

REGIONE PIEMONTE

Provincia di Vercelli
Comune di Formigliana

PARCO FOTOVOLTAICO DELLA BENNA
Valutazione di Impatto Ambientale
ai sensi
del d.lgs 152/2006, art.23, Titolo III, parte seconda

COORDINAMENTO GENERALE



REN SOLAR ONE S.r.l.
mail: info@rensolar.it
P.IVA: 09897240967

PROGETTISTA



Arch. Luca Menci
mail: lucamenci@studiomenci.com

PROPONENTE



MYT DEVELOPMENTS INITIATIVES
mail: mytdevelopment@legalmail.it
P.IVA: 12146120964

OGGETTO

Approfondimenti specialistici

TITOLO

Studio previsionale Impatto Atmosfera
Fase di esercizio e fase di cantiere

CODICE ELABORATO

FOR_11.11_AS_0

DATA

Luglio 2023

SCALA

FORMATO

.pdf

REDATTO DA

Dott. Alberto Ventura

APPROVATO DA

Luca Menci

TIMBRI E FIRME

Dott. Alberto Ventura



INDICE

1	PREMESSA	1
2	DESCRIZIONE GENERALE DELL'AREA D'INTERVENTO	2
3	STATO ATTUALE DI QUALITA' DELL'ARIA.....	4
3.1	INQUADRAMENTO NORMATIVO	4
3.2	INQUADRAMENTO NEL PIANO REGIONALE DI RISANAMENTO E TUTELA DELLA QUALITA' DELL'ARIA 5	
3.3	LIVELLI ATTUALI DI QUALITA' DELL'ARIA	6
3.3.1	DATI DA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA	7
3.3.2	DATI DA MODELLIZZAZIONI ARPA PIEMONTE	11
3.4	SINTESI CONCLUSIVA SULLO STATO DI QUALITA' DELL'ARIA NEL SITO DI INTERESSE	15
4	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	16
5	VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI.....	18
5.1	METODOLOGIE UTILIZZATE PER LA STIMA DEGLI IMPATTI	18
5.1.1	EMISSIONI DI POLVERI	18
5.1.2	EMISSIONI DI GAS DI ESAUSTI	21
5.2	FASE DI CANTIERE.....	23
5.2.1	ATTIVITA' IN GRADO DI GENERARE IMPATTO	23
5.2.2	DESCRIZIONE DELLE AREE DI ATTIVITA'	24
5.2.3	STIMA DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA	26
5.2.3.1	SOLLEVAMENTO DI POLVERI.....	26
5.2.3.2	EMISSIONI DI INQUINANTI	30
5.2.4	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E AZIONI MITIGATIVE	33
5.2.4.1	SOLLEVAMENTO POLVERI	33
5.2.4.2	EMISSIONE DI INQUINANTI.....	34
5.3	FASE IN OPERA	36
5.3.1	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E AZIONI MITIGATIVE	36
6	BIBLIOGRAFIA	37



1 PREMESSA

Questa relazione specialistica viene redatta allo scopo di fornire una valutazione della Qualità dell'Aria nel sito di progetto e di valutarne gli impatti dovuti alle previste attività sia di cantiere, che saranno cioè attuate per la realizzazione di un impianto di generazione elettrica con utilizzo della fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica, che alle attività in condizioni di funzionamento dell'impianto.

2 DESCRIZIONE GENERALE DELL'AREA D'INTERVENTO

Il sito scelto per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico si trova nei Comuni di Formigiana e Carisio (VC). Le coordinate geografiche sono le seguenti:

- Latitudine: **45° 26' 36.24" N**
- Longitudine: **8° 14' 35.19" E**
- Altitudine: **tra i 176 m e i 182 m s.l.m.**
- Superficie catastale: **110,09 ha**

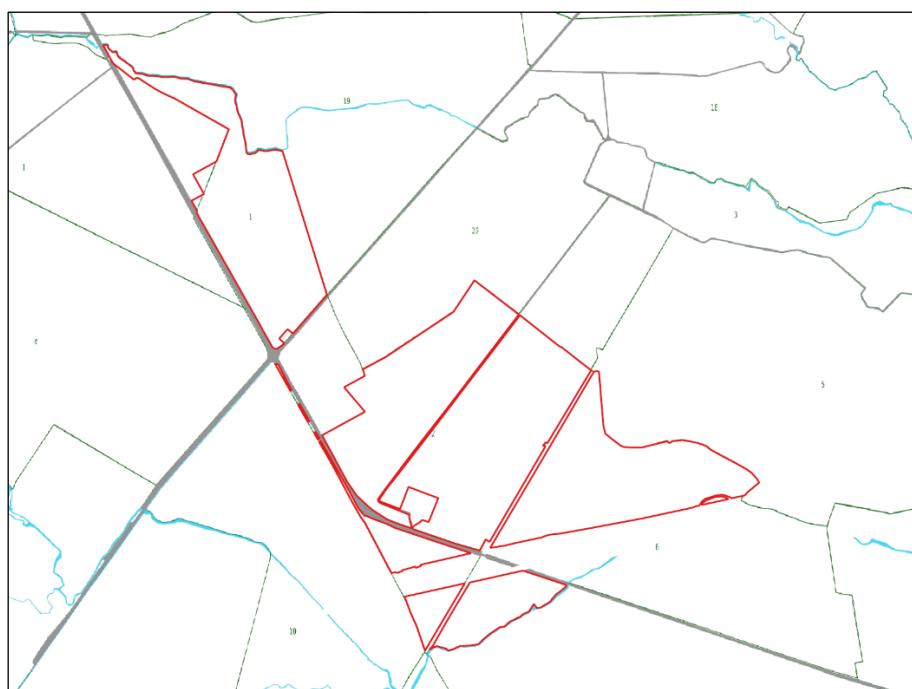
Il sito oggetto è censito al catasto terreni dei comuni di Formigiana (VC) e Carisio (VC) come di seguito riportato:

Comune di Formigiana:

- Foglio 1, Mappali: **1, 2, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162;**
- Foglio 2, Mappali: **20, 21, 22, 27, 28, 29, 39, 40, 53, 54, 85, 86, 87, 88, 91, 92, 93, 102, 133, 136, 150, 152, 154, 155, 156, 158, 168;**
- Foglio 6, Mappali: **4, 11, 12, 99, 104, 390, 392, 394;**

Comune di Carisio:

- Foglio 1, Mappale **34**



Inquadramento catastale dell'area d'intervento

Le opere impiantistiche si inseriscono all'interno di aree agricole e, più nello specifico, in aree a risaia e in aree a incolto produttivo.

Il Comune di Formigiana (501 abitanti, al 31/12/2021), è localizzato all'interno della provincia di Vercelli, in Piemonte. Il comune dista circa 18 chilometri dal capoluogo di provincia.



Il territorio di Formigliana confina con le limitrofe amministrazioni comunali: Balocco (VC), Carisio (VC), Casanova Elvo (VC), Santhià (VC), Villarboit (VC), per una superficie di 16,76 kmq con una densità abitativa di 29,89 abitanti per chilometro quadrato.

3 STATO ATTUALE DI QUALITA' DELL'ARIA

3.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO

L'inquinamento atmosferico è definito dalla normativa come "ogni modificazione della normale composizione o stato fisico dell'aria atmosferica, dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze in quantità o con caratteristiche tali da alterare le normali condizioni ambientali e di salubrità dell'aria; da costituire pericolo ovvero pregiudizio diretto o indiretto per la salute dell'uomo; da compromettere le attività ricreative e gli usi legittimi dell'ambiente; da alterare le risorse biologiche ed i beni materiali pubblici e privati".

La nuova legislazione Europea, in materia di inquinamento atmosferico, è basata sulla Direttiva Quadro 96/62 "Qualità dell'Aria Ambiente", recepita già nella legislazione italiana con DL 4/8/1999 n. 351.

A questa Direttiva Quadro, hanno fatto seguito due Direttive specifiche ed esattamente una prima Direttiva Derivata 1999/30 per SO₂, NO₂, PM₁₀ (PM_{2,5}) e Piombo ed una seconda Direttiva Derivata 2000/69 per Benzene e CO. Tali direttive sono state recentemente recepite dall'Italia con D.M. 2 aprile 2002 n. 60.

La principale norma vigente in materia di qualità dell'aria è il Decreto Legislativo n° 155 del 13/08/2010 che detta limiti per il Monossido di Carbonio, Biossido di Azoto, Biossido di Zolfo, PM₁₀, PM_{2.5}, Ozono, Benzene, Benzo[a]Pirene, Piombo, Arsenico, Cadmio e Nichel.

Inquinante	Valore Limite	Periodo di Mediazione	Legislazione
Monossido di Carbonio (CO)	Valore limite protezione salute umana, 10 mg/m³	Max media giornaliera calcolata su 8 ore	D.L. 155/2010 Allegato XI
Biossido di Azoto (NO₂)	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 18 volte per anno civile, 200 µg/m³	1 ora	D.L. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana, 40 µg/m³	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI
	Soglia di allarme 400 µg/m³	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D.L. 155/2010 Allegato XII
Biossido di Zolfo (SO₂)	Valore limite protezione salute umana da non superare più di 24 volte per anno civile, 350 µg/m³	1 ora	D.L. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana da non superare più di 3 volte per anno civile, 125 µg/m³	24 ore	D.L. 155/2010 Allegato XI
	Soglia di allarme 500 µg/m³	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D.L. 155/2010 Allegato XII
Particolato Fine (PM₁₀)	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 35 volte per anno civile, 50 µg/m³	24 ore	D.L. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana, 40 µg/m³	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI
Particolato Fine (PM_{2.5}) FASE I	Valore limite, da raggiungere entro il 1° gennaio 2015, 25 µg/m³	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI

Inquinante	Valore Limite	Periodo di Mediazione	Legislazione
Particolato Fine (PM_{2.5}) FASE II	Valore limite, da raggiungere entro il 1° gennaio 2020, valore indicativo 20 µg/m³	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI
Ozono (O₃)	Valore obiettivo per la protezione della salute umana, da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni, 120 µg/m³	Max media 8 ore	D.L. 155/2010 Allegato VII
	Soglia di informazione, 180 µg/m³	1 ora	D.L. 155/2010 Allegato XII
	Soglia di allarme, 240 µg/m³	1 ora	D.L. 155/2010 Allegato XII
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana, nell'arco di un anno civile.	Max media 8 ore	D.L. 155/2010 Allegato VII
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione, AOT40 (valori orari) come media su 5 anni: 18.000 (µg/m³/h)	Da maggio a luglio	D.L. 155/2010 Allegato VII
	Obiettivo a lungo termine per la protezione della vegetazione, AOT40 (valori orari): 6.000 (µg/m³/h)	Da maggio a luglio	D.L. 155/2010 Allegato VII
Benzene (C₆H₆)	Valore limite protezione salute umana, 5 µg/m³	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI
Benzo[a]pirene (C₂₀H₁₂)	Valore obiettivo, 1 ng/m³	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XIII

Valori limite per la Qualità dell'Aria ai sensi del il Decreto Legislativo n° 155 del 13/08/2010

A livello Regionale va ricordata la legge regionale 7 aprile 2000 n. 43, atto normativo regionale di riferimento per la gestione ed il controllo della qualità dell'aria. In essa sono contenuti gli obiettivi e le procedure per l'approvazione del Piano per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria (PRQA) nonché le modalità per la realizzazione e la gestione degli strumenti della pianificazione: il Sistema Regionale di rilevamento della Qualità dell'Aria, l'inventario delle emissioni IREA.

La valutazione dello stato della qualità dell'aria è quindi annualmente prevista a cura della Regione e viene realizzata attraverso l'utilizzo di misurazioni prodotte dal sistema regionale di rilevamento della qualità dell'aria, con campagne di misurazione effettuate sul territorio

Importante è ricordare la DGR 13-5132 del 05.06.2017 integrativa dell'Accordo di Programma per l'adozione coordinata e congiunta di misure di risanamento della qualità dell'aria nel Bacino Padano oltre che la DGR 57-7628 del 28.09.2018 quale integrazione alla DGR 42-5805 del 20.10.2017 "Attuazione dell'Accordo di Programma per l'adozione coordinata e congiunta di misure di risanamento della qualità dell'aria nel Bacino Padano", che fissa le misure emergenziali antismog in Regione Piemonte con limitazioni alla circolazione, al riscaldamento domestico con legna e pellet. Tale delibera è comunque rivolta al solo agglomerato di Torino e ai comuni con popolazione superiore ai 20.000 abitanti (tra gli allegati anche misure antismog).

3.2 INQUADRAMENTO NEL PIANO REGIONALE DI RISANAMENTO E TUTELA DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Per quanto riguarda la caratterizzazione dello stato attuale della componente ambientale "Atmosfera" la norma di riferimento è il Piano Regionale di Risanamento e Tutela della Qualità dell'Aria, approvato con DCR 98-1247 del 11/01/2007, aggiornato con D.G.R. 41-855 del 29/12/2014 che ha rimodulato la zonizzazione regionale sulla qualità dell'aria, introducendo nuovi criteri di scelta in conformità al D.Lgs. 155/2010.

Con DCR 25 marzo 2019, n.364-68 è stato approvato dal Consiglio regionale il Piano Regionale di Qualità dell'Aria (PRQA).

La nuova zonizzazione 2014 introdotta ha suddiviso il territorio regionale in tre zone che corrispondono alle fasce altimetriche secondo la classificazione ISTAT, in quanto risultano omogenee per caratteristiche geografiche, demografiche e per i fattori di pressione che sono stati considerati. Ad esse si aggiunge l'agglomerato di Torino coincidente con il territorio dei Comuni dell'Agenzia per la mobilità dell'area Metropolitana di Torino.

