

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78 S.G.C. GROSSETO - FANO

ADEGUAMENTO A 4 CORSIE
NEL TRATTO GROSSETO - SIENA (S.S. 223 "DI PAGANICO")
DAL KM 41+600 AL KM 53+400 - LOTTO 9

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **FI15**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Federico Durastanti
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° A844

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini
Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

Il R.U.P.

Dott. Ing.
Raffaele Franco Carso

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

PROTOCOLLO

DATA

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



Dott. Ing. N. Granieri
Dott. Arch. N. Kamenicky
Dott. Ing. V. Truffini
Dott. Arch. A. Bracchini
Dott. Ing. F. Durastanti
Dott. Ing. E. Bartolucci
Dott. Geol. G. Cerquiglini
Geom. S. Scopetta
Dott. Ing. L. Sbrenna
Dott. Ing. E. Sellari
Dott. Ing. L. Dinelli
Dott. Ing. L. Nani
Dott. Ing. F. Pambianco
Dott. Agr. F. Berti Nulli

Dott. Ing. D. Carlaccini
Dott. Ing. S. Sacconi
Dott. Ing. G. Cordua
Dott. Ing. V. De Gori
Dott. Ing. C. Consorti
Dott. Ing. F. Dominici

Dott. Ing. V. Rotisciani
Dott. Ing. F. Macchioni
Geom. C. Vischini
Dott. Ing. V. Piuanno
Dott. Ing. G. Pulli
Geom. C. Sugaroni



AMBIENTE STUDIO ATMOSFERA Relazione

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.
L O F I 1 5 **E** **1 9 0 1**

NOME FILE

T00-IA03-AMB-RE01

REVISIONE

SCALA:

CODICE ELAB.

T 0 0 I A 0 3 A M B R E 0 1

A

1:5000

A	Emissione	28/02/2020	C.Presciutti	E.Bartolucci	N.Granieri
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	SINTESI METODOLOGICA E CONTENUTISTICA.....	3
1.2	INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO.....	5
1.3	INQUADRAMENTO PROCEDURALE	6
1.4	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO.....	7
1.5	DESCRIZIONE DELLA CANTIERIZZAZIONE	8
2	INQUADRAMENTO METEO CLIMATICO	14
2.1	CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA	14
2.2	STAZIONE TOS ₁₁₀₀₀₀₁₃ : CASOTTO DEI PESCATORI.....	15
2.3	STAZIONE TOS ₁₁₀₀₀₀₀₅ : RISPESCIA	20
2.4	DATI METEOROLOGICI - STAZIONE METEOROLOGICA AEROPORTO DI GROSSETO (LIRS) (WYOMING).....	24
2.5	CALMET	30
2.5.1	Applicazione del codice CALMET.....	31
3	IL QUADRO NORMATIVO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	34
3.1	QUADRO NORMATIVO EUROPEO	34
3.2	QUADRO NORMATIVO NAZIONALE	34
3.3	LA PIANIFICAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	37
4	ANALISI DELLO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....	44
4.1	LA RETE DI MONITORAGGIO E LA CENTRALINA DI RIFERIMENTO.....	44
	OSSIDI DI AZOTO (NO _x)	46
	PM10 (Polveri fini)	47
	PM2.5.....	48
4.1.1	Il fondo di riferimento.....	48
5	IL MODELLO DI SIMULAZIONE CALROADS	48
6	LO SCENARIO ANTE OPERAM	51
6.1	INTRODUZIONE	51
6.2	GLI INPUT PROGETTUALI.....	51

6.2.1	Metodologia per la stima dei Fattori di Emissione stradali.....	51
6.2.2	Composizione del parco veicolare circolante.....	51
6.2.3	Volumi e velocità del traffico circolante	54
6.2.4	Svincoli	55
6.2.5	Fattori di emissione pesati	57
6.3	I RICETTORI.....	57
6.3.1	Tipologie e finalità	58
6.4	LA SCHEMATIZZAZIONE DELLO SCENARIO ANTE OPERAM	65
6.5	L’OUTPUT DELLE SIMULAZIONI ANTE OPERAM.....	66
7	LO SCENARIO POST OPERAM	68
7.1	INTRODUZIONE	68
7.2	GLI INPUT METEOROLOGICI.....	68
7.3	GLI INPUT PROGETTUALI.....	68
7.3.1	Composizione del parco veicolare circolante	68
7.3.2	Volumi e velocità del parco veicolare circolante	68
7.3.3	Fattori di emissione pesanti	69
7.3.4	I ricettori.....	70
7.4	LA SCHEMATIZZAZIONE DELLO SCENARIO POST OPERAM.....	72
7.5	OUTPUT DELLE SIMULAZIONI POST OPERAM	73
8	LO SCENARIO DI CANTIERE	75
8.1	STIMA DELLE EMISSIONI	77
9	IL RAPPORTO OPERA - AMBIENTE	97

1 INTRODUZIONE

1.1 SINTESI METODOLOGICA E CONTENUTISTICA

Il presente documento è volto ad effettuare l’analisi modellistica diffusionale in relazione alla componente atmosfera al fine di verificare se le condizioni di traffico previste dal progetto in esame, siano tali da non determinare il superamento dei limiti di NO_x, a tutela della vegetazione, stabilito dalla Direttiva CEE 2008/50.

Tale studio specialistico è di supporto al Progetto Esecutivo per la realizzazione dell’infrastruttura “adeguamento a 4 corsie nel tratto Grosseto – Siena (ss.223 “di Paganico”) dal Km 41+600 al Km 53+400 – Lotto 9.

Oltre a quanto riportato sopra, all’interno del presente elaborato è riportata la caratterizzazione della qualità dell’aria dello stato attuale, analisi degli impatti in corso d’opera e verifica della qualità dell’aria dello stato post operam in seguito alla realizzazione dell’infrastruttura in analisi.

Nello specifico, sono state eseguite quindi le caratterizzazioni diffusionali nel dominio circostante all’area di realizzazione dell’infrastruttura per le tre fasi di ante operam, corso d’opera e post operam. Per ciascuna delle tre fasi sono stati analizzati i seguenti inquinanti: PM₁₀, PM_{2,5} e NO_x.

Le mappe diffusionali in allegato al presente documento riportano quindi:

- AO: PM₁₀ (media annua e media giornaliera), PM_{2,5} (media annua) e NO_x (media annua e media oraria nel dominio di studio)
- CO: PM₁₀ (media annua dell’intero dominio di studio e media giornaliera), PM_{2,5} (media annua) e NO_x (media annua e media oraria nel dominio di studio).
- PO: PM₁₀ (media annua e media giornaliera), PM_{2,5} (media annua) e NO_x (media annua e media oraria nel dominio di studio).

Si sottolinea che per la fase di cantiere, nel progetto in esame sono stati applicati dei coefficienti di mitigazione per la bagnatura dei cumuli.

Per quanto sopra riportato quindi le mappe di iso-concentrazione per la fase di cantiere, relativamente agli inquinanti PM₁₀ e PM_{2,5} rappresentano il contributo con l’applicazione delle mitigazioni. Mentre i risultati riportati nella relazione riportano i valori emissivi della qualità dell’aria sia con le mitigazioni che senza mitigazioni.

Dal punto di vista metodologico lo studio è articolato secondo i seguenti step:

- 1) analisi meteorologica dell’annualità 2019;
- 2) analisi delle concentrazioni di fondo per gli ossidi di azoto in relazione alla stazione di Montecerboli che, per tipologia e posizionamento, è risultata essere la più significativa al fine di determinare il fondo ambientale di riferimento;
- 3) analisi del parco veicolare circolante con riferimento all’ambito territoriale della regione Toscana (ambito valutato in relazione alla tipologia di infrastruttura in esame) attraverso l’esame del documento Autoritratto 2018 dell’ACI. Tale analisi combinata con l’utilizzo del Copert V, utilizzato per la definizione dei fattori di emissioni di ogni tipologia di veicolo considerato, ha consentito di definire un fattore di emissione medio per l’infrastruttura in esame;

- 4) in ultimo è stata eseguita la stima modellistica delle concentrazioni, attraverso l'uso del software Calroads in fase Ante Operam e Post Operam, generate dall'esercizio dell'infrastruttura ed è stata effettuata la valutazione del rapporto Opera-Ambiente in considerazione del fondo ambientale preso a riferimento. Per le valutazioni degli impatti della fase di cantiere sono state eseguite le simulazioni con il codice AERMOD.

La presente relazione pertanto, dopo una breve introduzione di tipo procedurale ed una breve sintesi dell'intervento, si articola secondo lo schema logico soprastante.

1.2 INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

L'itinerario E78 costituisce uno dei più importanti collegamenti trasversali tra i corridoi longitudinali tirrenico ed adriatico. Tale collegamento, la cui idea nasce verso la fine degli anni '60, periodo a cui risalgono alcuni dei progetti di massima redatti per la realizzazione dell'intervento, ha origine sulla Via Aurelia all'altezza di Grosseto e termina sull'autostrada Adriatica A14 in corrispondenza del casello di Fano nelle Marche.

Lungo il suo percorso attraversa paesaggi di incomparabile bellezza, collegando le città di Siena e Arezzo in Toscana e di Urbino e Fano nelle Marche e connettendosi con la E45 e la fondovalle del Metauro in provincia di Pesaro e Urbino. La lunghezza complessiva del collegamento è di circa 270 km di cui circa il 65% ricadenti in Toscana, il 30% nelle Marche e il 5% in Umbria.

Il presente progetto riguarda la realizzazione del lotto 9 “Tratto Ornate – Svincolo di Orgia” da prog. 41+600 a prog. 53+400 e si inserisce tra i Lotti 5°- 6°- 7°e 8° (Tratto Lanzo – Ornate - da prog. 30+040 a prog. 41+600), attualmente in corso di realizzazione, ed il Lotto 10 (Tratto Svincolo di Orgia – San Salvatore - da prog. 53+400 a prog. 60+525), i cui lavori ad oggi sono sostanzialmente ultimati.

In particolare, il progetto del lotto 9 riguarda l'adeguamento della S.G.C. E78 Grosseto-Fano per un'estesa di km 11+800 dalla prog. km 41+600 alla prog. km 53+400, interessando i comuni di Monticiano, Murlo e Sovicille.

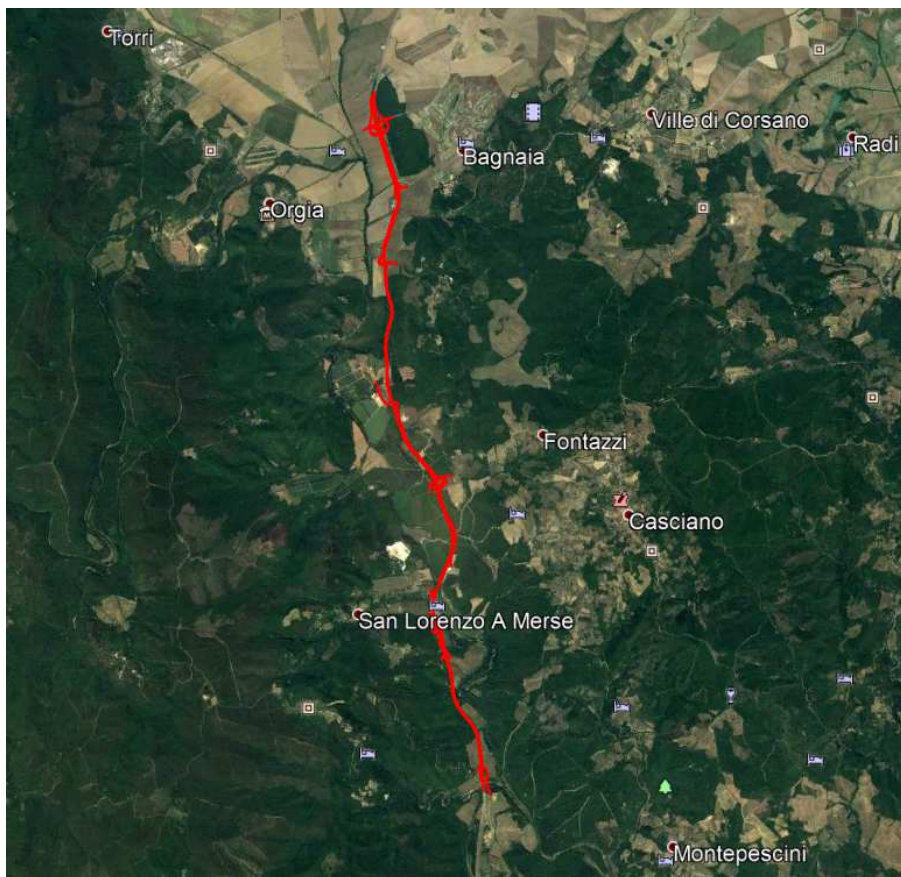


Figura 1 – Inquadramento dell'intervento

1.3 INQUADRAMENTO PROCEDURALE

Nel 1992 Anas approvava un Progetto di Massima, il quale è stato sottoposto a procedura VIA, ottenendo parere positivo con prescrizioni mediante il DEC/VIA n.1465 del 18/01/1993 rilasciato dall'allora Ministero dell'Ambiente. In data 20/03/2008 Anas trasmette il Progetto Definitivo (leggermente variato rispetto al Progetto di Massima) al Ministero dell'Ambiente al fine dell'avvio di Istanza di Verifica di Ottemperanza, ottenendo parere positivo con ulteriori prescrizioni (Parere n.239 del 26/02/2009).

A valle di quanto esposto, si è reso necessario integrare il Progetto Definitivo, ad oggi sottoposto ad esame in Conferenza di Servizi, con studi specialistici necessari sia al fine di adeguare il progetto stesso alla normativa vigente sia al fine di ottemperare alle richieste degli Enti nell'ambito della Procedura di Verifica di Ottemperanza e della Conferenza di Servizi.

In tal senso il presente studio diffusionale è stato redatto al fine di recepire le seguenti prescrizioni:

Parere	Descrizione
PARERE MINISTERO AMBIENTE VERIFICA DI OTTEMPERANZA n.239 del 26/02/2009	Atmosfera b.4 sia redatto uno studio finalizzato a dimostrare che le condizioni di traffico e di velocità previste in progetto siano tali da non determinare il superamento dei limiti di NOx, a tutela della vegetazione, stabilito dalla Direttiva CEE 2008/50 del 21/05/2008

Tabella 1 - Prescrizioni Parere n.239/2009

La presente relazione è redatta in ottemperanza a quanto disposto e richiamato nella Tabella 1.
Per quanto sopra riportato in sintesi tale studio specialistico è di supporto al Progetto Esecutivo per la realizzazione dell'infrastruttura "adeguamento a 4 corsie nel tratto Grosseto – Siena (ss.223 "di Paganico") dal Km 41+600 al Km 53+400 – Lotto 9.

1.4 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

L'intervento oggetto della presente prevede, come detto, l'adeguamento a 4 corsie del tratto Grosseto-Siena (S.S. 223 “di Paganico”) si estende per circa 11,8 km all'interno dei Comuni Monticiano, Murlo e Sovicille in provincia di Siena regione Toscana.

Lo stesso andrà a completare l'opera di ampliamento della viabilità S.S. 223 esistente, già realizzato nei tratti confinanti a sud e a nord.

Riallacciandosi al lotto precedente, il tracciato ha inizio in corrispondenza dell'attraversamento del fiume Ornate, che avviene mediante un viadotto in acciaio-calcestruzzo a tre campate (50-85-50) di lunghezza complessiva di 185 m.

Superato il fiume, l'asse si sviluppa lungo il corridoio già individuato dalla viabilità esistente. Dalla progr. 43+200 alla progr. 43+400 circa, il tracciato si avvicina ad una delle anse del fiume Merse, e la pendenza elevata del terreno rende necessaria la realizzazione di una lunga opera di sostegno lato destro per contenere il rilevato ed evitare ogni possibile interferenza con il fiume.

Al km 43+985 circa è presente il primo di quattro cavalcavia di progetto, ideato allo scopo di permettere l'attraversamento di una viabilità secondaria esistente, la quale proseguendo si assesta poi sul lato destro del tracciato.

Dopo un nuovo progressivo affiancamento dell'asse al fiume Merse, alla progressiva 44+540 circa si sviluppa lo svincolo del Picchetto, caratterizzato da una rotatoria lato est ed una lato ovest del tracciato, le quali fungono da elemento di raccordo fra le rampe provenienti dell'asse principale e la rete locale di viabilità. La connettività fra i due versanti del tracciato viene garantita mediante un sottovia che collega le due rotatorie.

Alla progr. 45+180 il tracciato si incrocia interseca quindi il percorso del fiume Merse, il quale attraversamento viene gestito attraverso la realizzazione di un viadotto in acciaio-calcestruzzo a quattro campate (30-40-60-45) di lunghezza complessiva di 175 m.

Subito dopo l'opera ha inizio la tratta del progetto caratterizzata dalla presenza di risaie ambo i lati (dalla progr. 45+800 alla progr. 47+240), la cui suddivisione ed organizzazione idraulica viene mantenuta grazie al rilevato stradale stesso ed all'introduzione di alcuni argini.

Al km 48+480, dopo avere garantito l'accesso all'area di servizio esistente situata sul versante est del tracciato, sullo stesso lato si sviluppa una delle viabilità complanari di progetto, che segue il tracciato per quasi un 1,5 km.

All'interno della zona delle risaie, alla progr. 47+010, si sviluppa quindi lo svincolo Fontazzi, caratterizzato da un'unica rotatoria lato est e da un sottovia attraverso il quale le rampe del lato ovest sono connesse alle viabilità sul lato opposto. Dalla suddetta rotatoria sfocia una viabilità secondaria che dal lato destro, si porta poi sul sinistro mediante un sottovia situato alla progr. 48+510.

Il tracciato inizia quindi a innalzarsi, seguendo il terreno esistente ed attraversando un'ampia zona boschiva, fino a raggiungere la sua massima quota in prossimità della progr. 49+026; esso poi discende nella piana situata più a nord, nella quale è prevista la realizzazione di due nuovi cavalcavia, il primo alla progr. 50+863, e l'altro alla progr. 52+111. Il secondo in particolare permette la connessione della località Bagnai con la rete stradale esistente situata sul lato ovest del tracciato.

A partire da questo punto, su entrambi i lati dell'asse principale si attestano due complanari, che rimangono in affiancamento fino alla progr. 53+280 circa, ove è situato lo Svincolo Ponticini. Esso, come quello del Picchetto, è caratterizzato da due rotatorie collocate su ambi i versanti del tracciato, che fungono da elemento di raccordo fra le rampe provenienti dell'asse principale e la rete locale di viabilità.

La connettività fra i due versanti del tracciato viene garantita mediante l'ultimo cavalcavia alla progr 53+126.

L'intervento termina alla progr. 53+400, fatta eccezione per un breve tratto di ricucitura che lo ricollega al lotto successivo.

1.5 DESCRIZIONE DELLA CANTIERIZZAZIONE

Al fine di realizzare le opere in progetto, è prevista l'installazione di un cantiere base che funge da campo base e per le attività logistiche di gestione del cantiere e che, in relazione all'estensione territoriale dell'intervento, si è ritenuto opportuno posizionare in posizione baricentrica rispetto all'area di intervento. Ad esso si aggiungono dodici cantieri operativi, legati alle lavorazioni dei viadotti, degli svincoli e dell'asse principale.

L'impianto di cantierizzazione e la viabilità di cantiere, nel seguito dettagliati, sono studiati in modo da garantire la permanenza dell'esercizio stradale durante l'esecuzione dei lavori per il raddoppio della E78.

Il tempo complessivo per l'esecuzione dei lavori viene stabilito in 1095 giorni (36 mesi) comprensivi dei tempi per andamento stagionale sfavorevole.

In particolare, come già accennato, è prevista la realizzazione delle seguenti tipologie di cantieri:

- **Cantiere Base:** come detto, il cantiere base sarà posizionato fuori lotto in posizione baricentrica rispetto all'area di intervento, nel Comune di Murlo, in località della Rancia. Esso fungerà da campo base e per le attività logistiche di gestione del cantiere; ospiterà i servizi direzionali preposti alla costruzione dell'opera e cioè uffici della Direzione Lavori e parte degli uffici preposti alla costruzione delle opere (Direzione Tecnica, Ingegneria, Produzione, Servizi Tecnici).

L'area complessiva del cantiere risulta pari a 39000 mq.

Nel cantiere base sono collocati:

guardiania, infermeria, uffici impresa, uffici direzione lavori, cucina, refettorio – mensa, sala ricreazione, spogliatoi, alloggi-dormitori personale, centrale termica, serbatoio idrico, fossa biologica/imhoff, depuratore/filtro percolatore anaerobico, deposito rifiuti mensa, box magazzino, officina meccanica, tettoia officina meccanica, pesa a bilico, container di servizio per pesa, impianto di lavaggio ruote, predisposizione impianto di betonaggio, impianto di frantumazione e classificazione, deposito attrezzatura, laboratorio analisi, deposito oli, cisterna carburante, servizi igienici, deposito bombole ossigeno, serbatoio gpl, parcheggi auto operai, posti sosta mezzi pesanti, parcheggio ambulanza.

In generale, oltre alla recinzione principale e relativi ingressi controllati, si prevedono aree adibite alla viabilità dei mezzi e al parcheggio, le aree per la raccolta differenziata dei rifiuti, cabina elettrica, serbatoio per il G.P.L. Per l'approvvigionamento idrico di acqua potabile il campo base sarà allacciato all'acquedotto esistente.

L'area sarà rifinita con una pavimentazione permeabile ad eccezione delle aree che richiedono particolari precauzioni dal punto di vista ambientale.

La zona dove trovano spazio gli alloggi, uffici, mensa e refettorio è pavimentata ed ha una superficie di circa 5330 mq. Le acque meteoriche e di dilavamento sono raccolte da un sistema di drenaggio in canalette in cls vibrocompresso e destinate alla vasca di prima pioggia e disoleatore. Dopo il trattamento le acque vengono restituite al reticolo idrografico superficiale.

Lungo il perimetro esterno dell'area di cantiere si prevede la realizzazione di un fosso di guardia in terra, di idonea sezione, che ha la funzione di separare le acque meteoriche esterne all'area di cantiere da quelle interne. Le acque meteoriche interne all'area di cantiere saranno canalizzate con canalette in cls verso delle vasche di prima pioggia per poi essere restituite al reticolo idrografico superficiale.

Il cantiere sarà delimitato con delle recinzioni fisse di tipo anti-intrusione fauna, come indicato nel progetto definitivo, inoltre, nel lato in prossimità delle aree boscate si prevede anche l'impiego di teli antipolvere.

Un'area a parte, opportunamente separata da quella logistica mediante recinzione di cantiere, è destinata allo stoccaggio provvisorio di materiale proveniente da scavi e sterri.

È inoltre previsto che il terreno vegetale, proveniente dallo scotico per la preparazione dell'area, venga accumulato all'interno della stessa secondo criteri che permettono l'ammendamento in vista del ripristino finale. Il terreno stoccato, con una altezza massima dei cumuli di 2 metri, sarà riutilizzato durante la fase di ripristino per la ricopertura vegetale dell'area.

Si riportano l'ubicazione, la dimensioni e il layout del cantiere base.

Cantiere	Ubicazione	Superficie
n.° 9	km 48+300, presso poderale per Frontignano-utilizzabile anche per Campo Base	39000 mq

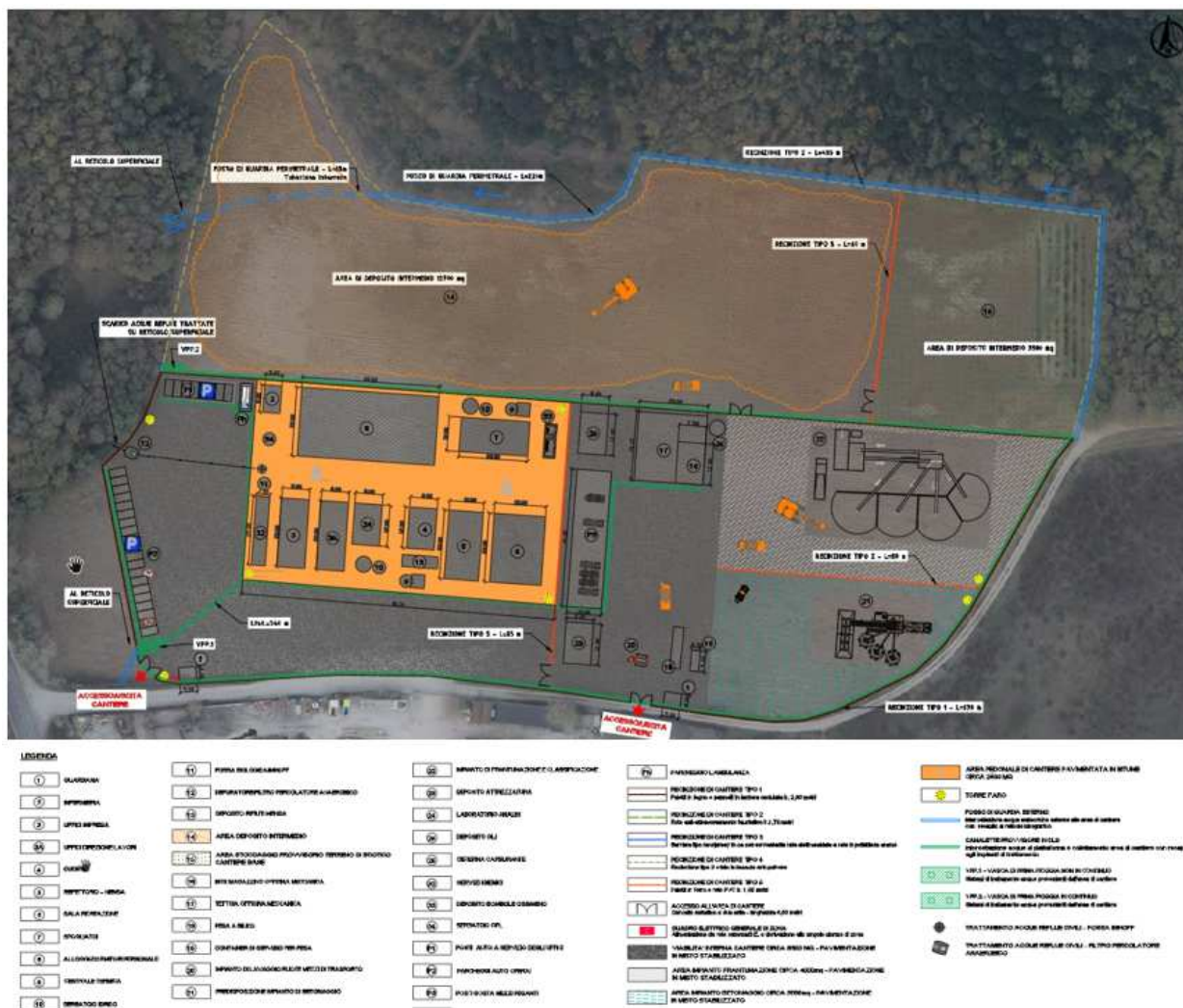


Figura 2 - Planimetria cantiere base

- Cantieri Operativi in prossimità delle principali opere: legati alle lavorazioni dei viadotti, degli svincoli e dell'asse principale.

All'interno dei cantieri operativi, oltre ad eventuali aree destinate allo stoccaggio temporaneo del materiale proveniente dagli scavi per i cantieri che le prevedono, si prevede un'area logistica/operativa in cui saranno concentrate le installazioni tipiche dei cantieri operativi. Le attrezzature sono distribuite nei cantieri in base alla tipologia di lavorazione prevista.

