

**AUTOSTRADA A2 "MEDITERRANEA"
COLLEGAMENTO PORTO GIOIA TAURO GATE SUD CON
AUTOSTRADA A2 - LOTTO 1 E LOTTO 2**

DG 54/17 LOTTO 1

COD. UC165

PROGETTO DEFINITIVO

COD. UC167

GRUPPO DI PROGETTAZIONE: R.T.I.: INTEGRA CONSORZIO STABILE (capogruppo mandataria)
Prometeoengineering.it S.r.l. - Dott. Geol. Andrea Rondinara

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Prof. Ing. Franco BRAGA (Integra Consorzio Stabile)

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



Direttore Tecnico:
Prof. Ing. Franco Braga

GEOLOGO:

Dott. Geol. A. CANESSA (Prometeoengineering.it S.r.l.)

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Alessandro Orsini (Integra Consorzio Stabile)

MANDANTI:



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Alessandro FOCARACCI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Giuseppe Danilo Malgeri

Dott. Geol. Andrea Rondinara

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
ANALISI DEGLI IMPATTI
Atmosfera
Relazione**

CODICE PROGETTO

PROGETTO
DPUC0165
DPUC0167

LIV. PROG. N. PROG.

D

21

NOME FILE

T00IA31AMBRE01A.dwg

CODICE ELAB.

T00IA31AMBRE01

REVISIONE

A

SCALA:

-

A

EMISSIONE

Settembre 2022

Rondinara

Eusepi

Braga

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

SOMMARIO

1	SINTESI CONTENUTISTICA E METODOLOGICA	4
2	LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
2.1	DECRETO LEGISLATIVO DEL 13 AGOSTO 2010, N.155	7
3	L'ANALISI METEO CLIMATICA	10
3.1	ASPETTI GENERALI	10
3.2	IL DATO METEOROLOGICO ATTUALE: 2021	10
3.2.1	REGIME TERMICO	10
3.2.2	REGIME PLUVIOMETRICO	12
3.2.3	REGIME ANEMOMETRICO	14
3.2.4	PRESSIONE	15
4	ANALISI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	16
4.1	PIANO DI RISANAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E ZONIZZAZIONE	16
4.2	MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA	18
4.3	PARTICOLATO	22
4.3.1	PM 10	22
4.3.2	PM 2.5	24
4.4	OSSIDI DI AZOTO: NOX	25
4.4.1	BIOSSIDI DI AZOTO: NO2	26
4.5	MONOSSIDO DI CARBONIO E BENZENE	27
4.5.1	CO	28
4.5.2	BENZENE	29
5	I MODELLI DI SIMULAZIONE UTILIZZATI	30
5.1	COPERT 5	30
5.2	AERMOD VIEW	31
6	LO SCENARIO DI ESERCIZIO ATTUALE: ANALISI DELLE CONCENTRAZIONI	34
6.1	AERMOD VIEW: GLI INPUT TERRITORIALI	34
6.1.1	GLI INPUT OROGRAFICI	34
6.1.2	GLI INPUT METEOROLOGICI	35
6.2	AERMOD VIEW: GLI INPUT PROGETTUALI	37
6.2.1	AREA DI STUDIO E INFRASTRUTTURA DI PROGETTO	37
6.2.2	METODOLOGIA DI ANALISI PER IL CALCOLO DEI FATTORI DI EMISSIONE	38
6.2.3	COMPOSIZIONE DEL PARCO VEICOLARE CIRCOLANTE	38
6.2.4	VOLUMI DEL TRAFFICO CIRCOLANTE	40
6.2.5	I FATTORI DI EMISSIONE	40
6.2.6	LA MAGLIA DI CALCOLO	41

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

6.3	I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI	42
7	LO SCENARIO OPZIONE ZERO: ANALISI DELLE CONCENTRAZIONI	43
7.1	AERMOD VIEW: GLI INPUT TERRITORIALI	43
7.1.1	GLI INPUT OROGRAFICI	43
7.1.2	GLI INPUT METEOROLOGICI	43
7.2	AERMOD VIEW: GLI INPUT PROGETTUALI	43
7.2.1	AREA DI STUDIO E INFRASTRUTTURA DI PROGETTO	43
7.2.2	METODOLOGIA DI ANALISI PER IL CALCOLO DEI FATTORI DI EMISSIONE	44
7.2.3	COMPOSIZIONE DEL PARCO VEICOLARE CIRCOLANTE	44
7.2.4	VOLUMI DEL TRAFFICO CIRCOLANTE	44
7.2.5	I FATTORI DI EMISSIONE	45
7.2.6	LA MAGLIA DI CALCOLO	46
7.3	I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI	46
8	LO SCENARIO DI ESERCIZIO DI PROGETTO: ANALISI DELLA CONCENTRAZIONI	46
8.1	AERMOD VIEW: GLI INPUT TERRITORIALI	47
8.1.1	GLI INPUT OROGRAFICI	47
8.1.2	GLI INPUT METEOROLOGICI	47
8.2	AERMOD VIEW: GLI INPUT PROGETTUALI	47
8.2.1	L'INFRASTRUTTURA DI PROGETTO	47
8.2.2	METODOLOGIA DI ANALISI PER IL CALCOLO DEI FATTORI DI EMISSIONE	48
8.2.3	COMPOSIZIONE DEL PARCO VEICOLARE CIRCOLANTE	48
8.2.4	LE SORGENTI SIMULATE	49
8.2.5	VOLUMI DEL TRAFFICO CIRCOLANTE	50
8.2.6	I FATTORI DI EMISSIONE	51
8.2.7	LA MAGLIA DI CALCOLO	55
8.3	I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI	56
9	VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI	56
9.1	VALUTAZIONE DELLE SIMULAZIONI	57
9.1.1	CARATTERIZZAZIONE DELL'INQUINAMELO DI FONDO	60
10	LE INTERFERENZE IN FASE DI CANTIERE	61
10.1	GLI INPUT TERRITORIALI	61
10.1.1	I DATI OROGRAFICI	61
10.1.2	I DATI METEOROLOGICI	61
10.2	GLI INPUT PROGETTUALI	61
10.2.1	LA DEFINIZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE DI CANTIERE	61
10.3	LA METODOLOGIA DI RIFERIMENTO	62
10.4	I FATTORI DI EMISSIONE	63

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

10.4.1	ATTIVITÀ DI SCAVO	63
10.4.2	ATTIVITÀ DI PALIFICAZIONE PER LA REALIZZAZIONE DELLA GALLERIA	64
10.4.3	REALIZZAZIONE DEL RILEVATO	64
10.4.4	TRASPORTO SU STRADA NON PAVIMENTATA	65
10.4.5	ATTIVITÀ ALL'INTERNO DELL'AREA DI DEPOSITO TEMPORANEA	65
10.1	I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI	70
10.2	BEST PRACTICE PER IL CANTIERE	71
10.2.1	MISURE DI CONTENIMENTO DELLE POLVERI NELLA FASE DI TRANSITO SU STRADA NON PAVIMENTATA	71

1 SINTESI CONTENUTISTICA E METODOLOGICA

Il presente documento riguarda lo Studio atmosferico relativo al progetto "Collegamento Porto di Gioia Tauro Gate Sud con Autostrada A2".

L'analisi conoscitiva della componente "Atmosfera" ha riguardato una serie di aspetti di fondamentale importanza per la valutazione degli impatti potenziali dell'opera in progetto sulla componente stessa, effettuati attraverso il modello di simulazione Aermot View.

Nello specifico le fasi che hanno caratterizzato tale studio sono le seguenti:

- analisi meteo-climatica;
- analisi della qualità dell'aria;
- scelta dei modelli di simulazione per la determinazione delle emissioni e delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera;
- determinazione delle emissioni e delle concentrazioni allo scenario di esercizio ante operam;
- determinazione delle emissioni e delle concentrazioni scenario opzione zero, che corrisponde alla rappresentazione dell'emissione degli inquinanti della rete stradale esistente ma all'orizzonte temporale di progetto;
- determinazione delle emissioni e delle concentrazioni allo scenario di esercizio post operam.

