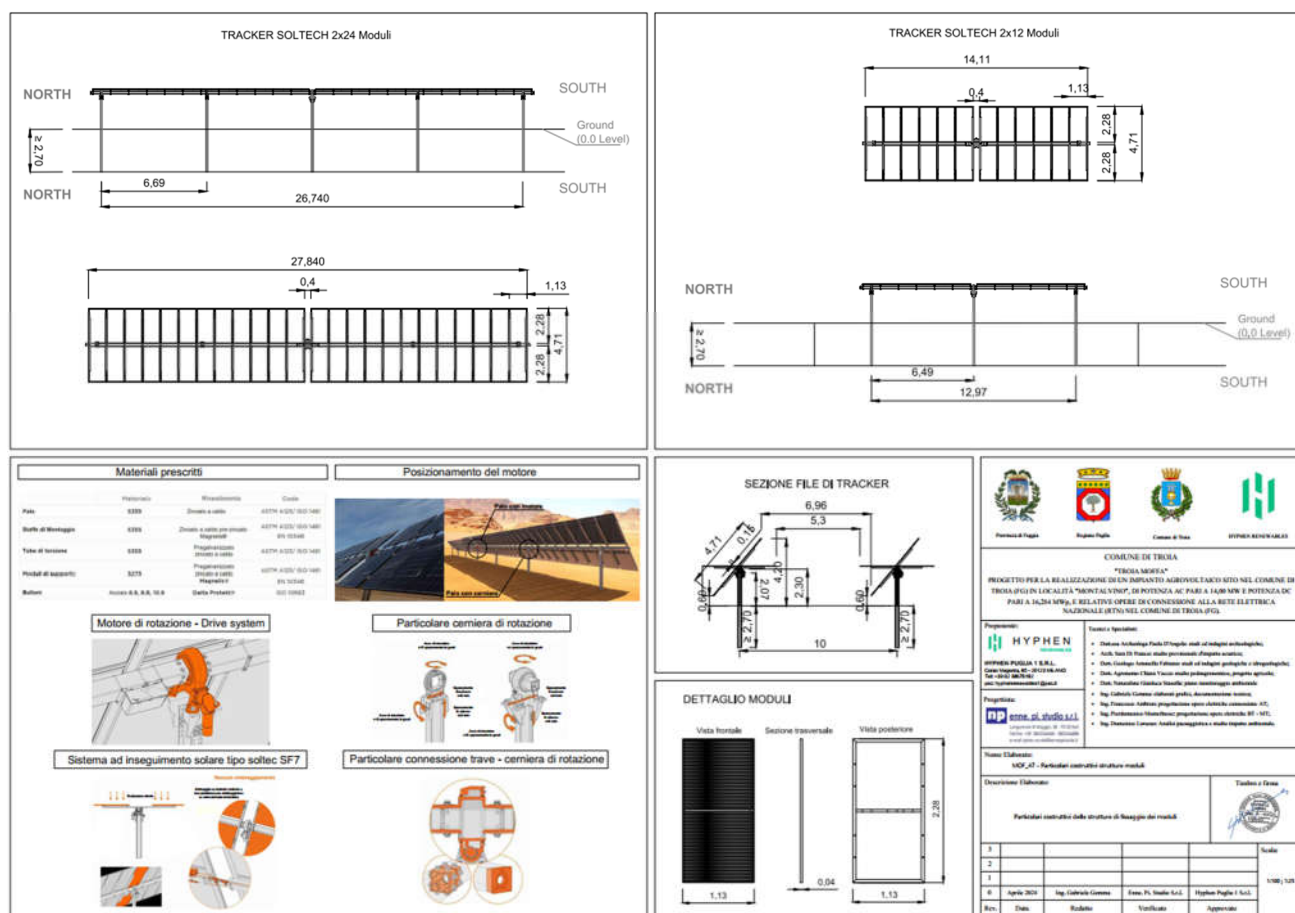
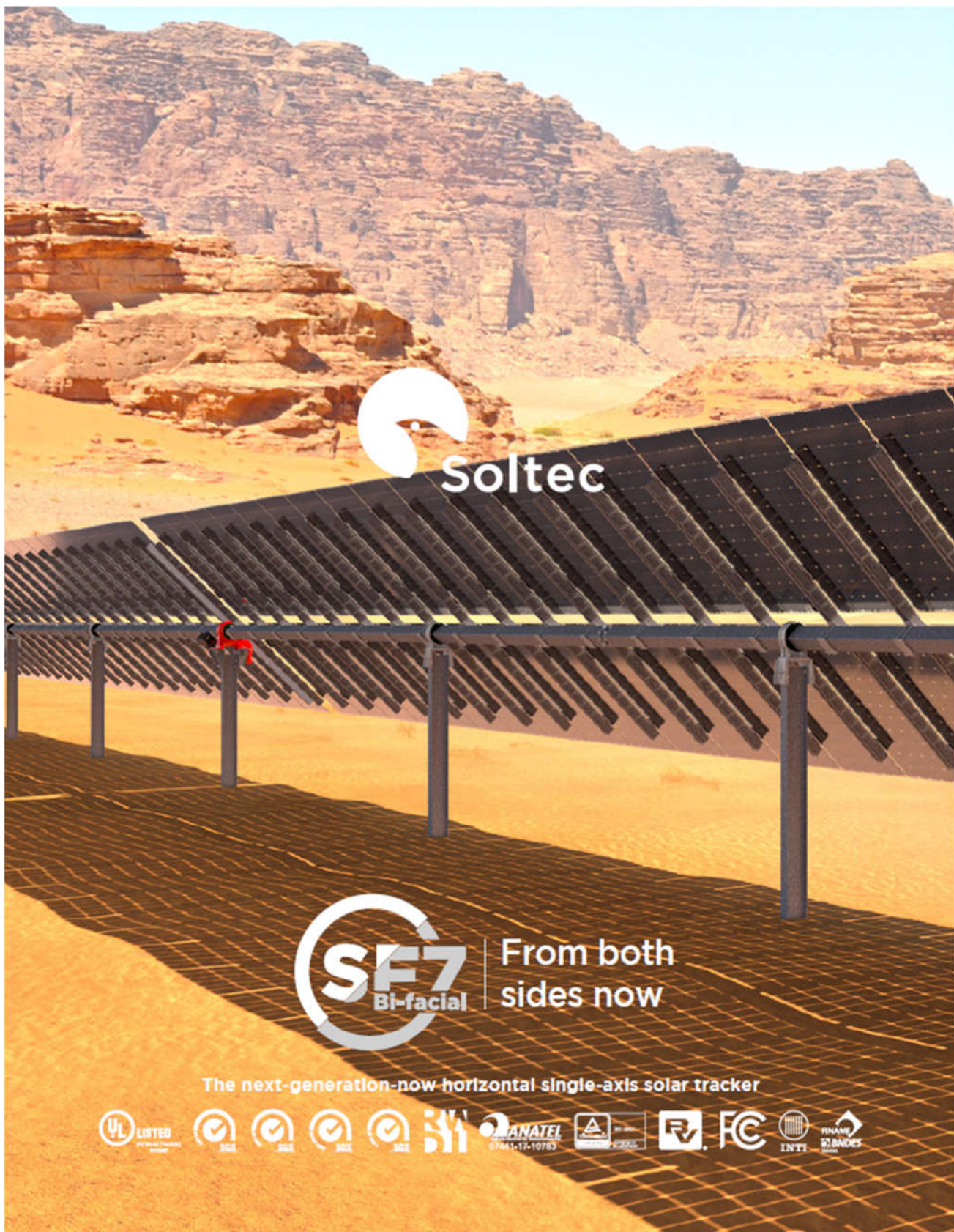


Figura 28: Particolare strutture di fissaggio



Soltec

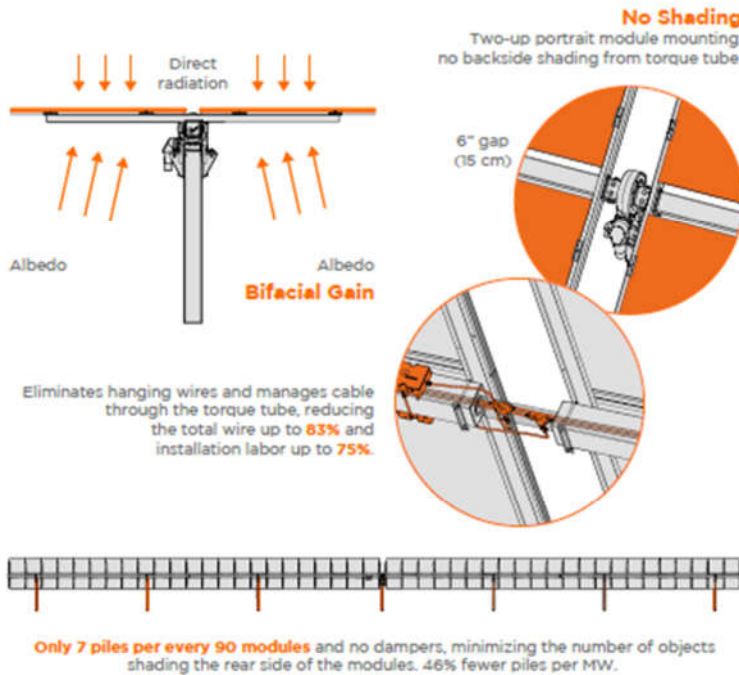
SF7 Bi-facial | From both sides now

The next-generation-now horizontal single-axis solar tracker

- UL LISTED
- SGS
- SGS
- SGS
- SGS
- SGS
- ANATEL 07.041-17-10783
- CE
- FC
- INTI
- INAME 82 BNDOS

Bifacial Yield Boost

The SF7 standard configuration enables cost-effective installation, operation, and innovation such as the bifacial tracking solution.

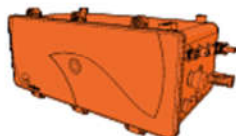


Taller Tracker



Bifacial performance is increased by height of installation, reducing shadow intensity projection.

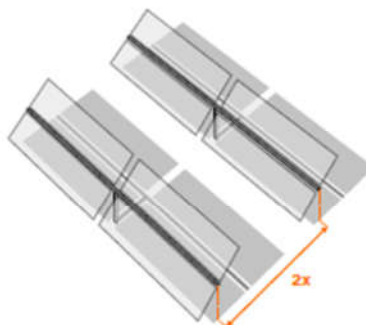
Highest Power Density



SF7 is Self-Powered PV Series and does not require an extra module. More PV active area per tracker for better land-use.

2x Wider Aisles

Maximize reflected solar energy (albedo) while improve O&M accessibility for modules washing and vegetation control.



Single-Axis Tracker

UNITED STATES
5900 Las Positas Road
Livermore, CA 94551
usa@soltec.com
+1 510 440 9200

SPAIN
(Murcia)
info@soltec.com
+34 968 603 153
(Madrid)
emea@soltec.com
+34 91 449 72 03

BRAZIL
brasil@soltec.com
+55 071 3026 4900

MEXICO
mexico@soltec.com
+52 1 55 5557 3144

CHILE
chile@soltec.com
+56 2 25738559

PERU
peru@soltec.com
+51 1422 7279

INDIA
india@soltec.com
+91 124 4568202

AUSTRALIA
australia@soltec.com
+61 2 8067 8811

CHINA
china@soltec.com
+86 21 66285799

ARGENTINA
argentina@soltec.com
+54 9 114 889 1476

EGYPT
egypt@soltec.com

B&V Bankability report
DNV GL Technology
Review available
RWDI WIND TUNNEL TESTED

2 year background
industrial operation



www.soltec.com

Contents subject to change without prior notice © Soltec America LLC • SF7.180509US

4.7. Power Station

Ciascun sottocampo è collegato ad una power station SMA.

SMA Medium Voltage Power Station (MVPS) offre la massima densità di potenza in un design “Plug and Play” oltre che ad essere completo dell’hardware più affidabile, tecnologicamente avanzato e certificato a livello internazionale per la trasformazione dell’energia in tutte le condizioni climatiche. Fra i primi sistemi utilizzabili a livello globale, è ideale per la nuova generazione di centrali fotovoltaiche da 1500 V CC.

La soluzione su skid preconfigurata da 20 piedi è caratterizzata dalla semplicità di trasporto e la rapidità di messa in servizio. SMA Medium Voltage Power Station garantisce la massima sicurezza dell’impianto con massimi rendimenti energetici e riduce al minimo i rischi logistici e operativi per gli impianti fotovoltaici.



Figura 29: power station SMA

TECHNICAL DATA	MVPS 4000-S2	MVPS 4200-S2	MVPS 4400-S2	MVPS 4600-S2
Inverter Type	SC4000 UP	SC4200 UP	SC4400 UP	SC4600 UP
Input (DC)				
Max. input voltage $V_{DC,max}$	1500 V			
MPP voltage range (at 25 °C / at 50 °C)	880 to 1325 V / 1100 V	921 to 1325 V / 1100 V	962 to 1325 V / 1100 V	1003 to 1325 V / 1100 V
Max. input current $I_{DC,max}$	4750 A			
Max. total harmonic distortion	< 3% at nominal power			
DC inputs	24 double pole fused (32 single pole fused)			
DC inputs with optional DC Coupling	18 double pole fused (36 single pole fused) for PV and 6 double pole fused for batteries			
Max. short-circuit current $I_{DC,SC}$	6400 A			
Output (AC)				
Nominal AC power (at 25 °C / at 50 °C)	4000 kVA / 3400 kVA	4200 kVA / 3570 kVA	4400 kVA / 3740 kVA	4600 kVA / 3910 kVA
Nominal AC current (at 25 °C / at 50 °C)	3850 A / 3273 A			
AC nominal voltage (Inverter side)	600 V	630 V	660 V	690 V
Typical nominal AC voltages (Transformer)	11 kV to 35 kV			
Transformer Vector Groups	● Dy11 / ○ YNd11 / ○ YNy0			
Transformer cooling method	KNAN ¹⁾			
Efficiency				
Inverter Efficiency (MAX / EUR / CEC) ²⁾	98.7% / 98.6% / 98.5%			
Transformer Peak Efficiency (PEI) ²⁾	> 99.1%			
General Data				
Dimensions (length / width / height)	6.056 m / 2.437 m / 2.895 m (20' HC Shipping Container)			
Weight	< 16000 kg (35274 lbs)			
Operating temperature range	● -25 °C to +45 °C / ○ -25 °C to +55 °C			
Max. value for relative humidity	95%			
Maximum operating altitude	● 1000 m / ○ 2000 m			
Features				
AC connection MV side	Outer-cone angle plug type C			
Auxiliary Transformer	● NO / ○ 10 / ○ 20 / ○ 30 / ○ 40 / ○ 50 / ○ 60 kVA			
Integrated oil containment	○			
Type designation	MVPS-4000-S2 (US)	MVPS-4200-S2 (US)	MVPS-4400-S2 (US)	MVPS-4600-S2 (US)

● Standard feature ○ optional feature

¹⁾ KNAN = insulating liquid with fire point > 300 °C, natural liquid circulation, natural cooling air flow

²⁾ Preliminary Data subject to final design

4.8. Quadro di parallelo

Il QP è costituito da un quadro elettrico in corrente continua, preposto ad effettuare il collegamento in parallelo almeno 10 stringhe sulla linea di alimentazione all'inverter.