- Ufficio impresa;

- Serbatoio idrico;
- Area stoccaggio provvisorio terreno di scotico;
- Pesa-bilico;
- Container di servizio per pesa;
- Impianto di lavaggio ruote mezzi di trasporto;
- Deposito attrezzatura;
- Deposito oli;
- Cisterna carburante;
- Bagno chimico servizi di zona;
- Area stoccaggio materiali di consumo;
- Presidio sanitario;
- Area stoccaggio materiali da costruzione;
- Zona allestimento impalcato;
- Parcheggio;
- Pesa per bilico;

Il terreno proveniente dallo scavo superficiale per la preparazione dell’area “scotico”, sarà stoccato in una zona adiacente all’area di cantiere. Il terreno stoccato sarà riutilizzato durante la fase di ripristino per la ricopertura vegetale dell’area. Si rimanda per un maggiore dettaglio agli elaborati grafici di cantiere.

Per maggiori dettagli sulla cantierizzazione si rimanda al progetto della cantierizzazione, dove sono riportate, per ciascuna area di cantiere, le seguenti informazioni:

- Ubicazione, dimensione dell’area e organizzazione del cantiere;
- Accessi all’area di cantiere;
- Operazioni preliminari: descrizione delle attività necessarie alla preparazione del cantiere.

Nella stessa suddetta relazione di cantierizzazione un paragrafo a parte è dedicato agli impianti a servizio dei cantieri necessari per il funzionamento degli stessi.

In generale, preventivamente all’installazione dei cantieri operativi si dovrà provvedere alle seguenti operazioni:

- rimozione degli eventuali materiali di rifiuto presenti;
- rimozione della vegetazione spontanea;
- scotico e livellamento, il terreno vegetale verrà accantonato all’interno di un’apposita area per il ripristino a fine lavori;
- realizzazione del piano di posa dei container e delle baracche di cantiere con uno strato di misto stabilizzato.

Al termine dei lavori le aree verranno ripristinate allo stato attuale prevedendo il ripristino del terreno vegetale.

Nei casi in cui le aree siano destinate a viabilità e strutture di servizio, le strutture di cantiere verranno dismesse prima del completamento dei lavori. Le rimanenti parti dell'area, al di fuori del sedime interessato dalle opere di progetto, verranno ripristinate ad uso agricolo.

La tabella seguente illustra il sistema di cantieri previsto per la realizzazione delle opere, in ordine di progressive.

pk	ID	Sup (mq)	Ubicazione	Comune
41+650	CO1	3.800	presso spalla sud V.Ornate	Monticiano
41+750	CO2	4.000	presso spalla nord V.Ornate	Monticiano
43+900	CO3	12.575	presso cavalcavia viab. Collaterale S_4	Monticiano
44+500	CO4	7.400	presso svincolo I Ponticini	Monticiano
44+650	CO5	7.160	presso svincolo I Ponticini	Monticiano
45+150	CO6	4.500	presso spalla sud V.Merse	Monticiano
45+250	CO7	11.000	presso spalla nord V.Merse	Murlo
46+950	CO8	5.500	presso sottovia svincolo Fontazzi	Murlo
49+800	CO10	38.800	presso cavalcavia Frontignano S_18	Sovicille
53+200	CO11	5.540	presso svincolo I Ponticini	Sovicille
53+200	CO12	9.400	presso svincolo I Ponticini	Sovicille
46+950	CO13	3.950	presso sottovia svincolo Fontazzi	Murlo

- Aree di stoccaggio temporaneo: le aree di deposito intermedio sono state individuate nei seguenti cantieri:

ID. CANTIERE	UBICAZIONE	SUPERFICIE	SUPERFICIE DI STOCCAGGIO
		TOTALE CANTIERE	TERRENO DI SCAVO E STERRO
		[mq]	[mq]
CO.3	km 43+900, presso cavalcavia viab. Collaterale S_4	12575	9200
CO.4	km 44+500, presso svincolo I Ponticini	7400	4680
CO.5	km 44+650, presso svincolo I Ponticini	7160	4650
CO.8	km 46+950, presso sottovia svincolo Fontazzi	5500	3525
CB.9	km 48+300, presso poderale per Frontignano	39000	13700
CO.10	km 49+800, presso cavalcavia Frontignano S_18	38800	28500
CO.12	km 53+200 in dx, presso svincolo I Ponticini	9400	7000
CO.13	km 46+950, presso sottovia svincolo Fontazzi	3950	1800

Tutte le aree di deposito sono delimitate da recinzioni e opportunamente segnalate.

In prossimità dell'accesso a tali aree viene prevista l'installazione di una pesa.

Il materiale verrà stoccato in tali aree con un'altezza massima dei cumuli pari a 2 metri.

Lungo il perimetro esterno si prevede la realizzazione di un fosso di guardia in terra, con la funzione di separare le acque meteoriche esterne all'area da quelle interne. All'interno all'area le acque meteoriche saranno convogliate con delle canalette in cls in vasche di prima pioggia (con funzionamento in continuo senza by-pass). Questi accorgimenti sono volti a limitare gli affetti della presenza dei cantieri sull'ambiente, impedendo lo sversamento delle acque di dilavamento nel reticolo idrografico superficiale.

I cumuli di terra saranno opportunamente bagnati per limitare la formazione di polveri, così come descritto nel piano ambientale della cantierizzazione.

Quando le aree di cantiere e di deposito intermedio si trovano in prossimità di aree boscate le recinzioni saranno modificate, inserendo teli antipolvere.

Nelle aree di cantiere poste in prossimità dei fiumi, in particolare i cantieri 1,2,6,7, data la possibilità di piene, sono da escludere sia stoccaggio di materiale sia accantonamento di terreno vegetale.

La viabilità che verrà utilizzata dai mezzi coinvolti nei lavori è costituita principalmente da due tipi fondamentali di strade: la viabilità a lungo raggio e quella a corto raggio.

- Nella prima – viabilità provinciale – si inquadrano, essenzialmente le strade statali e provinciali che potranno essere percorse dai mezzi di cantiere, primi fra tutti i mezzi destinati al trasporto degli inerti per i rilevati dalle cave di estrazione e il conferimento alle medesime cave di estrazione dei materiali in esubero destinati al riutilizzo o ad impianti di recupero.
- Nella seconda – viabilità secondaria – si inquadrano invece le strade comunali che consentono di raggiungere e interconnettere tutte le viabilità di servizio e di cantiere utilizzate per raggiungere i luoghi di lavoro veri e propri.
- La viabilità di cantiere, infine, è quella occorrente ad assicurare la transitabilità nel cantiere ai mezzi del cantiere stesso, realizzata per lo più da strade private (poderali) e da piste di cantiere. Si prevede quindi di utilizzare come piste per il transito dei mezzi di cantiere:
 - La viabilità locale esistente;
 - Adeguamento di piste esistenti (es. strade poderali);
 - Nuove piste di cantiere.

Per piste di cantiere di nuova realizzazione in alcuni casi se ne prevede il mantenimento in esercizio, in modo che possano essere utilizzate come strade poderali in modo da garantire il collegamento con eventuali particelle intercluse.

La rete viaria che verrà interessata dal flusso di traffico indotto dalla realizzazione dell'opera è costituita essenzialmente dalle seguenti arterie:

- Strade Statali/Provinciali:
 - SGC E78 (ex SS223): dal punto di vista della cantierizzazione le lavorazioni sono organizzate in modo da non impegnare la carreggiata esistente, quindi esisterà sempre almeno una carreggiata a doppio senso di marcia per il traffico veicolare e per il traffico generato dal cantiere.
 - S.P.99 strada provinciale di Grotti;
 - S.P.33;
 - S.P.99 strada provinciale delle Pinete;
- Strade Comunali:
 - Strada Provinciale di Petriolo.

2 INQUADRAMENTO METEO CLIMATICO

In questo paragrafo, relativo alla caratterizzazione meteorologica contermina all'area di studio, si rappresentano le statistiche descrittive dei principali parametri misurati dalle stazioni meteorologiche o da dati di archivi informatici di modelli previsionali meteorologici utili per la caratterizzazione del sito. L'area di progetto è relativamente lontana da stazioni della rete regionale SIR e da aeroporti che dispongono di dati misurati o radiosondaggi in quota. Pertanto si è scelto di utilizzare i dati dell'area di Grosseto che è distante circa 40 km in linea d'aria in direzione SUD-OVEST come rappresentativa dell'area di indagine.

In particolare, si è selezionato:

- Stazione meteorologica della rete SIR (Servizio Idrologico Regionale) di RISPESCIA (<http://www.sir.toscana.it>)
- Stazione meteorologica della rete SIR (Servizio Idrologico Regionale) di CASOTTO DEI PESCATORI (<http://www.sir.toscana.it>)
- Stazione meteorologica Aeroporto di Grosseto LIRS (<http://weather.uwyo.edu/surface/>)

2.1 CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA

Di seguito si riportano le specifiche relative alle stazioni meteorologiche utilizzate per la caratterizzazione dell'area ed un'analisi dei dati disponibili per l'ultimo anno, ovvero 2019.

Sono stati acquisiti i dati ottenuti dalla banca dati del SIR (Settore Idrologico Regionale) della Regione Toscana per le stazioni: CASOTTO DEI PESCATORI e RISPESCIA.

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche delle stazioni analizzate.

I dati sono da ritenersi rappresentativi dell'area di indagine e permettono di utilizzare dati di monitoraggio meteorologico al suolo che forniscono indicazioni su microscala necessaria allo studio in questione.



	CASOTTO DEI PESCATORI TOS11000013	RISPESCIA TOS11000005
Tipologia	Stazione automatizzata	Stazione automatizzata
Comune	Grosseto	Grosseto
WGS84 [DMS]	Lat 42° 46' 07.04" Lon 11° 00' 57.43"	Lat 42° 42' 22.23" Lon 11° 08' 40.37"
Quota slm [m]	2,00	25,00
Parametri disponibili	anemometro pluviometro termometro	anemometro pluviometro termometro

Figura 3 - localizzazione e specifiche stazioni SIR

Il regime dei venti dell'area di studio è stato caratterizzato utilizzando i dati meteorologici disponibili dell'anno 2019 registrati nei dataset (la frequenza è pari ad ogni 15 minuti) a disposizione dalle due stazioni, come citato in precedenza. Di seguito si riportano tabelle e figure che descrivono, su base annuale, il regime dei venti dell'area in esame.

2.2 STAZIONE TOS11000013: CASOTTO DEI PESCATORI

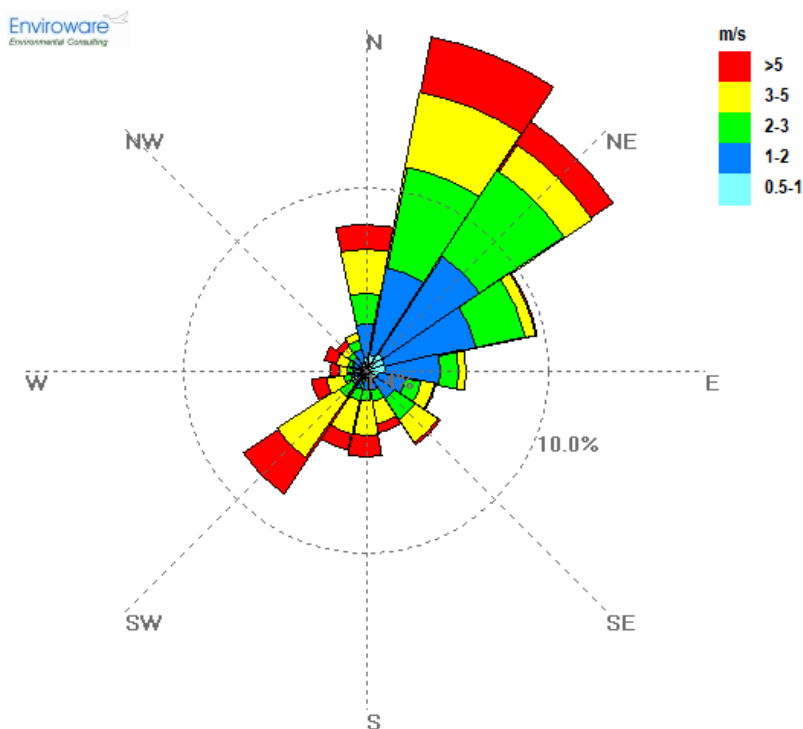


Figura 4 - Rosa dei venti per gli anni 2019 e dati statistici rilevati dalla stazione meteorologica di CASOTTO DEI PESCATORI

La stazione di Casotto dei Pescatori mostra che il sito è caratterizzato da venti prevalenti di modesta intensità che registrano come direzione primaria quella da NE-E con frequenza di circa il 35% del totale annuale e successivamente da SW con frequenze pari a circa il 10%. Le altre direzioni di provenienza del vento, che concorrono agli accadimenti con contributi simili, inferiori al 10%. L'intensità dei venti maggiore si registra da SW-WSW. In media le velocità si attestano tra 1,0 e 2,0 m/s, che costituiscono il 29% delle ore dell'anno. Le calme di vento, venti con velocità inferiore a 0,5m/s, si registrano per circa il 1,5% dei dati annuali per l'anno 2019.

Dir [°N]	%Data	Velocità media [m/s]
0	7.9	3.2
22.5	18.5	3.2
45	16.3	2.6
67.5	9.5	1.9
90	5.4	1.8
112.5	3.8	2.2
135	4.8	2.6
157.5	3.4	3.2
180	4.6	3.9
202.5	4.4	3.6
225	8.0	4.2
247.5	3.0	3.6
270	1.9	3.6
292.5	2.3	3.8
315	1.9	2.9
337.5	2.1	2.1
Calma	1.4	<0.5

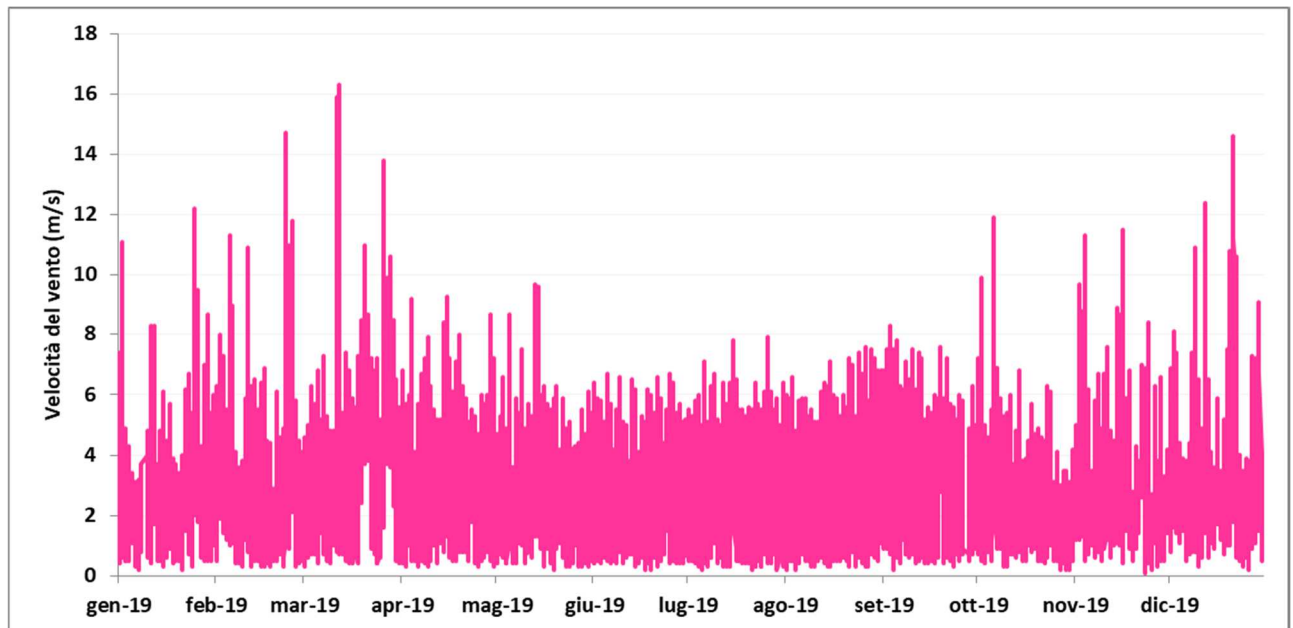
Da (m/s)	Fino a (m/s)	Data [num ore]	Percentuale [%]
0	0.5	500	1.4
0.5	1	2857	8.2
1	2	10136	29.2
2	3	8089	23.3
3	5	8242	23.7
>5	-	4678	13.5

Figura 5 - Frequenze di accadimento velocità e direzione del vento anno 2019 CASOTTO DEI PESCATORI

Di seguito si riporta la tabella e i relativi grafici della Velocità del vento-statistiche e serie temporale anno 2019 CASOTTO DEI PESCATORI

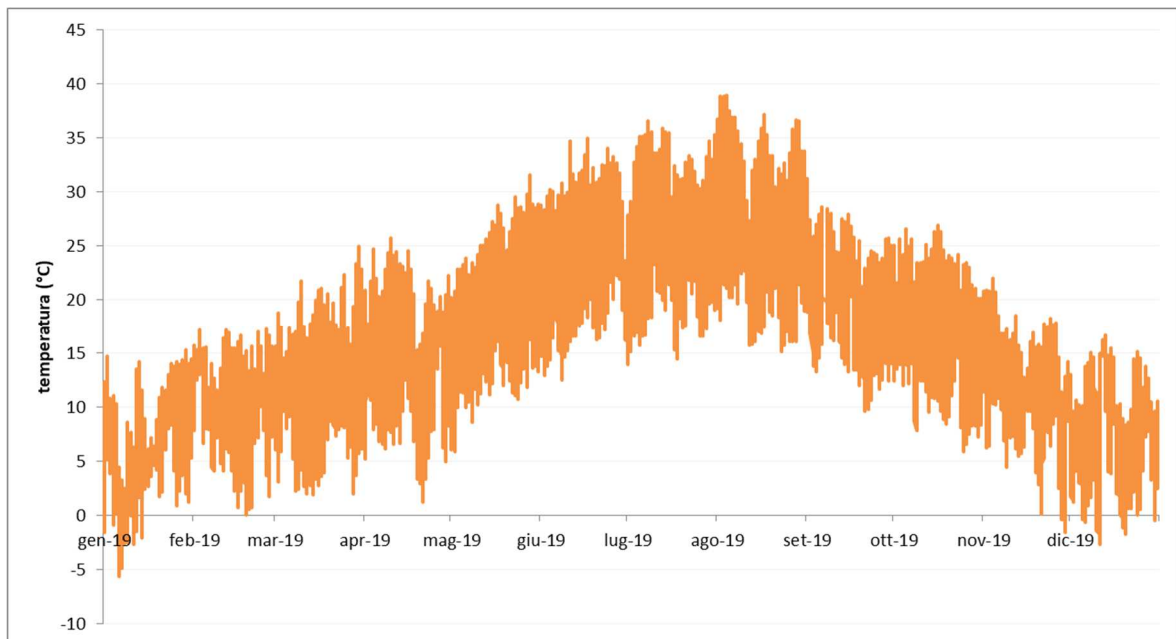
Periodo	Vel. Min (m/s)	Vel. Media (m/s)	Vel. Max (m/s)
Gen	0.2	2.9	12.2
Feb	0.3	3.3	14.7
Mar	0.3	3.7	16.3
Apr	0.3	2.9	9.3
Mag	0.2	2.9	9.7

Giu	0.2	2.5	6.7
Lug	0.2	2.7	7.9
Ago	0.2	2.7	7.6
Set	0.2	3.1	8.3
Ott	0.2	2.7	11.9
Nov	0.1	3.1	11.5
Dic	0.2	3.5	14.6
Anno	0.1	3.0	16.3

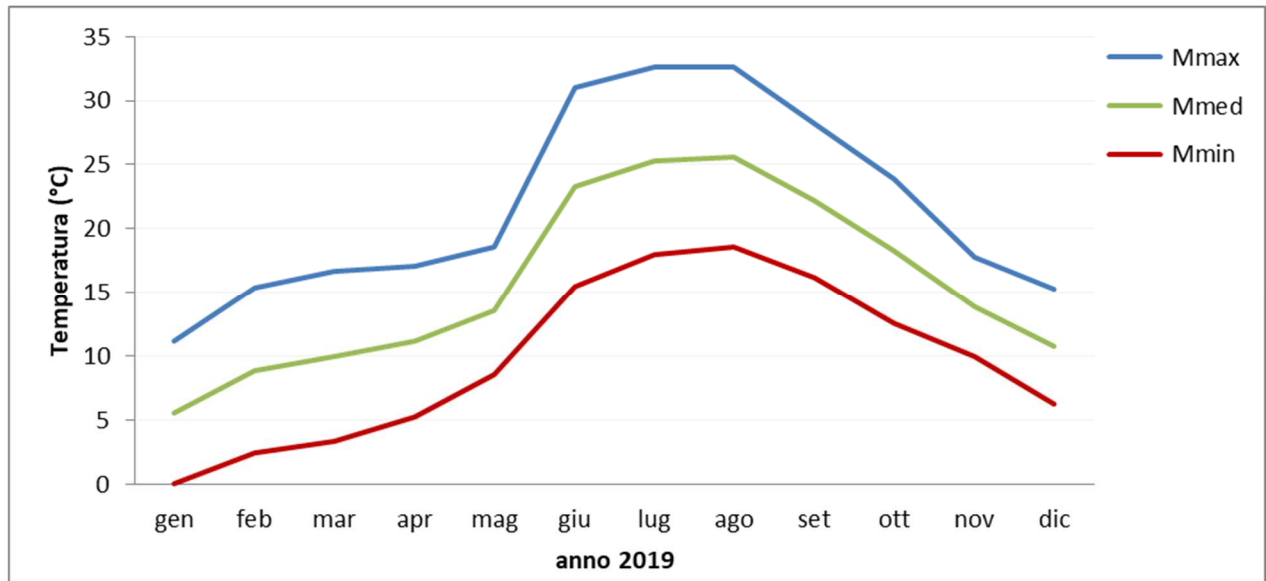


Di seguito si riporta la tabella con i dati relativi alla temperatura dell'aria; statistiche e la figura raffigurante la serie temporale anno 2019 CASOTTO DEI PESCATORI

Mese	T. Min (°C)	T. Media (°C)	T. Max (°C)
Gen	-5.7	5.2	5.2
Feb	-2	22.4	22.4
Mar	-1.6	21.2	21.2
Apr	-0.2	22.3	22.3
Mag	1.5	24.6	24.6
Giu	9.3	38	38.0
Lug	12.6	38.2	38.2
Ago	16.1	35.8	35.8
Set	12.1	32.7	32.7
Ott	8.5	27.6	27.6
Nov	5.4	22.4	22.4
Dic	-1.1	19.1	19.1
Anno	-5.7	15.7	38.2



La figura sottostante mostra gli andamenti mensili medi delle temperature



2.3 STAZIONE TOS11000005: RISPESCIA

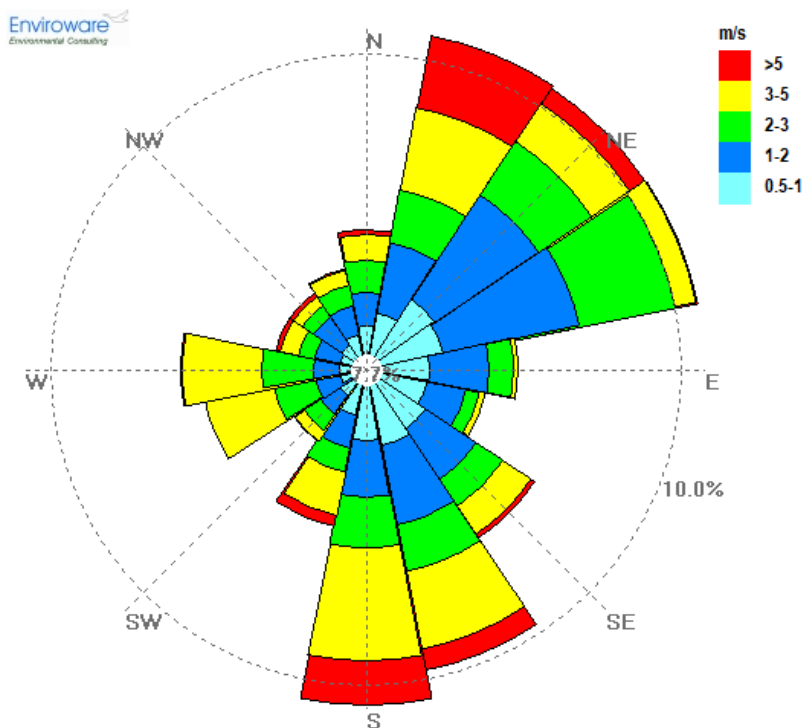


Figura 6 - Rosa dei venti per l'anno 2019 e dati statistici rilevati dalla stazione meteorologica di RISPESCIA

La stazione di Rispecchia mostra che il sito in esame è caratterizzato da venti prevalenti di modesta intensità che registrano come direzione primaria quella da N NE con frequenza circa del 30% sul totale annuale e successivamente dal quadrante sud con frequenze di circa 20 %. Le altre direzioni di provenienza del vento, che concorrono agli accadimenti con contributi simili, inferiori al 10%. L'intensità dei venti maggiore si registra da S. In media le velocità si attestano tra i 1,0 e 2.0 m/s, che costituiscono il 27% delle ore dell'anno. Le calme di vento, venti con velocità inferiore a 0.5m/s, si registrano per circa il 8% per l'anno 2019.