Il processo logico operativo dell'analisi della componente atmosfera ha pertanto riguardato l'analisi meteo-climatica, a partire dai dati della centralina di Capo Vaticano per l'anno 2021. Tale analisi ha permesso di caratterizzare il regime termico, pluviometrico e anemometrico

Dopo aver definito lo stato meteo-climatico dell'area, si è proceduto a simulare gli scenari caratterizzanti l'esercizio dell'opera in esame. Il calcolo è stato eseguito con due orizzonti progettuali e temporali:

- stato attuale (anno di riferimento 2022)
- opzione 0
- stato di progetto (anno di riferimento 2037)

La simulazione è avvenuta mediante il software AERMOD View, in concomitanza con AERMET View per gli input meteorologici, mentre per la valutazione dei fattori di emissione medi ci si è avvalsi del software COPERT 5.

Il flusso veicolare che transita su una strada è causa dell'emissione in atmosfera di sostanze inquinanti. La quantità di inquinante emesso dipende direttamente dall'intensità del traffico e dalla tipologia di veicolo; il destino delle sostanze inquinanti dipende dalle caratteristiche meteo degli strati più bassi dell'atmosfera, dove si realizza la diluizione degli inquinanti emessi.

Lo studio relativo all'emissione e propagazione degli inquinanti è finalizzato a verificare i valori dei livelli di inquinamento indotti nelle zone abitate adiacenti all'infrastruttura stradale.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

In particolare lo studio si propone di analizzare l'impatto del traffico stradale sulla componente atmosferica e di definire le variazioni di emissioni inquinanti tra lo stato attuale e lo scenario di progetto. Nello specifico, gli inquinanti oggetto di studio sono:

- NOX
- CO
- C6H6
- PM 10
- PM 2,5

Per quanto riguarda la simulazione della fase di cantiere, è stata effettuata l'analisi sulle concentrazioni di PM10 e PM2.5 prodotte dallo scenario di cantiere ritenuto più critico in termini di dispersione di polveri in atmosfera. Per tale analisi è stato utilizzato sempre il modello di calcolo Aermod View, attraverso il quale è stato possibile stimare i livelli di concentrazione del particolato, generati dalle principali attività di cantiere legate alla movimentazione della terra, caratterizzate dalla demolizione e sbancamento dell'asse stradale, dal carico e scarico del materiale scavato, nonché dalla presenza stessa dei cumuli di materiale nell'area di deposito temporanea.

Nel proseguo della trattazione verranno descritte nel dettaglio le simulazioni condotte, nonché i risultati delle stesse, opportunamente elaborati.

2 LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'Unione Europea negli anni ha emanato una serie di direttive al fine di controllare il livello di alcuni inquinanti in aria. In particolare, si evidenziano le seguenti Direttive:

- 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 benzene ed il monossido di carbonio", 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 2001/81/CE relativa ai limiti massimi per le emissioni annue degli Stati membri di biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), composti organici volatili non metanici (COV) e ammoniaca (NH₃);
- 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 sopra citate tranne la 2004/107/CE ribadendone, di fatto, i contenuti ed aggiungendo il PM_{2.5} tra gli inquinanti da monitorare.
- Direttiva Europea UE 2016/2284 pubblicata sulla GU.U.E. del 17/12/2016 ed entrata in vigore il 31.12.2016. La cosiddetta "NEC" stabilisce i nuovi obiettivi strategici per il periodo fino al 2030, con l'intento di progredire verso l'obiettivo di miglioramento di lungo termine dell'Unione attraverso l'indicazione di percentuali di riduzione delle emissioni nazionali dal 2020 al 2029 e poi a partire dal 2030.

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 nazionale. I principali riferimenti sono:

- Il D. Lgs. 351 del 4 agosto 1999 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 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); 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;

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- Il D.M. 261 dell'1 ottobre 2002 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, recepisce la direttiva europea 02/03/CE riguardante l'ozono in atmosfera (terza direttiva figlia), in particolare indica "valori bersaglio" da raggiungere entro il 2010, 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. Piani e programmi dovranno essere 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 (valori al di sopra dei 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. 171 del 21 maggio 2004, recepisce la direttiva europea 2001/81/CE, riguardante i limiti massimi per le emissioni annue degli Stati membri, individua gli strumenti per assicurare che le emissioni nazionali annue per il biossido di zolfo, per gli ossidi di azoto, per i composti volatili e per l'ammoniaca, rispettino entro il 2010 e negli anni successivi i limiti nazionali di emissione;
- Il D.Lgs. 152/2007 (che recepisce la direttiva 2004/107/CE) 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 e che si trovano prevalentemente all'interno del particolato sottile. Anche in questo caso vengono stabiliti i limiti di qualità dell'aria, le modalità di misura e le informazioni da fornire al pubblico.

L'insieme di tutte queste norme costituisce la base normativa su cui si fonda il controllo e la gestione attuale della qualità dell'aria.

2.1 DECRETO LEGISLATIVO DEL 13 AGOSTO 2010, N.155

Il DLgs 155/2010 costituisce l'attuazione della direttiva comunitaria 2008/50/CE circa la valutazione della qualità dell'aria ambiente, la sua gestione, nonché il suo miglioramento. Quest'unica norma sostituisce sia la legge quadro (DL 351/99) sia i decreti attuativi (che fornivano modalità di misura, indicazioni sul numero e sulla collocazione delle postazioni di monitoraggio, limiti e valori di riferimento per i diversi inquinanti) ribadendo i fondamenti del controllo dell'inquinamento atmosferico e i criteri di monitoraggio e introducendo, in base alle nuove evidenze epidemiologiche, tra gli inquinanti da monitorare anche il PM2.5, ormai ben noto per la sua pericolosità.

Il Decreto stabilisce per le sostanze inquinanti i seguenti criteri:

- i valori limite, 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;

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- le soglie di allarme, ossia la concentrazione atmosferica oltre la quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e per cui si deve immediatamente intervenire;
- il margine di tolleranza, cioè la percentuale del valore limite nella cui misura tale valore può essere superato e le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- il termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;
- la soglia di valutazione superiore vale a dire la concentrazione atmosferica al di sotto della quale le misurazioni possono essere combinate con le tecniche di modellazione;
- la soglia di valutazione inferiore, ossia una concentrazione atmosferica al di sotto della quale è consentito ricorrere soltanto alle tecniche di modellazione o di stima oggettiva;
- i periodi di media, cioè il periodo di tempo durante il quale i dati raccolti sono utilizzati per calcolare il valore riportato.

Nell'allegato XI al decreto, vengono riportati i valori limite, i livelli critici, le soglie di allarme e di informazione e i valori obiettivo degli inquinanti normati.

Tale decreto ha subito delle leggere modifiche in base al nuovo Decreto Legislativo 24 dicembre 2012, n. 250 "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" (G.U: n. 23 del 28.01.2013), entrato in vigore il 12 febbraio 2013.

Nella seguente tabella si riportano i limiti per le concentrazioni degli inquinanti presi a riferimento per stabilire la qualità dell'aria su territorio nazionale sopra accennati:

Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	Margine tolleranza	n° sup. consentiti
Biossido di Zolfo SO ₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	350 µg/m ³	-	24
	Valore limite protezione salute umana	24 ore	125 µg/m ³	-	3
	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	-	-
Biossido azoto NO ₂	Valore limite protezione salute umana	1 ora	200 µg/m ³	-	18

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	Margine tolleranza	n° sup. consentiti
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m ³	-	-
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	400 µg/m ³	-	-
Ossidi di azoto NOx	Livelli critici per la vegetazione	anno civile	30 µg/m ³	-	-
Particolato PM10	Valore limite protezione salute umana	24 ore	50 µg/m ³	-	35
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m ³	-	-
Particolato fine PM2.5	Valore limite protezione salute umana	anno civile	25 µg/m ³	-	-
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	-	-
Monossido di carbonio	Valore limite protezione salute umana	massima media su 8h consecutive	10 mg/m ³	-	-
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 1 Valori limite, livelli critici, valori obiettivo, soglie di allarme per la protezione della salute umana per inquinanti diversi dall'ozono (Fonte: Allegati XI e XIII D. Lgs. 155/2010)

Il Decreto attribuisce alle Regioni e alle Province autonome la competenza da adottare, a seguito della valutazione della qualità dell'aria, specifici piani nel caso del superamento dei valori limite con interventi di riduzione delle emissioni inquinanti per il raggiungimento di tali valori entro i termini previsti e misure per il perseguimento dei valori obiettivo e per il mantenimento della qualità dell'aria nonché piani per la riduzione del rischio di superamento dei valori limite, dei valori obiettivo e delle soglie di allarme.