La nuova zonizzazione consta, in sintesi, dei seguenti elementi:

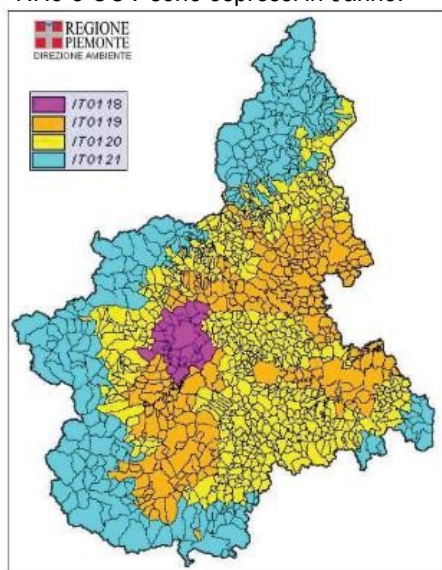
- agglomerato di Torino (codice IT0118)
- zona di pianura (codice IT0119)
- zona di collina (codice IT0120)
- zona di montagna (codice IT0121)
- zona Piemonte (codice IT0122)

Il piano regionale colloca il comune di Formigliana in "Pianura-IT0119" come si può osservare nella tabella che segue tratta dall'"Elenco dei comuni dell'agglomerato e delle zone individuate e loro caratteristiche" della D.G.R. 41-855 del 29/12/2014 "PROGETTO DI ZONIZZAZIONE E CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO REGIONALE".

ISTAT	TOPONIMO	PROV	AREA (Km ²)	PM ₁₀ /Km ²
002059	Formigliana	VC	16,76	0,87

NO _x /Km ²	NH ₃ /Km ²	COV/Km ²	CODICE ZONA 2002	NOME ZONA 2002	ZONA ALTIMETRICA	CODICE ZONA 2011
4,40	0,59	1,19	IT0104	Zona di Piano di Vercelli	Pianura	IT0119

Caratteristiche del Comune di Formigliana tratte dall'"Elenco dei comuni dell'agglomerato e delle zone individuate e loro caratteristiche" della D.G.R. 41-855 del 29/12/2014 ed aggiornate con i dati ISTAT 2020. I dati relativi a PM₁₀, NO_x, NH₃ e COV sono espressi in t/anno.



Stralcio dell'Allegato I alla DGR 41-855 del 29.12.2014 - Piano Regionale di Tutela e Risanamento della qualità dell'Aria: Zonizzazione 2014

3.3 LIVELLI ATTUALI DI QUALITA' DELL'ARIA

Per quanto riguarda i livelli attuali di qualità dell'aria per l'area di progetto si è fatto riferimento ai seguenti dati:

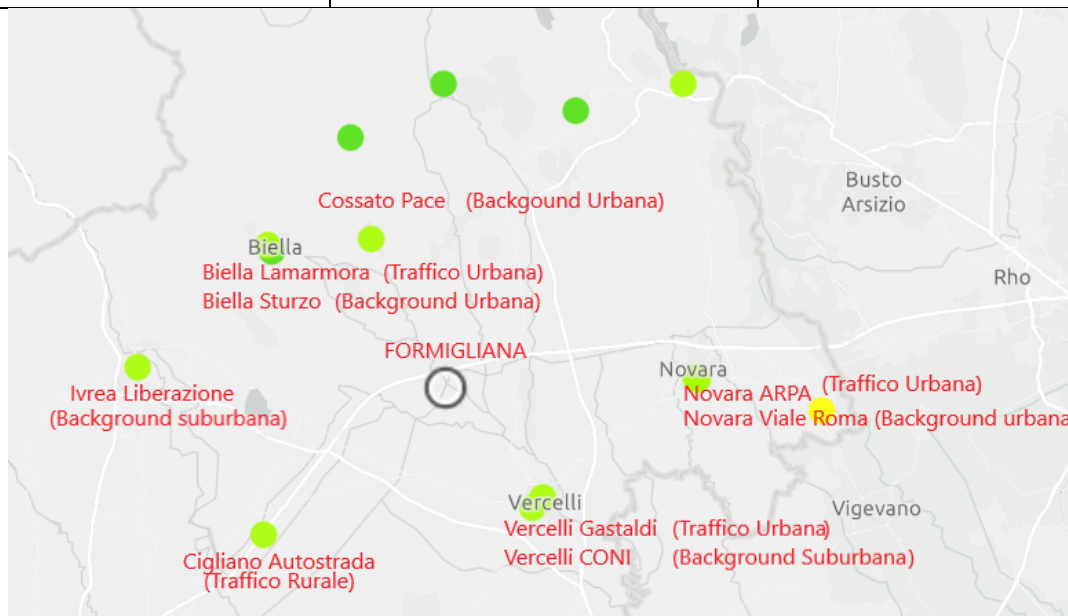
- valori di simulazioni modellistiche specifiche, effettuate da ARPA e pubblicate sul geoportale ARPA Piemonte nell'ambito della *Valutazione modellistica annuale dello stato di qualità dell'aria (comunale) – anno 2021*;
- dati relativi alle stazioni di monitoraggio della Rete Regionale di Qualità dell'Aria – anno 2022 (Geoportale ARPA PIEMONTE).

3.3.1 DATI DA RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA

Le stazioni di monitoraggio più vicine all'area di interesse e le relative caratteristiche di rappresentatività sono sintetizzate nella tabella e nella figura che seguono.

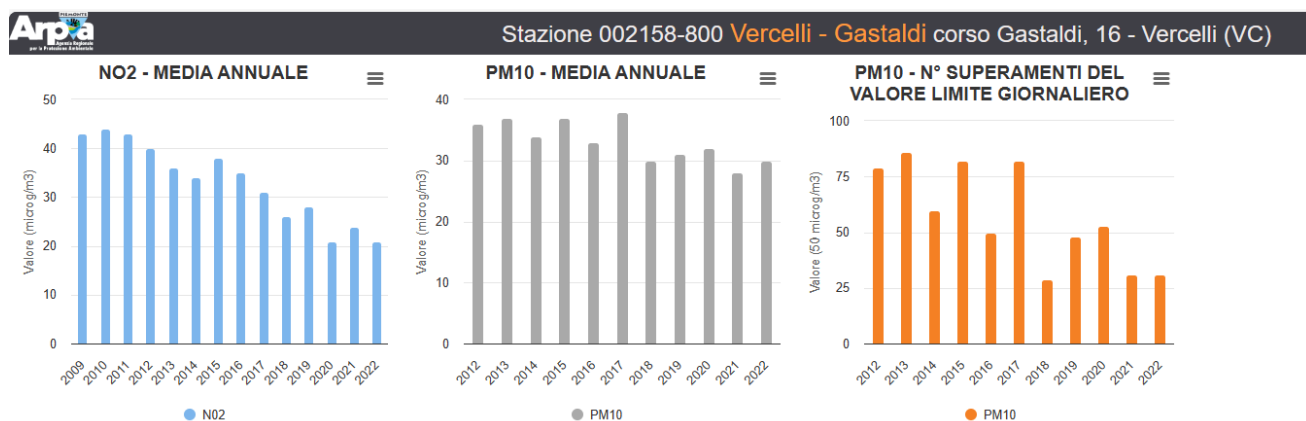
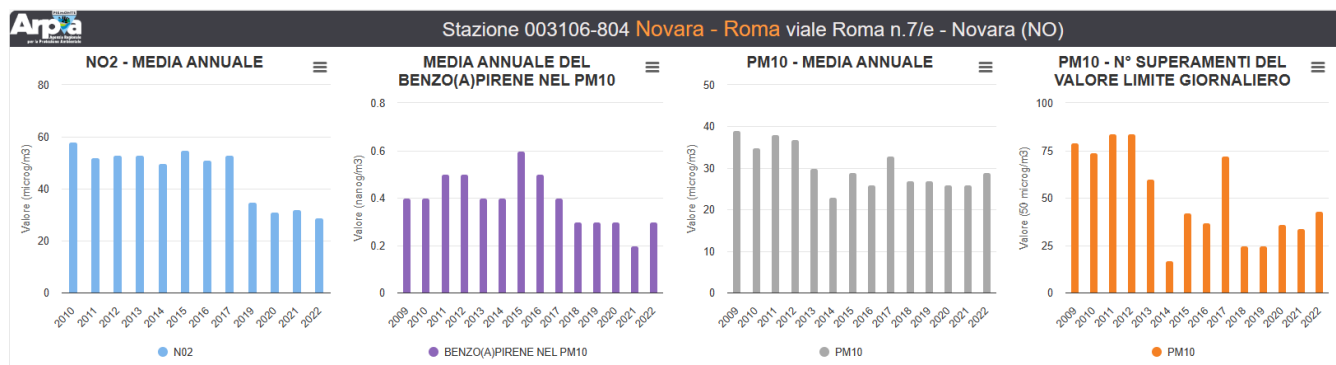
Si ritiene che le stazioni maggiormente significative possano essere ritenute quelle con caratteristiche territoriali similari all'area in esame, area con spiccate caratteristiche agricole e non urbane, e quindi cioè le stazioni di Background Suburbane di Vercelli CONI e Ivrea Liberazione. Ciò malgrado nelle figure che seguono sono mostrati gli andamenti annuali dei valori rilevati in tutte le singole stazioni di misura.

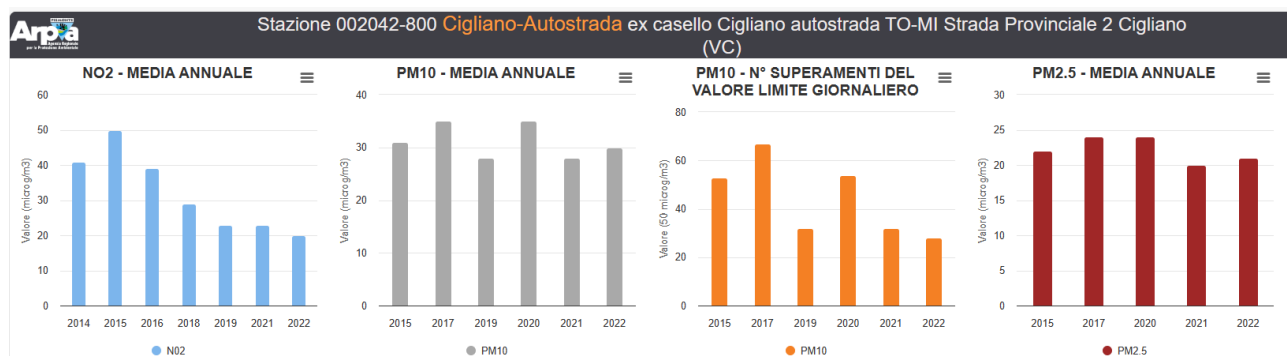
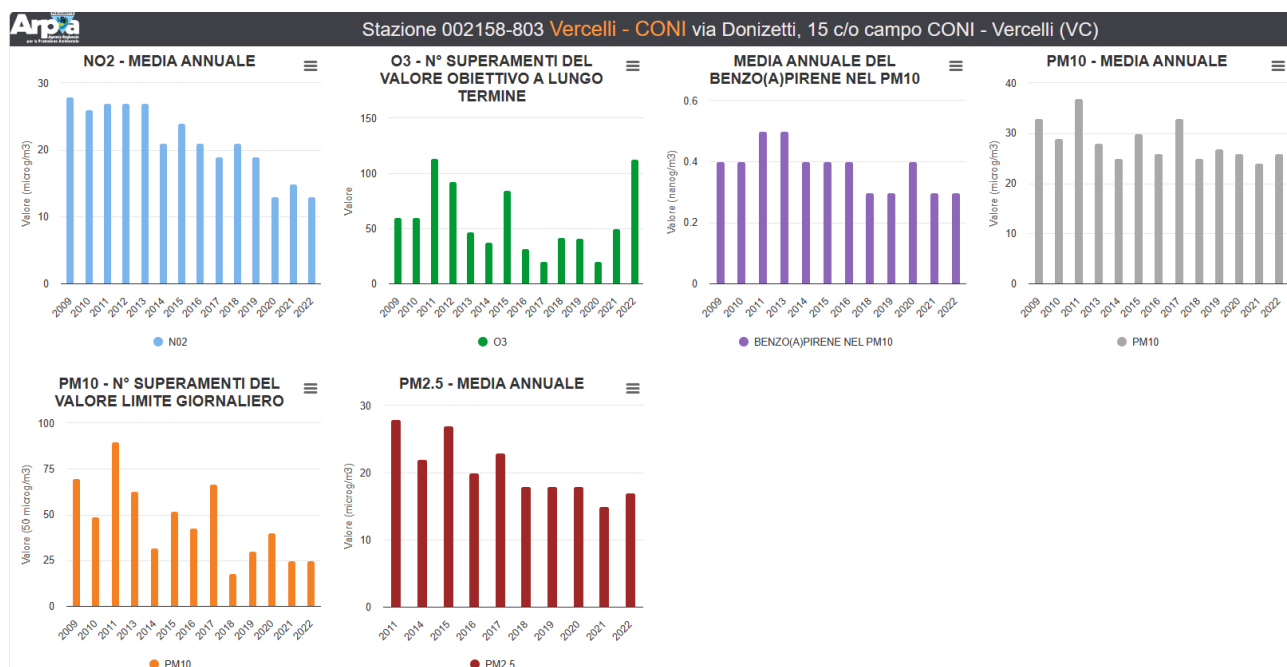
Stazione di Monitoraggio	Tipologia	Parametri misurati
Vercelli – Gastaldi	Traffico - Urbana	PM10, NO2,
Vercelli - CONI	Background - Suburbana	PM10, PM2.5, NO2, O3
Cossato – Pace	Background - Urbana	PM10, NO2, O3
Cigliano – Autostrada	Traffico - Rurale	PM10, PM2.5, NO2
Biella – Lamarmora	Traffico - Urbana	PM10, NO2
Biella - Sturzo	Background - Urbana	PM10, PM2.5, NO2, O3
Ivrea – Liberazione	Background - Suburbana	PM10, PM2.5, NO2, O3
Novara – Arpa	Traffico - Urbana	PM10, PM2.5, NO2, O3
Novara – Viale Roma	Background - Urbana	PM10, NO2

