

# “IR MELISSA STRONGOLI”

**Integrale ricostruzione dei Parchi Eolici Melissa Strongoli e Melissa San Francesco (KR) - Intervento di Repowering con sostituzione degli aerogeneratori esistenti e relativa riduzione del numero delle macchine**

*Comuni di Melissa e Strongoli (KR)*

## COMMITTENTE



**Edison Rinnovabili S.p.A.**

Foro Buonaparte n.31 - Milano (MI)  
P.IVA: 12921540154

## PROGETTAZIONE



Progettisti: Ing. Mariano Galbo

## Studio di Impatto Ambientale



**Appendice F**

## **Modellazione qualità dell'aria**

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	PRIMA EMISSIONE	Dicembre 2022	Stefano Monti Gemma Falcone Matteo Profeti Maurizio Florio	Marco Compagnino	Marco Compagnino
<b>Codice commessa:</b> P0032385-1-H7		<b>Codifica documento:</b> MEL-SIA-REL-0000_06			

## INDICE

	Pag.
<b>LISTA DELLE TABELLE</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DELLE FIGURE</b>	<b>3</b>
<b>ABBREVIAZIONI E ACRONIMI</b>	<b>5</b>
<b>1 PREMESSA</b>	<b>6</b>
<b>2 SINTESI DELLE CONCLUSIONI</b>	<b>9</b>
<b>3 DESCRIZIONE DEL SITO E DELLA FASE DI CANTIERE</b>	<b>10</b>
<b>4 STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE</b>	<b>11</b>
4.1 ANALISI DELLE EMISSIONI DI POLVERI DA ATTIVITA' DI CANTIERE	11
4.1.1 Piazzole di nuova realizzazione o esistenti da adeguare	11
4.1.2 Piazzole da ricoprire	16
4.1.3 Cavidotti	19
4.2 ANALISI DELLE EMISSIONI DI GAS DI SCARICO	20
<b>5 MODELLO DI CALCOLO</b>	<b>21</b>
5.1 CALPUFF	21
5.2 CALMET	22
5.2.1 Modello WRF (Weather Research and Forecasting)	23
5.3 CALPOST	23
<b>6 RICOSTRUZIONE DEL CAMPO DI VENTO 3D</b>	<b>24</b>
6.1 DOMINIO DI CALCOLO	24
6.2 OROGRAFIA E USO DEL SUOLO	24
6.3 DATI METEOROLOGICI	27
6.4 RISULTATI	28
<b>7 ANALISI MODELLISTICA DI DISPERSIONE</b>	<b>31</b>
7.1 ASSUNZIONI MODELLISTICHE	31
7.2 LIMITI DI RIFERIMENTO	36
7.3 RECETTORI DISCRETI	37
7.4 RISULTATI	38
7.4.1 PM <sub>10</sub>	39
7.4.2 NO <sub>x</sub>	39
7.4.3 CO	39
<b>REFERENZE</b>	<b>52</b>

## LISTA DELLE TABELLE

Tabella 4.1:	Valori dei coefficienti $k_i$ , $a_i$ e $b_i$ al variare del tipo di particolato	13
Tabella 4.2:	Valori dei coefficienti $k_i$ , $a_i$ e $b_i$ al variare del tipo di particolato	14
Tabella 4.3:	Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative alle piazzole di nuova realizzazione/esistenti da adeguare – Parco Eolico Melissa-Strongoli	15
Tabella 4.4:	Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative alle piazzole di nuova realizzazione/esistenti da adeguare – Parco Eolico San Francesco	15
Tabella 4.5:	Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative alle piazzole da ricoprire – Parco Eolico Melissa-Strongoli	17
Tabella 4.6:	Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative alle piazzole da ricoprire – Parco Eolico Melissa-Strongoli	17
Tabella 4.7:	Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative al nuovo cavidotto – Parco Eolico Melissa-Strongoli	19
Tabella 4.8:	Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative al nuovo cavidotto – Parco Eolico San Francesco	19
Tabella 4.9:	Emissioni orarie stimate per i mezzi impiegati durante la fase di cantiere	20
Tabella 7.1:	Caratteristiche geometriche delle sorgenti emissive areali – Parco Eolico Melissa-Strongoli	32
Tabella 7.2:	Caratteristiche geometriche delle sorgenti emissive areali – Parco Eolico San Francesco	34
Tabella 7.3:	Limiti normativi considerati per gli inquinanti emessi (Allegato XI e XII al D.Lgs. 155/2010)	36
Tabella 7.4:	Coordinate geografiche dei recettori considerati nello studio	37
Tabella 7.5:	Concentrazioni massime rilevate dovute alle attività di cantiere	38
Tabella 7.6:	Concentrazioni di inquinanti sui recettori sensibili	38

## LISTA DELLE FIGURE

Figura 1.1:	Inquadramento a scala regionale	6
Figura 1.2:	Inquadramento a scala comunale	6
Figura 1.3:	Prospetto dell'aerogeneratore	8
Figura 6.1:	Domini di calcolo meteorologico, computazionale e ricampionato	24
Figura 6.2:	Visualizzazione dei dati GeoTIFF disponibili dal database SRTM3	26
Figura 6.3:	Visualizzazione dei dati di land cover disponibili dal database CLC	26
Figura 6.4:	Dominio CALMET: griglia di elevazione (orografia)	27
Figura 6.5:	Dominio CALMET: griglia di uso del suolo	27
Figura 6.6:	Risultati CALMET: rose dei venti superficiali (layer 1) mensili e annuale	29
Figura 6.7:	CALMET: campo di vento 2D per alcuni istanti temporali (layer superficiale)	30
Figura 7.1:	Localizzazione delle sorgenti emissive areali e lineari	35
Figura 7.2:	Recettori discreti considerati per la dispersione degli inquinanti in CALPUFF	37
Figura 7.3:	PM <sub>10</sub> – 90.4° percentile delle concentrazioni giornaliere [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	40
Figura 7.4:	PM <sub>10</sub> – 90.4° percentile delle concentrazioni giornaliere [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico Melissa Strongoli)	41
Figura 7.5:	PM <sub>10</sub> – 90.4° percentile delle concentrazioni giornaliere [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico San Francesco)	41
Figura 7.6:	PM <sub>10</sub> – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	42
Figura 7.7:	PM <sub>10</sub> – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico Melissa Strongoli)	43
Figura 7.8:	PM <sub>10</sub> – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico San Francesco)	43
Figura 7.9:	NO <sub>x</sub> – concentrazioni massime su base oraria [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	44

Figura 7.10:	NOx – concentrazioni massime su base oraria [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico Melissa Strongoli)	45
Figura 7.11:	NOx – concentrazioni massime su base oraria [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico San Francesco)	45
Figura 7.12:	NOx – 99.8° percentile delle concentrazioni orarie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	46
Figura 7.13:	NOx – 99.8° percentile delle concentrazioni orarie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico Melissa Strongoli)	47
Figura 7.14:	NOx – 99.8° percentile delle concentrazioni orarie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico San Francesco)	47
Figura 7.15:	NOx – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	48
Figura 7.16:	NOx – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico Melissa Strongoli)	49
Figura 7.17:	NOx – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico San Francesco)	49
Figura 7.18:	CO – concentrazioni massime su base 8 ore [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]	50
Figura 7.19:	CO – concentrazioni massime su base 8 ore [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico Melissa Strongoli)	51
Figura 7.20:	CO – concentrazioni massime su base 8 ore [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico San Francesco)	51

### ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

<b>CLC</b>	Corine Land Cover
<b>CO</b>	Monossido di carbonio
<b>CS</b>	Cabina Smistamento
<b>DEM</b>	Digital Elevation Model
<b>GSHHS</b>	Global Self-consistent, Hierarchical, High-resolution Database
<b>IR</b>	Integrale Ricostruzione
<b>NOAA</b>	National Oceanic and Atmospheric Administration
<b>NOx</b>	Ossidi di azoto
<b>PM<sub>10</sub></b>	Particulate Matter - polveri sottili (< 10 µm)
<b>PTS</b>	Particolato Totale Sospeso
<b>SRTM</b>	Shuttle Radar Topography Mission
<b>USGS</b>	United States Geological Survey
<b>WRF</b>	Weather Research and Forecasting

## 1 PREMESSA

Il presente intervento è finalizzato all'Integrale Ricostruzione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica di proprietà della società Edison Rinnovabili S.p.A., localizzato nel territorio del comune di Melissa e Strongoli, provincia di Crotona, in Calabria. L'inquadramento è illustrato in Figura 1.1 e Figura 1.2.



Figura 1.1: Inquadramento a scala regionale



Figura 1.2: Inquadramento a scala comunale

L'attività di repowering proposto in progetto ha lo scopo di:

- incrementare l'intensità e la densità energetica, determinando un migliore sfruttamento energetico dei siti su cui è già presente l'impianto eolico, con aumento della produzione in contrapposizione ad una notevole diminuzione degli indici di occupazione territoriale degli aerogeneratori;
- sostituire gli aerogeneratori (integrale ricostruzione) presenti con aerogeneratori di taglie di maggiore potenza, con valorizzazione di siti con alti livelli di producibilità.

Il progetto prevede lavori di "ripotenziamento" dei due parchi eolici mediante:

- lo smantellamento di 25 aerogeneratori del Parco eolico Melissa Strongoli e di 13 aerogeneratori del Parco eolico San Francesco, per un totale di 76 MW, localizzati nei comuni di Melissa e Strongoli;
- per il Parco eolico San Francesco la sostituzione di 13 aerogeneratori (o Wind Turbine Generator, Wtg) da 2 MW con 8 aerogeneratori da 6,60 MW passando dagli attuali 26 MW ai 52,8 MW futuri; per il settore di Melissa Strongoli prevede la sostituzione di 25 aerogeneratori da 2 MW con 12 aerogeneratori da 6,60 MW passando dagli attuali 50,00 MW ai 79,20 MW futuri.

Per la tecnologia oggetto del presente studio, il concetto di Repowering è stato ulteriormente declinato, in maniera quantitativa, tramite il d.lgs. 28/2011, art. 5, come modificato dal D.L. 31 maggio 2021, n. 77. Le norme citate chiariscono che *"non sono considerati sostanziali (...omissis...) gli interventi da realizzare sui progetti e sugli impianti eolici, nonché sulle relative opere connesse, che a prescindere dalla potenza nominale risultante dalle modifiche, vengono realizzati nello stesso sito dell'impianto eolico e che comportano una riduzione minima del numero degli aerogeneratori rispetto a quelli già esistenti o autorizzati. I nuovi aerogeneratori, a fronte di un incremento del loro diametro, dovranno avere un'altezza massima, intesa come altezza dal suolo raggiungibile dalla estremità delle pale, non superiore all'altezza massima dal suolo raggiungibile dalla estremità delle pale dell'aerogeneratore già esistente moltiplicata per il rapporto fra il diametro del rotore del nuovo aerogeneratore e il diametro dell'aerogeneratore già esistente"*.

Difatti, il progetto di integrale ricostruzione prevede che, rispetto agli aerogeneratori esistenti, quelli di progetto abbiano una altezza massima dal suolo che è stata scrupolosamente valutata per permettere il soddisfacimento del suddetto criterio e contemporaneamente l'obiettivo di produzione energetica (nonché di riduzione degli aerogeneratori

Quanto sopra, ma soprattutto le considerazioni tecniche sviluppate nel presente Studio di Impatto Ambientale (e nei relativi allegati) permettono di riaffermare non solo la non significatività dei potenziali impatti ambientali associati alla realizzazione dell'iniziativa, ma anche come il progetto sia una rappresentazione chiara e solida della capacità del Proponente di integrare compiutamente le proprie esigenze di sviluppo tecnologico, con le richieste di raggiungimento degli obiettivi nazionali (e europei) in termini di sviluppo sostenibile e tutela ambientale.

Gli interventi previsti riguardano:

- ✓ smantellamento dei 38 aerogeneratori esistenti tra Melissa Strongoli (25 unità) e San Francesco (13 unità) e l'installazione di 20 nuovi aerogeneratori, di cui 16 unità coincideranno con le medesime posizioni degli esistenti, e solo quattro wtg, IR06-IR09-IR15-IR18, saranno realizzate in postazioni diverse dalle esistenti, ma comunque a distanze poco superiori a 100 m dalle unità esistenti.
- ✓ smantellamento dei cavi esistenti ad eccezione di quelli del cavidotto esterno di Melissa Strongoli che sono solo da integrare con una nuova linea;
- ✓ costruzione di un elettrodotto MT da 30 kV, sia interno di collegamento tra gli aerogeneratori, sia verso la stazione di trasformazione utente 30/150 kV negli stessi siti dei cavidotti esistenti;
- ✓ smantellamento degli n.2 locali MT delle cabine di smistamento (CS1,2) nel campo di Melissa Strongoli;
- ✓ installazione di n.2 nuovi locali MT associati alle cabine di smistamento esistenti, più installazione di una terza cabina di smistamento completa di cabinato MT e locale servizi ausiliari.
- ✓ adeguamento delle due sottostazioni elettriche di trasformazione utente esistenti;
- ✓ potenziamento delle linee RTN.

L'aerogeneratore impiegato nel presente progetto è il modello SG155 da 6.6 MW. È costituito da una torre di sostegno tubolare metallica a tronco di cono, di altezza fino a 125 m, sulla cui sommità è installata la navicella. Il rotore presenta un diametro massimo di 160 metri, per un'altezza massima complessiva del sistema torre-pale di 200 m. Il prospetto dell'aerogeneratore è illustrato in Figura 1.3.

Il Layout dell'impianto è schematicamente indicato nella precedente figura, ma meglio dettagliato nelle Tavole di Progetto.

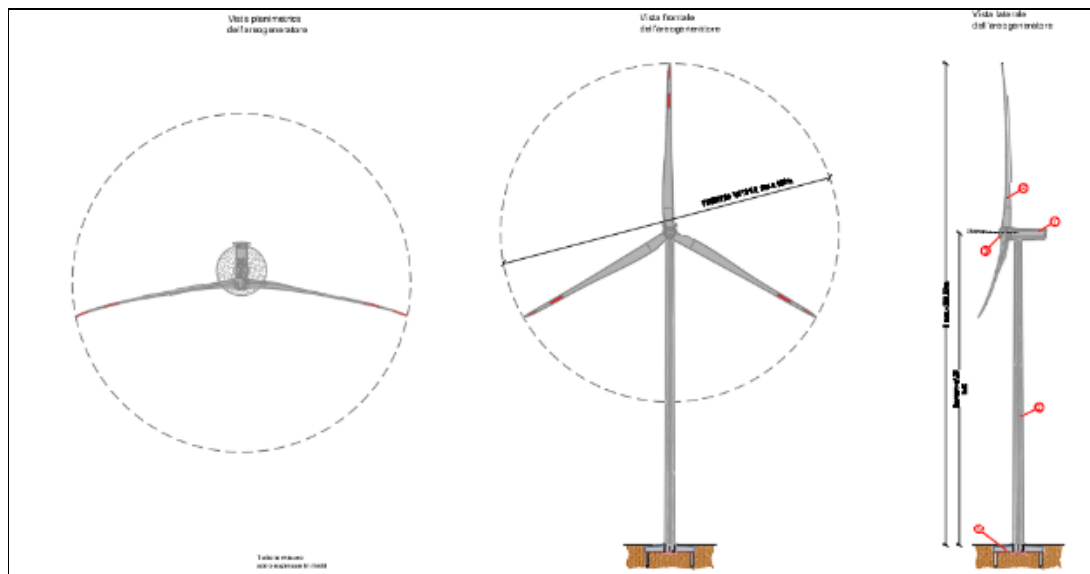


Figura 1.3: Prospetto dell'aerogeneratore

La presente relazione contiene l'analisi della dispersione di polveri in atmosfera causati dagli interventi correlati all'Integrale Ricostruzione degli impianti eolici in questione.

Le modalità tecniche di simulazione sono espresse ed indicate nella "Nota esplicitiva sulle simulazioni di modellistica della dispersione in atmosfera". In particolare, la nota suggerisce:

1. di impiegare dati meteorologici (in particolare anemometrici) e micrometeorologici adeguati a descrivere i flussi dalla sorgente alle aree/posizioni dei recettori. Essi dovrebbero tener conto dell'orografia e delle caratteristiche locali (si evidenzia anche la presenza della forzante data dall'interfaccia terra-mare a pochi chilometri dall'area di interesse);
2. che si tenga opportunamente in conto delle caratteristiche orografiche dell'area e delle quote altimetriche delle sorgenti e dei recettori, utilizzando la massima risoluzione spaziale possibile (compatibilmente con le potenzialità di calcolo e tempi di simulazione accettabili).



## **2 SINTESI DELLE CONCLUSIONI**

Al fine della valutazione degli impatti sulla qualità dell'aria delle emissioni polverulente provenienti dalle attività svolte durante le attività di cantiere e delle emissioni dei gas di scarico dei mezzi che effettuano le lavorazioni è stato eseguito uno studio modellistico attraverso i modelli di calcolo CALMET-CALPUFF di dispersione di polveri.

L'impatto cumulativo è stato valutato confrontando le concentrazioni delle polveri, in termini di PM<sub>10</sub>, degli ossidi di azoto NO<sub>x</sub> e del monossido di carbonio CO con i limiti di qualità dell'aria riportati negli Allegati XI e XII al D.Lgs. 155/2010.

Sebbene tutti i limiti normativi ad eccezione di quello relativo al CO vengano superati, le aree dove avvengono tali superamenti sono estremamente limitate ad un intorno di circa 300-350 m, e tutte ricadenti all'interno del perimetro dell'area di cantiere. Pertanto, è possibile concludere che non si riscontrano criticità per quanto riguarda la salute pubblica o ambientale.

Per quanto riguarda l'analisi sui principali recettori residenziali presenti entro 5 km dall'area di lavoro, si può osservare che il contributo degli inquinanti PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub> e CO provenienti dall'attività di cantiere è pressoché trascurabile, in quanto i valori calcolati si avvicinano ai valori di fondo.

Alla luce dei risultati ottenuti è lecito affermare che non vi sono impatti sulla Qualità dell'Aria durante le fasi di cantiere.

### **3 DESCRIZIONE DEL SITO E DELLA FASE DI CANTIERE**

La realizzazione dell'intervento è prevista nei territori comunali di Melissa e Strongoli, in provincia di Crotone (KR).

L'area di impianto, che ricade a cavallo dei territori comunali di Strongoli e Melissa, si sviluppa lungo la linea spartiacque che delimita i bacini idrografici del fiume Neto, torrente Lipuda, torrente Trinchicello, torrente Foresta, torrente Sportà e torrente Peticara; mentre gli impianti che ricadono nel territorio comunale di Melissa si localizzano sulla linea spartiacque che definisce i bacini del torrente Lipuda, torrente Petraro, torrente Peticara, torrente San Giacomo, vallone Saldi Comunali, canale Lagarritta.

L'attività di repowering proposto in progetto ha lo scopo di:

- ✓ incrementare l'intensità e la densità energetica, determinando un migliore sfruttamento energetico dei siti su cui è già presente l'impianto eolico, con aumento della produzione in contrapposizione ad una notevole diminuzione degli indici di occupazione territoriale degli aerogeneratori;
- ✓ sostituire gli aerogeneratori (integrale ricostruzione) presenti con aerogeneratori di taglie di maggiore potenza, con valorizzazione di siti con alti livelli di producibilità.

Il progetto prevede lavori di "ripotenziamento" dei due parchi eolici mediante:

- ✓ lo smantellamento di 25 aerogeneratori del Parco eolico Melissa Strongoli e di 13 aerogeneratori del Parco eolico San Francesco, per un totale di 76 MW, localizzati nei comuni di Melissa e Strongoli;
- ✓ per il Parco eolico San Francesco la sostituzione di 13 aerogeneratori (o Wind Turbine Generator, Wtg) da 2 MW con 8 aerogeneratori da 6,60 MW passando dagli attuali 26 MW ai 52,8 MW futuri; per il settore di Melissa Strongoli prevede la sostituzione di 25 aerogeneratori da 2 MW con 12 aerogeneratori da 6,60 passando dagli attuali 50,00 MW ai 79,20 MW futuri.

Allo stato attuale, tali aerogeneratori sono collegati tra loro da una strada sterrata principale, da cui dipartono le strade di accesso alle piazzole ove gli aerogeneratori sono installati. Al di sotto della strada, è interrato il cavidotto in Media Tensione. Tale cavidotto connette gli aerogeneratori tra loro e con le due Cabine di Smistamento. Ciascuna piazzola esistente misura circa 800-1000 m<sup>2</sup>, e le strade di accesso hanno larghezza di circa 4 m.

