



REGIONE PUGLIA



COMUNE DI POGGIO
IMPERIALE



COMUNE DI LESINA



COMUNE DI SAN PAOLO
CIVITATE



COMUNE DI APRICENA

Nome Progetto / Project Name

**IMPIANTI AGRIVOLTAICI,
DENOMINATI POGGIO 1-2-3-4-5
POTENZA INSTALLATA 164.13 MW
CON PANNELLI SU SUPPORTO TRACKER
AD ASSE ORIZZONTALE IN AGRO DI
POGGIO IMPERIALE, SAN PAOLO DI CIVITATE, APRICENA,
LESINA E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

GC POGGIO IMP I	Titolo documento /Document title	
	RELAZIONE SUI BENEFICI AMBIENTALI DELL'AGRIVOLTAICO, DECARBONIZZAZIONE E CARBON FOOTPRINT	
	Tavola /Pannel	Codice elaborato /Code processed
		PGG_REL_BEN_019

00	PROGETTO DEFINITIVO				
N.	Data Revisione	Descrizione revisione	Preparato	Vagliato	Approvato

Specialista / Specialist	Sviluppatore / Developer
Dott. Geol. Stefano Mantovani Dott. Ing. Giulio Bartoli Dott. Ing. Giovanni Bertani	 RENEWABLE CONSULTING

 SYNERGY s.r.l. Via Clodoveo Bonazzi 2 40013 Castel Maggiore (BO)			
	Nome file	Dimensione cartiglio	Scala
	PGG_REL_BEN_019	A4	/

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI - Questo documento è di proprietà esclusiva e ci si riserva ogni diritto sullo stesso. Pertanto, fatta eccezione per gli usi istituzionali consentiti o previsti dalla legge in relazione alla sua presentazione, non può essere copiato, riprodotto, comunicato o divulgato ad altri o usato in qualsiasi altra maniera, nemmeno per fini sperimentali, senza autorizzazione scritta dal Committente

SOMMARIO

1. Introduzione	3
1.1. Analisi delle Motivazioni	4
2. Proposta Progettuale	8
3. Analisi dei Benefici Ambientali	9
3.1. Decarbonizzazione - Emissioni Evitate	9
3.1.1. Valutazione dei fattori di emissione di energia elettrica da produzione termoelettrica	9
3.1.1.1. Descrizione dei principali inquinanti emessi dai processi di produzione termoelettrica	11
3.1.1.2. Stima delle emissioni evitate con la realizzazione dell'impianto	14
3.1.1.2.1. Conversione della potenza prodotta dagli impianti in Tep (tonnellata equivalente di petrolio)	16
3.2. Analisi delle Ricadute Sociali	17
3.3. Salute Pubblica	17
3.4. Sicurezza Pubblica e del Personale	17
3.5. Riequilibrio Ambientale dei Siti	18
4. Stima dell'Impronta di Carbonio	19
4.1. Consumi Elettrici di Cantiere ed in fase di Esercizio	19
4.2. Conferimento in Cantiere dei materiali necessari alla realizzazione dell'Opera	19
4.2.1. Conferimento degli Inerti	19
4.2.2. Approvvigionamento Materiali	21
4.2.3. Consumo di Carburante per l'Utilizzo dei Macchinari di Cantiere	22
4.2.3.1. Scavi e Realizzazione della viabilità interna ai siti	23
4.2.3.2. Fondazioni Cabine, plinti pali illuminazione e videosorveglianza	25
4.2.3.3. Realizzazione delle Linee Elettriche	26
4.2.3.4. Infissione e posa in opera strutture in acciaio	28
4.2.3.5. Montaggio dei pannelli	29
4.2.3.6. Realizzazione delle opere civili, basamenti, fondazioni all'interno delle Stazione di Trasformazione "Condominio"	30
5. Conclusioni	32

1. INTRODUZIONE

Il presente elaborato è relativo alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico denominato "Agripuglia", comprensivo di 5 sistemi agrivoltaici con una potenza totale di immissione di 164.13 MW ripartiti su una superficie totale di circa 300 ha (Figura 1-1). In particolare, i 5 sistemi di agrivoltaico sono così distinti e denominati:

- Poggio 1, di potenza 37.68 MW ripartiti su una superficie complessiva di circa 80 ha;
- Poggio 2, di potenza 20.35 MW ripartiti su una superficie complessiva di circa 35 ha;
- Poggio 3, di potenza 18.06 MW ripartiti su una superficie complessiva di circa 35 ha;
- Poggio 4 di potenza 14.99 MW ripartiti su una superficie complessiva di circa 27.6 ha;
- Poggio 5 di potenza 73.05 MW ripartiti su una superficie complessiva di circa 148 ha;

Il presente elaborato ha lo scopo di determinare e stimare la decarbonizzazione generata dalla realizzazione dell'impianto ovvero l'impronta di carbonio (*carbon footprint*) causata. Come *carbon footprint* si intende la quantità di emissioni di gas climalteranti generata in modo diretto o indiretto da un individuo, progetto, azienda, evento, ecc.

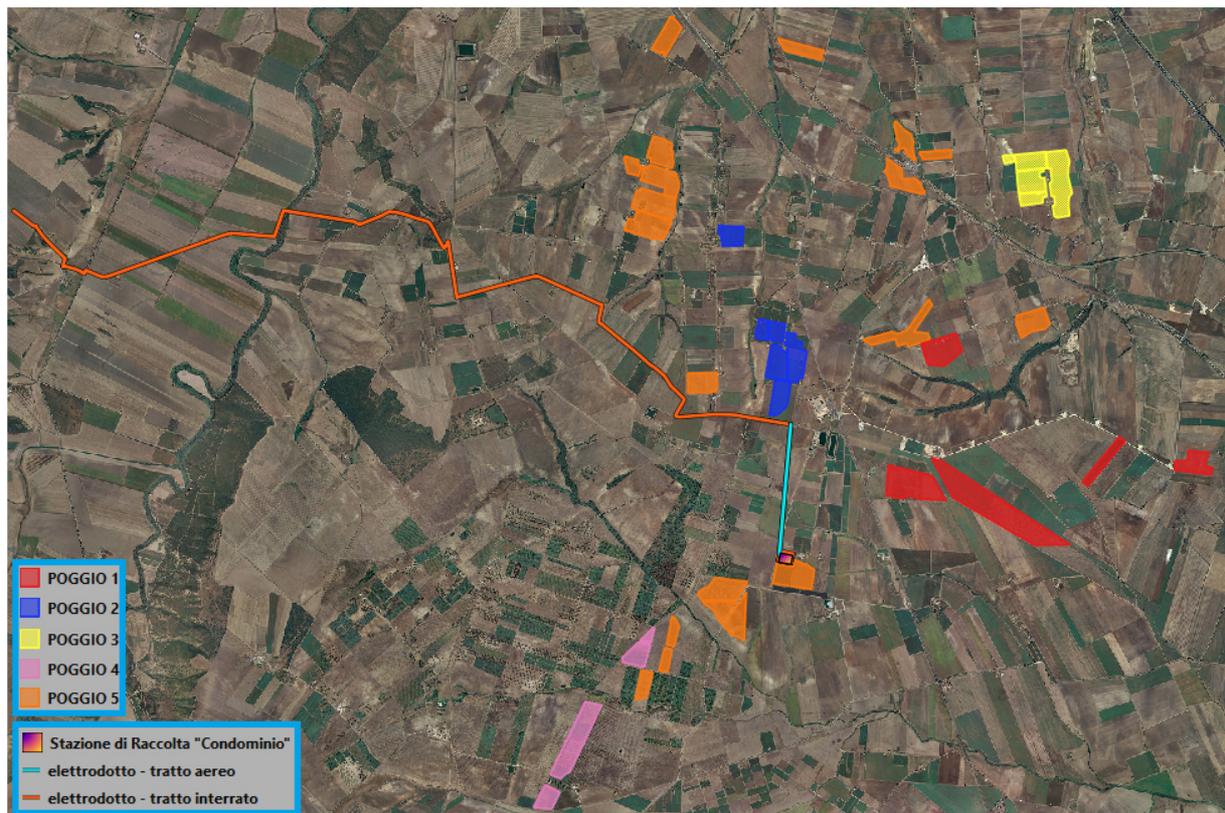


Figura 1-1 Inquadramento degli impianti agrivoltaici su ortofoto

1.1. ANALISI DELLE MOTIVAZIONI

Sulla base di quanto definito nel comma 1 dell'art. 3 del D.lgs. n. 199/2021 "Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili" l'Italia intende conseguire un obiettivo minimo del 30% sulla quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo. Tenendo conto delle previsioni del regolamento UE n. 2021/1119, l'Italia intende inoltre rispettare entro il 2030 la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra di almeno il 55% rispetto ai livelli del 1990. Per ottenere tali risultati si sta portando avanti a livello nazionale un attento processo di decarbonizzazione e transizione energetica, a favore di un mix elettrico basato sulle energie rinnovabili. Come definito dal punto a) del comma 2 dell'art. 1 dello stesso strumento normativo, si intendono "energie da fonti rinnovabili" o "energie rinnovabili" quelle provenienti da fonti rinnovabili non fossili quali eolica, solare, termico e fotovoltaico, geotermica, energia dell'ambiente, energia mareomotrice, del moto ondoso ecc. In particolare, secondo le previsioni di produzione di energie da fonti rinnovabili (PNIEC, 2020), il settore dovrà ricoprire per l'anno 2030 il 55% dei consumi totali. Per raggiungere tale quota, la produzione di energia da fonti rinnovabili dovrà raggiungere i 16 Mtep di generazione (pari a 187 TWh), contestualmente ad un processo di incentivazione e continua valorizzazione di tali risorse. In aggiunta ai benefici diretti (ambientali e sanitari), il processo di decarbonizzazione colmerà la dipendenza energetica dell'Italia dall'importazione massiva di energia derivante da combustibili fossili (diversificazione degli approvvigionamenti energetici), spesso oggetto di complesse relazioni geopolitiche ed economiche e delle relative ripercussioni sui mercati europei ed internazionali (oscillazioni dei prezzi). Il sistema energetico italiano ha visto negli ultimi decenni una profonda rivoluzione nel quale si è assistito all'affermarsi del gas naturale (Figura 1-3) e, soprattutto dopo il 2005, una forte crescita delle fonti energetiche rinnovabili, in particolare nel settore elettrico, e una costante riduzione dei prodotti petroliferi. Tali scelte sono state dettate dall'esigenze impellenti di ridurre in maniera significativa le emissioni di gas serra e contrastare i rischi legati ai cambiamenti climatici. Per quanto riguarda il settore elettrico, a politiche vigenti, si prevede che il contributo delle FER nel settore elettrico raggiunga 11.3 Mtep al 2030, pari a 132 TWh, con una copertura del 38.7% dei consumi elettrici lordi con energia rinnovabile, contro il 34.1% del 2017. Nel settore termico nel 2017 i consumi di FER ammontano a circa 11.2 Mtep con contributo maggiore fornito dai consumi di biomassa solida e dall'impiego invernale di pompe di calore.