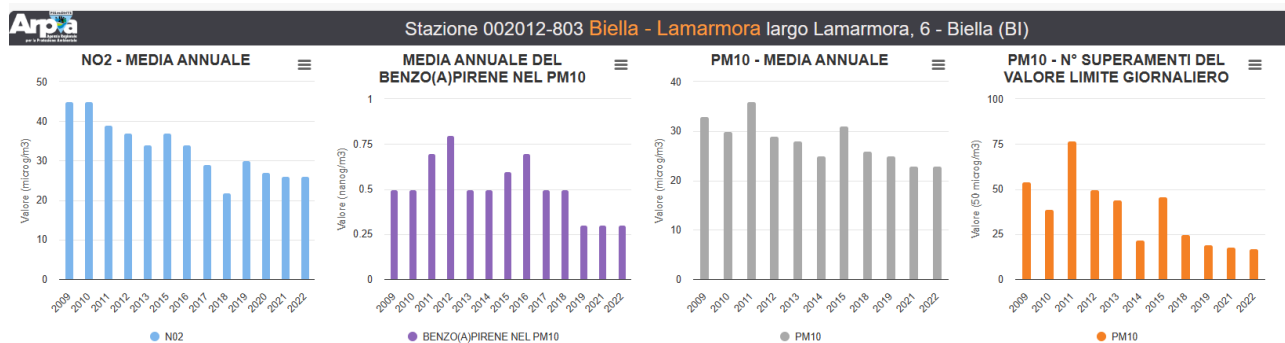


Stazioni di monitoraggio della Qualità dell'Aria della rete Regionale di interesse per il sito di progetto e relative caratteristiche

(Fonte GEOPORTALE ARPA PIEMONTE)







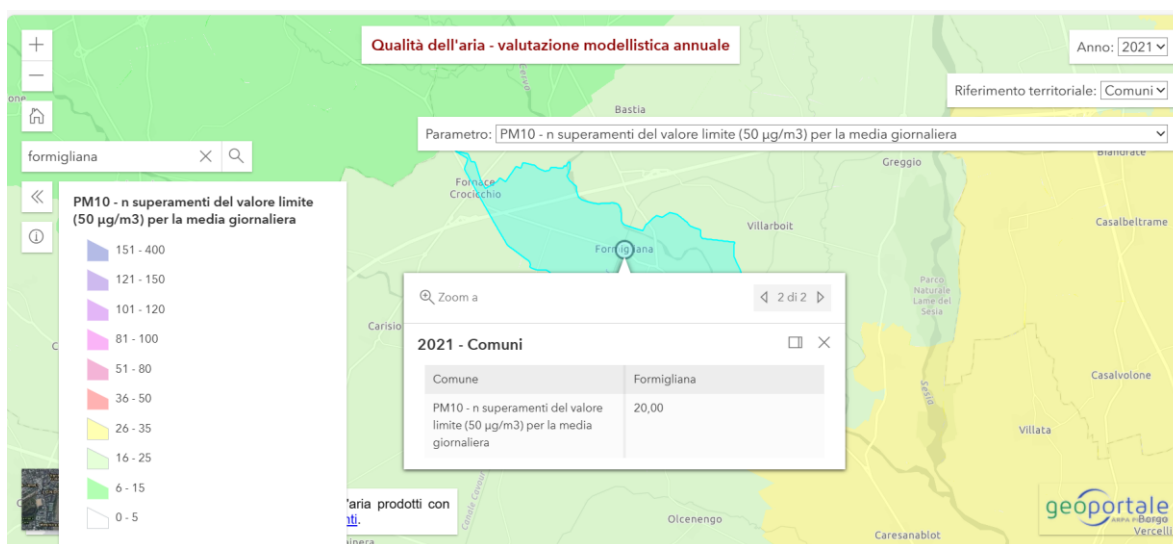
Dai dati sopra esposti si possono desumere le seguenti osservazioni:

- NO₂: mostra una generale tendenza alla diminuzione negli anni dei valori di concentrazione fino a portarsi in tutte le stazioni ben al di sotto del valore limite annuale.
- PM₁₀: mostra anch'esso una generale tendenza alla diminuzione negli anni dei valori di concentrazione anche se meno marcata rispetto all'NO₂. I valori annuali più recenti risultano tutti ben al di sotto del valore limite annuale. Una tendenza alla diminuzione è presente anche nel numero di superamenti annuale del limite giornaliero che resta però ancora un parametro frequentemente critico e con andamenti temporali altalenanti. Quanto descritto risulta confermato anche in particolare nelle 2 stazioni maggiormente significative come caratteristiche territoriali rispetto all'area in esame e cioè Vercelli CONI e Ivrea Liberazione (entrambe stazioni di Background suburbane).
- PM_{2.5}: presenta valori annuali prevalentemente al di sotto del limite soprattutto negli anni più recenti.
- O₃: presenta ripetuti e generalizzati eccessi del numeri di superamenti annuali del valore obiettivo a lungo termine.

3.3.2 DATI DA MODELLIZZAZIONI ARPA PIEMONTE

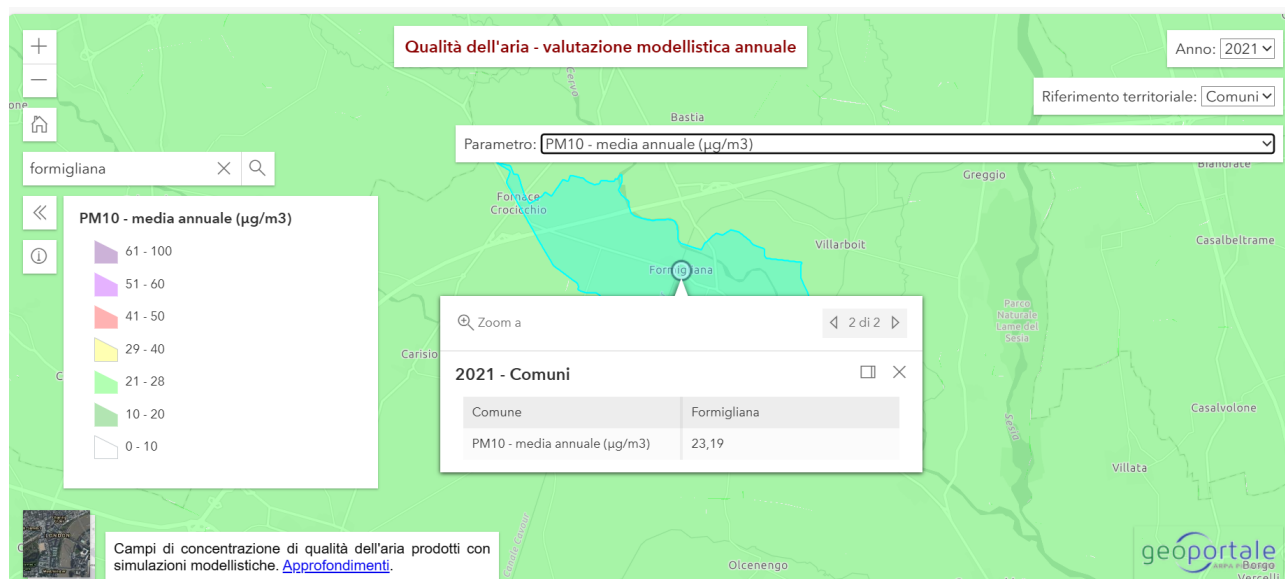
I risultati delle simulazioni modellistiche rappresentano la distribuzione spaziale, con aggregazione comunale, degli indicatori dei principali inquinanti atmosferici sul territorio regionale. I dati sono il risultato dell'applicazione di un sistema modellistico di trasformazione chimica, trasporto e dispersione degli inquinanti, messo a punto da ARPA Piemonte a supporto dei compiti istituzionali della direzione Ambiente della Regione Piemonte in materia di valutazioni (annuali) della qualità dell'aria in ottemperanza a quanto previsto dall'articolo 5 del D.Lgs 155/2010. I campi di concentrazione degli inquinanti, prodotti dal sistema modellistico con cadenza oraria sulla griglia di calcolo, vengono aggregati dapprima su base comunale e successivamente temporalmente su base annuale per la costruzione degli indicatori definiti dal D.Lgs 155/2010.

Di seguito si riportano i dati per il Comune di Formigliana per l'anno 2021 (ultimo anno disponibile).



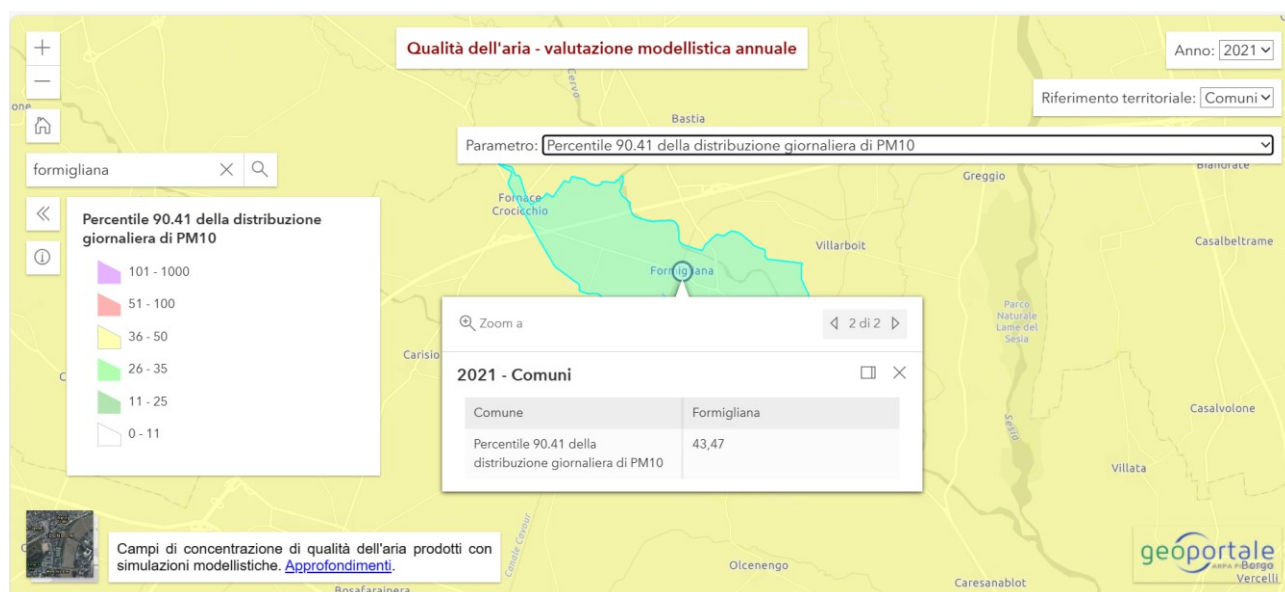
Numero di superamenti del valore limite di PM10 per la media giornaliera - Anno 2021

Il numero annuo di superamenti del valore giornaliero di 50 µg/m³ risulta pari a 20 e quindi inferiore al valore limite di 35.



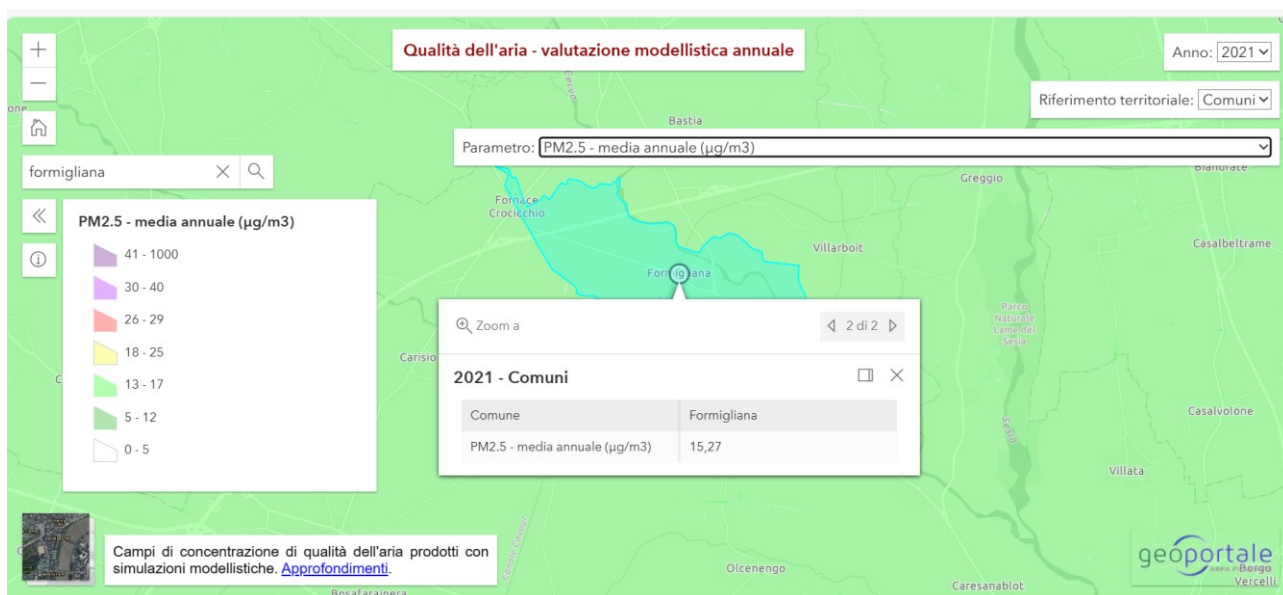
Media Annuale delle concentrazioni di PM10 – Anno 2021

La media annuale della concentrazione di PM10 mostra un valore pari a 23,19 µg/m³, quindi al di sotto del limite annuale per la protezione della salute umana pari a 50 µg/m³.