3 L'ANALISI METEO CLIMATICA

3.1 ASPETTI GENERALI

Uno degli aspetti fondamentali per l'analisi della componente in esame, riguarda l'aspetto meteorologico dell'area di studio.

Per la caratterizzazione meteorologica dell'area in esame sono stati acquisiti i dati meteorologici disponibili su Arpacal- Centro Funzionale Multirischi per l'anno 2021.

Nei paragrafi successivi verranno analizzati separatamente diversi indicatori climatici appartenenti a tre categorie: Temperature, Precipitazioni e Venti.

Per il rilevamento dei dati meteorologici, necessari per condurre le simulazioni modellistiche, è stata scelta la stazione meteo più vicina all'area oggetto di studio e per la quale erano disponibili i dati necessari alle analisi. Si tratta, pertanto, della stazione meteorologica di Capo Vaticano.

3.2 IL DATO METEOROLOGICO ATTUALE: 2021

Per la caratterizzazione meteorologica dell'area in esame sono stati acquisiti i dati meteorologici disponibili per l'anno 2021.

3.2.1 Regime Termico

Nella Figura 1 è mostrato l'andamento termico giornaliero nell'anno di riferimento.

Si registrano temperature medie maggiori nei mesi estivi di giugno, luglio e agosto, con un massimo assoluto di 30.1 °C nel mese di agosto.

I mesi più freddi sono dicembre, gennaio e febbraio, registrando temperature medie minime pari a 4.5° C nel mese di febbraio. In generale, la media annua è pari a circa 17.1°C.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

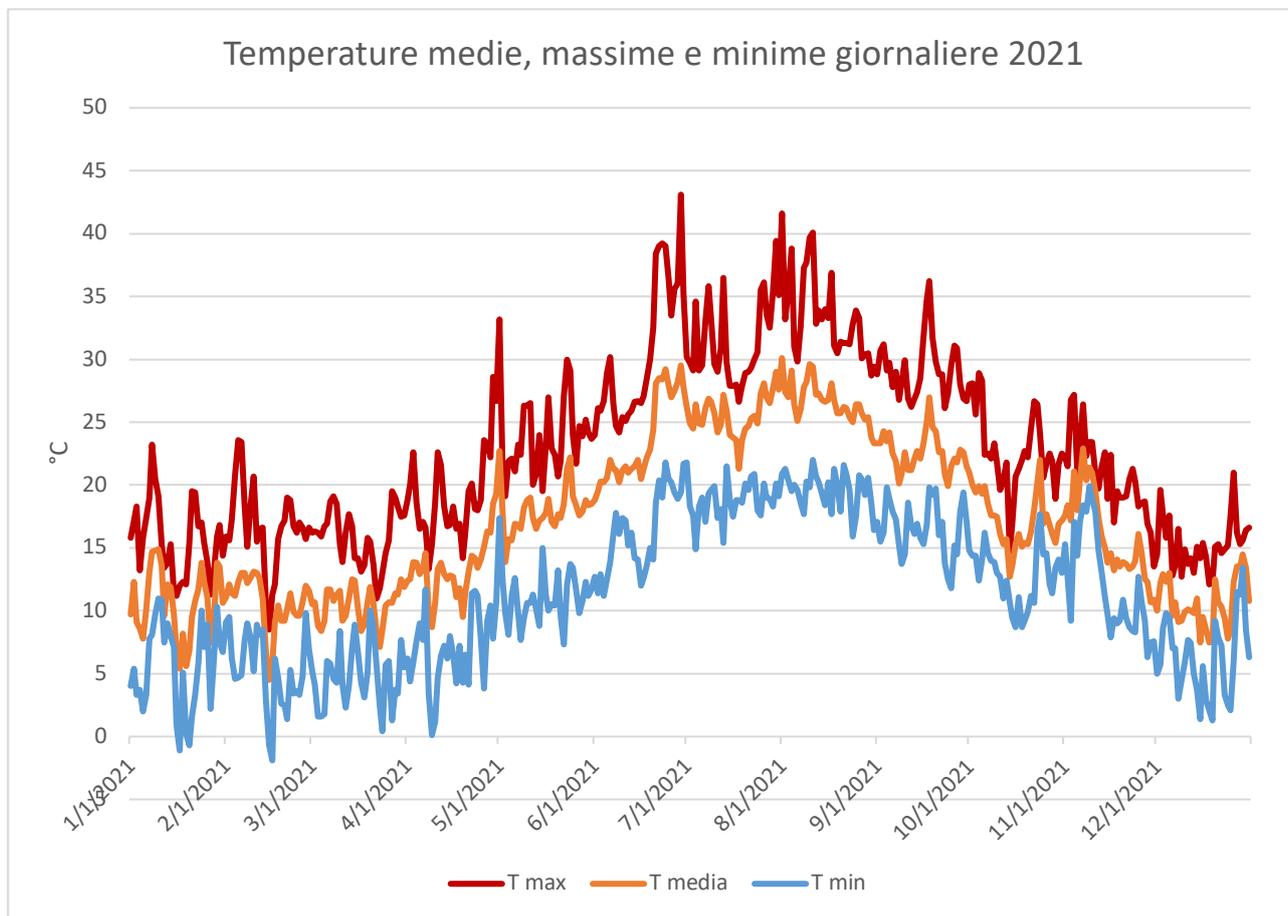


Figura 1 Temperatura giornaliera

Di seguito, in Tabella 2 e Figura 2, è mostrato anche l'andamento medio mensile della temperatura.

	gen- naio	feb- braio	mar- zo	apri- le	mag- gio	giu- gno	lu- glio	ago- sto	settem- bre	otto- bre	novem- bre	dicem- bre
T max	15,65	16,65	15,88	19,1	23,84	30,41	31,4	33,46	29,18	22,74	20,73	15,28
T me- dia	10,60	10,66	10,41	13,3	17,95	23,53	25,6	26,65	22,62	17,26	16,03	10,57
T min	5,63	5,33	4,82	6,9	11,09	16,20	18,8	19,59	16,54	12,73	12,08	6,21

Tabella 2 Temperatura massima, media, minima mensile in °C

Analizzando i valori massimi e minimi medi della temperatura si osserva come il trend analizzato per la temperatura media sia individuabile anche in tali valori, evidenziando come mese con temperature massime medie più elevate il mese di agosto con 33.5°C, mentre il mese con le temperature minime medie più basse risulta marzo con 4.8 °C

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

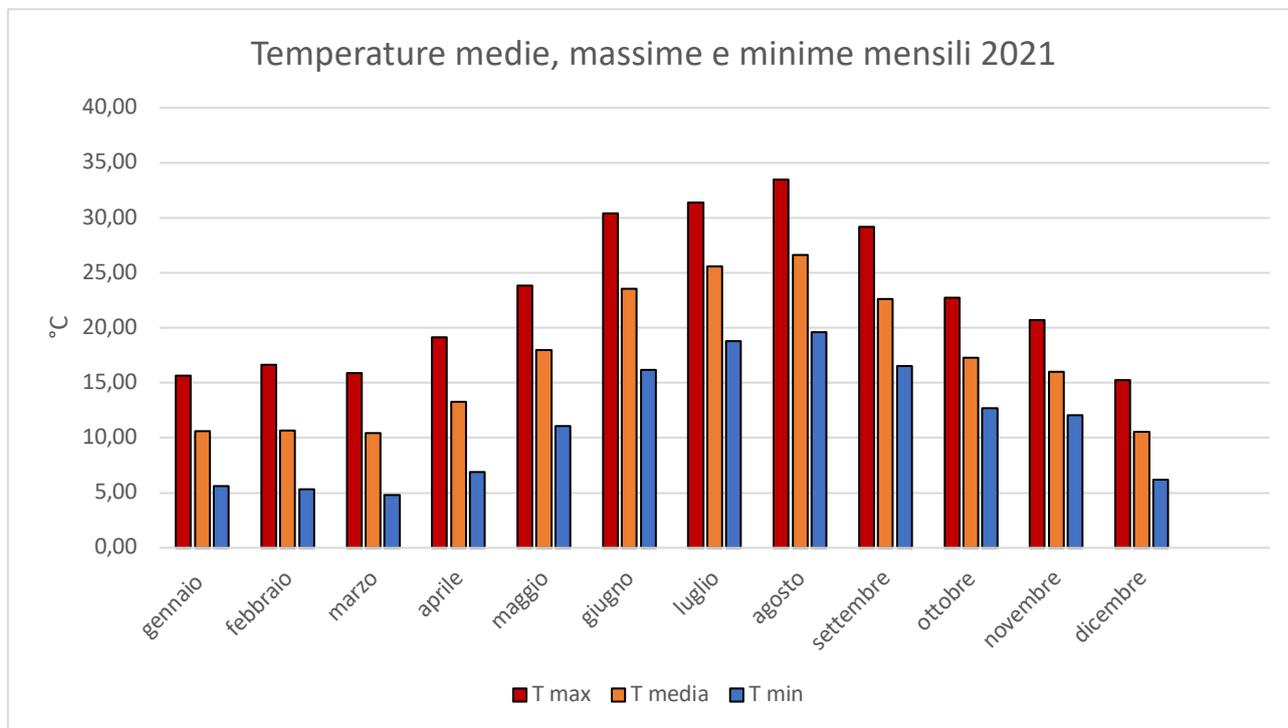


Figura 2 Temperatura mensile

3.2.2 Regime Pluviometrico

A partire dai dati giornalieri forniti dalla centralina di Capo Vaticano, è stato calcolato l'andamento delle precipitazioni cumulate mensili per il 2021 (Tabella 3 e Figura 3).