Con l'intervento di Integrale Ricostruzione, i 38 aerogeneratori smantellati saranno sostituiti da 20 aerogeneratori, di taglia 6.6 MW. Di questi, 16 aerogeneratori sorgeranno su piazzole già esistenti, dunque si realizzeranno 4 piazzole ex-novo con le relative strade di accesso. Le restanti 18 piazzole attualmente esistenti e che non saranno utilizzate a valle dell'intervento saranno invece smantellate e restituite agli usi originari, così come le relative strade di accesso.

L'intervento prevede inoltre la costruzione di una nuova Cabina di Smistamento (CS3) e l'adeguamento di due cabine esistenti CS1 e CS2), a cui i nuovi aerogeneratori saranno collegati tramite elettrodoto interrato. Tali cabine saranno collegate alle stazioni elettriche di Melissa e di Strongoli. Tutti gli elettrodotti saranno di tipo interrato, e i rispettivi tracciati coincidono con percorsi di viabilità già esistenti.

Si riepilogano le attività previste nell'intervento di Integrale Ricostruzione:

- ✓ Scotico delle superfici destinate alle piazzole e alle strade di accesso: 2 ex-novo, 10 attualmente esistenti per il Parco Eolico Melissa-Strongoli; 2 ex-novo, 6 attualmente esistenti per il Parco Eolico San Francesco;
- ✓ Scavo e rimozione delle fondazioni degli aerogeneratori situati nelle piazzole che saranno utilizzate a seguito dell'intervento, in numero di 10 per il Parco Eolico Melissa-Strongoli e 6 per il Parco Eolico San Francesco;
- ✓ Scavo per la posa delle nuove fondazioni, in numero di 2 per il Parco Eolico Melissa-Strongoli e 2 per il Parco Eolico San Francesco;
- ✓ Scavo per sostituzione dei cavidotti esistenti e posa dei nuovi cavidotti;
- ✓ Smantellamento delle piazzole e delle relative strade di accesso, in numero di 15 per il Parco Eolico Melissa-Strongoli e 7 per il Parco Eolico San Francesco.

## 4 STIMA DELLE EMISSIONI DIFFUSE

Durante la fase di cantiere, i potenziali impatti sulla qualità dell'aria a livello locale sono legati alle seguenti attività:

- ✓ emissione temporanea di polveri sospese (principalmente PTS e PM<sub>10</sub>) da movimentazione terra, scavi, carico e scarico di materiale polverulento su camion;
- ✓ emissione temporanea di gas di scarico in atmosfera da parte dei mezzi a motore coinvolti nella realizzazione e adeguamento delle piazzole dove saranno installati i nuovi aerogeneratori e nello scavo della trincea dove sarà posato il nuovo cavidotto;

Nei successivi paragrafi vengono dettagliati i calcoli per la quantificazione delle emissioni polverulente diffuse e delle emissioni dei gas di scarico dai mezzi di cantiere, suddivisi per ciascuna area e per tipologia di attività eseguita.

### 4.1 ANALISI DELLE EMISSIONI DI POLVERI DA ATTIVITA' DI CANTIERE

L'articolazione funzionale "modellistica previsionale" di ARPAT ha redatto, in collaborazione con la Regione Toscana, le Linee Guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti. Tali linee guida introducono i metodi di stima delle emissioni di particolato di origine diffusa prodotte dalle attività di trattamento degli inerti e dei materiali polverulenti in genere e le azioni ed opere di mitigazione che si possono attuare, anche ai fini dell'applicazione dell'Allegato V alla Parte Quinta del D.Lgs. n. 152/06 e s.m.i.. I metodi di valutazione proposti provengono principalmente da modelli US-EPA, in particolare vengono utilizzati i fattori di emissione proposti nell'AP-42. Nella trattazione, qualora applicati, vengono riportati i codici identificativi SCC (Source Classification Codes), in modo da facilitarne la ricerca nella fonte bibliografica, in particolare in WebFIRE.

Le operazioni esplicitamente considerate per il presente studio sono le seguenti:

- ✓ Scotico e sbancamento del materiale superficiale (AP-42 13.2.3);
- ✓ Scavo di materiale (AP-42 11.19.1)
- ✓ Formazione e stoccaggio di cumuli (AP-42 13.2.4);
- ✓ Erosione dei cumuli ad opera del vento (AP-42 13.2.5);
- ✓ Transito di mezzi su strade non asfaltate (AP-42 13.2.2);

Queste operazioni sono state valutate e caratterizzate secondo i corrispondenti modelli US-EPA o gli eventuali fattori di emissione proposti nell'AP-42, con opportune modifiche, specificazioni e/o semplificazioni in modo da poter essere applicati ai casi di interesse.

#### 4.1.1 Piazzole di nuova realizzazione o esistenti da adeguare

Nelle piazzole di nuova realizzazione viene svolta attività di scotico e sbancamento del materiale superficiale, realizzazione delle strade di collegamento con la viabilità esistente e scavi per le fondazioni dei nuovi aerogeneratori.

Le attività di scotico del terreno vegetale e di materiale proveniente dalla realizzazione di nuova viabilità prevedono un volume di materiale movimentato pari a:

$$12990.0 \text{ m}^3 + 22766.3 \text{ m}^3 - 13992.0 \text{ m}^3 = \mathbf{21764.4 \text{ m}^3}$$

quindi un volume medio di circa 1088 m<sup>3</sup> per ciascuna piazzola nuova o esistente da adeguare (31.5 m di larghezza piazzola × 57.5 m di lunghezza piazzola × 0.6 m di profondità di scavo). L'escavatore rimuove mediamente tale volume in circa 8 ore, ossia 136.0 m<sup>3</sup>/h. Considerando una densità media del materiale pari a 1.5 Mg/m<sup>3</sup>, si ha una produzione pari a 204.0 Mg/h. Ipotizzando una dimensione della benna pari a 2 m, l'area sarà totalmente lavorata ad una velocità media pari a 0.1132 km/h.

Considerando il fattore di emissione "13.2.3 Heavy construction operation" dell'AP-42, pari a 5.7 kg/km di PTS ed ipotizzando una quota di PM<sub>10</sub> pari al 60% del PTS, si ottiene un fattore di emissione per il PM<sub>10</sub> pari a EF<sub>i</sub> = 3.42 kg/km. Visto l'avanzamento medio stimato, avremo per questa fase un'emissione oraria di:

$$\mathbf{(\text{scotico}) } 3.42 \text{ kg/km} \times 0.1132 \text{ km/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = \mathbf{387.2 \text{ g/h}}$$

Le escavazioni per le fondazioni dei nuovi aerogeneratori e le perforazioni dei pali prevedono un volume di materiale movimentato pari a:

$$24915.9 \text{ m}^3 + 10205.0 \text{ m}^3 = \mathbf{35120.9 \text{ m}^3}$$

quindi un volume medio di circa 1756 m<sup>3</sup> per ciascuna piazzola nuova o esistente da adeguare. Per lo scavo sarà impiegato un escavatore cingolato che estrae un volume di materiale pari a 1756 m<sup>3</sup> in 2 giorni lavorativi (16 ore). La produzione di materiale è pari quindi a 109.75 m<sup>3</sup>/h (164.6 Mg/h). È stato considerato cautelativamente il fattore di emissione proposto dall'EPA e associato al SCC (Source Classification Code) 3-05-027-60 "Sand Handling, Transfer and Storage" in "Industrial Sand and Gravel", pari a 6.40E-04 kg/Mg di polveri totali, di cui il 60% è rappresentato dalle PM<sub>10</sub> (3.84E-04 kg/Mg).

$$\text{(scavo fondazioni)} \mathbf{3.84E-04 \text{ kg/Mg} \times 164.6 \text{ Mg/h} \times 1E+03 \text{ g/kg} = 63.2 \text{ g/h}}$$

Ulteriori scavi per la viabilità prevedono una movimentazione di materiale pari a:

$$\mathbf{52373.5 \text{ m}^3}$$

quindi un volume medio di circa 2618.7 m<sup>3</sup> per ciascuna piazzola nuova o esistente da adeguare che verrà lavorato dallo stesso mezzo cingolato in 1 giorno lavorativo (8 ore). La produzione di materiale è pari quindi a 327.33 m<sup>3</sup>/h (491.0 Mg/h). Considerando lo stesso fattore di emissione, la portata oraria di PM<sub>10</sub> è pari a:

$$\text{(scavo viabilità)} \mathbf{3.84E-04 \text{ kg/Mg} \times 491.0 \text{ Mg/h} \times 1E+03 \text{ g/kg} = 188.5 \text{ g/h}}$$

Il materiale rimosso attraverso le fasi di scotico e scavo dalla piazzola viene caricato sui bilici ad una velocità di circa 90 m<sup>3</sup>/h (135 Mg/h). Tale operazione può essere associata al SCC 3-05-025-06 "Construction sand and gravel – Bulk Loading" con il fattore di emissione pari a EF<sub>i</sub> = 1.20E-03 kg/Mg di materiale caricato, ovvero:

$$\text{(carico)} \mathbf{1.20E-03 \text{ kg/Mg} \times 135 \text{ Mg/h} \times 1E+03 \text{ g/kg} = 162.0 \text{ g/h}}$$

Il trasporto del materiale avviene su pista non pavimentata con copertura in ghiaia per mezzo di camion capaci di movimentare un carico di 30 Mg, pertanto, vista la produzione oraria, saranno effettuati mediamente 4.5 viaggi/h. Il tragitto medio percorso (andata e ritorno) fino alle aree dove tale materiale verrà reimpiegato (piazzole da ricoprire) è mediamente di circa 2.0 km per il Parco Eolico Melissa-Strongoli e 1.1 km per il Parco Eolico San Francesco. Per il calcolo dell'emissione di particolato dovuto al transito di mezzi su strade non asfaltate si ricorre al modello emissivo proposto nel paragrafo "13.2.2 Unpaved roads" dell'AP-42. Il fattore emissivo EF<sub>i</sub> è calcolato secondo la formula:

$$EF_i (\text{kg/km}) = k_i \cdot (s/12)^{a_i} \cdot (W/3)^{b_i}$$

EF<sub>i</sub> = fattore di emissione dell'i-esimo tipo di particolato;

i = particolato (PTS, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>);

s = contenuto di limo in percentuale in massa (%);

W = peso medio del veicolo (Mg);

k<sub>i</sub> a<sub>i</sub> e b<sub>i</sub> sono coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato ed i cui valori sono forniti nella Tabella 4.1.

Tabella 4.1: Valori dei coefficienti  $k_i$ ,  $a_i$  e  $b_i$  al variare del tipo di particolato

	$k_i$	$a_i$	$b_i$
PTS	1.38	0.7	0.45
PM <sub>10</sub>	0.423	0.9	0.45
PM <sub>2.5</sub>	0.0423	0.9	0.45

È stato ipotizzato un contenuto in limo pari all'1% (fondo stradale ricoperto in ghiaia) e un peso medio andata e ritorno di 26 Mg (peso del camion a vuoto pari a 11 Mg).

$$EF_i \text{ (kg/km)} = 0.423 \times (1\% / 12)^{0.9} \times (26 \text{ Mg} / 3)^{0.45} = 0.119 \text{ kg/km}$$

Di conseguenza avremo:

per il Parco Eolico Melissa-Strongoli:

$$2.0 \text{ km} \times 0.119 \text{ kg/km} = 0.239 \text{ kg/viaggio}$$

$$0.239 \text{ kg/viaggio} \times 4.5 \text{ viaggi/h} \times 1E+03 \text{ g/kg} = 1074.9 \text{ g/h}$$

per il Parco Eolico San Francesco:

$$1.1 \text{ km} \times 0.119 \text{ kg/km} = 0.131 \text{ kg/viaggio}$$

$$0.131 \text{ kg/viaggio} \times 4.5 \text{ viaggi/h} \times 1E+03 \text{ g/kg} = 591.2 \text{ g/h}$$

Considerando la lunghezza media del percorso fra le piazzole di nuova realizzazione/esistenti da adeguare e quelle da ricoprire, il contributo delle emissioni dovute al trasporto è stato opportunamente ripartito in percentuali proporzionali:

$$\text{(trasporto)} \ 1074.9 \text{ g/h} / 12 \times 44\% = 39.8 \text{ g/h (Parco Eolico Melissa-Strongoli)}$$

$$\text{(trasporto)} \ 591.2 \text{ g/h} / 8 \times 53\% = 39.4 \text{ g/h (Parco Eolico San Francesco)}$$

Un certo quantitativo di materiale arriva alle piazzole di nuova realizzazione/esistenti da adeguare dalla dismissione delle piazzole da ricoprire ( $15690.3 \text{ m}^3 + 7080.6 \text{ m}^3 = 22770.9 \text{ m}^3$ ). Tale materiale viene scaricato sulle piazzole per le successive lavorazioni. Tale fase corrisponde a quanto indicato dall'EPA nella scheda SCC 3-05-010-42 ("Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden"), che fornisce un fattore di emissione per le PM<sub>10</sub> pari a 5E-04 kg/Mg di materiale scaricato.

Ipotizzando che la velocità per le operazioni di scarico sia la medesima delle operazioni di carico ( $90 \text{ m}^3/\text{h}$ , ossia  $135 \text{ Mg/h}$ ), si ottiene una emissione di PM<sub>10</sub> pari a:

$$\text{(scarico)} \ 5E-04 \text{ kg/Mg} \times 135 \text{ Mg/h} \times 1E+03 \text{ g/kg} = 67.5 \text{ g/h}$$

Considerando un volume di materiale proveniente dalle piazzole da dismettere pari a  $15690.3 \text{ m}^3 + 7080.6 \text{ m}^3 = 22770.9 \text{ m}^3$  e un volume dato dal riutilizzo di materiale estratto dalle piazzole di nuova realizzazione/esistenti da adeguare di  $4455.7 \text{ m}^3 + 475.0 \text{ m}^3 = 4930.7 \text{ m}^3$  (Totale di  $27701.5 \text{ m}^3$ ), su ciascuna piazzola avremo un volume pari a circa  $1385.1 \text{ m}^3$ , ed ipotizzando una durata di circa 24 ore per la redistribuzione, si avrà una portata di materiale pari a circa  $57.7 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $86.6 \text{ Mg/h}$ ).

La produzione di PM<sub>10</sub> sarà perciò di:

(ridistribuzione materiale)  $0.003 \text{ kg/Mg} \times 86.6 \text{ Mg/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 259.7 \text{ g/h}$

Parte del materiale scavato/scoticato rimane in situ: l'operazione di formazione e stoccaggio del materiale in cumuli contribuisce all'emissione di  $\text{PM}_{10}$ . Il modello, proposto nel paragrafo 13.2.4 "Aggregate Handling and Storage Piles" dell'AP-42, calcola l'emissione di polveri per quantità di materiale lavorato in base alla seguente espressione:

$$EF_i(\text{kg/Mg}) = k_i (0.0016) \frac{\left(\frac{u}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

$EF_i$  = fattore di emissione dell'i-esimo tipo di particolato;

i = particolato (PTS,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ );

u = velocità del vento (m/s);

M = contenuto in percentuale di umidità (%);

$k_i$  = coefficiente che dipende dalle dimensioni del particolato ed i cui valori sono forniti nella Tabella 4.2.

Tabella 4.2: Valori dei coefficienti  $k_i$ , ai e bi al variare del tipo di particolato

	$k_i$
PTS	0.74
$\text{PM}_{10}$	0.35
$\text{PM}_{2.5}$	0.11

L'espressione di cui sopra è valida fermo restando alcuni presupposti, ovvero un contenuto di umidità di  $0.2 \div 4.8$  % e per velocità del vento nell'intervallo  $0.6 \div 6.7$  m/s.

Inserendo i dati, considerando quindi una velocità media annuale del vento pari a 3.8 m/s derivante dall'analisi dei dati WRF e ipotizzando un contenuto di umidità del 4%, si ottiene un fattore di emissione per questa attività pari a

$$EF_i = 0.35 \times (0.0016) \times ((3.8 \text{ m/s} / 2.2)^{1.3} / (4\% / 2)^{1.4}) = 4.31\text{E}-04 \text{ kg/Mg}$$

da cui deriva:

(formazione di cumuli)  $4.31\text{E}-04 \text{ kg/Mg} \times (204.0 + 164.6 + 491.0 + 135.0 - 135.0 \text{ Mg/h}) \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 371.2 \text{ g/h}$

Relativamente alla quantificazione delle emissioni per erosione del vento dei cumuli di materiale superficiale, facendo riferimento al paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion" dell'AP-42, visto il basso fattore emissivo areale per il  $\text{PM}_{10}$ , si è verificato un contributo trascurabile e comunque quantificato per eccesso in 1.0 g/h.

(erosione dei cumuli dal vento) 1.0 g/h

Per quanto riguarda la ridistribuzione uniforme del materiale scaricato ai fini dell'adeguamento della copertura delle piazzole, è stata associata a tale lavorazione la scheda SCC 3-05-010-48 ("Overburden Replacement") dell'EPA, che fornisce un valore pari a 0.003 kg/Mg di materiale processato.

Nelle tabelle seguenti vengono riportate le stime delle emissioni polverulente per le attività eseguite sulle piazzole di nuova realizzazione o su quelle esistenti da adeguare. I valori sono relativi a ciascuna delle 12 piazzole del Parco Eolico Melissa-Strongoli (Tabella 4.3) e a ciascuna delle 8 piazzole inerenti al Parco Eolico San Francesco (Tabella 4.4).

**Tabella 4.3: Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative alle piazzole di nuova realizzazione/esistenti da adeguare – Parco Eolico Melissa-Strongoli**

Fase	Emissione oraria [g/h]
Scotico materiale superficiale	387.2
Scavo per fondazioni	63.2
Scavo per viabilità	188.5
Carico materiale superficiale sui camion	162.0
Trasporto materiale superficiale (% relativa a ciascuna aera)	39.8
Scarico materiale superficiale dai camion	67.5
Ridistribuzione materiale di riporto	259.7
Formazione e stoccaggio di cumuli di materiale superficiale	371.2
Erosione dei cumuli di materiale superficiale dal vento	1.0
<b>TOTALE</b>	<b>1540.2</b>

**Tabella 4.4: Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative alle piazzole di nuova realizzazione/esistenti da adeguare – Parco Eolico San Francesco**

Fase	Emissione oraria [g/h]
Scotico materiale superficiale	387.2
Scavo per fondazioni	63.2
Scavo per viabilità	188.5
Carico materiale superficiale sui camion	162.0
Trasporto materiale superficiale (% relativa a ciascuna aera)	39.4
Scarico materiale superficiale dai camion	67.5
Ridistribuzione materiale di riporto	259.7
Formazione e stoccaggio di cumuli di materiale superficiale	371.2
Erosione dei cumuli di materiale superficiale dal vento	1.0
<b>TOTALE</b>	<b>1539.8</b>

#### 4.1.2 Piazzole da ricoprire

Una quota parte delle emissioni polverulente dovute al trasporto su strada non asfaltata viene attribuita a ciascuna delle piazzole da ricoprire, nello specifico:

$$\text{(trasporto)} \ 1074.9 \text{ g/h} / 15 \times 56\% = 39.8 \text{ g/h (Parco Eolico Melissa-Strongoli)}$$

$$\text{(trasporto)} \ 591.2 \text{ g/h} / 7 \times 47\% = 39.4 \text{ g/h (Parco Eolico San Francesco)}$$

Un certo quantitativo di materiale arriva alle piazzole da ricoprire dalle lavorazioni effettuate sulle piazzole di nuova realizzazione/esistenti da adeguare ( $33000.0 \text{ m}^3 + 9364.5 \text{ m}^3 + 12903.0 \text{ m}^3 = 55267.5 \text{ m}^3$ ). Tale materiale viene scaricato sulle piazzole per le successive lavorazioni. Tale fase corrisponde a quanto indicato dall'EPA nella scheda SCC 3-05-010-42 ("Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden"), che fornisce un fattore di emissione per le  $\text{PM}_{10}$  pari a  $5\text{E-}04 \text{ kg/Mg}$  di materiale scaricato.