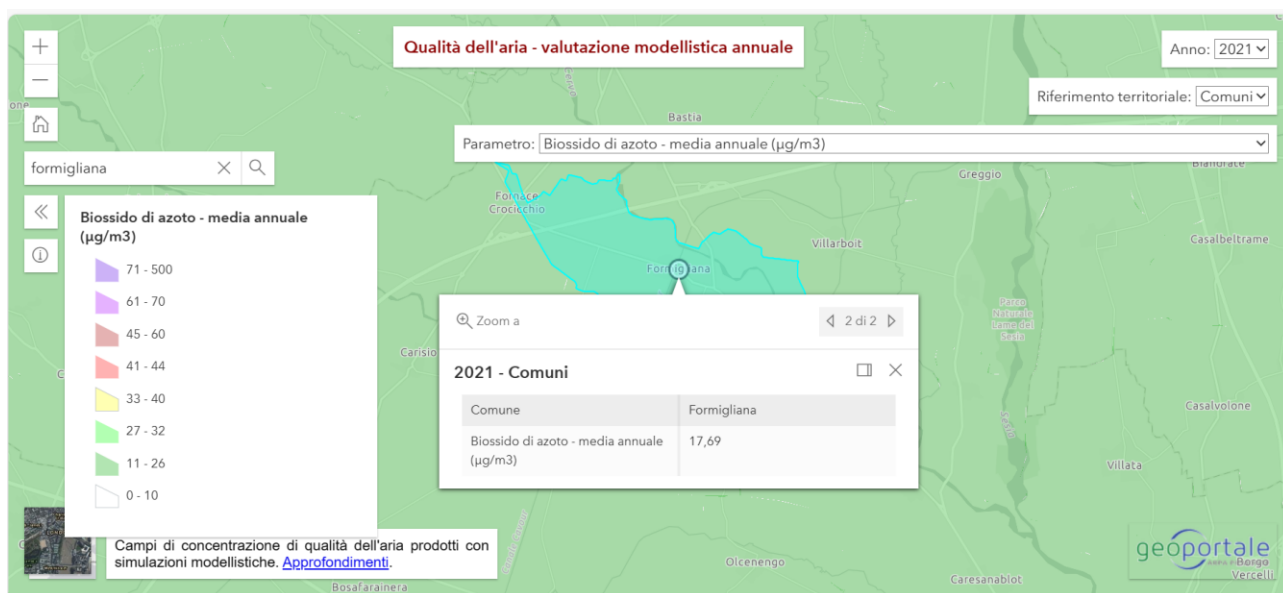
Percentile 90.41 della distribuzione giornaliera di PM10 – Anno 2021

Il percentile 90.41 del PM10 risulta pari a 43,47.



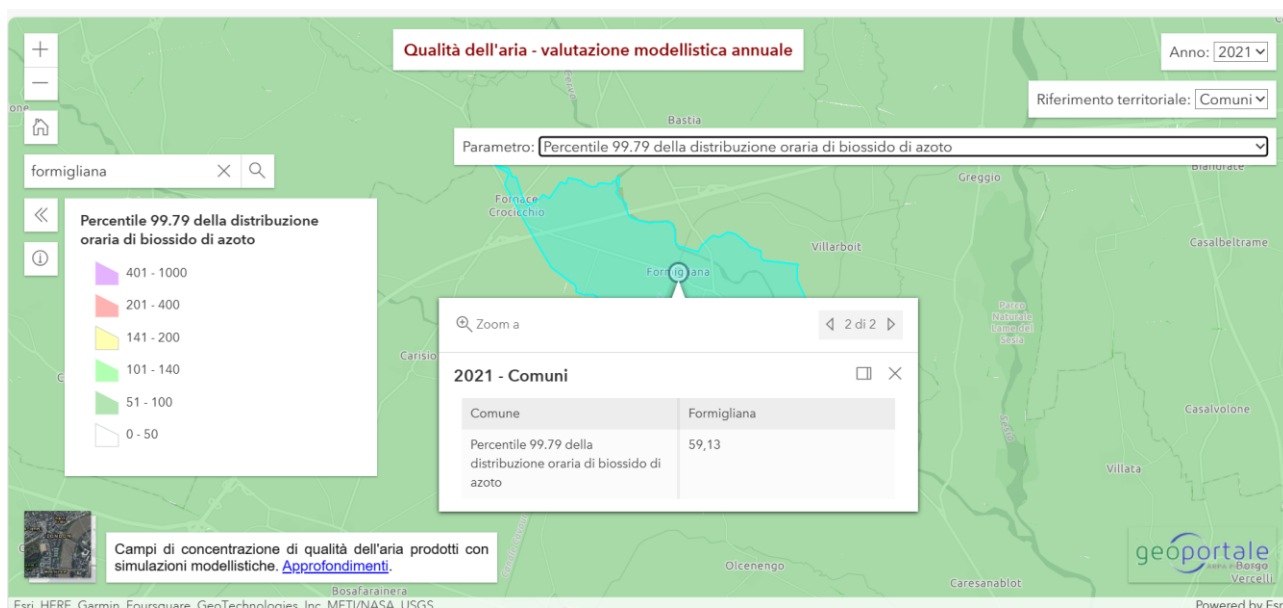
Media Annuale delle concentrazioni di PM2.5 – Anno 2021

La media annuale della concentrazione di PM2.5 presenta un valore pari a 15,27 µg/m³, quindi inferiore al limite annuale per la protezione della salute umana pari a 20 µg/m³.



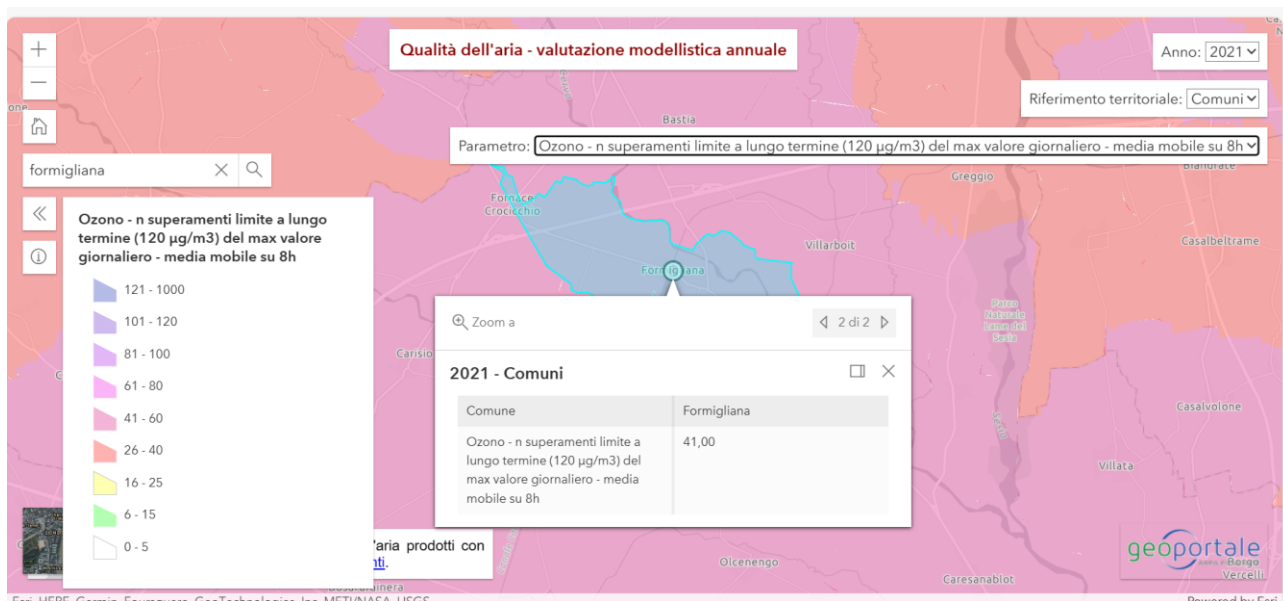
Media Annuale delle concentrazioni di NO2 – Anno 2021

La media annuale della concentrazione di NO2 risulta pari a 17,69 µg/m³, quindi al di sotto del limite annuale per la protezione della salute umana pari a 40 µg/m³.



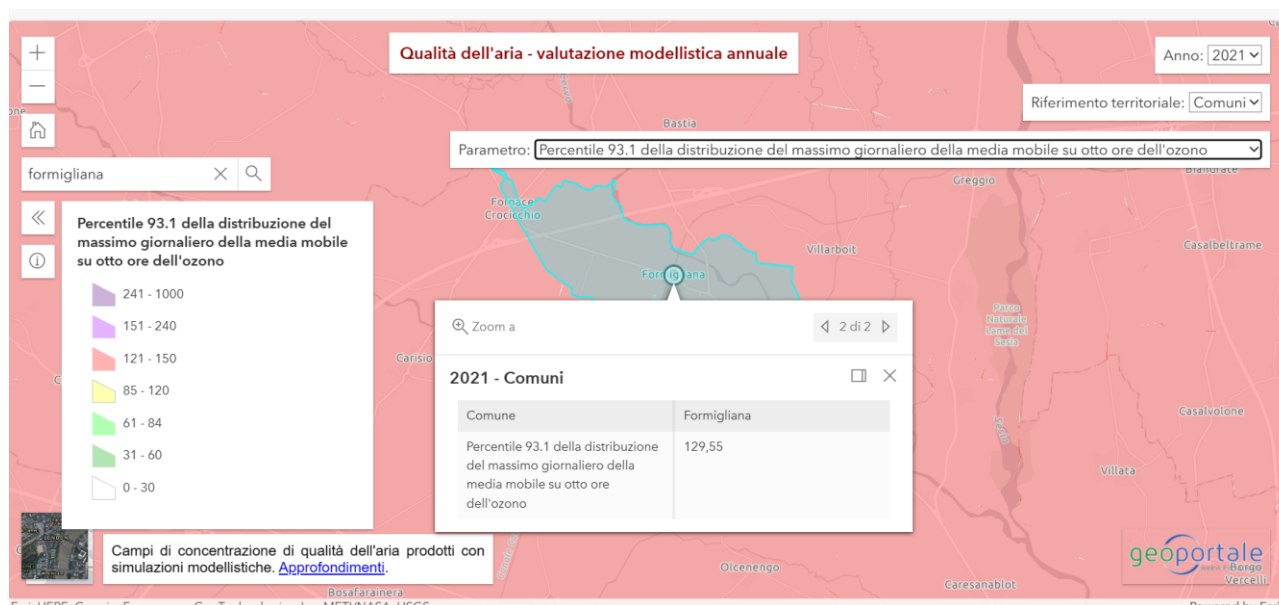
Valutazione modellistica del 99,79 percentile per NO2 - Anno 2021

Il percentile 99.79 dell'NO2 presenta un valore pari a 59,13 µg/m3.



Numero di superamenti del limite a lungo termine del massimo valore giornaliero per O3 – Anno 2021

Il numero di superamenti del valore limite a lungo termine del massimo valore giornaliero- media mobile su 8 h – O3 si presenta pari a 41, quindi superiore al numero annuo di superamenti concessi pari a 25 giorni /anno.



Percentile 93,1 per O3 - Anno 2021

Il percentile 99.79 dell'O3 presenta un valore pari a 129,55.

I dati sopra esposti confermano quanto già osservato dai dati delle stazioni di monitoraggio e cioè come l'unico parametro che si presenta realmente critico è l'Ozono che presenta un numero di superamenti del valore limite a lungo termine del massimo valore giornaliero - media mobile su 8 h – pari a 41, quindi superiore al numero annuo di superamenti concessi pari a 25.

3.4 SINTESI CONCLUSIVA SULLO STATO DI QUALITA' DELL'ARIA NEL SITO DI INTERESSE

Sulla base dei dati esposti nei precedenti paragrafi 3.3.1 e 3.3.2 si rileva una sostanziale conferma circa la criticità rappresentata dai valori di concentrazione di Ozono che presenta a livello generale su scala vasta ripetuti e generalizzati eccessi del numeri di superamenti annuali del valore obiettivo a lungo termine e su scala locale un numero di superamenti del valore limite a lungo termine del massimo valore giornaliero - media mobile su 8 h – pari a 41, quindi superiore al numero annuo di superamenti concessi pari a 25.

4 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Nel presente paragrafo viene fornita una descrizione generale di massima dell'impianto in esame. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione di Progetto "FOR_3.1_Relazione tecnica – illustrativa".

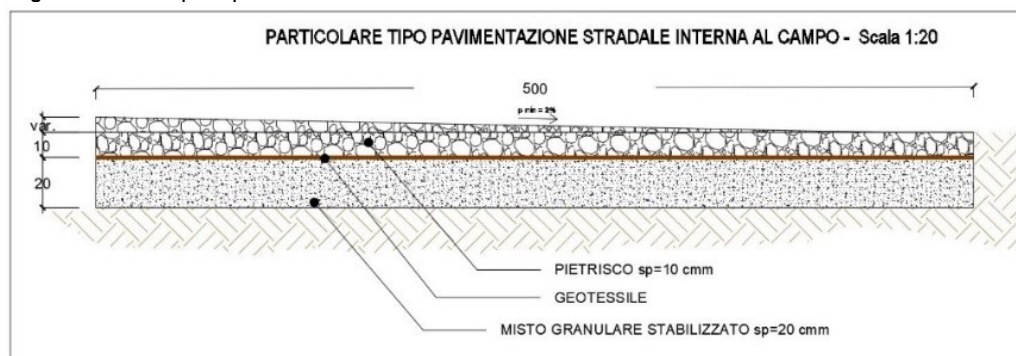
L'impianto, denominato "Parco Fotovoltaico della Benna", sarà di tipo montato a terra, connesso alla rete (grid-connected) in modalità trifase in alta tensione (AT) e avrà una superficie sfruttabile di 67,44 ha e sarà composto da 87472 moduli fotovoltaici da 700 Wp per una potenza totale prevista di 61230 kWp in corrente continua.

Si tratta di un impianto ad inseguimento mono-assiale a doppia fila di moduli bifacciali "portrait" disposti orizzontalmente con asse di rotazione dell'inseguitore orientato Nord - Sud. L'area dell'impianto sarà delimitata da una recinzione perimetrale costituita da rete a maglia sciolta a maglie rettangolari sorretta da pali infissi a terra per un'altezza massima di circa 2,5 m. La distanza tra i vari pali sarà di circa 2,5 m.