gen- naio	feb- braio	mar- zo	apri- le	mag- gio	giu- gno	lu- glio	ago- sto	settem- bre	otto- bre	novem- bre	dicem- bre
100,8	68,2	113,2	41,6	6,4	11,4	11	0	37,2	97,6	42,4	139,4

Tabella 3 Precipitazioni mensili cumulate in mm

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

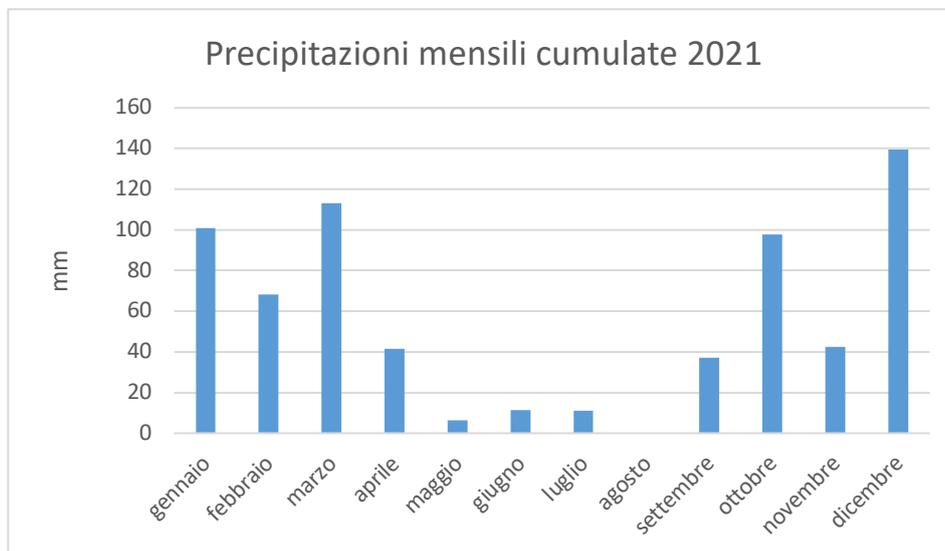


Figura 3 Precipitazioni mensili cumulate

È stata inoltre condotta un'analisi anche sull'andamento dell'umidità percentuale media, i cui dati sono mostrati in Tabella 4 Figura 4.

gen- naio	feb- braio	mar- zo	apri- le	mag- gio	giu- gno	lu- glio	ago- sto	settem- bre	otto- bre	novem- bre	dicem- bre
78	78	80	75	69	60	69	61	76	84	79	82

Tabella 4 Umidità media mensile %

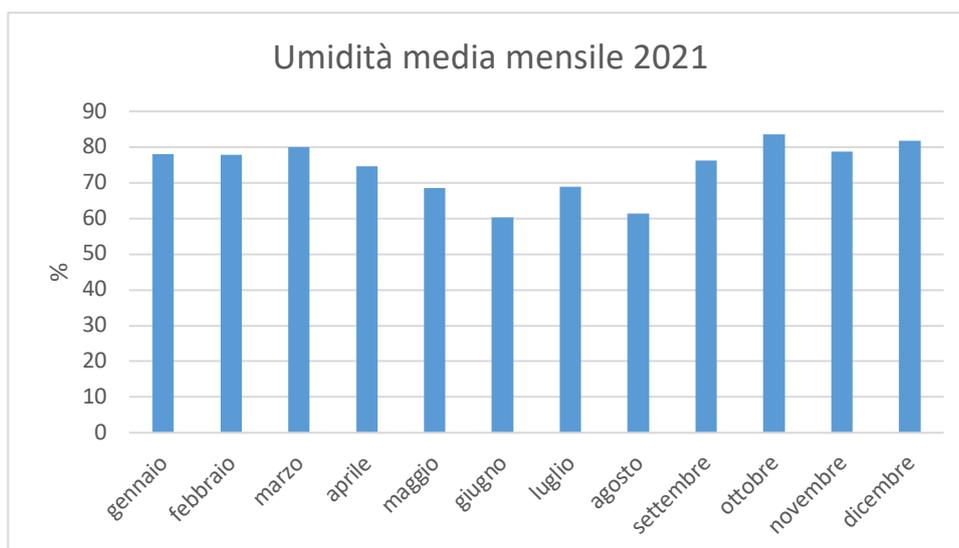


Figura 4 Umidità media mensile

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

3.2.3 Regime Anemometrico

Il vento influisce in modo rilevante sulle dinamiche di dispersione in atmosfera: venti intensi causano l'allontanamento delle sostanze emesse dalla sorgente disperdendole rapidamente, mentre venti deboli, spesso associati a perduranti condizioni anticicloniche, favoriscono l'accumulo delle sostanze inquinanti. Inoltre l'interazione del campo di vento con la superficie terrestre genera turbolenza di origine meccanica e le disomogeneità del terreno inducono lo sviluppo di dinamiche locali che si sovrappongono alla struttura generale della circolazione atmosferica influenzando in modo significativo la dispersione.

Per l'anno 2021 sono stati elaborati, con i dati forniti dalla centralina di Capo Vaticano, i grafici della velocità media e della rosa dei venti, come mostrato di seguito nella Figura 5 e nella Figura 6.

gen- naio	feb- braio	mar- zo	apri- le	mag- gio	giu- gno	lu- glio	ago- sto	settem- bre	otto- bre	novem- bre	dicem- bre
4,06	3,25	2,87	2,92	2,58	2,55	2,34	2,37	2,39	2,80	2,86	3,68