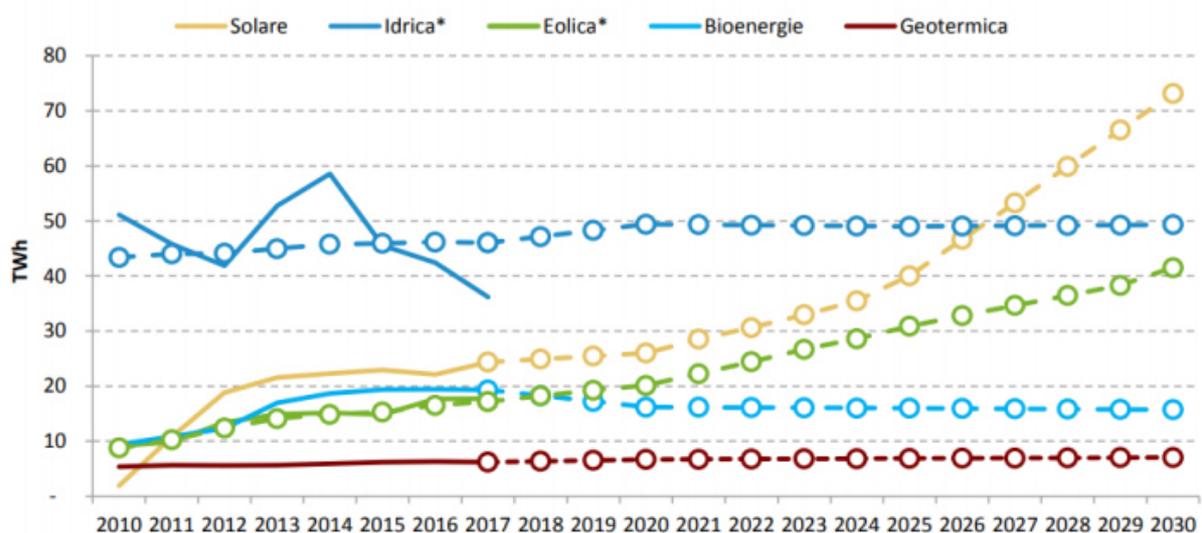


Figura 1-2 Previsioni di produzione di energia da fonti rinnovabili (PNIEC, 2020)

La concretizzazione degli obiettivi del piano non può prescindere dalla programmazione e realizzazione di nuovi impianti tecnici ad alta produttività e ad alto contenuto tecnologico e di innovazione, comportando obbligatoriamente l'esigenza di adottare soluzioni tecniche e tecnologiche con le relative superfici territoriali. Gli interventi necessari per garantire la continua decarbonizzazione richiedono pertanto impianti ed infrastrutture che possono avere impatti ambientali. Assume perciò notevole importanza non solo la localizzazione dei siti di produzione, ma bensì anche l'inserimento di tali opere nel contesto naturalistico e paesaggistico presenti, assicurando la compatibilità con altri obiettivi di tutela ambientale, di qualità dell'aria e dei corpi idrici, di salvaguardia della biodiversità e di tutela del suolo. A tale scopo per orientare le scelte localizzative e per garantire un congruo inserimento territoriale consegue l'esigenza di un attivo coinvolgimento territoriale. Questo strumento, unitamente al dibattito pubblico, permetterà una maggiore consapevolezza delle comunità locali coinvolte, informando e coinvolgendo cittadini e autorità locali con adeguato anticipo.

Fra tutte le soluzioni tecniche precedentemente menzionate, il fotovoltaico assumerà crescente importanza, in ragione della sua modularità e dello sfruttamento di una fonte rinnovabile ampiamente e diffusamente disponibile in Italia. L'energia solare è tra le fonti più abbondanti sulla Terra, il sole irradia il nostro pianeta con 20000 miliardi di TEP (Tonnellate di Petrolio Equivalente) annui. Secondo le previsioni del PNIEC, il maggiore contributo alla crescita delle energie rinnovabili deriverà proprio da fotovoltaico ed eolico, permettendo al settore di ricoprire il 55% dei consumi finali elettrici lordi al 2030. Per raggiungere tali obiettivi si agirà prevalentemente seguendo due approcci:

1. *Revamping e repowering* con sistemi più evoluti ed efficienti, per esempio per l'eolico sfruttando la ventosità di siti già conosciuti ed utilizzati;
2. Sfruttamento della capacità incrementale del fotovoltaico, promuovendo l'installazione su edifici (con i relativi vincoli paesistici, fisici, artistici, proprietari, finanziari, condominiali, civilistici e strutturali), tettoie, parcheggi, non prescindendo dalla realizzazione di grandi impianti fotovoltaici a terra necessari per il raggiungimento degli obiettivi al 2030;

Nel campo del fotovoltaico una delle soluzioni emergenti è quella di realizzare impianti fotovoltaici "agrivoltaici", i quali più di tutti consentono di coniugare contemporaneamente gli obiettivi di decarbonizzazione e di rispetto dell'ambiente. Gli impianti agrivoltaici costituiscono di fatto soluzioni virtuose e migliorative rispetto al fotovoltaico standard, permettendo la coesistenza delle attività di coltivazione agricola e pastorale ed una buona produzione energetica da fonti rinnovabili. Nel campo della progettazione e pianificazione degli impianti agrivoltaici esiste il documento "Linee guida in materia di Impianti Agrivoltaici" redatto nel Giugno 2022 dal Ministero della Transizione Ecologica (MiTE), rappresentando il più importante riferimento teorico-metodologico riguardante la corretta pianificazione ed inserimento di un impianto agrivoltaico, contribuendo così a livello nazionale alla creazione di regole ed ideologie condivise per ridurre le situazioni di criticità e conflitto che possono insorgere fra le parti a seguito della presentazione del progetto. Le Linee Guida hanno lo scopo di chiarire le caratteristiche minime ed i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito "agrivoltaico", in modo da garantire una coesistenza più efficace fra produzione energetica e produzione agricola, in generale in opposizione poiché le soluzioni per garantire la massima captazione solare possono generare condizioni meno favorevoli per l'agricoltura (e viceversa). Dal punto di vista spaziale, il pattern dell'impianto agrivoltaico è composto congiuntamente dai moduli fotovoltaici e dallo spazio libero tra di essi, installati in modo da massimizzare le sinergie produttive tra i due sottosistemi. In particolare, soluzioni che tendono a massimizzare la produzione di energia potrebbero generare un eccessivo ombreggiamento sulle piante (causando ricadute sull'efficienza fotosintetica) o distanze ridotte che possono interferire con l'impiego di strumenti e mezzi meccanici in uso in agricoltura. È dunque di notevole importanza fissare dei parametri e definire requisiti volti a conseguire prestazioni ottimizzate sul sistema complessivo, considerando sia la dimensione energetica che quella agronomica. Ulteriormente si sottolinea come in Italia solo il 4% delle aziende agricole che costituiscono il campione RICA (Rete di Informazione Contabile Agricola) produce ed utilizza energia proveniente da fotovoltaico. A livello nazionale, l'incidenza percentuale del valore dei ricavi da energia rinnovabile è pari all'8.8% sui ricavi totali, a 10.9% sulla produzione lorda vendibile, a 17.9% sul valore aggiunto e al 28.3% sul reddito netto aziendale. Allo stesso tempo, secondo la banca dati RICA, i costi di approvvigionamento energetico a carico delle aziende agricole

rappresentano oltre il 20% dei costi variabili, con percentuali che si assestano sul 30% per i settori produttivi di erbivori e granivori. Investimenti dedicati all'efficiamento energetico e alla produzione di energia rinnovabile per l'autoconsumo si traducono in un abbattimento di costi in grado di innalzare la redditività agricola, la competitività e la sostenibilità dell'azienda stessa.

Per le aziende agricole l'approvvigionamento può avvenire tramite servizio idrico di irrigazione o tramite autoapprovvigionamento ai sensi dell'art.6 del RD 1775/1933 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici". Il 50% dei prelievi irrigui è in regime di autoapprovvigionamento, il 18% delle imprese presentano una modalità di approvvigionamento mista, mentre il restante è imputato al servizio idrico di irrigazione fornito dagli enti irrigui. Nel caso di installazione dei moduli fotovoltaici è possibile valutare la possibilità di raccogliere acqua piovana (e di protezione agli agenti atmosferici impulsivi ad alta intensità), comportando un ulteriore risparmio per l'approvvigionamento idrico e per i costi degli impianti di sollevamento (elettrico e manutenzione). Specialmente alle latitudini dell'Italia meridionale la conoscenza della risposta delle colture alle diverse condizioni di illuminazione, umidità, temperatura consente di valutare combinazioni che premiano la produzione vegetale. A queste latitudini, infatti, l'intensità luminosa non costituisce il fattore limitante allo sviluppo vegetativo, a discapito di altri fattori come la disponibilità idrica e, sempre più frequentemente, gli squilibri climatici stagionali ed i fenomeni meteorologici impulsivi che possono danneggiare le coltivazioni. Come propriamente riportato dal report Legambiente "Agrivoltaico: le sfide per un'Italia agricola e solare", alcuni autori (Goetzberger A., Astrow A., *Int. J. Solar Energy*, 55-69, 1982; Dupraz C et al, *Renewable Energy*, 36, 2725, 2011) hanno verificato per le terre interessate da installazioni agrivoltaiche un aumento di produttività del 35-73% in funzione del tipo di coltura e del disegno dell'impianto fotovoltaico sulla base di sperimentazioni condotte in Francia meridionale, nelle quali le condizioni meteorologiche locali devono essere ottimizzate dal disegno e dall'orientamento dei moduli installati. Le esperienze dell'agrivoltaico nel mondo sono molteplici. Alcuni progetti sono ancora in fase di sperimentazione altri invece, come in Giappone, sono diventati il pilastro fondante dell'economia locale.