Il Quadro, nella fattispecie quello composto da 10 stringhe, è realizzato in poliestere rinforzato con fibra di vetro, con porta cieca munita di serratura, grado di protezione IP 65, doppio isolamento di protezione contro i contatti indiretti, normativa: CEI EN 60439-1; CEI EN 50298; CEI 23-48; CEI 23-49, contenente:

- scaricatore di sovratensione
- n° 10 sezionatore con fusibile, In=16A
- n° 1 sezionatore, In=250A

-barra di terra e ogni accessorio per dare il lavoro realizzato a perfetta regola d'arte, compreso il certificato di collaudo.

I sottocampi con meno stringhe presenteranno un sezionatore per ciascuna stringa installata.

4.9. Descrizione delle cabine annesse all'impianto

All'interno dell'area, oltre alle stringhe fotovoltaiche, verranno collocate strutture prefabbricate utili allo svolgimento di alcune attività legate all'impianto.

Sono previsti:

CABINE TRASFORMATORE	4
CABINE AUSILIARI E LOCALI TECNICI	1
CABINA DI RACCOLTA	1
CABINE DEPOSITO/ATTREZZI	3

Ai fini di un migliore approccio mitigativo verranno adottate soluzioni cromatiche compatibili con la realtà del manufatto e delle sue relazioni con l'intorno evitando forti contrasti, privilegiando i colori prevalenti nei luoghi, utilizzando preferibilmente pigmenti naturali, pertanto le stesse saranno fornite con colori che corrispondono ai seguenti codici RAL "1000, 1015, 1019, 6021".

RAL 1000 / Green Beige
RAL

RAL 1015 / Light Ivory
RAL

RAL 1019 / Grey Beige
RAL

RAL 6021 / Pale Green
RAL

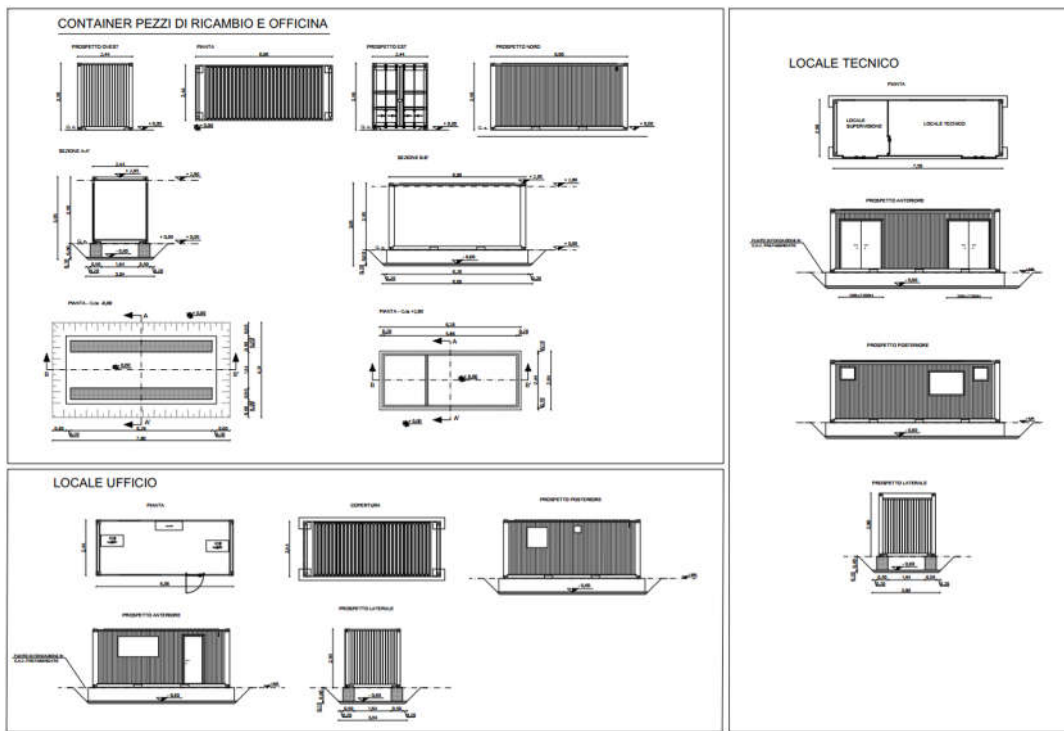


Figura 30: dettagli costruttivi container pezzi ricambio, locale ufficio, control room

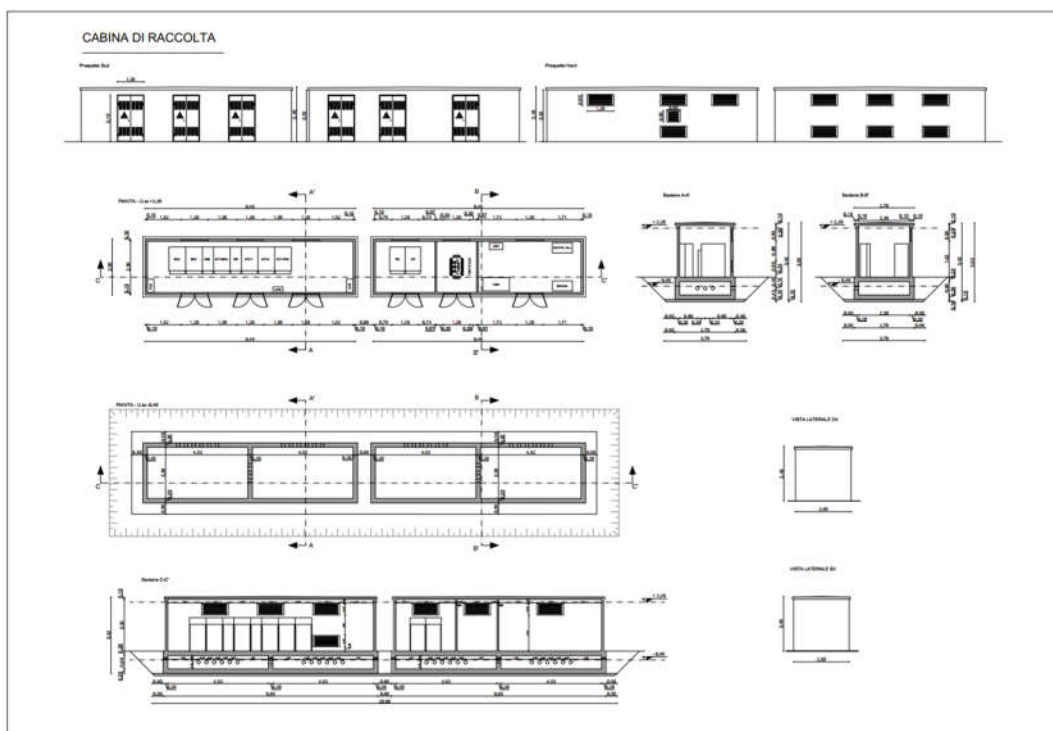


Figura 31: dettagli costruttivi cabina di raccolta

Per una migliore lettura dei contenuti si rimanda all'elaborato grafico MOF_49.2 - MOF_49.3

4.10. Trasformatore servizi ausiliari MT/BT

E' previsto un trasformatore MT/BT, in esecuzione a giorno montato in box, completo di nucleo a colonna con giunti intercalati, lamierini a cristalli in carlyte, avvolgimenti in rame elettrolitico isolati con doppio smalto o carta di pura cellulosa, commutatore di tensione a 4 posizioni, dispositivi di protezione (termometro a due contatti e centralina di temperatura collegata con le termosonde inserite nei rispettivi avvolgimenti) ed isolatori a spina.

Caratteristiche tecniche:

- potenza nominale: 5kVA;
- tensione primaria: $30 \pm 2 \times 2.5\%$ kV;
- tensione secondaria: 400 V
- gruppo vettoriale: Dyn11;
- tensione di corto circuito: 4%;
- accessori di montaggio.

4.11. Quadro Servizi Ausiliari in bassa tensione (QSA)

Per la protezione dei circuiti ausiliari è presente un Quadro Servizi Ausiliari. Il QSA è costituito da un quadro elettrico in corrente alternata in BT, preposto ad alimentare i servizi ausiliari della cabina di Consegna ed eventualmente alimentare, in emergenza, i servizi di una cabina di trasformazione.

Il Quadro di parallelo in corrente alternata in bassa tensione (tipo Power Center) è realizzato in carpenteria metallica da pavimento dotato di un sistema di pannelli frontali forati e fissati mediante viti, adatti a fornire un fronte quadro funzionale per ogni tipo di apparecchio. In esecuzione Forma 2 ha le seguenti caratteristiche elettriche principali:

Armadio componibile a pavimento in lamiera di acciaio verniciata completo di struttura in metallo, pannelli laterali, pannelli frontali, piastre di fondo, anelli di sollevamento, porta con vetro trasparente, serratura di chiusura, sistema sbarre da 160A, barratura di terra, canalette ed accessori di montaggio. Dimensioni indicative (LxPxH) 1000x600x2250mm - IP30/IP20 interno. Corrente di c.to-c.to = 10 kA 1 sec.

4.12. Quadro Misure Fiscali (QMF e QMG)

I QMF e QMG sono costituiti da contatori bidirezionali di energia attiva/reattiva, comprensivi di dispositivo per la trasmissione remota dei dati acquisiti.

4.13. Power Plant Controller (PPC)

Il Power Plant Controller è un dispositivo utilizzato per gestire gli impianti fotovoltaici così da soddisfare i requisiti imposti dal gestore della rete (Allegato A.68, "Codice di rete", Terna spa).

Esso sarà necessario per la regolazione delle potenze reattiva e attiva richieste, in funzione della frequenza, garantendo il monitoraggio e lo scambio dati con il sistema di controllo Terna e fornendo una potenza in uscita che sarà, di fatto, sempre compatibile con la potenza richiesta sulla RTN.

4.14. Elettrodotto MT interno ed esterno all'impianto in scavo interrato

I collegamenti di Media Tensione saranno realizzati mediante cavi ad isolamento solido non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi in caso di incendio (CEI 20-22/2, 20-37, 20-38, 20-35, 20-38/1, 20-22/3, 20-27/1). In modo particolare sarà studiata la migliore condizione di posa dei cavi di media tensione, al fine di equilibrare la distribuzione delle correnti nelle fasi. Nella posa saranno rispettate le prescrizioni del costruttore, con il fine di mantenere i coefficienti di correzione delle portate di corrente prossimi all'unità.

Tensione	30kV
Frequenza Nominale	50 Hz
Corrente Nominale (massima di esercizio) per una potenza di 14 MW	224,5 A
Corrente Nominale (massima di esercizio) per una potenza di 3,5 MW	67,35 A
Corrente Nominale (massima di esercizio) per una potenza di 7 MW	134,7 A
Corrente Massima teorica nelle condizioni di posa per ciascuna terna 3x35	182 A
Corrente Massima teorica nelle condizioni di posa per ciascuna terna 3x70	263 A
Corrente Massima teorica nelle condizioni di posa per ciascuna terna 3x150	400 A
Potenza in immissione AC	14,000 MW
Tipologia di cavo	Unipolare isolati in HEPR di qualità G16 (una terna da 3x70, 3x35,3x150)
Lunghezza cavidotto interrato interno all'impianto CC1-CC2	0,15 km
Lunghezza cavidotto interrato interno all'impianto CC3-CC4	0,38 km
Lunghezza cavidotto interrato interno all'impianto CC2-CR	0,7 km

Lunghezza cavidotto interrato interno all'impianto CC4-CR	0,085 km
Lunghezza cavidotto interrato interno all'impianto CR-AreaT	0,12 km
Temperatura massima operativa del cavo	90 °C
Tipologia di posa	Interrata a trifoglio
Profondità di posa (in base alla conducibilità del terreno)	almeno 1.5 m
Potenza dissipata per km dalla terna di 3x35 mmq	3,035 kW/km
Potenza dissipata per km dalla terna di 3x70 mmq	6,206 kW/km
Potenza dissipata per km dalla terna di 3x150 mmq	11,54 kW/km
Potenza dissipata per 0,15 km	0,455kW
Potenza dissipata per 0,38 km	1,153 kW
Potenza dissipata per 0, 7 km	4,345 kW
Potenza dissipata per 0,085 km	0,527 kW
Potenza dissipata per 0,12 km	1,385kW

4.15. Cavi BT

L'elettrodotto in oggetto costituisce l'elemento di collegamento fra le Cabine di Campo con le DC Combiner. I cavi BT dovranno garantire per ogni singola linea una portata max di corrente pari alla corrente max in uscita dalle cabine di campo per ciascuna linea.

Si consideri una tensione di stringa V_{mp} (massima tensione alla massima potenza) pari a 1060,08 V, pari alla tensione generata da una stringa di 24 moduli.

In uscita da cabina di campo abbiamo la seguente corrente che interessa le linee BT:

$$I_{(b_max)} = P_{(max_linea_bt)} / V_n = (0,226 \cdot 10^6) / (1 \cdot 10^3) = 226A$$

All'interno del campo saranno ubicate le 4 cabine di campo (inverter-trasformatori) da 4.200 kVA (per i 4 sottocampi).

Nel progetto della presente relazione sono stati previsti inverter di tipo centralizzato, all-in one, completi di gruppo di conversione CC/AC, trasformatore elevatore 0.63/30 kV e scomparti di media tensione.

Pertanto, la parte dei cavi AC di bassa tensione da dimensionare è relativa solamente ai cavi CC che vanno dai combiner box di parallelo all'inverter centralizzato.

Le sezioni dei cavi CC di ogni singola stringa, invece, vengono scelti di sezione pari a 6mm² considerando che i cavi CC installati a bordo modulo fotovoltaico hanno sezione 4mm².

Le linee BT CC saranno realizzate interamente in cavo interrato, in modo da ridurre al minimo l'impatto ambientale, e i cavi utilizzati saranno del tipo unipolare H1Z2Z2-K 1/1 kVac-1,5/1,5 kVcc ad isolamento in Elastomero reticolato atossico di qualità Z2, rispettivamente di colore rosso e nero per polarità positiva e negativa, di cui si riporta di seguito la scheda tecnica.