Tabella 5 Intensità media mensile del vento in m/s

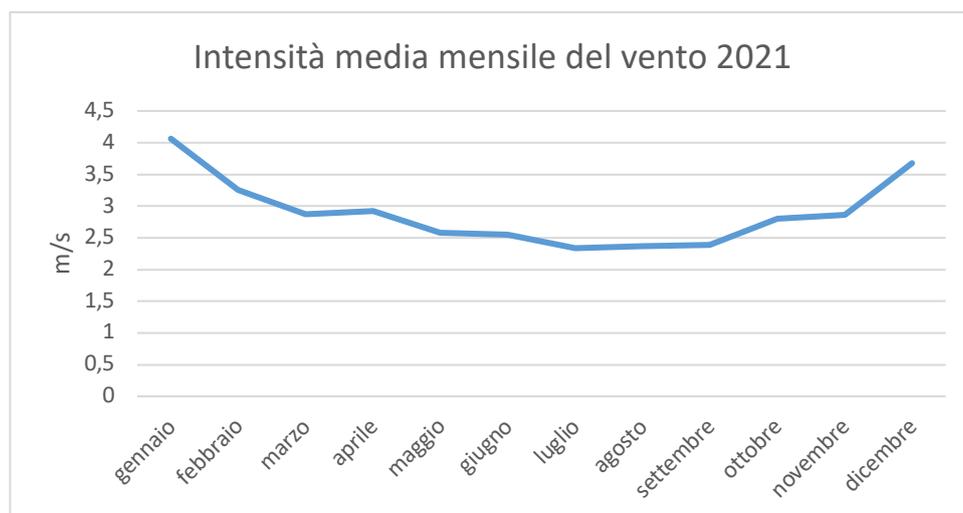


Figura 5 Velocità media del vento

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

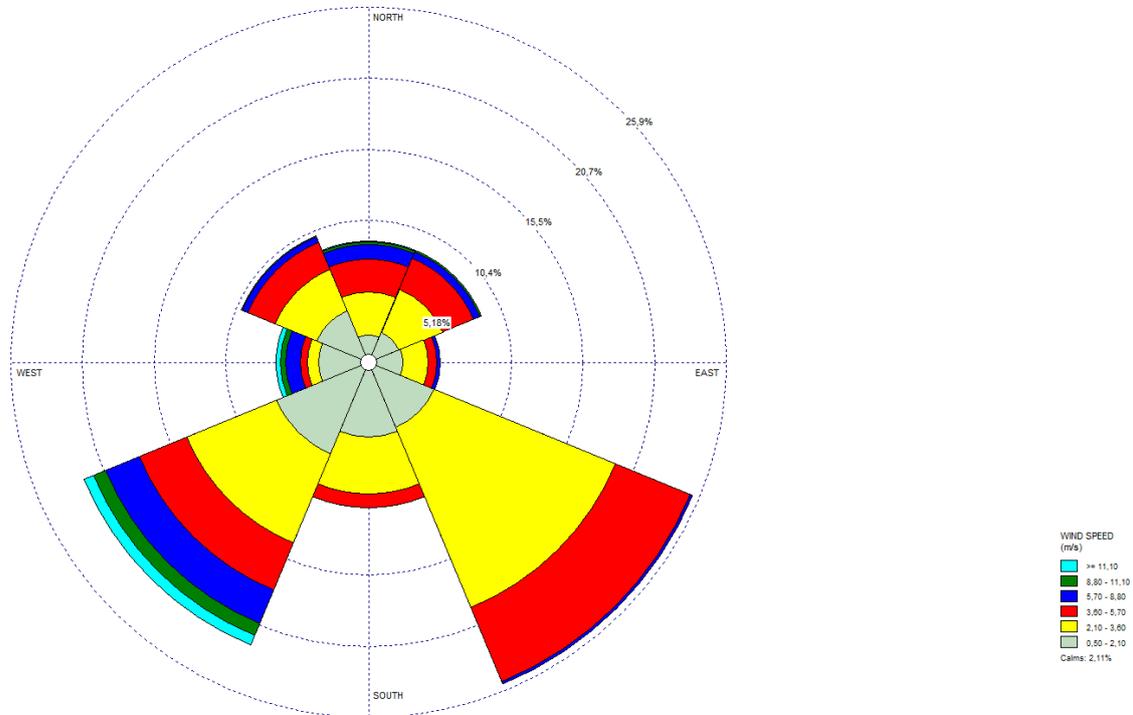


Figura 6 Rosa dei venti

L'intensità del vento registrata, Figura 5, ha una media assoluta di 2.88 m/s. .

3.2.4 Pressione

La pressione media mensile, registra nell'anno di riferimento, ha un massimo di 943 hPa nel mese di febbraio e un minimo di 936 hPa nel mese di gennaio. I valori registrati, quindi, hanno una bassa variabilità all'interno dell'anno.

gen- naio	feb- braio	mar- zo	apri- le	mag- gio	giu- gno	lu- glio	ago- sto	settem- bre	otto- bre	novem- bre	dicem- bre
936,9	943,7	942,2	939,7	941,4	942,9	941	941,4	943,5	941,7	938,5	939,0

Tabella 6 Pressione media mensile in hPa

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

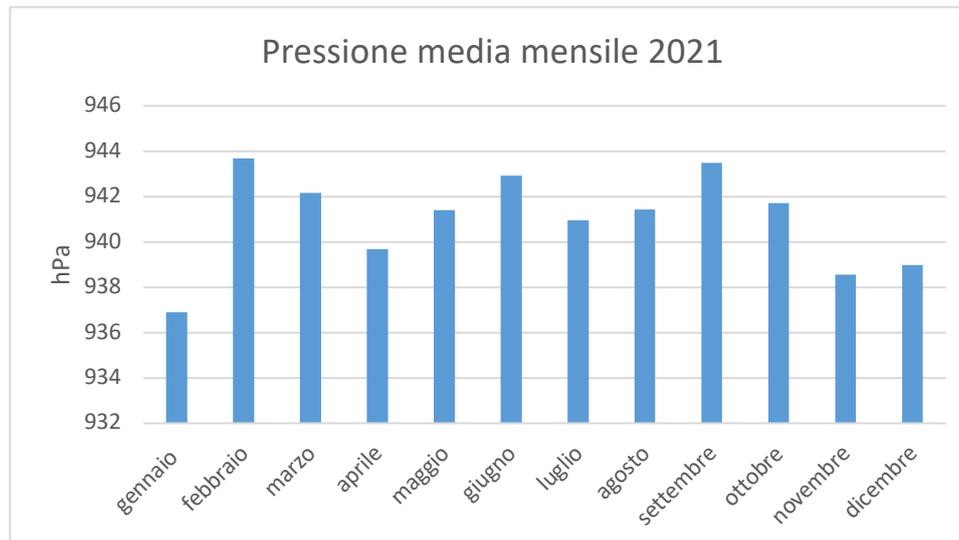


Figura 7 Pressione media mensile

4 ANALISI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

4.1 PIANO DI RISANAMENTO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E ZONIZZAZIONE

Il quadro normativo regionale in materia di gestione della qualità dell'aria è costituito dalle competenze attribuite dal D.lgs 351/99 che recepisce i disposti della Direttiva europea e che attribuisce alle Regioni una serie di attività tra cui, secondo i criteri e le metodologie disposte dal D.M. 261/02 e sulla base, in prima applicazione, della valutazione preliminare e successivamente della valutazione della qualità dell'aria ambiente, la definizione di una lista di zone e agglomerati nei quali:

- i livelli di uno o più inquinanti eccedono il valore limite aumentato del margine di tolleranza;
- i livelli di uno o più inquinanti sono compresi tra il valore limite ed il valore limite aumentato del margine di tolleranza.

Sulla base di tale zonizzazione/classificazione del proprio territorio, le Regioni adottano un piano o un programma per il raggiungimento dei valori limite entro i termini stabiliti.

In particolare, le norme prevedono che si debba adottare un piano o programma di risanamento per il raggiungimento di tale soglia nelle zone o agglomerati ove uno o più inquinanti eccedono il valore limite di riferimento, oppure, adottare un piano di mantenimento della qualità dell'aria al fine di conservare e migliorare i livelli degli inquinanti laddove essi risultino al di sotto dei valori limite.

L'articolo 1, comma 4, del d.lgs. 155/2010, definisce, infatti, la zonizzazione del territorio "il presupposto su cui si organizza l'attività di valutazione della qualità dell'aria ambiente", le cui modalità di svolgimento sono individuate sulla base della classificazione delle zone medesime. La va-

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

lutazione della qualità dell'aria è, a sua volta, "il presupposto per l'individuazione delle aree di superamento dei valori, dei livelli, delle soglie e degli obiettivi previsti" dal decreto per i vari inquinanti; in caso di superamento devono essere adottati piani che agiscano sull'insieme delle principali sorgenti di emissione, ovunque localizzate, che influenzano tali aree di superamento. Il medesimo articolo 1, comma 4, indica sinteticamente i principi per la delimitazione delle zone e degli agglomerati, meglio specificati nell'Appendice I "Criteri per la zonizzazione del territorio".

In primo luogo, sulla base dell'assetto urbanistico, della popolazione residente e della densità abitativa, si individuano gli agglomerati e successivamente, in considerazione principalmente delle caratteristiche orografiche, di quelle meteo climatiche, del carico emissivo e del grado di urbanizzazione del territorio, si prosegue con la delimitazione delle altre zone. Le zone e gli agglomerati individuati sono infine classificati ai fini della tutela della salute umana, secondo quanto specificato dall'articolo 4 del d.lgs. 155/2010, confrontando le concentrazioni nell'aria ambiente degli inquinanti SO₂, NO₂, C₆H₆, CO, Pb, PM₁₀, PM_{2.5}, As, Cd, Ni, B(a)P con le rispettive soglie di valutazione superiori e inferiori riportate nell'Allegato II del citato decreto.

L'attuale zonizzazione della regione Calabria prevede l'individuazione di quattro zone, così ripartite:

- zona A - urbana, basata sul numero di abitanti di 5 macro aree omogenee chiamate, per semplicità, "sottozone";
- zona B - industriale, con 5 sottozone, compresa la città di Crotona;
- zona C - montana, senza specifici fattori di pressione;
- zona D - collinare e costiera, senza specifici fattori di pressione.