Le recinzioni oltre alla funzione di sicurezza del campo fotovoltaico, saranno progettate anche per consentire il passaggio della piccola fauna, evitando tuttavia le possibili intrusioni e ipotetici danni da fauna di media e grossa taglia. Per questo motivo la recinzione sarà posta a 20 cm dal piano campagna lungo tutta la sua lunghezza.

L'accesso al parco fotovoltaico sarà consentito attraverso 9 ingressi in cui saranno collocati cancelli carrabili aventi larghezza pari a 5 m. Ogni ingresso sarà segnalato adeguatamente mediante cartellonistica dedicata visibile dalle strade principali di accesso al campo. Per consentire la movimentazione degli automezzi all'interno del parco fotovoltaico saranno realizzate delle strade interne aventi una larghezza pari a 5 m. Tali strade presenteranno una sezione di circa 30 cm, con 10 cm di pietrisco, uno strato di tessuto non tessuto (geotessile) e 20 cm di materiale misto granulare stabilizzato.

Si riporta di seguito un esempio tipo.



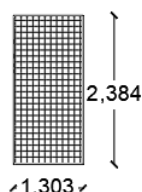
Particolare tipo di pavimentazione

I moduli fotovoltaici saranno del tipo silicio monocristallino della Jolywood mod. JW-HD132N-700, con una vita utile stimata di circa 30 anni e con una degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento dello 0,4 % annuo circa (ad eccezione del primo anno dove la degradazione si attesta al 1%). Il modulo ha dimensioni pari a 2384mm*1303mm*35mm.

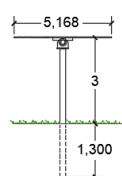
Per garantire una maggiore producibilità dell'impianto si è scelto di utilizzare dei moduli bifacciali in quanto essi, presentando celle attive sia frontalmente che posteriormente, sono in grado di sfruttare anche la luce incidente sulla sua parte posteriore.

Una stringa sarà costituita da 28 moduli fotovoltaici. Questo valore è ottenuto a seguito del dimensionamento elettrico. Essa verrà posizionata in senso orizzontale, in un'unica fila, sulla struttura ad inseguimento (tracker), la cui altezza è di 5,28 m nel punto di massima inclinazione (55°), e di 3 m quando l'inclinazione è nulla (0°) e di 0,72 m nel punto di minima inclinazione (-55°). Quest'ultimo valore permette di non interferire con il passaggio della fauna di piccola taglia. Il tracker scelto sarà del tipo SunHunter 18AB della Comal Impianti S.r.l e si riporta di seguito una loro vista trasversale.

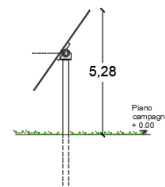
MODULO



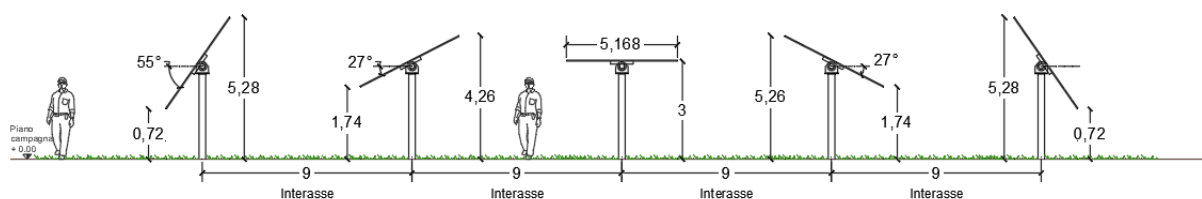
POSIZIONE + 0°



POSIZIONE + 55° (inclinazione massima)



VISTA TRASVERSALE IN CAMPO E POSIZIONI TRACKER



Sezione tipologiche tracker (dimensioni in metri)

Il tracker sarà costituito da travi scatolate a sezione quadrata, sorretti da pali con profilo a Z che saranno infissi nel terreno ad una profondità di 2 m ed incernierate nella parte centrale dell'inseguitore al gruppo di riduzione/motore; i supporti dei moduli saranno ancorati alle travi, con profilo omega e zeta. I moduli verranno fissati con bulloni e almeno uno di essi sarà dotato di un dado antifurto. La struttura sarà infissa a terra mediante battitura e sarà perfettamente removibile una volta terminata la "vita" dell'impianto senza comportare cambiamenti rispetto allo stato *ante operam*. L'interasse (*Pitch*) tra le file di pannelli sarà di **9 m**, con lo scopo di evitare l'auto-ombreggiamento dei pannelli stessi e, al tempo stesso, di consentire il passaggio di mezzi necessari alla manutenzione ordinaria e straordinaria del campo fotovoltaico.

Il piano dei moduli sarà inclinato rispetto all'orizzontale di un angolo variabile tra 0 e 55°, per permettere l'inseguimento solare da Est a Ovest. L'orientamento azimutale sarà 0° rispetto al Sud. I moduli fotovoltaici saranno collegati tramite cavi del tipo H1Z2Z2-K (1500 V CC) fino ad arrivare ai quadri di stringa e da questi ultimi alle 13 cabine inverter, di dimensioni complessive 6,66 x 2,48 x 2,60 m, nelle quali saranno integrati gli inverter centralizzati SMA UP, i trasformatori BT/MT e le apparecchiature in MT, gli inverter utilizzati saranno idonei al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla SSE utente in AT con una potenza di 36 KV. La nuova SSE trasformerà la tensione con un rapporto di trasformazione 132 KV/36 KV, tale rapporto di trasformazione risulta essere necessario per il collegamento alla linea 380 kV "Turbigo Stazione - Rondissone" di Terna S.p.A. Per tale collegamento sarà necessario sostituire il conduttore ACSR esistente con uno nuovo ad alta temperatura attraverso il riutilizzo integrale dei sostegni esistenti.

Le cabine inverter saranno collegate alla cabina utente che sarà, così come la cabina di controllo (control room), di tipo prefabbricato e trasportate su camion in un unico blocco già assemblate e scaricate nel punto scelto per l'installazione in corrispondenza dei basamenti in calcestruzzo. Le cabine saranno già dotate di apparecchiature elettromeccaniche, cablate ed assemblate in fabbrica. La cabina prefabbricata sarà realizzata con conglomerato cementizio armato, avente classe C20/25 Kg/cm² additivato con super fluidificanti ed impermeabilizzanti, tali da garantire un'adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità. L'ossatura della cabina sarà costituita da una armatura metallica in rete elettrosaldata e ferro nervato, ad aderenza migliorata, entrambi in B450C maglia 100x100x6 controllato a stabilimento.

Per maggiori dettagli tecnico-costruttivi si rimanda alla relazione di Progetto "FOR_3.1_Relazione tecnica – illustrativa".

5 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

5.1 METODOLOGIE UTILIZZATE PER LA STIMA DEGLI IMPATTI

La valutazione degli impatti dovuti alle emissioni sopra indicate è stata effettuata sulla base dei dati disponibili in fase di sviluppo progettuale e di metodologie di stima e valutazione di impatto di riferimento nazionale come riportato nei successivi paragrafi.

Vediamo con maggior dettaglio.

5.1.1 EMISSIONI DI POLVERI

La stima degli impatti di polveri pesanti dovuti ad attività di movimentazione è estremamente difficoltosa, sia per il numero di impatti differenti che agiscono durante la coltivazione sia per il numero di variabile che intervengono nel computo di tali impatti.

In aiuto viene US-EPA, che ha rilasciato l' "AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors" proprio per definire le emissioni in atmosfera dovute a diverse attività produttive, la cui ultima edizione risale al 2010.

Due capitoli in particolare, il numero 11 e il numero 13, possono venire in aiuto per la stima del risollevarimento meccanico di polveri fini in fasi costruttive, fasi di scavo, scotico e accumulo di terreno. Alcuni parti di questi capitoli, infatti, sono state anche integrate da Arpa Toscana e Provincia di Firenze nello studio "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", dedicato però principalmente alle attività di cava e non a quelle costruttive, quindi non idoneo al presente studio.

La stima delle emissioni di polveri del Progetto, effettuata in allineamento con i fattori US EPA AP 42, ha preso in esame i seguenti contributi emissivi:

- Emissioni diffuse di Polveri da attività di scotico e sbancamento di materiale superficiale;
- Emissioni diffuse di Polveri da movimentazione di materiale: carico e scarico e formazione di cumuli;
- Emissioni diffuse di Polveri da transito dei mezzi e macchinari d'opera sulla pista di cantiere non asfaltata
- Emissioni diffuse da estrazione e frantumazione di materiale grossolano
- Emissioni diffuse di polveri da scavo di trincea tramite ruspa e bulldozer

Attività di Scotico e Sbancamento Superficiale

La stima delle emissioni di polveri da attività di scotico e sbancamento superficiale si è basata sui fattori emissivi riportati nel Capitolo 13 del Volume I dell'AP-42 "Miscellaneous Sources" ed in particolare nella Sezione 13.2.3 "Heavy Construction Operations".

Il fattore emissivo riportato in tale documento per le Polveri Totali Sospese (PTS) prodotte da una pala gommata è pari a 5,7 kg di PTS per km; considerando cautelativamente che il 60% delle PTS sia costituito da PM10, è stato calcolato il seguente rateo emissivo:

Fattore emissivo PM10 per attività di scotico e sbancamento superficiale:

3,42 kg per km percorso dalla Pala Gommata

Essendo non possibile una formula lineare su superfici areali come nel presente lavoro, si è dovuto provvedere a trasformare i metri cubi scoticati (dato disponibile) in metri lineari dividendo per la profondità dello scavo di scotico (0,5 metri) e la larghezza media della ruspa, ovvero del solco di scotico (3.19 metri). Il rateo così esposto sopra diventa:

$$E_{tot} = 3,42 * \left(\frac{vol}{L * l * 1000} \right)$$

Dove:

- E_{tot} è l'emissione totale in Kg durante tutto il periodo di lavoro;
- Vol è il volume di topsoil scoticato;
- L è la larghezza del solco di scotico;
- l è la profondità del solco di scotico.

Movimentazione di Materiale sciolto: Carico, Scarico e Formazione di Cumuli

La stima delle emissioni di polveri da movimentazione di materiale sciolto si è basata sui fattori emissivi riportati nel Capitolo 13 del Volume I dell'AP-42 "Miscellaneous Sources", ed in particolare nella Sezione 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles".

La formula empirica per la stima delle emissioni da movimentazione di materiale sciolto riportata nel suddetto documento è la seguente:

$$EF = k * 0.0016 * \frac{\left(\frac{U}{2.2} \right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2} \right)^{1.4}}$$

Dove:

- EF è il fattore emissivo espresso in kg di polveri per tonnellata di materiale movimentato;
- k è un coefficiente moltiplicativo, variabile in funzione della frazione granulometrica del particolato, pari a 0,35 per il PM10;
- U (m/s) è la velocità media del vento espressa in metri al secondo;
- M (%) è l'umidità del materiale movimentato (caricato/scaricato).

Il fattore emissivo risulta pertanto influenzato dalla velocità media del vento e dall'umidità del materiale movimentato.

Transito di Veicoli su Strade Non Asfaltate (Pista di Cantiere)

La stima delle emissioni di polveri da transito dei mezzi di cantiere sulla pista di cantiere non asfaltata si è basata sui fattori emissivi riportati nel Capitolo 13.2.2 del Volume I dell'AP-42 "Unpaved Roads".

La formula empirica per la stima delle emissioni da transito di mezzi su strade non asfaltate riportata nel suddetto documento è il seguente:

$$EF = k * \left(\frac{S}{12}\right)^a * \left(\frac{W}{3}\right)^b$$

Dove:

- EF è il fattore emissivo espresso in kg di polveri emesse per veicolo per kilometro;
- k è costante empirica pari a 0,423 per il PM10;
- S (%) è contenuto in "silt" (particelle con diametro pari o inferiore a 75µm) sulla superficie della strada (%)
- W (t) è il peso del veicolo inteso come media del peso del veicolo carico e scarico
- a è una costante empirica pari a 0,9 per il PM10;
- b è una costante empirica pari a 0,45 per il PM10.

Il fattore emissivo risulta pertanto influenzato dal contenuto percentuale di "silt" (particelle con diametro pari o inferiore a 75µm) sulla superficie della pista oltre che dalle caratteristiche dei mezzi.

Sono state inoltre considerate le seguenti misure di controllo, facendo riferimento alla metodica EPA AP-42 e al documento WRAP (Western Regional Air Partnership) Fugitive Dust Handbook (Countess Environmental, Sept 2006), al fine di definirne le relative efficienze di riduzione delle emissioni (ER):

- abbattimento delle polveri dovuto a piovosità media annuale, ovvero un abbattimento percentuale delle emissioni pari alla percentuale di giorni con pioggia apprezzabile (>0.2 mm)
- abbattimento dovuto a bagnatura secondo indicazioni WRAP (abbattimento pari al = 55%).

Estrazione e Frantumazione di materiale grossolano

Solo nei casi di lavorazione in sostrati rocciosi duri, la stima delle emissioni di polveri si è basata sui fattori emissivi riportati nel Capitolo 11.19.2 dell'AP-42 "Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing", ripresi anche dalle linee guida ARPAT al capitolo 1.1

In particolare dei 16 processi emissivi previsti nel capitolo, ne sono stati considerati idonei due, ovvero il processo di Estrazione con perforazione e di Macinazione/Frantumazione.

I fattori emissivi forniti restituiscono un rateo in Kg di PM10 emesso per ogni tonnellata di materiale grezzo lavorato:

Fattore emissivo per attività di estrazione PM10 = 0.00004 kg/ton

Fattore emissivo per attività di frantumazione PM10 = 0.0043 kg/ton

Espresso come kg di PM10 emessi per km percorso dalla Pala Gommata

Scavo tramite ruspe e bulldozer

Nel caso di scavo di trincee tramite ruspe e bulldozer, la stima delle emissioni di polveri si è basata sui fattori emissivi riportati nel Capitolo 13.2.4 dell'AP-42 "Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing".