CAVI BASSA TENSIONE - PER IMPIANTI FOTOVOLTAICI - ZERO ALOGENI
 LOW VOLTAGE CABLES SOLAR PLANTS - HALOGEN FREE

H1Z2Z2-K 1/1 kVac - 1,5/1,5 kVcc

Bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi, non propaganti la fiamma, resistenti ai raggi UV
 Low emissions of smoke, zero halogen, Flame retardant, UV resistant



RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE	
Costruzione e requisiti/Construction and specifications	CEI EN 50618
Resistenza raggi UV / UV Resistance	CEI EN 50618
Resistenza all'ozono / Ozone Resistance	CEI EN 60811-403
Resistenza elettrica / DC resistance	CEI EN 60228 (Tab. 9)
Portata di corrente / Current capacity	CEI EN 50618
Resistenza alla sollecitazione termica / Thermal stress resistance	CEI EN 60216-1
Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive	2014/35/UE
Direttiva RoHS/RoHS Directive	2011/65/UE



Scarica la scheda tecnica completa

Le immagini sono puramente illustrative e coperte da copyright ©



REAZIONE AL FUOCO/REACTION TO FIRE

Formazione Size	Ø esterno medio Medium Ø outer	Peso medio cavo Medium Weight	Resistenza elettrica Electrical Resistance max a 20°C	Portata di corrente / Current rating		
				Cavo singolo libero in aria	Cavo singolo su unica superficie	Due cavi caricati che si toccano su una superficie
n° x mm ²	mm	kg/km	Ω/km	A	A	A
1 x 1,5	4,7	34	13,3	30	29	24
1 x 2,5	5,2	47	7,98	41	39	33
1 x 4	5,8	58	4,95	55	52	44
1 x 6	6,5	80	3,3	70	67	57
1 x 10	7,9	127	1,91	98	93	79
1 x 16	8,8	180	1,21	132	125	107
1 x 25	10,6	270	0,78	176	167	142
1 x 35	12,0	360	0,554	218	207	176
1 x 50	14,1	515	0,386	276	262	221
1 x 70	15,9	720	0,272	347	330	278
1 x 95	17,7	915	0,206	416	395	333
1 x 120	19,8	1160	0,161	488	464	390
1 x 150	21,7	1460	0,129	566	538	453
1 x 185	24,1	1780	0,106	644	612	515
1 x 240	26,7	2400	0,0801	775	736	620

Figura 32: Scheda tecnica cavi BT H1Z2Z2-K 1/1 kVac-1,5/1,5 kVcc

4.16. Rete di Terra

Il sistema di terra comprende le maglie interrata intorno alle cabine, i collegamenti tra le cabine e i collegamenti equipotenziali per la protezione dai contatti indiretti, fino ai quadri di parallelo (QP). Ciascuna maglia di terra avrà un layout secondo quanto riportato nei disegni di progetto.

L'estensione della rete di terra, realizzata con corda di rame nudo interrata e collegata alle armature di fondazione, dovrebbe garantire un valore della resistenza di terra sufficientemente basso. Solo in caso di necessità in fase di collaudo, a posa e rinterro avvenuto, si procederà all'installazione di picchetti dispersori aggiuntivi.

Tutte le parti metalliche della sezione di impianto in corrente continua (quadri elettrici, SPD, strutture metalliche di sostegno) devono essere rese equipotenziali al terreno, mediante collegamento diretto con la corda di rame nudo interrata.

Tutte le parti metalliche della sezione di impianto in corrente alternata (convertitori, quadri elettrici, SPD, trasformatori) devono essere rese equipotenziali al terreno, mediante collegamento con il centro-stella dei trasformatori MT/bt, a loro volta messi a terra.

I collegamenti di terra sono eseguiti a "regola d'arte" da personale qualificato.

La rete di terra è realizzata con i seguenti componenti principali:

- Conduttori di terra:
 - corda di rame nudo da 95 mm²
 - corda di rame nudo da 35 mm²
 - cavo di rame da 240 mm² con guaina giallo/verde
 - cavo di rame da 50 mm² con guaina giallo/verde
 - cavo di rame da 35 mm² con guaina giallo/verde

- (eventuale) picchetti dispersori a croce in acciaio zincato da 2 m, con i relativi pozzetti di ispezione in plastica

I conduttori di terra, ove prescritto, devono essere interrati appena possibile. Le connessioni elettriche interrate devono essere realizzate con morsetti a compressione. Le connessioni fuori terra devono essere realizzate con morsetti o con piastre di derivazione.

A distanza regolare devono essere realizzati dei pozzetti di derivazione per agevolare i collegamenti fuori terra. Tutte le connessioni devono essere realizzate con materiali resistenti alla corrosione.

STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI FOTOVOLTAICI

Ciascuna struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici deve essere collegata ai picchetti mediante una corda di rame nudo 25 mm². La corda di rame deve essere collegata alla struttura tramite capocorda ad occhiello, bullone e rondella in acciaio zincato, fissati nell'apposito foro previsto. La corda di rame deve essere interrata appena possibile.

CONVERTITORI

Le parti metalliche non in tensione di ciascun convertitore devono essere collegate con il centro-stella del trasformatore MT/bt mediante un cavo giallo/verde da 35 mm².

QUADRO DI PARALLELO IN CORRENTE CONTINUA (QP)

Le parti metalliche non in tensione del quadro di parallelo in corrente alternata devono essere collegate con il centro-stella del trasformatore MT/bt mediante un cavo giallo/verde da 35 mm².

4.17. Sistema di Supervisione dell'impianto AgroPV

Per la gestione ed il monitoraggio del sistema FV è prevista la realizzazione di un sistema di supervisione in grado di gestire l'impianto ed in grado di poter gestire eventuali espansioni future.

La finalità del sistema è quella di sorvegliare il regolare funzionamento del sistema garantendo continuità di esercizio e sicurezza verso il personale e verso i beni.

L'architettura prevista per il sistema si fonda sul seguente schema a tre livelli:

1. Al primo livello si trovano i dispositivi di quadro e di campo ovvero interruttori/sezionatori. Allo stesso modo appartengono concettualmente a questo livello le unità digitali a microprocessore dedicate allo svolgimento di specifici compiti sull'impianto elettrico: relè di

protezione MT, unità di misura multifunzione o contatori energetici, centraline di controllo degli inverter CC/CA;

2. Al secondo livello si trova il dispositivo d'automazione (PLC) dedicato all'acquisizione ed all'eventuale controllo dei dispositivi del precedente livello nonché all'implementazione di logiche ed automatismi dell'impianto;
3. Il terzo livello è quello di presentazione ed è costituito da almeno un terminale operatore locale grazie al quale sarà possibile visualizzare in qualunque istante lo stato dell'impianto gestito (configurazione dello stesso, allarmi attivi, trend di misura...).

La rete di comunicazione principale del sistema che permetterà il colloquio tra la postazione di supervisione, il dispositivo di automazione (PLC) e tra quest'ultimo e le apparecchiature di campo intelligenti (protezioni, strumenti multifunzione ecc..) sarà costituito in maniera mista in fibra ottica e da una rete Ethernet TCP/IP per il collegamento dei terminali.

Il protocollo impiegato per tale comunicazione sarà lo standard ModBus TCP/IP.

Il PLC scambierà i dati con la postazione di supervisione locale dell'impianto costituita da un PC industriale montato sul fronte del suddetto armadio d'automazione.

Sul PC verrà installato l'applicativo di supervisione appositamente sviluppato per la gestione completa del lotto elettrico e per l'acquisizione e contabilizzazione dei consumi energetici.

In fine tramite il PLC stesso sarà possibile la gestione di un modem Web GSM che consente l'invio di messaggi SMS sul cellulare del manutentore/operatore elettrico alla comparsa di allarmi critici sull'impianto gestito.

Il sistema di supervisione gestirà anche tutto il circuito di videosorveglianza andando ad attivare tutte le politiche necessarie in caso di effrazione.

4.18. Misure di Protezione contro i Contatti Diretti

Ogni parte elettrica dell'impianto, sia in corrente alternata che in corrente continua, è da considerarsi in bassa tensione.

La protezione contro i contatti diretti è assicurata dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- utilizzo di componenti aventi un idoneo grado di protezione alla penetrazione di solidi e liquidi;
- collegamenti effettuati utilizzando cavo rivestito con guaina esterna protettiva, idoneo per la tensione nominale utilizzata e alloggiato in condotto portacavi (canale o tubo a seconda del tratto)

idoneo allo scopo. Alcuni brevi tratti di collegamento tra i moduli fotovoltaici non risultano alloggiati in tubi o canali. Questi collegamenti, tuttavia, essendo protetti dai moduli stessi, non sono soggetti a sollecitazioni meccaniche di alcun tipo, né risultano ubicati in luoghi ove sussistano rischi di danneggiamento.

4.19. Misure di Protezione contro i Contatti Indiretti

Sistema in corrente continua (IT) e rete di terra

Il sistema in corrente continua costituito dalle serie di moduli fotovoltaici e dai loro collegamenti agli inverter è un sistema denominato flottante cioè senza punto di contatto a terra.

La protezione nei confronti dei contatti indiretti è assicurata, in questo caso, dalle seguenti caratteristiche dei componenti e del circuito:

- protezione differenziale $I_{\Delta N} \geq 30 \text{ mA}$
- collegamento al conduttore PE delle carcasse metalliche.

L'elevato numero di moduli fotovoltaici suggerisce misure di protezione aggiuntive rispetto a quanto prescritto dalle norme CEI 64-8, le quali consistono nel collegamento equipotenziale di ogni struttura di sostegno.

Sistema in corrente alternata (TN)

L'inverter e quanto contenuto nei quadri elettrici c.a. sono collegati al sistema di terra dell'impianto e pertanto fanno parte del sistema elettrico TN di quest'ultimo.

La protezione contro i contatti indiretti è assicurata dai seguenti accorgimenti:

- collegamento al conduttore di protezione PE di tutte le masse;
- i dispositivi di protezione inseriti nel quadro di distribuzione b.t. intervengono in caso di primo guasto verso terra con un ritardo massimo di 0,4 secondi, oppure entro 5 secondi con la tensione sulle masse in quel periodo non superiore a 50 V.

4.20. Misure di Protezione contro gli Effetti delle Scariche Atmosferiche

Fulminazione diretta

L'impianto fotovoltaico non influisce, in modo apprezzabile, sulla forma o volumetria e pertanto non aumenta la probabilità di fulminazione diretta sul sito.

Fulminazione indiretta

L'abbattersi di scariche atmosferiche in prossimità dell'impianto può provocare il concatenamento del flusso magnetico associato alla corrente di fulmine con i circuiti dell'impianto fotovoltaico, così da provocare sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti tra cui, in particolare, gli inverter.

I terminali di ciascuna stringa fotovoltaica e i morsetti lato continua degli inverter devono essere protetti internamente con scaricatori di sovratensione.

4.21. PTO Piano Tecnico delle Opere

Le presenti specifiche presuppongono che gli schemi d'inserimento e di connessione alla rete, nonché la struttura dell'impianto, siano conformi al Codice di Rete e che le sezioni 36 kV delle Stazioni Terna abbiano caratteristiche funzionali atte a mantenere tensioni normali di esercizio, correnti di cortocircuito tra le fasi e correnti di guasto a terra entro limiti prestabiliti. Relativamente alle correnti di guasto a terra viene messo in evidenza che l'esercizio delle reti a 36 kV è previsto a neutro compensato con bobina di Petersen a reattanza variabile in modo da compensare un livello di corrente capacitiva prodotta dalle reti pari al 95% circa. Tale esercizio non esclude tuttavia l'eventualità di esercizio temporaneo a neutro isolato o a terra su resistenza di alto valore ohmico per indisponibilità della bobina di compensazione.

Le principali caratteristiche della Stazione Terna sono le seguenti:

- impiego di TR a tre avvolgimenti per la connessione alle reti 380-220-150-132 kV con tensione nominale $V_n = 400-230-150-132/36/36$ kV. (Parametri di riferimento indicativi: potenza nominale $S_n = 250/125/125$ MVA, collegamento degli avvolgimenti $Y_n/d/d$, $V_{cc} = 19\%-19\%$);
- tensione 36 kV regolata nel campo $V_n \pm 10\%$ V_n mediante Commutatori Sotto Carico dei trasformatori AAT/36 kV ed AT/36 kV (Ampiezza di riferimento indicativa dei gradini: 1,5 % V_n);

- bobine di compensazione della corrente di guasto a terra collegate alle sbarre 36 kV per l'esercizio della rete a neutro compensato aventi le seguenti caratteristiche principali: reattanza variabile per correnti comprese tra 125 ÷ 1250 A, resistenza parallelo di valore tale da garantire la circolazione di una corrente di terra resistiva non superiore a 150 A;
- Corrente di corto circuito per il dimensionamento delle apparecchiature e connessioni: 20 kA per 1,0 s;

Da tali caratteristiche discendono le prescrizioni specifiche per la connessione di centrali fotovoltaiche.

A livello della Stazione Terna, per quanto riguarda i TR AT-AAT/36 kV, sono protetti con le seguenti protezioni:

- Protezione differenziale trasformatore (87T)
- Protezione distanziometrica lato primario AT o AAT (21)
- Protezione distanziometrica lato 36kV (21)
- Protezione di massima tensione omopolare lato 36 kV(59N). Sulla sbarra 36 kV è presente una protezione di massima tensione omopolare (59N).

Infine sui collegamenti in partenza verso l'impianto agrovoltaiico sono presenti:

- Protezione distanziometrica (21) oppure protezione di massima corrente (50/51) contro i guasti fra le fasi.
- Protezione di massima corrente direzionale di terra (67N) contro i guasti a terra.

Lo stallo RTN previsto all'interno del futuro ampliamento della SE RTN "Troia 2" sarà realizzato quasi esclusivamente da Terna; al termine dei lavori saranno installati i seguenti componenti AT:

- trasformatore amperometrico - TA;
- sezionatore orizzontale tripolare;
- trasformatore di tensione induttivo- TV;
- scaricatori;
- interruttori;
- isolatori;
- trasformatore 36/380 kV.

Infine lo stallo RTN sarà completato in accordo all'unificazione di TERNA, cui sarà connesso il cavo AT, come da immagine sotto

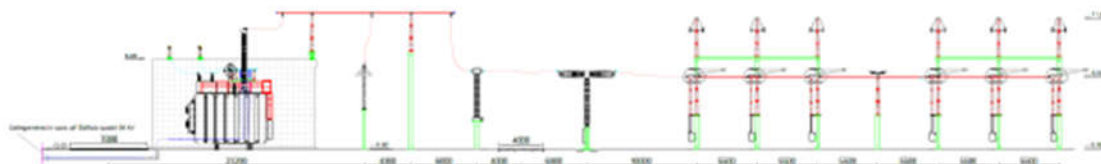


Figura 33: Sezione futuro stallo di arrivo in Stazione Elettrica RTN

Le opere di utenza per la connessione consistono nella realizzazione delle seguenti opere:

- stazione utente di trasformazione 36/30 kV, comprendente un montante TR equipaggiato con apparecchiature isolate in aria (AIS) ossia scaricatori di sovratensione ad ossido di zinco, TV induttivo, TA per protezioni e misure fiscali, interruttore, TV induttivo, sezionatore orizzontale tripolare e colonnini porta-sbarre (vd. elaborato cod. 202202419_PTO-04-00 della documentazione PTO); inoltre sarà realizzato un edificio che ospiterà le apparecchiature di media e bassa tensione.