In Figura 8 si riporta la suddivisione del territorio regionale nelle diverse zone individuate.

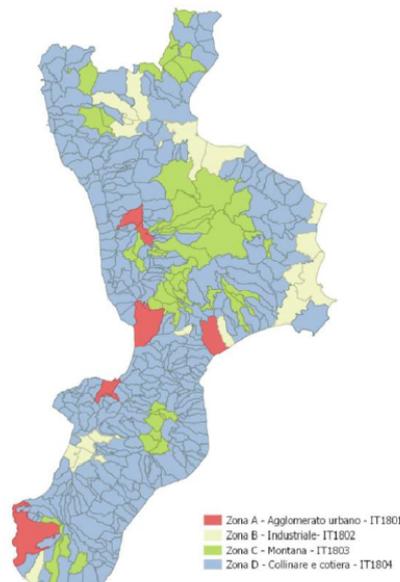


Figura 8 Zonizzazione della regione Calabria

Il tratto di strada da noi preso in esame nel seguente studio ricade all'interno della zona B-industriale.

4.2 MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria (RRQA) è stata progettata a seguito della zonizzazione e classificazione dell'intero territorio regionale, in conformità alle disposizioni del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. La definizione della RRQA e del relativo Programma di Valutazione (PdV) della qualità dell'aria hanno consentito l'individuazione e la distribuzione sul territorio di 20 stazioni di monitoraggio in siti fissi alcune delle quali di proprietà di Enti Locali o aziende private. Al fine di valutare i valori di concentrazione di metalli ed IPA nella zona industriale, si effettuano in parallelo campagne indicative di monitoraggio (15 giorni per stagione climatica) rispetto alle stazioni di proprietà di aziende private facenti parte del PdV regionale. Si eseguono inoltre campagne indicative di monitoraggio sul territorio regionale i cui dati, integrati con quelli provenienti dalla RRQA, forniscono le basi per poter confermare o rivalutare l'attuale zonizzazione regionale. Di fatti, l'articolo 4, comma 2, e l'articolo 8, comma 5, del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. prevedono che la classificazione delle zone e degli agglomerati di cui all'articolo 4, comma 1, e di cui all'articolo 8, comma 2, dello stesso decreto, sia riesaminata almeno ogni cinque anni (ultima zonizzazione dell'intero territorio regionale è stata pubblicata con il DGR n. 470/14 sul BURC n. 6 del 23/01/2015) e, comunque, in caso di significative modifiche delle attività che incidono sulle concentrazioni nell'aria ambiente degli inquinanti per cui è stata effettuata.

In Figura 9 si illustra l'ubicazione delle 20 stazioni di monitoraggio.

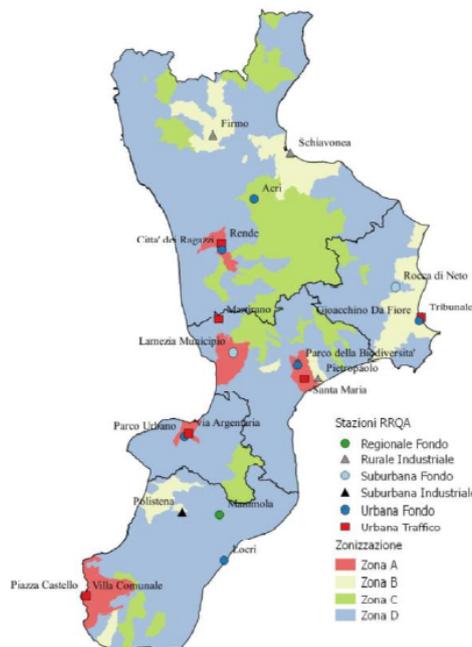


Figura 9 Rete di monitoraggio qualità dell'aria

In generale, le stazioni si distinguono in:

- 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

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- stazioni di misurazione di FONDO: stazioni ubicate in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento 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.

Di seguito sono riportate le stazioni di monitoraggio del Programma di Valutazione con la loro ubicazione e classificazione ed i relativi analizzatori presenti. Si precisa che in alcune stazioni sono presenti analizzatori non facenti parte del Programma di Valutazione i cui dati sono finalizzati principalmente ad una migliore valutazione della qualità dell'aria e che comunque vengono riportati nel presente elaborato.

N	PROVINCIA	COMUNE	NOME STAZIONE	TIPO_ZONA	TIPO_STAZIONE
1	CS	Cosenza	Città dei ragazzi	U	B
2	CS	Rende	Università	U	T
3	CZ	Lamezia Terme	Municipio	S	B
4	CZ	Catanzaro	Santa Maria (frazione)	U	T
5	CZ	Catanzaro	Parco Biodiversità mediterranea	U	B
6	RC	Reggio Calabria	Piazza Castello	U	T
7	RC	Reggio Calabria	Villa Comunale	U	B
8	VV	Vibo Valentia	Via Argentaria	U	T
9	VV	Vibo Valentia	Parco urbano	U	B
10	KR	Crotone	Tribunale	U	T
11	KR	Crotone	Gioacchino da Fiore (via)	U	B
12	CS	Firmo	Firmo	R-NCA	I/B
13	CS	Corigliano Calabro	Schiavonea (frazione)	R-NCA	I
14	RC	Polistena	Polistena (campo sportivo)	S	I/B
15	CZ	Simeri Crichi	Pietropaolo (località)	R-NCA	I/B
16	CS	Acri	Acri	U	B
17	CZ	Martirano Lombardo	Martirano Lombardo	U	T
18	KR	Rocca di Neto	Rocca di Neto	S	B
19	RC	Locri	Locri	U	B
20	RC	Mammola	Mammola	R-REG	B

Legenda Tipo Zona: U=Urbana; S=SubUrbana; R-NCA= Fondo (background) rurale – Near City; R-REG= Fondo (background) rurale - Regionale
Legenda Tipo Stazione: T=Traffico; B=Background; I=Industriale

Tabella 7 Stazioni di monitoraggio della Rete Regionale della Qualità dell'Aria

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

COMUNE	NOME_STAZ	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	C ₆ H ₆	CO	O ₃	IPA e Metalli
Cosenza	Città dei ragazzi	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Rende	Università		☑	☑					
Lamezia Terme	Municipio	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Catanzaro	Santa Maria (frazione)		☑	☑			◇	◇	◇
Catanzaro	Parco della biodiversità mediterranea	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Reggio Calabria	Piazza Castello		☑	☑					
Reggio Calabria	Villa Comunale	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Vibo Valentia	Via Argentaria		☑	☑					◇
Vibo Valentia	Parco urbano	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Crotone	Tribunale		☑	☑					
Crotone	Gioacchino da Fiore (via)	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Firmo	Firmo		☑	☑		☑	☑	☑	
Corigliano Calabro	Schiavonea (frazione)	☑	☑	☑					
Polistena	Polistena (campo sportivo)		☑	☑	☑			☑	
Simeri Crichi	Pietropaolo (località)		☑	☑	☑		☑	☑	
Acri	Acri	◇	☑	☑	☑	☑	◇	☑	◇
Martirano Lombardo	Martirano Lombardo	◇	☑	☑	☑	◇	◇	◇	◇
Rocca di Neto	Rocca di Neto	◇	◇	☑	☑	◇	◇	☑	◇
Locri	Locri	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	◇
Mammola	Mammola	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

☑ analizzatore previsto nel Programma di Valutazione,

◇ analizzatore presente nella stazione non previsto nel Programma di Valutazione.

Tabella 8 Elenco delle stazioni e dei relativi analizzatori.

Di seguito, si riporta l'ubicazione delle centraline rispetto all'area oggetto di studio, cerchiata in rosso.