Dir [°N]	%Data	Velocità media [m/s]
0	4.0	2.3
22.5	10.3	3.3
45	10.2	2.2
67.5	10.2	1.8
90	4.3	1.5
112.5	3.4	1.4
135	5.9	1.9
157.5	9.2	2.5

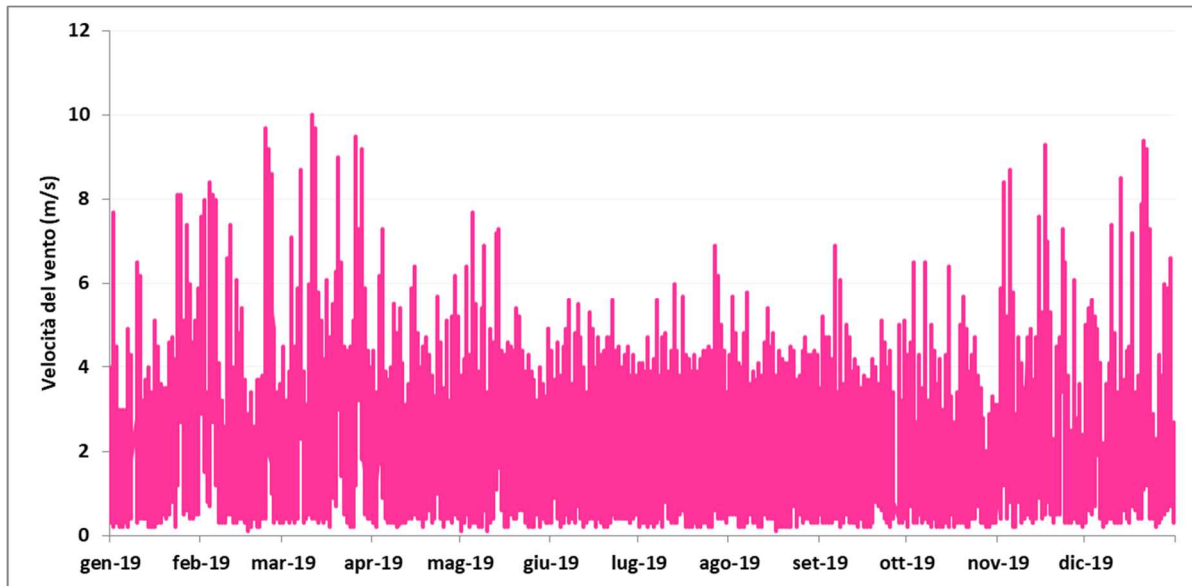
180	10.1	3.0
202.5	4.6	2.7
225	2.3	2.1
247.5	4.7	2.8
270	5.4	2.8
292.5	2.4	2.5
315	2.5	2.2
337.5	2.8	2.1
Calma	7.7	<0.5

Da (m/s)	Fino a (m/s)	Data [num ore]	Percentuale [%]
Calma vento		2697	7.7
0.5	1	6478	18.6
1	2	9515	27.3
2	3	6695	19.2
3	5	7349	21.1
>5	-	2114	6.1

Tabella 2 - Frequenze di accadimento velocità e direzione del vento anno 2019 RISPESCIA

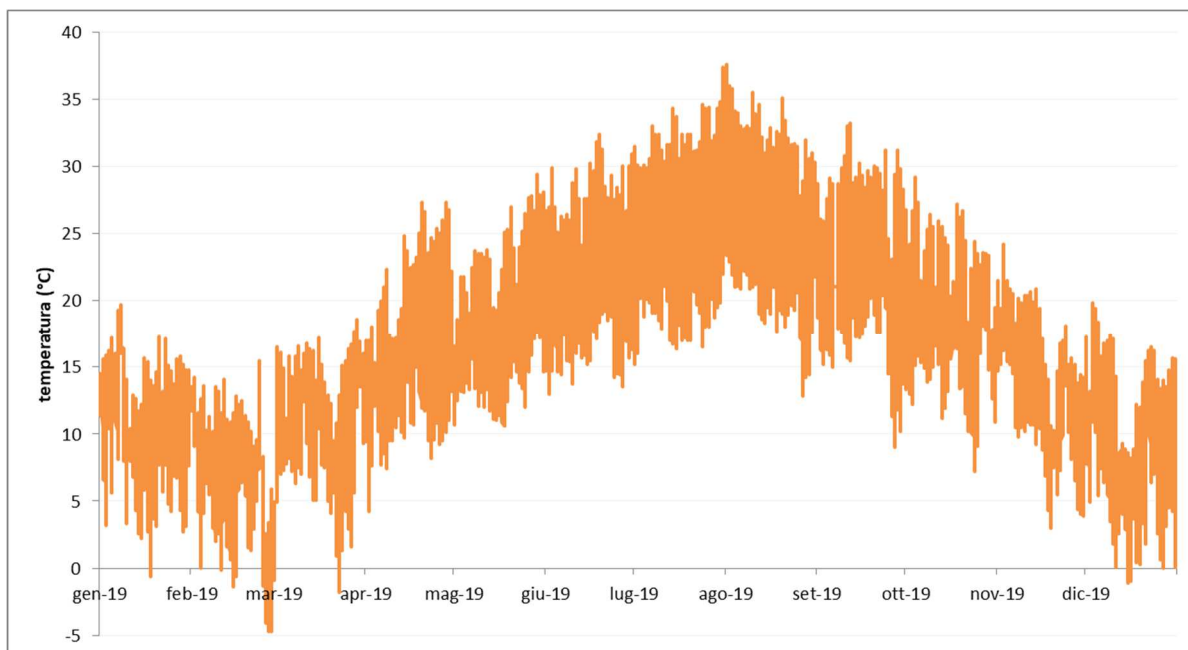
Di seguito si riporta la tabella e i relativi grafici della Velocità del vento-statistiche e serie temporale anno 2019 della stazione RISPESCIA

Periodo	Vel. Min (m/s)	Vel. Media (m/s)	Vel. Max (m/s)
Gen	0.2	2.2	8.1
Feb	0.1	2.7	9.7
Mar	0.2	3.0	10.0
Apr	0.2	2.3	7.3
Mag	0.1	2.3	7.7
Giu	0.2	2.0	5.6
Lug	0.2	1.9	6.9
Ago	0.1	1.9	5.8
Set	0.2	2.0	6.9
Ott	0.2	1.9	6.5
Nov	0.2	2.3	9.3
Dic	0.2	2.6	9.4
Anno	0.1	2.3	10.0

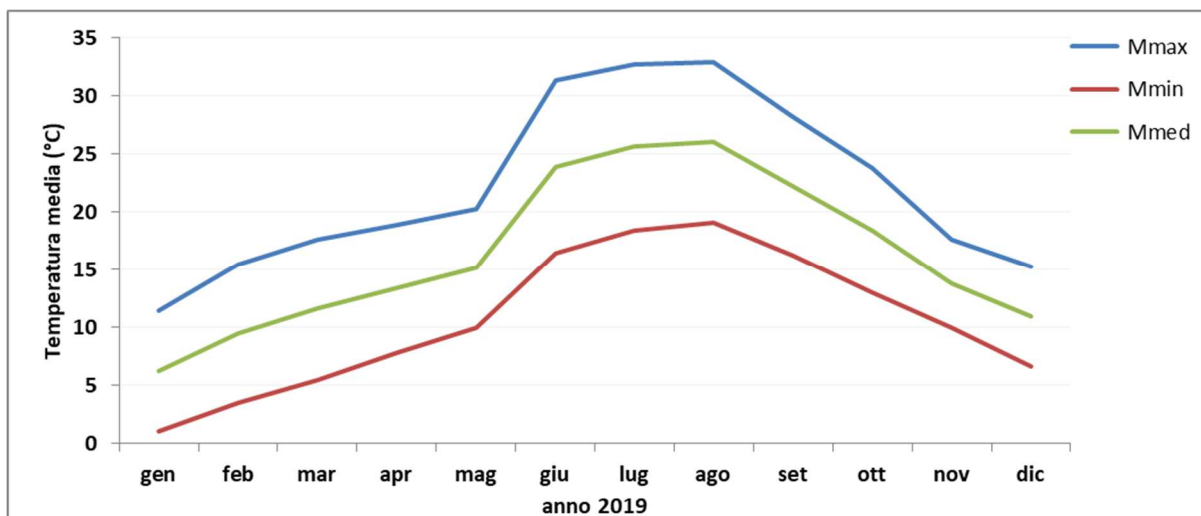


Di seguito si riporta la tabella e i relativi grafici della Temperatura dell'aria-statistiche e serie temporale anno 2019 RISPESCIA

Mese	T. Min (°C)	T. Media (°C)	T. Max (°C)
Gen	-4.7	6.2	16.0
Feb	-0.3	9.5	22.4
Mar	1.6	11.6	22.3
Apr	1.9	13.4	24.2
Mag	4	15.1	25.0
Giu	10.7	23.9	37.5
Lug	14	25.6	37.2
Ago	15.8	26	36.9
Set	13.4	22.2	32.2
Ott	7.7	18.4	27.7
Nov	5.9	13.8	22.7
Dic	-0.2	10.9	19.0
Anno	-4.7	16.4	37.5



La figura sottostante mostra gli andamenti mensili medi delle temperature



2.4 DATI METEOROLOGICI - STAZIONE METEOROLOGICA AEROPORTO DI GROSSETO (LIRS) (WYOMING)

Sono stati acquisiti i dati ottenuti dalla banca dati dell'Università di Wyoming per la stazione dell'Aeroporto di Grosseto (LIRS).

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche della stazione considerata. I dati sono da ritenersi rappresentativi dell'area di indagine e permettono di utilizzare dati di monitoraggio meteorologico al suolo che forniscono indicazioni su microscala necessaria allo studio in questione.



Figura 7 - localizzazione e specifiche stazione LIRS

LIRS	
Tipologia	Stazione automatizzata
Comune	Grosseto
WGS84 [DMS]	Lat 42° 45' 0" Lon 11° 04' 12"
Quota slm [m]	7.00
Parametri disponibili	anemometro igrometro barometro termometro

Il regime dei venti dell'area di studio è stato caratterizzato utilizzando i dati meteorologici disponibili dell'anno 2019 registrati nei dataset a disposizione della stazione, come citato in precedenza.

Di seguito si riportano tabelle e figure che descrivono, su base annuale, il regime dei venti dell'area in esame.

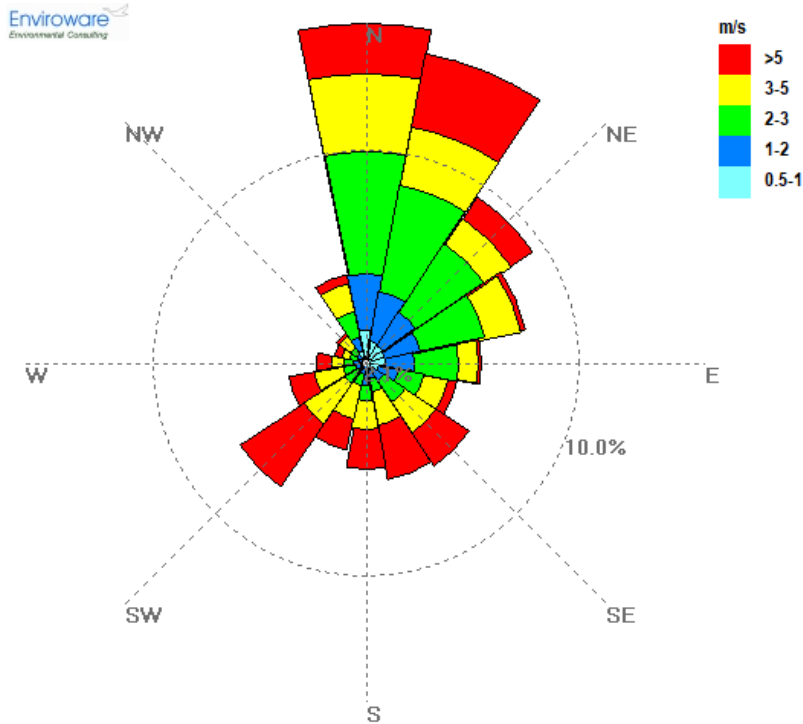


Figura 8 - Rosa dei venti per l'anno 2019 e dati statistici rilevati

Il sito in esame è caratterizzato da venti prevalenti di media intensità che registrano come direzione primaria quella da N-NE con frequenza di più del 35% sul totale annuale e successivamente da SW con frequenze pari a circa il 15%. Le altre direzioni di provenienza del vento, che concorrono agli accadimenti con contributi similari, inferiori al 5%. L'intensità dei venti maggiore si registra da W. In media le velocità si attestano tra i 2,0 e 5,0 m/s, che costituiscono circa il 50% delle ore dell'anno. Le calme di vento, venti con velocità inferiore a 0,5m/s, si registrano per circa il 2% dei dati annuali.

Dir [°N]	%Data	Velocità media [m/s]
0	15.8	3.0
22.5	14.7	3.5
45	9.3	2.9
67.5	7.5	2.4
90	5.3	2.2
112.5	4.2	2.7
135	5.6	4.0
157.5	5.4	4.6
180	4.8	4.1
202.5	4.1	4.2
225	7.0	4.7
247.5	3.6	4.1

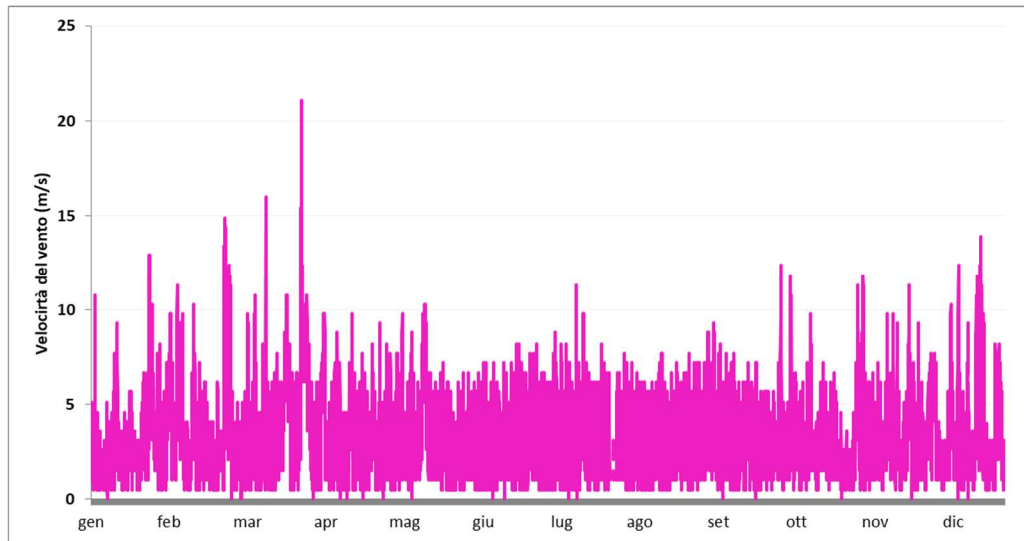
270	2.2	3.9
292.5	1.4	3.6
315	1.6	3.0
337.5	4.1	2.9
Calma	2.1	<0.5

Da (m/s)	Fino a (m/s)	Data [num ore]	Percentuale [%]
calma		345	2.1
0.5	1	1262	7.6
1	2	2367	14.2
2	3	4674	28.1
3	5	4054	24.4
>5	-	3702	22.3

Tabella 3 - Frequenze di accadimento velocità e direzione del vento anno 2019 LIRS

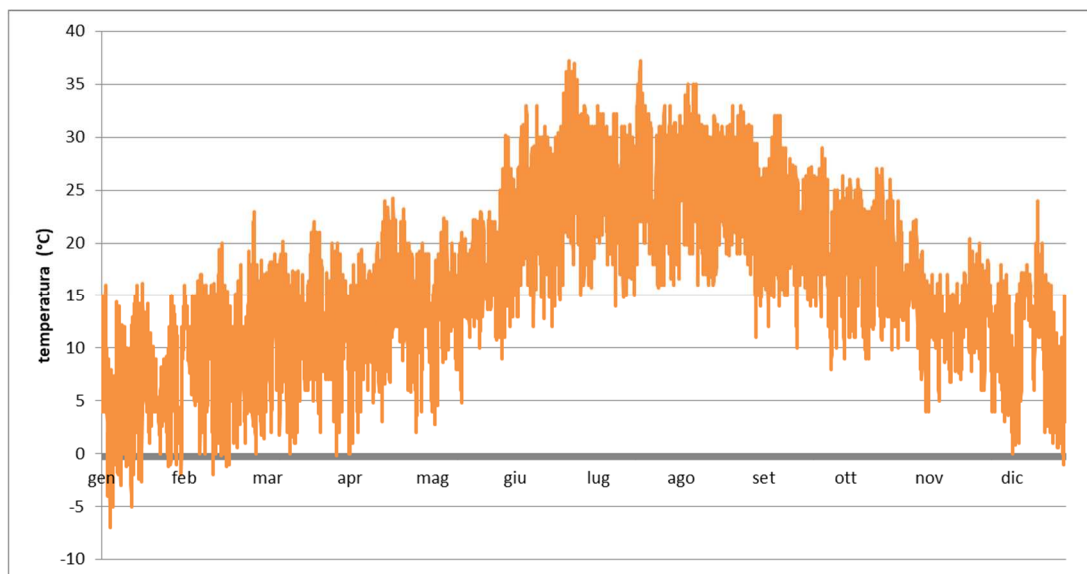
Di seguito si riporta la tabella e i relativi grafici della Velocità del vento-statistiche e serie temporale per l'anno 2019 LIRS

Periodo	Vel. Min (m/s)	Vel. Media (m/s)	Vel. Max (m/s)
Gen	0.0	3.1	12.9
Feb	0.0	3.8	14.9
Mar	0.0	4.2	21.1
Apr	0.0	3.2	9.8
Mag	0.0	3.3	10.3
Giu	0.0	3.1	8.2
Lug	0.0	3.3	11.3
Ago	0.5	2.9	7.7
Set	0.0	3.2	9.3
Ott	0.0	2.9	12.4
Nov	0.0	3.3	11.8
Dic	0.0	3.8	13.9
Anno	0.0	3.3	21.1



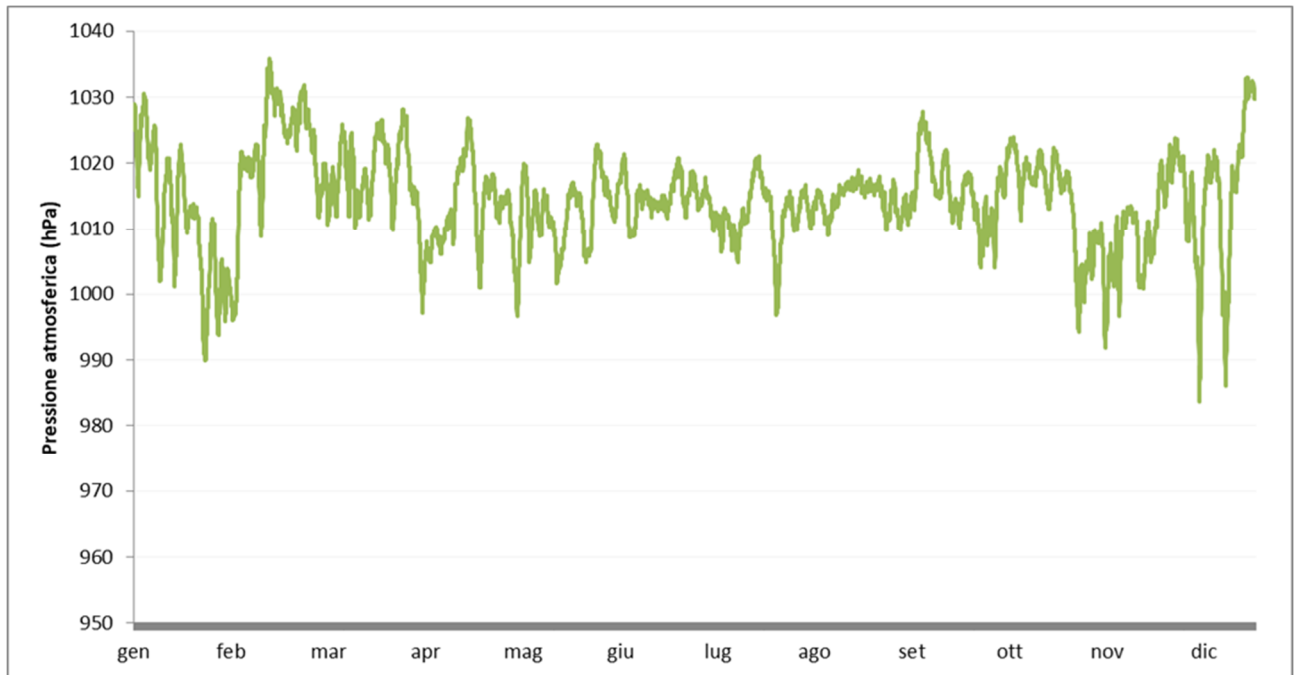
Di seguito si riporta la tabella e il grafico relativo alla Temperatura dell'aria-statistiche e serie temporale anno 2019 LIRS

Periodo	T. Min (°C)	T. Media (°C)	T. Max (°C)
Gen	-7.0	5.3	16.2
Feb	-2.0	9.0	23.0
Mar	-0.2	11.2	22.0
Apr	0.0	12.8	24.2
Mag	2.8	15.0	25.0
Giu	9.0	23.7	37.2
Lug	14.0	24.9	37.2
Ago	16.0	25.3	35.0
Set	10.0	21.5	32.0
Ott	8.0	17.7	28.0
Nov	4.0	12.9	22.2
Dic	-1.0	10.2	24.0
Anno	-7.0	15.8	37.2



Di seguito si riporta la tabella e il grafico relativo alla Pressione atmosferica -statistiche e serie temporale anno 2019 LIRS

Periodo	P Min (mmbar)	P Media (mmbar)	P Max (mmbar)
Gen	990	1012	1031
Feb	996	1022	1036
Mar	1010	1019	1028
Apr	997	1013	1027
Mag	997	1012	1023
Giu	1009	1015	1022
Lug	997	1012	1021
Ago	1009	1015	1019
Set	1010	1016	1028
Ott	1004	1017	1024
Nov	992	1007	1020
Dic	984	1016	1033
Anno	984	1015	1036



2.5 CALMET

Al fine di configurare il codice di dispersione degli inquinanti è stata predisposta una simulazione tramite il codice DIAGNOSTICO CALMET per calcolare i parametri meteorologici e micrometeorologici (classi stabilità e altezza mescolamento etc.) per la dispersione.

I necessari files di ingresso, per le simulazioni del periodo solare dell'anno 2019, configurazione del codice di calcolo, sono stati realizzati come di seguito riportato.

Input	Simulazioni –Dominio Meteorologico
Periodo	anno solare 2019, anno meteo piu recente disponibile.
Dominio di calcolo Meteorologico	griglia di calcolo di di 60 celle per 40 celle di passo 1 km per una estensione del dominio di 60 km in direzione N-S x 40 km in direzione E-W.
Meteorologia	File SURFACE.DAT: come dati di superficie sono stati inseriti i dati meteo alla quota di 10 m s.l.s. registrati dalla stazione della rete SIR Casotto dei Pescatori, Rispescia ed Aeronautica Aeroporto comprendenti la temperatura dell'aria, la velocità del vento e direzione come previsto da CALMET. File UPAIR.DAT: come dati in quota sono stati inseriti i dati meteorologici da 40 m s.l.s. per il primo livello e per i livelli successivi pari a 18 totali (fino a 2800 m.s.l.s.) disponibili in un punto punti interno al dominio di calcolo acquisito da dati meteo LAMA-SMR ARPA - EMR.
Simulazioni	
Meteorologia	Sono state effettuate simulazioni "short term" per la valutazione del campo di vento e determinazione dei parametri micrometeorologici su scala temporale oraria per il periodo di riferimento.
Output	Estrazione tramite il processore PRTMET della serie temporale meteorologica dei parametri necessari per il run del modello di dispersione.

Tabella 4 - Configurazione CALMET

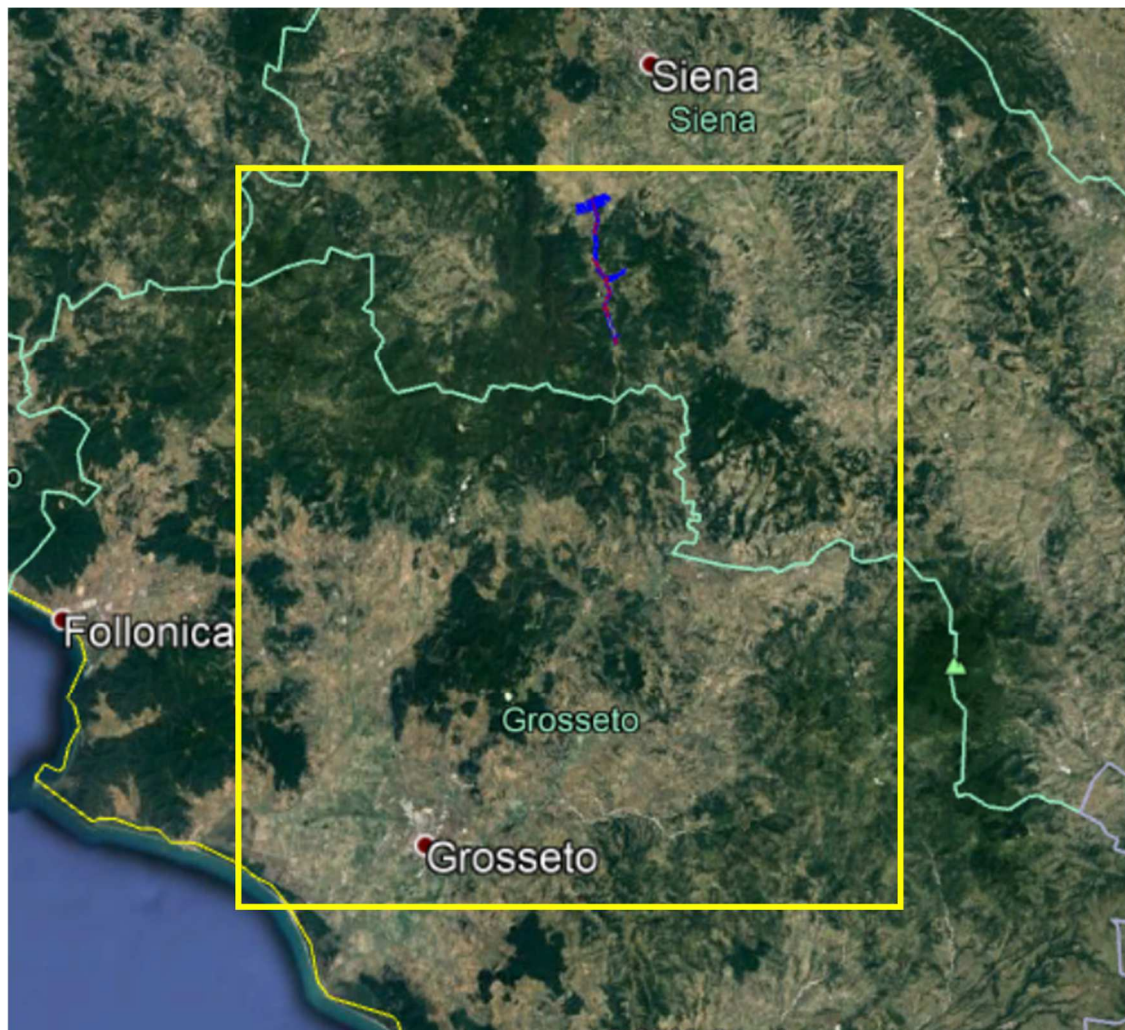


Figura 9 dominio di calcolo CALMET per l'area di studio.

2.5.1 Applicazione del codice CALMET

Il codice meteorologico così come configurato è stato applicato al dominio di calcolo meteorologico di cui si riporta l'estratto dell'orografia utilizzata. Per l'anno 2019 si è proceduto all'estrazione dei dati meteorologici tramite il post-processore PRTMET di CALPUFF in corrispondenza dell'area di studio estraendo i seguenti parametri che sono di seguito elaborati e rappresentati.

PRTMET corrispondente all'area di studio

WS	Velocità del vento [m/s]
WD	Direzione del Vento [°N]
T	Temperatura dell'aria [°K]
PG	Classi di stabilità
Mix.Hgt	Altezza dello strato di mescolamento

Di seguito si riporta la rosa dei venti estratta dalla simulazione di CALMET in corrispondenza dell'area di studio.

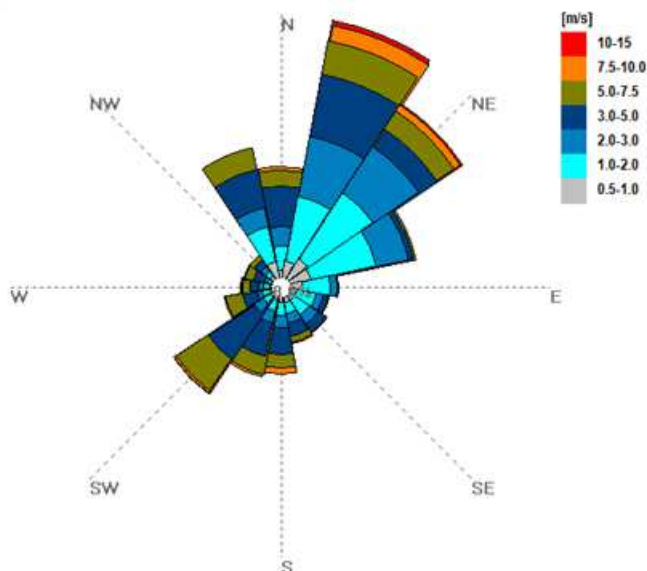


Figura 10 - rosa dei venti su base oraria elaborata da CALMET per l'anno 2019.

Come si evince dall'immagine soprastante, la simulazione mostra come per l'anno 2019 ci sia stata una preponderanza di accadimento di classi di stabilità D con circa il 45% del totale delle ore annuali seguite da classi F+G con un totale di circa 26%.