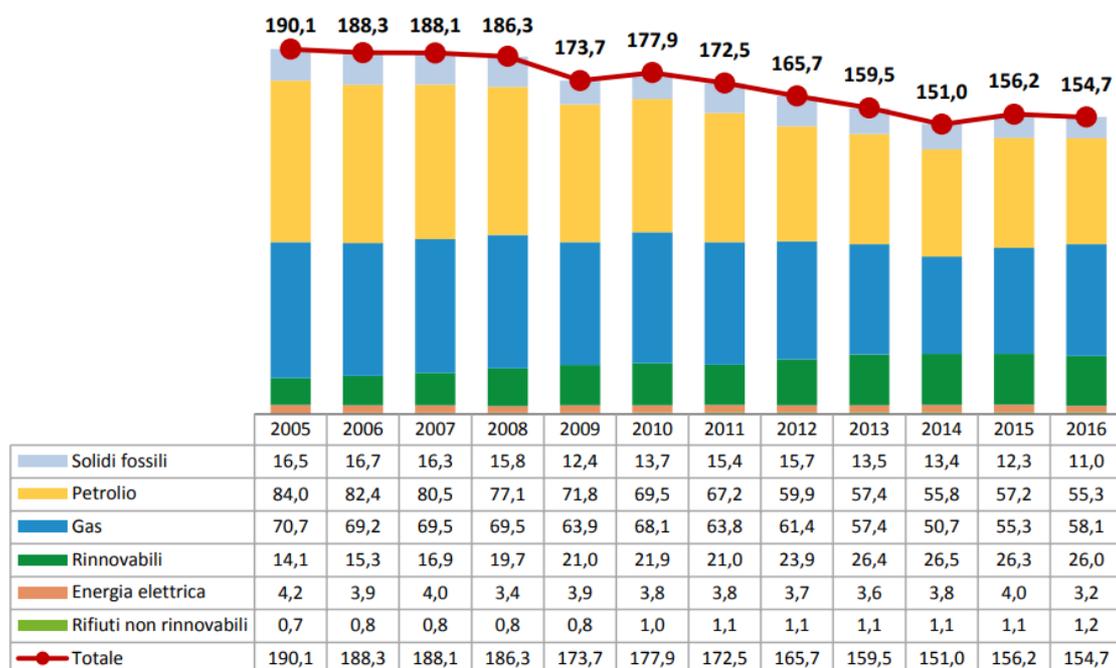


Figura 1-3 Evoluzione del consumo interno lordo per fonte Mtep (Eurostat, 2019)

In Cina è stato realizzato l'impianto agrivoltaico più grande al mondo (640 MW) dal gruppo *Baofeng* e la divisione *Solar* di Huawei: al di sotto di esso vengono coltivate le bacche di Goji e la coltivazione sembrerebbe trarre molto

giovamento dalla presenza dell'impianto. Altri progetti di agrivoltaico si rilevano in Germania dove vengono coltivati i mirtilli e lamponi; in Francia-leader europea in termini di agrivoltaico- viene applicato soprattutto nella viticoltura: i moduli riescono a proteggere le viti fornendo un po' d'ombra e migliorando il raccolto. In Germania è stato già dimostrato come la coltivazione al di sotto dell'impianto offra buoni risultati per i frutti di bosco, mele, ciliegie, patate, pomodori e cetrioli.

2. PROPOSTA PROGETTUALE

Il presente progetto prevede l'utilizzo di moduli fotovoltaici con struttura mobile ad inseguitore solare monoassiale. Questa tecnologia consente, attraverso la variazione dell'orientamento dei moduli, di mantenere la superficie captante sempre perpendicolare ai raggi solari mediante l'utilizzo di un'apposita struttura che, ruotando sul suo asse Nord-Sud, ne consente la movimentazione giornaliera da Est a Ovest coprendo un angolo sotteso tra i $\pm 60^\circ$. I cinque impianti di agrivoltaico avranno le medesime caratteristiche tecniche; sono previste 3 tipologie di struttura: ad una stringa (26 moduli), a due stringhe (52 moduli) e a quattro stringhe (78 moduli). Le strutture saranno disposte secondo file parallele, la cui distanza sarà di 5 m, in modo da ottenere una fascia di 3.73 m utile alla coltivazione. Il progetto prevede inoltre la realizzazione di:

- Cabine di conversione e trasformazione dell'energia elettrica;
- Cabine di raccolta e monitoraggio;
- Rete elettrica interna a 1500 V tra i moduli fotovoltaici, e tra questi e le cabine di conversione e trasformazione;
- Rete elettrica intera a 30 kV per il collegamento entra-esce tra le varie cabine di conversione e trasformazione, e con le cabine di raccolta e monitoraggio;
- Rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (controllo, illuminazione, forza motrice, ecc.)
- Rete elettrica esterna a 30 kV delle cabine di raccolta e monitoraggio alla Sottostazione Elettrica AT/MT;
- Rete telematica interna di monitoraggio per il controllo dell'impianto fotovoltaico;
- N.1 Stazione di trasformazione 30/150kV denominata Stazione "Condominio";
- Elettrodotto 150kV di collegamento tra la stazione di raccolta "Condominio" e la futura stazione Terna di Smistamento "Serracapriola 2";

Oltre ai chiari benefici energetici prodotti dall'impianto fotovoltaico, la superficie tra le stringhe dei moduli verrà coltivata nel rispetto dell'agrosistema locale. Le specie oggetto di interesse saranno dal portamento basso (altezza minore di 0.80 m), caratterizzate da facile coltivazione ed elevata adattabilità. La scelta sarà orientata verso colture tipiche del territorio locale in modo da favorire la biodiversità e da contribuire alla conservazione del materiale genetico, che a causa dei sempre più diffusi sistemi monocolturali è in crescente perdita (erosione genetica). Direttamente al di sotto delle stringhe dei moduli verranno coltivate specie tipiche del territorio; tali specie favoriscono la crescita delle coltivazioni da reddito soprattutto grazie alla presenza di fiori che attraggono gli insetti pronubi e favoriscono gli antagonisti di molti patogeni ed insetti dannosi per la coltura.

Ai lati di ogni impianto sarà inoltre piantumata una fascia ecologica dalla larghezza di 2 m e altezza minima 2 m allo scopo di integrare al meglio l'impianto nel proprio contesto ambientale e territoriale.

Si sottolinea preventivamente come la realizzazione della futura stazione di smistamento Terna "Serracapriola 2", nonché l'elettrodotto AT di collegamento fra la suddetta stazione e l'esistente SETN 380/220/150 kV di Rotello, saranno assoggettati ad un procedimento di V.I.A. autonomo.

3. ANALISI DEI BENEFICI AMBIENTALI

3.1. DECARBONIZZAZIONE - EMISSIONI EVITATE

L'effetto di decarbonizzazione degli impianti è stato valutato ricostruendo l'"Inventario delle Emissioni" relativo alla produzione della potenza di impianto da fonti di produzione tradizionali. Per "Inventario delle Emissioni" si intende la stima delle emissioni sulla base di un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente e di un fattore di emissione, specifico del tipo di sorgente, del processo industriale e della tecnologia di depurazione adottata.

3.1.1. VALUTAZIONE DEI FATTORI DI EMISSIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA PRODUZIONE TERMOELETTRICA

I fattori di emissione per il settore elettrico sono indispensabili per la programmazione ed il monitoraggio di misure di riduzione delle emissioni di gas serra, in relazione alle strategie di sviluppo del settore a livello nazionale e alle misure di risparmio energetico che è possibile adottare anche a livello di usi finali. In Figura 3-1 sono riportati i fattori di emissione specifici per le diverse tipologie di combustibili utilizzati nelle centrali termoelettriche nazionali. Tra i combustibili fossili i gas derivati presentano i fattori di emissione più elevati, seguiti dai combustibili solidi e dai prodotti petroliferi; il gas naturale mostra i fattori di emissione più bassi. La diminuzione del fattore di emissione è dovuta all'incremento della quota di gas naturale nella produzione termoelettrica e alla continua diminuzione del suo fattore di emissione specifico, diminuzione dovuta a sua volta all'incremento dell'efficienza di conversione elettrica. Il fattore di emissione per la produzione termoelettrica lorda nazionale presenta una costante diminuzione dal 1990 al 2020, con valori che vanno da 709.1 gCO₂/kWh a 400.4 gCO₂/kWh. Per gli anni 2022 e 2023, a seguito della riattivazione di alcune centrali termoelettriche completamente alimentate a carbone per far fronte all'incremento della domanda d'energia, è lecito ipotizzare un aumento del fattore di emissione da produzione termoelettrica lorda.

Combustibili	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	M-K
Solidi	876,9	863,2	852,0	919,9	889,5	899,8	895,4	870,0	884,5	908,9	927,2	n.s.
Gas naturale	535,0	524,1	486,1	400,5	391,0	367,5	370,3	370,8	369,5	369,5	371,7	***
Gas derivati	1.816,4	1.855,8	1.498,3	1.906,3	1.664,9	1.624,8	1.639,5	1.498,4	1.651,2	1.414,5	1.382,4	*
P. petroliferi	683,5	674,0	713,0	675,1	691,7	562,3	548,4	547,9	544,4	536,4	517,4	**
Altri comb.^[1]	1.231,6	540,0	265,0	296,8	255,8	136,2	137,6	132,2	131,2	131,2	126,7	***
Altri comb.^[2]	2.463,1	2.439,8	1.253,1	1.394,8	1.381,9	1.224,0	1.209,6	1.169,3	1.158,0	1.188,2	1.162,1	*
Tot. termoel.^[1]	709,1	681,8	636,2	574,0	524,5	489,2	467,4	446,9	445,6	416,3	400,4	***
Tot. termoel.^[2]	709,3	682,9	640,6	585,2	546,9	544,4	518,3	492,7	495,0	462,7	449,1	***

^[1] È compresa l'elettricità prodotta da rifiuti biodegradabili, biogas e biomasse di origine vegetale.

^[2] È esclusa l'elettricità prodotta da rifiuti biodegradabili, biogas e biomasse di origine vegetale.

Figura 3-1 Fattori di emissione di anidride carbonica da produzione termoelettrica lorda per combustibile (Isprambiente, 2022)

Nel grafico di Figura 3-2 (relativi ai valori contenuti in Figura 3-1) è riportato l'andamento dei fattori di emissione della CO₂ dal 1990 per la produzione elettrica lorda di origine fossile, e per la produzione elettrica lorda totale, comprensiva quindi dell'energia elettrica da fonti rinnovabili. È inoltre riportato il fattore di emissione per il consumo di energia elettrica a livello di utenza.

La produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili determina una riduzione del fattore di emissione per la produzione elettrica totale poiché tali fonti hanno un bilancio emissivo pari a zero. In particolare, come si nota da

Figura 3-3, la computazione delle bioenergie porta, a livello nazionale, ad una diminuzione di 184.6 g CO₂/kWh sul fattore di emissione di anidride carbonica relativo all'anno 2019 (aumentato a 189.3 per l'anno 2020). Le emissioni atmosferiche di CO₂ dovute alla produzione dell'energia elettrica importata dall'estero non entrano nel novero delle emissioni nazionali.