Per l'area oggetto di studio, possiamo prendere come riferimento la centralina di Polistena.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

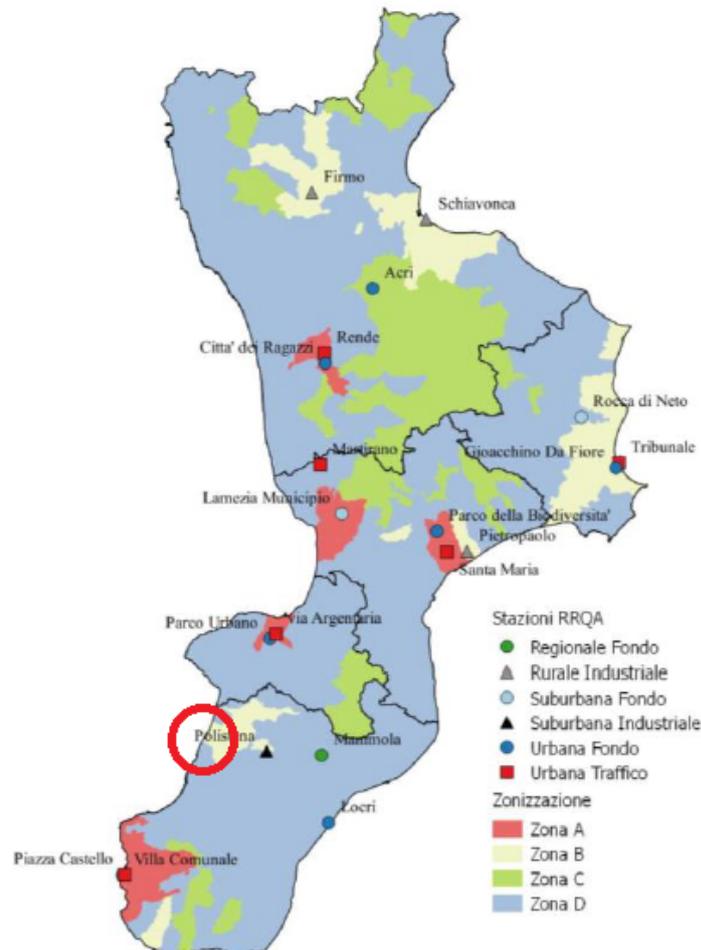


Figura 10 Posizione delle stazioni di misura rispetto all'area di studio

Nei successivi paragrafi si riportano le analisi dei dati per i vari inquinanti.

In particolare il documento preso in considerazione è "Valutazione della Qualità dell'Aria nella Regione Calabria - 2020" l'ultimo disponibile redatto da ARPA Calabria.

Inoltre, durante l'anno 2020, le misure di confinamento per il contrasto al coronavirus adottate con i vari DPCM, hanno comportato il blocco di molte sorgenti emissive con un impatto anche sulla qualità dell'aria ambiente. Per questo motivo è stato utile effettuare un confronto con l'anno 2019, per meglio apprezzare quanto le misure di limitazione introdotte hanno influenzato i valori di concentrazione registrati per alcuni inquinanti.

Il panorama dello stato della qualità dell'aria nella regione Calabria emerso dall'analisi dei dati del monitoraggio effettuato sul territorio nel 2020 indica una situazione molto positiva.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

4.3 PARTICOLATO

Spesso il particolato rappresenta l'inquinante a maggiore impatto ambientale nelle aree urbane, tanto da indurre le autorità competenti a disporre dei blocchi del traffico nel tentativo di ridurre il fenomeno.

Le particelle sospese sono sostanze allo stato solido o liquido, che a causa delle loro piccole dimensioni, restano sospese in atmosfera per tempi più o meno lunghi.

Le polveri totali sospese o PTS vengono anche indicate come PM (particulate matter).

Le polveri PM10 rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 10 micron, mentre le PM2,5, che costituiscono all'incirca il 60% delle PM10, rappresentano il particolato che ha un diametro inferiore a 2,5 micron.

Il particolato si origina sia da fonti naturali che antropogeniche. Tra le cause antropiche: l'utilizzo dei combustibili fossili, le emissioni degli autoveicoli, l'usura degli pneumatici, dei freni e del manto stradale.

4.3.1 PM 10

Nella Figura 11 vengono riportati il numero di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m³ registrati dalle stazioni di monitoraggio della RRQA nel corso dell'anno 2020. In rosso viene riportato il limite dei superamenti consentiti per anno che ai sensi del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii. possono essere al massimo 35 per anno civile.

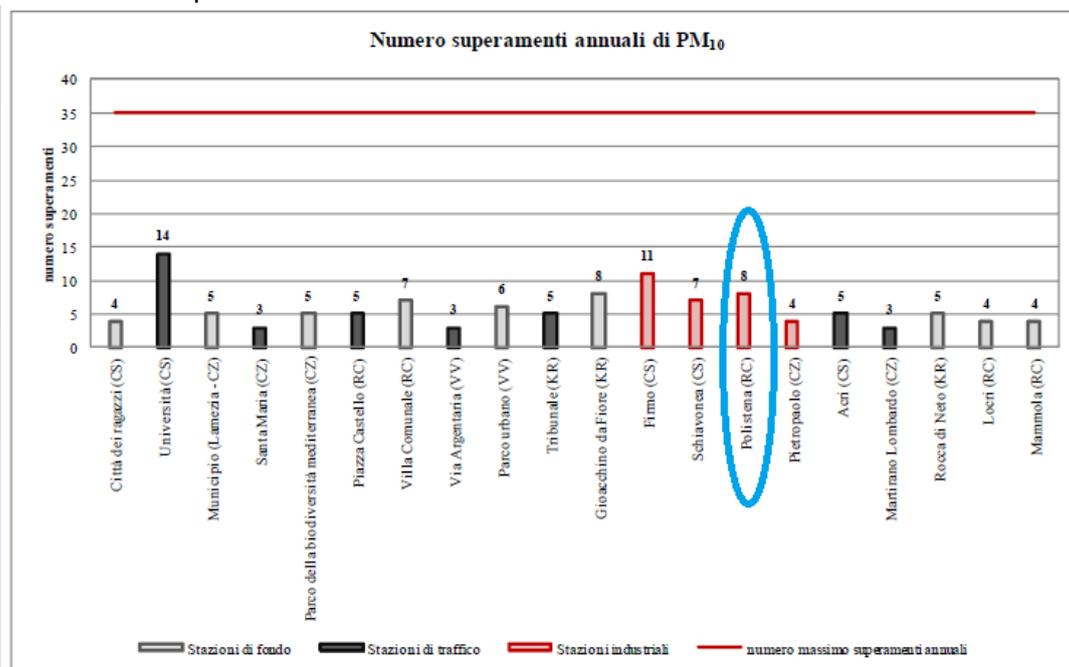


Figura 11 Particolato PM10. Superamenti del valore limite giornaliero per registrati nelle stazioni della RRQA.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Nella Figura 12 vengono riportate le concentrazioni medie annue di PM₁₀ registrate nelle stazioni di monitoraggio della RRQA nel corso dell'anno 2020. In rosso viene riportata la concentrazione limite media annuale di 40 µg/m³ ai sensi del D.lgs. 155/2010.

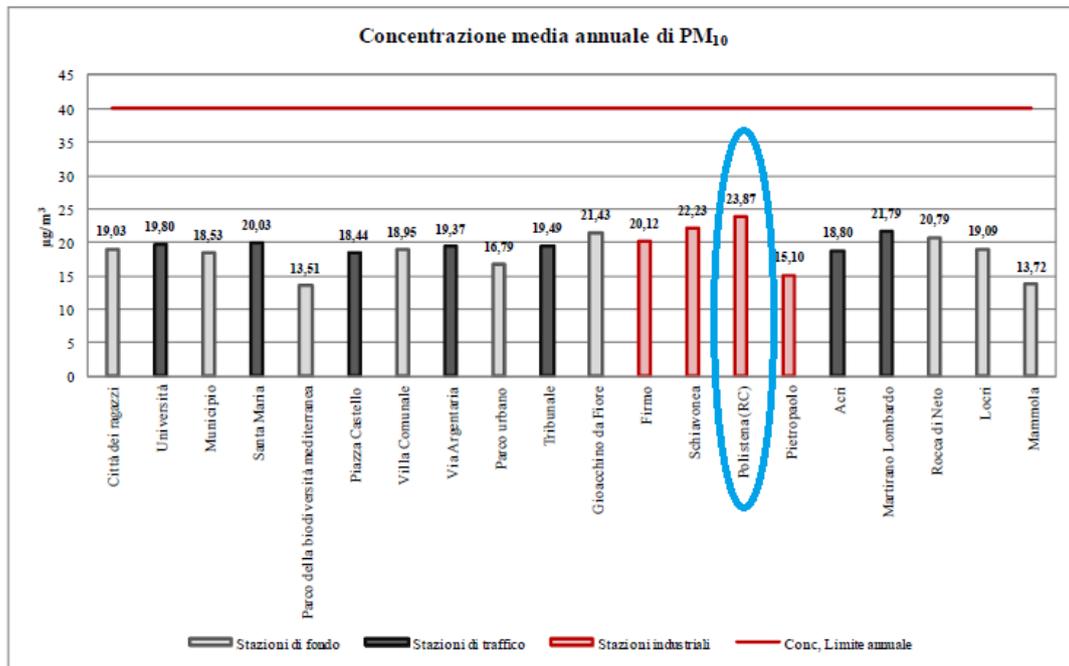


Figura 12 Particolato PM₁₀. Medie annuali confrontate nelle stazioni della RRQA

Come si evince dalle figure sopra non sono stati riscontrati superamenti, né del numero né del valore limite annuale in nessuna stazione di monitoraggio.