Classe Stabilità	CALMET dominio in corrispondenza del domioni di indagine anno 2019 Occorrenza oraria	Percentuale su base annuale
A	70	0.8%
B	730	8.4%
C	1179	13.6%
D	3928	45.2%
E	489	5.6%
F+G	2291	26.4%

Tabella 5 - Frequenza di accadimento delle classi di stabilità (CALMET-AREA STUDIO), parametro 2D.

I valori dell'altezza dello strato di mescolamento variano da massimi di circa 3500 metri sul livello del suolo a circa 100-500 metri in funzione del periodo dell'anno.

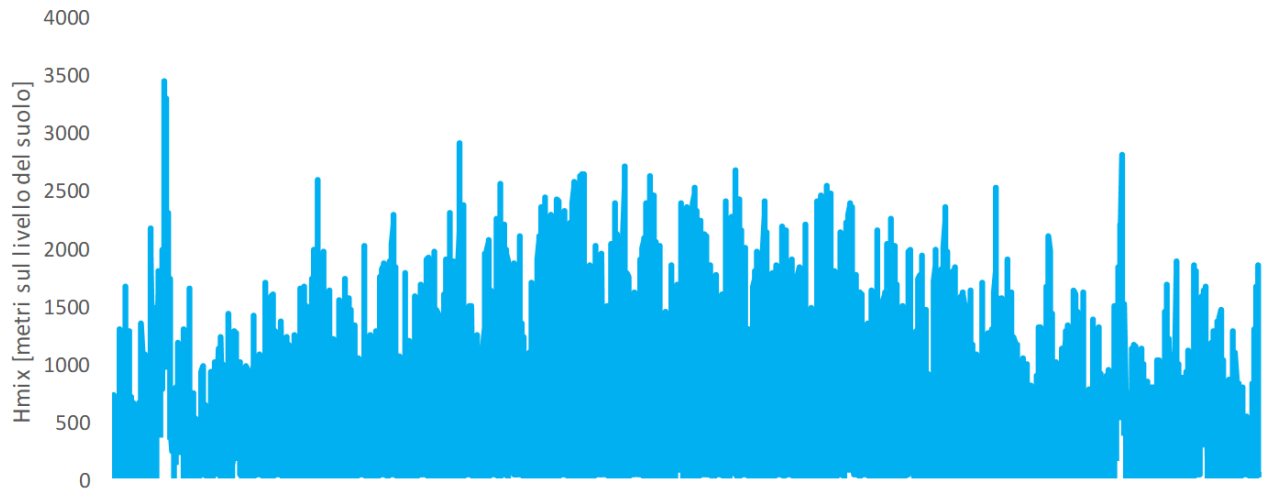


Figura 11 - serie temporale del parametro Mix.Hgt calcolata in corrispondenza dell'area di studio dal modello CALMET applicato in questo studio per l'anno 2019.

3 IL QUADRO NORMATIVO SULLA QUALITÀ DELL’ARIA

3.1 QUADRO NORMATIVO EUROPEO

L’Unione europea ha emanato una serie di direttive al fine di controllare il livello di alcuni inquinanti in aria. In particolare:

- Direttiva 96/62/CE relativa alla “valutazione e gestione della qualità dell’aria ambiente”; stabilisce il contesto entro il quale effettuare la valutazione e la gestione della qualità dell’aria secondo criteri armonizzati in tutti i paesi dell’Unione Europea (direttiva quadro), demandando poi a direttive “figlie” la definizione dei parametri tecnico - operativi specifici per gruppi di inquinanti;
- Direttiva 99/30/CE relativa ai “valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo”, stabilisce i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo (prima direttiva figlia);
- Direttiva 00/69/CE relativa ai “valori limite di qualità dell’aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio” che stabilisce i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio (seconda direttiva figlia);
- Direttiva 02/03/CE relativa all’ “ozono nell’aria” (terza direttiva figlia);
- Direttiva 04/107/CE relativa all’ “arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici in aria” che fissa il valore obiettivo per la concentrazione nell’aria ambiente di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici;
- Direttiva 08/50/CE 107/CE relativa alla “qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”. Ha abrogato tutte le direttive sopracitate tranne la 2004/107/CE, ribadendone, di fatto, i contenuti ed aggiungendo il PM2.5 tra gli inquinanti da monitorare.

3.2 QUADRO NORMATIVO NAZIONALE

L’emanazione dei diversi decreti di recepimento delle direttive europee ha contribuito a razionalizzare il quadro di riferimento e a qualificare gli strumenti di controllo e pianificazione del territorio. I principali riferimenti sono:

- Il D. Lgs. 351 del 4 agosto 1999 che recepisce la direttiva 96/62/CE e costituisce quindi il riferimento “quadro” per l’attuale legislazione italiana.
- Il D.M. 60 del 2 aprile 2002 che è la norma che recepisce la prima e la seconda direttiva figlia; definisce, infatti, per gli inquinanti di cui al gruppo I del D.Lgs. 351/1999 con l’aggiunta di benzene e monossido di carbonio (CO); definisce i valori limite e le soglie di allarme, il margine di tolleranza, il termine entro il quale il limite deve essere raggiunto, i criteri per la raccolta dei dati di qualità dell’aria compreso il numero di punti di campionamento, i metodi di riferimento per le modalità di prelievo e di analisi.
- Il D.M. 261 dell’1 ottobre 2002 che individua le modalità di valutazione preliminare della qualità dell’aria lì dove mancano i dati e i criteri per l’elaborazione di piani e programmi per il raggiungimento dei limiti previsti nei tempi indicati dal D.M. 60/2002.

- Il D. Lgs. 183 del 21 maggio 2004 che recepisce la direttiva europea 02/03/CE riguardante l'ozono in atmosfera (terza direttiva figlia), in particolare indica i "valori bersaglio" da raggiungere entro il 2010 e demanda a Regioni e Province autonome la definizione di zone e agglomerati in cui la concentrazione di ozono superi il valore bersaglio. Per tali zone dovranno essere adottati piani e programmi per il raggiungimento dei valori bersaglio, redatti sulla base delle indicazioni del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. La normativa riporta anche valori a lungo termine (al di sotto dei quali non ci si attende alcun effetto sulla salute), soglie di informazione (al di sopra delle quali possono esserci rischi per gruppi sensibili) e soglie di allarme (concentrazioni che possono determinare effetti anche per esposizioni a breve termine).
- Il D.Lgs. 152/2006 (che recepisce la direttiva 2004/107/CE) che è l'ultima norma figlia emanata e si riferisce ad un gruppo di inquinanti (l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA)), per cui non è ancora possibile una misura in continuo. Anche in questo caso vengono stabiliti i limiti di qualità dell'aria, le modalità di misura e le informazioni da fornire al pubblico.
- Il D.Lgs n. 250/2012 che porta modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. Il nuovo provvedimento non altera la disciplina sostanziale del decreto 155 ma cerca di colmare delle carenze normative o correggere delle disposizioni che sono risultate particolarmente problematiche nel corso della loro applicazione.
- Il decreto 26 gennaio 2017 modifica alcuni allegati delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE nelle parti relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all'ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

Il D. Lgs. 155/2010 e s.m.i. recepisce la direttiva europea 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa. A livello nazionale il D. Lgs. 155/2010 e s.m.i. conferma in gran parte quanto stabilito dal D.M. 60/2002, e ad esso aggiunge nuove definizioni e nuovi obiettivi, tra cui:

- valori limite per biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM₁₀, vale a dire le concentrazioni atmosferiche fissate in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente;
- soglie di allarme per biossido di zolfo e biossido di azoto, ossia la concentrazione atmosferica oltre, la quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunta la quale si deve immediatamente intervenire;
- valore limite, valore obiettivo, obbligo di concentrazione dell'esposizione ed obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM_{2,5};
- valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Le tabelle seguenti riportano i valori limite per la qualità dell'aria vigenti e fissati D. Lgs. 155/2010 e s.m.i. (esposizione acuta ed esposizione cronica).

Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	n° sup. consentiti	Data risp. limite
Biossido di Zolfo SO ₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	350 µg/m ³	24	in vigore dal 1° gennaio 2005
	Valore limite protezione salute umana	24 ore	125 µg/m ³	3	in vigore dal 1° gennaio 2005
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	500 µg/m ³	-	-
	Livelli critici per la vegetazione	anno civile e inverno	20 µg/m ³	-	in vigore dal 19 luglio 2001
Biossido di azoto NO ₂	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m ³	-	in vigore dal 1° gennaio 2010
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	400 µg/m ³	-	-
Ossidi di azoto NO_x	Livelli critici per la vegetazione	anno civile	30 µg/m³	-	in vigore dal 19 luglio 2001
Particolato PM ₁₀	Valore limite protezione salute umana	24 ore	50 µg/m ³	35	in vigore dal 1° gennaio 2005
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m ³	-	in vigore dal 1° gennaio 2005
Particolato fine PM _{2.5}	Valore limite protezione salute umana	anno civile	25 µg/m ³	-	in vigore dal 1° gennaio 2015
Piombo	Valore limite protezione salute umana	anno civile	0,5 µg/m ³	-	-
Benzene	Valore limite protezione salute umana	anno civile	5 µg/m ³	-	1° gennaio 2010

Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	n° sup. consentiti	Data risp. limite
Monossido di carbonio	Valore limite protezione salute umana	massima media su 8h consecutive	10 mg/m ³	-	in vigore dal 1° gennaio 2015
Arsenico	Valore obiettivo	anno civile	6 ng/m ³	-	-
Cadmio	Valore obiettivo	anno civile	5 ng/m ³	-	-
Nichel	Valore obiettivo	anno civile	20 ng/m ³	-	-
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	anno civile	1 ng/m ³	-	-

Tabella 6 - Valori limite D.Lgs. 155/2010 e smi

La valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente in Italia sono attualmente regolamentate dal D.Lgs 155/2010 e smi, recepimento della Direttiva Europea 2008/50/CE, che ha modificato in misura strutturale, e da diversi punti di vista, quello che è l'approccio a questa tematica. Il D.Lgs 155/2010 è stato modificato ed integrato dal D.Lgs n. 250/2012 che non altera la disciplina sostanziale del decreto 155 ma cerca di colmare delle carenze normative o correggere delle disposizioni che sono risultate particolarmente problematiche nel corso della loro applicazione.

La classificazione delle zone e agglomerati ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente è stata effettuata sulla base delle disposizioni contenute nell'articolo 4 del Dlgs 155/2010 e smi. Tale classificazione è indispensabile per determinare le necessità di monitoraggio in termini di numero delle stazioni, loro localizzazione e dotazione strumentale. Il 18 Luglio 2018 con delibera consiliare n. 72/2018, il Consiglio regionale della Toscana ha approvato il Piano regionale per la qualità dell'aria ambiente (PRQA).

Con il Piano regionale per la qualità dell'aria ambiente (PRQA), previsto dalla L.R.9/2010, la Regione Toscana persegue in attuazione del Programma regionale di sviluppo 2016-2020 il progressivo e costante miglioramento della qualità dell'aria ambiente, allo scopo di preservare la risorsa aria. Sulla base del quadro conoscitivo dei livelli di qualità dell'aria e delle sorgenti di emissione, il PRQA interviene prioritariamente con azioni finalizzate alla riduzione delle emissioni di materiale particolato fine PM10 e di ossidi di azoto NOx, che costituiscono elementi di parziale criticità nel raggiungimento degli obiettivi di qualità imposti dall'Unione Europea con la Direttiva 2008/50/CE e dal D.Lgs.155/2010 e smi. Il PRQA fornisce il quadro conoscitivo in materia di emissioni di sostanze climalteranti e in accordo alla strategia definita dal PAER (Piano ambientale ed energetico regionale) contribuisce alla loro mitigazione grazie agli effetti che la riduzione delle sostanze inquinanti produce.

3.3 LA PIANIFICAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

L'atmosfera ricopre un ruolo centrale nella protezione dell'ambiente che deve passare attraverso una conoscenza approfondita e definita in un dominio spazio-temporale, da un lato delle condizioni fisico-chimiche dell'aria e delle sue dinamiche di tipo meteorologico, dall'altro delle emissioni di inquinanti in atmosfera di origine antropica e naturale.

La conoscenza dei principali processi responsabili dei livelli di inquinamento è un elemento indispensabile per definire le politiche da attuare in questo settore. In tal senso uno degli strumenti conoscitivi principali è quello di avere e mantenere un sistema di rilevamento completo, affidabile e rappresentativo.

La valutazione della qualità dell'aria viene effettuata mediante la verifica del rispetto dei valori limite degli inquinanti, ma anche attraverso la conoscenza delle sorgenti di emissione e della loro dislocazione sul territorio, tenendo conto dell'orografia, delle condizioni meteorologiche, della distribuzione della popolazione, degli insediamenti produttivi. La valutazione della distribuzione spaziale delle fonti di pressione fornisce elementi utili ai fini dell'individuazione delle zone del territorio regionale con regime di qualità dell'aria omogeneo per stato e pressione.

La valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente in Italia sono attualmente regolamentate dal D.Lgs 155/2010 e smi, recepimento della Direttiva Europea 2008/50/CE, che ha modificato in misura strutturale, e da diversi punti di vista, quello che è l'approccio a questa tematica.

Il D.Lgs 155/2010 è stato modificato ed integrato dal D.Lgs n. 250/2012 che non altera la disciplina sostanziale del decreto 155 ma cerca di colmare delle carenze normative o correggere delle disposizioni che sono risultate particolarmente problematiche nel corso della loro applicazione.

Al fine della valutazione della qualità dell'aria, il D.Lgs. 155/2010 e smi prevede che le Regioni individuino la propria rete di misurazione mediante un progetto di adeguamento conforme alla zonizzazione del territorio regionale. La DGRT 1025/2010 ha suddiviso il territorio della regione toscana in 6 zone (agglomerato Firenze, zona Prato-Pistoia, zona costiera, zona Valdarno pisano e piana lucchese, zona Valdarno aretino e Valdichiana e zona collinare montana) per quanto riguarda gli inquinati indicati nell'allegato V del D.Lgs. 155/2010 e smi (biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, materiale particolato PM10-PM2,5, benzene, monossido di carbonio) e 4 zone (zona pianure costiere, zona pianure interne, agglomerato Firenze e zona collinare montana) per quanto attiene l'ozono indicato nell'appendice I del D.Lgs. 155/2010 e smi.

Agglomerato/Zona	Descrizione
Agglomerato Firenze	L'agglomerato presenta caratteristiche omogenee dal punto di vista del sistema di paesaggio, con alta densità di popolazione e, di conseguenza di pressioni in termini emissivi derivanti prevalentemente dal sistema della mobilità pubblica e privata e dal condizionamento degli edifici e non presenta contributi industriali di particolare rilevanza Comprende, racchiusi in un'unica piana, i centri urbani di Firenze e dei comuni contigui (Area omogenea fiorentina) per i quali Firenze rappresenta un centro attrattore.
Zona Prato - Pistoia	La zona risulta omogenea dal punto di vista del sistema di paesaggio, con elevata densità di popolazione e carico emissivo. Comprende, racchiusi in un'unica piana, i centri urbani di Prato e Pistoia che costituiscono i centri di principale richiamo per le altre aree urbane circostanti che da esse dipendono sul piano demografico e dei servizi.
Pianura costiera	La zona costiera, identificata da un chiaro confine geografico, presenta comunque alcune disomogeneità a livello di pressioni, tanto che si possono distinguere tre aree: <ul style="list-style-type: none"> • un'area in cui si concentra l'industria pesante toscana e la maggior parte del traffico marittimo (Livorno, Piombino e Rosignano); • l'area della Versilia ad alto impatto turistico, con una densità di popolazione molto elevata e collegata con l'area industriale di Massa Carrara; • un'area costiera a bassa densità di popolazione
Valdarno pisano e Piana lucchese	In questo bacino continuo si identificano due aree principali che hanno caratteristiche comuni a livello di pressioni esercitate sul territorio, individuate dalla densità di popolazione e dalla presenza di distretti industriali di una certa rilevanza. In particolare l'area del Valdarno pisano è caratterizzata dalla presenza di un elevato numero di conerie, mentre nella piana lucchese si concentrano gli impianti di produzione cartaria.
Valdarno aretino	In questo bacino continuo che va dalle propaggini meridionali dell'area fiorentina sino alla Val di Chiana, le maggiori pressioni esercitate sul territorio sono determinate dalla densità di popolazione e dalla presenza di alcuni distretti industriali, oltre alla presenza del tratto toscano della A1
Zona collinare montana	<u>Questa zona copre una superficie superiore ai 2/3 del territorio regionale e presenta, oltre al dato orografico, elementi caratterizzanti, relativi alle modeste pressioni presenti sul territorio, che la distinguono ed identificano come zona. Risulta caratterizzata da bassa densità abitativa e da bassa pressione emissiva, generalmente inferiori a quelle delle altre zone urbanizzate, e comunque concentrata in centri abitati di piccola e media grandezza ed in alcune limitate aree industriali. In questa</u>

Agglomerato/Zona	Descrizione
	<p><u>zona si distingue un capoluogo toscano (Siena) e le due aree geotermiche del Monte Amiata e delle Colline Metallifere che presentano caratteristiche di disomogeneità rispetto al resto dell'area. Nelle aree geotermiche risulta opportuno il monitoraggio di alcuni inquinanti specifici normati dal nuovo decreto come l'Arsenico ed Mercurio ed altri non regolamentati come l'H₂S.</u></p>

Tabella 7 - Descrizione delle aree omogenee Toscana fonte: ARPAT

Per l'individuazione delle zone e degli agglomerati, è stato fatto riferimento ai confini amministrativi a livello comunale, secondo i criteri stabiliti dal D.Lgs. suddetto; per il territorio regionale sono state effettuate due distinte zonizzazioni:

- a) zonizzazione per gli inquinanti di cui all'allegato V del D.Lgs. 155/2010 e smi (biossido di zolfo, biossido di azoto, particolato PM₁₀ e PM_{2,5}, piombo, benzene, monossido di carbonio, arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene), comprende un agglomerato e cinque zone.
- b) zonizzazione per l'ozono di cui all'allegato IX del D.Lgs. 155/2010 e smi, comprende quattro zone secondo la Delibera regionale n.964 del 12 ottobre 2015.
- c) Come è evidenziato dalle tabelle e dalle mappe sottostanti, l'area, oggetto del progetto in esame, fa parte della zona COLLINARE MONTANA sia per quanto riguarda la zonizzazione dell'allegato V del D.Lgs. 155/2010 e smi, sia per la zonizzazione dell'ozono dell'allegato IX del D.Lgs. 155/2010 e smi.

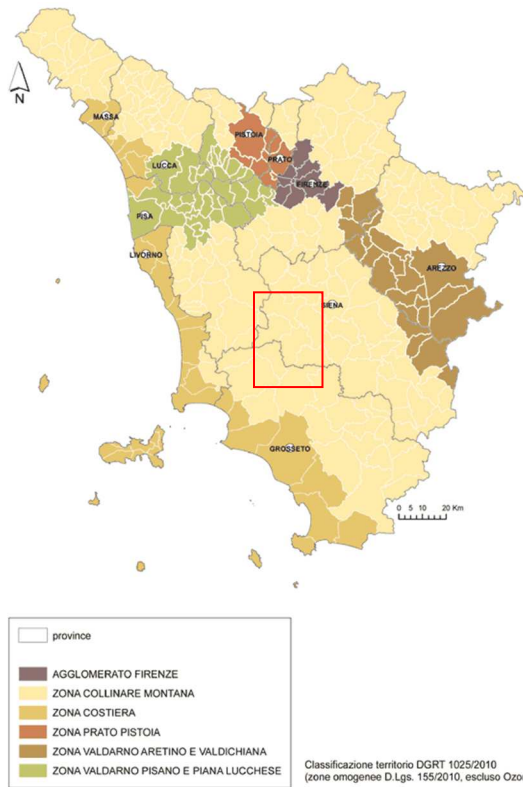


Figura 12 - Zonizzazione per gli inquinanti di cui all'allegato V del D.Lgs. 155/2010 (Fonte ARPAT)

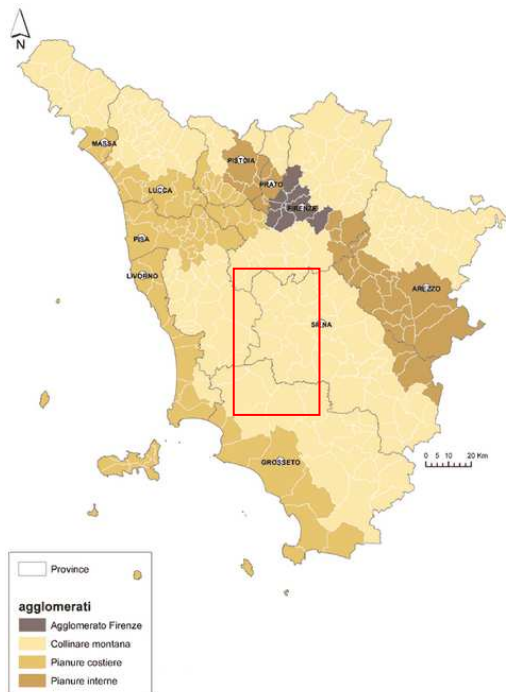


Figura 13 - Zonizzazione per l'ozono di cui all'allegato IX del D.Lgs. 155/2010 (Fonte ARPAT)

La classificazione delle zone ed agglomerati ai fini della valutazione della qualità dell'aria ambiente è stata effettuata sulla base delle disposizioni contenute nell'articolo 4 del D.Lgs. 155/2010 e smi. Tale classificazione è indispensabile per determinare le necessità di monitoraggio in termini di numero delle stazioni, loro localizzazione e dotazione strumentale.

Zona collinare e montana	< SVI	SVI < x < SVS	> SVS
PM ₁₀ (media annuale)		X	
PM ₁₀ (media giornaliera)			X
PM _{2,5}	X ⁽¹⁾		
NO ₂ (media annuale)			X
NO ₂ (media oraria)			X
SO ₂	X		
CO	X		
Benzene	X ⁽¹⁾		
Piombo	X ⁽¹⁾		
Arsenico	X ⁽¹⁾		
Cadmio	X ⁽¹⁾		
Nichel	X ⁽¹⁾		
Benzo(a)pirene	X ⁽¹⁾		

Tabella 8 - Estratto della classificazione di agglomerati e zone relativamente agli inquinati di cui all'allegato V del D.Lgs. 155/2010 e smi (fonte Delibera n.964 del 12 ottobre 2015)

- Zone e agglomerati	<OLT	>OLT
Agglomerato Firenze		X
Zona delle pianure costiere		X
Zona collinare montana		X
Zona delle pianure interne		X

Tabella 9 - Estratto della classificazione di agglomerati e zone in base agli obiettivi a lungo termine (OLT) relativamente all'ozono di cui all'allegato VII del D.lgs. 155 e smi (fonte Delibera n.964 del 12 ottobre 2015)

4 ANALISI DELLO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

4.1 LA RETE DI MONITORAGGIO E LA CENTRALINA DI RIFERIMENTO

Il numero e il posizionamento delle stazioni di monitoraggio nelle singole zone dipende dalla popolazione residente e dallo storico delle misure effettuate nella zona, nonché dai criteri di classificazione previsti dal D.Lgs 155/2010 con riferimento al tipo di area (urbana, periferica, rurale) e all'emissione dominante (traffico, fondo, industria).

Sulla base del D.Lgs 155/2010, le stazioni di monitoraggio sono classificate in base al:

- tipo di zona ove è ubicata (urbana, periferica, rurale);
- tipo di stazione in considerazione dell'emissione dominante (traffico, fondo, industria).

I tipi di zona sono suddivisi in:

- sito fisso di campionamento URBANO: sito fisso inserito in aree edificate in continuo o almeno in modo predominante;
- sito fisso di campionamento SUBURBANO (o PERIFERICO): sito fisso inserito in aree largamente edificate in cui sono presenti sia zone edificate, sia zone non urbanizzate;
- sito fisso di campionamento RURALE: sito fisso inserito in tutte le aree diverse da quelle individuate per i siti di tipo urbano e suburbano. In particolare, il sito fisso si definisce rurale remoto se è localizzato ad una distanza maggiore di 50 km dalle fonti di emissione.

I tipi di stazione invece sono:

- stazioni di misurazione di TRAFFICO: stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni da traffico, provenienti da strade limitrofe con intensità di traffico medio alta;
- stazioni di misurazione di FONDO: stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni di specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravvento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito;
- stazioni di misurazione INDUSTRIALE: stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da singole fonti industriali o da zone industriali limitrofe.

La rete regionale di rilevamento della qualità dell'aria era stata inizialmente individuata e descritta dall'allegato V della DGRT 1025/2010. Questa rete prevedeva, inizialmente, il monitoraggio di 109 parametri complessivi attraverso 32 stazioni fisse, per sei delle quali non era ancora stata definita l'esatta ubicazione territoriale, ma soltanto la tipologia di inquinamento che la stazione era tenuta a rilevare (fondo, traffico, industriale) e la tipologia di sito (urbano, periferico, rurale).

La struttura delle Rete Regionale è stata modificata negli anni rispetto a quella descritta dall'allegato III della DGRT1025/2010 fino alla struttura attualmente ufficiale che è quella dell'allegato C della Delibera n.964 del 12 ottobre 2015.

Nell'anno del 2015 sono state collocate in modo definitivo due stazioni, rispettivamente del comune di Massa MS-Marina Vecchia (UF) e nel comune di Lucca LU-S.Concordio (UF), inoltre la stazione provinciale del comune di Bagni di Lucca LU-Fornoli (UF) è stata ufficialmente inserita in Rete Regionale dalla Delibera n.964 .

Nei primi mesi del 2016 sono state inoltre attivate le stazioni di GR-Sonnino (UT), nel comune di Grosseto e la stazione di FI-Figline (UF), nel comune di Figline ed Incisa Val d'Arno completando la rosa delle stazioni previste nella nuova Rete Regionale, che con la nuova delibera sono 37.