Ipotizzando che la velocità per le operazioni di scarico sia la medesima delle operazioni di carico ( $90 \text{ m}^3/\text{h}$ , ossia  $135 \text{ Mg/h}$ ), si ottiene una emissione di  $\text{PM}_{10}$  pari a:

$$\text{(scarico)} \ 5\text{E-}04 \text{ kg/Mg} \times 135 \text{ Mg/h} \times 1\text{E+}03 \text{ g/kg} = 67.5 \text{ g/h}$$

Nelle piazzole da ricoprire viene svolta attività di scotico e rimozione di materiale superficiale destinato alle piazzole di nuova realizzazione o da adeguare, per un volume stimato pari a

$$15690.3 \text{ m}^3 + 7080.6 \text{ m}^3 = 22770.9 \text{ m}^3$$

quindi un volume medio di circa  $1139 \text{ m}^3$  per ciascuna piazzola nuova o esistente da adeguare ( $31.5 \text{ m}$  di larghezza piazzola  $\times 57.5 \text{ m}$  di lunghezza piazzola  $\times 0.63 \text{ m}$  di profondità di scavo). L'escavatore rimuove mediamente tale volume in circa 8 ore, ossia  $142.3 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $213.5 \text{ Mg/h}$ ). Ipotizzando una dimensione della benna pari a  $2 \text{ m}$ , l'area sarà totalmente lavorata ad una velocità media pari a  $0.1132 \text{ km/h}$

Considerando il fattore di emissione "13.2.3 Heavy construction operation" dell'AP-42, pari a  $5.7 \text{ kg/km}$  di PTS ed ipotizzando una quota di  $\text{PM}_{10}$  pari al 60% del PTS, si ottiene un fattore di emissione per il  $\text{PM}_{10}$  pari a  $\text{EF}_i = 3.42 \text{ kg/km}$ . Visto l'avanzamento medio stimato, avremo per questa fase un'emissione oraria di:

$$\text{(scotico)} \ 3.42 \text{ kg/km} \times 0.1132 \text{ km/h} \times 1\text{E+}03 \text{ g/kg} = 387.2 \text{ g/h}$$

Il materiale rimosso attraverso la fase di scotico dalla piazzola viene caricato sui bilici ad una velocità di circa  $90 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $135 \text{ Mg/h}$ ). Tale operazione può essere associata al SCC 3-05-025-06 "Construction sand and gravel – Bulk Loading" con il fattore di emissione pari a  $\text{EF}_i = 1.20\text{E-}03 \text{ kg/Mg}$  di materiale caricato, ovvero:

$$\text{(carico)} \ 1.20\text{E-}03 \text{ kg/Mg} \times 135 \text{ Mg/h} \times 1\text{E+}03 \text{ g/kg} = 162.0 \text{ g/h}$$

Per quanto riguarda la ridistribuzione uniforme del materiale scaricato ai fini della copertura delle piazzole, è stata associata a tale lavorazione la scheda SCC 3-05-010-48 ("Overburden Replacement") dell'EPA, che fornisce un valore pari a  $0.003 \text{ kg/Mg}$  di materiale processato.

Considerando un volume totale proveniente dalle piazzole nuove/da adeguare pari a  $33000.0 \text{ m}^3 + 9364.5 \text{ m}^3 + 12903.0 \text{ m}^3 = 55267.5 \text{ m}^3$ , su ciascuna piazzola da ricoprire avremo un volume pari a circa  $2763.4 \text{ m}^3$ , ed ipotizzando una durata di circa 24 ore per la ridistribuzione, si avrà una portata di materiale pari a circa  $115 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $172.7 \text{ Mg/h}$ ).

La produzione di  $\text{PM}_{10}$  sarà perciò di:



(ridistribuzione materiale)  $0.003 \text{ kg/Mg} \times 172.7 \text{ Mg/h} \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 518.1 \text{ g/h}$

Parte del materiale lavorato nelle piazzole da ricoprire rimane temporaneamente stoccato in cumuli; si può stimare pertanto una emissione polverulenta pari a :

(formazione di cumuli)  $4.31\text{E}-04 \text{ kg/Mg} \times (213.5 + 135.0 - 135.0 \text{ Mg/h}) \times 1\text{E}+03 \text{ g/kg} = 92.2 \text{ g/h}$

Relativamente alla quantificazione delle emissioni per erosione del vento dei cumuli di materiale superficiale, facendo riferimento al paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion" dell'AP-42, visto il basso fattore emissivo areale per il PM<sub>10</sub>, si è verificato un contributo trascurabile e comunque quantificato per eccesso in 1.0 g/h.

(erosione dei cumuli dal vento) **1.0 g/h**

Nelle tabelle seguenti vengono riportate le stime delle emissioni polverulente per le attività eseguite sulle piazzole da ricoprire. I valori sono relativi a ciascuna delle 15 piazzole del Parco Eolico Melissa-Strongoli (Tabella 4.5) e a ciascuna delle 7 piazzole inerenti al Parco Eolico San Francesco (Tabella 4.6).

**Tabella 4.5: Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative alle piazzole da ricoprire – Parco Eolico Melissa-Strongoli**

Fase	Emissione oraria [g/h]
Trasporto materiale superficiale (% relativa a ciascuna aera)	39.8
Scarico materiale superficiale dai camion	67.5
Scotico materiale superficiale	387.2
Carico materiale superficiale sui camion	162.0
Ridistribuzione materiale di riporto	518.1
Formazione e stoccaggio di cumuli di materiale superficiale	92.2
Erosione dei cumuli di materiale superficiale dal vento	1.0
<b>TOTALE</b>	<b>1267.8</b>

**Tabella 4.6: Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative alle piazzole da ricoprire – Parco Eolico Melissa-Strongoli**

Fase	Emissione oraria [g/h]
Trasporto materiale superficiale (% relativa a ciascuna aera)	39.8
Scarico materiale superficiale dai camion	67.5

Scotico materiale superficiale	387.2
Carico materiale superficiale sui camion	162.0
Ridistribuzione materiale di riporto	518.1
Formazione e stoccaggio di cumuli di materiale superficiale	92.2
Erosione dei cumuli di materiale superficiale dal vento	1.0
<b>TOTALE</b>	<b>1267.8</b>

### 4.1.3 Cavidotti

L'attività di scavo per la posa dei nuovi cavidotti verrà eseguita con un escavatore cingolato lungo tutti i tracciati, aventi una lunghezza di circa 14860 m e 7915 m rispettivamente per il Parco Eolico Melissa-Strongoli e San Francesco. Ipotizzando una velocità di avanzamento dello scavo pari a 500 m/giorno (0.0625 km/h), la durata complessiva per terminare questa lavorazione è di circa 238 h per il Parco Eolico Melissa-Strongoli e 127 h per il Parco Eolico San Francesco. Considerando inoltre un volume di materiale asportato di 18965 m<sup>3</sup> (Melissa-Strongoli) e di 11062 m<sup>3</sup> (San Francesco) si avrà una portata media oraria rispettivamente di 79.75 m<sup>3</sup>/h (119.6 Mg/h) e di 87.36 m<sup>3</sup>/h (131.0 Mg/h).

Per la realizzazione dello scavo, è stato considerato il fattore di emissione proposto dall'EPA e associato al SCC (Source Classification Code) 3-05-027-60 "Sand Handling, Transfer and Storage" in "Industrial Sand and Gravel", pari a 6.40E-04 kg/Mg di polveri totali, di cui il 60% è rappresentato dalle PM<sub>10</sub> (3.84E-04 kg/Mg).

**(scavo) 3.84E-04 kg/Mg × 119.6 Mg/h × 1E+03 g/kg = 45.9 g/h (Parco Eolico Melissa-Strongoli)**

**(scavo) 3.84E-04 kg/Mg × 131.0 Mg/h × 1E+03 g/kg = 50.3 g/h (Parco Eolico San Francesco)**

In Tabella 4.7 e Tabella 4.8 vengono riportate le stime delle emissioni polverulente per le attività eseguite durante gli scavi dei nuovi cavidotti dei Parchi Eolici Melissa-Strongoli e San Francesco.

**Tabella 4.7: Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative al nuovo cavidotto – Parco Eolico Melissa-Strongoli**

Fase	Emissione oraria [g/h]
Scavo per posa cavidotto	45.9
<b>TOTALE</b>	<b>45.9</b>

**Tabella 4.8: Emissioni orarie stimate per le lavorazioni relative al nuovo cavidotto – Parco Eolico San Francesco**

Fase	Emissione oraria [g/h]
Scavo per posa cavidotto	50.3
<b>TOTALE</b>	<b>50.3</b>

## 4.2 ANALISI DELLE EMISSIONI DI GAS DI SCARICO

Per la fase di cantiere si prevede l'impiego di tre tipologie di veicoli necessari sia per le lavorazioni sulle piazzole, sia per la realizzazione degli scavi per la posa del nuovo cavidotto.

È stato ipotizzato l'impiego di quattro mezzi (due camion, un escavatore e una pala cingolata) per le lavorazioni sulle piazzole, mentre di un escavatore e di una pala cingolata per gli scavi delle trincee per la posa dei nuovi cavidotti. I relativi fattori emissivi per le PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub> e CO sono desunti dal documento "Off-road Mobile Source Emission Factors (Scenario Years 2007 – 2025)" e sono riportati nella seguente Tabella 4.9:

Tabella 4.9: Emissioni orarie stimate per i mezzi impiegati durante la fase di cantiere

Tipo di veicolo	Max HP	Emissione oraria [g/h] PM10	Emissione oraria [g/h] NOx	Emissione oraria [g/h] CO
Camion	175	7.98	158.8	341.9
Escavatore	120	6.72	144.3	224.9
Pala cingolata	120	13.8	194.9	208.0
<b>TOT. PIAZZOLE</b>		36.48	657.0	1116.7
<b>TOT. CAVIDOTTO</b>		20.52	339.2	432.9

## 5 MODELLO DI CALCOLO

Ai fini dell'individuazione del modello di calcolo più idoneo per una corretta esecuzione di uno studio di modellistica diffusionale atmosferica, si deve prestare particolare attenzione ai seguenti elementi:

- ✓ specificità geografica e morfologica del sito;
- ✓ tipologia di sorgenti considerate (puntuali, lineari, areali o volumetriche);
- ✓ intervallo spaziale e temporale di analisi, che rende necessaria l'applicazione di un modello di mesoscala;
- ✓ tipologia di inquinanti trattati, caratterizzati da stati fisici particellari o gassosi.

Alla luce degli aspetti sopra considerati, il modello più appropriato al caso specifico di indagine risulta essere CALPUFF. Quest'ultimo è un modello a "puff", indicato per condizioni di orografia complessa, situazioni meteorologiche critiche come le calme di vento e domini spaziali anche di grandi dimensioni (raggi d'influenza compresi tra e 10 e 100 km), capace di modellare non solo la dispersione atmosferica degli inquinanti, ma anche la deposizione al suolo. Il modello, inoltre, è tra i più utilizzati e universalmente riconosciuti nel mondo come supporto di studi di impatto ambientale.

Il sistema modellistico CALPUFF si compone di tre componenti separate: CALMET, CALPUFF e CALPOST, oltre ad una quantità di preprocessori progettati per interfacciare il modello con data set meteorologici e territoriali di tipo standard e di largo utilizzo.

CALMET rappresenta il modello meteorologico che ricostruisce la serie oraria del campo tridimensionale di vento e di temperatura. L'output prodotto da CALMET, inoltre, include anche campi bidimensionali (superficiali) di parametri quali, ad esempio, altezza di mescolamento, caratteristiche superficiali e parametri dispersivi.

CALPUFF è il modello di trasporto e dispersione, necessario per il calcolo delle traiettorie, della dispersione e delle trasformazioni di "puff" di materiale emesso dalle sorgenti simulate. Normalmente esso utilizza i campi generati da CALMET, anche se è in grado, comunque, di utilizzare dati meteorologici di tipo più semplice (ad esempio dati puntuali) in analogia con altri modelli di diffusione. Le variazioni spaziali e temporali nei campi meteorologici selezionati sono esplicitamente prese in considerazione all'interno del periodo di simulazione. Il principale output di CALPUFF contiene le concentrazioni o le deposizioni orarie valutate ad ogni recettore impostato.

CALPOST è, invece, utilizzato per l'elaborazione dei dati prodotti da CALPUFF, ad esempio producendo tabelle riassuntive e/o identificando i valori di picco ed i vari percentili per i vari recettori.

### 5.1 CALPUFF

Il modello CALPUFF, realizzato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resources Board (CARB) e del U.S. Environmental Protection Agency (US-EPA) è un modello di dispersione non stazionario, che veicola i "puff" gaussiani di materiale emesso dalle sorgenti attraverso un approccio lagrangiano. CALPUFF è specifico per gli inquinanti inerti o debolmente reattivi e può funzionare sia in modalità short-term, per studi d'impatto ambientale relativi ad uno specifico caso-studio, che in modalità long-term, nel caso si renda necessario stimare valori di concentrazione medi su periodi temporali rappresentativi (ad es. un anno). È adatto alla simulazione della dispersione di emissioni da sorgenti industriali, anche multiple. È in grado di calcolare la deposizione secca ed umida, gli effetti di scia dovuti agli edifici, la dispersione da sorgenti puntiformi, areali o volumetriche, l'innalzamento graduale del pennacchio in funzione della distanza dalla sorgente, l'influenza dell'orografia del suolo sulla dispersione, la dispersione in casi di venti deboli o assenti.

I coefficienti di dispersione sono calcolati dai parametri di turbolenza, anziché dalle classi di stabilità di Pasquill-Gifford-Turner, vale a dire che la turbolenza è descritta da funzioni continue anziché discrete. Durante i periodi in cui lo strato limite ha struttura convettiva, la distribuzione delle concentrazioni all'interno di ogni singolo "puff" è gaussiana sui piani orizzontali, ma asimmetrica sui piani verticali, cioè tiene conto della asimmetria della funzione di distribuzione di probabilità delle velocità verticali. Il modello simula gli effetti sulla dispersione dovuti ai moti ascendenti e discendenti tipici delle ore più calde della giornata e dovuti a vortici di grande scala.

Tra i principali input di cui il modello necessita vi sono:

- ✓ definizione delle sorgenti: posizione, ratei di emissione, temperatura di emissione, velocità di emissione, caratteristiche fisiche (altezza dei camini e loro diametro);
- ✓ definizione della meteorologia;

- ✓ definizione dei parametri di controllo della simulazione: quali variabili produrre in output (concentrazioni, deposizioni), quali parametri di dispersione utilizzare (urbani, rurali), ecc.;
- ✓ definizione dei recettori discreti: posizioni in cui le variabili d'uscita devono essere calcolate.

Le caratteristiche principali di CALPUFF sono:

- ✓ capacità di trattare sorgenti puntuali, lineari, areali, di volume, con caratteristiche variabili nel tempo (flusso di massa dell'inquinante, velocità di uscita dei fumi, temperatura, ecc.);
- ✓ notevole flessibilità relativamente all'estensione del dominio di simulazione, da poche decine di metri (scala locale) a centinaia di chilometri dalla sorgente (mesoscala);
- ✓ capacità di trattare situazioni meteorologiche variabili e complesse, come calme di vento, parametri dispersivi non omogenei, effetti vicino alla sorgente, come transitional plume rise (innalzamento del plume dalla sorgente), building downwash (effetti locali di turbolenza dovuti alla presenza di ostacoli lungo la direzione del flusso), partial plume penetration (parziale penetrazione del plume nello strato d'inversione), fumigation;
- ✓ capacità di trattare condizioni di orografia complessa e caratterizzate da una significativa rugosità, nelle quali gli effetti della fisionomia del terreno influenzano la dispersione degli inquinanti;
- ✓ capacità di trattare effetti a lungo raggio quali le trasformazioni chimiche, trasporto sopra l'acqua ed interazione tra zone marine e zone costiere;
- ✓ possibilità di applicazione ad inquinanti inerti e polveri, soggetti a rimozione a secco o ad umido, ed a inquinanti reagenti: si possono considerare la formazione di inquinanti secondari, il fenomeno di smog fotochimico, ecc.

## 5.2 CALMET

CALMET è un pacchetto di simulazione per la ricostruzione del dominio meteorologico in grado di sviluppare campi di vento sia diagnostici che prognostici, rendendo così il sistema diffusionale capace di trattare condizioni atmosferiche complesse, variabili nel tempo e nello spazio.

CALMET consente di tener conto di diverse caratteristiche, quali la pendenza del terreno, la presenza di ostacoli al flusso, la presenza di zone marine o corpi d'acqua. È dotato inoltre di un processore micrometeorologico, in grado di calcolare i parametri dispersivi all'interno dello strato limite (PBL), come altezza di miscelamento e coefficienti di dispersione; inoltre, consente di produrre campi tridimensionali di temperatura e, a differenza di altri processori meteorologici (come per esempio AERMET), calcola internamente la classe di stabilità atmosferica, tramite la localizzazione del dominio (coordinate UTM), l'ora del giorno e la copertura del cielo.

Relativamente alla costruzione del campo di vento, CALMET è in grado di tenere conto degli effetti cinematici del terreno e risulta, quindi, adatto ad applicazioni in presenza di orografia complessa; in particolare, effettua il calcolo dello slope flow, cioè del flusso di aria che si genera lungo i pendii quando l'aria fredda nei pressi del terreno è accelerata verso valle a causa della forza di gravità.

Il modello meteorologico CALMET si compone, nel dettaglio, di un modulo per il calcolo del campo di vento (modello di tipo diagnostico) e di un modulo per il calcolo dei parametri micrometeorologici dello strato limite atmosferico. Il modello diagnostico per il calcolo dei campi di vento utilizza un algoritmo in due fasi. Nella prima fase una stima iniziale del campo di vento viene modificata in base agli effetti cinematici del terreno, dei pendii presenti, degli effetti di bloccaggio. Successivamente, nella seconda fase, mediante una procedura analitica oggettiva, vengono introdotti i dati osservati di input all'interno del campo prodotto dalla prima fase, ottenendo così il campo di vento finale. Esiste comunque la possibilità di utilizzare come input campi di vento (generalmente a maglie più larghe) prodotti da modelli meteorologici di tipo prognostico, come ad esempio MM4-MM5 o WRF.

Di seguito si analizzano nel dettaglio le caratteristiche dell'approccio modellistico di CALMET.

Nella prima fase, gli effetti cinematici del terreno vengono considerati mediante l'approccio di Liu e Yocke (1980). Il campo di vento iniziale viene modificato tramite l'aggiunta di componenti verticali indotte dall'orografia complessa, utilizzando una funzione di decadimento di tipo esponenziale, dipendente dalla stabilità atmosferica. Gli effetti del terreno sulle componenti orizzontali del vento sono invece valutati applicando uno schema di minimizzazione della divergenza al campo di vento iniziale stimato. L'algoritmo viene applicato iterativamente fino a che la divergenza tridimensionale risulta al di sotto di una certa soglia. Il flusso sui pendii viene calcolato in base alla parametrizzazione di Mahrt (1982), mentre gli effetti termodinamici di bloccaggio del terreno sul flusso di vento sono parametrizzati in termini di numero di Froude locale.

Nella seconda fase di calcolo, la procedura prevede l'introduzione dei dati di input osservati. Viene effettuata un'interpolazione pesando maggiormente i punti nelle vicinanze del dato osservato, mentre il campo di vento risultante dalla prima fase risulta dominante nelle regioni del dominio più lontane. Come già accennato in precedenza, in alternativa ai dati osservati, possono essere utilizzati i risultati derivanti da modelli di tipo prognostico a larga scala.

Per il calcolo dei parametri micrometeorologici CALMET utilizza due differenti modelli, a seconda della tipologia di superficie planetaria coinvolta (terreno o acqua). Al di sopra della terraferma, viene applicato il bilancio energetico di Holtslag e Van Ulden (1983) per il calcolo dei valori bidimensionali orari di flusso di calore sensibile, velocità di attrito, lunghezza di Monin-Obukhov e velocità convettiva di scala. Le altezze di mescolamento sono determinate a partire dai valori calcolati di flusso superficiale di calore e dai valori osservati dei profili verticali di temperatura.

Nel caso in esame sono stati utilizzati, come campo di vento iniziale, i dati meteorologici prognostici elaborati dal modello WRF. Ciò consente di utilizzare dati distribuiti su una spaziatura orizzontale significativamente grande e con diversa risoluzione verticale, ottenendo una ricostruzione del campo di vento più consistente e realistica, rispetto all'uso di dati puntuali (misure da stazioni al suolo e profilometriche). Il campo di vento iniziale (initial-guess wind field), costituito dai dati prognostici WRF (3D.dat) è stato corretto dal CALMET in base agli effetti cinematici del terreno sulla base di dati orografici e d'uso del suolo forniti in input al modello.