La connessione tra la stazione utente di trasformazione e l'ampliamento della SE RTN avverrà per mezzo di un conduttore costituito da una corda rotonda compatta e tamponata composta da fili di alluminio, conforme alla Norma IEC 60840 per conduttori di Classe 2; l'isolamento sarà composto da uno strato di polietilene reticolato (XLPE) della sezione di 1600 mm², adatto ad una temperatura di esercizio massima continuativa del conduttore pari a 90° (tipo ARE4H1H5E).

4.22. Viabilità interna

Per l'accesso all'area impianto e per muoversi agevolmente all'interno dell'area di impianto, ai fini della manutenzione e degli interventi di controllo, e per raggiungere le aree tecniche quali cabinati o apparati tecnologici, verranno realizzate le strade interne strettamente necessarie a raggiungere in maniera agevole i punti dell'impianto. La viabilità interna sarà del tipo drenante e verrà realizzata solo con materiali naturali (pietrisco di cava) che consentono l'infiltrazione e il drenaggio delle acque meteoriche nel sottosuolo, pertanto non sarà ridotta la permeabilità del suolo. Per quanto concerne l'andamento piano-altimetrico dei tratti costituenti la viabilità interna, si sottolinea che quest'ultima

verrà realizzata seguendo, come criterio progettuale, quello di limitare le movimentazioni di terra nel rispetto dell'ambiente circostante. Questo è possibile realizzarlo in quanto le livellette stradali seguiranno l'andamento naturale del terreno stesso. La superficie di viabilità prevista da realizzare, esterna ed interna all'area impianto, avrà una superficie di 7.615 metri quadrati.

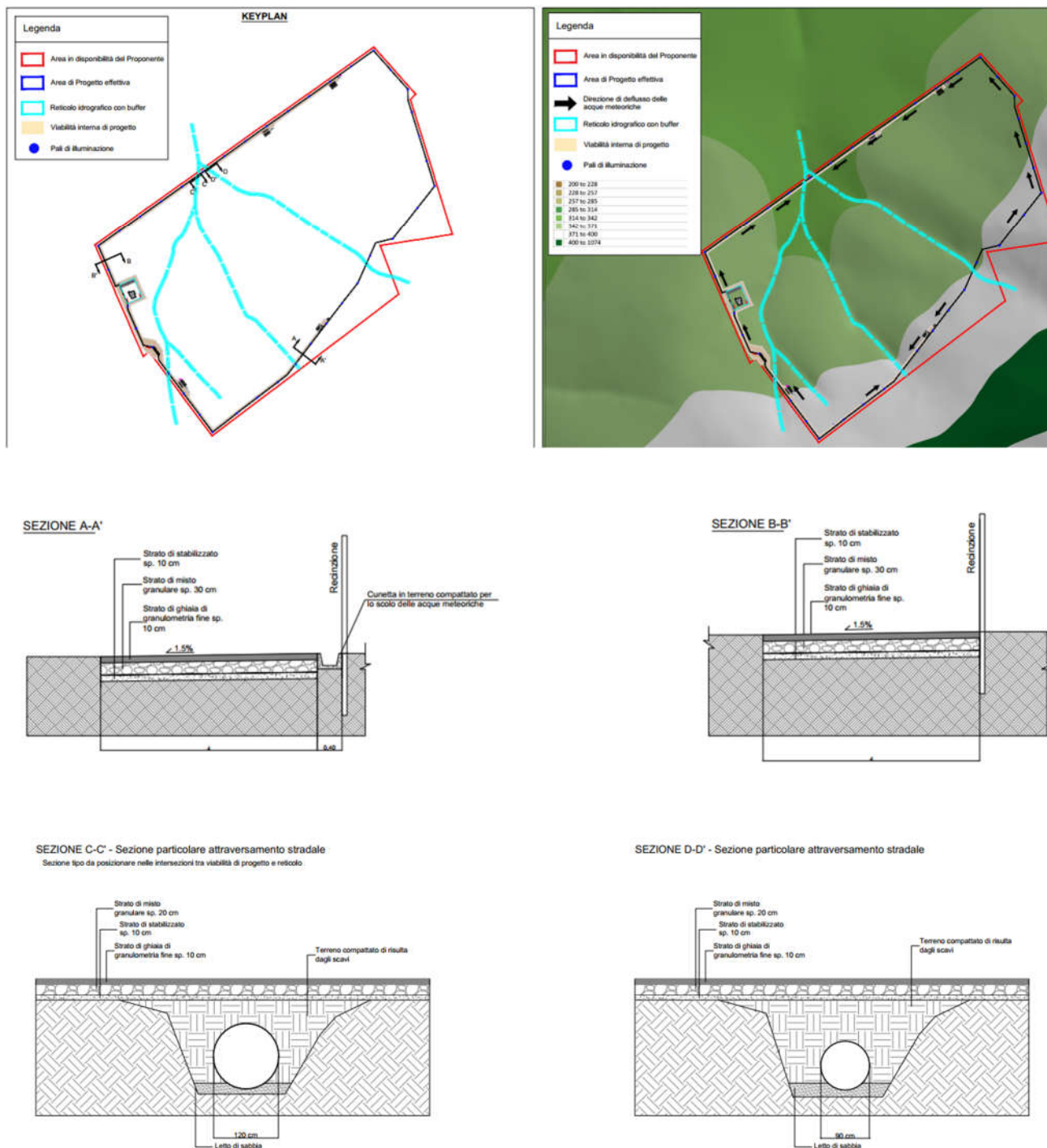


Figura 34: particolare viabilità impianto

Laddove si presentano interferenze tra la viabilità di servizio e il reticolo idrografico superficiale, si prevede il posizionamento di una condotta in acciaio ondulato, progettata e realizzata in modo da resistere ai carichi e a deformazioni, e a garantire il normale deflusso delle acque piovane che transitano nel reticolo idrografico. Viene quindi dimensionata e verificata la condotta a pelo libero nella sezione di chiusura del bacino, a seguito del calcolo della portata Q da smaltire e la pendenza del canale idraulico.

Suddivisione in sottobacini derivante dallo studio idraulico

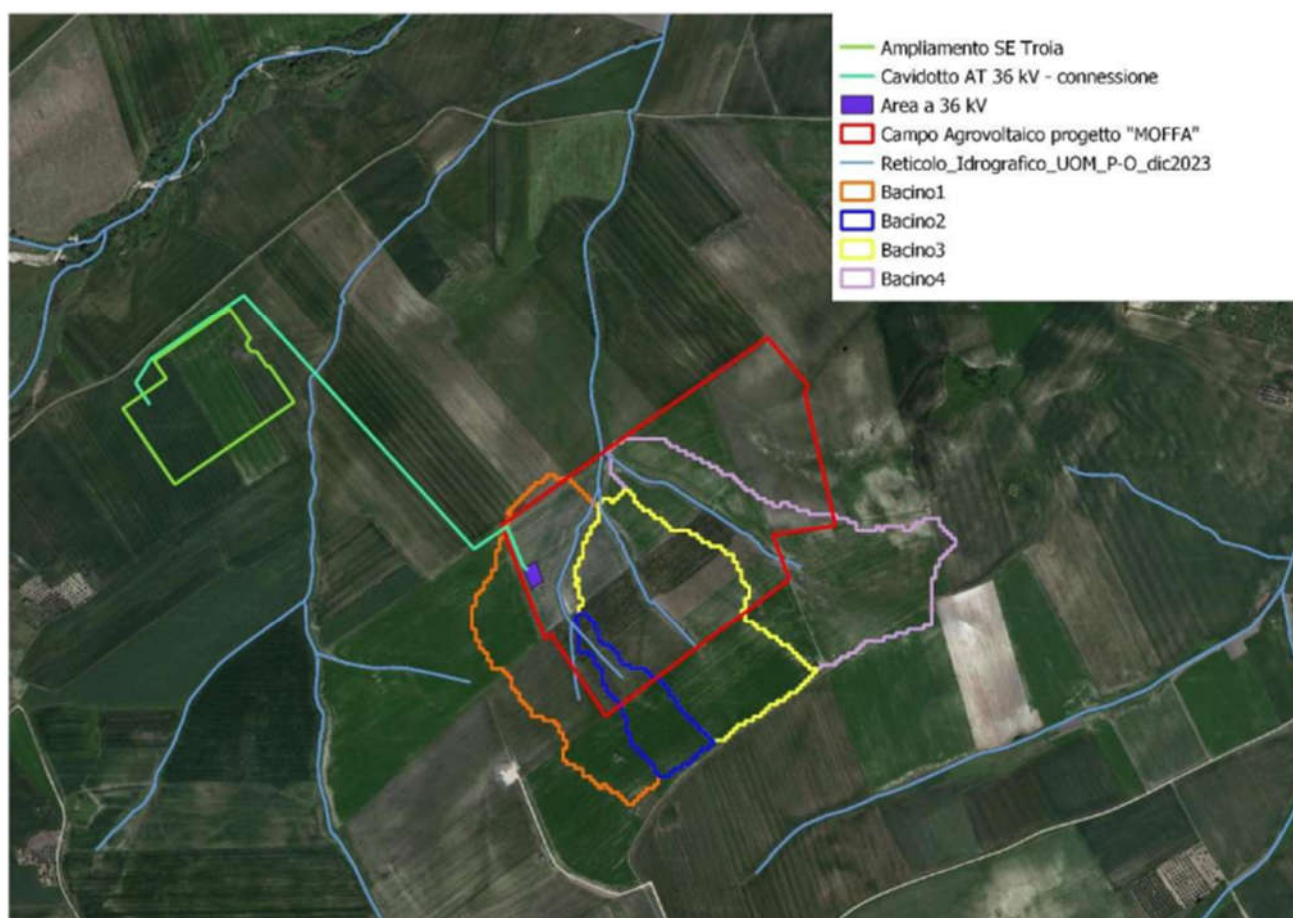


Figura 35: suddivisione area in sottobacini

Le sezioni da progettare sono due:

Il dimensionamento e la verifica dei canali a pelo libero in cui la corrente si muove di moto uniforme si basano sulla formula di Chezy, valida per il regime di moto puramente turbolento

$$V = c \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

C è un coefficiente di velocità che dipende dal materiale e dalla scabrezza, tale coefficiente può essere calcolato attraverso diverse relazioni, in questo caso è stata usata la formula di Gauckler-Strickler:

$$C = kR^{1/6}$$

Le sezioni da progettare sono due, - poste in corrispondenza della sezione di chiusura dei bacini 1,3 e 4. La soluzione adottata è l'inserimento all'interno del canale di una condotta in acciaio ondulato resistente a carichi e deformazione grazie al materiale circostante uniformemente costipato.



Sezione 1

Dati di Progetto:

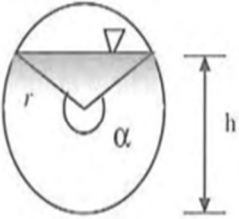
$Q_i = 4.6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Portata da smaltire)

$D = 0.9 \text{ m}$

$\phi_c = 0.8$ (Grado di riempimento della condotta)

$i = 0.05$ (Pendenza del canale)

$K_s = 100$ (Condotta metallica ondulata)

<i>Tipo di sezione</i>	<i>Area bagnata</i> <i>A</i>	<i>Contorno bagnato</i> <i>P</i>	<i>Larghezza pelo libero</i> <i>B</i>
 $\alpha = 2 \arccos\left(1 - \frac{h}{r}\right)$	$\frac{r^2}{2}(\alpha - \sin\alpha)$	$r\alpha$	$2r \sin \frac{\alpha}{2}$

VERIFICA:

Moto turbolento

$$R = D \cdot \left(\frac{2}{3}\right) \cdot \phi_c \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \phi_c\right) \quad \mathbf{R=0,23}$$

$$P = D \cdot \arccos(1 - 2 \cdot \phi_c) \quad \mathbf{P=0,928}$$

$$A = R \cdot P = 0,636 \text{ m}^2$$

$$C = 10,60 \text{ m}^{0,5} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$V = 8,27 \text{ m/s}$$

$$Q = A \cdot V = 5,26 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Sezione 2

Dati di Progetto:

$$Q_i = 9,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \text{ (Portata da smaltire)}$$

$$D = 1,2 \text{ m}$$

$$\phi_c = 0,8 \text{ (Grado di riempimento della condotta)}$$

$$i = 0,05 \text{ (Pendenza del canale)}$$

$$K_s = 100 \text{ (Condotta metallica ondulata)}$$

VERIFICA:

Moto turbolento

$$R = D \cdot \left(\frac{2}{3}\right) \cdot \phi_c \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \phi_c\right) \quad \mathbf{R=0,30}$$

$$P = D \cdot \arccos(1 - 2 \cdot \phi_c) \quad \mathbf{P=3.77}$$

$$A=R \cdot P = 1.13 \text{ m}^2$$

$$C= 12.24 \text{ m}^{0.5} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$V=10.00 \text{ m/s}$$

$$Q=A \cdot V=11.33 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Per minimizzare l'impatto sul terreno agricolo, la viabilità sarà realizzata soltanto laddove indispensabile, progettata quindi per il solo collegamento fra gli accessi alle aree e i vari cabinati.

4.23. Recinzione

Per garantire la sicurezza dell'impianto, tutta l'area di intervento sarà recintata mediante rete metallica a maglia larga, sostenuta da pali in acciaio zincato infissi nel terreno. L'altezza complessiva della recinzione che si realizzerà sarà complessivamente di 2.00 m.

La presenza di una recinzione di apprezzabile lunghezza potrebbe avere ripercussioni negative in termini di deframmentazione degli habitat o di eliminazione di habitat essenziali per lo svolgimento di alcune fasi biologiche della piccola/media fauna selvatica presente in loco.

Per evitare il verificarsi di situazioni che potrebbero danneggiare l'ecosistema locale tutta la recinzione verrà posta ad un'altezza di 20 cm dal suolo, per consentire il libero transito della fauna di piccola e media taglia tipica del luogo. Tale altezza dal suolo si ritiene adeguata anche in base alla mappatura delle specie riscontrata in sito. Così facendo la recinzione non costituirà una barriera e non creerà frammentazione del territorio.