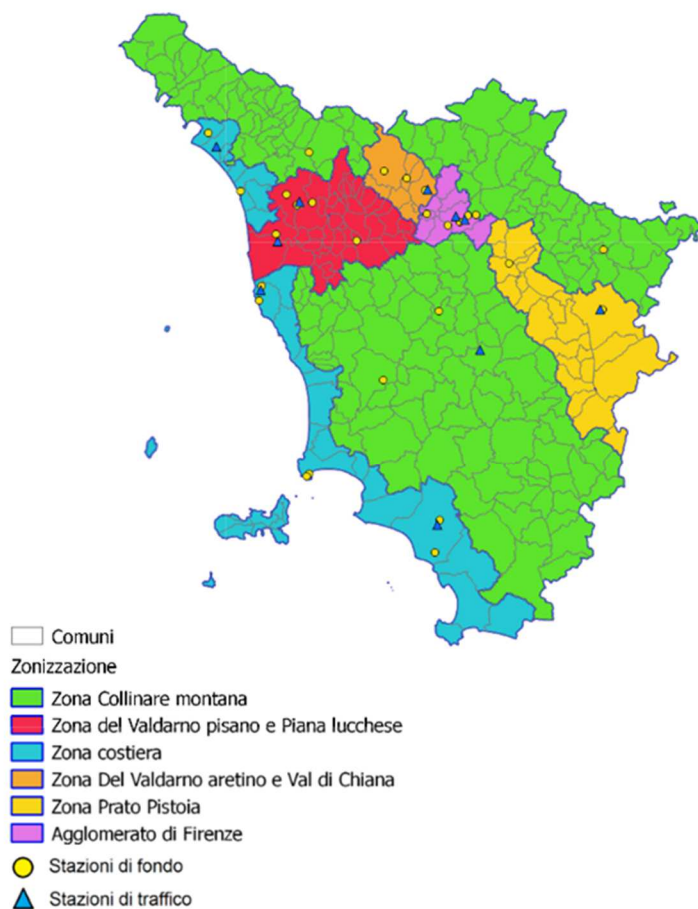


Figura 14 - Rete regionale inquinanti all. V D.Lgs 155/2010

La rete regionale di stazioni gestita dall'ARPA Toscana è composta dalle stazioni riportate nella seguente tabella

Zonizzazione territorio Regione Toscana rel.inq. All	Class. Zona e stazione	Provincia e Comune	Nome stazione	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	SO ₂ o H ₂ S	CO	Benzene	IPA	As	Ni	Cd	Pb	O ₃	Class. Zona Ozono	Zonizzazione territorio Regione Toscana O ₃
Agglomerato Firenze	U F FI	Firenze	FI-Boboli	X													Agglomerato Firenze
	U F FI	Firenze	FI-Bassi	X	X	X	X		X	X							
	U T FI	Firenze	FI-Gramsci	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X			
	U T FI	Firenze	FI-Mosse	X		X											
	U F FI	Scandicci	FI-Scandicci	X		X											
Zona Prato Pistoia	U F FI	Firenze	FI-Settignano			X								X	U		Zona delle Pianure interne
	S F FI	Firenze	FI-Settignano			X								X	S		
	U F PO	Prato	PO-Roma	X	X	X			X	X							
	U T PO	Prato	PO-Ferrucci	X	X	X		X									
Zona Valdarno aretino e Valdichiana	U F PT	Pistoia	PT-Signorelli	X		X											Zona delle Pianure interne
	S F PT	Montale	PT-Montale	X	X	X								X	S		
Zona costiera	U F AR	Arezzo	AR-Acropoli	X	X	X			X					X	S		Zona pianure costiere
	U F FI	Figline ed Incisa Valdarno	FI-Figline	X		X											
	U T AR	Arezzo	AR-Repubblica	X		X		X									
	U F GR	Grosseto	GR-URSS	X	X	X											
	U T GR	Grosseto	GR-Sonnino	X		X											
	R F GR	Grosseto	GR-Maremma			X									X	R	
	U F LI	Livorno	LI-Cappiello	X	X	X											
	U F LI	Livorno	LI-Via La Pira	X		X	X		X	X	X	X	X	X			
	U T LI	Livorno	LI-Carducci	X	X	X		X									
	U F LI	Piombino	LI-Parco 8 Marzo	X		X			X	X	X	X	X				
Zona Valdarno pisano e Piana lucchese	S I LI	Piombino	LI-Cotone	X		X		X		X							Zona pianure costiere
	U F MS	Carrara	MS-Colombarotto	X		X											
	U T MS	Massa	MS-Marina vecchia	X	X	X											
	U F LU	Viareggio	LU-Viareggio	X	X	X											
	U F LU	Capannori	LU-Capannori	X	X	X	X										
	U F LU	Lucca	LU-San Concordio	X		X			X	X							
	U T LU	Lucca	LU-Micheletto	X		X											
	R F LU	Lucca	LU-Carignano			X									X	S	
	U F PI	Pisa	PI-Passi	X	X	X									X	S	
	U T PI	Pisa	PI-Borghetto	X	X	X		X									
Zona collinare e montana	S F PI	S. Croce sull'Arno	PI-Santa Croce(1)	X		X	X							X	S		Zona collinare e montana
	U F SI	Poggibonsi	SI-Poggibonsi	X	X	X											
	U T SI	Siena	SI-Bracci	X		X		X									
	S F PI	Pomarance	PI-Montecerboli (1)	X		X	X				X				X	S	
	U F LU	Bagni di Lucca	LU-Fornoli	X		X											
R reg	F AR	Chitignano	AR-Casa Stabbi	X		X								X	R		

Legenda: F - Fondo, T - Traffico, I - Industriale, U - Urbana, S - Suburbana, R - Rurale, R reg - Rurale fondo regionale;
(1) stazione con misura di H₂S e non SO₂

Tabella 10 - Rete regionale di qualità dell'aria e inquinanti monitorati (fonte ARPAT)

Per ciascun inquinante vengono effettuate le elaborazioni degli indicatori fissati e viene mostrato il confronto con i limiti di riferimento stabiliti dalla normativa vigente in materia ambientale.

Ai fini dell'elaborazione degli indicatori da confrontare con i valori limite previsti dalla normativa, si considerano le serie di dati raccolti per ogni inquinante monitorato mediante le stazioni fisse della rete di monitoraggio con rappresentatività annuale o assimilabile ad essa.

Di seguito si mostra l'andamento riferito all'anno 2018 di ogni inquinante monitorato dalle stazioni sopra citate e si confrontano i livelli attuali con i valori limite previsti dalla normativa vigente; la fonte dei dati è la **Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione Toscana anno 2018 di ARPAT**.

Si prende a riferimento per l'analisi la stazione SF di Pomarance (PI-Montecerboli) per NO_x/NO₂ e la stazione UF di Poggibonsi (SI-Poggibonsi) che misura sia PM_{2,5} che PM₁₀

OSSIDI DI AZOTO (NO_x)

Il biossido di azoto è un inquinante secondario, generato dall'ossidazione del monossido di azoto (NO) in atmosfera. Il traffico veicolare rappresenta la principale fonte di emissione del biossido di azoto. Gli

impianti di riscaldamento civili ed industriali, le centrali per la produzione di energia e numerosi processi industriali rappresentano altre fonti di emissione.

L'azione sull'uomo dell'ossido di azoto è relativamente bassa. A causa della rapida ossidazione a biossido di azoto, si fa spesso riferimento esclusivo solo a quest'ultimo inquinante, in quanto risulta molto più tossico del monossido.

Il biossido di azoto è un gas irritante per le mucose e può contribuire all'insorgere di varie alterazioni delle funzioni polmonari, di bronchiti croniche, di asma ed di enfisema polmonare. Lunghe esposizioni anche a basse concentrazioni provocano una drastica riduzione delle difese polmonari, con conseguente aumento di rischio di infezioni alle vie respiratorie soprattutto in soggetti bronchitici ed asmatici, negli anziani e nei bambini.

L'inquinamento da biossido di azoto ha un impatto sulla vegetazione di minore entità rispetto al biossido di zolfo. In alcuni casi, brevi periodi di esposizione a basse concentrazioni possono incrementare i livelli di clorofilla, mentre lunghi periodi possono causare la senescenza e la caduta delle foglie più giovani.

Il meccanismo principale di aggressione comunque è costituito dall'acidificazione del suolo: gli inquinanti acidi causano un impoverimento del terreno per la perdita di ioni calcio, magnesio, sodio e potassio e conducono alla liberazione di ioni metallici tossici per le piante. Inoltre l'abbassamento del pH compromette anche molti processi microbici del terreno, fra cui l'azotofissazione.

Si stima infine che gli ossidi di azoto e i loro derivati contribuiscono per il 30% alla formazione delle piogge acide, danneggiando anche edifici e monumenti e provocandone un invecchiamento accelerato, in molti casi irreversibile.

Stazione PI-Montecerboli	NO2		NOx
	N° medie orarie >200 µg/m ³ (V.L. 18)	Media annuale (V.L. 40 µg/m ³)	
2015	0	12.9	12.9
2016	0	6.5	6.5
2017	0	4.7	4.7
2018	0	5.1	5.1

Tabella 11 - Confronto con i limiti di riferimento

L'indicatore di NOx per la protezione della vegetazione viene calcolato solo per le stazioni che rispettano i parametri di rappresentatività per la protezione della vegetazione. In Toscana l'unica stazione che rispetta il criterio e la rurale fondo di Chitignano (AR), presso la quale i valori di NOx sono costantemente a livelli molto inferiori al valore limite.

PM10 (Polveri fini)

Con il termine PM10 si fa riferimento al materiale particolato con diametro uguale o inferiore a 10 µm. Il materiale particolato può avere origine sia antropica che naturale. Le principali sorgenti emmissive antropiche in ambiente urbano sono rappresentate dagli impianti di riscaldamento civile e dal traffico veicolare. Le fonti naturali di PM10 sono riconducibili essenzialmente ad eruzioni vulcaniche, erosione, incendi boschivi etc.

Stazione SI- Poggibonsi	PM10	
	N° medie giornaliere >50µg/m3 (V.L. 35 giorni)	Media annuale (V.L. 40 µg/m3)
2015	0	20
2016	0	18
2017	0	19
2018	0	18

Tabella 12 - Confronto con i limiti di riferimento

PM2.5

Stazione SI- Poggibonsi	PM2.5
	Media annuale (V.L. 25 µg/m3)
2015	13
2016	12
2017	12
2018	12

Tabella 13 - Confronto con i limiti di riferimento

4.1.1 Il fondo di riferimento

Stante la necessità di assumere un fondo di riferimento in relazione alle verifiche normative da effettuare in fase di esercizio, così come previsto dalla già richiamata prescrizione di ottemperanza, per l'NOx, si è scelto di utilizzare quale valore il dato relativo all'annualità 2015.

Il fondo utilizzato per le analisi effettuate nei capitoli successivi per l'NOx pertanto è pari a 12,9 µg/m3.

Per le valutazioni sul PM10 e PM2.5 si considera il fondo rispettivamente pari a 20 µg/m3 e a 13 µg/m3.

Si specifica che i valori delle emissioni ottenuti dalla modellistica sono riportati nel capitolo della stima delle emissioni (capitolo 8.1).

I valori di ricaduta stimati con la modellistica non sommano il contributo del valore di fondo, ma è riportato nel capitolo 8.1 il raffronto con detti valori e la verifica con i limiti normativi vigenti in materia.

5 IL MODELLO DI SIMULAZIONE CALROADS

Il software utilizzato per l'analisi delle concentrazioni è CAL3QHCR. Tale modello è una versione evoluta del modello CAL3QHC che è in grado di processare un intero anno di dati meteorologici. Inoltre, è possibile imputare al modello le emissioni veicolari ed il volume di traffico.

Dal punto di vista progettuale il software permette di modellare ogni link simulato in termini di geometrie e caratteristiche, definendo sia l'altezza del link sia la geometria che influenza le diffusioni, così come mostrato in Figura 14.

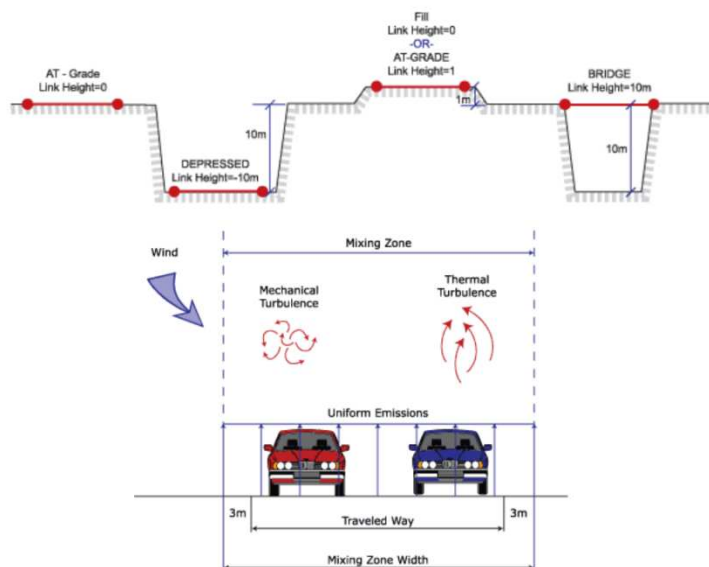


Figura 15 - Modellazione geometrica del tracciato

Il software inoltre è in grado di poter modellare ogni singolo link secondo la tecnica di flusso libero o in coda. Rispetto a quest'ultimo aspetto il modello permette di definire due differenti tipologie di parametri emissivi: nel caso di flusso libero il parametro emissivo risulta calcolato in g/km mentre in caso di coda in g/h considerando quindi l'effetto generato dai veicoli fermi in coda in attesa di utilizzare l'intersezione.

In ultimo il software consente di inserire i ricettori quali punti di calcolo del modello. Tali punti possono essere inseriti come singolo punto, come link di punti o come maglia di punti.

Per quanto riguarda il primo aspetto occorre definire la posizione in termini di X, Y, Z. Per la seconda tipologia invece, definito un link di riferimento è possibile creare una linea di ricettori parallela al link (buffer) selezionato posto ad una distanza D e spaziate tra loro di una distanza S come mostrato in Figura 14. Per quanto riguarda la maglia invece occorre identificare il passo e il numero di punti nelle due dimensioni X e Y.

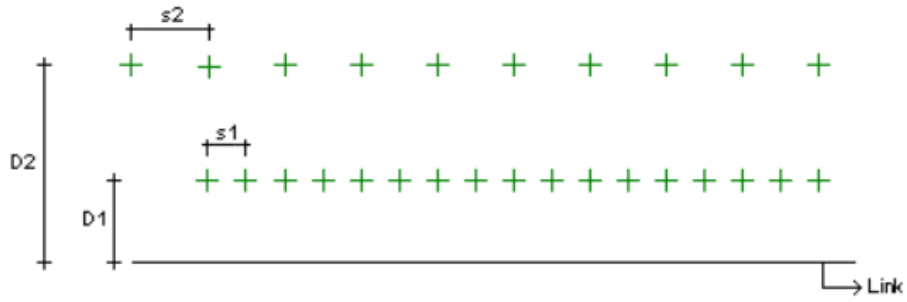


Figura 16 - Esempio di ricettori a link

6 LO SCENARIO ANTE OPERAM

6.1 INTRODUZIONE

Come specificato nella parte introduttiva, al fine di determinare le concentrazioni in atmosfera correlate all'esercizio dell'infrastruttura sia in fase ante operam che post operam, risulta necessario sia analizzare gli input meteorologici sia determinare gli input progettuali, quest'ultimi al fine di determinare il rateo emissivo da associare all'infrastruttura che permetterà poi di determinare le sopraccitate concentrazioni.

Nel presente paragrafo verranno quindi esposti i dati meteorologici utilizzati per le simulazioni ed i dati progettuali presi a riferimento per poi esporre in maniera sintetica l'output dell'analisi.

6.2 GLI INPUT PROGETTUALI

6.2.1 Metodologia per la stima dei Fattori di Emissione stradali

Per la valutazione dei fattori di emissione derivanti da traffico stradale si è fatto riferimento al sito <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>

La metodologia elaborata ed applicata alla stima delle emissioni degli inquinanti atmosferici è basata sull'EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 ed è coerente con le Guidelines IPCC 2006 relativamente ai gas serra.

È stato utilizzato COPERT version 5.2.2, software il cui sviluppo è coordinato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente, nell'ambito delle attività dello European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC/ACM).

6.2.2 Composizione del parco veicolare circolante

Uno degli elementi fondamentali per la definizione dei fattori di emissione è la caratterizzazione del parco veicolare in termini di tipologia ed entità. I dati utili a tale scopo sono dati ufficiali forniti direttamente dall'Automobile Club d'Italia (ACI), nel caso specifico si è fatto riferimento alla rappresentazione del parco veicolare italiano relativa al 2018.

Il documento che è stato consultato, contenente tutti i dati relativi alle differenti tipologie veicolari, è una sintesi articolata dei dati tratti dagli archivi dell'ente sulle informazioni tecnico – giuridiche dei veicoli circolanti.

L'analisi sul traffico veicolare viene fatta suddividendo questo in diverse classi “COPERT” ovvero secondo la classificazione individuata dall'Air Pollutant Emission Inventory guide book.

Il documento è, inoltre, suddiviso per ambito territoriale di riferimento:

- Area territoriale (area vasta, generalmente più regioni);
- Regionale;

- Provinciale;
- Comunale.

Nel caso specifico dell'area di interesse l'ambito a cui far riferimento è funzione del bacino di influenza dell'infrastruttura considerata, ovvero della capacità e della provenienza delle sorgenti che l'infrastruttura stessa "genera e attrae".

Al fine di assumere un dato sufficientemente significativo e cautelativo si è scelto di far riferimento alla suddivisione Regionale del parco veicolare, essendo questa maggiormente rappresentativa del traffico veicolare circolante sull'infrastruttura di analisi.

Le tipologie veicolare che sono state considerate riguardano:

- Autovetture, distinte per tipologia di alimentazione;
- Veicoli industriali leggeri, distinti per tipologia di alimentazione;
- Veicoli industriali pesanti, distinti per tipologia di alimentazione;
- Trattori stradali, distinti per tipologia di alimentazione;
- Autobus, distinti per uso.

Autovetture distinte per regione, alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2018											
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non identificato	TOTALE
BENZINA	Fino a 1400	104 614	22 237	98 649	130 173	282 557	154 836	187 000		966	981 032
	1401 - 2000	28 013	11 184	26 682	17 773	37 705	14 372	16 850		179	152 758
	Oltre 2000	5 948	1 361	2 189	1 882	3 684	1 090	1 893		33	18 080
	Non definito	27		1			1				29
BENZINA Totale		138 602	34 782	127 521	149 828	323 946	170 299	205 743		1 178	1 151 899
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	4 129	625	2 296	2 594	41 125	30 437	37 850		5	119 061
	1401 - 2000	4 627	1 642	3 118	1 944	8 863	6 699	3 875		10	30 778
	Oltre 2000	511	172	339	310	818	52	8		2	2 212
	Non definito	1		1	1						3
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		9 268	2 439	5 754	4 849	50 806	37 188	41 733		17	152 054
BENZINA E METANO	Fino a 1400	1 790	400	1 749	1 528	20 238	28 127	21 196		2	75 030
	1401 - 2000	1 187	527	1 359	1 499	5 958	760	370			11 660
	Oltre 2000	68	34	52	29	217	27	7			434
	Non definito	1									1
BENZINA E METANO Totale		3 046	961	3 160	3 056	26 413	28 914	21 573		2	87 125
ELETTRICO-IBRIDO	Fino a 1400					31	317	726			1 074
	1401 - 2000					202	2 343	7 986			10 531
	Oltre 2000					113	112	1 805			2 030
	Non contemplato								1 652		1 652
ELETTRICO-IBRIDO Totale						346	2 772	10 517	1 652		15 287

MANDATARIA



MANDANTE



**GEOTECHNICAL
DESIGN GROUP**



ICARIA
società di ingegneria

52 di 102

Autovetture distinte per regione, alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2018											
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non identificato	TOTALE
GASOLIO	Fino a 1400	1 847	87	127	19 233	84 791	66 134	41 785		2	214 006
	1401 - 2000	10 567	2 352	19 450	79 151	153 151	198 520	316 105		6	779 302
	Oltre 2000	9 162	3 605	14 197	25 851	29 190	22 830	29 342		5	134 182
GASOLIO Totale		21 576	6 044	33 774	124 235	267 132	287 484	387 232		13	1 127 490
ALTRE	Fino a 1400	46									46
ALTRE Totale		46									46
NON DEFINITO	Fino a 1400	24			1					10	35
	1401 - 2000	6				1					7
	Oltre 2000				1					1	2
NON DEFINITO Totale		49			2	3				24	78
Totale toscana		172 587	44 226	170 209	281 970	668 646	526 657	666 798	1 652	1 234	2 533 979

Tabella 14 - Suddivisione Autovetture, Regione Toscana fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2018

Veicoli industriali pesanti distinti per regione, alimentazione e tipologia. Anno 2018										
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non definito	TOTALE
BENZINA	Oltre 3,5	123	2	3	8	5		1	3	145
BENZINA Totale		123	2	3	8	5		1	3	145
BENZINA E GAS LIQUIDO	Oltre 3,5	21	3		1			1		26
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		21	3		1			1		26
BENZINA E METANO	Oltre 3,5	2		1	5	2	29	33		72
BENZINA E METANO Totale		2		1	5	2	29	33		72
GASOLIO	3,6 - 7,5	3 317	655	1 387	2 105	994	1 225	988	29	10 700
	7,6 - 12	2 698	656	1 246	1 597	277	751	361	12	7 598
	12,1 - 14	549	60	92	203	57	175	63	6	1 205
	14,1 - 20	1 214	377	919	1 287	221	809	519	15	5 361
	20,1 - 26	1 633	436	1 141	1 597	193	1 405	846	6	7 257
	26,1 - 28	14		2	3		2	28		49
	28,1 - 32	19	47	280	623	109	432	167		1 677
	Oltre 32	57	14	39	44	13	59	29	1	256
GASOLIO Totale		9 501	2 245	5 106	7 459	1 864	4 858	3 001	69	34 103
NON DEFINITO	3,6 - 7,5								1	1

	7,6 - 12								1	1
	12,1 - 14	1								1
	14,1 - 20				1					1
NON DEFINITO Totale		1			1				2	4
Totale toscana		9 648	2 250	5 110	7 474	1 871	4 887	3 036	74	34 350

Tabella 15 - Suddivisione veicoli industriali pesanti, Regione Toscana fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2018

6.2.3 Volumi e velocità del traffico circolante

Nel presente paragrafo si forniscono i dati progettuali utilizzati per la stima dei fattori di emissione (velocità) e per il calcolo delle concentrazioni (volume) utilizzati dai modelli di simulazione descritti nei paragrafi precedenti.

In particolare, è stato assunto per lo scenario Ante Operam la seguente composizione di traffico:

Traffico Giornaliero Medio - Anno 2018			
Tipologia	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali
Bidirezionale	8 457	686	9 143

Tabella 16 - Input di traffico considerati per la stima dei fattori di emissione e delle concentrazioni

Con riferimento alla velocità per il calcolo dei fattori di emissione è stata assunta una velocità di circa 80 km/h per i veicoli leggeri e di circa 60 km/h per i veicoli pesanti.

6.2.4 Svincoli

Nel presente documento sono stati presi in considerazione anche i principali svincoli tra la SS223 e i collegamenti stradali minori.

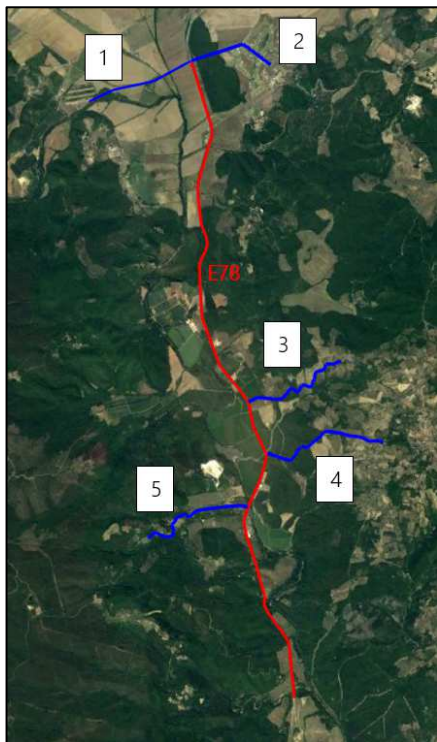
Nella tabella seguente si riportano i tratti delle viabilità secondarie considerati in relazione con il flusso di spostamenti diurni intercorsi con la viabilità principale costituita dalla E78.

A partire dai dati censuari in termini di "spostamenti sistematici diurni" tra la viabilità principale e le viabilità secondarie, è stato ricavato il flusso di traffico notturno, assumendo un decremento pari al 5,95%, ricavando tale percentuale in relazione a quanto avviene per il traffico presente sulla E78.

Per una migliore lettura della Tabella si consideri "Area" ciascun nucleo abitativo collegato mediante la viabilità secondaria alla viabilità principale. Con "nord" e "sud" si identifica la direzione di flusso sulla E78. Per ciascuna viabilità secondaria è riportato lo spostamento sistematico diurno diviso come segue:

- Area → Area: spostamento sistematico fra Aree abitative
- Area → Nord: spostamento sistematico da Area abitativa su E78 in direzione Nord;
- Nord → Area: spostamento sistematico da E78 direzione Nord ad Area abitativa
- Area → Sud: spostamento sistematico da Area abitativa su E78 in direzione Sud;
- Sud → Area: spostamento sistematico da E78 direzione Sud ad Area abitativa

Si riporta di seguito la tabella con le matrici sopra descritte e l'ortofoto identificativa:



1-SP99 del piano di Rosia			
	Area	Nord	Sud
Area	7	693	12
Nord	277	--	--
Sud	11	--	--

2-SP23 di Grotti			
	Area	Nord	Sud
Area	17	74	5
Nord	8	--	--
Sud	3	--	--

3-SP33 della Rocca di Crevole			
	Area	Nord	Sud
Area	--	224	67
Nord	25	--	--
Sud	8	--	--

4-SC di Costalbagno			
	Area	Nord	Sud
Area	--	199	59
Nord	22	--	--
Sud	7	--	--

5-SP delle Pinete			
	Area	Nord	Sud
Area	--	234	11
Nord	41	--	--
Sud	15	--	--

Tabella 17 - ortofoto e matrici spostamenti sistematici diurni viabilità secondarie

Sulla base di quanto si evince dalle tabelle sopra riportate si riepiloga di seguito la tabella riassuntiva dei veicoli considerati per ciascuna viabilità secondaria nei periodi diurno e notturno.

N. identificativo	Codice strada	V totali diurni	V totali notturno	Totale
1	SP99 del Piano di Rosia	2896,78	172,38	3069,16
2	SP23 di Grotti	308,18	18,38	326,56
3	SP33 della Rocca di Crevole	933,66	55,56	989,22
4	SC di Costalbagno	829,92	49,39	879,31
5	SP32 delle Pinete	868,58	51,69	920,27

Tabella 18 - Riepilogo veicoli per ciascuna viabilità secondaria nei periodi diurno e notturno

6.2.5 Fattori di emissione pesati

Come definito nei paragrafi precedenti, dalla conoscenza della tipologia di parco veicolare circolante e dalla velocità è stato possibile determinare un fattore di emissione medio da utilizzare nelle simulazioni.

Ossidi di Azoto NOx – Scenario Ante Operam				
Fattore di emissione leggeri g/km*veic	Fattore di emissione pesanti g/km*veic	% leggeri	% pesanti	Fattore di emissione medio g/km*veic
0,4047	4,2974	92,5	7,5	0,6968

PM10 Scenario Ante Operam				
Fattore di emissione leggeri g/km*veic	Fattore di emissione pesanti g/km*veic	% leggeri	% pesanti	Fattore di emissione medio g/km*veic
0,0338	0,1861	92,5	7,5	0,0455

PM2.5 – Scenario Ante Operam				
Fattore di emissione leggeri g/km*veic	Fattore di emissione pesanti g/km*veic	% leggeri	% pesanti	Fattore di emissione medio g/km*veic
0,0241	0,1437	92,5	7,5	0,0331

Tabella 19 Fattore di emissione Ante Operam

Il modello Calroads, per poter effettuare la stima delle concentrazioni necessita di un fattore di emissione espresso in miglia, il valore soprariportato diventa quindi pari a 1,1213 g/mi*veic per NOx, pari a 0.0728 g/mi*veic per PM10 e 0.0532 g/mi*veic per PM2,5.

Per gli svincoli considerati è stato considerato il passaggio solo di veicoli leggeri quindi i fattori di emissione considerati in Calroads espressi in miglia sono pari a 0.6513 g/mi*veic per NOx, pari a 0.054 g/mi*veic per PM10 e 0.039 g/mi*veic per PM2,5.

Il fattore di emissione tiene conto di una condizione di invarianza nell'arco della giornata. Tale assunto può essere ritenuto valido in quanto, secondo quanto disposto dalla normativa vigente, il valore di riferimento è rappresentato dalla media annua.

6.3 I RICETTORI

MANDATARIA



MANDANTE



6.3.1 Tipologie e finalità

I punti ricettori virtuali inseriti nel modello rappresentano i punti di calcolo dove il software effettua la simulazione e la stima delle concentrazioni generate dalle sorgenti di traffico.

L'arco temporale di mediazione in cui viene restituito l'output è quello relativo alla media annua. Tale intervallo di tempo permette quindi di effettuare raffronti con i limiti imposti dalla normativa vigente in materia (30 µg/m³).