### **5.2.1 Modello WRF (Weather Research and Forecasting)**

Il Weather Research and Forecasting Model (WRF) è un sistema di previsione numerica di nuova generazione progettato per simulare o predire la circolazione atmosferica a mesoscala. È dotato di due nuclei dinamici: un sistema di assimilazione dati e un'architettura software che permette di eseguire parallelamente la computazione e l'estensibilità del sistema. Il modello propone una vasta gamma di applicazioni meteorologiche su diverse scale da decine di metri a migliaia di chilometri. Lo sforzo di sviluppare WRF, iniziato alla fine degli anni '90, è frutto della collaborazione principalmente tra il National Center for Atmospheric Research (NCAR), la National Oceanic and Atmospheric Administration (rappresentato dal National Centers for Environmental Prediction (NCEP) e (successivamente) dal Forecast Systems Laboratory (FSL), l'Air force Weather Agency (AFWA), il Naval Research Laboratory, l'University of Oklahoma e il Federal Aviation Administration (FAA).

Il modello WRF è in grado di generare la simulazione atmosferica utilizzando dati reali (osservazioni, analisi), o condizioni ideali. WRF genera previsioni meteo operative su una piattaforma flessibile e computazionalmente efficiente, fornendo al contempo contributi al progresso della fisica e dell'analisi numerica, assimilando il contributo di numerosi ricercatori di tutto il mondo.

### **5.3 CALPOST**

CALPOST è il modulo in grado di elaborare l'output primario del CALPUFF, con i valori delle concentrazioni in corrispondenza dei recettori, a griglia o discreti, per renderlo adatto ad una migliore visualizzazione dei risultati nei formati richiesti dall'utente.

Lo stesso modulo consente anche di calcolare la riduzione della visibilità dovuta alle emissioni e la possibilità di applicare dei fattori di scala alle concentrazioni calcolate con CALPUFF, per una migliore rappresentazione dei risultati.

CALPOST consente l'estrazione di stime orarie, per un inquinante alla volta, di medie giornaliere, mensili o su di un numero di ore a piacere. Le stime di concentrazione (o di flusso di deposizione) vengono fornite sia in formato ASCII, sia in formato GRD.

## 6 RICOSTRUZIONE DEL CAMPO DI VENTO 3D

### 6.1 DOMINIO DI CALCOLO

Vista l'eterogeneità orografica dell'area oggetto di studio, risulta necessario l'utilizzo di un dominio di calcolo di un'ampiezza tale da considerare, nella modellazione, un'area sufficientemente rappresentativa. D'altra parte, una elevata estensione del dominio di calcolo comporta l'utilizzo di una risoluzione più grossolana, e quindi una minor precisione del calcolo. Nella scelta del dominio di calcolo è stato dunque necessario ottimizzare i due aspetti.

Il presente studio è stato eseguito costruendo un dominio meteorologico, (Figura 6.1), definito con una estensione di 80 x 80 km<sup>2</sup> e diviso in una griglia regolare a celle quadrate con una risoluzione di 1 km. L'estensione verticale raggiunge una quota di 4000 m, con 10 layer verticali compresi tra il livello del suolo e la massima altezza. Il dominio computazionale, che è il dominio all'interno del quale vengono considerate le sorgenti emissive e su cui vengono simulati i fenomeni di avvezione e dispersione degli inquinanti, ha estensione 60 x 60 km<sup>2</sup> con risoluzione cella di 1 km ed è stato scelto in modo che l'area oggetto di studio risultasse al centro del dominio. Il dominio di ricampionamento è stato invece scelto di dimensione ridotta 20 x 20 km<sup>2</sup> con risoluzione di 200 m e rappresenta il dominio su cui vengono forniti gli output di concentrazione.

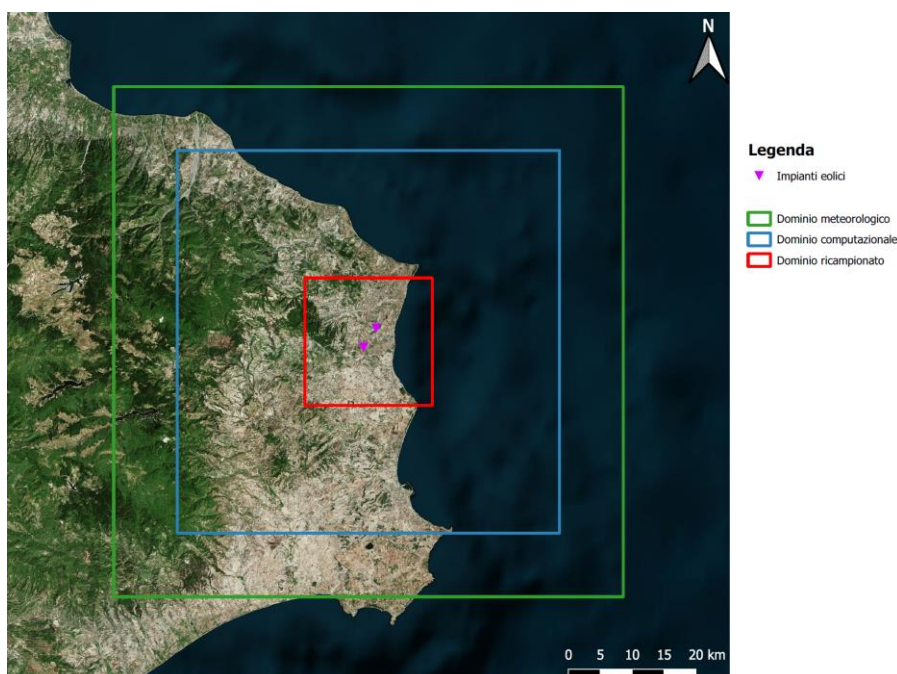


Figura 6.1: Domini di calcolo meteorologico, computazionale e ricampionato

### 6.2 OROGRAFIA E USO DEL SUOLO

I dati necessari per la definizione delle caratteristiche orografiche e idrografiche del dominio di studio sono stati estratti dal database SRTM, frutto di una collaborazione tra National Aeronautics and Space Administration (NASA), National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) e altre agenzie spaziali, tra cui quella tedesca e italiana. Il modello digitale di elevazione (DEM) utilizzato è SRTM3, che ha una risoluzione di 3 arco secondi (circa 90 m) (Figura 6.2). Nelle aree del dominio dove tali dati non sono disponibili si è fatto ricorso ai dati GTOPO30 forniti dall'U.S. Geological Survey (USGS) caratterizzati da una risoluzione più grossolana di 30 arco secondi (circa 900 m). Per migliorare la caratterizzazione orografica del dominio di interesse, sono stati impiegati anche i dati delle linee di costa e dei corpi d'acqua ad alta risoluzione Global Self-consistent, Hierarchical, High-resolution Database (GSHHS) forniti dal National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

Per quanto riguarda l'uso del suolo, è stato utilizzato il database Corine Land Cover (CLC) dell'anno 2018, messo a disposizione dal Global Monitoring for Environment and Security (GMES), conosciuto oggi come Copernicus. Esso, con una risoluzione spaziale di circa 100 m, riporta l'informazione sulla tipologia di copertura del suolo, codificata secondo un preciso codice (Figura 6.3).



In Figura 6.4 e Figura 6.5 sono rappresentate le elaborazioni eseguite con i preprocessori di CALMET che restituiscono una griglia di orografia ed uso del suolo con risoluzione uguale a quella del dominio meteorologico. Per quanto riguarda l'uso del suolo, poiché i codici del database CLC non sono immediatamente leggibili dal preprocessore, è stata utilizzata la tabella di decodifica riportata nel documento "Definizione della metodologia e degli input necessari per l'esecuzione di analisi integrate CALPUFF-CALMET ai fini della valutazione della dispersione di inquinanti radioattivi in atmosfera", elaborato da ENEA nel 2015.

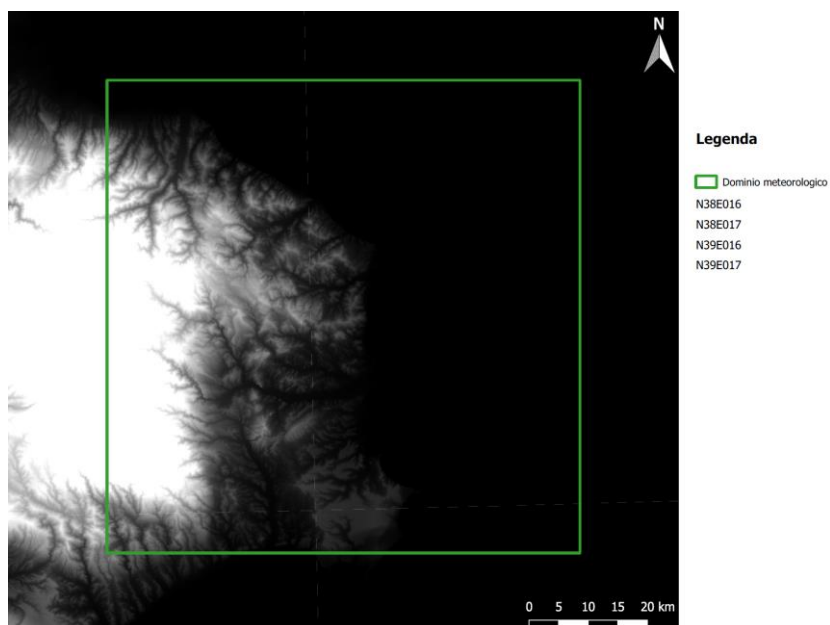


Figura 6.2: Visualizzazione dei dati GeoTIFF disponibili dal database SRTM3

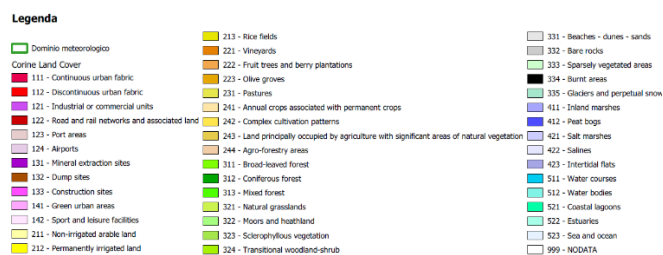
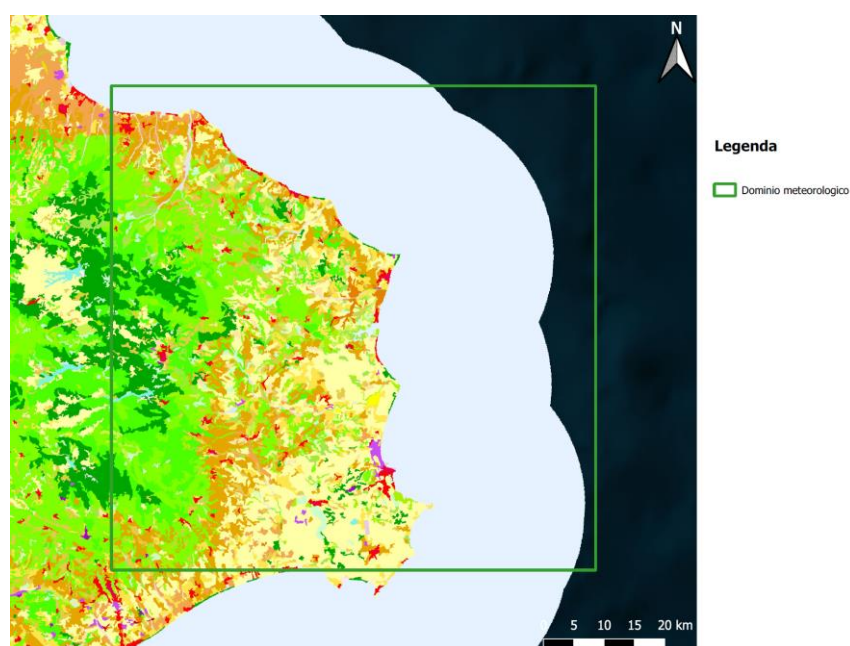


Figura 6.3: Visualizzazione dei dati di land cover disponibili dal database CLC

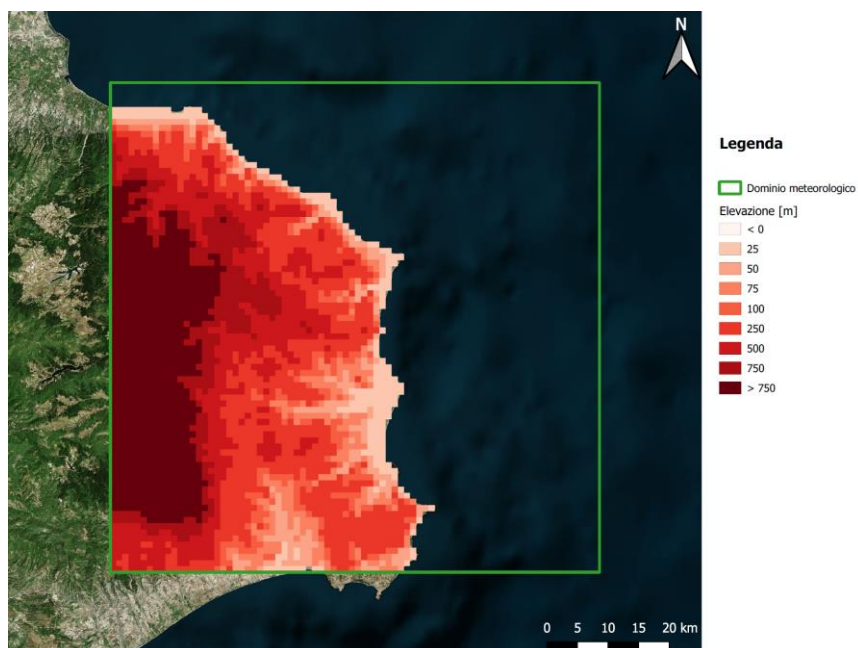


Figura 6.4: Dominio CALMET: griglia di elevazione (orografia)

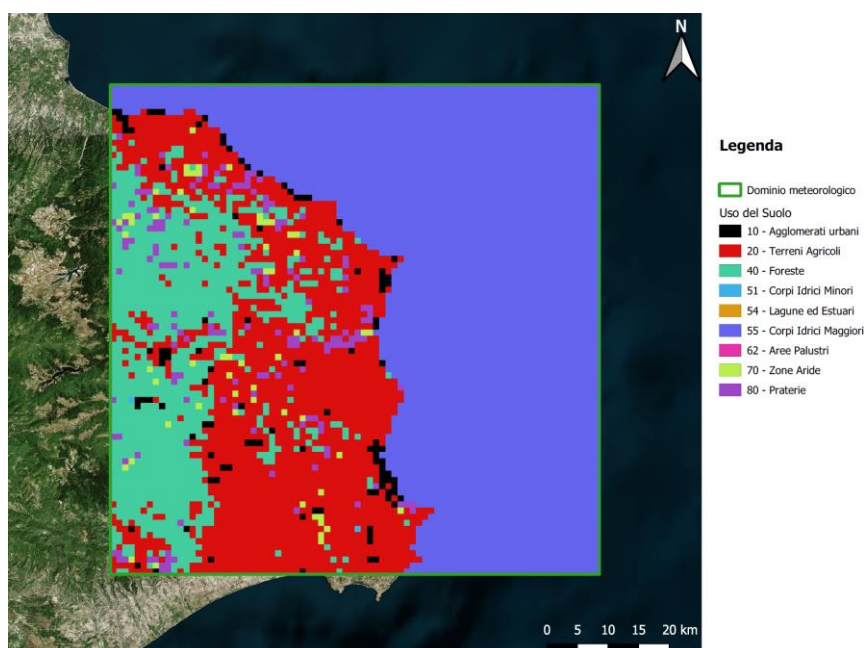


Figura 6.5: Dominio CALMET: griglia di uso del suolo

### 6.3 DATI METEOROLOGICI

Per quanto riguarda i dati meteorologici sono stati utilizzati i dati (anno 2021) del modello WRF, sistema numerico di mesoscala di nuova generazione, concepito per la ricerca scientifica in campo atmosferico e per produrre previsioni meteorologiche. Nel caso specifico il dominio di calcolo utilizzato per WRF è un quadrato di lato 90 km, centrato alle coordinate 17.06206° E, 39.29348° N (WGS84) e risoluzione orizzontale pari a 3 km.

## **6.4 RISULTATI**

La simulazione del campo di vento con il codice CALMET è stata eseguita dal 01/01/2021 al 01/01/2022 per un totale di 8760 ore. In Figura 6.6 sono riportate la rosa dei venti mensili ed annuale, relative allo strato (layer) più superficiale per un punto di coordinate prossime all'impianto eolico (UTM 33 X = 677825 m, Y = 4351373 m), estratte dal campo tridimensionale dei venti ricostruito con CALMET.

In Figura 6.7 sono invece rappresentati alcuni istanti temporali dello strato (layer) più superficiale del campo bidimensionale di vento.



Figura 6.6: Risultati CALMET: rose dei venti superficiali (layer 1) mensili e annuale

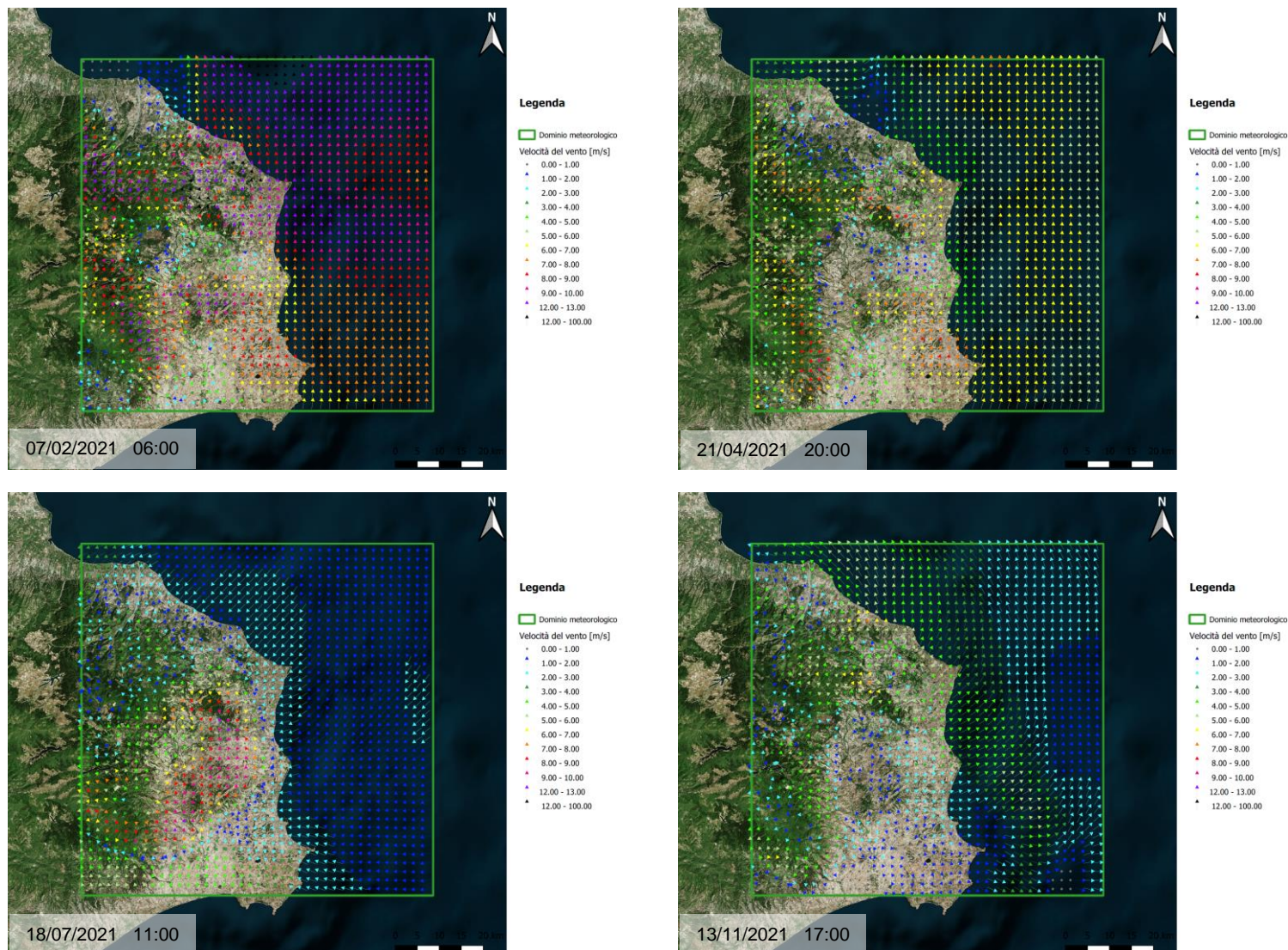


Figura 6.7: CALMET: campo di vento 2D per alcuni istanti temporali (layer superficiale)

## 7 ANALISI MODELLISTICA DI DISPERSIONE

### 7.1 ASSUNZIONI MODELLISTICHE

Per quanto riguarda le impostazioni delle simulazioni della dispersione del materiale polverulento (più propriamente della frazione PM<sub>10</sub>) derivante dalle attività di cantiere e dell'emissione di inquinanti dai mezzi che operano sul cantiere, sono state definite le seguenti assunzioni:

- ✓ a fini cautelativi non sono stati attivati i meccanismi e relativi algoritmi di rimozione secca ed umida; saranno pertanto presentati risultati corrispondenti al non aver considerato tali fenomeni di rimozione;
- ✓ è stata ipotizzata la contemporaneità di tutte le attività di cantiere (realizzazione nuove piazzole, adeguamento o copertura delle piazzole esistenti, realizzazione cavidotti, ecc.). Questa scelta è estremamente conservativa in quanto, nella realtà, le fasi cantieristiche sono sequenziali e possono essere intervallate da periodi caratterizzati da assenza di attività;
- ✓ è stata ipotizzata una emissione giornaliera continuativa di 9 ore (dalle 08:00 alle 17:00) per 5 giorni a settimana (esclusi sabato e domenica), per un totale di 365 giorni nell'anno;
- ✓ sono state considerate due tipologie di sorgenti emissive areali, corrispondenti alle piazzole di nuova realizzazione/esistenti da adeguare (2+10 per il Parco Eolico Melissa-Strongoli, 2+6 per il Parco Eolico San Francesco) e alle piazzole da ricoprire (15 per Melissa Strongoli, 7 per San Francesco), descritte in dettaglio nei Paragrafi 4.1.1 e 4.1.2, con le caratteristiche geometriche riportate in Tabella 7.1 e Tabella 7.2. Sono state inoltre considerate due sorgenti lineari, rappresentanti i tracciati su cui verranno eseguiti gli scavi per la posa dei nuovi cavidotti, di lunghezza pari a circa 14860 m (Parco Eolico Melissa Strongoli) e circa 7915 m (Parco Eolico San Francesco) (Figura 7.1);
- ✓ l'attività di demolizione dei plinti in calcestruzzo da trasportare a discarica è stata trascurata ai fini della produzione di polveri;
- ✓ per i mezzi impiegati durante le fasi di cantiere (escavatore, camion, pala cingolata) sono state considerate rilevanti solo le emissioni di PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub> e CO, in quanto gli ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>) sono ormai quasi del tutto assenti nei combustibili per il trasporto stradale;
- ✓ è stato ipotizzato l'utilizzo di 2 camion, di un escavatore e di una pala cingolata per ciascuna piazzola, mentre di un escavatore e di una pala cingolata per la realizzazione dei nuovi cavidotti;
- ✓ alle stime prodotte dall'applicazione modellistica sono stati aggiunti, per ciascun inquinante, opportuni valori di fondo, valutati facendo riferimento alla stazione di "Rocca di Neto", classificata come "Fondo - Suburbano" gestita da ArpaCal (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Calabria), distante circa 10 km dall'area di studio. Per il parametro PM<sub>10</sub> è stato preso un valore di fondo pari a 23.1 µg/m<sup>3</sup>, per NO<sub>x</sub> un valore di 16.1 µg/m<sup>3</sup> e per CO un valore di 1.79 mg/m<sup>3</sup>, corrispondenti ai valori medi annuali registrati negli anni 2017-2019.

Tabella 7.1: Caratteristiche geometriche delle sorgenti emissive areali – Parco Eolico Melissa-Strongoli

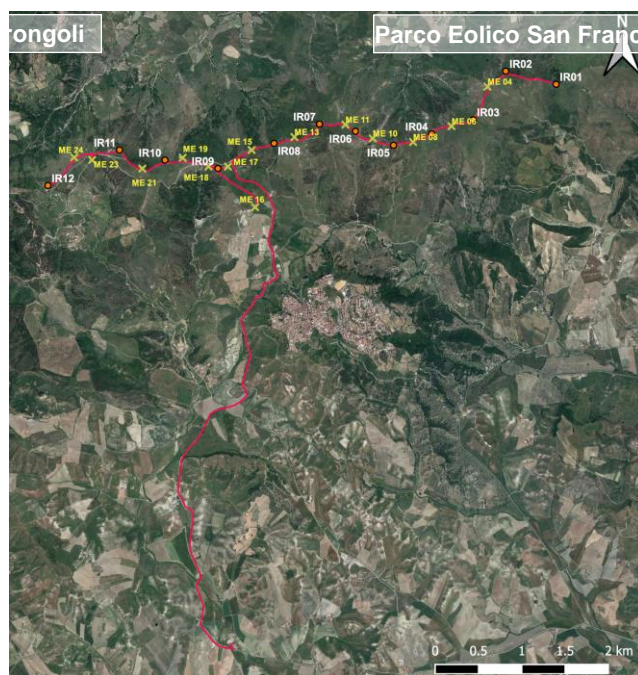
ID Area	Tipologia piazzola	X [m UTM33]	Y [m UTM33]	Area [m <sup>2</sup> ]	Elevazione [m]
IR01	Piazzola esistente da adeguare	679774	4350942	1811.25	258
		679774	4351000		
		679806	4351000		
		679806	4350942		
IR02	Piazzola esistente da adeguare	679192	4351094	1811.25	258
		679192	4351152		
		679224	4351152		
		679224	4351094		
IR03	Piazzola esistente da adeguare	678814	4350533	1811.25	258
		678814	4350591		
		678846	4350591		
		678846	4350533		
IR04	Piazzola esistente da adeguare	678337	4350369	1811.25	208
		678337	4350427		
		678369	4350427		
		678369	4350369		
IR05	Piazzola esistente da adeguare	677896	4350238	1811.25	216
		677896	4350296		
		677928	4350296		
		677928	4350238		
IR06	Piazzola nuova	677457	4350399	1811.25	245
		677457	4350457		
		677489	4350457		
		677489	4350399		
IR07	Piazzola esistente da adeguare	677041	4350483	1811.25	245
		677041	4350541		
		677073	4350541		
		677073	4350483		
IR08	Piazzola esistente da adeguare	676516	4350260	1811.25	263
		676516	4350318		
		676548	4350318		
		676548	4350260		
IR09	Piazzola nuova	675868	4349970	1811.25	263
		675868	4350028		
		675900	4350028		
		675900	4349970		
IR10	Piazzola esistente da adeguare	675256	4350067	1811.25	280
		675256	4350125		
		675288	4350125		
		675288	4350067		
IR11	Piazzola esistente da adeguare	674731	4350183	1811.25	276
		674731	4350241		
		674763	4350241		
		674763	4350183		
IR12	Piazzola esistente da adeguare	673904	4349773	1811.25	276
		673904	4349831		
		673936	4349831		
		673936	4349773		
ME02	Piazzola da ricoprire	679512	4350957	1811.25	258
		679512	4351015		
		679543	4351015		
		679543	4350957		
ME04	Piazzola da ricoprire	678982	4350915	1811.25	258
		678982	4350973		
		679013	4350973		
		679013	4350915		
ME06	Piazzola da ricoprire	678567	4350458	1811.25	208
		678567	4350515		
		678598	4350515		
		678598	4350458		
ME08	Piazzola da ricoprire	678122	4350276	1811.25	216
		678122	4350333		
		678153	4350333		
		678153	4350276		
ME10	Piazzola da ricoprire	677656	4350317	1811.25	222
		677656	4350374		
		677688	4350374		
		677688	4350317		
ME11	Piazzola da ricoprire	677341	4350476	1811.25	245
		677341	4350534		
		677372	4350534		
		677372	4350476		
ME13	Piazzola da ricoprire	676751	4350333	1811.25	263
		676751	4350391		
		676783	4350391		
		676783	4350333		
ME15	Piazzola da ricoprire	676257	4350183	1811.25	263
		676257	4350241		
		676289	4350241		
		676289	4350183		



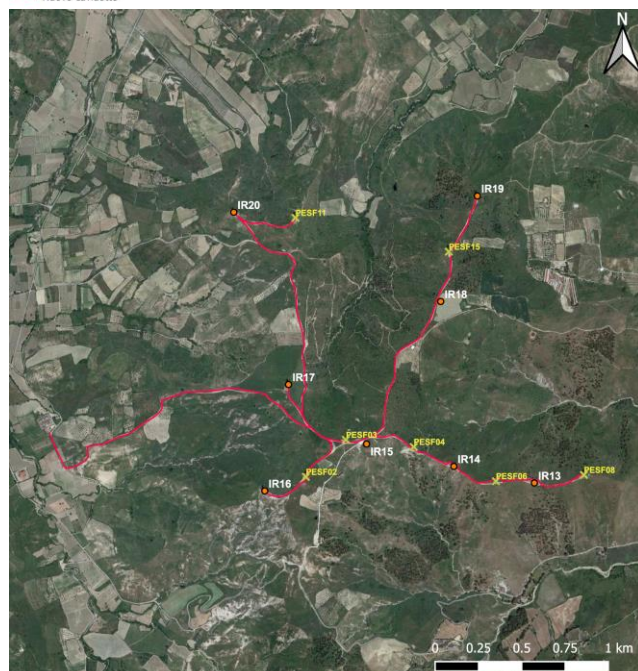
ID Area	Tipologia piazzola	X [m UTM33]	Y [m UTM33]	Area [m <sup>2</sup> ]	Elevazione [m]
ME16	Piazzola da ricoprire	676298	4349523	1811.25	263
		676298	4349581		
		676329	4349581		
		676329	4349523		
ME17	Piazzola da ricoprire	675984	4349992	1811.25	263
		675984	4350050		
		676015	4350050		
		676015	4349992		
ME18	Piazzola da ricoprire	675759	4349993	1811.25	280
		675759	4350050		
		675791	4350050		
		675791	4349993		
ME19	Piazzola da ricoprire	675461	4350095	1811.25	280
		675461	4350152		
		675492	4350152		
		675492	4350095		
ME21	Piazzola da ricoprire	674995	4349968	1811.25	280
		674995	4350025		
		675026	4350025		
		675026	4349968		
ME23	Piazzola da ricoprire	674414	4350068	1811.25	276
		674414	4350125		
		674446	4350125		
		674446	4350068		
ME24	Piazzola da ricoprire	674206	4350098	1811.25	276
		674206	4350156		
		674238	4350156		
		674238	4350098		

Tabella 7.2: Caratteristiche geometriche delle sorgenti emissive areali – Parco Eolico San Francesco

ID Area	Tipologia piazzola	X [m UTM33]	Y [m UTM33]	Area [m <sup>2</sup> ]	Elevazione [m]
IR13	Piazzola esistente da adeguare	680416	4352887	1811.25	140
		680416	4352945		
		680448	4352945		
		680448	4352887		
IR14	Piazzola esistente da adeguare	679951	4352983	1811.25	140
		679951	4353041		
		679983	4353041		
		679983	4352983		
IR15	Piazzola nuova	679447	4353112	1811.25	211
		679447	4353170		
		679479	4353170		
		679479	4353112		
IR16	Piazzola esistente da adeguare	678859	4352841	1811.25	211
		678859	4352899		
		678891	4352899		
		678891	4352841		
IR17	Piazzola esistente da adeguare	678996	4353456	1811.25	207
		678996	4353514		
		679028	4353514		
		679028	4353456		
IR18	Piazzola nuova	679875	4353936	1811.25	170
		679875	4353994		
		679907	4353994		
		679907	4353936		
IR19	Piazzola esistente da adeguare	680087	4354546	1811.25	149
		680087	4354604		
		680119	4354604		
		680119	4354546		
IR20	Piazzola esistente da adeguare	678680	4354452	1811.25	104
		678680	4354510		
		678712	4354510		
		678712	4354452		
PESF02	Piazzola da ricoprire	679097	4352922	1811.25	211
		679097	4352980		
		679128	4352980		
		679128	4352922		
PESF03	Piazzola da ricoprire	679328	4353137	1811.25	211
		679328	4353194		
		679359	4353194		
		679359	4353137		
PESF04	Piazzola da ricoprire	679720	4353096	1811.25	211
		679720	4353153		
		679751	4353153		
		679751	4353096		
PESF06	Piazzola da ricoprire	680194	4352898	1811.25	140
		680194	4352955		
		680226	4352955		
		680226	4352898		
PESF08	Piazzola da ricoprire	680703	4352934	1811.25	140
		680703	4352991		
		680734	4352991		
		680734	4352934		
PESF11	Piazzola da ricoprire	679036	4354420	1811.25	144
		679036	4354478		
		679068	4354478		
		679068	4354420		
PESF15	Piazzola da ricoprire	679922	4354224	1811.25	170
		679922	4354282		
		679954	4354282		
		679954	4354224		



- Legenda**
- Nuovi aerogeneratori
  - ✕ Aerogeneratori da smantellare
  - Nuovo cavidotto



- Legenda**
- Nuovi aerogeneratori
  - ✕ Aerogeneratori da smantellare
  - Nuovo cavidotto

Figura 7.1: Localizzazione delle sorgenti emissive areali e lineari

## 7.2 LIMITI DI RIFERIMENTO

Le concentrazioni inquinanti stimate con il modello di dispersione CALPUFF sono state riferite agli indicatori della normativa vigente per la qualità dell'aria (Allegato XI e XII al D.Lgs. 155/2010), riportate in Tabella 7.3.

Tabella 7.3: Limiti normativi considerati per gli inquinanti emessi (Allegato XI e XII al D.Lgs. 155/2010)

Inquinante	Limite	Periodo di mediazione	Valore limite	Superamenti annui
Polveri sottili (PM <sub>10</sub> )	Valore limite per la protezione della salute umana	1 giorno	50 µg/m <sup>3</sup>	massimo 35 volte (90.4° percentile)
	Valore limite per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	-
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )	Soglia di allarme	1 ora	400 µg/m <sup>3</sup>	-
	Valore limite per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>	massimo 18 volte (99.8° percentile)
	Valore limite per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	-
	Livello critico per la vegetazione	Anno civile	30 µg/m <sup>3</sup>	-
Monossido di carbonio (CO)	Valore limite per la protezione della salute umana	8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	-

### 7.3 RECETTORI DISCRETI

Le concentrazioni di inquinanti in aria ambiente sono state stimate sui principali recettori residenziali più prossimi all'area di attività e sui principali centri e agglomerati urbani presenti entro 5 km dalle aree oggetto di intervento, nonché su di un reticolo spaziale regolare mediante il quale sono stati valutati i livelli di concentrazione massimi all'esterno dell'area di attività (vedi il Paragrafo 6.1 per la definizione della griglia di calcolo). La posizione e le coordinate geografiche dei recettori discreti individuati sono illustrate in Figura 7.2 e in Tabella 7.4.

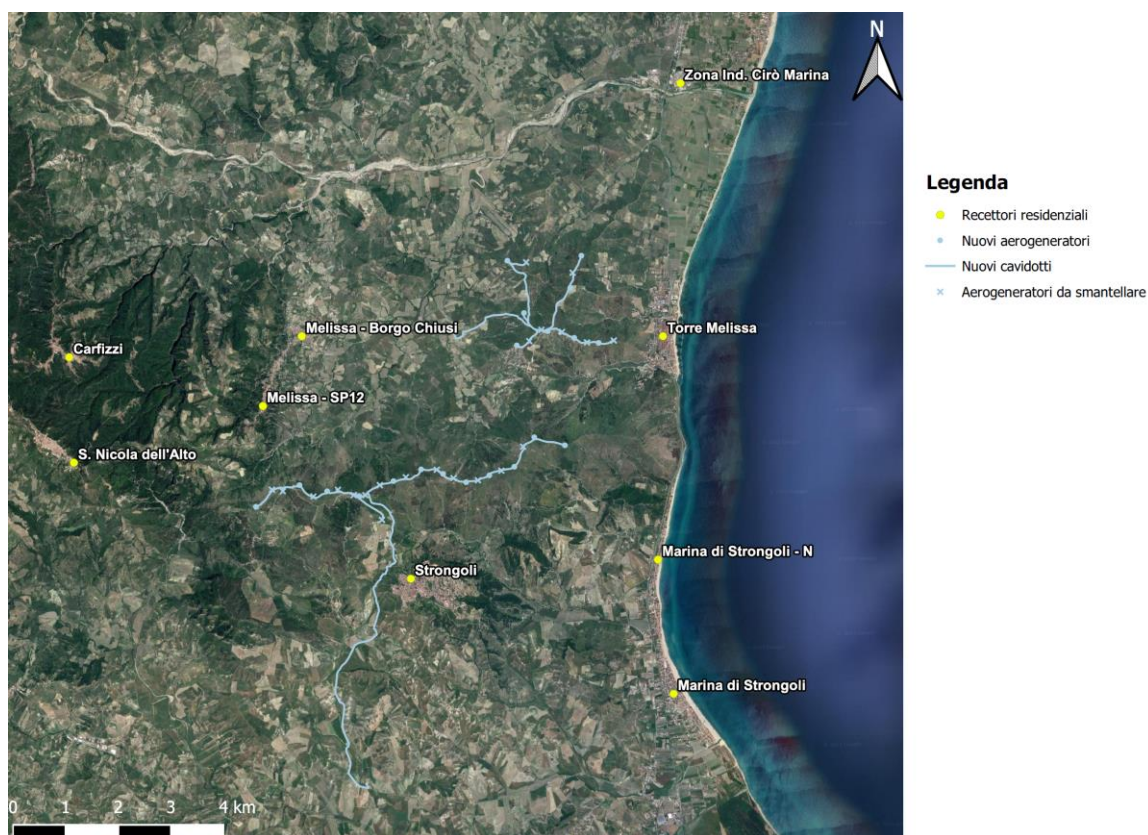


Figura 7.2: Recettori discreti considerati per la dispersione degli inquinanti in CALPUFF

Tabella 7.4: Coordinate geografiche dei recettori considerati nello studio

ID	Recettore	X [m UTM33]	Y [m UTM33]	Elevazione [m s.l.m.]
01	Melissa - SP12	674050	4351716	211
02	Melissa - Borgo Chiusi	674790	4353044	194
03	S. Nicola dell'Alto	670460	4350639	513
04	Carfizzi	670369	4352645	453
05	Zona Ind. Cirò Marina	681986	4357854	6
06	Torre Melissa	681654	4353045	53
07	Strongoli	676863	4348433	222
08	Marina di Strongoli - N	681558	4348797	22
09	Marina di Strongoli	681856	4346245	3

## 7.4 RISULTATI

Nel presente paragrafo si riportano i risultati ottenuti dalla simulazione su base annua delle emissioni in atmosfera dovute sia alle attività di cantiere (movimentazione materiale polverulento), sia ai motori dei mezzi coinvolti nei lavori, suddivisi per ogni inquinante simulato. L'analisi dei risultati è volta a determinare i valori di concentrazione (definiti dalla normativa vigente) e a confrontare gli stessi con gli standard di qualità dell'aria previsti dal D. Lgs.155/2010 (riportati al paragrafo 7.2).

Sinteticamente, le massime concentrazioni al suolo dei principali inquinanti dovute alle emissioni sono inserite nella Tabella 7.5 riportata di seguito.

Come si può osservare, sebbene tutti i limiti normativi ad eccezione di quello relativo al CO vengano superati, le aree dove avvengono tali superamenti sono estremamente limitate ad un intorno di circa 200-250 m, e tutte ricadenti all'interno del perimetro dell'area di cantiere. È inoltre utile sottolineare che l'approccio modellistico seguito è estremamente conservativo, in quanto è stata ipotizzata la contemporaneità di tutte le attività di cantiere, mentre nella realtà tali fasi sono sequenziali e possono essere intervallate da periodi caratterizzati da assenza di attività. Sulla base di queste considerazioni è possibile concludere che non si riscontrano criticità per quanto riguarda la salute pubblica o ambientale.

Per quanto riguarda l'analisi sui principali recettori residenziali presenti entro 5 km dall'area di lavoro, si può osservare che il contributo degli inquinanti PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub> e CO provenienti dall'attività di cantiere è pressoché trascurabile, in quanto i valori calcolati sono vicini ai valori di fondo, ben lontani dalle soglie di riferimento.

**Tabella 7.5: Concentrazioni massime rilevate dovute alle attività di cantiere**

	PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]		NO <sub>x</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]			CO [mg/m <sup>3</sup> ]
	90.4° perc.le**	Media annuale	Massimi orari	99.8° perc.le*	Media annuale	Media 8 ore
Valori massimi	375	209	1970	1160	93.5	3.12
Valori limite di riferimento	50	40	400	200	40	10
					30 (veg.)	