I fattori emissivi forniti restituiscono normalmente un rateo in Kg di PM10 emesso per ogni ora di attività, ma la formula è stata modificata integrando il numero totale di ore di lavorazione per restituire i Kg totali durante l'attività:

$$E = \frac{0.3375 * s^{1.5}}{M^{1.4} * h * gg}$$

Dove:

- E è il fattore emissivo espresso in kg totali;
- S (%) è contenuto in "silt" (particelle con diametro pari o inferiore a 75µm) del materiale in lavorazione
- M è l'umidità percentuale del materiale in lavorazione
- gg è la durata in giorni della lavorazione
- h è il numero di ore lavorate per giornata

Per ogni fase di lavoro, i risultati delle elaborazioni sono espressi sia in termini di quantitativi assoluti di PM10 emessi come somma delle singole lavorazioni (kg) che in termini di emissione specifica mensile di PM10 per unità di superficie (kg/m2/mese), ottenuta dividendo l'emissione complessiva per l'area totale interessata dai lavori e per il numero di giorni dell'attività considerata e riproporzionando l'emissione giornaliera così ottenuta considerando 25 giorni lavorativi al mese.

5.1.2 EMISSIONI DI GAS DI ESAUSTI

Mezzi d'opera (motori diesel non stradali)

La valutazione delle emissioni generate dai motori dei mezzi di cantiere è condotta mediante la metodologia indicata nelle principali fonti bibliografiche di riferimento nazionali ed internazionali (u.s. epa, emep corinair, 2013; anpa, 2000 - <https://www.eea.europa.eu/en>). Tale metodologia è basata sul prodotto di un'emissione specifica (fattore d'emissione) per un opportuno indicatore di quantificazione dell'attività inquinante. Nel caso in esame, il calcolo è stato compiuto utilizzando i fattori d'emissione presenti nella pubblicazione "air emission inventory guidebook 2016" (emep-eea, 2019 - <https://www.eea.europa.eu/en>) e riportati nella tabella che segue.

La pubblicazione fornisce i valori delle quantità di NOX, Polveri, CO e VOC rilasciati in atmosfera in funzione della potenza del motore diesel considerato. La quantificazione delle emissioni complessive prodotte dall'attività dei mezzi durante la fase di cantiere è effettuata associando ad ogni tipo di mezzo una potenza tipica e moltiplicando il numero dei mezzi presenti in cantiere per il corrispondente fattore d'emissione e per le ore d'utilizzo, ripetendo infine l'operazione per tutte le tipologie di mezzi.

I fattori d'emissione considerati si riferiscono a tecnologie rispettose dei limiti della direttiva "Stage II", la cui data d'implementazione più recente è il primo gennaio 2007. Tale scelta è cautelativa poiché è presumibile che il parco utilizzato sarà in realtà composto da mezzi più recenti con emissioni ulteriormente ridotte.

Per tenere conto del reale ciclo di utilizzo dei mezzi di cantiere, che non saranno verosimilmente eserciti continuativamente alla massima potenza ma avranno periodi di minimo e/o di potenza parziale, la metodologia introduce un fattore di carico

(load factor) determinato sulla base dei cicli standard ISO DP 8178. il fattore adottato nel presente studio è pari a 0,15, che costituisce il ciclo più elevato per la categoria in esame (C1 - diesel powered off road industrial equipment).

Oltre all'utilizzo del load factor, nel presente studio si è anche tenuto conto delle percentuali di utilizzo giornaliere indicate dallo studio ingegneristico e riportate nei capitoli successivi. L'utilizzo di due fattori percentuali non è ritenuto in disaccordo, in quanto tali fattori regolano rispettivamente l'uso durante una giornata di lavoro (Utilizzo medio giornaliero) e l'uso della potenza piena durante un ciclo di lavoro (load Factor).

EEA Report No 21/2016, Part B Chapter 1.A.4 Non road mobile machinery 2016				
Table 3-6- Stage II				
Fattori di emissione (g/kWh)				
Potenza (kW)	NOx	PM	CO	VOC
19<=P<37	6,5	0,4	2,2	0,6
37<=P<75	5,5	0,2	2,2	0,4
75<=P<130	5,2	0,2	1,5	0,3
130<=P<560	5,2	0,1	1,5	0,3

Fattori d'emissione EMEP/EEA 2016 per motori diesel non stradali (<https://www.eea.europa.eu/en>)

Il parco mezzi è stato desunto dalla documentazione di progetto suddiviso per area di lavoro.

Emissioni di gas di scarico da traffico indotto

Il traffico veicolare si concentrerà lungo le strade di accesso alle diverse aree di lavoro.

La stima delle emissioni associate ai processi di combustione dei motori dei veicoli è condotta sulla base dei fattori d'emissione medi relativi al trasporto stradale (ISPRA 2022 – "[La banca dati dei fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia - isprambiente.it](#)").

In questo caso le polveri possono essere considerate quasi interamente rientranti nella frazione PM10.

NOx	PM	CO	VOC
g/km	g/km	g/km	g/km
2,6	0,14	0,83	0,10

Fattori di emissione per veicoli pesanti diesel ISPRA 2022 – ("[La banca dati dei fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia - isprambiente.it](#)")

5.2 FASE DI CANTIERE

5.2.1 ATTIVITA' IN GRADO DI GENERARE IMPATTO

Nei successivi paragrafi sono sinteticamente descritti e valutati i principali impatti attesi in fase di cantiere per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto.

Durante le fasi di cantiere del Progetto, i potenziali impatti di tipo diretto sulla qualità dell'aria sono legati alle seguenti attività:

- Lavori civili quali scotico e sbancamento di materiale superficiale, scavi e reinterri e movimentazione di terreno e materiali sciolti, necessari per l'approntamento delle aree di intervento ed esecuzione della posa della condotta, con conseguenti emissioni diffuse di particolato (PM10, PM2.5) in atmosfera;
- Transito di mezzi pesanti sulla piste/aree di cantiere non asfaltate, con conseguente risospensione di polveri ed emissioni diffuse di particolato (PM10, PM2.5) in atmosfera;
- Azione meccanica del vento su aree di cantiere non asfaltate, superfici polverose e aree di stoccaggio/cumuli di inerti e materiale sciolto (ove non coperti), con conseguente risospensione di polveri ed emissioni diffuse di particolato (PM10, PM2.5) in atmosfera;
- Utilizzo di mezzi di cantiere e macchinari a motore (ad es. pala gommata, camion) impiegati nella attività di cantiere con relativa emissione di gas di scarico; assumendo l'utilizzo di combustibili a basso contenuto di zolfo, gli inquinanti gassosi emessi saranno principalmente composti da NOx, CO e in misura minore da Polveri.
- Traffico indotto di veicoli pesanti e leggeri, da e verso le aree di cantiere, che insiste principalmente sulle strade temporanee di accesso al sito; assumendo l'utilizzo di combustibili a basso contenuto di zolfo, gli inquinanti gassosi emessi saranno principalmente composti da NOx, CO e in misura minore da Polveri.

Pertanto durante la fase di cantiere del progetto si prevedono principalmente due tipologie di emissioni di inquinanti in atmosfera:

- Emissioni diffuse e risolleamento di particolato atmosferico;
- Emissioni di macroinquinanti da mezzi di cantiere.

E' inoltre importante notare come tali tipologie emissive, per una più facile analisi, possano essere identificate separatamente per le 3 principali aree di lavorazione:

- Impianto – area nord
- Impianto – area sud
- Cavidotto

5.2.2 DESCRIZIONE DELLE AREE DI ATTIVITA'

L'area di progetto è suddivisa in 2 sotto aree oltre al tracciato del cavidotto.

Le 2 aree, che indicheremo per semplicità Area Impianto Nord e Area Impianto Sud, coprono rispettivamente una superficie di 184.000 mq e 655.000 mq per un complessivo di circa 839.000 mq.

Il tracciato del cavidotto presenta una lunghezza pari a 3064 m e sarà realizzato mediante uno scavo di circa 4.3 m di larghezza e 1.2 m di profondità.

Le aree di attività principali possono essere così sinteticamente descritte:

Area Impianto Nord

Si trova ad una distanza minima di circa 80-100 m a Nord dell'abitato di Fornace Crocicchio dove sono ubicate unità abitative e turistico-commerciali.

Ulteriori unità abitative in vicinanza all'area sono presenti a Sud Ovest (Cascina Benna) ed a Nord Est (Cascina Marchesa) a distanze minime però decisamente maggiori pari rispettivamente a circa 300 e 740 m.

Altre presenze in prossimità dell'area, ma non di tipo abitativo, sono relative ad una attività Agricola (Valsesia) ed ad un rifornimento di carburante (Centro Calor).

Area Impianto Sud

Si trova ad una distanza minima di circa 50-80 m a Sud dell'abitato di Fornace Crocicchio dove sono ubicate unità abitative e turistico-commerciali. Analoga distanza minima (circa 80 m) si riscontra tra l'area e la vicina Cascina Benna sul lato Sud Ovest.

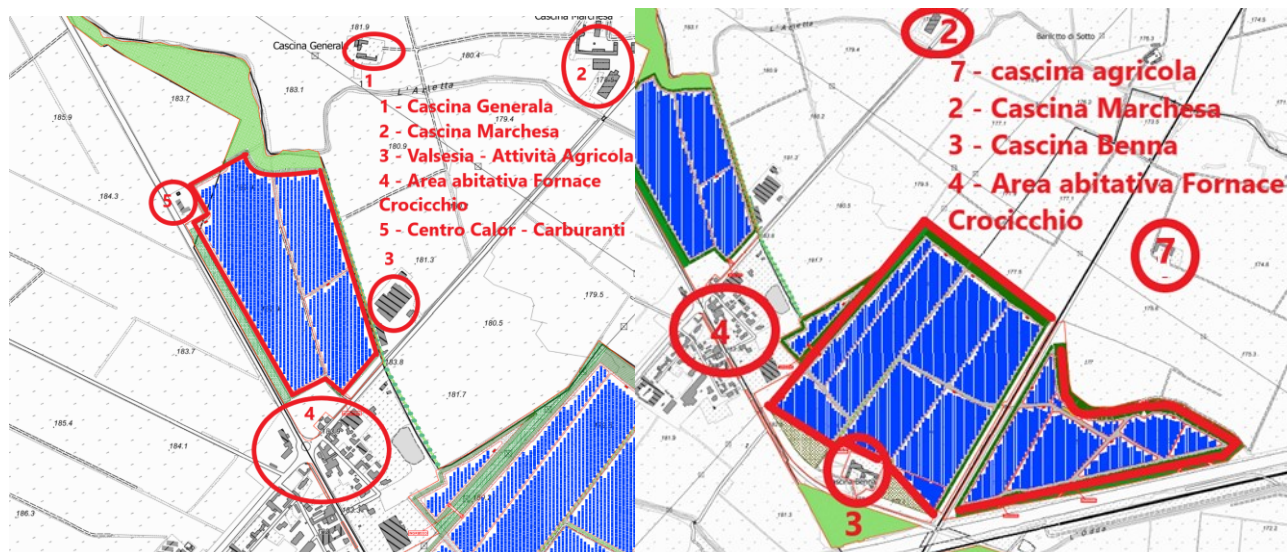
Ulteriori unità abitative sono presenti a Nord Est (Cascina Marchesa) ad una distanza minima di circa 600 m ed una ulteriore struttura abitativa di tipo agricolo posta a ovest dell'area ad una distanza minima pari a circa 370 m.

Cavidotto

Il tracciato del cavidotto presenta un percorso con una lunghezza pari a 3064 m che verrà ad interessare le seguenti strutture abitative:

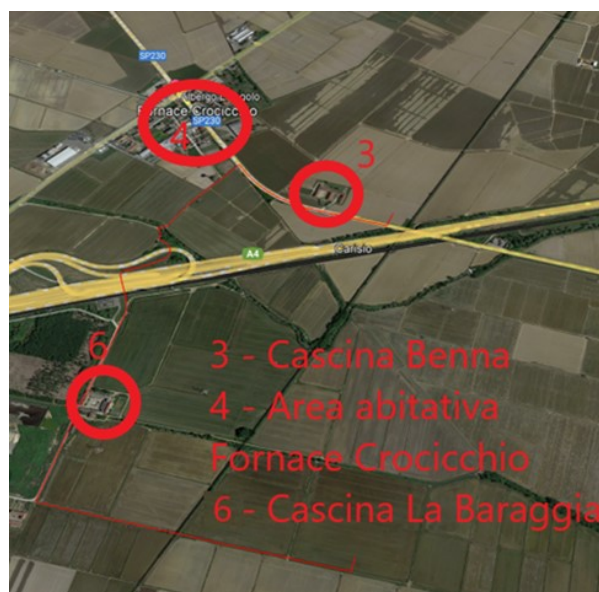
- Cascina Benna – circa 50 m di distanza minima;
- Abitato di Fornace Crocicchio a Nord - circa 260 m di distanza minima;
- Cascina La Baraggia - circa 30 m di distanza minima.

Nelle figure e nella tabella che seguono sono individuate e descritte sinteticamente le aree abitative di potenziale interesse delle attività di cantiere e le loro caratteristiche.



Area Impianto Nord e recettori limitrofi
recettori limitrofi

Area Impianto Sud e



Tracciato del Cavidotto e recettori limitrofi

Area di Lavoro	Recettore	Distanza minima (m)
Cavidotto	Cascina La Baraggia	30
Cavidotto	Cascina Benna	50
Impianto Sud	Fornace Crocicchio	50 - 80
Impianto Sud	Cascina Benna	80
Impianto Nord	Fornace Crocicchio	80-100
Cavidotto	Fornace Crocicchio	260
Impianto Nord	Cascina Benna	300
Impianto Sud	Struttura Agricola	370
Impianto Sud	Cascina Marchesa	600
Impianto Nord	Cascina Marchesa	740

Recettori abitativi interessati e relative distanze minime
dalle aree di lavoro

Come si può osservare dalla sintesi riportata in tabella i recettori abitativi più esposti alle attività di cantiere risultano l'area abitativa di Fornace Crocicchio (interessata dalle attività sia dell'area impianto Nord che impianto Sud) e la Cascina Benna (interessata dalle attività sia per l'impianto Sud che per il Cavidotto). Esposta anche la Cascina La Baraggia anche se per la sola attività di posa del cavidotto.

