



Regione
Puglia



Provincia
di Foggia



Comune
di Foggia

Nome Progetto / Project Name

Progetto per la realizzazione di un impianto
agrivoltaico denominato "Agrosolar 3",
della potenza complessiva pari a 28,439 MWp e delle
relative opere connesse, nel Comune
di Foggia (FG).

Sviluppatore / Developer



RENEWABLE CONSULTING S.R.L.

Corso G. Matteotti, 65
71017 - Torremaggiore (FG)
P. IVA 02250560683
info@renewableconsulting.eu
www.renewableconsulting.eu

Committente

PUGLIA AGROSOLAR 3 S.R.L.

Piazza Walther von Vogelweide, 8
39100 Bolzano
P.IVA 03176980211
REA BZ - 238504

Titolo documento / Document title

Relazione sui benefici ambientali dell'agro-voltaico,
decarbonizzazione e carbon foot print

Tavola / Pannel

Codice elaborato / Code processed

PA3_REL_BEN_18

N.	DATA REVISIONE	DESCRIZIONE REVISIONE	PREPARED	CHECKED	APPROVED
00	01/2024	PROGETTO DEFINITIVO			

Specialista / Specialist

Dott. Ing. GIOVANNI BERTANI
Dott. Ing. GIULIO BARTOLI
Dott. Geol. STEFANO MANTOVANI

Timbro e firma / Stamp and signature



Giovanni Bertani



Giulio Bartoli



Stefano Mantovani

Consulente/Consultant



SYNERGY
Via Clodoveo Bonazzi 2
40013 Castel Maggiore (BO)

Nome file

PA3_REL_BEN_18

Dimensione cartiglio

A4

Scala

<u>1. INTRODUZIONE</u>	<u>2</u>
<u>2. BENEFICI AMBIENTALI DELL'AGRIVOLTAICO</u>	<u>3</u>
2.1 ANALISI DELLE RICADUTE SOCIALI	3
2.2 SALUTE PUBBLICA	3
2.3 SICUREZZA PUBBLICA E DEL PERSONALE	4
2.4 STIMA DELLE EMISSIONI EVITATE	4
2.4.1 CONVERSIONE DELLA POTENZA PRODOTTA DAGLI IMPIANTI IN TEP (TONNELLATE EQUIVALENTE DI PETROLIO).....	7
<u>3. STIMA DELLA DECARBONIZZAZIONE E DEL CARBON FOOTPRINT</u>	<u>8</u>
3.1 INDICAZIONI METODOLOGICHE	8
3.1.1 SOFTWARE COPERT 5.7	8
3.1.2 SCAB FLEET AVERAGE EMISSION FACTORS (2023)	8
3.2 CALCOLO DELLE EMISSIONI	9
3.2.1 APPROVVIGIONAMENTO DI MATERIALE INERTE	9
3.2.2 APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI E STRUTTURE	11
3.2.3 UTILIZZO MEZZI LEGGERI DEI DIPENDENTI.....	13
3.2.4 STIMA DELLE EMISSIONI DELLA FASE DI CANTIERE	14
<u>4. BILANCIO COMPLESSIVO FASE DI TRASPORTO E DI CANTIERE</u>	<u>16</u>

1. INTRODUZIONE

Il progetto, denominato "AGROSOLAR 3", prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico (Figura 1-1), ripartito su una superficie totale di circa 65 ha e realizzati interamente in Provincia di Foggia. L'impianto avrà una potenza totale di immissione di 28.439 MW.

Si è proceduto alla stesura del presente studio finalizzato alla stima delle emissioni derivanti dalle attività di realizzazione dell'impianto. In particolare, ai fini della quantificazione, sono state considerate le seguenti emissioni:

- Utilizzo dei mezzi di lavoro (CO, CO₂, NO_x, NH₃, PM₁₀);
- Fase di approvvigionamento materiale (CO, CO₂, NO_x, NH₃, PM₁₀);
- Trasporto dei materiali di risulta in discarica (CO, CO₂, NO_x, NH₃, PM₁₀);