\* percentile calcolato su base oraria, \*\*percentile calcolato su base giornaliera

**Tabella 7.6: Concentrazioni di inquinanti sui recettori sensibili**

ID	Recettore	PM <sub>10</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]		NO <sub>x</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]			CO [mg/m <sup>3</sup> ]
		90.4° perc.le**	Media annuale	Massimi orari	99.8° perc.le*	Media annuale	Media 8 ore
01	Melissa - SP12	23.90	23.40	22.30	19.70	16.20	1.79
02	Melissa - Borgo Chiusi	23.60	23.30	19.90	18.30	16.20	1.79
03	S. Nicola dell'Alto	23.40	23.20	18.80	17.50	16.10	1.79
04	Carfizzi	23.30	23.20	18.20	17.30	16.10	1.79
05	Zona Ind. Cirò Marina	23.30	23.10	19.50	17.40	16.10	1.79
06	Torre Melissa	23.30	23.20	21.90	18.80	16.10	1.79
07	Strongoli	24.00	23.40	34.80	20.40	16.20	1.80
08	Marina di Strongoli - N	23.30	23.20	18.40	17.40	16.10	1.79
09	Marina di Strongoli	23.20	23.10	18.00	16.90	16.10	1.79
Valore di fondo (centralina Rocca di Neto)		23.10		16.10			1.79
Valori limite di riferimento		50	40	400	200	40	10
						30 (veg.)	

\* percentile calcolato su base oraria, \*\*percentile calcolato su base giornaliera

#### 7.4.1 PM<sub>10</sub>

Per quanto riguarda le polveri sottili PM<sub>10</sub>, derivanti sia dalle attività di movimentazione materiale polverulento, sia dagli scarichi dei mezzi di cantiere, sono stati ottenuti i seguenti risultati (da Figura 7.3 a Figura 7.8):

- ✓ il limite normativo relativo al 90.4° percentile delle medie giornaliere, da non superare cioè più di 35 volte in un anno, è pari a 50 µg/m<sup>3</sup>. I valori massimi, superiori al limite di riferimento, si ottengono in prossimità delle piazzole IR20, PESF15, PESF04 e IR14 (Parco Eolico San Francesco) e ME06, IR04, ME08, IR05, ME11, IR08, IR09, IR11 e IR12 (Parco Eolico Melissa Strongoli) e raggiungono concentrazioni fino a 375 µg/m<sup>3</sup>. È però da sottolineare che tali superamenti sono circoscritti a superfici con raggio di circa 300-350 m e comunque all'interno dell'area di cantiere.
- ✓ il limite normativo relativo alle concentrazioni medie annuali è pari a 40 µg/m<sup>3</sup>. I valori massimi, superiori al limite di riferimento, si ottengono in prossimità delle piazzole IR20, PESF15 (Parco Eolico San Francesco) e ME08, IR05, IR08, (Parco Eolico Melissa Strongoli) e raggiungono concentrazioni fino a 209 µg/m<sup>3</sup>. È però da sottolineare che tali superamenti sono circoscritti a superfici con raggio di circa 150-200 m e comunque all'interno dell'area di cantiere.

All'esterno dell'area di cantiere, nei pressi dei recettori residenziali più vicini, si può notare come le concentrazioni di PM<sub>10</sub> si riducano nettamente, andando ad allinearsi con il valore di fondo considerato (23.1 µg/m<sup>3</sup>).

#### 7.4.2 NO<sub>x</sub>

Per quanto riguarda gli NO<sub>x</sub>, derivanti esclusivamente dagli scarichi dei mezzi di cantiere, sono stati ottenuti i seguenti risultati (da Figura 7.9 a Figura 7.17):

- ✓ il limite normativo relativo alle concentrazioni massime orarie su base annua è pari a 400 µg/m<sup>3</sup> (da non superare per più di 3 ore consecutive). All'interno dell'area di cantiere si possono individuare alcune aree dove tale limite viene superato, nei pressi delle piazzole IR20, PESF11, PESF15, IR16 e PESF04 (Parco Eolico San Francesco) e ME06, ME08, IR05, ME11 e IR08 (Parco Eolico Melissa Strongoli) e raggiungono concentrazioni fino a 1970 µg/m<sup>3</sup>. Tali superamenti sono circoscritti a superfici estremamente ridotte (raggio di 200-250 m).
- ✓ il limite per le concentrazioni orarie, pari a 200 µg/m<sup>3</sup> non deve essere superato per più di 18 volte nell'arco di un anno. Tale limite è quindi attribuibile al 99.8° percentile delle concentrazioni orarie. I valori massimi, superiori al limite di riferimento, si ottengono in prossimità delle piazzole IR20 e PESF15 (Parco Eolico San Francesco) e ME06, ME08, IR05, ME11 e IR08 (Parco Eolico Melissa Strongoli) e raggiungono concentrazioni fino a 1160 µg/m<sup>3</sup>. È però da sottolineare che tali superamenti sono circoscritti a superfici con raggio di circa 200-250 m e comunque all'interno dell'area di cantiere.
- ✓ il limite normativo relativo alle concentrazioni medie annuali è pari a 40 µg/m<sup>3</sup> per la protezione della salute umana e 30 µg/m<sup>3</sup> come livello critico per la vegetazione. I valori massimi, superiori ai limiti di riferimento, si ottengono in prossimità delle piazzole PESF15 e IR20 (Parco Eolico San Francesco) e ME08, IR05 e IR08 (Parco Eolico Melissa Strongoli) e raggiungono concentrazioni fino a 93.5 µg/m<sup>3</sup>. È però da sottolineare che tali superamenti sono circoscritti a superfici con raggio di circa 100-150 m e comunque all'interno dell'area di cantiere.

All'esterno dell'area di cantiere, nei pressi dei recettori residenziali più vicini, si può notare come le concentrazioni di NO<sub>x</sub> si riducano nettamente, avvicinandosi al valore di fondo considerato (16.1 µg/m<sup>3</sup>).

#### 7.4.3 CO

Per la CO sono stati ottenuti i seguenti risultati (Figura 7.18 e Figura 7.20):

- ✓ il limite normativo relativo alle concentrazioni mediate sulle 8 ore è pari a 10 mg/m<sup>3</sup>. Il valore massimo, ottenuto all'interno del cantiere, è pari a 3.12 mg/m<sup>3</sup>, ben al di sotto del limite di riferimento.

All'esterno dell'area di cantiere, nei pressi dei recettori residenziali più vicini, si può notare come le concentrazioni di CO si riducano nettamente, andando ad allinearsi con il valore di fondo considerato (1.79 mg/m<sup>3</sup>).

Alla luce dei risultati ottenuti, integrati anche dall'analisi sui recettori discreti residenziali, è lecito affermare che non vi sono impatti sulla Qualità dell'Aria durante le fasi di cantiere.

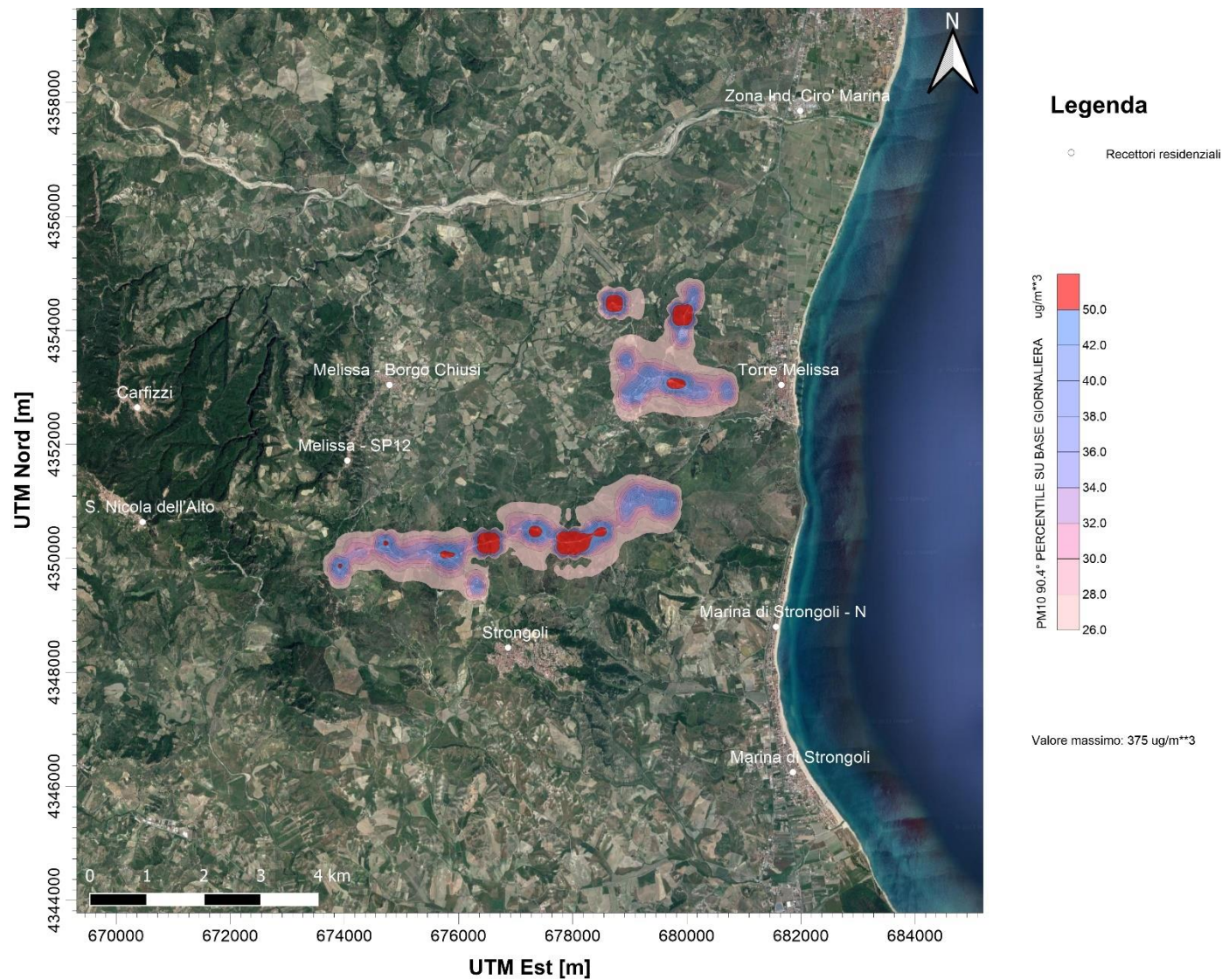


Figura 7.3:  $\text{PM}_{10}$  – 90.4° percentile delle concentrazioni giornaliere [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



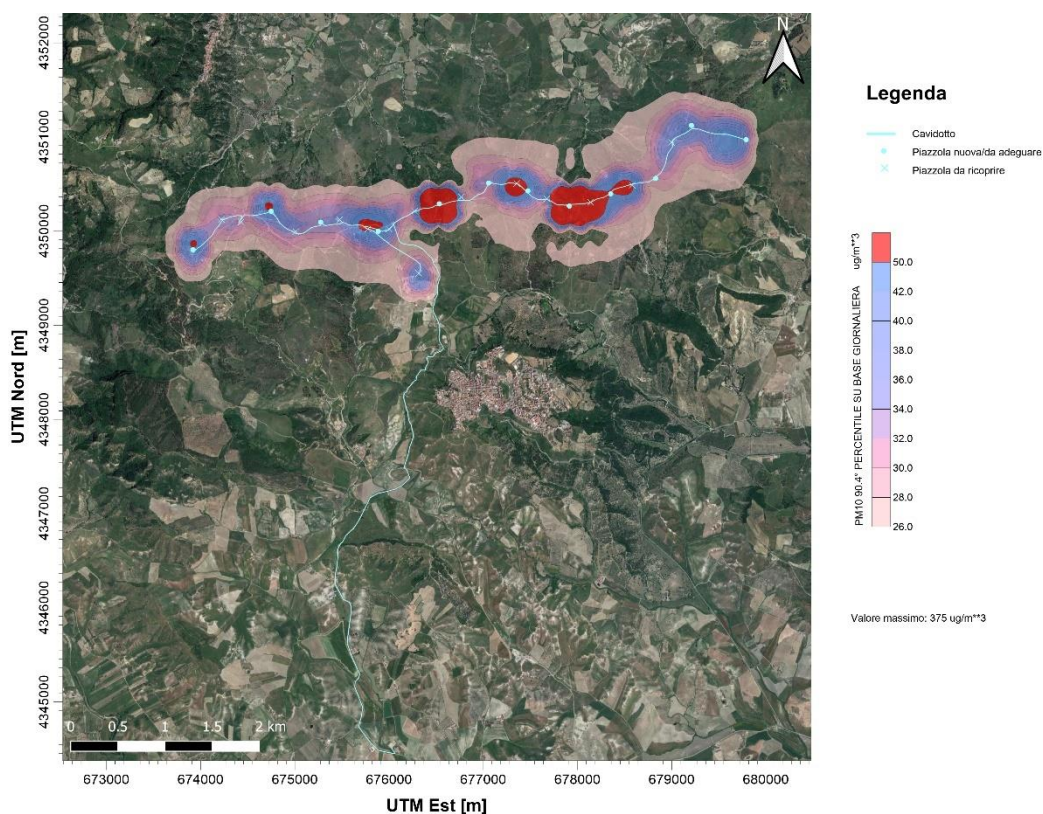


Figura 7.4:  $PM_{10}$  – 90.4° percentile delle concentrazioni giornaliere [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico Melissa Strongoli)

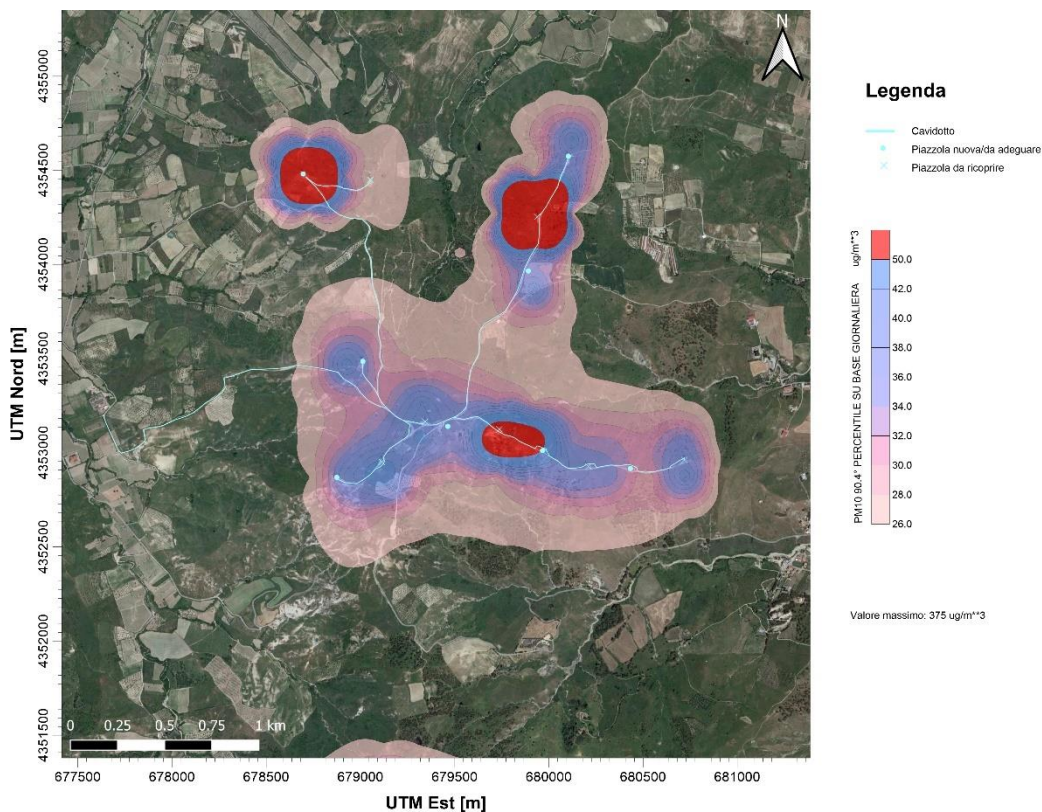


Figura 7.5:  $PM_{10}$  – 90.4° percentile delle concentrazioni giornaliere [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico San Francesco)

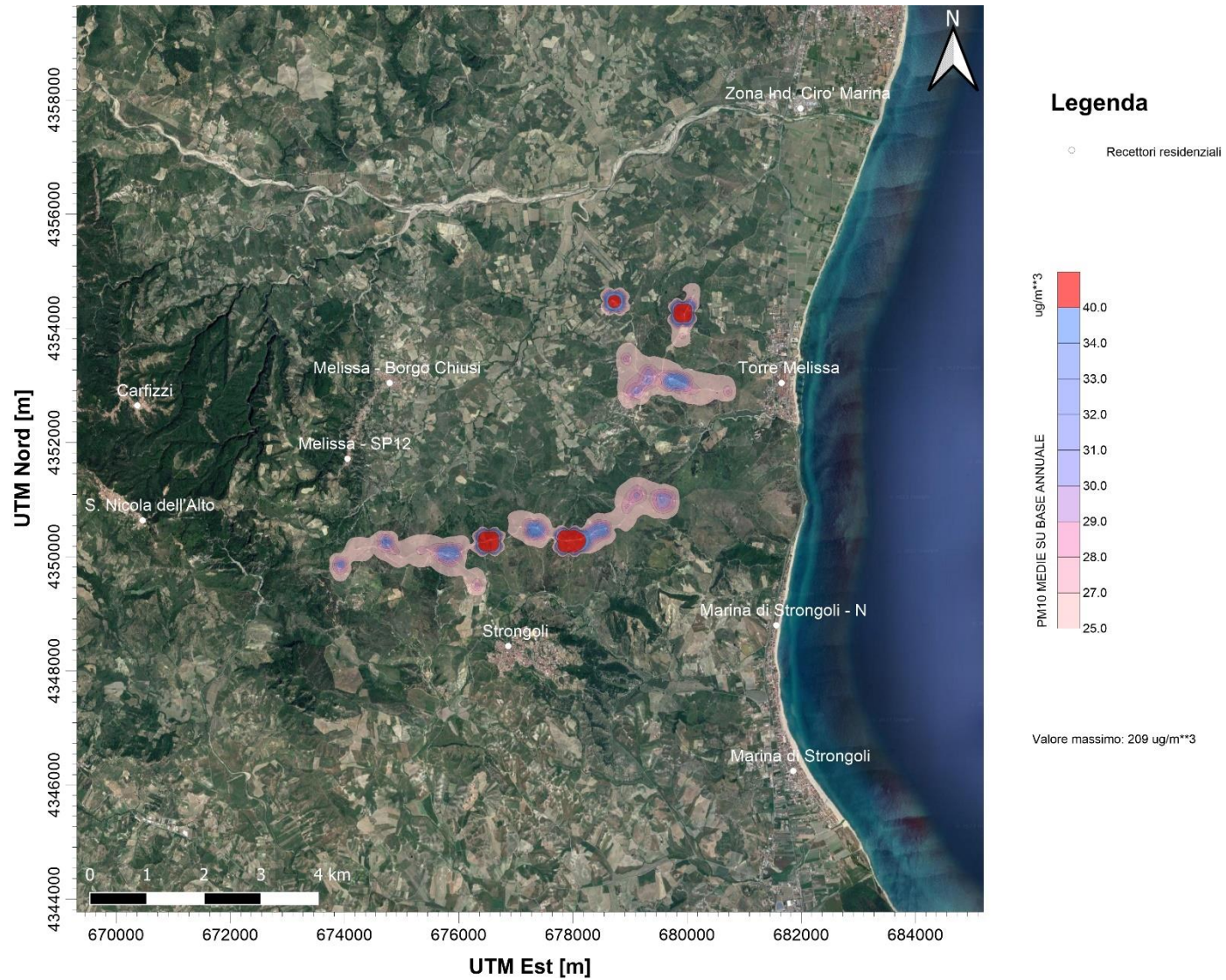


Figura 7.6: PM<sub>10</sub> – concentrazioni medie su base annuale [µg/m<sup>3</sup>]