5.2.3 STIMA DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA

Come già descritto nel precedente paragrafo 5.1 i potenziali impatti di tipo diretto sulla qualità dell'aria legati alle attività di cantiere sono in relazione alle seguenti attività:

- Lavori civili quali scotico e sbancamento di materiale superficiale, scavi e reinterri e movimentazione di terreno e materiali sciolti, necessari per l'approntamento delle aree di intervento ed esecuzione della posa della condotta, con conseguenti emissioni diffuse di particolato (PM10, PM2.5) in atmosfera;
- Transito di mezzi pesanti sulla piste/aree di cantiere non asfaltate, con conseguente risospensione di polveri ed emissioni diffuse di particolato (PM10, PM2.5) in atmosfera;
- Azione meccanica del vento su aree di cantiere non asfaltate, superfici polverose e aree di stoccaggio/cumuli di inerti e materiale sciolto (ove non coperti), con conseguente risospensione di polveri ed emissioni diffuse di particolato (PM10, PM2.5) in atmosfera;
- Utilizzo di mezzi di cantiere e macchinari a motore (ad es. pala gommata, camion) impiegati nella attività di cantiere con relativa emissione di gas di scarico; assumendo l'utilizzo di combustibili a basso contenuto di zolfo, gli inquinanti gassosi emessi saranno principalmente composti da NOx, CO e in misura minore da Polveri.
- Traffico indotto di veicoli pesanti e leggeri, da e verso le aree di cantiere, che insiste principalmente sulle strade temporanee di accesso al sito; assumendo l'utilizzo di combustibili a basso contenuto di zolfo, gli inquinanti gassosi emessi saranno principalmente composti da NOx, CO e in misura minore da Polveri.

Pertanto durante la fase di cantiere del progetto si prevedono principalmente due tipologie di emissioni di inquinanti in atmosfera:

- Emissioni diffuse e risollevarimento di particolato atmosferico;
- Emissioni di macroinquinanti da mezzi di cantiere.

E' inoltre importante notare come tali tipologie emissive, per una più facile analisi, possano essere identificate separatamente per le 3 principali aree di lavorazione:

- Impianto – area nord
- Impianto – area sud
- Cavidotto

5.2.3.1. SOLLEVAMENTO DI POLVERI

Durante le attività di cantiere il sollevamento di polveri sarà essenzialmente riconducibile alla movimentazione dei mezzi nell'area di cantiere e sulle piste di accesso.

La seguente tabella sintetizza le attività considerate per valutare la quantità di polveri emesse durante l'allestimento della postazione divise per il percorso a step della lavorazione attesa; per ogni operazione sono riportate le formule, le variabili considerate e la stima.

In questa fase di studio relativa al sollevamento di polveri non è stata considerata la fase di lavoro relativa alle mitigazioni in quanto non comprensiva di azioni di scotico, movimento terra e movimento mezzi su strade sterrate.

Cantiere Nord

Variabili sito-specifiche	Da documentazione di progetto Topsoil rimosso=4096 m ³ Inerti importati per livellamento= 0 m ³ Durata lavorazione=100 giorni Superficie lavorata=184.000 m ² Lunghezza strada sterrata= 950 m Mezzi movimentati ogni giorno = 5 Profondità scavo di scotico=0,6 m	
	Da relazione geologica Densità topsoil=1,9 ton/m ³ Densità inerti=2,7 ton/m ³ % Silt=13.1 % Umidità=12.7	
	Da centralina della Provincia di Vercelli anni 1940-2003 Velocità media del vento=0,9 m/s Giorni di pioggia in 1 anno=73	
	Da Bibliografia specializzata Peso medio dei mezzi=25 ton Larghezza ruspa=3,12 m % Silt su strada sterrata=5	
Step	Formula	Stima (Kg)
Scotico Topsoil (AP42 13.2.3)	$E_{tot} = 3,42 * \left(\frac{vol}{L * l * 1000} \right)$	7,47
Spostamento di topsoil in cumuli (AP42 13.2.4)	$EF = k * 0.0016 * \frac{\left(\frac{U}{2.2} \right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2} \right)^{1.4}}$	0,53
Spostamento del topsoil dai cumuli per il riempimento (AP42 13.2.4)	$EF = k * 0.0016 * \frac{\left(\frac{U}{2.2} \right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2} \right)^{1.4}}$	0,53
Scaricamento topsoil e inerti di riporto per livellamento (AP42 13.2.4)	$EF = k * 0.0016 * \frac{\left(\frac{U}{2.2} \right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2} \right)^{1.4}}$	0,53

Movimentazione mezzi su strade non asfaltate con abbattimenti (AP42 13.2.2)	$EF = k * \left(\frac{s}{12}\right)^a * \left(\frac{W}{3}\right)^b$	2,37
Emissione complessiva (Kg)	11,43	
Emissione specifica (Kg/m ² /mese)	0,0000137	

Complessivamente, sommando il contributo delle diverse operazioni considerate, l'emissione di polveri fini (PM10) stimata per le attività di cantiere relative all'adeguamento dell'area Impianto Nord risulta pari a 11,43 kg.

Dividendo l'emissione per la superficie totale interessata dai lavori (circa 184.000 m² totali) e per la durata dei lavori civili (113 giorni) e riproporzionando l'emissione giornaliera così ottenuta per un totale di 25 giorni lavorativi al mese, si ottiene un'emissione specifica mensile di polveri da attività di cantiere mediamente pari a circa:

$$EPM10 = 0,0000137 \text{ kg/m}^2/\text{mese}.$$

Cantiere Sud

Variabili sito-specifiche	Da documentazione di progetto Topsoil rimosso=14522 m ³ Inerti importati per livellamento= 0 m ³ Durata lavorazione=355 giorni Superficie lavorata=655.000 m ² Lunghezza strada sterrata= 3364 m Mezzi movimentati ogni giorno = 16 Profondità scavo di scotico=0,6 m	
	Da relazione geologica Densità topsoil=1,9 ton/m ³ Densità inerti=2,7 ton/m ³ % Silt=13.1 % Umidità=12.7	
	Da centralina della Provincia di Vercelli 1940-2003 Velocità media del vento=0,9 m/s Giorni di pioggia in 1 anno=73	
	Da Bibliografia specializzata Peso medio dei mezzi=25 ton Larghezza ruspa=3,12 m % Silt su strada sterrata=5	
Step	Formula	Stima (Kg)
Scotico Topsoil (AP42 13.2.3)	$Etot = 3,42 * \left(\frac{vol}{L * l * 1000}\right)$	26,53

Spostamento di topsoil in cumuli (AP42 13.2.4)	$EF = k * 0.0016 * \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$	1,89
Spostamento del topsoil dai cumuli per il riempimento (AP42 13.2.4)	$EF = k * 0.0016 * \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$	1,89
Scaricamento topsoil e inerti di riporto per livellamento (AP42 13.2.4)	$EF = k * 0.0016 * \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$	1,89
Movimentazione mezzi su strade non asfaltate con abbattimenti (AP42 13.2.2)	$EF = k * \left(\frac{S}{12}\right)^a * \left(\frac{W}{3}\right)^b$	26,85
Emissione complessiva (Kg)	59,05	
Emissione specifica (Kg/m ² /mese)	0,0000056	

Complessivamente, sommando il contributo delle diverse operazioni considerate, l'emissione di polveri fini (PM10) stimata per le attività di cantiere relative all'adeguamento dell'area Impianto Nord risulta pari a 59,05 kg. Dividendo l'emissione per la superficie totale interessata dai lavori (circa 655.000 m² totali) e per la durata dei lavori civili (402 giorni) e riproporzionando l'emissione giornaliera così ottenuta per un totale di 25 giorni lavorativi al mese, si ottiene un'emissione specifica mensile di polveri da attività di cantiere mediamente pari a circa:

$$EPM10 = 0,0000056 \text{ kg/m}^2/\text{mese}.$$

Cavidotto

Variabili sito-specifiche	Da documentazione di progetto Topsoil rimosso= 5589 m ³ Inerti importati per livellamento= 0 m ³ Durata lavorazione=60 giorni Superficie lavorata=4657 m ² Lunghezza strada sterrata= 3064 m Mezzi movimentati ogni giorno= 6 Profondità scavo di scotico=1,2 m
	Da relazione geologica Densità topsoil=1,9 ton/m ³ Densità inerti=2,7 ton/m ³ % Silt=13.1 % Umidità=12.7
	Da centralina della Provincia di Vercelli 1940-2003 Velocità media del vento=0,9 m/s

	Giorni di pioggia in 1 anno=73 Da Bibliografia specializzata Peso medio dei mezzi=25 ton Larghezza ruspa=3,12 m % Silt su strada sterrata=5	
Step	Formula	Stima (Kg)
Scotico Topsoil (AP42 13.2.3)	$E_{tot} = 3,42 * \left(\frac{vol}{L * l * 1000} \right)$	5,10
Spostamento di topsoil in cumuli (AP42 13.2.4)	$EF = k * 0.0016 * \frac{\left(\frac{U}{2.2} \right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2} \right)^{1.4}}$	0,73
Spostamento del topsoil dai cumuli per il riempimento (AP42 13.2.4)	$EF = k * 0.0016 * \frac{\left(\frac{U}{2.2} \right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2} \right)^{1.4}}$	0,73
Scaricamento topsoil e inerti di riporto per livellamento (AP42 13.2.4)	$EF = k * 0.0016 * \frac{\left(\frac{U}{2.2} \right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2} \right)^{1.4}}$	0,73
Movimentazione mezzi su strade non asfaltate con abbattimenti (AP42 13.2.2)	$EF = k * \left(\frac{S}{12} \right)^a * \left(\frac{W}{3} \right)^b$	9,18
Emissione complessiva (Kg)	16,47	
Emissione specifica (Kg/m ² /mese)	0,0014	

Complessivamente, sommando il contributo delle diverse operazioni considerate, l'emissione di polveri fini (PM10) stimata per le attività di cantiere relative all'adeguamento dell'area Impianto Nord risulta pari a 16,47 kg.

Dividendo l'emissione per la superficie totale interessata dai lavori (circa 4.657 m² totali) e per la durata dei lavori civili (60 giorni) e riproporzionando l'emissione giornaliera così ottenuta per un totale di 25 giorni lavorativi al mese, si ottiene un'emissione specifica mensile di polveri da attività di cantiere mediamente pari a circa:

$$EPM10 = 0,0014 \text{ kg/m}^2/\text{mese}.$$

5.2.3.2. EMISSIONI DI INQUINANTI

Le emissioni in atmosfera sono essenzialmente legate ai fumi di combustione dei motori diesel dei mezzi utilizzati in cantiere (macchine movimento terra, automezzi per il trasporto materiale e personale, altre attrezzature di vario genere). Tali emissioni saranno prodotte in modo discontinuo e solo in periodo diurno (8 h/giorno) e i mezzi non opereranno tutti contemporaneamente nell'area di progetto. La durata di tali attività sarà limitata nel tempo.

Emissioni da Mezzi D'Opera

Nella seguente tabella si riporta una stima di utilizzo dei principali mezzi impiegati durante la fase di cantiere.

Nella stima non sono considerati i mezzi utilizzati in cantiere solo saltuariamente, le attrezzature non motorizzate e i mezzi utilizzati per il trasporto di personale e materiali in ingresso/uscita dall'area di lavoro, che avranno una valutazione a sè nel prossimo paragrafo.

L'elenco dei mezzi d'opera sul quale applicare la metodologia indicata nel precedente paragrafo 5 è di seguito riportato. Per ogni mezzo è quindi indicata l'incidenza complessiva in Kg nel periodo di lavorazione calcolata da metodologia secondo quanto indicato comprensiva dei fattori di attenuazione (Load factor e percentuale giornaliera di uso).

Cantiere Nord

Descrizione Mezzo	Numero	Potenza (kW)	Utilizzo medio (% utilizzo giornaliero)	Load factor	Kg tot in 100 giorni			
					NOx	PTS	CO	VOC
Autocarro	1	115	0,20	0,15	14,35	2,87	0,04	0,06
Dumper	1	125	0,20	0,15	15,60	3,12	0,04	0,06
Furgone	14	115	0,20	0,15	200,93	2,87	0,04	0,06
Autocarro con Gru	2	115	0,10	0,15	14,35	1,44	0,02	0,06
Escavatore Terna	1	75	0,40	0,15	18,72	3,74	0,07	0,06
Pala Meccanica	2	125	0,25	0,15	39,00	3,90	0,05	0,06
Livellatore	1	75	0,20	0,15	9,36	1,87	0,04	0,06
Battipalo	1	180	0,30	0,15	33,70	3,37	0,03	0,03
Manitù	2	125	0,20	0,15	31,20	3,12	0,04	0,06
Autobetoniera	1	115	0,20	0,15	14,35	2,87	0,04	0,06

Cantiere Sud

Descrizione Mezzo	Numero	Potenza (kW)	Utilizzo medio (% utilizzo giornaliero)	Load factor	Kg tot in 355 giorni			
					NOx	PTS	CO	VOC
Autocarro	4	115	0,20	0,15	203,80	10,19	0,13	0,20
Dumper	2	125	0,20	0,15	110,76	11,08	0,13	0,20
Furgone	49	115	0,20	0,15	2496,53	10,19	0,13	0,20
Autocarro con Gru	7	115	0,10	0,15	178,32	5,09	0,07	0,20
Escavatore Terna	5	75	0,40	0,15	332,28	13,29	0,27	0,20
Pala Meccanica	6	125	0,25	0,15	415,35	13,85	0,17	0,20
Livellatore	5	75	0,20	0,15	166,14	6,65	0,13	0,20
Battipalo	1	180	0,30	0,15	119,62	11,96	0,10	0,10
Manitù	5	125	0,20	0,15	276,90	11,08	0,13	0,20
Autobetoniera	2	115	0,20	0,15	101,90	10,19	0,13	0,20