Figura 1-1 Progetto "AGROSOLAR 3" su ortofoto

2. BENEFICI AMBIENTALI DELL'AGRIVOLTAICO

2.1 ANALISI DELLE RICADUTE SOCIALI

Dal punto di vista socioeconomico, per la sola fase di cantiere l'impresa prevede di assumere almeno 100 addetti del contesto locale per un periodo di lavoro stimato intorno ai 180 giorni. Al personale impiegato vanno aggiunti i numerosi mezzi meccanici impiegati (macchine battipalo, escavatori, camion, rulli, ecc.), per il quale si potrebbe prevedere il nolo a caldo o freddo tra le imprese locali impegnate in attività di movimento terra. La tipologia delle opere da realizzare prevede l'utilizzo di quantità modeste di calcestruzzo (fondazioni cabine di accumulo e trasformazione) per cui saranno sicuramente coinvolti impianti di betonaggio presenti nel contesto limitrofo. A tutto ciò va inoltre aggiunto la redditività derivante da ulteriori forniture di beni e servizi (gestione rifiuti della fase di cantiere, assicurazioni, ecc.) 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, strutture ricettive locali, caselli autostradali, occupazione di suolo pubblico, passi carrai, servitù.

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:

- 55 addetti permanenti;
- 50 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: 50 posti di lavoro saranno destinati a disoccupati, persone svantaggiate, extracomunitari. Si garantiranno inoltre non meno di 50 posti per lavoratori under 36. Nell'ambito del progetto con l'Università, verranno inoltre svolte apposite attività di ricerca finalizzate a testare la produttività di 4 specie innovative.

2.2 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.

2.3 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 cogente 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.

2.4 STIMA DELLE EMISSIONI EVITATE

Dai dati geografici e climatologici specifici è stato possibile stimare un tempo di irraggiamento di 4300 ore annue, in termini energetici pari a 257.26 GWh annui.

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

Tabella 2-1 Emissione di CO2 evitate con la realizzazione dell'impianto

IMPIANTO	TEMPO DI FUNZIONAMENTO	ENERGIA PRODOTTA (GWh)	FATTORE DI EMISSIONE (gCO ₂ /kWh)	CO ₂ (t) EVITATA	CO ₂ (Megaton) EVITATA
AGROSOLAR	1 anni	257.26	397.6	102286.57	0.1
3	30 anni	7717.8	397.6	3068597.28	3

Tabella 2-2 Numero di auto mitigate dalla realizzazione dell'impianto

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	63140
AUTO A METANO EURO 6D - TEMP	Fiat 0.9 TwinAir 70 vc	125 g/km	15000	1.875 t	54553
AUTO GPL EURO 6D - TEMP	Ford Fiesta 1.1 GPL 75 cv	113 g/km	15000	1.695 t	60346
AUTO BENZINA EURO 6D - TEMP	Ford Fiesta 1.0 Ecoboost 100 cv	138 g/km	15000	2.07 t	49414

Come riportato in Tabella 2-2, le emissioni evitate dalla realizzazione dell'impianto possono essere comparate all'emissione annuale di 63140 auto diesel, 54553 auto a metano, 60346 auto GPL e 49414 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 (Tabella 2-3). Fra i principali inquinanti atmosferici prodotti dal comune processo di produzione termoelettrica si possono nominare:

- **SO₂ – Biossido di Zolfo.** 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;
- **NO_x – Ossidi di Azoto:** 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;
- **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;
- **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. 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;
- **COVNM – Composti organici volatili non metanici.** 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;
- **Polveri Atmosferiche.** 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 µg/m³. L'esposizione a livelli inferiori ai valori di normativa non annulla l'impatto sulla salute.

Tabella 2-3 Energia prodotta dagli impianti convertita in TEP, barili di petrolio e litri di petrolio

INQUINANTI PRODOTTI	FATTORI DI EMISSIONE (mg/kWh)	EMISSIONE EVITATA IN UN ANNO DI FUNZIONAMENTO (t)	EMISSIONE EVITATA IN 30 ANNI DI FUNZIONAMENTO (t)
Ossidi di azoto - NOx	205.36	51	1530
Ossidi di zolfo - SOx	45.50	11.478	344.34
COVNM	90.20	22.75	682.61
Monossido di Carbonio - CO	92.48	23.33	700
Ammoniaca – NH ₃	0.28	0.07	2.12
Materiale particolato – PM ₁₀	2.37	0.6	18

2.4.1 CONVERSIONE DELLA POTENZA PRODotta DAGLI IMPIANTI IN TEP (TONNELLATE 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).