Sono quindi stati definiti diversi ricettori con differenti finalità:

- una maglia di ricettori sufficientemente fitta per poter generare le carte di isoconcentrazione in maniera quanto più precisa possibile, conciliando in maniera efficiente la precisione dell'output con le tempistiche di analisi.
- 4 ricettori virtuali faunistici rappresentativi di due aree ZSC presenti nell'area
- 34 ricettori antropici

Sono quindi stati definiti diversi ricettori con differenti finalità. Da un lato si è cercato di generare una maglia di ricettori sufficientemente fitta per poter generare le carte di isoconcentrazione in maniera quanto più precisa possibile, conciliando in maniera efficiente la precisione dell'output con le tempistiche di analisi.

Dall'altro sono stati scelti 4 ricettori rappresentativi dei due ZSC presenti nell'area e in relazione alla vicinanza con l'opera stessa.

Dal punto di vista delle maglie per la generazione delle isoconcentrazioni sono state identificate due tipologie:

- Maglia rettangolare costruita al fine di prendere una porzione sufficientemente grande di territorio, rappresentativa dell'ambito di studio e che fosse sufficientemente ampia da non trascurare gli effetti a distanza;
- Maglia Buffer strutturata in maniera tale da rappresentare un vero e proprio buffer intorno all'infrastruttura, seguendone così la geometria e coprendo i punti di "vuoto" che si possono generare in una maglia di tipo rettangolare.

I dati di progetto delle tipologie di maglie sopra descritte sono riportati nelle tabelle seguenti.

Caratteristica	Maglia 1	Maglia 2	Schematizzazione Grafica
	Valore	Valore	
Coordinate X dell'angolo SW	683393,05	684146,07	
Coordinate Y dell'angolo SW	4781377,95	4775826,00	
Distanza tra i punti in direzione X	210	210	
Distanza tra i punti in direzione Y	345	345	

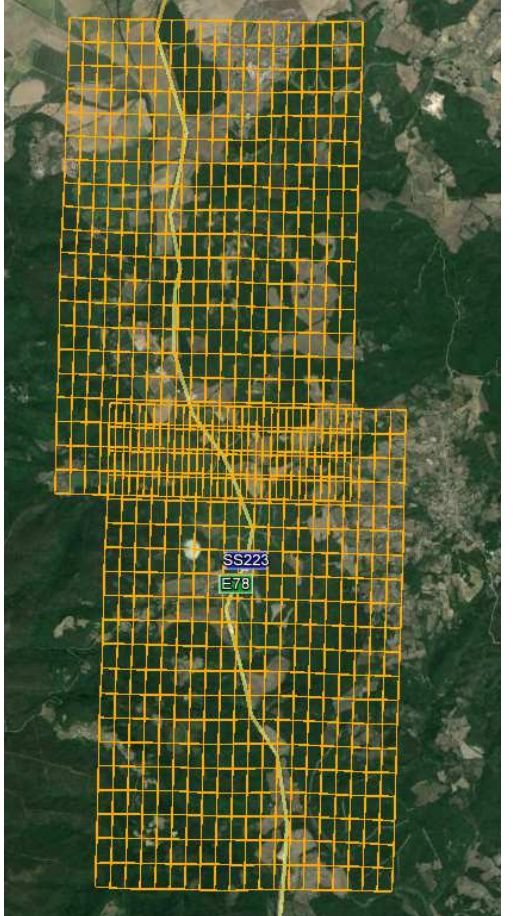
N° di punti in direzione x	21	21	
N° di punti in direzione y	21	21	
Punti totali per maglia	441	441	
Lunghezza maglia in direzione X	4410 m	4410 m	
Lunghezza maglia in direzione Y	7245 m	7245 m	
Superficie della sottomaglia di calcolo	31,95 Km ²	31,95 Km ²	
Altezza relativa sottomaglia di calcolo	1,8 m	1,8 m	

Tabella 20 - Caratteristiche maglie di calcolo rettangolari

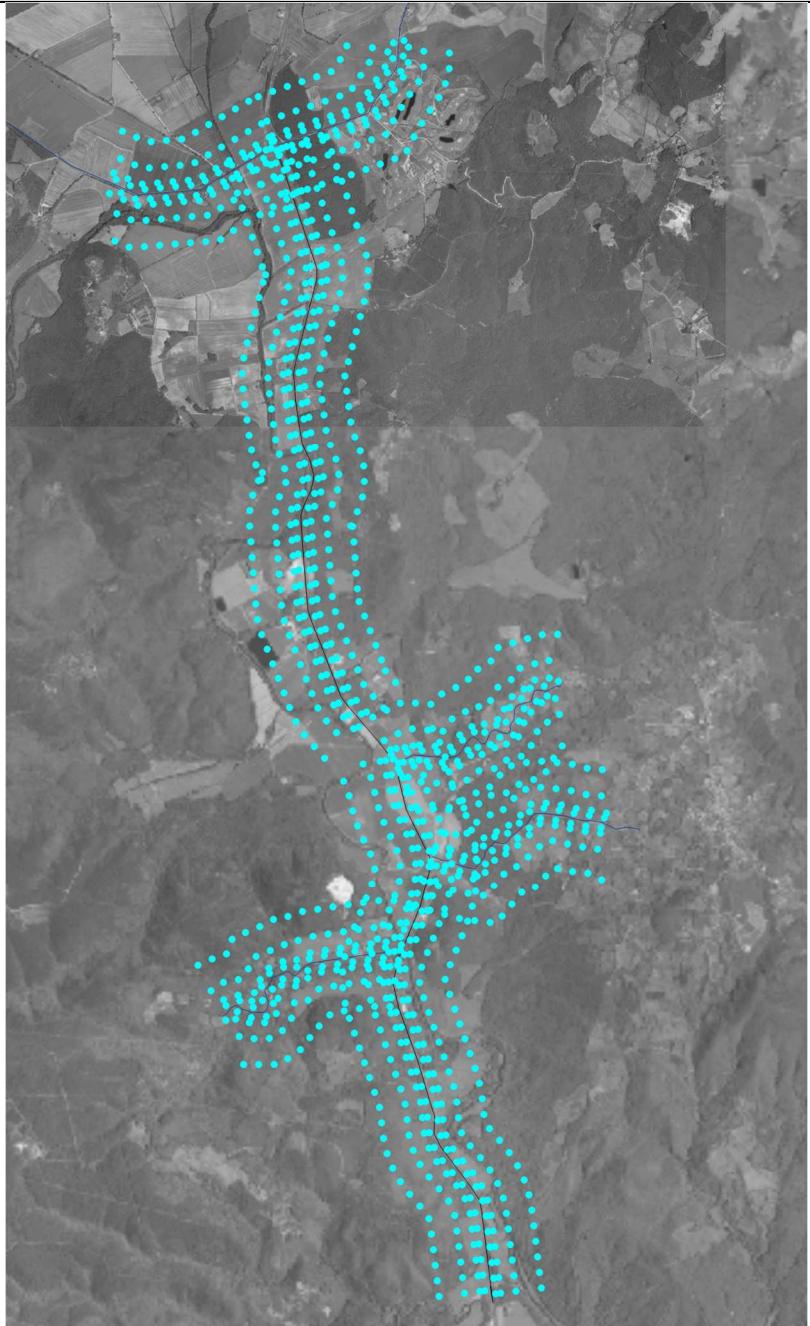
Caratteristica	Valore	Schematizzazione Grafica
Distanza laterale dall'infrastruttura 1° buffer	50 m	
Distanza laterale dall'infrastruttura 2° buffer	100 m	
Distanza laterale dall'infrastruttura 3° buffer	250 m	
Distanza laterale dall'infrastruttura 4° buffer	500 m	
Distanza longitudinale tra i punti	150 m	
Punti totali della maglia buffer	640	
Altezza relativa sottomaglia di calcolo	1,8 m	

Tabella 21 - Caratteristiche "maglia buffer"

Con riferimento ai punti ricettori sono stati presi a riferimento i seguenti punti di calcolo rappresentativi delle due aree ZSC IT5190006 – Alta Val di Merse e IT5190007 – Basso Merse, i cui confini sono in adiacenza all'infrastruttura in esame.



Figura 17 - Aree RETE NATURA 2000 presenti nell'area di analisi

Localizzazione	Punto	descrizione	Coordinate X UTM F32	Coordinate Y UTM F32
	ZSC1_A	IT5190006 – Alta Val di Merse	685058	4786520

MANDATARIA



MANDANTE



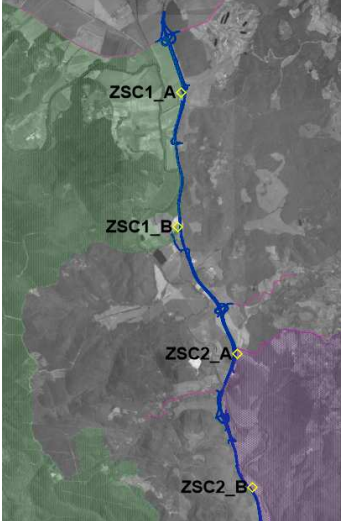
	ZSC 1_B	IT5190006 – Alta Val di Merse	686621	4777889
	ZSC 2_A	IT5190007 – Basso Merse	686284	4780802
	ZSC 2_B	IT5190007 – Basso Merse	684950	4783693

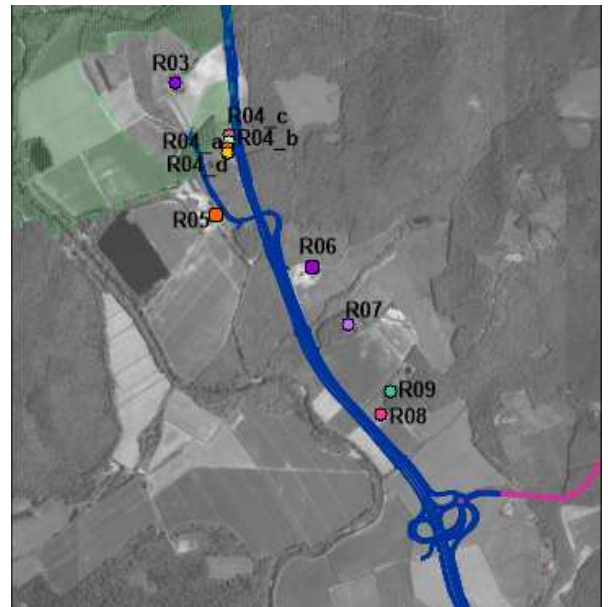
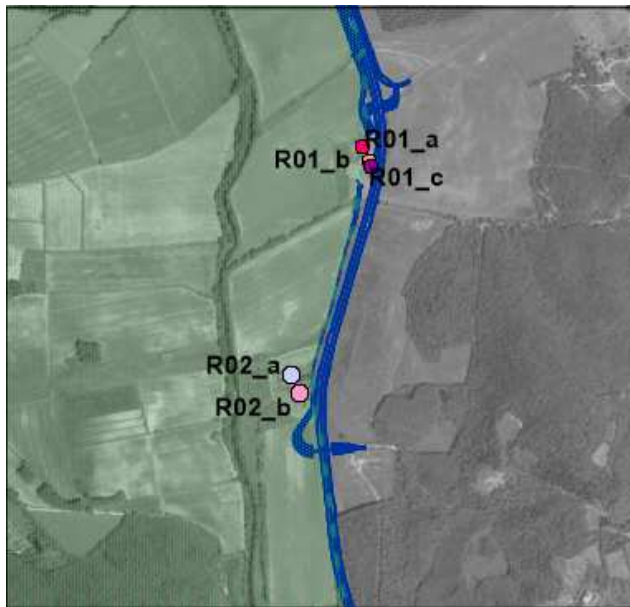
Tabella 22 - Punti ricettori virtuali

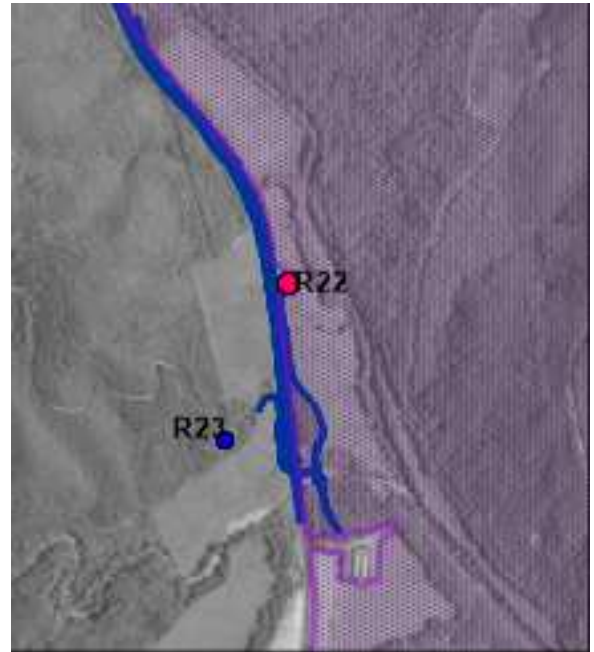
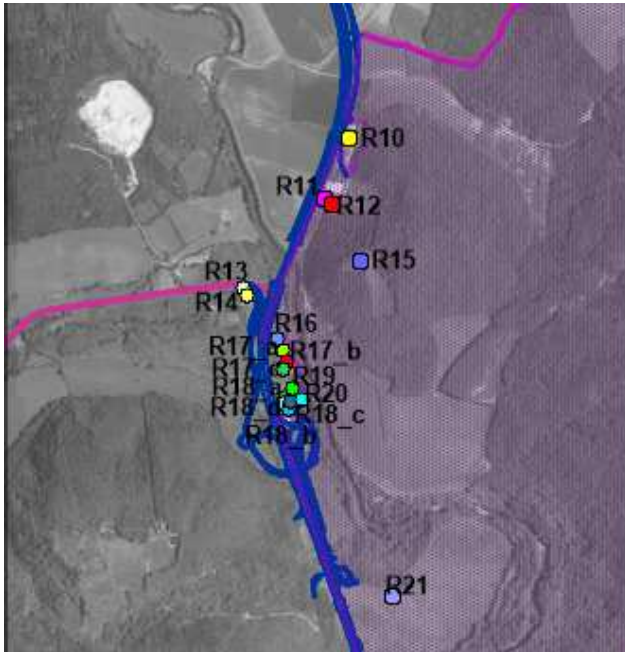
Per quanto riguarda i recettori antropici sono stati individuati 34 edifici in prossimità al tracciato di progetto come riportato di seguito

	identificativo	descrizione	Coordinate X UTM F32	Coordinate Y UTM F32
1	R01_a	abitazione	685072.6	4786456.5
2	R01_b	abitazione	685092.4	4786405.8
3	R01_c	abitazione	685100.3	4786387.7
4	R03	abitazione	684781.8	4783660.0
5	R04_c	abitazione	685011.8	4783433.8
6	R04_b	abitazione	685016.4	4783407.3
7	R04_a	abitazione	685006.9	4783379.9
8	R04_d	abitazione	685006.1	4783353.4
9	R07	abitazione	685528.6	4782619.0
10	R08	abitazione	685668.2	4782238.7
11	R09	abitazione	685708.4	4782331.4
12	R13	abitazione	685827.3	4779985.8
13	R14	abitazione	685839.0	4779959.0
14	R17_a	abitazione	685972.8	4779752.7
15	R17_b	abitazione	685987.6	4779714.6
16	R17_c	abitazione	685975.5	4779685.9
17	R18_d	abitazione	685984.1	4779579.8
18	R18_a	abitazione	685976.2	4779556.0

19	R18_b	abitazione	685995.8	4779535.2
20	R18_c	abitazione	686004.8	4779563.2
21	R22	abitazione	686802.3	4777407.6
22	R15	abitazione	686261.4	4780082.9
23	R16	abitazione	685954.7	4779798.4
24	R21	abitazione	686377.8	4778844.5
25	R02_a	abitazione	684824.9	4785661.8
26	R02_b	abitazione	684852.3	4785599.9
27	R05	abitazione	684958.0	4783087.3
28	R06	abitazione	685374.0	4782864.8
29	R11	abitazione	686130.9	4780315.9
30	R12	abitazione	686154.5	4780295.7
31	R10	abitazione	686222.8	4780538.5
32	R19	abitazione	686011.5	4779614.3
33	R20	abitazione	686043.5	4779575.2
34	R23	abitazione	686616.6	4776945.4

Tabella 23 - Punti ricettori antropici





6.4 LA SCHEMATIZZAZIONE DELLO SCENARIO ANTE OPERAM

Di seguito si riporta la schematizzazione delle sorgenti e dei ricettori esportata in Google Earth.

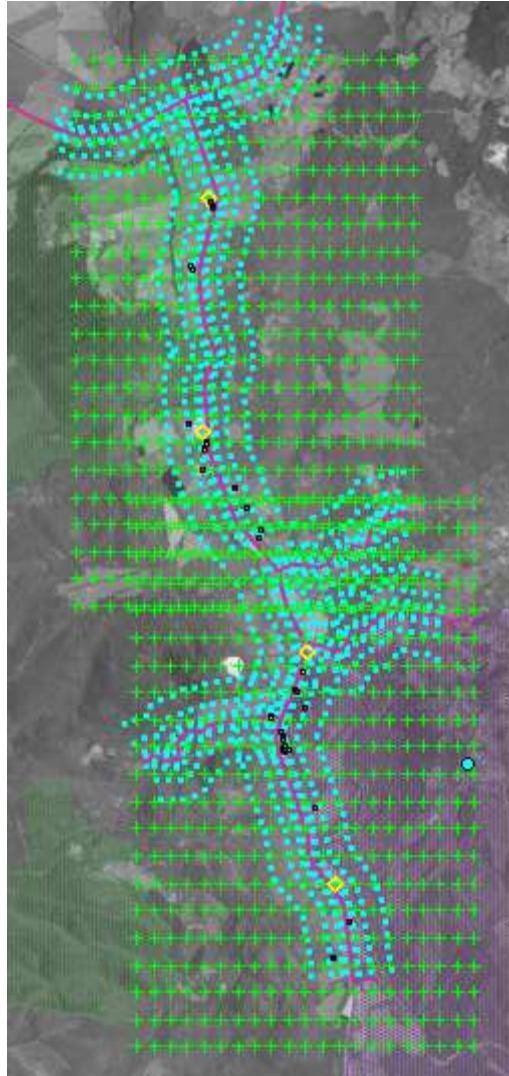


Figura 18 - Schematizzazione vista in pianta su google earth scenario ante operam.

6.5 L'OUTPUT DELLE SIMULAZIONI ANTE OPERAM

Rimandando all'analisi delle tavole allegate al fine di stimare le diffusioni degli inquinanti considerati sul territorio, NO_x, PM₁₀ e PM_{2.5} e sull'area vasta, considerando comunque che i valori massimi si raggiungono in prossimità dell'infrastruttura, le analisi riportate nel presente paragrafo sono volte a determinare le concentrazioni di NO_x, PM₁₀ e PM_{2.5} nei ricettori puntuali antropici. I risultati sono riportati in tabella seguente.

		NOX		PM10		PM2.5
		max24h	Media anno	max24h	Media anno	Media anno
id	descrizione	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
R01_a	abitazioni	12.408	1.1188	0.1570	0.0728	0.0532
R01_b	abitazioni	16.544	1.6384	0.2442	0.1065	0.0778
R01_c	abitazioni	21.620	2.1913	0.3316	0.1424	0.1040
R03	abitazioni	5.828	0.3964	0.0751	0.0258	0.0188
R04_c	abitazioni	20.492	1.8428	0.2851	0.1197	0.0875
R04_b	abitazioni	21.432	1.9301	0.3027	0.1254	0.0916
R04_a	abitazioni	17.108	1.5251	0.2559	0.0991	0.0724
R04_d	abitazioni	16.356	1.4446	0.2443	0.0938	0.0686
R07	abitazioni	5.264	0.6012	0.0657	0.0391	0.0286
R08	abitazioni	10.528	0.9330	0.1139	0.0606	0.0443
R09	abitazioni	7.144	0.5806	0.0683	0.0378	0.0276
R13	abitazioni	11.280	0.6840	0.1057	0.0460	0.0335
R14	abitazioni	12.220	0.7279	0.1152	0.0480	0.0350
R17_a	abitazioni	9.212	1.3486	0.1399	0.0877	0.0641
R17_b	abitazioni	8.272	1.1893	0.1251	0.0774	0.0565
R17_c	abitazioni	8.272	1.3000	0.1343	0.0845	0.0618
R18_d	abitazioni	9.024	1.4351	0.1454	0.0933	0.0682
R18_a	abitazioni	10.904	1.7075	0.1727	0.1110	0.0811
R18_b	abitazioni	9.212	1.4659	0.1484	0.0953	0.0696
R18_c	abitazioni	8.084	1.2470	0.1265	0.0811	0.0592
R22	abitazioni	19.176	2.0627	0.2331	0.1340	0.0979
R15	abitazioni	6.580	0.6302	0.0853	0.0410	0.0300
R16	abitazioni	11.656	1.6933	0.1734	0.1101	0.0805
R21	abitazioni	5.264	0.6068	0.0640	0.0395	0.0288
R02_a	abitazioni	9.024	0.6390	0.1129	0.0416	0.0304
R02_b	abitazioni	10.904	0.8879	0.1514	0.0577	0.0422

R05	abitazioni	8.084	0.6048	0.0970	0.0393	0.0287
R06	abitazioni	4.700	0.7513	0.0779	0.0488	0.0357
R11	abitazioni	18.424	2.4111	0.2738	0.1566	0.1145
R12	abitazioni	14.100	1.6033	0.1914	0.1042	0.0761
R10	abitazioni	15.792	2.0720	0.2298	0.1346	0.0984
R19	abitazioni	6.768	1.0872	0.1142	0.0707	0.0517
R20	abitazioni	6.016	0.9519	0.1020	0.0619	0.0452
R23	abitazioni	6.956	0.4291	0.0650	0.0279	0.0204
ZSC_A	IT5190006 – Alta Val di Merse	9.9640	0.9754	0.1254	0.0635	0.0464
ZSC_B	IT5190006 – Alta Val di Merse	13.7240	1.3052	0.2013	0.0848	0.0620
ZSC_A	IT5190007 – Basso Merse	22.7480	2.2048	0.2752	0.1433	0.1047
ZSC_B	IT5190007 – Basso Merse	13.3480	1.3625	0.1646	0.0885	0.0647
Valori limite D.Lgs. 155/2010 e smi		Valore medio orario	Valore medio annuale	Valore medio giornaliero	Valore medio annuale	Valore medio annuale
µg/m3		200	40 per la salute 30 per la vegetazione	50	40	25

Figura 19 - Valori delle concentrazioni ante operam

Dai risultati dalle simulazioni della qualità dell'aria per la fase di ante operam emergono dei valori di concentrazione di Nox, PM10 e PM2,5 in atmosfera, relativi al solo contributo dell'infrastruttura e agli svincoli laterali, molto bassi, nettamente al di sotto del valore limite definiti dalla Normativa vigente in materia.

7 LO SCENARIO POST OPERAM

7.1 INTRODUZIONE

Nel presente paragrafo, in coerenza a quanto effettuato per le analisi in ante operam, vengono riassunti i principali input del modello di simulazione previsionale al fine di stimare il contributo, in termini di concentrazioni di NOx, PM10 e PM2.5, fornito dall'esercizio dell'infrastruttura all'orizzonte temporale 2032.

7.2 GLI INPUT METEOROLOGICI

Con riferimento agli input meteorologici sono stati assunti pari a quelli già descritti precedentemente

7.3 GLI INPUT PROGETTUALI

7.3.1 Composizione del parco veicolare circolante

Con riferimento al parco veicolare circolante, essendo l'orizzonte temporale pari al 2032, sono state effettuate alcune ipotesi circa la sua composizione in relazione alle classi emittive e alla possibilità di rinnovo del parco stesso.

In particolare, si è assunto, in via cautelativa, che le sole classi Euro 0 ed Euro 1 venissero sostituite, aumentando la numerosità delle Euro 5 e delle Euro 6 rispettivamente nella misura del 50%.

Tale assunto appare ampiamente cautelativo considerando che lo standard emissivo Euro 2 è stato codificato nel 1997 e pertanto un veicolo Euro 1 nel 2032 avrebbe minimo 35 anni.

7.3.2 Volumi e velocità del parco veicolare circolante

Nello scenario post operam, oltre alla tipologia di veicoli si modificano anche le entità, ossia i volumi, e le velocità ipotizzate nell'esercizio dell'infrastruttura.

In particolare, è stato assunto per lo scenario Post Operam la seguente composizione di traffico:

Traffico Giornaliero Medio - Anno 2032			
Tipologia	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	Veicoli totali
Bidirezionale	9 857	822	10 679

Tabella 24 - Input di traffico considerati per la stima dei fattori di emissione e delle concentrazioni

Con riferimento alla velocità per il calcolo dei fattori di emissione è stata assunta una velocità di circa 110 km/h per i veicoli leggeri e di circa 90 km/h per i veicoli pesanti.

7.3.3 Fattori di emissione pesanti

In coerenza a quanto visto per lo scenario Ante Operam, anche per il Post Operam è stato calcolato un fattore di emissione medio per tutta l'infrastruttura.

Ossidi di Azoto NOx – Scenario Post Operam				
Fattore di emissione leggeri g/km*veic	Fattore di emissione pesanti g/km*veic	% leggeri	% pesanti	Fattore di emissione medio g/km*veic
0,3403	2,2405	92,3	7,7	0,4866

PM10 – Scenario Post Operam				
Fattore di emissione leggeri g/km*veic	Fattore di emissione pesanti g/km*veic	% leggeri	% pesanti	Fattore di emissione medio g/km*veic
0,0284	0,0970	92,3	7,7	0,0337

Pm2.5 – Scenario Post Operam				
Fattore di emissione leggeri g/km*veic	Fattore di emissione pesanti g/km*veic	% leggeri	% pesanti	Fattore di emissione medio g/km*veic
0,0202	0,0749	92,3	7,7	0,0245

Tabella 25 - Fattore di emissione Ante Operam

Il modello Calroads, per poter effettuare la stima delle concentrazioni necessita di un fattore di emissione espresso in miglia, il valore soprariportato diventa quindi pari a 0,7831 g/mi*veic per NOx, pari a 0.0542 g/mi*veic per PM10 e 0.0394 g/mi*veic per PM2,5.

Per gli svincoli considerati è stato considerato il passaggio solo di veicoli leggeri quindi i fattori di emissione considerati in Calroads espressi in miglia sono pari a 0.5477g/mi*veic per NOx, pari a 0.0457 g/mi*veic per PM10 e 0.0326 g/mi*veic per PM2,5

7.3.4 I ricettori

Con riferimento ai ricettori, gli unici a variare nei due scenari sono quelli relativi alla maglia buffer utilizzata al fine di migliorare la precisione delle maglie rettangolari. Tale maglia infatti rappresentando un buffer del tracciato ne segue la geometria e pertanto è modificata in coerenza alle modifiche geometriche che avvengono sul tracciato stesso.

Tutti i parametri di distanziamento tra i ricettori sono rimasti invariati tra i due scenari.