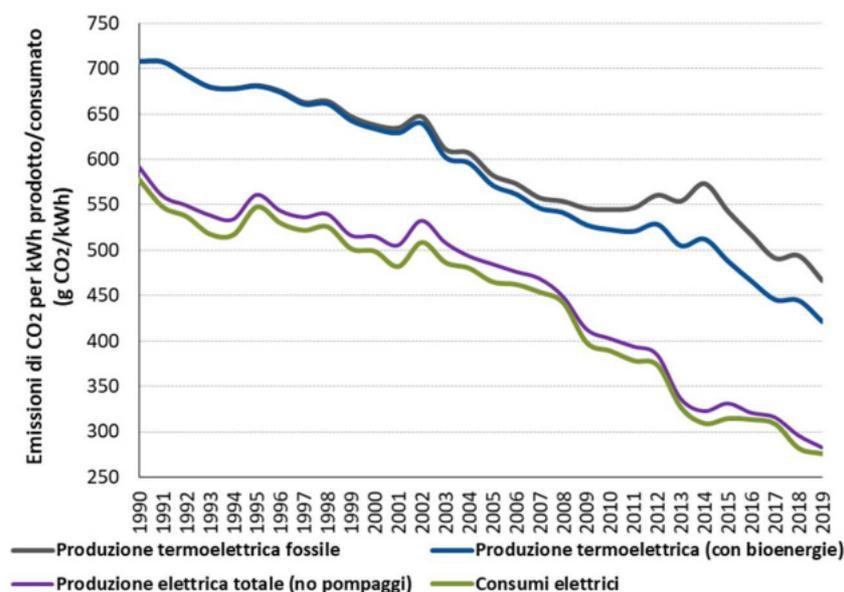


Figura 3-2 Variazione del fattore di emissioni per la produzione lorda ed il consumo di energia elettrica (Isprambiente, 2022)

Anno	Produzione termoelettrica a lorda (solo fossile)	Produzione termoelettrica a lorda ¹	Produzione elettrica lorda ²	Consumi elettrici	Produzione termoelettrica a lorda e calore ^{1,3}	Produzione elettrica lorda e calore ^{2,3}	Produzione di calore ³
1990	709,3	709,1	593,1	577,9	709,1	593,1	-
1995	682,9	681,8	562,3	548,2	681,8	562,3	-
2000	640,6	636,2	517,7	500,4	636,2	517,7	
2005	585,2	574,0	487,2	466,7	516,5	450,4	246,7
2006	575,8	564,1	478,8	463,9	508,2	443,5	256,7
2007	560,1	548,6	471,2	455,3	497,0	437,8	256,3
2008	556,5	543,7	451,6	443,8	492,8	421,8	252,0
2009	548,2	529,9	415,4	399,3	480,9	392,4	260,5
2010	546,9	524,5	404,6	390,1	470,1	379,7	247,3
2011	548,5	522,4	395,6	379,1	461,0	367,7	227,8
2012	562,8	530,4	386,8	374,3	467,8	361,3	227,1
2013	556,0	506,6	338,2	327,6	438,8	317,8	218,2
2014	575,5	514,0	324,4	309,9	439,5	304,6	206,9
2015	544,4	489,2	332,7	315,2	425,3	312,9	218,9
2016	518,3	467,4	322,5	314,3	409,3	304,6	220,2
2017	492,7	446,9	317,4	309,1	394,5	299,9	215,3
2018	495,0	445,6	297,2	282,1	389,7	282,2	209,5
2019	462,7	416,3	278,1	269,1	368,2	266,9	212,2
2020	449,1	400,4	259,8	255,0	353,6	251,3	211,0
2021*	445,3	397,6	260,5	245,7	356,1	254,0	221,7

¹ inclusa la quota di elettricità prodotta da bioenergie

² inclusa la produzione elettrica da fonti rinnovabili al netto degli apporti da pompaggio

³ incluse le emissioni di CO₂ per la produzione di calore

* stime preliminari

Figura 3-3 Fattori di emissione della produzione elettrica nazionale e dei consumi (gCO₂/kWh) (Isprambiente, 2022)

3.1.1.1. DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI INQUINANTI EMESSI DAI PROCESSI DI PRODUZIONE TERMOELETTRICA

La generazione di energia elettrica e calore comporta anche l'emissione in atmosfera di metano (CH₄), biossido di azoto (N₂O) e altri inquinanti atmosferici quali biossido di zolfo (SO₂), monossido di carbonio (CO), composti volatili non metanici (COVNM), ammoniaca (NH₃) e materiale particolato (PM₁₀).

Per quanto riguarda le emissioni di metano e biossido di azoto, sebbene tali gas siano emessi in quantità estremamente limitata rispetto all'anidride carbonica, sono caratterizzati da elevati potenziali di riscaldamento globale. In Figura 3-4 e Figura 3-5 sono riportate le emissioni di tali gas espressi in termini di CO₂ equivalente, a valle della considerazione dei rispettivi potenziali di riscaldamento globale dei due gas (25 per il metano e 298 per il protossido di azoto) stimate da ISPRA nel contesto dell'Inventario delle emissioni nazionali (2017). La stima delle emissioni di gas serra è riferita agli impianti prevalentemente dedicati alla produzione elettrica nel settore industriale (siderurgico, raffinerie, cartiere, ecc.). L'eterogeneità di tale settore rende poco affidabile la stima dei fattori di emissione per i gas serra diversi dalla CO₂. Gli impianti considerati per la stima delle emissioni totali di gas serra rappresentano mediamente il 73,8% dei consumi energetici per la produzione termoelettrica nazionale del periodo 2005-2015.

Gas serra	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Anidride carbonica - CO₂	157,85	134,79	106,64	106,31	106,47	98,09	94,00	84,90
Metano - CH₄	0,16	0,17	0,22	0,23	0,23	0,22	0,22	0,22
Protossido di azoto - N₂O	0,49	0,51	0,56	0,56	0,53	0,50	0,46	0,44
GHG	158,50	135,47	107,43	107,10	107,23	98,82	94,69	85,55

Figura 3-4 Gas serra dal settore elettrico per la produzione di energia elettrica e calore (Mt CO₂eq) (Isprambiente, 2022)

Gas serra	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Anidride carbonica - CO₂	450,39	379,66	312,89	304,62	299,86	282,19	266,86	251,26
Metano - CH₄	0,45	0,49	0,66	0,66	0,65	0,64	0,64	0,64
Protossido di azoto - N₂O	1,40	1,45	1,65	1,60	1,48	1,45	1,32	1,30
GHG	452,24	381,59	315,20	306,88	301,99	284,29	268,81	253,20

* energia elettrica totale al netto dai pompaggi + calore in kWh

Figura 3-5 Fattori di emissione di gas serra da settore elettrico per la produzione di energia elettrica e calore (gCO₂/kWh) (Isprambiente, 2022)

In Figura 3-6 sono riportati i fattori di emissione dei principali inquinanti atmosferici precedentemente menzionati, computati considerando le emissioni dal settore elettrico per la produzione di energia elettrica e calore.

Inquinanti atmosferici	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ossidi di azoto - NO_x	368,44	288,07	253,12	237,66	226,91	218,32	209,57	205,36
Ossidi di zolfo - SO_x	524,75	222,46	95,41	71,72	63,31	58,41	47,44	45,50
Composti organici volatili non metanici - COVNM	52,97	73,26	81,69	86,78	85,62	86,54	85,78	90,20
Monossido di carbonio - CO	105,49	101,11	94,31	96,29	97,60	93,37	94,44	92,48
Ammoniaca - NH₃	0,63	0,61	0,67	0,57	0,50	0,46	0,33	0,28
Materiale particolato - PM₁₀	16,91	8,03	4,12	3,54	3,31	2,91	2,66	2,37

* energia elettrica totale al netto dai pompaggi + calore in kWh

Figura 3-6 Fattori di emissione (mg/kWh) degli inquinanti atmosferici emessi per la produzione di energia elettrica e calore (Isprambiente, 2022)

3.1.1.1.1. SO₂ – BISSIDO DI ZOLFO

Le fonti principali sono quelle antropiche: centrali termoelettriche, impianti industriali (quali fonderie e raffinerie di petrolio), impianti per il riscaldamento domestico non alimentati da gas naturale, traffico veicolare. concentrazione relativamente basse, il biossido di zolfo è un gas irritante per la pelle, per gli occhi e per le mucose dell'apparato respiratorio. In atmosfera l'SO₂ si ossida ad anidride solforica, in presenza di umidità si trasforma in acido solforico, provocando il fenomeno delle piogge acide con conseguenti danni agli ecosistemi acquatici ed alla vegetazione.

3.1.1.1.2. NO_x – OSSIDI DI AZOTO

Le forme di ossidi di azoto presenti in atmosfera sono il monossido di azoto (NO) e il biossido di azoto (NO₂). Il parametro NO_x (denominato ossidi di azoto) rappresenta la somma pesata dei due. Le emissioni di ossidi di azoto da fonti antropiche derivano da processi di combustione in presenza d'aria e ad elevata temperatura (quali in centrali termoelettriche, impianti di riscaldamento e motori di veicoli). Il biossido di azoto è un gas rosso bruno, dall'odore pungente, altamente tossico e corrosivo. L'inalazione di biossido di azoto in quantità elevate causa una forte irritazione delle vie aeree, l'esposizione continua può causare bronchiti, edema polmonare ed enfisema.

L'NO₂ è un precursore dell'ozono troposferico che contribuisce alla formazione dello smog fotochimico. Può reagire con l'acqua originando acido nitrico, concorrendo al fenomeno delle piogge acide.

3.1.1.1.3. CO – MONOSSIDO DI CARBONIO

È un gas incolore, inodore, infiammabile e molto tossico; si forma dalla combustione incompleta degli idrocarburi. È un inquinante tipico delle aree urbane, proveniente dai gas di scarico degli autoveicoli, dagli impianti di riscaldamento e, in ampia scala, dai processi industriali (ad esempio raffinazione del petrolio, produzione di ghisa e acciaio ecc.). L'elevata pericolosità del CO è dovuta alla sua affinità con l'emoglobina (circa 200/300 volte maggiore dell'ossigeno), dandogli la capacità di legarsi agevolmente con il sangue ostacolando l'ossigenazione dei tessuti, dei muscoli e del cervello.