Tabella 2-4 Energia prodotta dagli impianti convertita in TEP, barili di petrolio e litri di petrolio

TEMPO DI FUNZIONAMENTO	ENERGIA PRODotta (GWh)	FATTORE DI CONVERSIONE (tep/kWh)	TEP equivalenti	BARILI DI PETROLIO EQUIVALENTI	LITRI DI PETROLIO EQUIVALENTI
1 anno	38.9	$0.187 \cdot 10^{-3}$	47172.62	322707.9	~ 51 milioni
30 anni	1167	$0.187 \cdot 10^{-3}$	1415178.6	9681236.8	~ 1.54 miliardi

3. STIMA DELLA DECARBONIZZAZIONE E DEL CARBON FOOTPRINT

3.1 INDICAZIONI METODOLOGICHE

3.1.1 SOFTWARE COPERT 5.7

La stima delle emissioni della fase di trasporto su strada è stata condotta tramite l'utilizzo del software *Copert 5.7 (Computer Programme to calculate Emissions from Road Transport)*, suggerito e coordinato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA, *European Environment Agency*).

All'interno del software i dati di input tipo per il calcolo degli inquinanti sono:

- Caratteristiche ambientali del sito (temperatura minima e massima mensile, umidità media, ecc.);
- Numero e tipo di veicolo utilizzato (*Passenger Cars, Light Commercial Vehicles, Heavy Duty Trucks, Buses, L-categor, ecc.*);
- Carburante (*Petrol, Petrol Hybrid, Petrol PHEV, Diesel, Diesel PHEV, LPG Bifuel, Battery electric, CNG, ecc.*);
- Euro Standard (Euro 1, 2, 3, 4, 5, 6 a/b/c, d-temp, PRE ECE, *Conventional*, ecc.);
- Dati sul percorso (lunghezza, tipo di viabilità percorsa, velocità, pendenza media, ecc.);
- Condizioni di guida (Carico, AC on/off, ecc);

Le elaborazioni condotte permettono quindi la determinazione delle emissioni dei mezzi utilizzati per il percorso di trasporto complessivo.

3.1.2 SCAB Fleet Average Emission Factors (2023)

In modo da prescindere da considerazioni sul chilometraggio dei mezzi di cantiere si è fatto riferimento ai fattori di emissione del metodo *SCAB Fleet Average Emission Factors*, tenendo conto del numero di mezzi impiegati e del numero di ore di lavoro giornaliero di ciascuno di essi. La banca dati SCAB mette a disposizione le emissioni medie annue (lb/hr) dei mezzi di cantiere considerati, fornendo anche interpolazioni utili per gli anni futuri. Per il caso in esame sono state considerate le emissioni relative all'anno 2023. Per le lavorazioni di progetto si prevede l'utilizzo dei seguenti mezzi:

Tabella 3-1 Mezzi utilizzati e fattori di emissione

EQUIPMENT	CO (lb/hr)	NOx (lb/hr)	PM (lb/hr)	CO ₂ (lb/hr)
<i>EXCAVATORS</i>	0.6636	0.2573	0.0125	112
<i>RUBBER TIRED LOADERS</i>	0.3079	0.3901	0.00136	149
<i>RUBBER TIRED DOZERS</i>	0.4845	1.0318	0.0402	183
<i>ROLLERS</i>	0.61	0.3806	0.0199	108
<i>BORE/DRILL RIGS COMPOSITE</i>	0.3035	0.2459	0.01119	63.6

3.2 CALCOLO DELLE EMISSIONI

Tramite il software *Copert 5.7* sono state calcolate le emissioni per le seguenti operazioni:

- Approvvigionamento di materiale inerte;
- Approvvigionamento materiali (cablaggi, cabine prefabbricate, strutture in acciaio zincato, moduli fotovoltaici);
- Utilizzo mezzi leggeri dei lavoratori;

3.2.1 APPROVVIGIONAMENTO DI MATERIALE INERTE

Le emissioni derivante dal trasporto del materiale inerte possono essere direttamente comparate a quelle relative alle eventuali operazioni di dismissione della viabilità interna, necessitante l'utilizzo dello stesso numero di mezzi. **Le elaborazioni sono state condotte considerando la movimentazione di 10800 m³ di inerte**, l'utilizzo congiunto di autoarticolati (Figura 3-1) ed autocarri (Figura 3-2), un percorso di conferimento di 50 km (andata e ritorno) ed un utilizzo cumulativo dei mezzi pari 10 km. Nel percorso considerato, solo 25 km sono considerati a pieno carico.