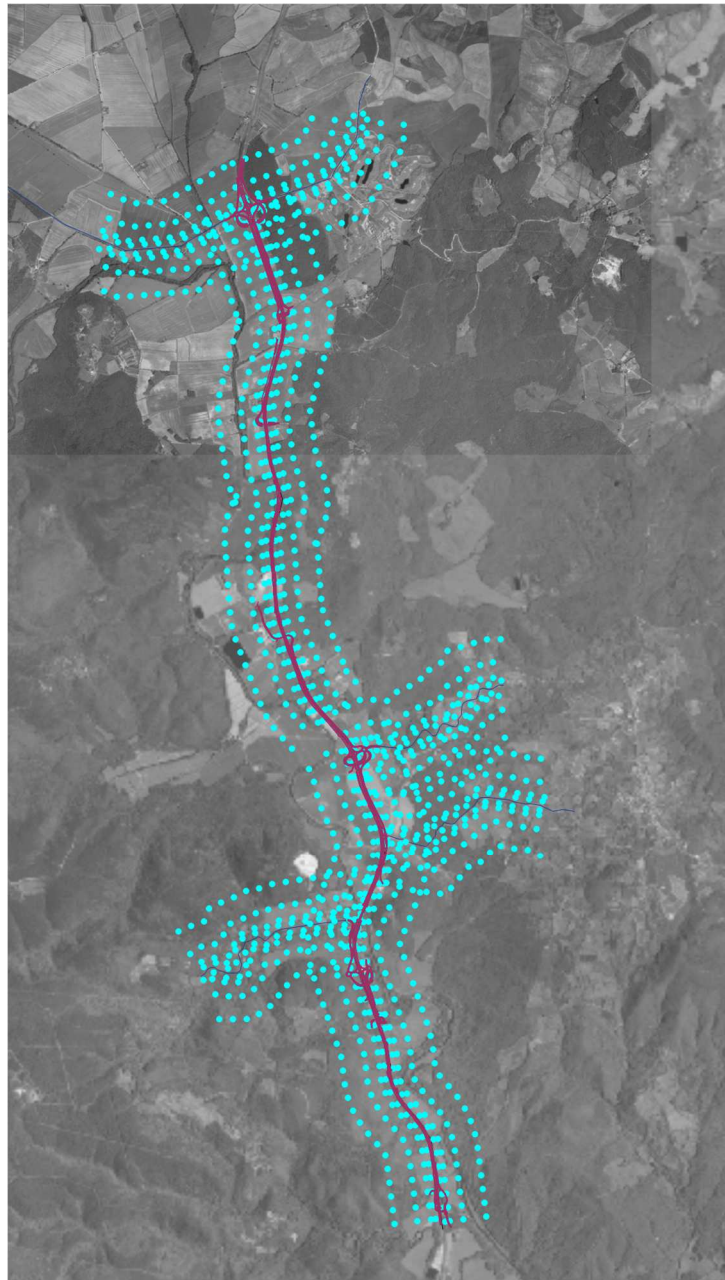


Figura 20 - Maglia Buffer post operam

7.4 LA SCHEMATIZZAZIONE DELLO SCENARIO POST OPERAM

Nel presente paragrafo si riporta la schematizzazione dello scenario Post Operam in coerenza a quanto effettuato nella fase Ante.

Nello scenario di progetto alcune parti del tracciato sono in sovrapposizione al tracciato originario della E78. La principale differenza è data dalla differente larghezza della sorgente data la diversa configurazione della sezione stradale.

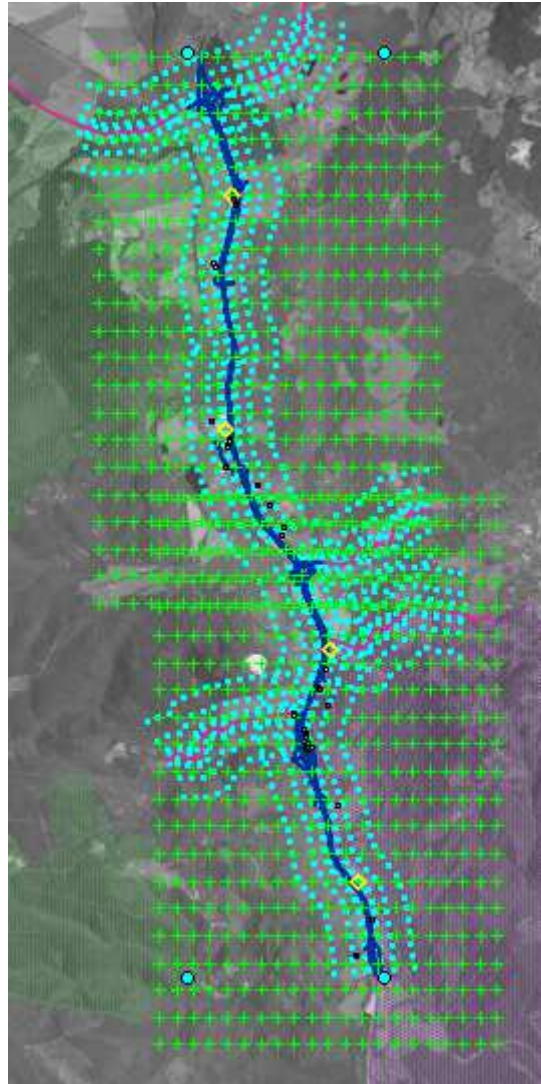


Figura 21 - Schematizzazione

vista in pianta scenario ante operam

7.5 OUTPUT DELLE SIMULAZIONI POST OPERAM

In coerenza a quanto effettuato per la fase post operam, anche per la fase di ante operam sono state valutate le concentrazioni annue derivanti dall'esercizio dall'infrastruttura stradale.

id	descrizione	NOX		PM10		PM2.5
		max24h	Media anno	max24h	Media anno	Media anno
		µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
R01_a	abitazioni	10.1520	1.1936	0.1600	0.0827	0.0601
R01_b	abitazioni	13.3480	1.6551	0.2323	0.1146	0.0833
R01_c	abitazioni	16.7320	2.0678	0.2968	0.1432	0.1041
R03	abitazioni	4.7000	0.3613	0.0725	0.0250	0.0182
R04_c	abitazioni	17.4840	1.6090	0.2696	0.1114	0.0810
R04_b	abitazioni	17.4840	1.6184	0.2729	0.1120	0.0814
R04_a	abitazioni	14.1000	1.2577	0.2163	0.0871	0.0633
R04_d	abitazioni	13.5360	1.1685	0.2003	0.0809	0.0588
R07	abitazioni	5.0760	0.5843	0.0663	0.0405	0.0294
R08	abitazioni	9.5880	1.0183	0.1350	0.0705	0.0513
R09	abitazioni	6.5800	0.5831	0.0767	0.0404	0.0294
R13	abitazioni	10.3400	0.6714	0.1171	0.0475	0.0344
R14	abitazioni	11.6560	0.7298	0.1309	0.0510	0.0370
R17_a	abitazioni	8.2720	1.4671	0.1559	0.1016	0.0739
R17_b	abitazioni	7.3320	1.2830	0.1383	0.0889	0.0646
R17_c	abitazioni	7.3320	1.4460	0.1528	0.1002	0.0728
R18_d	abitazioni	9.2120	1.6058	0.1673	0.1112	0.0808
R18_a	abitazioni	11.2800	1.9669	0.2057	0.1362	0.0990
R18_b	abitazioni	9.7760	1.6360	0.1717	0.1133	0.0824
R18_c	abitazioni	7.8960	1.3585	0.1415	0.0941	0.0684
R22	abitazioni	15.6040	1.6759	0.2035	0.1160	0.0843
R15	abitazioni	5.6400	0.5926	0.0840	0.0411	0.0299
R16	abitazioni	10.1520	1.8771	0.1940	0.1300	0.0945
R21	abitazioni	4.5120	0.5902	0.0671	0.0409	0.0297
R02_a	abitazioni	8.0840	0.6278	0.1191	0.0435	0.0316
R02_b	abitazioni	9.9640	0.8796	0.1595	0.0609	0.0443
R05	abitazioni	6.7680	0.5323	0.0904	0.0369	0.0268
R06	abitazioni	4.1360	0.7499	0.0807	0.0519	0.0377
R11	abitazioni	17.2960	2.3048	0.2868	0.1596	0.1160
R12	abitazioni	12.7840	1.5567	0.1972	0.1078	0.0784

R10	abitazioni	13.9120	1.9176	0.2380	0.1328	0.0965
R19	abitazioni	6.5800	1.1605	0.1247	0.0804	0.0584
R20	abitazioni	6.5800	0.9919	0.1081	0.0687	0.0499
R23	abitazioni	5.6400	0.4079	0.0651	0.0282	0.0205
ZSC_A	IT5190006 – Alta Val di Merse	8.0840	1.0600	0.1364	0.0734	0.0534
ZSC_B	IT5190006 – Alta Val di Merse	10.3400	1.2433	0.2070	0.0861	0.0626
ZSC_A	IT5190007 – Basso Merse	12.9720	1.3114	0.1671	0.0909	0.0661
ZSC_B	IT5190007 – Basso Merse	12.0320	1.2453	0.1680	0.0862	0.0627
Valori limite D.Lgs. 155/2010 e smi		Valore medio orario	Valore medio annuale	Valore medio giornaliero	Valore medio annuale	Valore medio annuale
µg/m3		200	40 per la salute 30 per la vegetazione	50	40	25

Pur incrementando le concentrazioni tra le due fasi, che portano nel post operam un leggero aumento dei valori di concentrazione in alcuni recettori ed una diminuzione in altri, questi si mantengono comunque ben al di sotto del limite normativo.

8 LO SCENARIO DI CANTIERE

Nel presente paragrafo si riporta l’analisi di dettaglio dell’impatto potenziale sulla qualità dell’aria delle attività legate alla fase di cantierizzazione dell’opera di modifica del tratto stradale E78.

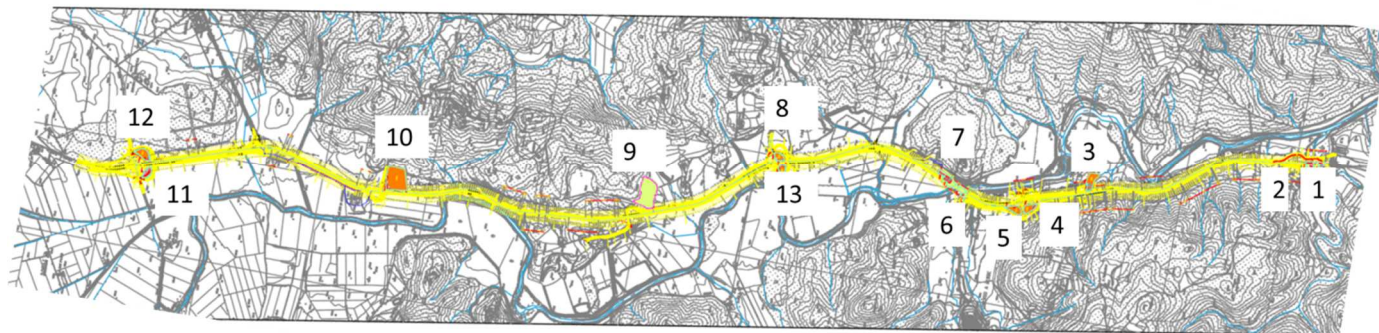


Figura 8-1 cantierizzazione

Al fine di caratterizzare correttamente le simulazioni per la stima dell’impatto sulla qualità dell’aria durante lo stoccaggio si è proceduto alla valutazione delle seguenti variabili e parametri:

- Caratteristiche tecniche dei singoli cantieri;
- Cronoprogramma dell’opera;
- Elaborati tecnici di progetto dove desumere i quantitativi di materiale stoccato, in esubero e in approvvigionamento.

La metodologia seguita per la definizione delle sorgenti da considerare nelle simulazioni, presenti durante la fase di cantiere dell’opera in esame è quella del “Worst Case Scenario”. Tale metodologia, ormai consolidata ed ampiamente utilizzata in molti campi dell’ingegneria civile ed ambientale, consiste, una volta definite le variabili che determinano gli scenari, nel simulare la situazione peggiore possibile tra una gamma di situazioni “probabili”.

Pertanto, il primo passo sta nel definire le variabili che influenzano lo scenario.

Una volta valutati gli scenari è possibile fare riferimento ad uno o più scenari, ritenuti maggiormente critici.

È infatti possibile, ad esempio, definire le attività maggiormente critiche all’interno di un singolo cantiere ed assumere che tali attività si svolgano per tutta la durata del cantiere.

Oltre all’aspetto relativo alla singola attività all’interno del cantiere occorre valutare anche la contemporaneità delle diverse attività in relazione al cronoprogramma del cantiere.

Dall’analisi del bilancio di volumi movimentati per ogni attività compresa in ciascuna fase di lavoro del cronoprogramma di cantiere, è emerso che i maggiori volumi scavati sono quelli delle prime due fasi. Si riporta il riepilogo dei volumi scavati per ogni fase:

FASE	VOLUME DI SCAVO (mc)
1	178010.78
2	182261.34
3	82147.57
4	91104.46

Tabella 26 - Volumi di scavo per ogni fase di lavoro

Le aree destinate allo stoccaggio dei volumi di scavo relativi alle prime due fasi sono state individuate fra quelle più facilmente raggiungibili in termini di distanza dal luogo delle lavorazioni comprese nelle fasi, in modo da minimizzare il disturbo indotto dal traffico di cantiere. Una volta individuate le aree di stoccaggio per ogni fase, si è proceduto a distribuire il volume di scavo da stoccare in "maniera proporzionale" alle superfici di stoccaggio.

La Tabella seguente riepiloga, per ogni cantiere interessato, l'area destinata allo stoccaggio e il materiale in essa stoccato.

Numero cantiere	Area m2	Materiale stoccato FASE 1 m3	Materiale stoccato FASE 2 m3
3	9200	65913.76	34693.02
4	4680	33530.04	17648.19
5	4650	33315.11	17535.06
8	3525	25255.00	13292.71
9	13700	98154.19	51662.44
10	28500	-	107472.96
12	7000	-	26396.87
13	1800	12896.17	6787.77

Tabella 27 - Materiale stoccato per cantiere

Le due fasi suddette hanno rispettivamente durata di 10 e 9 mesi. Considerando 8 ore di lavoro al giorno per 22 giorni di lavoro al mese, è stato ricavato il numero di viaggi all'ora per volume di scavo. Si riporta il risultato di seguito:

FASE	DURATA FASE (mesi)	NUMERO DI VIAGGI PER VOLUME DI SCAVO (viaggi/ora)
1	10	5
2	9	6

I dati suddetti sono stati utilizzati nei modelli diffusionali per simulare il traffico interno al cantiere.

Per quanto riguarda la viabilità esterna al cantiere sono stati computati per le prime due fasi i volumi di scavo da smaltire e quelli da approvvigionare per la costruzione dei rilevati. Quindi sono stati ricavati il numero di viaggi all’ora per volume di scavo all’esterno del cantiere e il numero di viaggi all’ora per volume di rilevato da approvvigionare.

Si riporta la Tabella di riepilogo:

FASE	DURATA FASE (mesi)	VOLUME DI SCAVO DA SMALTIRE (mc)	NUMERO DI VIAGGI PER VOLUME DI SCAVO ALL’ESTE RNO DEL CANTIER E (viaggi/o ra)	VOLUME DI SCAVO DA APPROVVIGION ARE PER RILEVATO (mc)	NUMERO DI VIAGGI PER VOLUME DI RILEVATO DA APPROVVIGION ARE (viaggi/ora)
1	10	269064.27	5	150795.87	4
2	9	275489.01	6	154396.59	5

Per tutte le viabilità esterne al cantiere, non disponendo al momento della redazione del presente studio del valore di traffico medio giornaliero, i dati riportati nella Tabella precedente non sono stati inseriti nel modello poiché i valori di tali mezzi è del tutto trascurabile .

In relazione alla natura delle sorgenti possono essere individuati, quali indicatori del potenziale impatto delle stesse sulla qualità dell’aria, le **polveri PM₁₀** (polveri inalabili, le cui particelle sono caratterizzate da un diametro inferiore ai 10 µm), **PM_{2,5}** e **NO_x**. Le simulazioni sono state svolte con il codice AERMOD, con la meteorologia per l’anno 2019 utilizzata per le simulazioni in fase di esercizio e sullo stesso dominio di calcolo.

8.1 STIMA DELLE EMISSIONI

Per la stima di tali valori si è fatto riferimento alle “Linee Guida per la Valutazione delle Emissioni di Polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti”, redatte da ARPAT previa convenzione con la Provincia di Firenze, che propongono metodi di stima delle emissioni di polveri principalmente basati su dati e modelli dell’Agenzia di protezione ambientale degli Stati Uniti (US-EPA: AP-42 “Compilation of Air Pollutant Emission Factors”).

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 e le opere di mitigazione che si possono effettuare, anche ai fini dell’applicazione del D.Lgs 152/06 (Allegato V alla

Parte 5°, Polveri e sostanze organiche liquide, Parte 1: Emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti).

I metodi di valutazione proposti nelle Linee guida ARPAT provengono principalmente da dati e modelli dell'US-EPA (AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors) All'interno del documento AP-42 sono riportati tutti i fattori di emissione riguardanti le principali sorgenti, dagli impianti industriali, agli impianti estrattivi, sino alle operazioni di costruzioni civili; si rimanda per la consultazione della trattazione originaria, in particolare degli algoritmi di calcolo, e qualora sorgessero dubbi interpretativi.

Di seguito si dettagliano i calcoli utilizzati per la stima delle emissioni di polveri dalle attività di cantiere.

ATTIVITÀ DI SCARICO DEL MATERIALE

Per la fase di scarico è stato considerato il fattore SCC 3-05-010-42 “Truck un-loading: Buttom-Dump-Overburden” pari a 0,0005 Kg/Mg di PM10 materiale scaricato.

- **Fattore: PM10: 0.0005 kg/t**

Si ipotizza lo stesso fattore anche per il PM_{2,5}

FORMAZIONE E STOCCAGGIO CUMULI

Il fattore di emissione utilizzato per la stima della polverosità generata dalle attività di formazione e stoccaggio cumuli prende in considerazione le attività di sollevamento delle polveri per via eolica dei cumuli (si sottolinea che tale circostanza risulta in realtà considerata a scopo cautelativo) ed è il seguente:

$$E = k \cdot (0,0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}}$$

Dove:

Il parametro k varia a seconda della dimensione del particolato come riportato in tabella:

	k_i
PTS	0.74
PM10	0.35
PM2.5	0.11

Per il PM10 si assume quindi k pari a 0.35 e per PM2.5 pari a 0.11

k = costante adimensionale variabile in funzione della dimensione delle particelle:

U = velocità media del vento (m/s)

M = umidità del materiale accumulato (%)

La suddetta formula empirica garantisce una stima attendibile delle emissioni considerando valori di U e M compresi nel range di valori (ben rappresentativo della situazione oggetto di studio) specificati nella tabella seguente.

Parametro	Range
Velocità del vento	0,6 – 6.7 m/s
Umidità del materiale	0,25 – 4,8 %

Nel caso in esame, la velocità del vento è stata cautelativamente assunta pari a 6,5 m/s: tale valore descrive la peggiore situazione riscontrabile in sito, compatibilmente con l'intervallo di applicabilità della formula sopra riportato. Tale valore appare ampiamente cautelativo. L'umidità del materiale è assunta pari a 4%.

Le quantità di materiale da movimentare sono state individuate dall'analisi congiunta degli elaborati e planimetrie di progetto. Si riportano di seguito i fattori di emissione associati alle operazioni di formazione e stoccaggio cumuli:

- **Fattore PM₁₀: 0.0008677286 Kg/t**
- **Fattore PM_{2.5}: 0.000272 Kg/t**

EROSIONE DEL VENTO DEI CUMULI

Le emissioni causate dall'erosione del vento sono dovute all'occorrenza di venti intensi su cumuli soggetti a movimentazione. Nell'AP-42 (paragrafo 13.2.5 "Industrial Wind Erosion") queste emissioni sono trattate tramite la potenzialità di emissione del singolo cumulo in corrispondenza di certe condizioni di vento. In questa sede si è scelto di seguire l'approccio delle "Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti". Tali linee guida considerano, per l'erosione del vento dai cumuli, l'effettiva emissione dell'unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse.

Il rateo emissivo orario è calcolato con l'espressione:

$$E_i = EF_i * a * movh \quad \text{(Linee Guida ARPA Toscana)}$$

i = particolato (PTS, PM₁₀, PM_{2.5}), nel nostro caso PM₁₀ e PM_{2.5};

EF_i = fattore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato (kg/m²);

a = superficie dell'area movimentata in m²;

movh = numero di movimentazioni/ora, si assume che corrisponda al n. di mezzi/h, ossia che ciascun cumulo corrisponda ai volumi di capienza di ciascun camion che effettua il trasporto.

Per il calcolo del fattore di emissione areale si distinguono i cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro. Per semplicità inoltre si assume che la forma di un cumulo sia conica, sempre a base circolare. Nel caso di cumuli non a base circolare, si ritiene sufficiente stimarne una dimensione lineare che ragionevolmente rappresenti il diametro della base circolare equivalente a quella reale.

Dai valori di:

- altezza del cumulo (intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta) H in m;
- diametro della base D in m;

si individua il fattore di emissione areale EF_i dell'i-esimo tipo di particolato per ogni movimentazione dalla sottostante tabella:

cumuli alti $H/D > 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	1.6E-05
PM ₁₀	7.9E-06
PM _{2.5}	1.26E-06
cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	5.1E-04
PM ₁₀	2.5 E-04
PM _{2.5}	3.8 E-05

Nel caso in oggetto si assume:

- H = 2 m;
- D = 5.6 m;
- $H/D = 0.4 > 0.2 \rightarrow$ cumuli alti

quindi si utilizza un EF per il PM₁₀ pari a 0.0000079 kg/m² e pari a 0.00000126 kg/m² per il PM_{2.5}

- Fattore PM₁₀ = 0.0000079 Kg/m²*mov
- Fattore PM_{2.5} = 0.00000126 Kg/h

Si ipotizza per i cumuli considerati una superficie laterale pari circa a 30 m² e movimenti pari a 5veicoli /h e 6veicoli/h per la fase 1 e 2

Nella seguente tabella si riportano i fattori di emissione considerati ed utilizzati nelle simulazioni per il calcolo delle emissioni di PM₁₀ e PM_{2.5}.

Tabella 28 fattori di emissione per operazioni di cantiere

Fattori di Emissione	PM ₁₀	PM _{2.5}	UM
----------------------	------------------	-------------------	----

erosione del vento dai cumuli	7.9x10 ⁻⁶	1.26x10 ⁻⁶	kg/m2*mov
formazione e stoccaggio cumuli	0.000867	0.000272	kg/t
scarico	0.0005	0.0005	kg/t

È stata valutata la possibilità di mitigazioni nell'emissione di polveri dai cantieri attraverso la bagnatura dei cumuli di materiale nelle aree di stoccaggio.

Secondo quanto proposto dalle "Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti", l'efficienza di abbattimento delle polveri col sistema di bagnatura dipende dalla frequenza delle applicazioni e dalla quantità d'acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento, in relazione al traffico medio orario ed al potenziale medio di evaporazione giornaliera del sito. **Per il progetto in questione si assume di ottenere un'efficienza di abbattimento col sistema di bagnatura pari al 60%, effettuando il trattamento una volta al giorno ed impiegando circa 1 l/m2 per ogni trattamento.**

Tabella 29 Intervallo di tempo in ore tra due applicazioni successive per un traffico medio orario <5 camion/h.

Efficienza di abbattimento	50%	60%	75%	80%	90%
Quantità media del trattamento applicato I (l/m ²)					
0.1	4-2	3-1	2-1	1	1
0.2	7-4	6-3	4-2	3-1	1
0.3	11-5	9-4	5-3	4-2	2-1
0.4	15-7	12-6	7-4	6-3	3-2
0.5	18-9	15-7	9-5	7-4	4-2
1	37-18	30-15	18-9	15-7	7-4
2	74-37	59-30	37-18	30-15	15-7

Il fattore di emissione da utilizzare per le simulazioni modellistiche è allora dato dal fattore di emissione precedentemente calcolato, moltiplicato per il prodotto dei fattori di riduzione, cioè:

FE tot ridotto = FE tot * % * I

Di seguito si riportano per ogni cantiere i valori di emissione per ogni inquinante PM10 e PM2.5 sia NON MITIGATO che MITIGATO per la FASE 1 e la FASE2.

Le mappe di iso-concentrazione rappresentano il contributo dei soli inquinanti con l'applicazione delle mitigazioni.