3.1.1.1.4. CO₂ – ANIDRIDE CARBONICA

È un prodotto della combustione dei composti organici. L'organismo umano nella sua funzione respiratoria è ampiamente indipendente dalle variazioni rilevate del livello di CO₂ in atmosfera e quindi per questo motivo tale

composto non è analizzato sistematicamente nelle reti di monitoraggio della qualità dell'aria. Al contrario, il suo accumulo in ambienti indoor può causare fenomeni di soffocamento progressivo, a concentrazioni superiori al 6% può provocare danni acuti. La sua concentrazione in atmosfera è tenuta sotto costante controllo per il suo ruolo come gas ad effetto serra. A partire dal 20° secolo è stato rilevato un costante aumento del tasso di CO₂ in atmosfera, a dispetto dell'effetto tamponamento degli oceani.

3.1.1.1.5. NH₃ – AMMONIACA

L'ammoniaca è un gas incolore, di odore irritante e pungente, poco infiammabile, tossico ed estremamente stabile dal punto di vista chimico, richiedendo l'adozione di precisi processi ossidativi chimici o biologici per la sua rimozione negli impianti di trattamento e potabilizzazione. Si forma principalmente dalla degradazione della sostanza organica, per questo motivo le quantità prodotte dai cicli industriali sono significativamente ridotte rispetto quelle dell'allevamento di animali. Non contribuisce all'acidificazione delle piogge al contrario degli ossidi di azoto, può portare però, per ricaduta sui suoli e per trasformazioni batteriche, all'acidificazione dei suoli stessi. È un importante precursore di aerosol secondari.

3.1.1.1.6. COMPOSTI ORGANICI VOLATILI NON METANICI – COVNM

Per composti organici volatili non metanici ci si riferisce ad una variegata classe di composti organici: idrocarburi alifatici, aromatici (quali benzene, toluene, xileni), ossigenati (aldeidi e chetoni) ecc. Sono precursori dell'ozono troposferico. Tra gli idrocarburi aromatici volatili il benzene è particolarmente pericoloso perché risulta estremamente cancerogeno per l'uomo.

3.1.1.1.7. POLVERI ATMOSFERICHE

Per polveri sottili si intende una sottoclasse del materiale particolato aerodisperso (aerosol atmosferico) definita in base alle sue dimensioni. Tale materiale può derivare sia da processi legati all'attività antropica sia da processi naturali. Le polveri emesse dalle combustioni sono costituite da composti carboniosi oltre a varie altre sostanze, sia organiche che inorganiche. Il particolato si divide in primario e secondario: il primario viene rilasciato direttamente in atmosfera, mentre il secondo si genera in aria a seguito di reazioni chimico-fisiche tra gas precursori. Un altro possibile parametro, legato sia all'origine sia al comportamento delle polveri, è la dimensione della particella; in genere le particelle non sono di forma sferica, per tale motivo ci si riferisce al cosiddetto "diametro aerodinamico". Per "diametro aerodinamico" si tratta del diametro di una sfera di densità unitaria, con la stessa velocità di sedimentazione della particella in aria. Da tale grandezza dipendono sia il tempo di residenza nell'atmosfera sia la composizione chimica, le particelle con diametro inferiore sono infatti meno propense a sedimentazione. La condensazione di sostanze sulle polveri è invece crescente con la superficie di contatto, favorendo il fenomeno di arricchimento di microinquinanti organici ed inorganici.

Le particelle ambientali sono generalmente caratterizzate da diametri compresi tra 0.01 µm e 100 µm, la cui dimensione è fortemente dipendente dal meccanismo che le hanno generate. L'intervallo compreso fra 0.01 µm e 0.1 µm viene definito ultrafine. Le particelle tra 0.1 µm e 2.5 µm sono note come fini e sono formate per coagulo delle particelle ultrafini e da processi di conversione gas-particella (nucleazione eterogenea), oppure per condensazione di gas su particelle preesistenti. Le particelle nell'intervallo 2.5-100 µm vengono invece dette grossolane e sono prodotte da processi meccanici (macinazione, erosione o risospensione meccanica da parte del vento). Sulla base di queste caratteristiche sono state definite tre categorie:

- Frazione inalabile, che penetra nelle vie respiratorie;
- Frazione toracica, che riesce a superare la laringe;

- Frazione respirabile, che penetra e si deposita nelle vie aeree non cigliate.

Per PM₁₀ ci si riferisce alla porzione di particolato raccolto da un sistema di campionamento rispondente a determinate caratteristiche geometriche in relazione ai flussi di prelievo. Oltre alla dimensione della particella, ulteriori parametri fisici di rilievo sono la "concentrazione numerica", la "concentrazione di massa e volume" e "lo sviluppo superficiale". La concentrazione numerica è importante per il suo ruolo sui fenomeni di condensazione e quindi sulla formazione di nebbie e foschie. Per la tutela della qualità dell'aria si assume in genere che gli effetti patologici siano proporzionali alla massa delle particelle, la concentrazione di massa e volume ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) è quindi il parametro più utilizzato per tener conto degli effetti sanitari sull'ambiente. Lo sviluppo superficiale (m^2/g) ha invece importanza nei meccanismi di interazione gas-particella, nelle reazioni di adsorbimento e di conseguenza negli effetti sanitari (in caso di adsorbimento di sostanze nocive). La maggior parte degli studi sugli effetti nel breve periodo hanno evidenziato una relazione lineare tra concentrazioni di polveri e gli effetti sanitari. Il rischio relativo è perciò espresso con riferimento a incrementi di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'esposizione a livelli inferiori ai valori di normativa non annulla l'impatto sulla salute.

3.1.2. STIMA DELLE EMISSIONI EVITATE CON LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

Dai dati geografici e climatologici sito-specifici è possibile stimare un tempo di funzionamento di 1644 h annue, stimando una producibilità netta dei singoli impianti di:

- PG1: 61956 MWh annui
- PG2: 33455.4 MWh annui;
- PG3: 29690.64 MWh annui;
- PG4: 24643.56 MWh annui;
- PG5: 120094.2 MWh annui;

Utilizzando il fattore di emissione di anidride carbonica da produzione termoelettrica lorda è possibile determinare i seguenti risultati di emissioni di CO₂ evitate:

Impianto	Tempo di funzionamento	Energia prodotta (GWh)	Fattore di emissione (g CO ₂ /kWh)	CO ₂ (t)	CO ₂ (Megaton)
PG1	1 anno	61.956	397.6	24633.7	0.0246
	20 anni	1239.12	397.6	492674.112	0.493

Tabella 3-1 Emissioni di CO₂ evitate con la realizzazione di PG1

Impianto	Tempo di funzionamento	Energia prodotta (GWh)	Fattore di emissione (g CO ₂ /kWh)	CO ₂ (t)	CO ₂ (Megaton)
PG2	1 anno	33.455	397.6	13301.8	0.0133
	20 anni	669.1	397.6	266034.16	0.266

Tabella 3-2 Emissioni di CO₂ evitate con la realizzazione di PG2

**RELAZIONE SUI BENEFICI AMBIENTALI DELL'AGRIVOLTAICO,
DECARBONIZZAZIONE E CARBON FOOTPRINT**

PGG_REL_BEN_019
Rev. 02 - 17/02/2023

Impianto	Tempo di funzionamento	Energia prodotta (GWh)	Fattore di emissione (g CO ₂ /kWh)	CO ₂ (t)	CO ₂ (Megaton)
PG ₃	1 anno	29.69	397.6	11804.74	0.0118
	20 anni	593.8	397.6	236094.88	0.236

Tabella 3-3 Emissioni di CO₂ evitate con la realizzazione di PG₃

Impianto	Tempo di funzionamento	Energia prodotta (GWh)	Fattore di emissione (g CO ₂ /kWh)	CO ₂ (t)	CO ₂ (Megaton)
PG ₄	1 anno	24.64	397.6	9796.864	0.0098
	20 anni	492.8	397.6	195937.28	0.196

Tabella 3-4 Emissioni di CO₂ evitate con la realizzazione di PG₄

Impianto	Tempo di funzionamento	Energia prodotta (GWh)	Fattore di emissione (g CO ₂ /kWh)	CO ₂ (t)	CO ₂ (Megaton)
PG ₅	1 anno	120.1	397.6	47751.76	0.0478
	20 anni	2402	397.6	955035.2	0.955

Tabella 3-5 Emissioni di CO₂ evitate con la realizzazione di PG₅

Impianto	Tempo di funzionamento	Energia prodotta (GWh)	Fattore di emissione (g CO ₂ /kWh)	CO ₂ (t)	CO ₂ (Megaton)
TOT	1 anno	269.84	397.6	107288.4	0.107
	20 anni	5396.8	397.6	2145767.68	2.14

Tabella 3-6 Emissioni evitate dalla realizzazione dei 5 impianti

A fronte di emissioni ridotte esclusivamente riscontrante in fase di esecuzione delle opere, la realizzazione dei 5 impianti porterà ad una riduzione di 107288.4 tonnellate annue di CO₂ rispetto la produzione termoelettrica tradizionale. Tale valore può inoltre essere comparato ai seguenti consumi annui generati da automobile:

Veicolo tipo	Modello tipo	Emissione di CO ₂ (da listino)	Chilometraggio annuale ipotizzato	Emissione di CO ₂ annuale	Numero di auto compensato
AUTO DIESEL EURO 6D – Temp	Ford Fiesta diesel 1.5 EcoBlue 86 cv	108 g/km	15000	1.62 t	<u>66227</u>
AUTO A METANO EURO 6D – Temp	Fiat 0.9 TwinAir 70 cv	125 g/km	15000	1.875 t	<u>57220</u>
AUTO GPL EURO 6D – Temp	Ford Fiesta 1.1 GPL 75 cv	113 g/km	15000	1.695 t	<u>63297</u>

RELAZIONE SUI BENEFICI AMBIENTALI DELL'AGRIVOLTAICO, DECARBONIZZAZIONE E CARBON FOOTPRINT	PGG_REL_BEN_019 Rev. 02 - 17/02/2023
--	--

AUTO BENZINA EURO 6D – Temp	Ford Fiesta 1.0 Ecoboost 100 cv	138 g/km	15000	2.07 t	<u>51830</u>
--	---------------------------------------	----------	-------	--------	--------------

Tabella 3-7 Numero di auto mitigate dalla realizzazione degli impianti agrivoltaici

Come riportato in Tabella 3-7, le emissioni evitate dalla realizzazione dell'impianto può essere comparata all'emissione annuale di 66227 auto diesel, 57220 auto a metano, 63297 auto GPL e 51830 auto a benzina. Analogamente, utilizzando i fattori di emissione degli altri inquinanti atmosferici è possibile calcolare le relative emissioni evitate con la realizzazione dell'impianto.