Tabella 3-2 Mezzi utilizzati per il trasporto inerti per la realizzazione della viabilità interna

MEZZO	NUMERO
AUTOARTICOLATI	220
AUTOCARRI	320



Figura 3-1 Autoarticolato per inerti tipo



Figura 3-2 Autocarro tipo per inerti tipo

Tabella 3-3 Parametri modello Copert 5.7

<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	<i>Rigid 14-20 t</i>	Euro IV	220	50
Heavy Duty Trucks	Diesel	<i>Autoarticulated 20-28 t</i>	Euro IV	320	50

<i>Load</i>		<i>Road Slope</i>		<i>A/C Effect</i>
Rural [%]	Highway [%]	Urban Peak [%]	Highway [%]	YES
100	100	2%	0%	

In riferimento al percorso di conferimento 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.

Tabella 3-4 Emissioni generate dai 360 mezzi di trasporto utilizzati

PARAMETRO	EMISSIONE COMPLESSIVA 360 MEZZI (t)
CO ₂	14.745
CO	0.014
NO _x	0.087
NH ₃	0.000078
CH ₄	0.000079
NM _{VOC}	0.0007
PM ₁₀	0.0026

3.2.2 APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI E STRUTTURE

In questa fase di cantiere 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 dell'elaborato di SIA, la realizzazione dell'impianto prevede l'utilizzo di 41216 pannelli.

Dalla dimensione del singolo modulo fotovoltaico si desume l'utilizzo di circa 52 mezzi portacontainer da 14-20 t. Per il trasporto delle strutture porta modulo e dei cablaggi si prevede l'utilizzo di altri 30 veicoli dello stesso tipo. Le cabine prefabbricate saranno invece trasportate tramite rimorchio piatto, necessitando l'utilizzo di 12 mezzi.



Figura 3-3 Mezzo portacontainer tipo

Tabella 3-5 Parametri modello Copert 5.7

<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	<i>Rigid <= 7.5 t</i>	Euro IV	30	50
Heavy Duty Trucks	Diesel	<i>Rigid 14-20 t</i>	Euro IV	52	50
<i>Load</i>		<i>Road Slope</i>		<i>A/C Effect</i>	
Rural [%]	Highway [%]	<i>Urban Peak [%]</i>	Highway [%]	YES	

Tabella 3-6 Emissioni generate dagli 82 mezzi di trasporto utilizzati

<i>PARAMETRO</i>	<i>EMISSIONE COMPLESSIVA 360 MEZZI (t)</i>
CO ₂	2

CO	0.0018
NOx	0.011
NH ₃	0.0000127
CH ₄	0.000013
NMVOG	0.00009
PM ₁₀	0.00037

3.2.3 UTILIZZO MEZZI LEGGERI DEI DIPENDENTI

Durante la cantierizzazione degli impianti si prevede che i lavoratori impiegati raggiungeranno autonomamente la zona di cantiere con i propri mezzi privati. Per la sola fase di cantiere l'impresa prevede di assumere almeno 100 addetti del contesto locale per un periodo di lavoro stimato intorno ai 180 giorni. In questo caso le elaborazioni sono state condotte considerando un viaggio medio di 10 km per lavoratore per i 180 giorni di lavoro ipotizzati e con ogni lavoratore raggiunga il sito di impianto con la propria autovettura privata.

Tabella 3-7 Parametri modello Copert 5.7

Vehicle Configuration						
Category	Fuel	Segment	Euro Standard	Stock	Mean Activity (km)	Lifetime Cumulative Activity (km)
Passengers Cars	Petrol	Small	Euro 6 a/b/c	100	1800 (10 × 180)	40000
Driving Conditions						
Load		Road Slope		A/C Effect		Mean speed
Urban Peak [%]		Urban Peak [%]		YES		Urban Peak
100		2%				90 km /h

Tabella 3-8 Emissioni generate dai 100 mezzi leggeri per la durata del cantiere

PARAMETRO	EMISSIONE COMPLESSIVA 360 MEZZI (t)
CO ₂	26.39
CO	0.0525
NOx	0.0027
NH ₃	0.0011
CH ₄	0.000359
NMVOG	0.0066
PM ₁₀	0.00273

3.2.4 STIMA DELLE EMISSIONI DELLA FASE DI CANTIERE

In accordo con il cronoprogramma sviluppato, per la stima delle emissioni della fase di cantiere verranno considerate unicamente le lavorazioni maggiormente impattanti:

1. Scavi e realizzazione viabilità;
2. Infissione e posa in opera struttura in acciaio;
3. Montaggio Pannelli;

3.2.4.1 SCAVI E REALIZZAZIONE VIABILITÀ

Per la presente operazione sono previste 3 settimane di lavoro effettive e l'utilizzo contemporaneo di:

- 1 scavatore cingolato;
- 1 pala gommata;
- 1 rullo compattatore;

Numero giornaliero	Mezzo	Giorni di utilizzo	Ore di utilizzo giornaliero	Ore di utilizzo totali
1	Scavatore cingolato	21	8	168
1	Pala gommata	21	8	168
1	Rullo compattatore	21	8	168

Mezzo	Fattore CO ₂ (lb/hr)	CO ₂ TOT (t)	Fattore NO _x (lb/hr)	NO _x TOT (kg)	Fattore PM (lb/hr)	PM TOT (kg)	Fattore CO (lb/hr)	CO TOT (kg)
Scavatore cingolato	112	8.53	0.2573	19.61	0.0125	0.95	0.6636	50.568
Pala gommata	149	11.35	0.3901	29.727	0.0136	1.036	0.3079	23.46
Rullo compattatore	108	8.23	0.3806	29	0.0199	1.516	0.61	46.48
TOTALE		28.11 t		0.078 t		0.003 t		0.12 t

3.2.4.2 INFISSIONE E POSA IN OPERA STRUTTURA IN ACCIAIO

Per la presente operazione sono previste 7 settimane di lavoro effettive e l'utilizzo contemporaneo di 3 macchine battipalo.

Numero giornaliero	Mezzo	Giorni di utilizzo	Ore di utilizzo giornaliero	Ore di utilizzo totali
3	Macchina battipalo	49	8	1176

Mezzo	Fattore CO ₂ (lb/hr)	CO ₂ TOT (t)	Fattore NO _x (lb/hr)	NO _x TOT (kg)	Fattore PM (lb/hr)	PM TOT (kg)	Fattore CO (lb/hr)	CO TOT (kg)
<i>Bore rigs</i>	63.6	33.92	0.2459	130.13	0.01119	5.97	0.3035	160.61
TOTALE		33.92 t		0.13 t		0.005 t		0.16 t

3.2.4.3 MONTAGGIO PANNELLI

Per la presente operazione sono previste 8 settimane di lavoro effettive e l'utilizzo contemporaneo di 3 autogrù gommate. Vista la mancanza del mezzo nel database *SCAB*, in maniera cautelativa, si farà riferimento alla voce "*Rubber tired loaders*".

Numero giornaliero	Mezzo	Giorni di utilizzo	Ore di utilizzo giornaliero	Ore di utilizzo totali
3	Autogrù gommata	56	8	1344

Mezzo	Fattore CO ₂ (lb/hr)	CO ₂ TOT (t)	Fattore NO _x (lb/hr)	NO _x TOT (kg)	Fattore PM (lb/hr)	PM TOT (kg)	Fattore CO (lb/hr)	CO TOT (kg)
<i>Autogrù gommata</i>	149	90.81	0.3901	235.93	0.0136	8.22	0.3079	186.21
TOTALE		90.81 t		0.235 t		0.008 t		0.18 t

4. BILANCIO COMPLESSIVO FASE DI TRASPORTO E DI CANTIERE

FASE	CO (t)	CO ₂ (t)	NO _x (t)	NH ₃ (t)	PM10 (t)
APPROVVIGIONAMENTO MATERIALE INERTE	0.014	14.745	0.087	0.000078	0.0026
APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI E STRUTTURE	0.0018	2	0.011	0.0000127	0.00037
UTILIZZO MEZZI LEGGERI DEI DIPENDENTI	0.0525	26.39	0.0027	0.0011	0.00273
SCAVI E REALIZZAZIONE VIABILITÀ	0.12	28.11	0.078		0.003
INFISSIONE E POSA IN OPERA STRUTTURE IN ACCIAIO	0.16	33.92	0.13		0.005
MONTAGGIO PANNELLI	0.18	90.81	0.235		0.008
TOTALE	0.53	196	0.54	0.0019	0.00217
% RISPETTO EMISSIONE EVITATE IN UN ANNO	2.27%	0.19%	1.06%	2.7%	0.36%

Parma, giovedì 28 marzo 2024

Giovanni Bertani



Stefano Mantovani



Giulio Bartoli