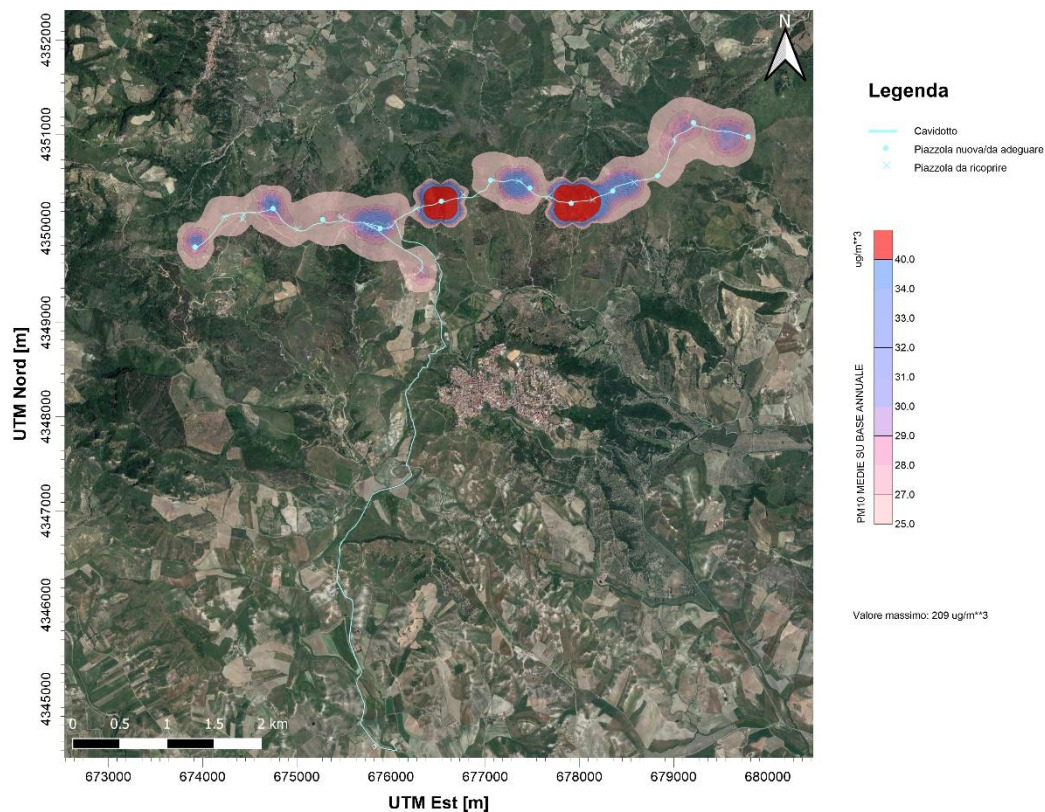


Figura 7.7:  $PM_{10}$  – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu g/m^3$ ] (zoom sul Parco Eolico Melissa Strongoli)

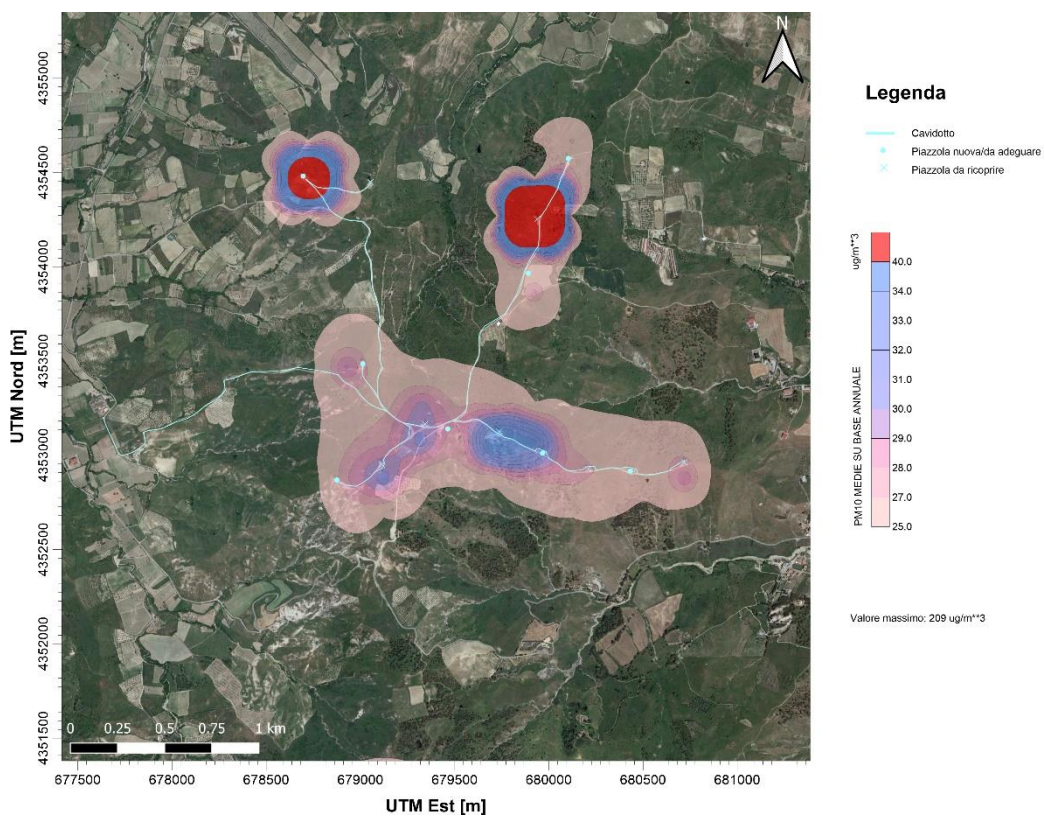


Figura 7.8:  $PM_{10}$  – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu g/m^3$ ] (zoom sul Parco Eolico San Francesco)

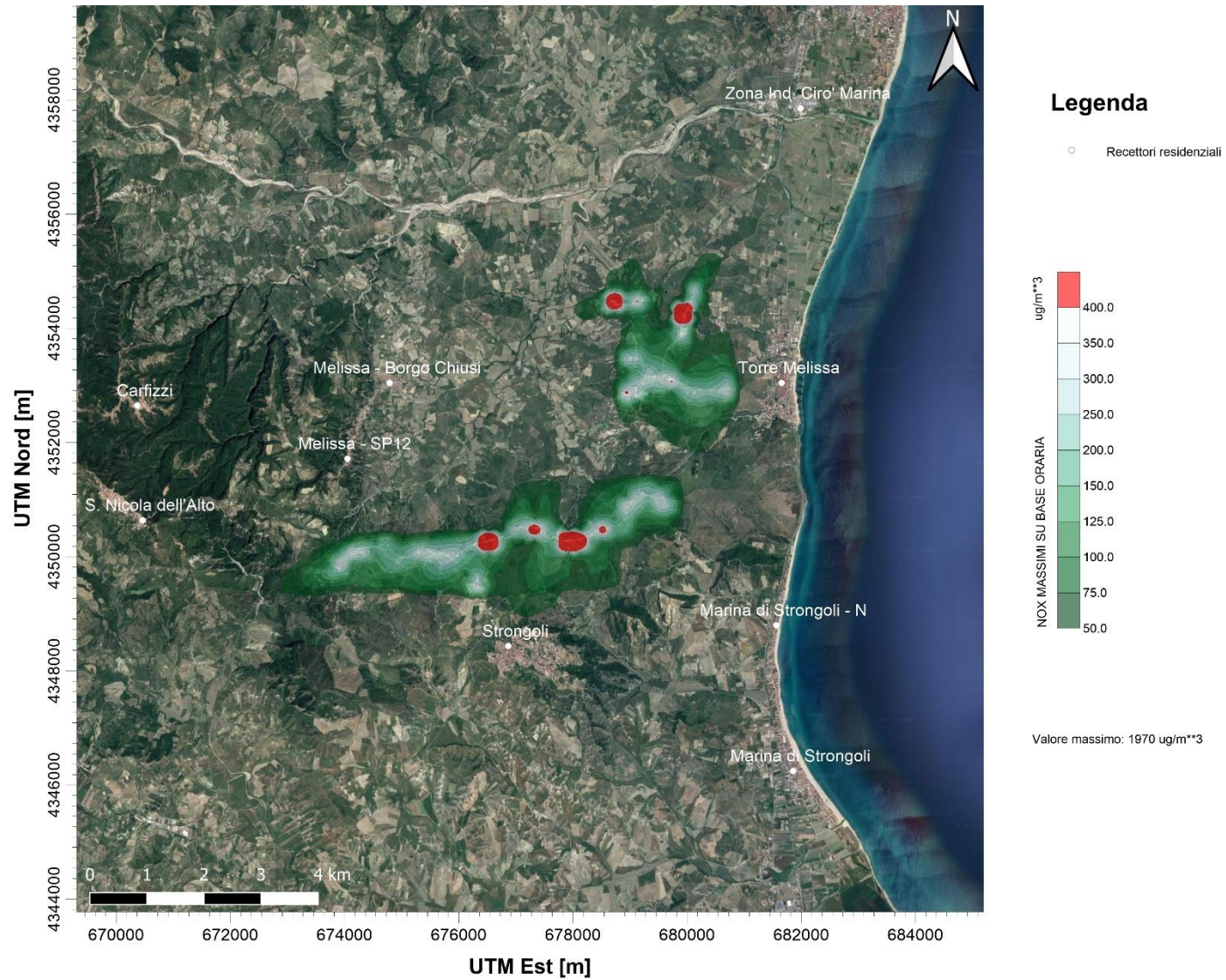


Figura 7.9: NOx – concentrazioni massime su base oraria [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

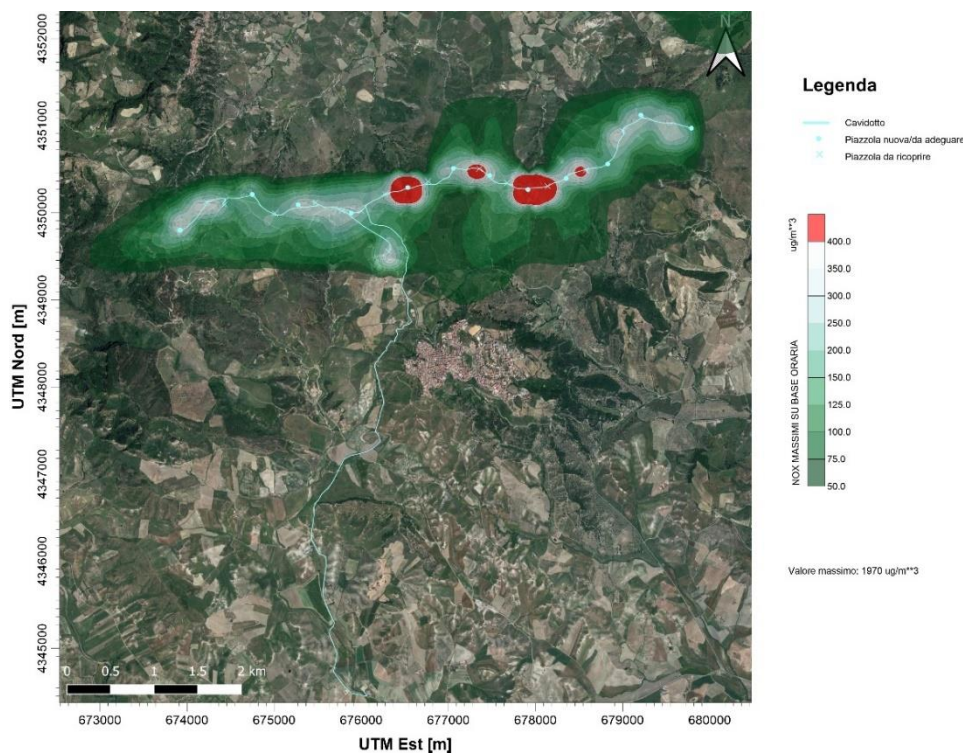


Figura 7.10: NOx – concentrazioni massime su base oraria [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico Melissa Strongoli)

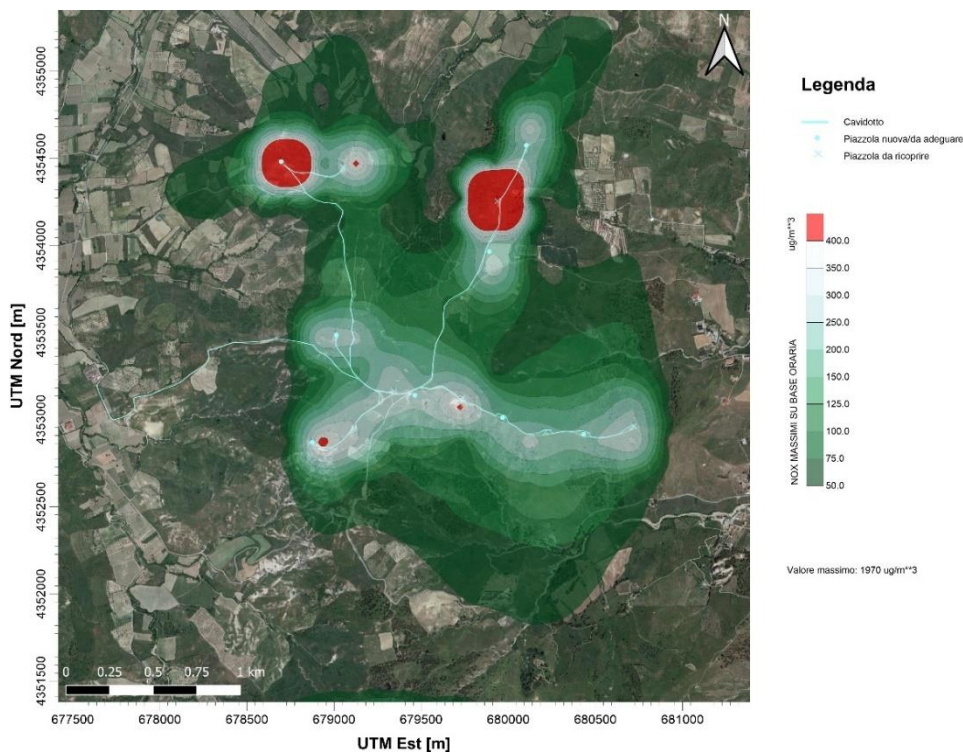


Figura 7.11: NOx – concentrazioni massime su base oraria [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico San Francesco)

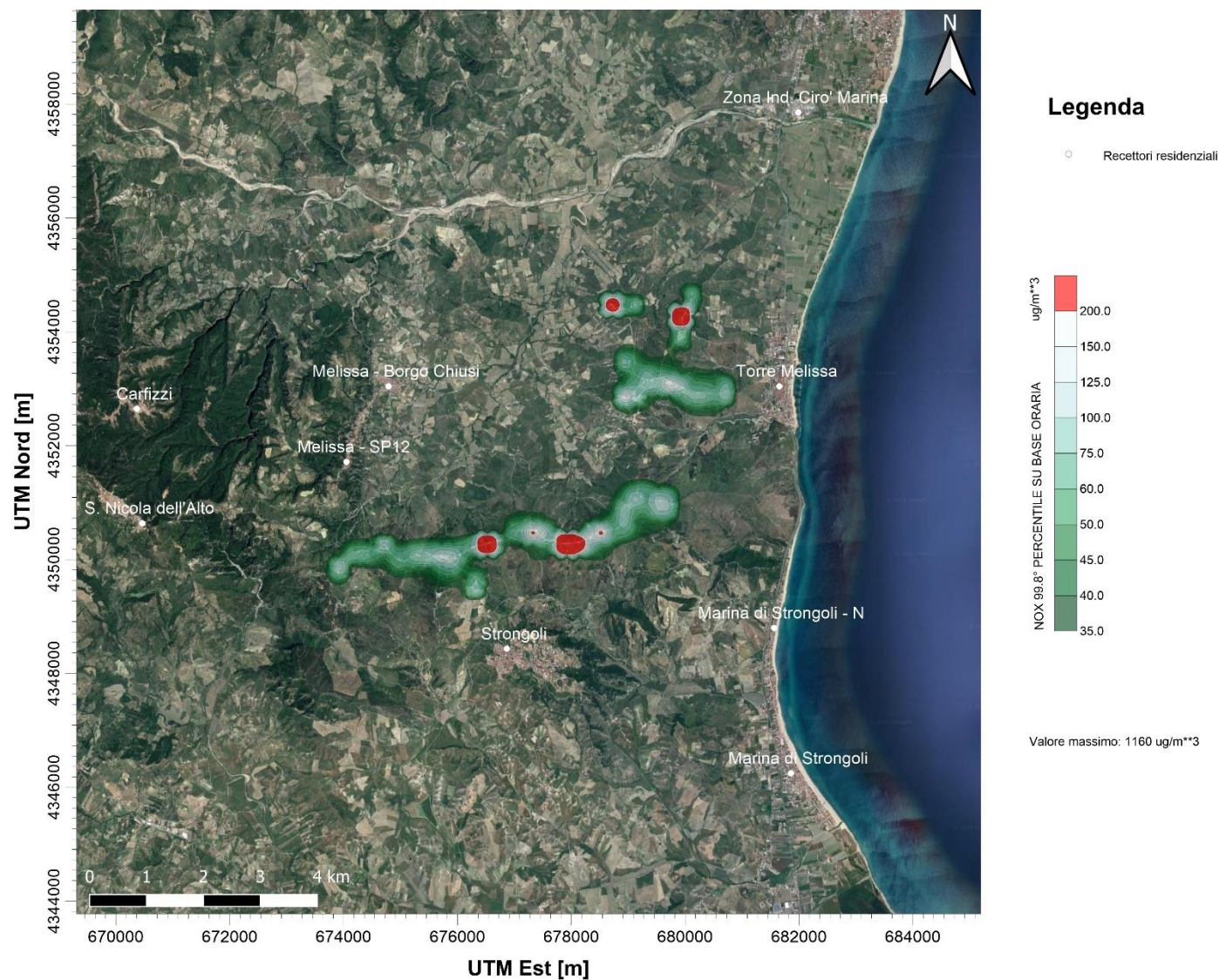


Figura 7.12: NOx – 99.8° percentile delle concentrazioni orarie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

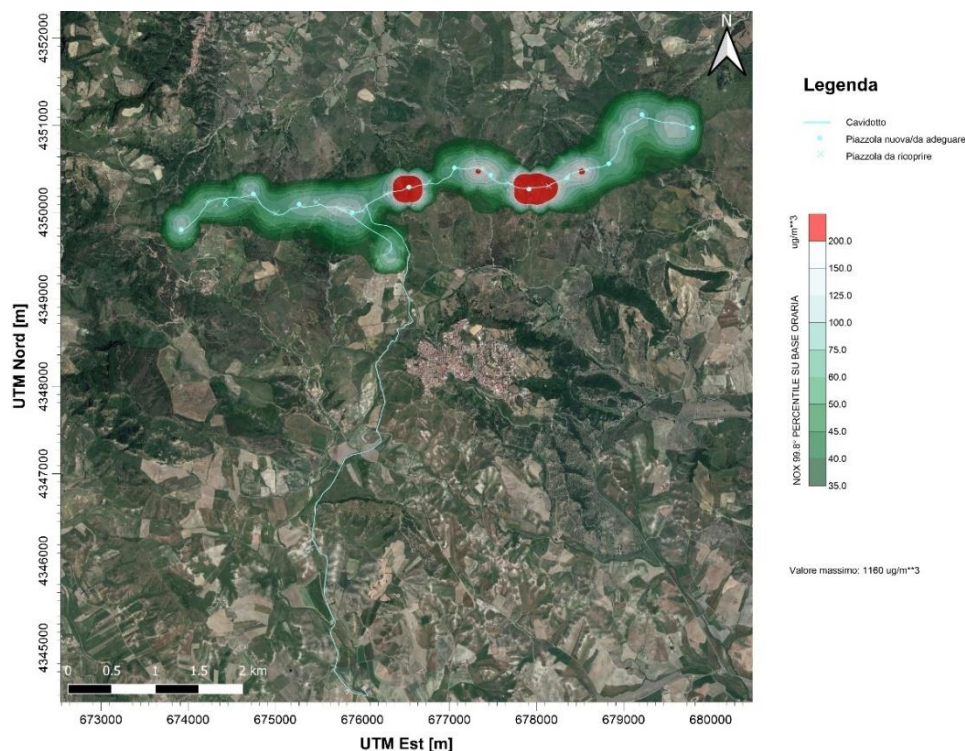


Figura 7.13: NOx – 99.8° percentile delle concentrazioni orarie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico Melissa Strongoli)