Inquinanti prodotti	Fattori di emissione (mg/kWh)	Emissione evitata in un anno(t)	Emissione evitata in 20 anni
Ossidi di azoto - NOx	205.36	55.41	1108.2
Ossidi di zolfo - SOx	45.50	12.28	245.6
COVNM	90.20	24.34	486.8
Monossido di Carbonio - CO	92.48	24.95	499.1
Ammoniaca – NH ₃	0.28	0.075	1.51
Materiale particolato – PM ₁₀	2.37	0.64	12.8

Tabella 3-8 Emissioni di inquinanti atmosferici evitate con la realizzazione dell'impianto

3.1.2.1. CONVERSIONE DELLA POTENZA PRODOTTA DAGLI IMPIANTI IN TEP (TONNELLATA EQUIVALENTE DI PETROLIO)

La tonnellata equivalente di petrolio (TEP) è un'unità di misura dell'energia che quantifica l'energia rilasciata dalla combustione di una tonnellata di petrolio grezzo, settata dall'IEA/OCSE pari a 41686 GJ o 11630 kWh. Una tonnellata di petrolio corrisponde a circa 6.841 barili, a sua volta ogni barile corrisponde a circa 159 litri. Con la delibera EEN 3/08 del 20/03/2008 (GU n. 100 del 29/04/08 – SO n.107) l'Autorità per l'energia elettrica e il gas (ARERA) ha fissato il valore del fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria in 0.187×10^{-3} tep/kWh, settando il rendimento medio del sistema termoelettrico nazionale di produzione dell'energia elettrica al valore di circa 46% (rispetto il valore teorico di 1 tep = 11630 MWh).

Tempo di funzionamento	Energia prodotta (GWh)	Fattore di conversione (tep/kWh)	TEP equivalenti	Barili di petrolio equivalenti	Litri di petrolio equivalenti
1 anno	269.84	$0.187 \cdot 10^{-3}$	50460.1	345197.41	~54.88 milioni
20 anni	5396.8	$0.187 \cdot 10^{-3}$	1009202	6903950.882	~1.097 miliardi

Tabella 3-9 Energia prodotta dagli impianti convertita in TEP, barili di petrolio e litri di petrolio

3.2. ANALISI DELLE RICADUTE SOCIALI

Da punto di vista socioeconomico, la realizzazione del progetto in analisi genererebbe esclusivamente esternalità positive per il territorio interessato dagli impianti agrivoltaici. Per quanto concerne la fase gestionale dell'intervento si pensi alle spese relative al personale impiegato nella fase di funzionamento, posto che l'impresa prevede di assumere:

- 1000 addetti in fase di cantiere;
- 200 addetti permanenti;
- 1000 addetti alla coltivazione;

Il processo di assunzione di personale sarà effettuato congiuntamente a corsi di formazione sulla sicurezza lavoro, incentrati sui pericoli di elettrocuzione, misure di protezione con loro collaudo, prevenzione degli incendi ecc. Complessivamente, tali voci garantiscono significativi introiti monetari per gli addetti, che nell'attuale periodo di crisi economica e difficoltà di gestione dei conti pubblici, come dimostrato da altre realtà nel contesto limitrofo, rappresentano elementi di sicura valenza economica e sociale. Nei processi di assunzione si garantirà particolare attenzione all'occupazione "non effimera", rivolta principalmente ai residenti delle comunità locali: 200 posti di lavoro saranno destinati a disoccupati, persone svantaggiate, extracomunitari. Si garantiranno inoltre non meno di 200 posti per lavoratori under 36.

A tutto ciò va inoltre aggiunto la redditività derivante da ulteriori forniture di beni e servizi (gestione rifiuti, manutenzioni viabilità interna, assicurazioni, etc.) per i quali sono previsti significativi investimenti, nonché parte degli oneri fiscali per la quota parte di competenza locale, ed ancora tasse varie per servitù, caselli autostradali, occupazione suolo pubblico, passi carrai, servitù, ecc. A quanto sopra riepilogato vanno ancora aggiunti gli accantonamenti dei ricavi netti stimati per spese e oneri futuri prevedibili e non, tra cui una parte prevalente viene assunta dalle opere di manutenzione delle apparecchiature elettromeccaniche, dove per queste ultime si avrà l'utilizzo di personale specializzato di provenienza esterna con ulteriori ritorni per le strutture ricettive locali.

Nell'ambito del progetto con l'Università, verranno inoltre svolte apposite attività di ricerca finalizzate a testare la produttività di 4 specie orticole. Sarà finanziato n.1 assegno di ricerca per tutto il periodo di prova.

3.3. SALUTE PUBBLICA

Tra i benefici socioeconomici si individua il contributo degli impianti nel coprire la domanda crescente di elettricità, limitando il ricorso all'importazioni di energia e combustibili fossili (petrolio e gas naturale) dall'estero a prezzi elevati direttamente influenzati dalle tensioni geopolitiche mondiali. Diversamente dall'energia derivante da processi di combustione, l'energia prodotta dagli impianti agrivoltaici non comporta emissioni nocive nell'atmosfera. Quantificare il ritorno economico per questa esternalità risulta assai complesso e calcolarlo per singoli impianti di produzione è pressoché impossibile. Sicuramente l'energia prodotta da fonti rinnovabili, in questo specifico caso l'energia fotovoltaica, aiuta la conservazione dell'ambiente, riduce l'inquinamento e giova direttamente alla salute umana, diminuendo così i relativi costi sanitari. Gli effetti degli impianti agrivoltaici avranno sicuramente risvolti positivi sulla qualità dell'aria, ovvero senza dubbio positivo e di pubblica utilità in coerenza con gli orientamenti internazionali sulla produzione di energia da fonte rinnovabili.

3.4. SICUREZZA PUBBLICA E DEL PERSONALE

Un altro elemento di fondamentale importanza è la sicurezza all'interno degli impianti agrivoltaici, gestita tramite la prevenzione e la preparazione alle emergenze che possono interessare i siti, fra i quali:

- Incendi, può interessare la stazione e gli elementi di trasformazione;
- Elettrocuzione;
- Sversamento incontrollato di olio dielettrico per rottura del trasformatore;

Al di là delle cogenze legislative e dei precisi strumenti di prevenzione, controllo e monitoraggio adottate in fase di progetto, particolare attenzione è stata rivolta a due elementi:

- Il rapporto con i servizi di emergenza locali per cui è opportuno accertare da parte di questi la corretta identificazione del loco interessato e le vie di accesso;
- Le squadre di emergenza interna devono essere frequentemente sottoposte ad esercitazione affinché l'addestramento possa sopperire ad eventuali ritardi nei soccorsi.

Tutto ciò richiede un'adeguata attività di pianificazione e studio delle possibili criticità specifiche che devono essere opportunamente considerate nei piani di gestione degli impianti per massimizzare la capacità del controllo da parte dei gestori.

3.5. RIEQUILIBRIO AMBIENTALE DEI SITI

Nello stato di fatto i terreni interessati dal progetto risultano dominati dai sistemi monocolturali a forte sfruttamento con struttura ecosistemica estremamente semplificata. Tra i suoi obiettivi, il progetto prevede l'implementazione di tecniche di agricoltura 4.0, le quali garantiranno maggiori benefici sia di efficientamento di utilizzo delle risorse idriche, della concimazione e gestione delle patologie.

Sulla base delle criticità ambientali sito-specifiche identificate in fase di monitoraggio ante-operam, sono state previste apposite misure di mitigazione ambientale volte alla tutela ed all'aumento di frequentazione da parte di fauna, avifauna e chiroterofauna. Le indagini ante-operam fanno propendere per un potenziale scarso impatto, o addirittura inesistente, per le specie di interesse per la conservazione. Anche dal punto di vista delle aree importanti per il foraggiamento, sia di insettivori che di specie predatrici, la zona appare avere scarsa potenzialità produttiva a fronte della situazione prettamente agricola. Ci si aspetta quindi una scarsa frequentazione degli stessi ambienti da parte dei predatori. Considerando le osservazioni eseguite, la zona appare solo marginalmente utilizzata dai veleggiatori per la caccia e non sono noti particolari corridoi per la migrazione nell'area in quanto gli *stop over* migratori posti a nord e a sud del Gargano vengono principalmente raggiunti dai migratori seguendo le linee di costa e raramente con spostamenti sull'interno.

4. STIMA DELL'IMPRONTA DI CARBONIO

In considerazione che durante tutta la fase di esercizio gli impianti agrivoltaici (e le opere connesse ed infrastrutture indispensabili) non comporteranno alcun tipo di emissione atmosferica, l'impronta di carbonio generata dalle opere si limita esclusivamente alle fasi di cantiere. In particolare, saranno calcolati i seguenti impatti:

- Consumi elettrici di cantiere ed in fase d'esercizio;
- Conferimento ed approvvigionamento materiali;
- Consumo di carburante per l'utilizzo dei macchinari;
- allontanamento dei rifiuti;

4.1. CONSUMI ELETTRICI DI CANTIERE ED IN FASE DI ESERCIZIO

Durante la fase di cantiere le lavorazioni verranno eseguite principalmente in periodo diurno ed all'aperto, le emissioni dei consumi elettrici si considerano strettamente non rilevanti. Analogamente, l'impianto di illuminazione perimetrale previsto in fase di progetto verrà realizzato con proiettori luminosi a tecnologia LED ad alta efficienza accoppiati a sensori di presenza, i quali emetteranno luce solo in caso di rilevamento di persone e/o mezzi. Il consumo elettrico in fase di esercizio si considera quindi non rilevante.

4.2. CONFERIMENTO IN CANTIERE DEI MATERIALI NECESSARI ALLA REALIZZAZIONE DELL'OPERA

Per questa particolare casistica sono state considerate unicamente le due operazioni più impattanti:

- Conferimento dei materiali inerti;
- Approvvigionamento materiali;

Per entrambe le casistiche, la stima delle emissioni della fase di trasporto è stata condotta tramite l'utilizzo del software *Copert 5.2 (Computer Programme to calculate Emissions from Road Transport)*, suggerito e coordinato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA, *European Environment Agency*).

4.2.1. CONFERIMENTO DEGLI INERTI

In riferimento all'approvvigionamento di inerti, si precisa che ad oggi non è stato ancora individuato il sito di approvvigionamento, ciò nonostante, si ritiene che il materiale sarà presumibilmente acquistato dalle cave di prestito più vicine al cantiere. Tale pianificazione si traduce inoltre in chiari benefici ambientali e socioeconomici, in termini di evitato inquinamento atmosferico (anche da traffico indotto) e garantendo ulteriori ritorni economici alle imprese locali.

Le elaborazioni sono state condotte considerando la movimentazione di 50000 m³ di inerte, un percorso di conferimento di 50 km e l'utilizzo congiunto di autoarticolati (Figura 4-1) ed autocarri (Figura 4-2).