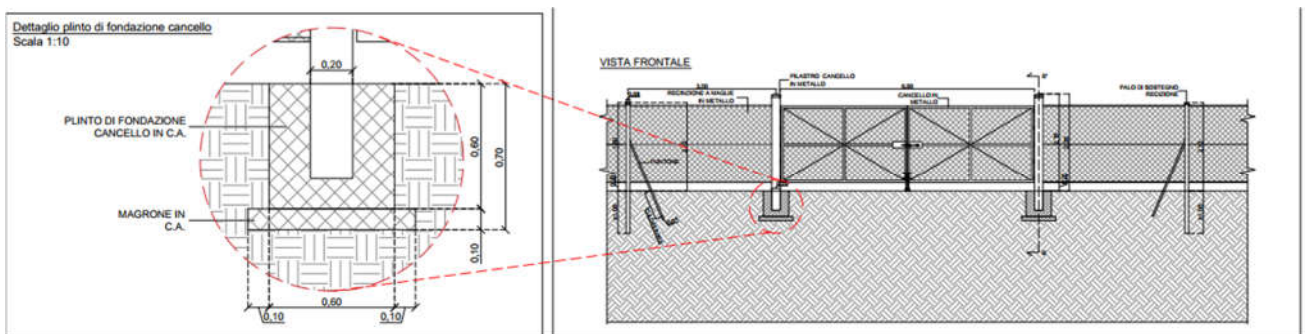
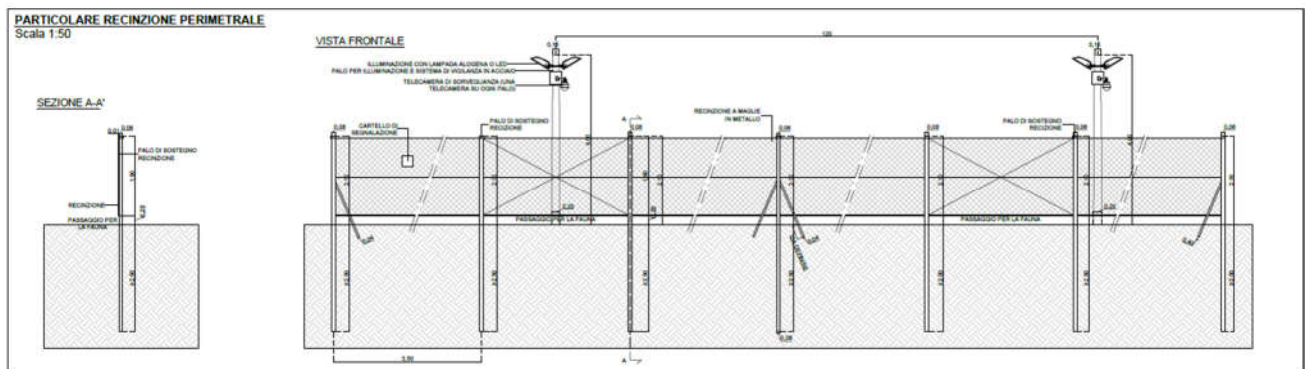


Figura 36: particolare recinzione perimetrale

4.24. Operazioni inerenti al suolo

Le operazioni che interesseranno direttamente il suolo agricolo sono quelle relative alla preparazione del terreno per il transito dei mezzi e per la realizzazione delle strutture dell'impianto fotovoltaico (stringhe, cabine, cavidotti...). Dopo aver recintato l'area di cantiere si prevede la sistemazione della viabilità tra i sottocampi, delle aree sulle quali verranno posizionate le strutture di fondazione dei moduli fotovoltaici e delle cabine prefabbricate. Le già menzionate operazioni verranno effettuate evitando le opere di sbancamento, poiché le livellette della viabilità interna verranno realizzate seguendo il naturale profilo altimetrico dell'area interna all'impianto e l'asportazione di materiale al di sotto delle stringhe fotovoltaiche non è tale da causare una variazione dell'andamento naturale del terreno. In questo modo, non si andrà ad alterare l'equilibrio idrogeologico dell'area.

4.24.1. Manutenzione

I pannelli fotovoltaici non hanno bisogno di molta manutenzione. Può capitare che le loro superfici si sporchino o si ricoprano di polvere, generalmente basta l'acqua e il vento per ripulirli ma è buona norma eseguire ispezioni periodiche dei moduli per verificare la presenza di danni a vetro, telaio, scatola di giunzione o connessioni elettriche esterne. La manutenzione va effettuata da personale specializzato e competente che effettui i controlli periodici.



Figura 37: immagine esempio operazioni di manutenzione

4.24.2. Lavaggio dei moduli fotovoltaici

Benché il vetro dei pannelli fotovoltaici tendenzialmente si dovrebbe sporcare poco, di fatto può succedere che i pannelli si sporchino a causa di polveri presenti nell'aria, inquinamento, terra portata da vento, pioggia, etc. Tutto questo accumulo di sporcizia influisce negativamente sulle prestazioni dei pannelli solari, diminuendone sensibilmente l'efficacia. Per ovviare a questo problema per tutta la vita utile dell'impianto sono previsti dei lavaggi periodici della superficie captante dei moduli fotovoltaici. Per il lavaggio dei moduli non è previsto l'uso di sostanze e prodotti chimici.



Figura 38: immagine esempio operazioni di manutenzione

4.24.3. Controllo delle piante infestanti

L'area sottostante i pannelli sarà utilizzata ai fini agricoli, con messa di prato stabile, o prato permanente monofita con leguminose autoriseminanti, che sarà periodicamente sfalcata e riutilizzata in loco ai fini del miglioramento della fertilità del terreno. Allo scopo di mantenere un'adeguata "pulizia" dell'area, peraltro necessaria per evitare ombreggiamenti sui pannelli, saranno effettuate delle operazioni periodiche con tagliaerba al fine di eliminare eventuali piante infestanti. Tale attività avverrà con particolare cura, da parte di impresa specializzata, allo scopo di evitare il danneggiamento delle strutture e di altri componenti dell'impianto.

In particolare, lo sfalcio meccanico verrà utilizzato per eliminare la vegetazione spontanea infestante al fine di prevenire la proliferazione dei vettori di agenti patogeni infestanti, durante la stagione estiva, al fine di evitare la propagazione degli incendi di erbe disseccate sia agli impianti sia ai poderi confinanti.

In nessun caso saranno utilizzati diserbanti o altri prodotti chimici atti a ridurre o eliminare la presenza di vegetazione spontanea sul campo.

4.25. Biodiversità e tutela dell'ecosistema agricolo

Il termine biodiversità (traduzione dall'inglese biodiversity, a sua volta abbreviazione di biological diversity) è stato coniato nel 1988 dall'entomologo americano Edward O. Wilson e può essere definita come la ricchezza di vita sulla terra: i milioni di piante, animali e microrganismi, i geni che essi contengono, i complessi ecosistemi che essi costituiscono nella biosfera.

La Convenzione ONU sulla Diversità Biologica definisce la biodiversità come la varietà e variabilità degli organismi viventi e dei sistemi ecologici in cui essi vivono, evidenziando che essa include la diversità a livello genetico, di specie e di ecosistema.

Un'ampia fetta della Biodiversità a lungo sottovalutata o affatto considerata è rappresentata dalla **biodiversità del suolo**. Nel suolo, infatti, vivono innumerevoli forme di vita che contribuiscono a mantenere fertili e in salute i terreni, a mitigare il cambiamento climatico, a immagazzinare e depurare l'acqua, a fornire antibiotici e a prevenire l'erosione. Il suolo vive ed è brulicante di vita: migliaia di microorganismi sono instancabilmente all'opera per creare le condizioni che permettono alle piante di crescere, agli animali di nutrirsi e alla società umana di ricavare materie prime fondamentali.

4.26. Sistemi di monitoraggio per Agricoltura di precisione

In linea con le recenti linee guida sull'Agrovoltaico, e in un'ottica di un efficientamento anche dal punto di vista agricolo e della gestione di precisione ad esso collegato si prevede l'installazione di sistemi di monitoraggio tipo **MeteoSense 4.0**, una stazione meteo ideale per la rilevazione meteorologica e climatica e per tutte le applicazioni in **agricoltura di precisione**. I dati sono inviati automaticamente al **portale cloud LiveData**, accessibile da smartphone e desktop, che presenta le informazioni in modo chiaro e comprensibile, gestisce i principali modelli agronomici e mantiene tutto lo storico delle rilevazioni in campo.

Presente da oltre 10 anni in centinaia di prestigiose aziende in Italia e all'estero, rappresenta la scelta ideale per le principali applicazioni per l'agricoltura di precisione: **difesa sostenibile** e lotta ai patogeni, **risparmio idrico** e misura dell'umidità del suolo. Facilmente installabile e pronta per l'utilizzo, può essere configurata con i sensori e gli accessori più adatti alle proprie esigenze, e con i modelli di supporto alle decisioni (DSS) presenti sul cloud LiveData è compatibile con le più avanzate esigenze agronomiche e con i requisiti dei principali programmi di finanziamento (PSR, PIF, Agricoltura 4.0).



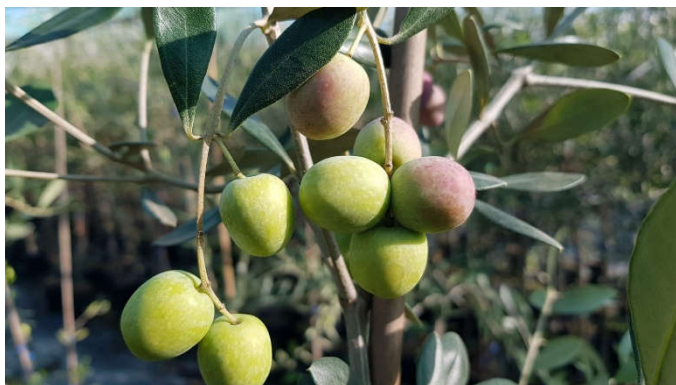
Un impianto d'irrigazione si presta a diversi livelli di automazione, che contribuiscono a migliorare l'efficienza svincolando il personale aziendale dalla necessità di essere fisicamente presente sull'appezzamento nelle tempistiche imposte dall'impianto stesso. Per automazione s'intende a considerare l'avvio e lo spegnimento dell'impianto anche se rientrano in questo ambito anche molte altre soluzioni elettroniche in grado di migliorare la qualità del sistema irriguo e la sua funzionalità, basti pensare, ad esempio, ai sistemi di controlavaggio dei filtri automatici o ai meccanismi di controllo e regolazione della pressione. La programmazione della durata del turno di irrigazione, in un'ottica di risparmio idrico e razionalità degli interventi, è uno degli aspetti più importanti dell'automazione. Le centraline elettroniche sono, infatti, in grado di comandare l'apertura e la chiusura di elettrovalvole per il funzionamento di distinti settori di irrigazione, definendone i tempi di adacquamento.

4.27. Mitigazione visiva e progetto agricolo

Al fine di attenuare, se non del tutto eliminare, l'impatto visivo prodotto dall'impianto agrovoltaiico "Troia Moffa" sono previsti interventi di mitigazione visiva mediante messa a dimora di ulivi intensivi. Sono inoltre previsti interventi agricoli finalizzati a conservare e migliorare il valore produttivo agricolo dell'area sulla quale sarà realizzato l'impianto.

4.27.1. Uliveto intensivo

Si prevede come opera di mitigazione visiva, per attenuare gli impatti nel paesaggio circostante, la messa a dimora di alberi intensivi di ulivo, varietà Favolosa (FS17), che saranno installati lungo il perimetro esterno della recinzione, posizionati in due o più filari, per una superficie totale di circa 2,20 ettari. L'impianto di uliveto



intensivo, oltre alla funzione di creare una filiera per la produzione di olivo, avrà anche il compito di schermare la visibilità dell'impianto inserendosi nel contesto del paesaggio come una barriera visiva naturale dell'impianto. L'area destinata ad olivo, a partire dal secondo anno, sarà inerbita con la stessa specie utilizzata nell'area di progetto interna (Trifoglio sotterraneo). I vantaggi principali dell'inerbimento consistono nella possibilità di migliorare le caratteristiche del suolo mantenendo elevati i livelli produttivi e qualitativi dell'oliveto.

La **Cultivar Favolosa FS-17** è un genotipo a bassa vigoria, portamento tendenzialmente pendulo, rametti fruttiferi lunghi, con infiorescenze e frutti a grappolo, costante nella produzione con una precoce entrata in produzione ed anticipo della maturazione. Produce un eccellente olio con buone rese produttive e soprattutto sono numerosi i dati scientifici sperimentali che attestano l'elevata resistenza. Il meccanismo di resistenza non è ancora ben spiegato ma, certamente, si ha nella Favolosa una densità batterica di due ordini di grandezza inferiori rispetto alle varietà suscettibili. Quindi un numero minore di vasi xilematici occlusi, il movimento molto lento come il rallentamento nella sistematicità entro i tessuti vascolari, fa sì che la pianta, seppur infetta, non muoia.

4.27.2. Coltivazioni agricole previste

Il progetto prevede, in consociazione con il prato permanente, la messa a coltura di piante officinali quali origano e lavanda distribuite in fasce interfilari di larghezza pari a 5,30 metri. Alla coltivazione di piante officinali saranno dedicate due diverse superfici, una di ettari 9,17 circa e l'altra di ettari 0,56 circa, per un totale di circa 9,74 ettari. La prima superficie, quella di ettari 9,17, corrisponde all'area interna alla recinzione impianto, e più precisamente sarà la superficie interfilare (tra i tracker) con

fasce di larghezza pari a 5,30 metri. La seconda superficie, quella di circa 0,59 ettari, sarà posizionata esternamente all'area recintata dell'impianto. La lavanda è una pianta eliofila, una buona irradiazione solare favorisce, infatti, la resa in olio essenziale, inoltre resiste bene al freddo (sino a -20°C) in riposo vegetativo e al secco, sensibile alle gelate tardive. L'origano ha limitate esigenze in elementi nutritivi, la pianta si adatta bene anche a terreni tendenzialmente argillosi e ricchi di calcare e si presta per sfruttare condizioni di acclività o marginalità in generale, fornendo anzi un'ottima risorsa per contrastare l'erosione del terreno.

Oltre alle piante officinali, si prevede per una superficie di circa 12,70 ettari, la messa a dimora di prato stabile o, meglio, prato permanente "monofita" con leguminosa autoriseminante. La specie scelta è il *Trifolium subterraneum*. L'impiego di specie autoriseminanti, per la costituzione di nuovi prati, appare una soluzione razionale ed efficace in grado di aumentare e migliorare le disponibilità foraggere per gli animali e l'efficacia dei sistemi aziendali in ambiente mediterraneo. Tali specie infatti sono in grado di assolvere molteplici funzioni, quali: il miglioramento delle caratteristiche fisiche e chimiche del suolo, l'incremento, conservazione e riciclo degli elementi nutritivi, il controllo di patogeni, insetti e delle erbe infestanti ed il miglioramento del paesaggio. Pertanto, la messa in coltura di prato stabile permanente di leguminosa, nel contesto nel quale si opera, oltre a quello produttivo, ha l'obiettivo di protezione/stabilità del suolo e miglioramento della fertilità del terreno.

La messa a dimora del prato permanente "monofita" sarà effettuata al di sotto delle strutture tracker tranne per la fascia centrale di 50 centimetri (25 cm per lato) in corrispondenza del palo di infissione dei tracker. Il prato permanente sarà messo a dimora anche nelle aree libere dell'impianto, aree adiacenti alla viabilità di servizio, aree adiacenti ai reticoli superficiali presenti, aree libere tra la recinzione e le strutture tracker.