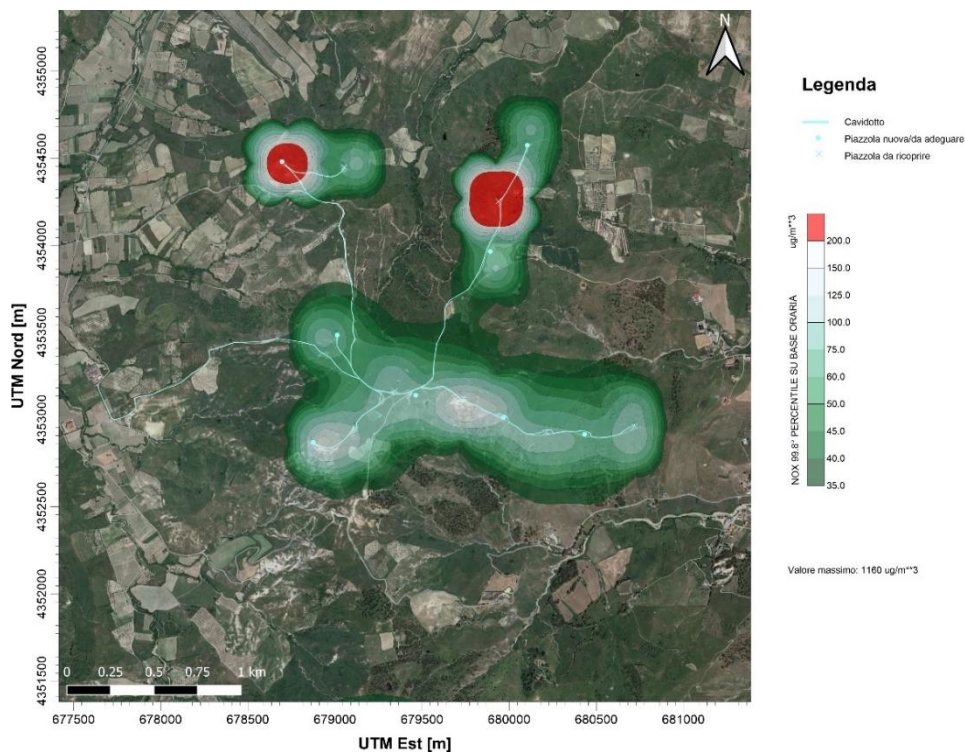


Figura 7.14: NOx – 99.8° percentile delle concentrazioni orarie [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico San Francesco)

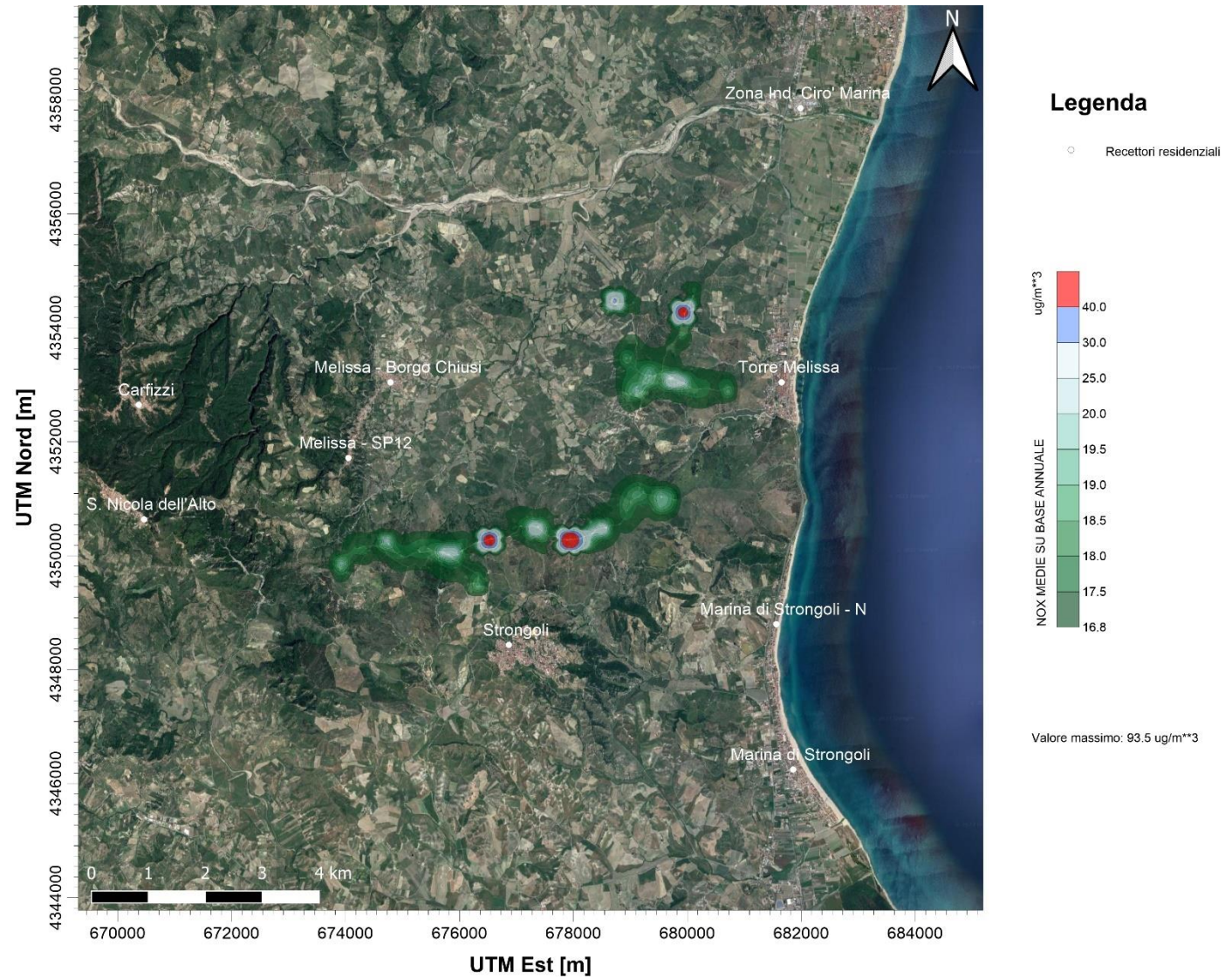


Figura 7.15: NOx – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]



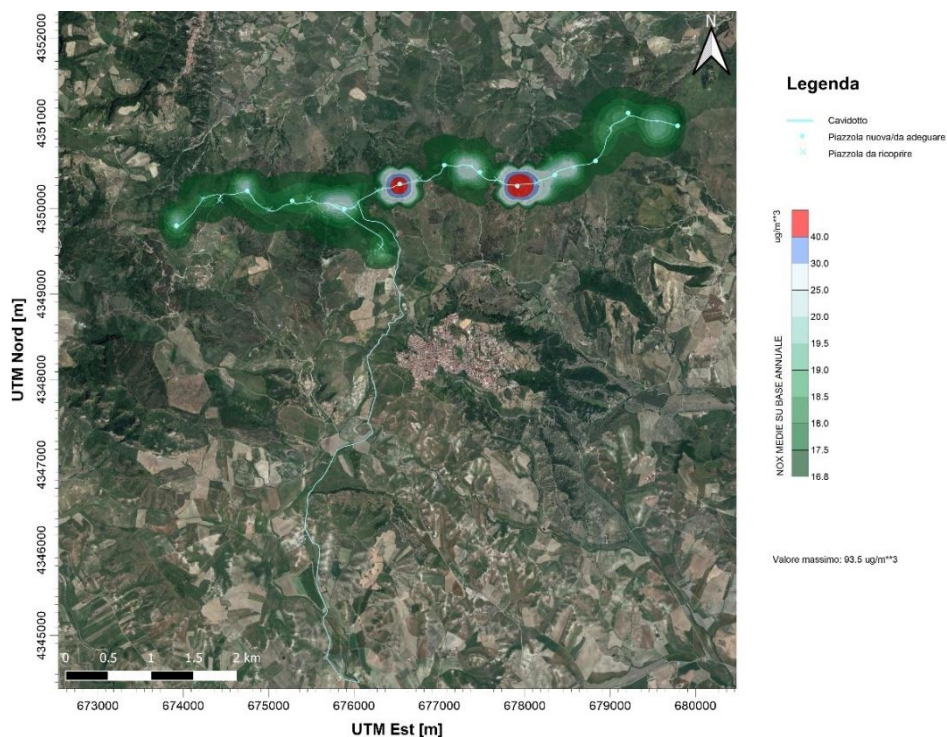


Figura 7.16: NOx – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico Melissa Strongoli)

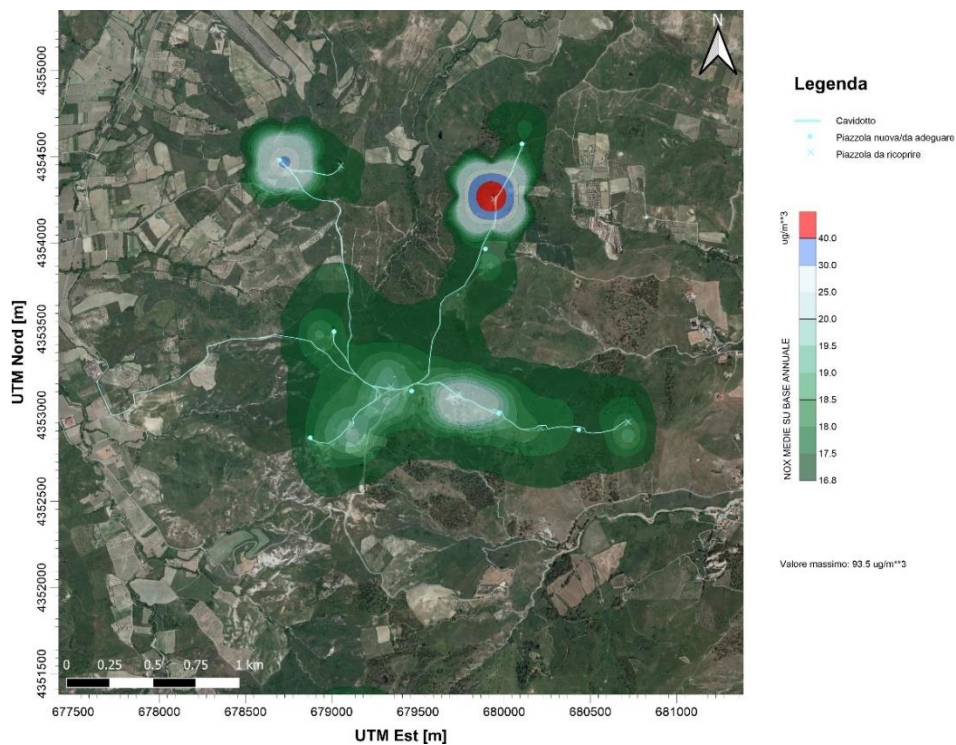


Figura 7.17: NOx – concentrazioni medie su base annuale [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico San Francesco)

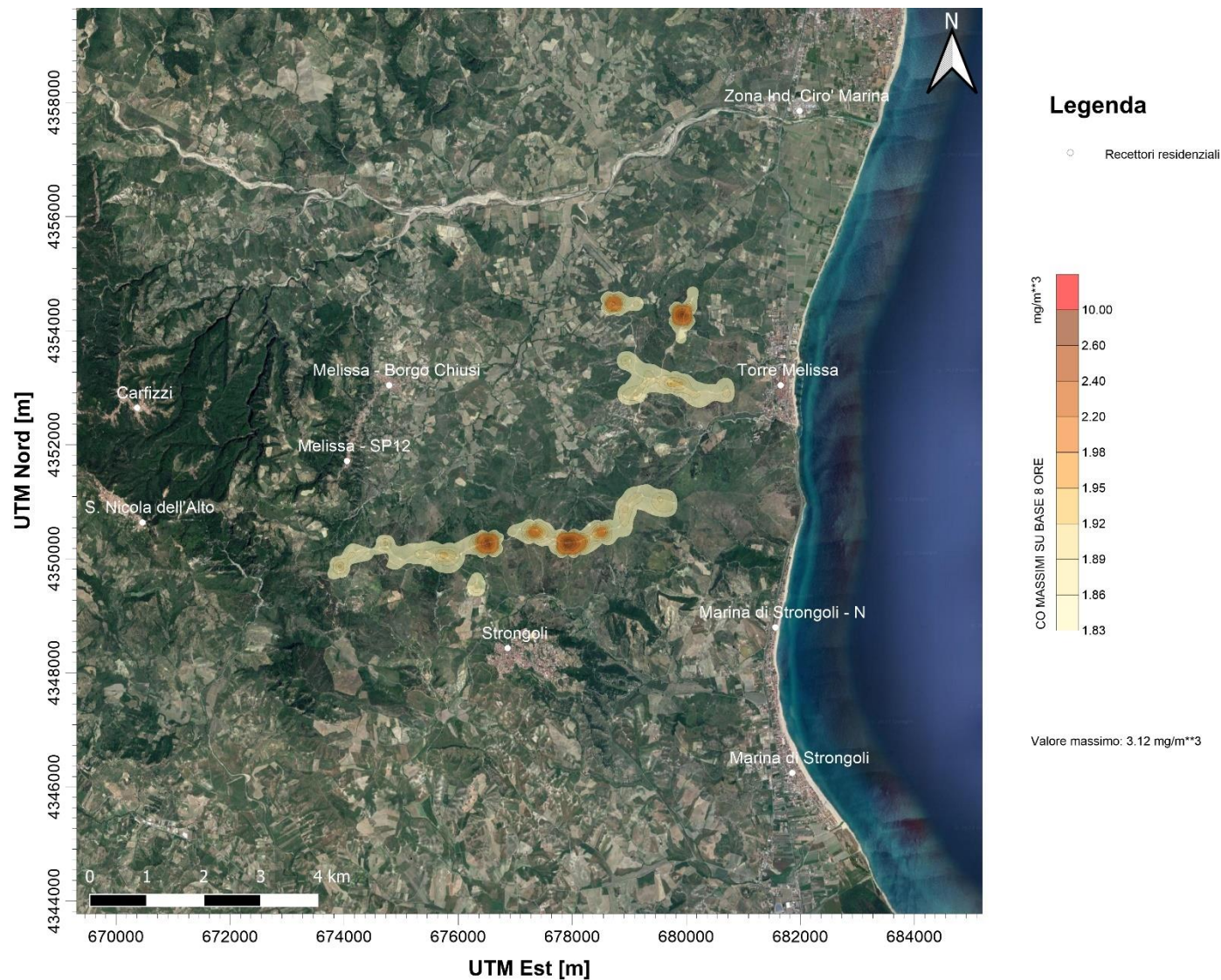


Figura 7.18: CO – concentrazioni massime su base 8 ore [mg/m<sup>3</sup>]

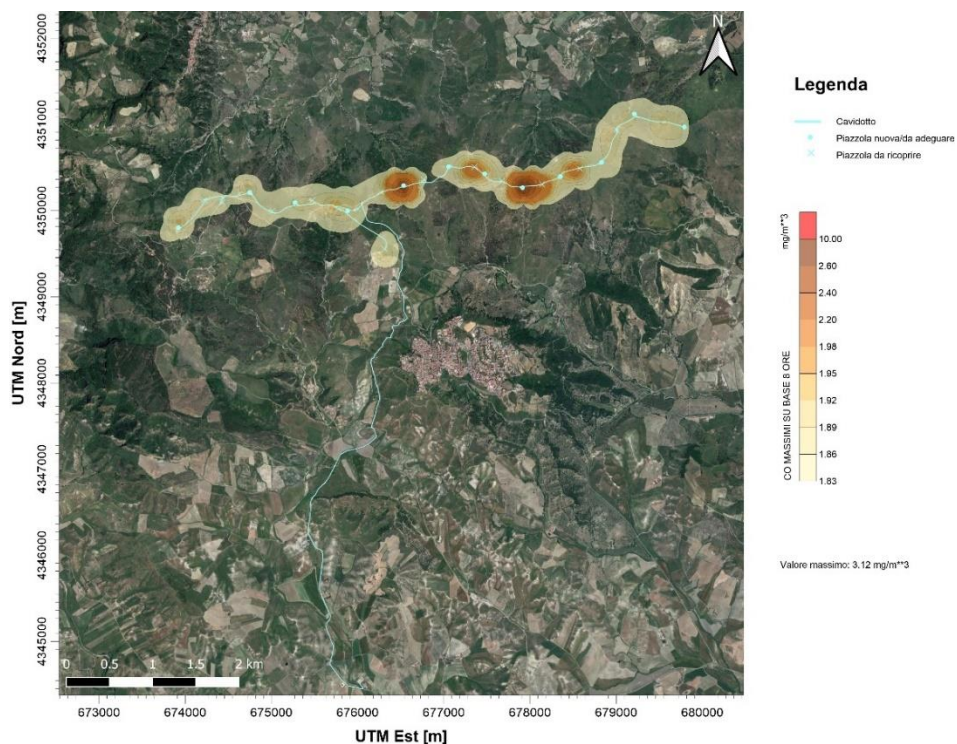


Figura 7.19: CO – concentrazioni massime su base 8 ore [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico Melissa Strongoli)

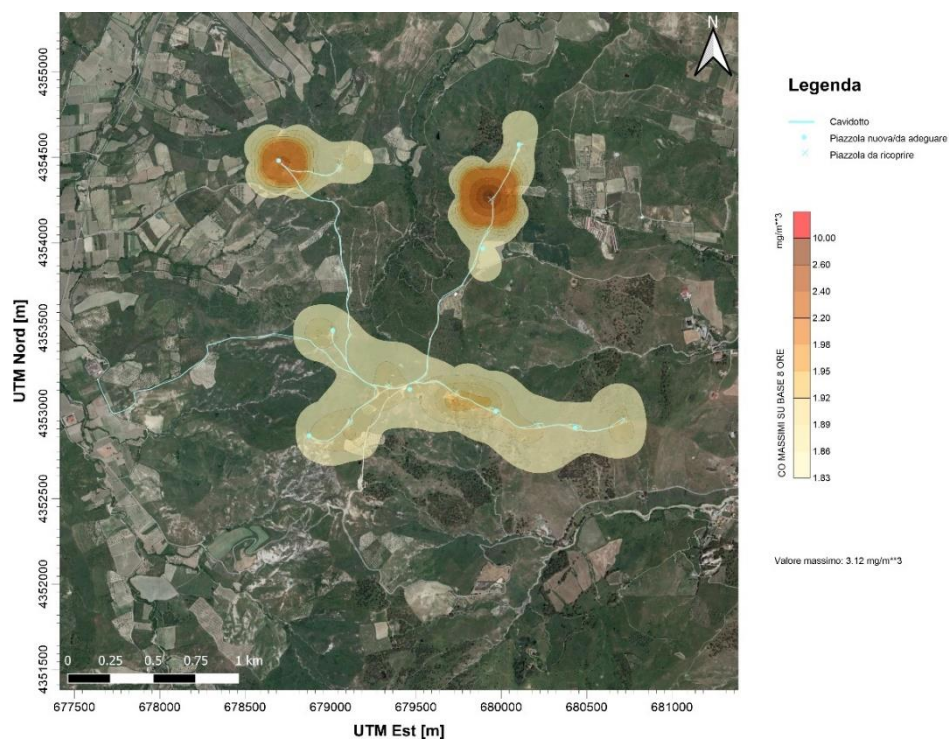


Figura 7.20: CO – concentrazioni massime su base 8 ore [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ] (zoom sul Parco Eolico San Francesco)

## REFERENZE

- ENEA (2015). *“Definizione della metodologia e degli input necessari per l’esecuzione di analisi integrate CALPUFF-CALMET ai fini della valutazione della dispersione di inquinanti radioattivi in atmosfera”*.
- Regione Toscana in collaborazione con ARPAT. *“Piano Regionale per la Qualità dell’Aria Ambiente (PRQA). Miglioriamo l’aria che respiriamo” - Allegato 2: Documento tecnico con determinazione di valori limite di emissione e prescrizione per le attività produttive*.
- Scire J. S., Robe F. R., Fernau M. E., Yamartino R. J. (2000). *“A User’s Guide for the CALMET Meteorological Model (Version 5)”*.
- Scire J. S., Strimaitis D. G., Yamartino R. J. (2000). *“A User’s Guide for the CALPUFF Dispersion Model (Version 5)”*.
- South Coast AQMD (2020). *“Off-Road – Model Mobile Source Emission Factor”*
- US-EPA. *“AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors”*.
- US-EPA (2012) *“Haul Road Workgroup Final Report Submission to EPA-OAQPS” Memorandum*.
- ArpaCAL – Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente della Calabria: [arpacal.it/index.php/temi-ambientali/22-tematiche-ambientali/aria/201-qualitaaria](http://arpacal.it/index.php/temi-ambientali/22-tematiche-ambientali/aria/201-qualitaaria)
- Copernicus Corine Land Cover: [land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover](http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover)
- EPA: [cfpub.epa.gov/webfire/](http://cfpub.epa.gov/webfire/)
- NASA: [www2.jpl.nasa.gov/srtm/](http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/)
- USGS: [usgs.gov](http://usgs.gov)



**RINA Consulting S.p.A.** | Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.  
Via Cecchi, 6 - 16129 GENOVA | P. +39 010 31961 | [rinaconsulting@rina.org](mailto:rinaconsulting@rina.org) | [www.rina.org](http://www.rina.org)  
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.