MEZZO	NUMERO
AUTOARTICOLATI	1000
AUTOCARRI	1470

Tabella 4-1 Numero di mezzi utilizzati per la dismissione della viabilità interna ai siti



Figura 4-1 Autoarticolato tipo per inerti



Figura 4-2 Autocarro tipo per inerti

<i>Vehicle Configuration</i>					
<i>Category</i>	<i>Fuel</i>	<i>Segment</i>	<i>Euro Standard</i>	<i>Stock</i>	<i>Activity (km)</i>
<i>Heavy Duty Trucks</i>	Diesel	<i>Rigid 14-20 t</i>	Euro IV	1000	50
<i>Heavy Duty Trucks</i>	Diesel	<i>Autoarticulated 20-28 t</i>	Euro IV	1470	50
<i>Driving Conditions</i>					
<i>Load</i>	<i>Road Slope</i>			<i>A/C Effect</i>	

RELAZIONE SUI BENEFICI AMBIENTALI DELL'AGRIVOLTAICO, DECARBONIZZAZIONE E CARBON FOOTPRINT	PGG_REL_BEN_019 Rev. 02 - 17/02/2023
--	--

Rural [%]	Highway [%]	Urban Peak [%]	Highway [%]	YES
100	100	2%	0%	

Tabella 4-2 Input modello Copert 5.2

CO ₂ (t)			
Vehicle	Rural (t)	Highway (t)	Total (t)
Rigid 14-20 t	17.38	32.91	50.29
Autoarticolata 20-28 t	17.29	29.41	46.7
TOT	34.67	62.32	96.99
% rispetto emissioni risparmiate annue	0.03%	0.058%	0.09%

Tabella 4-3 Output modello Copert 5.2 per la fase di conferimento inerti

4.2.2. APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI

L'approvvigionamento dei materiali riguarderà i seguenti elementi:

- Cablaggi;
- Cabine prefabbricate;
- Strutture in acciaio zincato porta moduli;
- Moduli fotovoltaici;

In riferimento alle operazioni di trasporto dei moduli fotovoltaici sarà definita in fase esecutiva una spedizione personalizzata a seconda delle esigenze del Committente. Analogamente, il porto di attracco delle navi verrà scelto dal fornitore dei pannelli fotovoltaici a seguito della stipula del relativo contratto di fornitura. In questa prima fase di valutazione è stato ipotizzato che i pannelli saranno trasportati in container marittimi standard ISO, rappresentando i container più diffusi e caratterizzati da misure standardizzate a livello internazionale. Le dimensioni di tali container sono di 2.438 m × 2.591 m × 12.192 m. Come descritto nel Quadro di Riferimento Progettuale del presente elaborato di S.I.A., la realizzazione dei 5 impianti comporterà l'utilizzo del seguente numero di pannelli:

IMPIANTO	NUMERO PANNELLI
POGGIO 1	62322
POGGIO 2	33644
POGGIO 3	29848
POGGIO 4	62280
POGGIO 5	120744
TOTALE	308838

Tabella 4-4 Moduli fotovoltaici utilizzati nei vari impianti

Dalla dimensione del singolo modulo fotovoltaico si desume l'utilizzo di circa 450 mezzi portacontainer da 14-20 t (Figura 4-3). Per il trasporto delle strutture porta modulo e dei cablaggi si prevede l'utilizzo di altri 150 veicoli dello stesso tipo. Le cabine prefabbricate saranno invece trasportate tramite rimorchio piatto, necessitando l'utilizzo di 44 mezzi.



Figura 4-3 Mezzo portacontainer tipo

<i>Vehicle Configuration</i>					
<i>Category</i>	<i>Fuel</i>	<i>Segment</i>	<i>Euro Standard</i>	<i>Stock</i>	<i>Activity (km)</i>
<i>Heavy Duty Trucks</i>	Diesel	<i>Rigid <= 7.5 t</i>	Euro IV	44	100
<i>Heavy Duty Trucks</i>	Diesel	<i>Rigid 14-20 t</i>	Euro IV	600	200
<i>Driving Conditions</i>					
<i>Load</i>		<i>Road Slope</i>		<i>A/C Effect</i>	
Rural [%]	Highway [%]	Urban Peak [%]	Highway [%]	YES	
100	100	2%	0%		

Tabella 4-5 Input modello Copert 5.2

<i>CO2 (t)</i>			
<i>Vehicle</i>	<i>Rural (t)</i>	<i>Highway (t)</i>	<i>Total (t)</i>
<i>Rigid <= 7.5 t</i>	0.0401	1.5402	1.5803
<i>Rigid 14-20 t</i>	2.3781	67.5294	69.9075
<i>TOT</i>	2.4182	69.0697	71.4879
<i>% rispetto emissioni risparmiate annue</i>	0.0022%	0.064%	0.067%

Tabella 4-6 Output modello Copert 5.2 per la fase di approvvigionamento dei materiali

4.2.3. CONSUMO DI CARBURANTE PER L'UTILIZZO DEI MACCHINARI DI CANTIERE

Le attività di lavoro considerate più impattanti per la stima delle emissioni sono le seguenti:

- Scavi e realizzazione viabilità interna ai siti;
- Fondazioni cabine, plinti pali illuminazione e videosorveglianza;
- Infissione e posa in opera delle strutture in acciaio;
- Montaggio dei pannelli;
- Realizzazione delle linee elettriche;
- Realizzazione delle opere civili, basamenti e fondazioni all'interno della Stazione di Trasformazione "Condominio";

Per tutte le elaborazioni la stima delle emissioni dei camion di cantiere è stata condotta tramite l'utilizzo del software *Copert 5.2 (Computer Programme to calculate Emissions from Road Transport)*.

<i>Vehicle Configuration</i>					
<i>Category</i>	<i>Fuel</i>	<i>Segment</i>	<i>Euro Standard</i>	<i>Stock</i>	<i>Activity (km)</i>
Heavy Duty Trucks	Diesel	Rigid 14-20 t	Conventional	X	50
<i>Driving Conditions</i>					
<i>Load</i>		<i>Road Slope</i>		<i>A/C Effect</i>	
Rural [%]	Highway [%]	Urban Peak [%]	Highway [%]	YES	
100	100	2%	0%		

4.2.3.1. SCAVI E REALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ INTERNA AI SITI

Per la stima delle emissioni si è considerato l'utilizzo giornaliero di:

- 2 pale gommate;
- 2 rulli compattatori;
- 10 camion da cantiere (*Rigid 14-20 t*) per l'allontanamento del materiale di scavo. Il percorso di conferimento è stato considerato pari a 50 km;

I consumi ipotizzati dei macchinari sono i seguenti (Tabella 4-8):

MEZZO	CONSUMO	FATTORE EMISSIVO
Pala gommata	15 l/h	2.64 kgCO ₂ /l
Rullo compattatore	15 l/h	2.64 kgCO ₂ /l

Tabella 4-7 Consumi dei mezzi utilizzati

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Pala gommata	320	4800	12.672
Rullo compattatore	320	4800	12.672
TOTALE (t CO₂)			25.344

Tabella 4-8 Emissioni prodotte per la realizzazione della viabilità interna di Poggio 1

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Pala gommata	240	3600	9.504
Rullo compattatore	240	3600	9.504
TOTALE (t CO₂)			19.008

Tabella 4-9 Emissioni prodotte per la realizzazione della viabilità interna di Poggio 2

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Pala gommata	240	3600	9.504
Rullo compattatore	240	3600	9.504
TOTALE (t CO₂)			19.008

Tabella 4-10 Emissioni prodotte per la realizzazione della viabilità interna di Poggio 3

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Pala gommata	240	3600	9.504
Rullo compattatore	240	3600	9.504
TOTALE (t CO₂)			19.008

Tabella 4-11 Emissioni prodotte per la realizzazione della viabilità interna di Poggio 4

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Pala gommata	800	12000	31.68
Rullo compattatore	800	12000	31.68
TOTALE (t CO₂)			63.36

Tabella 4-12 Emissioni prodotte per la realizzazione della viabilità interna di Poggio 5

CO ₂ (t)			
Vehicle	Rural (t)	Highway (t)	Total (t)
POGGIO 1	0.086	6.67	6.756
POGGIO 2	0.0645	5.0025	5.067
POGGIO 3	0.0645	5.0025	5.067
POGGIO 4	0.0645	5.0025	5.067
POGGIO 5	0.215	16.675	16.89
TOTALE	0.4945	38.3525	38.847

Tabella 4-13 Output modello Copert 5.2 realizzazione della viabilità interna ai siti

EMISSIONE TOTALE	146.559 t CO₂
-------------------------	---------------------------------

Tabella 4-14 Emissione totale realizzazione viabilità interna ai siti

4.2.3.2. FONDAZIONI CABINE, PLINTI PALI ILLUMINAZIONE E VIDEOSORVEGLIANZA

Per la stima delle emissioni si è considerato l'utilizzo giornaliero di:

- 1 pala gommata;
- 1 autobetoniera;
- 2 camion da cantiere (*Rigid 14-20 t*) per l'allontanamento del materiale di scavo. Il percorso di conferimento è stato considerato pari a 50 km;

I consumi ipotizzati dei macchinari sono i seguenti (Tabella 4-15):

MEZZO	CONSUMO	FATTORE EMISSIVO
Pala gommata	15 l/h	2.64 kgCO ₂ /l
Autobetoniera	15 l/h	2.64 kgCO ₂ /l

Tabella 4-15 Consumi dei mezzi utilizzati

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Pala gommata	80	1200	3.168
Autobetoniera	80	1200	3.168
TOTALE (t CO₂)			6.336

Tabella 4-16 Emissioni prodotte per la realizzazione delle platee di fondazione delle cabine e dei plinti dei pali di illuminazione di Poggio 1

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Pala gommata	80	1200	3.168
Autobetoniera	80	1200	3.168
TOTALE (t CO₂)			6.336

Tabella 4-17 Emissioni prodotte per la realizzazione delle platee di fondazione delle cabine e dei plinti dei pali di illuminazione di Poggio 2

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Pala gommata	80	1200	3.168
Autobetoniera	80	1200	3.168
TOTALE (t CO₂)			6.336

Tabella 4-18 Emissioni prodotte per la realizzazione delle platee di fondazione delle cabine e dei plinti dei pali di illuminazione di Poggio 3

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Pala gommata	80	1200	3.168
Autobetoniera	80	1200	3.168
TOTALE (t CO₂)			6.336

Tabella 4-19 Emissioni prodotte per la realizzazione delle platee di fondazione delle cabine e dei plinti dei pali di illuminazione di Poggio 4

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Pala gommata	160	2400	6.336
Autobetoniera	160	2400	6.336
TOTALE (t CO₂)			12.672