Riepilogo emissioni PM10 per la FASE1

	fattore emissione	UM	t/h	PM10 NON MITIGATO g/h	Mitigazioni Con bagnature	PM10 MITIGATO g/h
Cantiere 3						
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	56.03	-	28.02
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000867	kg/t	56.03	Abbattimento 60%	19.43
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	7.9x10-6 Mov=5v/h Sup=30m2	kg/m2* mov		Abbattimento 60%	0.48
totale						47.93
Cantiere 4						
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	28.50		14.25
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000867	kg/t	28.50	Abbattimento 60%	9.88
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	7.9x10-6 Mov=5v/h Sup=30m2	kg/m2* mov		Abbattimento 60%	0.48
totale						24.61
Cantiere 5						
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	28.32		14.16
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000867	kg/t	28.32	Abbattimento 60%	9.82
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	7.9x10-6 Mov=5v/h Sup=30m2	kg/m2* mov		Abbattimento 60%	0.48
totale						24.46
Cantiere 8						
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	21.47		10.74
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000867	kg/t	21.47	Abbattimento 60%	7.45
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	7.9x10-6 Mov=5v/h Sup=30m2	kg/m2* mov		Abbattimento 60%	0.48
totale						18.66
Cantiere 9						
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	83.43		41.72
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000867	kg/t	83.43	Abbattimento 60%	28.93
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	7.9x10-6 Mov=5v/h Sup=30m2	kg/m2* mov		Abbattimento 60%	0.48
totale						71.13
Cantiere 13						
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	10.96		5.48

Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000867	kg/t	10.96	9.50	Abbattimento 60%	3.80
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	7.9x10-6 Mov=5v/h Sup=30m2	kg/m2* mov		1.20	Abbattimento 60%	0.48
totale					16.18		9.76

Riepilogo emissioni PM10 per la FASE2

	fattore emissione		UM	t/h	PM10 NON MITIGATO g/h	Mitigazioni Con bagnature	PM10 MITIGATO g/h
Cantiere 3							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	32.765	16.38	-	16.38
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000867	kg/t	32.765	28.41	Abbattimento 60%	11.36
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	7.9x10-6 Mov=6v/h Sup=30m2	kg/m 2*mo v		1.44	Abbattimento 60%	0.576
totale					46.23		28.32
Cantiere 4							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	16.67	8.34		8.34
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000867	kg/t	16.67	14.45	Abbattimento 60%	5.78
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	7.9x10-6 Mov=6v/h Sup=30m2	kg/m 2*mo v		1.44	Abbattimento 60%	0.576
totale					24.23		14.69
Cantiere 5							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	16.56	8.28		8.28
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000867	kg/t	16.56	14.36	Abbattimento 60%	5.74
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	7.9x10-6 Mov=6v/h Sup=30m2	kg/m 2*mo v		1.44	Abbattimento 60%	0.576
totale					24.08		14.60
Cantiere 8							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	12.55	6.28		6.28
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000867	kg/t	12.55	10.88	Abbattimento 60%	4.35
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	7.9x10-6 Mov=6v/h Sup=30m2	kg/m 2*mo v		1.44	Abbattimento 60%	0.576
totale					18.60		11.20
Cantiere 9							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	48.79	24.40		24.40
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000867	kg/t	48.79	42.30	Abbattimento 60%	16.92

Erosione del vento	AP-42 13.2.5	7.9x10 ⁻⁶ Mov=6v/h Sup=30m2	kg/m 2*mo v		0.24	Abbattimento 60%	0.096
totale					66.94		41.41
Cantiere 13							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	6.41	3.21		3.21
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000867	kg/t	6.41	5.56	Abbattimento 60%	2.22
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	7.9x10 ⁻⁶ Mov=6v/h Sup=30m2	kg/m 2*mo v		1.44	Abbattimento 60%	0.576
totale					10.20		6.00
Cantiere 10							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	101.50	50.75		50.75
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000867	kg/t	101.50	88.00	Abbattimento 60%	35.20
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	7.9x10 ⁻⁶ Mov=6v/h Sup=30m2	kg/m 2*mo v		1.44	Abbattimento 60%	0.576
totale					140.19		86.53
Cantiere 12							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	24.93	12.47		12.47
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000867	kg/t	24.93	21.61	Abbattimento 60%	8.65
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	7.9x10 ⁻⁶ Mov=6v/h Sup=30m2	kg/m 2*mo v		1.44	Abbattimento 60%	0.576
totale					35.52		21.69

Riepilogo emissioni di PM2.5 per la FASE1

	fattore emissione	UM	t/h	PM2.5 NON MITIGATO g/h	Mitigazioni Con bagnature	PM2.5 MITIGATO g/h
Cantiere 3						
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	56.03	-	28.02
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000272	kg/t	56.03	Abbattimento 60%	6.10
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	1.26x10 ⁻⁶ Mov=5v/h Sup=30m2	kg/m2* mov		Abbattimento 60%	0.0756
totale				43.44		34.19
Cantiere 4						
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	28.50	-	14.25
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000272	kg/t	28.50	Abbattimento 60%	3.10

Erosione del vento	AP-42 13.2.5	1.26x10-6 Mov=5v/h Sup=30m2	kg/m2* mov		0.189	Abbattimento 60%	0.0756
totale					22.19		17.43
Cantiere 5							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	28.32	14.16	-	14.16
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000272	kg/t	28.32	7.70	Abbattimento 60%	3.08
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	1.26x10-6 Mov=5v/h Sup=30m2	kg/m2* mov		0.189	Abbattimento 60%	0.0756
totale					22.05		17.32
Cantiere 8							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	21.47	10.74	-	10.74
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000272	kg/t	21.47	5.84	Abbattimento 60%	2.34
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	1.26x10-6 Mov=5v/h Sup=30m2	kg/m2* mov		0.189	Abbattimento 60%	0.0756
totale					16.76		13.15
Cantiere 9							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	83.43	41.72	-	41.72
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000272	kg/t	83.43	22.69	Abbattimento 60%	9.08
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	1.26x10-6 Mov=5v/h Sup=30m2	kg/m2* mov		0.189	Abbattimento 60%	0.0756
totale					64.60		50.87
Cantiere 13							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	10.96	5.48	-	5.48
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000272	kg/t	10.96	2.98	Abbattimento 60%	1.19
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	1.26x10-6 Mov=5v/h Sup=30m2	kg/m2* mov		0.189	Abbattimento 60%	0.0756
totale					8.65		6.75

Riepilogo emissioni di PM2.5 per la FASE2

	fattore emissione	UM	t/h	PM2.5 NON MITIGATO g/h	Mitigazioni Con bagnature	PM2.5 MITIGATO g/h
Cantiere 3						
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	32.765	-	16.38
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000272	kg/t	32.765	Abbattimento 60%	3.56

Erosione del vento	AP-42 13.2.5	1.26x10-6 Mov=6v/h Sup=30m2	kg/m 2*mo v		0.2268	Abbattimento 60%	0.09072
totale					25.52		20.04
Cantiere 4							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	16.67	8.34		8.34
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000272	kg/t	16.67	4.53	Abbattimento 60%	1.81
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	1.26x10-6 Mov=6v/h Sup=30m2	kg/m 2*mo v		0.2268	Abbattimento 60%	0.09072
totale					13.10		10.24
Cantiere 5							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	16.56	8.28		8.28
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000272	kg/t	16.56	4.50	Abbattimento 60%	1.80
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	1.26x10-6 Mov=6v/h Sup=30m2	kg/m 2*mo v		0.2268	Abbattimento 60%	0.09072
totale					13.01		10.17
Cantiere 8							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	12.55	6.28		6.28
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000272	kg/t	12.55	3.41	Abbattimento 60%	1.37
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	1.26x10-6 Mov=6v/h Sup=30m2	kg/m 2*mo v		0.2268	Abbattimento 60%	0.09072
totale					9.92		7.73
Cantiere 9							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	48.79	24.40		24.40
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000272	kg/t	48.79	13.27	Abbattimento 60%	5.31
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	1.26x10-6 Mov=6v/h Sup=30m2	kg/m 2*mo v		0.2268	Abbattimento 60%	0.09072
totale					37.89		29.79
Cantiere 13							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	6.41	3.21		3.21
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000272	kg/t	6.41	1.74	Abbattimento 60%	0.70
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	1.26x10-6 Mov=6v/h Sup=30m2	kg/m 2*mo v		0.2268	Abbattimento 60%	0.09072
totale					5.18		3.99
Cantiere 10							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	101.50	50.75		50.75
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000272	kg/t	101.50	27.61	Abbattimento 60%	11.04

Erosione del vento	AP-42 13.2.5	1.26x10 ⁻⁶ Mov=6v/h Sup=30m ²	kg/m 2*mo v		0.2268	Abbattimento 60%	0.09072
totale					78.58		61.88
Cantiere 12							
scarico	SCC 3-05-010-42	0.0005	kg/t	24.93	12.47		12.47
Formazione e stoccaggio cumuli	AP-42 13.2.4	0.000272	kg/t	24.93	6.78	Abbattimento 60%	2.71
Erosione del vento	AP-42 13.2.5	1.26x10 ⁻⁶ Mov=6v/h Sup=30m ²	kg/m 2*mo v		0.2268	Abbattimento 60%	0.09072
totale					19.47		15.27

Costituisce oggetto di analisi modellistica l'apporto di polveri legato alle polveri e gas della combustione dei motori dei mezzi pesanti in transito sulla viabilità interna alle aree di cantiere.

Per la stima delle emissioni si è fatto ricorso ad un approccio basato su un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente (A in eq.1) e di un fattore di emissione specifico per il tipo di sorgente (Ei in eq.1).

La relazione tra l'emissione e l'attività della sorgente è di tipo lineare:

$$Q(E)_i = A * E_i \quad (\text{eq.1})$$

dove:

Q(E)_i: emissione dell'inquinante i (kg/h);

A: indicatore dell'attività (veicolo-chilometri viaggiati);

E_i: fattore di emissione dell'inquinante i (ad es. g/km veic).

I fattori di emissione sono stati desunti per mezzi pesanti dal sito di ISPRA Inventaria – fattori di emissione medi per traffico autoveicolare anno 2017.

Tabella 30 Fattori di emissione (Fonte Ispra)

Inquinante	Fattore di emissione medi (g/km*veic)
NOx	4.2974
PM2.5	0.1437
PM10	0.1861

Si considerano 5 viaggi/h per la fase 1 e 6 viaggi/h per la fase 2.

Di seguito si riportano i risultati nei recettori delle simulazioni svolte per le fasi di cantiere per gli inquinanti considerati PM10, NOx e PM2,5.

Per il PM10 e PM2,5 si riportano i risultati nella configurazione NON MITIGATA e MITIGATA.

NOx

		FASE 1		FASE2	
		Media oraria	Media a nno	Media oraria	Media anno
id	descrizione	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
Ro1_a	abitazioni	0.19075	0.00109	0.49528	0.00432
Ro1_b	abitazioni	0.21497	0.00122	0.47774	0.00446
Ro1_c	abitazioni	0.22508	0.00127	0.46951	0.00447
Ro3	abitazioni	0.46341	0.00079	0.55609	0.00117
Ro4_c	abitazioni	0.65956	0.00137	0.79148	0.00179
Ro4_b	abitazioni	0.98489	0.00165	1.18187	0.00212
Ro4_a	abitazioni	1.61113	0.00224	1.93336	0.00282
Ro4_d	abitazioni	2.10425	0.00287	2.52509	0.00358
Ro7	abitazioni	2.53271	0.00828	3.03918	0.00994
Ro8	abitazioni	3.13868	0.01024	3.76651	0.01228
Ro9	abitazioni	1.85204	0.01100	2.22236	0.01321
R13	abitazioni	5.33741	0.04330	6.40520	0.05197
R14	abitazioni	5.96574	0.05101	7.15920	0.06122
R17_a	abitazioni	10.41690	0.12123	12.50020	0.14547
R17_b	abitazioni	10.38055	0.11056	12.45642	0.13268
R17_c	abitazioni	11.23522	0.12740	13.48195	0.15288
R18_d	abitazioni	8.70984	0.09435	10.45176	0.11321
R18_a	abitazioni	7.77936	0.11099	9.33528	0.13318
R18_b	abitazioni	8.60712	0.09238	10.32849	0.11086
R18_c	abitazioni	6.79200	0.07167	8.15040	0.08600
R22	abitazioni	1.27862	0.00090	1.53438	0.00108
R15	abitazioni	1.43839	0.01535	1.72615	0.01842
R16	abitazioni	8.87873	0.08348	10.65482	0.10019
R21	abitazioni	7.16415	0.16591	8.59727	0.19909
Ro2_a	abitazioni	0.08697	0.00029	0.69929	0.00202
Ro2_b	abitazioni	0.08150	0.00030	0.81841	0.00231
Ro5	abitazioni	1.45285	0.00847	1.74328	0.01030
Ro6	abitazioni	3.96148	0.08489	4.75359	0.10187
R11	abitazioni	3.28865	0.02552	3.94644	0.03062
R12	abitazioni	3.30822	0.03204	3.96995	0.03845
R10	abitazioni	2.35378	0.02331	2.82460	0.02797
R19	abitazioni	7.70626	0.06172	9.24746	0.07406
R20	abitazioni	6.61242	0.04715	7.93489	0.05658
R23	abitazioni	0.02135	0.00002	0.02563	0.00003
ZSC_A	IT5190006 – Alta Val di Merse	0.17464	0.00101	0.49718	0.00409

ZSC_B	IT5190006 – Alta Val di Merse	0.50899	0.00113	0.61076	0.00155
ZSC_A	IT5190007 – Basso Merse	1.88517	0.01733	2.26224	0.02080
ZSC_B	IT5190007 – Basso Merse	1.78920	0.00163	2.14709	0.00195
Valori limite D.Lgs. 155/2010 e smi		Valore medio orario	Valore medio annuale	Valore medio orario	Valore medio annuale
µg/m ³		200	40 per la salute 30 per la vegetazione	200	40 per la salute 30 per la vegetazione

PM10 FASE 1

PM10		NON MITIGATO		MITIGATO	
FASE 1		Massimo giornaliero	Media anno	Massimo giornaliero	Media anno
id	descrizione	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
R01_a	abitazioni	0.44357	0.02468	0.27475	0.01529
R01_b	abitazioni	0.48091	0.02753	0.29788	0.01705
R01_c	abitazioni	0.49524	0.02872	0.30675	0.01779
R03	abitazioni	0.68613	0.01650	0.42509	0.01022
R04_c	abitazioni	0.97657	0.02717	0.60502	0.01683
R04_b	abitazioni	1.45825	0.03512	0.90345	0.02175
R04_a	abitazioni	2.38548	0.05232	1.47790	0.03241
R04_d	abitazioni	3.11560	0.06981	1.93025	0.04325
R07	abitazioni	6.34128	0.13091	3.92869	0.08105
R08	abitazioni	2.19220	0.08200	1.35816	0.05068
R09	abitazioni	3.86904	0.12521	2.39703	0.07746
R13	abitazioni	4.04295	0.40756	2.49864	0.25190
R14	abitazioni	4.53142	0.47826	2.80051	0.29560
R17_a	abitazioni	13.78946	1.12263	8.52311	0.69383
R17_b	abitazioni	10.60898	1.02733	6.55656	0.63494
R17_c	abitazioni	11.58418	1.18227	7.16029	0.73070
R18_d	abitazioni	6.81263	0.88413	4.21035	0.54644
R18_a	abitazioni	6.37781	1.03295	3.94164	0.63842
R18_b	abitazioni	5.83665	0.86643	3.60714	0.53550
R18_c	abitazioni	4.49239	0.68010	2.77637	0.42035
R22	abitazioni	0.79388	0.00934	0.49080	0.00577
R15	abitazioni	1.43919	0.20642	0.89034	0.12766
R16	abitazioni	11.69880	0.77832	7.23098	0.48104
R21	abitazioni	13.75233	2.94886	8.50810	1.82435
R02_a	abitazioni	0.03675	0.00378	0.02271	0.00234
R02_b	abitazioni	0.03633	0.00404	0.02248	0.00250
R05	abitazioni	5.02364	0.22126	3.11235	0.13708
R06	abitazioni	19.02328	2.21579	11.78571	1.37275
R11	abitazioni	3.59933	0.25211	2.22447	0.15583
R12	abitazioni	3.65375	0.31798	2.25810	0.19656
R10	abitazioni	2.67525	0.25122	1.65337	0.15531
R19	abitazioni	5.73727	0.58827	3.54576	0.36360
R20	abitazioni	3.63871	0.45591	2.24877	0.28179
R23	abitazioni	0.01116	0.00031	0.00690	0.00019

ZSC_A	IT5190006 – Alta Val di Merse	0.41559	0.02274	0.25742	0.01409
ZSC_B	IT5190006 – Alta Val di Merse	0.40528	0.01844	0.25089	0.01142
ZSC_A	IT5190007 – Basso Merse	1.98402	0.19127	1.22618	0.11826
ZSC_B	IT5190007 – Basso Merse	1.27822	0.01716	0.79029	0.01061
Valori limite D.Lgs. 155/2010 e smi		Valore medio giornaliero	Valore medio annuale	Valore medio giornaliero	Valore medio annuale
µg/m3		50	40	50	40

PM2.5 FASE 1

PM2.5		NON MITIGATO	MITIGATO
FASE 1		Media anno	Media anno
id	descrizione	µg/m3	µg/m3
R01_a	abitazioni	0.01393	0.01100
R01_b	abitazioni	0.01553	0.01227
R01_c	abitazioni	0.01621	0.01280
R03	abitazioni	0.00931	0.00764
R04_c	abitazioni	0.01533	0.01225
R04_b	abitazioni	0.01982	0.01579
R04_a	abitazioni	0.02952	0.02347
R04_d	abitazioni	0.03940	0.03126
R07	abitazioni	0.07381	0.05826
R08	abitazioni	0.04611	0.03642
R09	abitazioni	0.07051	0.05570
R13	abitazioni	0.22928	0.18432
R14	abitazioni	0.26906	0.21577
R17_a	abitazioni	0.63153	0.50242
R17_b	abitazioni	0.57792	0.46051
R17_c	abitazioni	0.66508	0.52961
R18_d	abitazioni	0.49738	0.39808
R18_a	abitazioni	0.58109	0.46344
R18_b	abitazioni	0.48743	0.39045
R18_c	abitazioni	0.38262	0.30832
R22	abitazioni	0.00525	0.00441
R15	abitazioni	0.11627	0.10783

R16	abitazioni	0.43785	0.34962
R21	abitazioni	1.66221	1.65990
Ro2_a	abitazioni	0.00213	0.00170
Ro2_b	abitazioni	0.00227	0.00182
Ro5	abitazioni	0.12489	0.09885
Ro6	abitazioni	1.25069	0.98628
R11	abitazioni	0.14186	0.11660
R12	abitazioni	0.17893	0.14738
R10	abitazioni	0.14140	0.12082
R19	abitazioni	0.33096	0.26721
R20	abitazioni	0.25651	0.20871
R23	abitazioni	0.00018	0.00016
ZSC_A	IT5190006 – Alta Val di Merse	0.01283	0.01014
ZSC_B	IT5190006 – Alta Val di Merse	0.01040	0.00835
ZSC_A	IT5190007 – Basso Merse	0.10767	0.09368
ZSC_B	IT5190007 – Basso Merse	0.00966	0.00819
Valori limite D.Lgs. 155/2010 e smi		Valore medio annuale	Valore medio annuale
µg/m ³		25	25

PM₁₀ FASE 2

PM ₁₀		NON MITIGATO		MITIGATO	
FASE 2		Massimo giornaliero	Media anno	Massimo giornaliero	Media anno
id	descrizione	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Ro1_a	abitazioni	0.83785	0.09509	0.51875	0.05887
Ro1_b	abitazioni	0.85770	0.09647	0.53103	0.05972
Ro1_c	abitazioni	0.85097	0.09597	0.52686	0.05941
Ro3	abitazioni	0.40124	0.01384	0.24819	0.00856
Ro4_c	abitazioni	0.57109	0.01916	0.35325	0.01185
Ro4_b	abitazioni	0.85277	0.02365	0.52749	0.01463
Ro4_a	abitazioni	1.39500	0.03380	0.86289	0.02090
Ro4_d	abitazioni	1.82196	0.04397	1.12699	0.02720
Ro7	abitazioni	3.70821	0.07670	2.29374	0.04740

MANDATARIA



MANDANTE



ICARIA
società di ingegneria

R08	abitazioni	1.28193	0.04819	0.79294	0.02972
R09	abitazioni	2.26251	0.07344	1.39949	0.04535
R13	abitazioni	2.37439	0.23934	1.46545	0.14774
R14	abitazioni	2.66123	0.28087	1.64249	0.17337
R17_a	abitazioni	8.09601	0.65923	4.99775	0.40690
R17_b	abitazioni	6.23007	0.60326	3.84514	0.37235
R17_c	abitazioni	6.80077	0.69424	4.19841	0.42851
R18_d	abitazioni	4.00074	0.51915	2.46922	0.32045
R18_a	abitazioni	3.74544	0.60655	2.31165	0.37439
R18_b	abitazioni	3.42757	0.50875	2.11547	0.31403
R18_c	abitazioni	2.63818	0.39933	1.62826	0.24650
R22	abitazioni	0.46591	0.00548	0.28772	0.00338
R15	abitazioni	0.84346	0.12106	0.52148	0.07480
R16	abitazioni	6.86870	0.45706	4.24021	0.28212
R21	abitazioni	8.05895	1.72808	4.98292	1.06848
R02_a	abitazioni	0.93416	0.04216	0.57837	0.02611
R02_b	abitazioni	1.12669	0.05088	0.69758	0.03150
R05	abitazioni	2.93756	0.13248	1.81704	0.08195
R06	abitazioni	11.12449	1.29594	6.88113	0.80159
R11	abitazioni	2.11378	0.14801	1.30461	0.09138
R12	abitazioni	2.14572	0.18668	1.32432	0.11525
R10	abitazioni	1.57108	0.14743	0.96966	0.09105
R19	abitazioni	3.36924	0.34541	2.07946	0.21322
R20	abitazioni	2.13685	0.26767	1.31884	0.16524
R23	abitazioni	0.00656	0.00019	0.00405	0.00012
ZSC_A	IT5190006 – Alta Val di Merse	0.82362	0.09010	0.50986	0.05578
ZSC_B	IT5190006 – Alta Val di Merse	0.32021	0.01515	0.19829	0.00937
ZSC_A	IT5190007 – Basso Merse	1.16513	0.11224	0.71912	0.06932
ZSC_B	IT5190007 – Basso Merse	0.75004	0.01008	0.46324	0.00622
Valori limite D.Lgs. 155/2010 e smi		Valore medio giornaliero	Valore medio annuale	Valore medio giornaliero	Valore medio annuale
µg/m3		50	40	50	40

PM2.5 FASE 2

MANDATARIA



MANDANTE



**GEOTECHNICAL
DESIGN GROUP**



ICARIA
società di ingegneria

PM2.5		NON MITIGATO	MITIGATO
FASE 2		Media anno	Media anno
id	descrizione	µg/m3	µg/m3
R01_a	abitazioni	0.05365	0.04228
R01_b	abitazioni	0.05443	0.04289
R01_c	abitazioni	0.05415	0.04267
R03	abitazioni	0.00780	0.00614
R04_c	abitazioni	0.01079	0.00850
R04_b	abitazioni	0.01332	0.01049
R04_a	abitazioni	0.01904	0.01500
R04_d	abitazioni	0.02477	0.01952
R07	abitazioni	0.04315	0.03398
R08	abitazioni	0.02699	0.02124
R09	abitazioni	0.04124	0.03247
R13	abitazioni	0.13427	0.10570
R14	abitazioni	0.15756	0.12403
R17_a	abitazioni	0.36979	0.29108
R17_b	abitazioni	0.33840	0.26637
R17_c	abitazioni	0.38943	0.30654
R18_d	abitazioni	0.29124	0.22925
R18_a	abitazioni	0.34025	0.26783
R18_b	abitazioni	0.28541	0.22466
R18_c	abitazioni	0.22404	0.17636
R22	abitazioni	0.00308	0.00242
R15	abitazioni	0.06806	0.05360
R16	abitazioni	0.25639	0.20182
R21	abitazioni	0.97279	0.76618
R02_a	abitazioni	0.02379	0.01875
R02_b	abitazioni	0.02871	0.02263
R05	abitazioni	0.07465	0.05882
R06	abitazioni	0.73019	0.57531
R11	abitazioni	0.08306	0.06539
R12	abitazioni	0.10477	0.08247
R10	abitazioni	0.08279	0.06518
R19	abitazioni	0.19379	0.15255
R20	abitazioni	0.15020	0.11823
R23	abitazioni	0.00010	0.00008

ZSC_A	IT5190006 – Alta Val di Merse	0.05084	0.04006
ZSC_B	IT5190006 – Alta Val di Merse	0.00853	0.00672
ZSC_A	IT5190007 – Basso Merse	0.06303	0.04963
ZSC_B	IT5190007 – Basso Merse	0.00566	0.00445
Valori limite D.Lgs. 155/2010 e smi		Valore medio annuale	Valore medio annuale
µg/m ³		25	25

9 IL RAPPORTO OPERA - AMBIENTE

Al fine di effettuare le verifiche normative, valutando il rapporto opera – ambiente ed il pieno rispetto dei limiti normativi occorre tuttavia sommare il contributo dell'infrastruttura stradale, se pur marginale, al fondo assunto come riferimento.

Pertanto nelle due tabelle seguenti, rappresentanti la fase ante operam e post operam, si riportano i valori di concentrazione di NOx totali, in cui viene considerato il contributo dell'infrastruttura ed il contributo delle concentrazioni del fondo, alla determinazione della qualità dell'aria locale.

ANTE OPERAM

Nella tabella sottostante sono riportati i valori delle concentrazioni di NOx totali ante operam

Recettori	Media anno µg/m ³	Concentrazioni di NOx al fondo (media anno Montecerboli) µg/m ³	Valore limite da Normativa µg/m ³
Valore massimo tra i recettori faunistici	2.2	12.95	30
Valore massimo tra i recettori antropici	2.4		40
Valore massimo tra i recettori della griglia del dominio di simulazione	6.9		

Nella tabella sottostante sono riportati Valori delle concentrazioni di PM10 ante operam

Recettori	Media anno µg/m ³	Concentrazioni di PM10 al fondo (media anno SI Poggibonsi) µg/m ³	Valore limite da Normativa µg/m ³
Valore massimo tra i recettori faunistici	0.14	12.95	40
Valore massimo tra i recettori antropici	0.16		
Valore massimo tra i recettori della griglia del dominio di simulazione	0.45		

Nella tabella sottostante Valori delle concentrazioni di PM2.5 ante operam

Recettori	Media anno $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Concentrazioni di PM _{2.5} al fondo (media anno SI- Poggibonsi) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valore limite da Normativ a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore massimo tra i recettori faunistici	0.10	13	25
Valore massimo tra i recettori antropici	0.11		
Valore massimo tra i recettori della griglia del dominio di simulazione	0.33		

POST OPERAM

Nella tabella sottostante sono riportati i Valori delle concentrazioni di NOx post operam

Recettori	Media anno $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Concentrazioni di NOx al fondo (media anno Montecerboli) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valore limite da Normativ a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore massimo tra i recettori faunistici	1.3	12.95	30
Valore massimo tra i recettori antropici	2.3		40
Valore massimo tra i recettori della griglia del dominio di simulazione	7.8		

Nella tabella sottostante sono riportati i Valori delle concentrazioni di PM10 post operam

Recettori	Media anno $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Concentrazioni di PM10 al fondo (media anno SI Poggibonsi) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valore limite da Normativ a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore massimo tra i recettori faunistici	0.09	20	40
Valore massimo tra i recettori antropici	0.16		
Valore massimo tra i recettori della griglia del dominio di simulazione	0.54		

Nella tabella sottostante sono riportati i Valori delle concentrazioni di PM2.5 ante operam

Recettori	Media anno $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Concentrazioni di PM2.5 al fondo (media anno SI- Poggibonsi) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valore limite da Normativ a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore massimo tra i recettori faunistici	0.07	13	25
Valore massimo tra i recettori antropici	0.12		
Valore massimo tra i recettori della griglia del dominio di simulazione	0.39		

In entrambe le situazioni, prima e dopo la realizzazione del progetto, emergono valori di concentrazioni di inferiori ai valori limite della qualità dell'aria per tutti gli inquinanti considerati. Considerando i valori di fondo, le concentrazioni per tutti gli inquinanti rimangono inferiori circa al 50% dei valori limite normativi.

CANTIERE FASE 1

Nella tabella sottostante sono riportati i Valori delle concentrazioni di NO_x cantiere fase 1

Recettori	Media anno µg/m ³	Concentrazioni di NO _x al fondo (media anno Montecerboli) µg/m ³	Valore limite da Normativ a µg/m ³
Valore massimo tra i recettori faunistici	0.02	12.95	30
Valore massimo tra i recettori antropici	0.17		40
Valore massimo tra i recettori della griglia del dominio di simulazione	0.7		

Nella tabella sottostante sono riportati i Valori delle concentrazioni di PM₁₀ cantiere fase 1 MITIGATO

Recettori	Media anno µg/m ³	Concentrazioni di PM ₁₀ al fondo (media anno SI Poggibonsi) µg/m ³	Valore limite da Normativ a µg/m ³
Valore massimo tra i recettori faunistici	0.12	20	40
Valore massimo tra i recettori antropici	1.8		
Valore massimo tra i recettori della griglia del dominio di simulazione	5.5		

Nella tabella sottostante sono riportati i valori delle concentrazioni di PM_{2.5} cantiere fase 1 MITIGATO

Recettori	Media anno $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Concentrazioni di PM _{2.5} al fondo (media anno SI- Poggibonsi) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valore limite da Normativ a $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Valore massimo tra i recettori faunistici	0.09	13	25
Valore massimo tra i recettori antropici	1.7		
Valore massimo tra i recettori della griglia del dominio di simulazione	3.9		

CANTIERE FASE 2

Nella tabella sottostante sono riportati i Valori delle concentrazioni di NO_x cantiere fase 2

Recettori	Media anno µg/m ³	Concentrazioni di NO _x al fondo (media anno Montecerboli) µg/m ³	Valore limite da Normativa µg/m ³
Valore massimo tra i recettori faunistici	0.02	12.95	30
Valore massimo tra i recettori antropici	0.2		40
Valore massimo tra i recettori della griglia del dominio di simulazione	0.8		

Nella tabella sottostante sono riportati i Valori delle concentrazioni di PM₁₀ cantiere fase 2 MITIGATO

Recettori	Media anno µg/m ³	Concentrazioni di PM ₁₀ al fondo (media anno SI Poggibonsi) µg/m ³	Valore limite da Normativa µg/m ³
Valore massimo tra i recettori faunistici	0.07	20	40
Valore massimo tra i recettori antropici	1.1		
Valore massimo tra i recettori della griglia del dominio di simulazione	3.2		

Nella tabella sottostante sono riportati i Valori delle concentrazioni di PM_{2.5} cantiere fase 2 MITIGATO

Recettori	Media anno µg/m ³	Concentrazioni di PM _{2.5} al fondo (media anno SI- Poggibonsi) µg/m ³	Valore limite da Normativa µg/m ³
Valore massimo tra i recettori faunistici	0.05	13	25
Valore massimo tra i recettori antropici	0.77		
Valore massimo tra i recettori della griglia del dominio di simulazione	2.3		

I valori massimi sul dominio sono ampiamente al di sotto dei limiti di legge per tutti gli inquinanti e si concentrano all'interno delle aree di cantiere.