Il progetto agricolo consociato all'impianto fotovoltaico, così come studiato e strutturato, tende a rispettare i requisiti indicati dalle linee guida del Ministero, ed alle ulteriori normative tecniche relative alla progettazione di impianti agrovoltaici.

Si riporta una tabella riepilogativa, con i dati e le indicazioni del progetto agricolo, nella quale tabella viene rappresentato per le varie tipologie di coltivazioni, il rapporto delle stesse alla superficie totale di impianto, pari ad ettari 27,2213, e come da tabella seguente, i dati che si riscontrano sono:

	TROIA MOFFA		
	N°	HA	%
AREA ACQUISITA		27,2213	
AREA CINTATA		24,2096	88,94
PIETRAIE RETTILI E INSETTI	3		
STALLI VOLATILI	39		
ARNIE PER API	50		
Fasce di terreno non utilizzate (sottese ai tracker)		0,8136	2,99
Superficie di terreno non utilizzata (area del reticolo)		0,8555	3,14
Superficie agricola a prato permanente "monofita" considerata non produttiva (area sottesa ai tracker)		4,5854	16,84
SUPERFICIE AGRICOLA NON PRODUTTIVA		6,2545	22,98
Coltivazione di piante officinali quali origano e lavanda distribuite in fasce interfilari di 5,30 metri (Superficie interna area impianto)		9,1737	33,70
Coltivazione di piante officinali quali origano e lavanda posizionate all'esterno dell'area recintata dell'impianto		0,5695	2,35
Prato permanente "monofita" con leguminosa autoriseminante (Superficie interna area impianto)		8,1160	29,81
Ulivo intensivo varietà Favolosa "FS17" (Mitigazione perimetrale)		2,2052	8,10
SUPERFICIE AGRICOLA PRODUTTIVA		20,0644	73,71
AREA AGRICOLA TOTALE DI PROGETTO - lavanda, origano, ulivo intensivo e prato stabile		24,6498	90,55
AREA AGRICOLA ai fini del "Requisito A1" - lavanda, origano, ulivo intensivo e prato stabile (in parte)		20,0644	73,71

$$LAOR = \frac{\text{Superficie dei moduli}}{\text{Superficie totale di progetto}} \times 100 = \frac{71.297}{272.213} \times 100 = \mathbf{26,19\%} < 40\%$$

$$\frac{\text{Superficie Agricola produttiva}}{\text{Superficie totale di progetto}} \times 100 = \frac{200.644}{272.213} \times 100 = \mathbf{73,71\%} > 70\%$$



Ulivo intensivo var. Favolosa



Lavandeto



Trifolium Subterraneum



Origanum Vulgare

Figura 39: immagine coltivazioni previste per l'impianto agrovoltaico "Troia Moffa"

4.28. Illuminazione di emergenza e videosorveglianza

4.28.1. Inquinamento Luminoso

Per prevenire l'inquinamento luminoso l'impianto previsto prevederà:

- ⚙️ Apparecchi che, nella loro posizione di installazione, devono avere una distribuzione dell'intensità luminosa massima per $\theta \geq 90^\circ$, compresa tra 0,00 e 0,49 candele per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso; a tal fine, in genere, le lampade devono essere recessate nel vano ottico superiore dell'apparecchio stesso;
- ⚙️ Lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, quali al sodio ad alta o bassa pressione, in luogo di quelle con efficienza luminosa inferiore.

All'interno dell'impianto fotovoltaico "Troia Moffa" sono state previste delle lampade con fascio direzionato che si attivano solo in caso di presenza di intrusi all'interno dell'area dell'impianto fotovoltaico.

Si può quindi affermare che non vi sarà illuminazione dell'area se non in caso di emergenza.

4.28.2. Videosorveglianza

Gli impianti fotovoltaici vengono spesso realizzati in aree rurali isolate e su terreni più o meno irregolari, vincolando l'utente ad avere una giusta consapevolezza della messa in sicurezza degli impianti stessi.

Il complesso studio dei rischi inerenti alla fase di esercizio degli impianti fotovoltaici è strettamente legato ai danni più frequenti e più consistenti che possono colpire gli impianti fotovoltaici durante la fase di esercizio. Oltre agli eventi naturali quali terremoto, alluvione, frana, grandine e simili, un'importante preoccupazione, che gli amministratori degli impianti fotovoltaici devono mettere sulla bilancia, è quella dei danni diretti derivanti da atti di terzi come il furto, gli atti vandalici e/o dolosi, gli atti di terrorismo e di sabotaggio e il furto del rame presente.

Per tale ragione verrà installato un sistema di protezione tramite videosorveglianza attiva, atta a diminuire e limitare il più possibile i rischi inerenti al furto dei pannelli solari, degli inverter e del rame presente sul sito, limitando così i danni con conseguente perdita di efficienza degli impianti fotovoltaici.

Il sistema di videosorveglianza provvederà a monitorare, acquisire e rilevare anomalie e allarmi, utilizzando soluzioni intelligenti di video analisi, in grado di rilevare tentativi d'intrusione e furto analizzando in tempo reale le immagini e rilevando:

- La scomparsa o il movimento di oggetti presenti
- Persone che si aggirano in zona in maniera sospetta seguendone i movimenti automaticamente
- Rilevare targhe di mezzi che transitano vicino agli impianti
- Registrazione dei volti degli intrusi
- Invio automatico di allarmi.

L'impianto sarà tutelato da un sistema di allarme di videosorveglianza connesso ad un sistema di illuminazione che funzionerà **esclusivamente** in caso di allarme dovuto alla violazione del perimetro da parte di persone estranee.

4.29. Il progetto esecutivo

Il progetto esecutivo, redatto in conformità al progetto definitivo autorizzato, determina in ogni dettaglio i lavori da realizzare e il relativo costo previsto e deve essere sviluppato ad un livello di

definizione tale da consentire che ogni elemento sia identificabile in forma, tipologia, qualità, dimensione e prezzo. In particolare il progetto è costituito dall'insieme delle relazioni, dei calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti e degli elaborati grafici nelle scale adeguate, compresi gli eventuali particolari costruttivi, dal capitolato speciale di appalto, prestazionale o descrittivo, dal computo metrico estimativo e dall'elenco dei prezzi unitari. Esso è redatto sulla base degli studi e delle indagini compiuti nelle fasi precedenti e degli eventuali ulteriori studi e indagini, di dettaglio o di verifica delle ipotesi progettuali, che risultino necessari e sulla base di rilievi planoaltimetrici, di misurazioni e picchettazioni, di rilievi della rete dei servizi del sottosuolo. Il progetto esecutivo deve essere altresì corredato da apposito piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti da redigersi nei termini, con le modalità, i contenuti, i tempi e la gradualità.

Il progetto esecutivo costituisce la ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni e, pertanto, definisce compiutamente ed in ogni particolare architettonico, strutturale ed impiantistico l'intervento da realizzare. Restano esclusi soltanto i piani operativi di cantiere, i piani di approvvigionamenti, nonché i calcoli e i grafici relativi alle opere provvisorie. Il progetto è redatto nel pieno rispetto del progetto definitivo nonché delle prescrizioni dettate in sede di rilascio della concessione edilizia o di accertamento di conformità urbanistica, o di conferenza di servizi o di pronuncia di compatibilità ambientale ovvero il provvedimento di esclusione delle procedure, ove previsti. Il progetto esecutivo è composto dai seguenti documenti:

- a) relazione generale;
- b) relazioni specialistiche;
- c) elaborati grafici comprensivi anche di quelli delle strutture, degli impianti e di ripristino e miglioramento ambientale;
- d) calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti;
- e) piani di manutenzione dell'opera e delle sue parti;
- f) piani di sicurezza e di coordinamento;
- g) computo metrico estimativo definitivo e quadro economico;
- h) cronoprogramma;
- i) elenco dei prezzi unitari e eventuali analisi;
- l) quadro dell'incidenza percentuale della quantità di manodopera per le diverse categorie di cui si compone l'opera o il lavoro;
- m) schema di contratto e capitolato speciale di appalto.

Il progetto esecutivo verrà redatto in 3 settimane.

4.30. Cronoprogramma

La durata delle operazioni per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico è stata stimata essere pari a circa 58 settimane. Si riporta, di seguito, cronoprogramma dettagliato.

ATTIVITA'	INIZIO LAVORAZIONE (prog. Settimana)	FINE LAVORAZIONE (prog. Settimana)
PROGETTO ESECUTIVO	1	3
RECINZIONE ED ALLESTIMENTO CANTIERE	4	9
Vibro infissione montanti recinzione	4	7
Realizzazione recinzioni e cancelli	6	9
REALIZZAZIONE VIABILITA' INTERNA	9	13
Tracciamento viabilità	9	11
Realizzazione viabilità in misto stabilizzato	11	13
REALIZZAZIONE IMPIANTI DI SERVIZIO E SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA	13	18
Allestimento locali servizi ausiliari	13	15
Installazione impianto di allarme e videosorveglianza	13	18
REALIZZAZIONE CAMPO AGROVOLTAICO	19	34
Tracciamento fondazioni su palo e posizionamento cabinati	19	25
Vibro infissione pali e posa strutture tracker	23	30
Posa e collegamento moduli fotovoltaici	27	34
Posizionamento prefabbricati	31	34
Posizionamento pozzetti	31	34
REALIZZAZIONE RETE BT/MT	35	44
Realizzazione rete BT di campo	35	41
Realizzazione dorsale MT	40	44
ALLESTIMENTO CABINE E IMPIANTI	44	47
Connessione cablaggi e allestimenti delle cabine di campo e di raccolta	44	47
MITIGAZIONI	47	50
Posa di uliveto perimetrale, sassaie, arnie per api nomadiche	47	50
PROGETTO AGRICOLO	51	54
Messa a dimora leguminose autoriseminanti	51	52
Messa a dimora officinali e lavanda	54	54
REALIZZAZIONE PERCORSO CAVIDOTTO DI COMMEGAMENTO A TERNA	50	55
Realizzazione percorso cavidotto	50	55
COLLAUDIO FINALE E MESSA IN ESERCIZIO	56	58

5. FASE DI CANTIERE

Considerata la tipologia dell'intervento da realizzare, si può affermare che le lavorazioni in fase di cantiere avverranno senza la produzione di particolari rifiuti da conferire alle pubbliche discariche.

Questo è dovuto all'esiguità degli scavi necessari alla realizzazione dei cavidotti interrati ed al fatto che la viabilità interna verrà realizzata seguendo come criterio progettuale quello di limitare il più possibile le movimentazioni di terra nel rispetto dell'ambiente circostante e seguendo il più possibile l'andamento del terreno.

Tali operazioni, riguardando solo la parte più superficiale del terreno vegetale, produrranno come residuo delle lavorazioni solamente lo stesso terreno vegetale che verrà ridistribuito uniformemente all'interno delle aree di pertinenza dell'impianto.

Per quanto riguarda gli imballaggi dei moduli fotovoltaici e dei quadri elettrici questi saranno costituiti da cartone e plastica, materiali che verranno trasferiti ai circuiti classici di riciclo che sono stati analizzati nei paragrafi successivi.

A valle di quanto esposto non si esclude il fatto che, se in fase di cantiere si dovesse produrre materiale di rifiuto, tale materiale prodotto sarà differenziato e conferito nella più vicina discarica pubblica autorizzata.

A seguito delle lavorazioni di installazione degli impianti non verranno arrecati danni permanenti alla viabilità pubblica e privata, e qualora dovessero accidentalmente verificarsi tali episodi, vi verrà tempestivamente posto rimedio in quanto sia nelle convenzioni con gli Enti, sia nei contratti con i privati sono riportati gli obblighi e le modalità per il ripristino.

6. FASE DI ESERCIZIO

Analizzando i componenti e la tipologia di operazioni che avvengono per la produzione di energia fotovoltaica è ben evidente che l'impianto in questione, in fase di esercizio, non produce materiali di rifiuto.

7. FASE DI DISMISSIONE - Riciclo componenti e rifiuti

L'impianto fotovoltaico è costituito da una serie di manufatti necessari all'espletamento di tutte le attività ad esso connesse ed in questa relazione descritti.

Le componenti dell'impianto che costituiscono una modificazione rispetto alle condizioni in cui si trova attualmente il sito oggetto dell'intervento sono prevalentemente:

- stringhe fotovoltaiche
- strutture di fissaggio delle stringhe fotovoltaiche vibro-infisse nel terreno
- cabine elettriche prefabbricate ed apparati elettrici, pali illuminazione e videosorveglianza
- viabilità interna
- cavi
- recinzione.

7.1. Smaltimento stringhe fotovoltaiche

Il riciclo dei moduli fotovoltaici nel settore della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è un fattore determinante e da non sottovalutare se si vuole che gli impianti fotovoltaici rappresentino totalmente un sistema di produzione dell'energia elettrica ecologico e sostenibile. Al termine della loro vita utile, i pannelli costituiscono un rifiuto elettronico e come tutti i rifiuti hanno una ricaduta ambientale. Fino ad oggi non esiste una direttiva europea per lo smaltimento dei pannelli fotovoltaici, anche perché il numero delle installazioni fotovoltaiche giunte alla fine del loro ciclo di vita è ancora contenuto. Fortunatamente esistono già delle indicazioni ben precise riguardanti lo smaltimento di tali strutture. Il modulo fotovoltaico scelto per il progetto in questione fa parte del consorzio **PV Cycle**.

Con l'intento di rendere veramente "verde" l'energia fotovoltaica e con lo slogan "Energia fotovoltaica energia doppiamente verde", l'industria del fotovoltaico ha dato vita al consorzio europeo PV Cycle. PV Cycle è l'Associazione Europea per il ritiro volontario e il riciclaggio dei moduli fotovoltaici giunti alla fine del proprio ciclo di vita. È stata fondata a Bruxelles nel 2007 dalle principali imprese del settore, supportata anche dall'EPIA e dall'Associazione dell'Industria Solare tedesca (BSW). È diventata operativa dal giugno 2010, anche se già nel 2009 ha coordinato le operazioni per il

riciclaggio dell'impianto di Chevetogne (uno dei primi 16 impianti pilota FV avviati e sostenuti dalla Commissione europea nel 1983).

Raccoglie al suo interno produttori e importatori leader di moduli fotovoltaici e rappresenta più del 90% del mercato FV europeo. La sua mission è di mappare tutti i moduli FV a fine vita in Europa (e EFTA – Svizzera, Norvegia, Liechtenstein e Islanda), ovvero quelli scartati dall'utilizzatore finale o danneggiati durante il trasporto o l'installazione, e come obiettivo si propone di organizzarne e stimolarne la raccolta e riciclaggio.

Il programma, **completamente gratuito per l'utente finale**, è finanziato interamente dai contributi versati dai membri dell'associazione attraverso, come già visto nel caso di First Solar, un fondo di riserva che garantisce i mezzi finanziari necessari a coprire i costi futuri di raccolta e riciclaggio anche nel caso in cui un produttore divenga insolvente o cessa di esistere. Lo schema disegnato da PV Cycle consiste nell'utilizzare dei centri di raccolta sparsi su tutto il territorio europeo, presso i quali possono essere conferiti i moduli da destinare a riciclaggio.