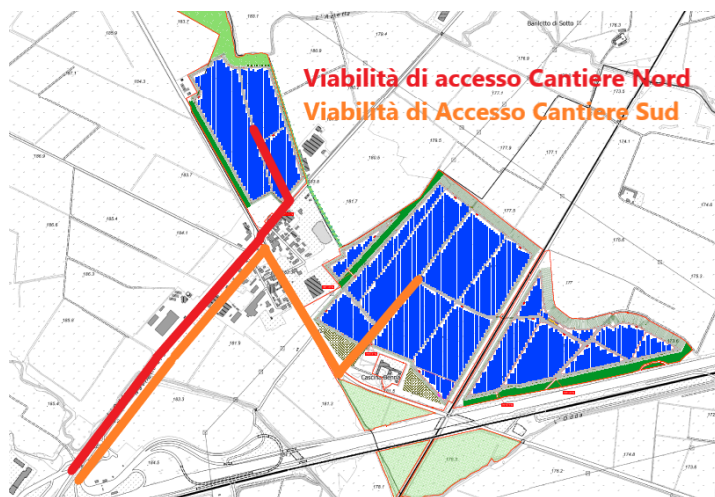
Cavidotto

Descrizione Mezzo	Numero	Potenza (kW)	Utilizzo medio (% utilizzo giornaliero)	Load factor	Kg tot in 60 giorni			
					NOx	PTS	CO	VOC
Autocarro	1	115	0,20	0,15	8,61	1,72	0,02	0,03
Dumper	1	125	0,20	0,15	9,36	1,87	0,02	0,03
Furgone	1	115	0,20	0,15	8,61	1,72	0,02	0,03
Autocarro con Gru	1	115	0,10	0,15	4,31	0,86	0,01	0,03
Escavatore Terna	1	75	0,40	0,15	11,23	2,25	0,04	0,03
Pala Meccanica	1	125	0,25	0,15	11,70	2,34	0,03	0,03
Livellatore	1	75	0,20	0,15	5,62	1,12	0,02	0,03
Battipalo	1	180	0,30	0,15	20,22	2,02	0,02	0,02
Manitù	1	125	0,20	0,15	9,36	1,87	0,02	0,03
Autobetoniera	1	115	0,20	0,15	8,61	1,72	0,02	0,03

Emissioni da Traffico Indotto da Mezzi di Trasporto

Analogamente a quanto effettuato per i mezzi da lavoro, seguendo la metodologia e i ratei indicati nel precedente paragrafo 6.1.2, è possibile stimare l'incidenza emissiva dei mezzi pesanti da trasporto che si muovono ogni giorno da e verso l'area del cantiere.

Le viabilità di accesso utilizzate sono indicate nella figura che segue:



Viabilità di accesso ai Cantieri Nord e Sud



Viabilità di accesso al Cantiere Cavidotto

Cantiere Nord

Descrizione Mezzo	Numero di viaggi a/r ogni giorno	Km strade di accesso	Km totali percorsi ogni giorno	Kg tot in 100 giorni			
				NOx	PTS	CO	VOC
Rigid 20-26 t, Euro-5	4,7	1,506	7,078	1,84	0,01	0,59	0,07

Cantiere Sud

Descrizione Mezzo	Numero di viaggi a/r ogni giorno	Km strade di accesso	Km totali percorsi ogni giorno	Kg tot in 355 giorni			
				NOx	PTS	CO	VOC
Rigid 20-26 t, Euro-5	16,7	2,167	36,19	33,40	1,79	10,66	1,28

Cantiere Cavidotto

Descrizione Mezzo	Numero di viaggi a/r ogni giorno	Km strade di accesso	Km totali percorsi ogni giorno	Kg tot in 60 giorni			
				NOx	PTS	CO	VOC
Rigid 20-26 t, Euro-5	5,6	0,739	4,14	0,64	0,03	0,21	0,02

5.2.4 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E AZIONI MITIGATIVE

5.2.4.1. SOLLEVAMENTO POLVERI

Le stime effettuate nel precedente paragrafo 5.2.3.1 hanno prodotto i seguenti valori dei ratei di emissione di PM10:

- Cantiere Nord: EPM10 = 0,0000137 kg/m²/mese;
- Cantiere Sud: EPM10 = 0,0000056 kg/m²/mese;
- Cavidotto: EPM10 = 0,0014 kg/m²/mese.

Si può osservare come i valori più elevati siano relativi alle attività di posa del cavidotto. Tale valore risulta comunque modesto se confrontato con il valore tipico dei cantieri indicato dall'US-EPA, pari a 0,269 kg/m²/mese (AP42, Sezione 13.2.3). Inoltre va considerato come le ricadute maggiori di polveri interesseranno l'intorno del cantiere di lavoro che, con il procedere delle attività di posa, si "sposterà" lungo il tracciato della condotta. Pertanto, le emissioni di inquinanti interesseranno via via diverse aree circostanti il tracciato, ciascuna per una durata decisamente limitata nel tempo.

Significativamente inferiori risultano invece i fattori di emissione relativi ai cantieri Nord e Sud. I valori si presentano di 2 - 3 ordini di grandezza inferiori alle emissioni dell'area Cavidotto e addirittura fino a 4 - 5 ordini di grandezza inferiori al valore tipico dei cantieri indicato dall'US-EPA, pari a 0,269 kg/m²/mese (AP42, Sezione 13.2.3)

Sulla base dei dati esposti e considerando la limitata durata delle attività oltre al fatto che le ricadute delle polveri saranno concentrate esclusivamente nell'area prossima al cantiere o in un intorno limitato, si può considerare che il sollevamento di polveri produrrà sulla componente atmosfera un impatto TRASCURABILE. Infatti, per tutte le attività sopraelencate e considerando la tipologia delle lavorazioni previste, anche solo con una velocità del vento pari a $v = 1$ km/ora, già ad una distanza dalla fonte di emissione di 5 metri si ha un effetto di dispersione pari al 57% del totale e a 45 metri di distanza si arriva ad una dispersione del 99% del totale emesso. Anche in condizioni di moderata stabilità atmosferica, con stratificazione termica invertita in quota e condizione di calma anemologica, comunque alla distanza dalla fonte di emissione pari a 5 metri si ha un effetto di dispersione pari al 44% del totale, mentre ad 80 metri di distanza si arriva ad una dispersione del 99% del totale.

L'impatto può pertanto essere considerato di lieve entità, a carattere temporaneo e di breve termine, spazialmente limitato all'area di progetto o ad un suo limitato intorno costituito prevalentemente da ambiente naturale/aree scarsamente popolate, privo di aree o ricettori sensibili, con impatti pertanto trascurabili, completamente reversibili al termine delle attività e mitigabili. A quest'ultimo proposito, relativamente alla mitigabilità, va osservato come anche il solo utilizzo di una metodica efficiente di bagnatura porta, secondo indicazioni WRAP, ad una riduzione del 55% delle polveri emesse. L'attuazione di questo accorgimento andrà inoltre a sommarsi alla riduzione indotta dalla piovosità del sito che, sulla base dei dati meteo dell'area in oggetto (73 gg/anno), è stimabile in una ulteriore riduzione pari al 20%.

Saranno pertanto adottati una serie di accorgimenti (laddove necessari) atti a limitarne la quantità e i relativi impatti. Nello specifico:

- effettuare bagnature e/o pulizia delle strade utilizzate, pavimentate e non;
- pulire le ruote dei veicoli in uscita dal cantiere e dalle aree di approvvigionamento e conferimento materiali, prima che i mezzi impegnino la viabilità ordinaria;
- coprire con teloni i materiali polverulenti trasportati;
- adottare idonea limitazione della velocità dei mezzi sulle strade non asfaltate (tipicamente 20 km/h);
- bagnare periodicamente o coprire con teli (nei periodi di inattività e durante le giornate con vento intenso) eventuali cumuli polverulenti stoccati nelle aree di cantiere;
- evitare le lavorazioni polverose e/o le movimentazioni di materiali polverulenti durante le giornate con vento intenso.

5.2.4.2. EMISSIONE DI INQUINANTI

Sommando i dati stimati e presentati nel precedente paragrafo 5.2.3.2 è possibile ottenere l'emissione totale di esausti per le lavorazioni nelle singole aree di cantiere.

Cantiere Nord – Emissioni complessive (Kg) sull'intero periodo di cantiere (100 gg.)

	NOx (Kg)	PTS (Kg)	CO (Kg)	VOC (Kg)
Emissioni mezzi da lavoro	391,56	29,17	0,41	0,57
Emissioni Traffico	1,84	0,01	0,59	0,07
Emissioni Totali	393,40	29,18	1,00	0,64

Cantiere Sud – Emissioni complessive (Kg) sull'intero periodo di cantiere (355 gg.)

	NOx (Kg)	PTS (Kg)	CO (Kg)	VOC (Kg)
Emissioni mezzi da lavoro	4401,60	103,57	1,39	1,90
Emissioni Traffico	33,40	1,79	10,66	1,28
Emissioni Totali	4435,00	105,36	12,05	3,18

Cantiere Cavidotto – Emissioni complessive (Kg) sull'intero periodo di cantiere (60 gg.)

	NOx (Kg)	PTS (Kg)	CO (Kg)	VOC (Kg)
Emissioni mezzi da lavoro	97,63	17,49	0,22	0,29
Emissioni Traffico	0,64	0,03	0,21	0,02
Emissioni Totali	98,27	17,52	0,43	0,31

Anche nel caso degli inquinanti emessi dai motori dei mezzi di trasporto siamo in presenza di fattori emissivi assolutamente in linea con i dati relativi a normali cantieri civili.

Sulla base dei dati esposti e considerando la limitata durata delle attività oltre al fatto che le emissioni saranno concentrate esclusivamente nell'area prossima al cantiere e/o in un intorno viario limitato, si può considerare che queste produrranno sulla componente atmosfera un impatto di lieve entità, a carattere temporaneo e di breve termine, spazialmente limitato all'area di progetto o ad un suo limitato intorno costituito prevalentemente da ambiente naturale/aree scarsamente popolate, privo di aree o ricettori sensibili, con impatti pertanto trascurabili, completamente reversibili al termine delle attività e mitigabili.

5.3 FASE IN OPERA

In fase di esercizio il funzionamento dell'impianto fotovoltaico non determinerà nessuna emissione diretta in atmosfera. Le uniche emissioni prodotte in fase di esercizio sono quelle derivanti dalla saltuaria presenza di mezzi a motore utilizzati dalle maestranze per le periodiche attività di manutenzione e di presidio dell'impianto. Si considera, quindi, che tali emissioni non possano determinare un effetto apprezzabile sulla qualità dell'aria locale.

5.3.1 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E AZIONI MITIGATIVE

Come sintesi conclusiva relativamente alla fase in opera vale la pena di osservare, per quanto riguarda invece gli effetti indiretti e su larga scala, le rilevanti emissioni gassose evitate grazie alla produzione di energia elettrica da fotovoltaico.

Nel caso specifico la realizzazione e l'esercizio dell'impianto fotovoltaico in progetto garantiranno la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare; in assenza dell'impianto in progetto, un'equivalente quantità di energia dovrebbe invece essere prodotta con le fonti convenzionali presenti sul territorio nazionale, o importata dall'estero.

La generazione di energia elettrica da fonte fotovoltaica presenta l'indiscutibile vantaggio ambientale di non immettere in atmosfera sostanze inquinanti quali polveri fini, ossidi di azoto, ossidi di zolfo, componenti di idrocarburi incombusti volatili (VOC), emissioni climalteranti (CO₂), rumore, calore, come invece accade nel caso in cui la stessa energia elettrica sia generata mediante l'esercizio di tradizionali impianti termoelettrici.

In conclusione, l'esercizio dell'impianto in progetto non solo non determinerà alcun inquinamento rispetto alla situazione in essere, in quanto non rilascerà in loco emissioni inquinanti, residui o scorie, ma produrrà a scala globale considerevoli benefici in termini di una significativa diminuzione delle emissioni climalteranti e inquinanti associate alla produzione dei quantitativi di energia elettrica resi disponibili dall'impianto stesso.

Non si ritiene pertanto di dover proporre azioni mitigative per quanto attiene il Comparto Atmosfera.

6 BIBLIOGRAFIA

- COPERT Documentation Methodology for the calculation of exhaust emissions – SNAPs 070100-070500, NFRs 1A3bi-iv
- US-EPA, " AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors
- Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti - Arpa Toscana e Provincia di Firenze
- S.It.E – Società Italiana di Ecologia: <https://www://ecologia.it>
- Sito WEB Comune di Formigliana: <https://www.comune.formigliana.vc.it>
- Sito WEB Comune di Carisio: <https://www.comune.carisio.vc.it>
- Sito WEB Regione Piemonte: <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/ambiente/aria/piano-regionale-qualita-dellaria-prqa>
- PORTALE SUL CLIMA IN PIEMONTE (arpa.piemonte.it): <https://webgis.arpa.piemonte.it/portale-sul-clima-in-piemonte/>
- Stazione Meteorologica Provincia di Vercelli: https://it.wikipedia.org/wiki/Stazione_meteorologica_di_Vercelli
- Joint Research Centre (https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_download/map_index.html)
- PORTALE SULL'ARIA IN PIEMONTE (arpa.piemonte.it): https://webgis.arpa.piemonte.it/secure_apps/aria_qualita_stazioni_webapp/
- PORTALE SULL'ARIA IN PIEMONTE (arpa.piemonte.it): https://webgis.arpa.piemonte.it/secure_apps/aria_modellistica_webapp/index.html;
- relazione di Progetto "FOR_3.1_Relazione tecnica – illustrativa
- US-EPA - AP42, Sezione 13.2.3: <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors>
- u.s. epa, emep corinair, 2013; anpa, 2000 - <https://www.eea.europa.eu/en>
- Banca dati dei fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia - isprambiente.it) - <https://fettransp.isprambiente.it/#/>
- Codice Modellistico SOUND PLAN versione 7.0
- Renewable energy in Europe: key for climate objectives, but air pollution needs attention <https://www.eea.europa.eu/publications/renewable-energy-in-europe-key/renewable-energy-in-europe-key>