Tabella 4-20 Emissioni prodotte per la realizzazione delle platee di fondazione delle cabine e dei plinti dei pali di illuminazione di Poggio 5

CO ₂ (t)			
<i>Vehicle</i>	<i>Rural (t)</i>	<i>Highway (t)</i>	<i>Total (t)</i>
POGGIO 1	0.0086	0.667	0.6756
POGGIO 2	0.0086	0.667	0.6756
POGGIO 3	0.0086	0.667	0.6756
POGGIO 4	0.0086	0.667	0.6756
POGGIO 5	0.0172	1.334	1.3512
TOTALE	0.0516	4.002	4.0536

Tabella 4-21 Output modello Copert 5.2 realizzazione delle platee di fondazione delle cabine e dei plinti dei pali di illuminazione

EMISSIONE TOTALE	42.0696 t CO₂
-------------------------	---------------------------------

Tabella 4-22 Emissione totale per la realizzazione delle platee di fondazione delle cabine e dei plinti dei pali di illuminazione

4.2.3.3. REALIZZAZIONE DELLE LINEE ELETTRICHE

Parallelamente all'infissione e posa in opera delle strutture in acciaio ed il montaggio dei pannelli si procederà con la realizzazione dei cavidotti e la successiva posa dei cavi. Per la realizzazione delle platee di fondazione delle cabine elettriche è previsto l'utilizzo giornaliero di:

- 1 scavatore cingolato;
- 1 pala gommata;
- 5 camion da cantiere per l'allontanamento del materiale di scavo. Il percorso di conferimento è stato considerato pari a 50 km;

MEZZO	CONSUMO	FATTORE EMISSIVO
Pala gommata	15 l/h	2.64 kgCO ₂ /l
Scavatore cingolato	15 l/h	2.64 kgCO ₂ /l

Tabella 4-23 Consumi dei mezzi utilizzati

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Pala gommata	40	600	1.584
Autobetoniera	40	600	1.584
TOTALE (t CO₂)			3.168

Tabella 4-24 Emissioni prodotte per la realizzazione delle linee elettriche di Poggio 1

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Pala gommata	40	600	1.584
Autobetoniera	40	600	1.584
TOTALE (t CO₂)			3.168

Tabella 4-25 Emissioni prodotte per la realizzazione delle linee elettriche di Poggio 2

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Pala gommata	80	1200	3.168
Autobetoniera	80	1200	3.168
TOTALE (t CO₂)			6.336

Tabella 4-26 Emissioni prodotte per la realizzazione delle linee elettriche di Poggio 3

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Pala gommata	40	600	1.584
Autobetoniera	40	600	1.584
TOTALE (t CO₂)			3.168

Tabella 4-27 Emissioni prodotte per la realizzazione delle linee elettriche di Poggio 4

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Pala gommata	880	13200	34.848
Autobetoniera	880	13200	34.848
TOTALE (t CO₂)			69.696

Tabella 4-28 Emissioni prodotte per la realizzazione delle linee elettriche di Poggio 5

CO ₂ (t)			
Vehicle	Rural (t)	Highway (t)	Total (t)
POGGIO 1	0.01075	0.83375	0.8445
POGGIO 2	0.01075	0.83375	0.8445
POGGIO 3	0.0215	1.6675	1.689
POGGIO 4	0.01075	0.83375	0.8445
POGGIO 5	0.0473	3.6685	3.7158
TOTALE	0.10105	7.83725	7.9383

Tabella 4-29 Output modello Copert 5.2 realizzazione delle linee elettriche MT

EMISSIONE TOTALE	93.4743 t CO₂
-------------------------	---------------------------------

Tabella 4-30 Emissione totale per la realizzazione delle linee elettriche

4.2.3.4. INFISSIONE E POSA IN OPERA STRUTTURE IN ACCIAIO

Per le operazioni di infissione e posa in opera delle strutture si è ipotizzato l'utilizzo giornaliero di:

- 3 macchine battipalo cingolate;

MEZZO	CONSUMO	FATTORE EMISSIVO
Macchina battipalo	15 l/h	2.64 kgCO ₂ /l

Tabella 4-31 Consumi dei mezzi utilizzati

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Macchina battipalo	1560	23400	61.776
TOTALE (t CO₂)			61.776

Tabella 4-32 Emissioni prodotte per l'infissione e la posa in opere delle strutture in acciaio di Poggio 1

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Macchina battipalo	600	9000	23.76
TOTALE (t CO₂)			23.76

Tabella 4-33 Emissioni prodotte per l'infissione o e la posa in opere delle strutture in acciaio di Poggio 2

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Macchina battipalo	600	9000	23.76
TOTALE (t CO₂)			23.76

Tabella 4-34 Emissioni prodotte per l'infissione e la posa in opere delle strutture in acciaio di Poggio 3

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Macchina battipalo	600	9000	23.76
TOTALE (t CO₂)			23.76

Tabella 4-35 Emissioni prodotte per l'infissione e la posa in opere delle strutture in acciaio di Poggio 4

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Macchina battipalo	2280	34200	90.288
TOTALE (t CO₂)			90.288

Tabella 4-36 Emissioni prodotte per l'infissione e la posa in opere delle strutture in acciaio di Poggio 5

EMISSIONE TOTALE	223.344 t CO₂
-------------------------	---------------------------------

Tabella 4-37 Emissione totale per l'infissione e la posa in opere delle strutture in acciaio

4.2.3.5. MONTAGGIO DEI PANNELLI

Per le operazioni di montaggio dei pannelli si è ipotizzato l'utilizzo giornaliero di:

- 3 Autogrù gommate;

MEZZO	CONSUMO	FATTORE EMISSIVO
Autogrù gommata	15 l/h	2.64 kgCO ₂ /l

Tabella 4-38 Consumi dei mezzi utilizzati

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Autogrù gommata	1260	12600	33.264
TOTALE (t CO₂)			33.264

Tabella 4-39 Emissioni prodotte per il montaggio dei pannelli di Poggio 1

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Autogrù gommata	540	5400	14.256
TOTALE (t CO₂)			14.256

Tabella 4-40 Emissioni prodotte per il montaggio dei pannelli di Poggio 2

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Autogrù gommata	540	5400	14.256
TOTALE (t CO₂)			14.256

Tabella 4-41 Emissioni prodotte per il montaggio dei pannelli di Poggio 3

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Autogrù gommata	540	5400	14.256
TOTALE (t CO₂)			14.256

Tabella 4-42 Emissioni prodotte per il montaggio dei pannelli di Poggio 4

MEZZO	ORE LAVORATE IPOTIZZATE	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Autogrù gommata	2340	23400	61.776
TOTALE (t CO₂)			61.776

Tabella 4-43 Emissioni prodotte per il montaggio dei pannelli di Poggio 5

EMISSIONE TOTALE	137.808 t CO₂
-------------------------	---------------------------------

Tabella 4-44 Emissione totale per il montaggio dei pannelli

4.2.3.6. REALIZZAZIONE DELLE OPERE CIVILI, BASAMENTI, FONDAZIONI ALL'INTERNO DELLE STAZIONE DI TRASFORMAZIONE "CONDOMINIO"

Parallelamente alla realizzazione degli impianti agrivoltaici è prevista la realizzazione della Sottostazione MT/AT: la realizzazione dei cavidotti, la posa dei cavi ed in generale la realizzazione di tutte le opere elettromeccaniche; per tale fase è prevista una durata complessiva di circa 19 mesi, alla fine dei quali è previsto il collaudo della sottostazione. I mezzi utilizzati in questa fase saranno principalmente: autoarticolati per il trasporto dei materiali, dei mezzi d'opera e dei componenti, uno scavatore cingolato per la realizzazione di scavi e sbancamenti, una gru a torre per la movimentazione del materiale all'interno dell'area di cantiere, autobetoniere per la realizzazione dei getti in calcestruzzo e camion da cantiere per la movimentazione dei terreni di scavo e di riporto. Per la realizzazione della stazione di trasformazione "Condominio" si prevede l'utilizzo giornaliero di:

- 1 Scavatore cingolato;
- 1 Gru a torre;
- 8 Autobetoniere;
- 6 Camion da cantiere;

Si prevede inoltre l'utilizzo di almeno 30 autoarticolati per trasporto dei materiali e dei macchinari elettromeccanici.

MEZZO	CONSUMO	FATTORE EMISSIVO
Scavatore cingolato	15 l/h	2.64 kgCO ₂ /l
Autobetoniera	15 l/h	2.64 kgCO ₂ /l
Gru a torre	15 l/h	2.64 kgCO ₂ /l

Tabella 4-45 Consumi dei mezzi di cantiere

MEZZO	NUMERO	ORE LAVORATE TOTALI	LITRI CONSUMATI	EMISSIONE t CO ₂
Scavatore cingolato	1	1120	16800	44.352
Autobetoniera	8	8960	134400	354.816
Gru a torre	1	1120	16800	44.352
TOTALE (t CO₂)				443.52

Tabella 4-46 Emissioni prodotte per la realizzazione della Stazione di Trasformazione "Condominio"

CO ₂ (t)			
Vehicle	Rural (t)	Highway (t)	Total (t)
Rigid 14 -20 t	0.3612	28.14	28.5

Tabella 4-47 Output modello Corbel 5.2

Vehicle Configuration					
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Stock	Activity (km)
Heavy Duty Trucks	Diesel	Autoarticolated 20-28 t	Conventional	30	50
Driving Conditions					
Load		Road Slope		A/C Effect	
Rural [%]	Highway [%]	Urban Peak [%]	Highway [%]	YES	
100	100	2%	0%		

Tabella 4-48 Input modello Corbel 5.2 per il calcolo delle emissioni degli autoarticolati

CO ₂ (t)			
Vehicle	Rural (t)	Highway (t)	Total (t)
Autoarticolated 20-28 t	0.5	0.6	1.1

Tabella 4-49 Output modello Corbel 5.2 per il calcolo delle emissioni degli autoarticolati

5. CONCLUSIONI

Sommando le emissioni calcolate in fase di trasporto e di cantiere (calcolate ipotizzando mezzi ed orari di lavoro) si ottengono i seguenti valori:

Bilancio Complessivo	
ATTIVITA'	CO₂ prodotta
Fase di trasporto	168.4779 tCO ₂
Fase di cantiere	1154.388 tCO ₂
Fase di esercizio	0
TOTALE	1322.8659 tCO ₂

Tabella 5-1 Emissioni prodotte in fase di trasporto ed in fase di cantiere

Considerando comunque che la messa in esercizio degli impianti garantirà il risparmio annuo di 107288.4 tCO₂ rispetto la produzione termoelettrica, si desume come le emissioni prodotte rappresentino appena l'1.23% delle emissioni evitate annuali.