I materiali che costituiscono i moduli fotovoltaici sono il silicio (che costituisce le celle), quantità trascurabili di elementi chimici non tossici inseriti nel silicio stesso, vetro (protezione frontale), fogli di materiale plastico (protezione posteriore) e alluminio (per la cornice). La procedura di riciclo prevede in una prima fase l'eliminazione dell'EVA (Etilvinile acetato), le colle e le parti plastiche. Si prosegue con la separazione del vetro ed eventualmente delle parti di alluminio con il loro riciclo attraverso i canali tradizionali. Per quanto riguarda invece il sistema di imballaggio dei moduli fotovoltaici i materiali prevalenti sono cartone e plastica.

Inoltre, i pannelli fotovoltaici rientrano nell'ambito di applicazione dei RAEE (Rifiuti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche) la cui gestione è oggi disciplinata dalla Direttiva 2012/19/EU, recepita in Italia dal D.lgs. n. 49 del 14 marzo 2014.

Analizzeremo ora in dettaglio le fasi dello smaltimento dei materiali sin qui elencati:

CARTA

Il riciclaggio della carta è un settore specifico del riciclaggio dei rifiuti.

Gli impieghi fondamentali della carta sono:

- supporto fisico per la scrittura e la stampa;
- materiale da imballaggio.

Si tratta di prodotti di uso universale, con indici crescenti di produzione e di domanda e il cui utilizzo ha a valle una forte e diffusa produzione di rifiuti. Come tutti i rifiuti, la carta pone problemi di

smaltimento. La carta è però un materiale riciclabile. Come il vetro, infatti, la carta recuperata può essere trattata e riutilizzata come materia seconda per la produzione di nuova carta. La trasformazione del rifiuto cartaceo (che si definisce carta da macero) in materia prima necessita di varie fasi:

- raccolta e stoccaggio (in questa fase è particolarmente rilevante che le amministrazioni locali richiedano e organizzino la raccolta differenziata dei rifiuti);
- selezione (per separare la fibra utilizzabile dai materiali spuri - spaghi, plastica, metalli - che normalmente sono incorporati nelle balle di carta da macero);
- sbiancamento (per eliminare gli inchiostri).

A questo punto del ciclo, la cellulosa contenuta nella carta-rifiuto è ritornata ad essere una materia prima, pronta a rientrare nel ciclo di produzione.

I vantaggi ambientali conseguenti a queste pratiche sono notevoli, infatti:

- nelle fabbriche che producono carta per giornali da carta da giornali riciclata non si usa più cellulosa proveniente da alberi;
- il costo della materia prima riciclata è notevolmente più basso di quello della pasta di legno, i relativi scarti possono essere utilizzati come combustibile cogeneratore del vapore necessario al processo di fabbricazione e la produzione è meno inquinante;
- il riciclaggio riduce la quantità di rifiuti da trattare, i relativi costi di stoccaggio, lo spreco di spazio da destinare allo stoccaggio medesimo, l'inquinamento da incenerimento, e ovviamente il consumo di alberi vivi (anche se gli alberi impiegati per la produzione della carta provengono da vivai a coltivazione programmata dove vengono periodicamente tagliati e ripiantati).

EVA e parti plastiche

L'EVA è un copolimero di polietilene ed acetato di vinile. E' flessibile, elastico, resistente agli urti e non contiene plastificanti, né altri additivi. L'EVA è usato laddove si richiedano flessibilità, elasticità, resistenza dielettrica, robustezza e compatibilità. L'EVA e le materie plastiche sono entrambi polimeri che possono essere riciclati attraverso due meccanismi di riciclo che consistono in una tipologia di tipo eterogeneo ed una tipologia di tipo omogeneo. **Il riciclo eterogeneo** viene effettuato attraverso la lavorazione di un materiale misto contenente PE, PP, PS, PVC (film in PE alta e bassa densità, film in PP, tuniche, vaschette, *big bags*, barattoli, reggette e retine). In questo materiale eterogeneo

possono essere presenti, anche se in quantità minime, PET, inerti, altri materiali e metalli. In questo processo vi è una prima separazione morfologica e dimensionale seguita da una magnetica per separare eventuali frazioni estranee che potrebbero creare problemi in fase di lavorazione. Queste tre separazioni vengono eseguite in base alla lavorazione e al prodotto che si vuole realizzare.

Successivamente il riciclo procede secondo tre fasi:

- triturazione, frantumazione grossolana del materiale
- densificazione
- estrusione.

In base alla lavorazione e al prodotto che si vuole ottenere, si potranno eseguire tutte le fasi o solamente in parte: ad esempio si potrà tritare il materiale e successivamente densificarlo oppure, una volta tritato il materiale può essere direttamente estruso. Le difficoltà presenti nel riciclo eterogeneo sono legate alle differenti temperature di lavorazione dei polimeri miscelati. Questo problema esclude la possibilità d'impiego di plastiche eterogenee per la realizzazione di prodotti di forma complessa e che presentano spessori minimi.

Con particolare riferimento al **riciclo omogeneo** di polimeri termoplastici il riciclatore dovrà accertarsi che nel polimero da trattare non siano presenti altri polimeri, materiali inerti, cariche o additivi in quantità tale da pregiudicare la processabilità.

Successivamente alla fase di raccolta, e separazione da altri materiali, la plastica viene accuratamente selezionata per tipologia di polimero.

Le metodologie di separazione che si possono effettuare sono diverse:

- Separazione magnetica
- Separazione per flottazione
- Separazione per densità
- Galleggiamento
- Separazione per proprietà aerodinamiche
- Setaccio tramite soffio d'aria
- Separazione elettrostatica

Una volta separati, i diversi polimeri vengono avviati alle fasi successive.

VETRO

Il vetro, sarà sottoposto a diversi trattamenti per allontanare le quantità, anche rilevanti, di impurità che contiene (plastica, materiali ceramici, materiali metallici ferrosi e non).

Ciò si può fare con sistemi diversi, in parte manuali, ma sempre più automatizzati. Nella prima fase vengono allontanati i corpi estranei di dimensioni relativamente grandi che verranno allontanati;

successivamente un lavaggio con acqua provvederà ad eliminare sostanze diverse (sughero, plastica, terra, ecc.).

Mediante dispositivi magnetici vengono allontanati parte dei materiali metallici; quelli non metallici si eliminano, almeno in parte, manualmente.

Il prodotto vetroso viene quindi macinato e sottoposto a vagliatura (per trattenere le parti estranee non sminuzzate), ad aspirazione con aria (per allontanare le impurità leggere), ad ulteriore deferrizzazione (per trattenere su magneti i componenti ferrosi) e con *metal detector* (per separare quelli non magnetici).

Dopo questi trattamenti, che possono essere ripetuti più volte, avviene il processo di frantumazione; dopodiché viene mescolato al materiale grezzo, quindi inviato ai forni di fusione per ottenere pasta di vetro che servirà per produrre nuovi oggetti in vetro. Non esistono limitazioni nel suo impiego, ma l'aumento dei quantitativi utilizzati nell'industria vetraria dipende strettamente dalla qualità del rottame.

ALLUMINIO

La produzione dell'alluminio primario è ad alta intensità energetica perché notevole è il consumo di energia legato al processo di separazione per elettrolisi; per questa ragione l'industria dell'alluminio ha compiuto nel tempo numerosi sforzi orientati, da una parte, alla prevenzione e al miglioramento dell'efficienza produttiva e delle performance ambientali dei propri processi di produzione e dall'altra, al recupero e al riciclo dei rottami.

Sono state progressivamente avviate attività di prevenzione finalizzate alla riduzione della quantità di materia prima impiegata, in particolare la riduzione degli spessori nel comparto degli imballaggi in alluminio ha portato ad un sensibile calo in peso della materia impiegata.

Per ragioni tecniche, economiche ed ambientali, l'opzione del riciclo è sempre stata, fin dalla prima commercializzazione dei prodotti in alluminio, parte integrante della strategia produttiva dell'industria dell'alluminio stesso. Il riciclo dell'alluminio contribuisce alla razionalizzazione del consumo di risorse come il silicio, il rame, il magnesio, il manganese e lo zinco.

La qualità dell'alluminio non è alterata dal processo di riciclo che può avvenire infinite volte con un risparmio di energia pari al 95% di quella impiegata per produrre alluminio a partire dalla materia prima. La produzione mediante rifusione dei rottami recuperati richiede, infatti, solo il 5% dell'energia che viene impiegata nella produzione primaria.

L'alluminio riciclato viene utilizzato per molteplici applicazioni, dai trasporti (auto, biciclette, treni, motoveicoli) ai casalinghi (caffettiere, tavoli, sedute, librerie), dall'edilizia (serramenti, rifiniture, porte) agli imballaggi (lattine, vaschette, bombolette, film).

CELLE FOTOVOLTAICHE

Le celle invece vengono trattate in modo chimico per renderle pulite dai metalli e dai trattamenti sia di antiriflesso che dopanti. Si riottengono così delle strutture denominate “wafer” che possono costituire nuovamente la materia prima per nuovi moduli previo debito trattamento. Le celle che accidentalmente dovessero rompersi invece vengono riciclate nei processi di produzione dei lingotti di silicio.

Al termine della vita utile dell'impianto, in definitiva, i pannelli potranno essere smaltiti con la tecnologia sin qui esposta; è presumibile però che detta tecnologia risulterà sicuramente migliorata e resa più efficace negli anni a venire.

7.2. Recupero cabine elettriche prefabbricate

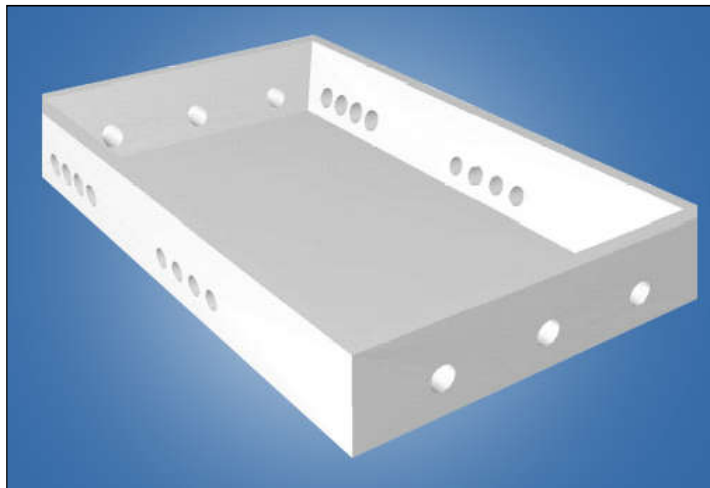
Le cabine di raccolta dedicate all'alloggiamento delle apparecchiature elettriche saranno costituite da **monoblocchi prefabbricati** con struttura monolitica autoportante senza giunti di unione tra le pareti e tra queste ed il fondo realizzato in calcestruzzo alleggerito con argilla espansa.

Le pareti del monoblocco hanno uno spessore di 8 cm. (NomEL n°5 del 5/89).

Il tetto del monoblocco è realizzato a parte, sempre con cls armato alleggerito. Dopo essere stato impermeabilizzato con uno strato di guaina bituminosa ardesiata dello spessore di 4 mm, viene appoggiato sulle pareti verticali consentendo pertanto lo scorrimento dello stesso per effetto delle escursioni termiche.

La conformazione del tetto è tale da assicurare un normale deflusso delle acque meteoriche, per tale motivo non sono previsti tubi di gronda all'esterno e/o all'interno del monoblocco.

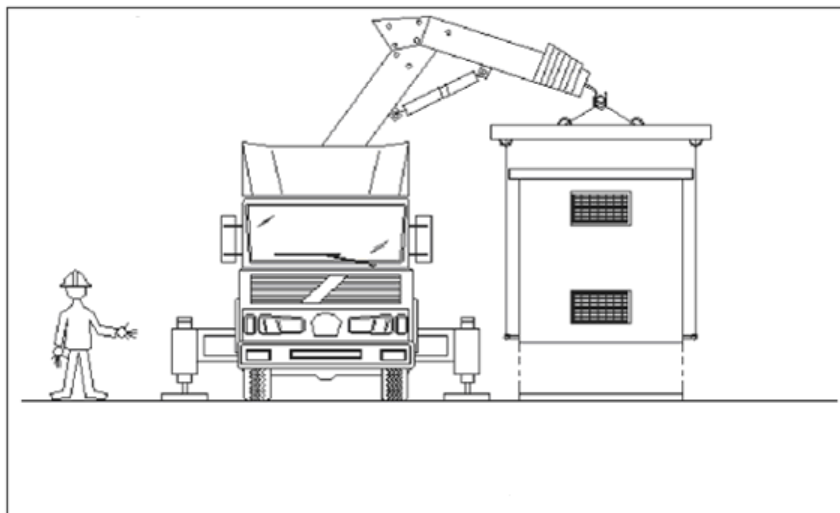
Le cabine elettriche verranno portate in loco e verranno posizionate su di una vasca di fondazione della tipologia illustrata nella figura sottostante dell'altezza di circa 50 cm. Si precisa che per il posizionamento delle cabine non è necessaria la realizzazione di fondazioni in c.a. in quanto le stesse vengono alloggiare nel terreno, previo scavo di fondazione di circa 60-70 cm sul quale verrà steso un letto di misto granulometrico stabilizzato per uno spessore di circa cm 10 che assolve ad una funzione livellante.



Vasca di fondazione

Le caratteristiche della cabina monoblocco consentono la recuperabilità integrale del manufatto con possibilità di poterla spostare e riutilizzare in altro luogo.

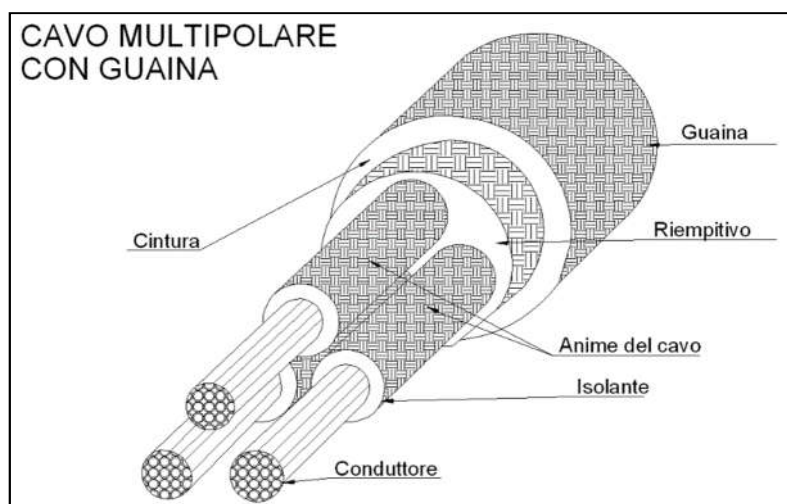
I container in cui sono alloggiati gli inverter ed i trasformatori, in quanto tali, sono progettati proprio per essere facilmente trasportati e riutilizzati, in pratica la possibilità di unirli ad altri container creando strutture modulari e la facilità di assemblaggio donano a questo oggetto un forte stampo di ecosostenibilità.



7.3. Smaltimento cavi elettrici ed apparecchiature elettroniche, pali illuminazione e videosorveglianza

Con la denominazione di cavo elettrico si intende indicare un conduttore uniformemente isolato oppure un insieme di più conduttori isolati, ciascuno rispetto agli altri e verso l'esterno, e riuniti in un unico complesso provvisto di rivestimento protettivo. Il cavo risulta costituito quindi da più parti e precisamente:

- La parte metallica (il rame o altro conduttore) destinata a condurre corrente, costituita da un filo unico o da più fili intrecciati tra di loro e il conduttore vero e proprio.
- Il conduttore è circondato da uno strato di materiale isolante che è formato dalla mescola di materiali opportunamente, scelti, dosati e sottoposti a trattamenti termici e tecnologici vari.
- L'insieme del conduttore e del relativo isolamento costituisce l'anima del cavo.
- Un cavo può essere formato da più anime. L'involucro isolante applicato sull'insieme delle anime è denominato cintura.
- La guaina, che può essere rinforzata con elementi metallici, e il rivestimento tubolare continuo avente funzione protettiva delle anime del cavo. La guaina in generale è sempre di materiale isolante.
- Talvolta i cavi sono dotati anche di un rivestimento protettivo avente una funzione di protezione meccanica o chimica come ad esempio una fasciatura o una armatura flessibile di tipo metallico o non metallico.



In tutti i loro componenti, i cavi elettrici sono composti in definitiva da plastica e rame. Il riciclaggio dei cavi elettrici viene dall'esigenza di smaltire e riutilizzare materiali che altrimenti sarebbero dannosi per l'ambiente e costosi nell'approvvigionamento. Il riciclaggio di questi componenti coinciderà con il riciclaggio della plastica e del metallo. Da un punto di vista pratico la separazione tra i diversi materiali avviene attraverso il loro passaggio in alcuni macchinari separatori. Tali macchinari separatori utilizzano la tecnologia della separazione ad aria e sono progettati appositamente per il recupero del rame dai cavi elettrici. Sfruttando la differenza di peso specifico dei diversi materiali costituenti la struttura del cavo si può separare la parte metallica dalla plastica e dagli altri materiali.



7.4. Recupero viabilità interna

Rimuovere la viabilità interna sarà un'operazione molto semplice. La struttura viaria, infatti, potrà essere rimossa con l'ausilio di un mezzo meccanico ed il materiale recuperato potrà essere riutilizzato in edilizia come materiale inerte.

7.5. Recupero recinzione

Lungo il perimetro dell'area d'intervento sarà realizzata una recinzione perimetrale; tale recinzione sarà costituita da maglia metallica. L'altezza complessiva della recinzione è pari a 200 cm e sarà collegata al terreno mediante pali infissi.

I materiali che costituiscono la recinzione sono acciaio per la parte in elevazione e per la parte in fondazione. Al termine della vita utile dell'impianto fotovoltaico, qualora la recinzione non debba più assolvere alla funzione di protezione dell'area che circonda, sarà smantellata e i suoi materiali costituenti seguiranno i processi classici di riciclo precedentemente esposti.

8. Ripristino dello stato dei luoghi

In questo paragrafo verrà esaminata in maniera più dettagliata la fase di ripristino dello stato dei luoghi.

Le componenti dell'impianto fotovoltaico che costituiscono una modificazione rispetto alle condizioni in cui si trova attualmente il sito oggetto dell'intervento sono prevalentemente:

- stringhe fotovoltaiche
- strutture di fissaggio delle stringhe fotovoltaiche vibro-infisse nel terreno
- cabine elettriche prefabbricate ed apparati elettrici, pali illuminazione e videosorveglianza
- viabilità interna
- cavi
- recinzione.

Una volta separati i diversi componenti sopra elencati in base alla composizione chimica ed in modo da poter riciclare il maggior quantitativo possibile dei singoli elementi, i rifiuti saranno consegnati ad apposite ditte per il riciclaggio e il riutilizzo degli stessi; la rimanente parte, costituita da rifiuti non riutilizzabili, sarà conferita a discarica autorizzata. In fase di dismissione dell'impianto fotovoltaico, sarà di fondamentale importanza il completo ripristino morfologico e vegetazionale dell'area. Ciò farà in modo che l'area sulla quale sorgeva l'impianto possa essere restituita agli originari usi agricoli.

Per garantire una maggiore attenzione progettuale al ripristino dello stato dei luoghi originario si utilizzeranno tecniche idonee alla rinaturalizzazione degli ambienti modificati dalla presenza dell'impianto fotovoltaico. Tale rinaturalizzazione verrà effettuata con l'ausilio di idonee specie vegetali autoctone.

I principali interventi di recupero ambientale che verranno effettuati sulle aree che hanno ospitato viabilità e cabine saranno costituiti prevalentemente da:

- semine (a spaglio, idrosemina o con coltre protettiva);
- semina di leguminose;
- scelta delle colture in successione;
- sovesci adeguati;
- incorporazione al terreno di materiale organico, preferibilmente compostato, anche in superficie;
- piantumazione di specie arboree/arbustive autoctone;
- concimazione organica finalizzata all'incremento di humus ed all'attività biologica.

9. Quantificazione dei costi di dismissione e ripristino e tempistiche

E' stata prodotta una stima relativa ai costi di dismissione e ripristino dell'area interessata dal progetto dell'impianto. Detti costi sono stati valutati sulla scorta dei prezzi attuali, in quanto risulta difficilmente quantificabile, sia a livello di costi sia a livello tecnologico, la proiezione di tali attività al reale momento in cui verranno effettuate.

Per la determinazione dell'importo complessivo, oltre ai costi derivanti dalla dismissione dei singoli componenti che costituiscono l'impianto fotovoltaico, sono state anche considerate le "economie" derivanti sia dai mancati costi di conferimento per le apparecchiature elettriche sia dagli eventuali ricavi che possono rinvenire dal riciclo dei materiali.

I costi di dismissione e ripristino ammontano a circa € 38.228,51 per ciascun MW installato, per un totale di circa € **622.513,03**, che corrisponde approssimativamente al 4,8 % dell'investimento totale previsto di € 12.831.603,65+iva.

Ad ogni modo, dopo il trentesimo anno di attività dell'impianto fotovoltaico si valuterà lo stato di efficienza dei componenti e si stabilirà se procedere alla dismissione o meno.

10. Prime indicazioni sulla Sicurezza

Il presente paragrafo per analizzare preliminarmente i principali rischi, al fine di introdurre il futuro Piano di Sicurezza e Coordinamento, nel quale verranno analizzati nel dettaglio tutte le valutazioni in merito ai rischi ed alle precauzioni da valutare in campo di sicurezza.

Si valutano dunque le preliminari misure di prevenzione dei rischi e dei relativi D.P.I. (Dispositivi di Protezione Individuale) da adottare, come da T.U. Sicurezza 81/08.

Il PSC tratterà al suo interno i seguenti punti:

- Caratteristiche e generalità dell'area di cantiere, sia dell'area d'impianto fotovoltaico che dell'area delle cabine di elevazione e smistamento e dell'area di realizzazione del cavidotto di vettoriamento.
- Analisi dei rischi e dei fattori esterni presenti sul territorio, facendo particolare attenzione a garantire la sicurezza dei lavoratori in fase di cantiere stradale e delle sue aree circostanti.

Nell'organizzazione del cantiere si terrà conto dei seguenti aspetti:

- Le modalità di esecuzione dell'area recintata di cantiere, con idonee disposizioni in materia di cartellonistica in presenza degli accessi all'area d'impianto;
- La realizzazione di servizi igienico-sanitari considerando la durata dei lavori di cantiere superiore ai 90 giorni;
- La realizzazione di idonea viabilità principale all'interno dell'area di cantiere;
- La verifica di tutte le attività di coordinamento da parte del CSE, come specificato all'art. 92 del T.U. 81/08;
- La consultazione dei rappresentanti per la sicurezza come da art. 102 del T.U. 81/08;
- La realizzazione di tutti gli impianti di alimentazione di risorse idriche ed elettriche necessarie per l'avanzamento dello stato di cantiere;
- Gli impianti di messa a terra e di protezione da scariche atmosferiche;
- Regolazione e modalità di accesso per la fornitura dei materiali per la realizzazione dell'area d'impianto, del cavidotto interrato e dei lavori per la realizzazione delle opere in alta tensione.
- La disposizione dell'area di deposito di cantiere;

Nei futuri piani di sicurezza si farà riferimento alle fasi lavorazione. Esse, se di particolari complessità, o di diversa dislocazione temporale, verranno suddivise in sotto-fasi.

Per tali fasi di lavoro verranno valutati i rischi connessi per i lavoratori, come ad esempio:

- Valutazione dei rischi di incidenti tra lavoratori e possibili mezzi di lavoro (autocarri, ruspe, gru, muletti, ragni ecc.);
- Valutazione del rischio di cadute dall'alto durante gli scavi in trincea per la realizzazione del cavidotto e/o altre opere;
- Valutazione del rischio di instabilità di possibili scavi e/o strutture mobili (strutture di supporto fotovoltaico);
- Valutazione dei rischi relativi a lavori di mutazione e/o demolizione;
- Valutazione dei rischi da incendio;
- Valutazione dei rischi da esplosione;
- Valutazione dei rischi da vibrazioni e rumore;
- Valutazione dei rischi da possibile utilizzo di sostanze chimiche.

Il PSC, dunque analizzerà nel dettaglio ogni singolo elemento elencato, cercando di indicare ogni possibile misura di prevenzione e di riduzione del rischio.

L'accessibilità al sito non presenta particolari problematiche essendo l'ingresso stesso dei singoli cantieri presente sulla in prossimità di strade comunali o vicinali. Gli interventi di progetto, per i quali si terranno conto tutte le misure di sicurezza appena indicate, saranno quelli di:

- Sistemazione del suolo agrario senza particolari movimenti di terra per garantire piena pulizia del suolo d'installazione della centrale fotovoltaica. Tali lavori verranno eseguiti con mezzi meccanici come escavatori ecc.
- Realizzazione della viabilità interna d'impianto per consentire un agevole spostamento successivo dei mezzi per l'installazione della superficie pannellata d'impianto. Tutte le strade interne verranno realizzate con granulato di dimensione variabile (Strada di tipologia MacAdam);
- Realizzazione della recinzione dell'area catastale d'impianto, fissando meccanicamente i pali di sostegno ogni 2,5 m.
- Realizzazione per infissione meccanica di tutte le strutture metalliche di sostegno, tracker, per i moduli fotovoltaici;
- Installazione manuale dei moduli fotovoltaici e realizzazione del cablaggio ad esso collegato;
- Realizzazione delle trincee e posa in opera dei cavi in M.T. all'interno dell'area d'impianto;
- Realizzazione dello strato di fondazione e successiva realizzazione dei cabinati presenti all'interno dell'area d'impianto (trasformatore, locali ausiliari e depositi, cabine di consegna);
- Realizzazione di tutte le opere di mitigazione previste con l'utilizzo di mezzi di movimentazione meccanica e definitiva sistemazione manuale;
- Realizzazione di tutte le opere del progetto agricolo previste con l'utilizzo di mezzi di movimentazione meccanica e definitiva sistemazione manuale;
- Realizzazione dell'impianto d'illuminazione e videosorveglianza dell'area d'impianto;
- Collaudo e verifica di tutti gli impianti e dispositivi elettrici;
- Collaudo e verifica di tutti gli impianti civili;

Durante le fasi di realizzazione del cavidotto di per la connessione dell'impianto alla RTN, verranno adottate particolari precauzioni, in quanto la realizzazione della trincea per la posa dei corrugati, in alcuni tratti richiederà l'utilizzo di tecnologie no-dig o trenchless per l'attraversamento di punti specifici.

In particolare, si terrà conto della:

- Realizzazione di scavi di trincee in fasi temporali diverse, in modo tale da non creare disagi alla circolazione stradale;
- Posa dei cavi e realizzazione delle giunzioni di collegamento;
- Fase di chiusura delle trincee stradali;
- Idoneo ripristino del tappetino d'usura per garantire adeguata circolazione degli automezzi;

Tutte le aree di cantiere fisse e di lunga durata saranno dotate di idonei servizi igienico-sanitari (bagni chimici), dimensionati in funzione della forza lavoro media giornaliera e con caratteristiche facenti riferimento all'allegato XIII del T.U. Sicurezza Cantieri 81/08.

In funzione delle attività di lavorazione e di cantiere indicate in tale documento, verranno presi provvedimenti in materia di Dispositivi di Protezione Individuale per i lavoratori. Essi verranno formati al fine di un corretto utilizzo degli stessi per prevenire ogni tipologia di rischio durante le fasi di cantiere.

Tutti i lavori di scavo stradale saranno realizzati sulla base di idonee informazioni cartografiche sulla presenza di eventuali sottoservizi, fornite dagli enti gestori dei servizi e dagli enti comunali e provinciali.

Tutti gli operatori delle imprese esecutrici saranno equipaggiati con idonei dispositivi di protezione individuale ('DPI') ai sensi della specifica lavorazione prevista in conformità con quanto indicato del Piano di Sicurezza e Coordinamento ('PSC') del progetto, nonché dello specifico Piano Operativo per la Sicurezza ('POS'). Per quanto riguarda il rischio antincendio, si precisa che in tutta l'area oggetto di intervento, non saranno presenti materiali di natura infiammabile e comunque tutti i componenti di natura elettrica utilizzati quali cavi ed apparati elettronici, sono particolarmente adatti a limitare la produzione e la diffusione di fuoco e del fumo, ai sensi di quanto previsto dal vigente Regolamento C.P.R.

Nella prassi l'entità degli ONERI DELLA SICUREZZA varia dal 3% al 5% delle spese generali conteggiate. In questo caso, gli oneri per la sicurezza sono stati stimati in **380.543,68 €** pari al 4 % dell'importo desumibile dal Computo Metrico Estimativo dell'opera e dal costo di dismissione.

In fase di redazione dei PSC tali oneri verranno definiti in maniera puntuale e in fase di appalto non saranno soggetti a ribasso, come disciplinato dal Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro D.Lgs n.81 del 2008.

11. Costi intervento

Per quanto riguarda il costo dell'intervento, esso si aggira intorno a **12.831.603,65 €** pari a circa **787,98 €/kWp**. Si precisa che tale stima è stata effettuata sia prendendo in considerazione il Prezzario Opere Pubbliche Puglia 2023 che sulla base di indagini di mercato, in conformità con gli attuali standard di mercato del settore.

La valutazione previsionale dei costi di realizzazione degli Impianti è riportata in dettaglio nel Computo metrico estimativo di realizzazione e ai quadri economici di dettaglio per un esploso delle voci di costo.