Di seguito riportiamo anche il confronto con l'anno 2019: il PM₁₀ ha registrato una diminuzione della concentrazione media annuale per l'anno 2020 su tutte le stazioni di monitoraggio, in particolare anche su quella di Polistena.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

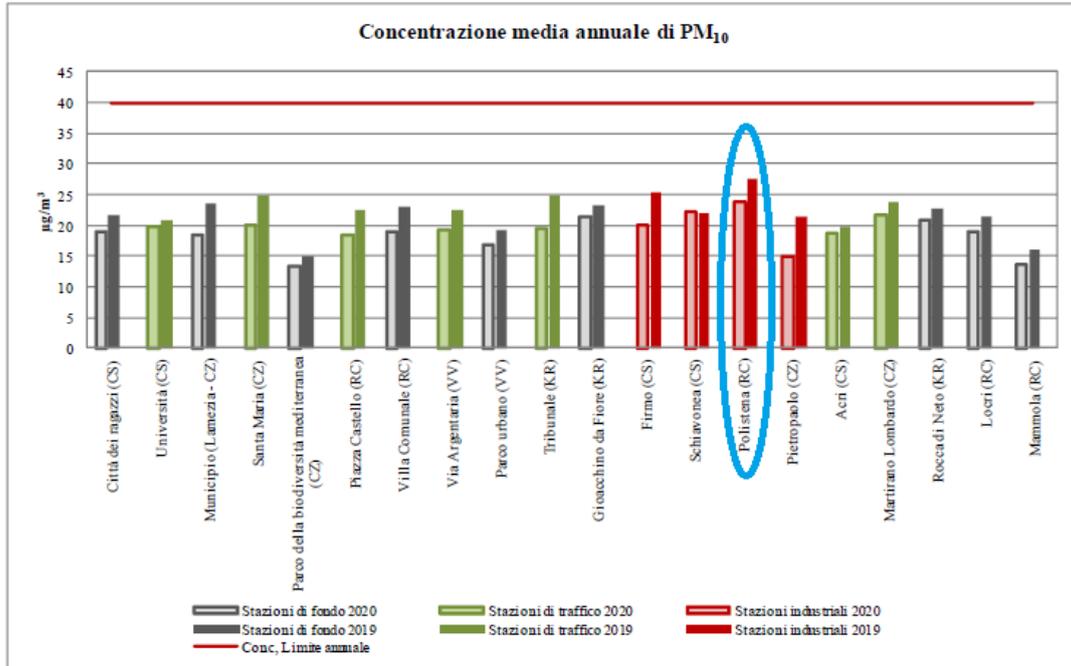


Figura 13 Particolato PM₁₀. Medie annuali nelle stazioni della RRQA relative al 2019 e 2020.

4.3.2 PM 2.5

In Figura 14 sono riportate, per le stazioni in cui è presente il campionamento, le medie annuali registrate in Calabria nel 2020. In rosso viene riportato la concentrazione limite annuale di 25 µg/m³ ai sensi del D.Lgs. 155/2010.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

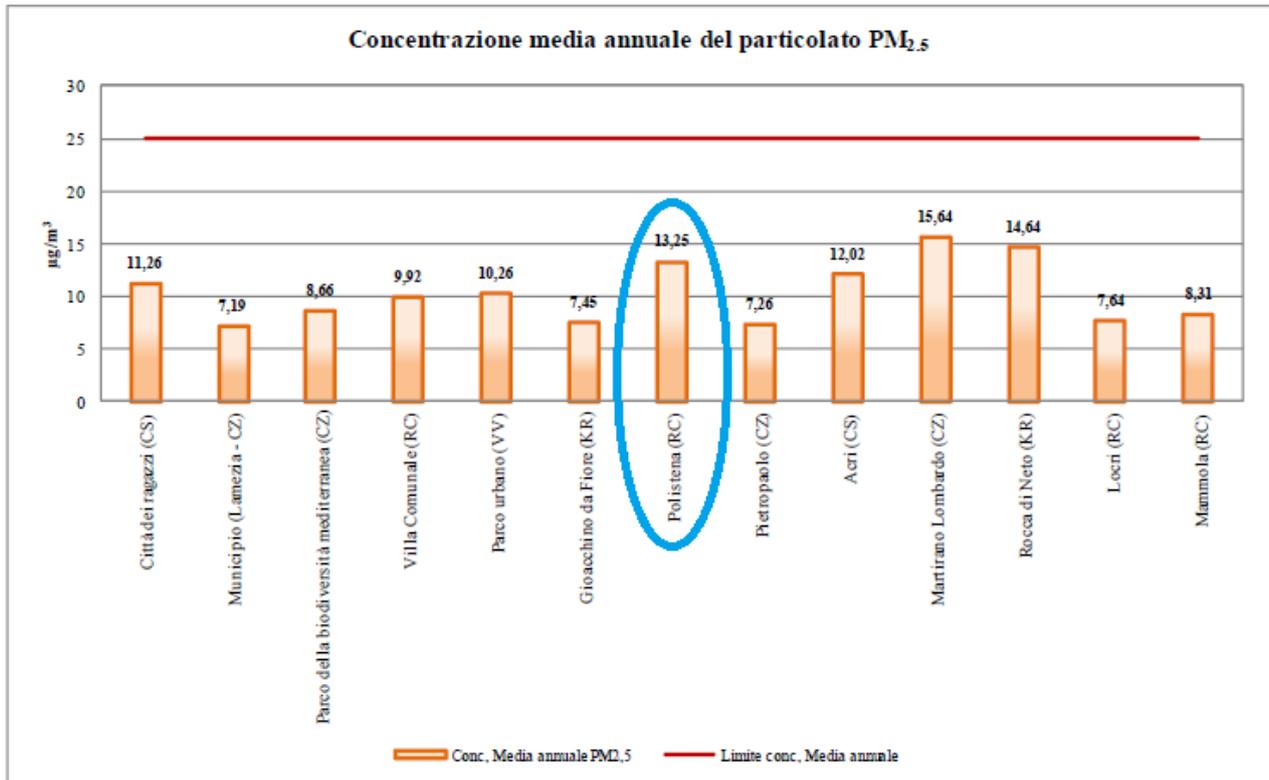


Figura 14 Particolato PM_{2,5}. Verifica del rispetto del valore limite annuale per le stazioni della RRQA.

Si può osservare che non è stato registrato alcun superamento del valore limite di 25 µg/m³.

4.4 OSSIDI DI AZOTO: NOX

Con il termine NO_x vengono indicati genericamente l'insieme dei due più importanti ossidi di azoto a livello di inquinamento atmosferico ossia l'ossido di azoto, NO, e il biossido di azoto, NO₂.

Gli ossidi di azoto (NO_x) vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito di tutti i processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, ecc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati.

Nel caso del traffico autoveicolare, le quantità più elevate di questi inquinanti si rilevano quando i veicoli sono a regime di marcia sostenuta e in fase di accelerazione, poiché la produzione di NO_x aumenta all'aumentare del rapporto aria/combustibile, cioè quando è maggiore la disponibilità di ossigeno per la combustione.

A differenza delle polveri sottili, gli ossidi di azoto sono inquinanti più locali, in quanto a causa della loro breve vita media subiscono processi di trasporto a scala spaziale limitata. Le concentrazioni registrate nelle singole stazioni sono pertanto fortemente condizionate dalle eventuali sorgenti presenti in prossimità.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

4.4.1 Biossidi Di Azoto: No2

Nella Figura 15 vengono riportate per tutte le stazioni il valore della concentrazione media annuale riscontrato nel corso del 2020 ed in rosso viene riportato il corrispettivo valore limite di 40 µg/m³ previsto dal D.Lgs. 155/2010.

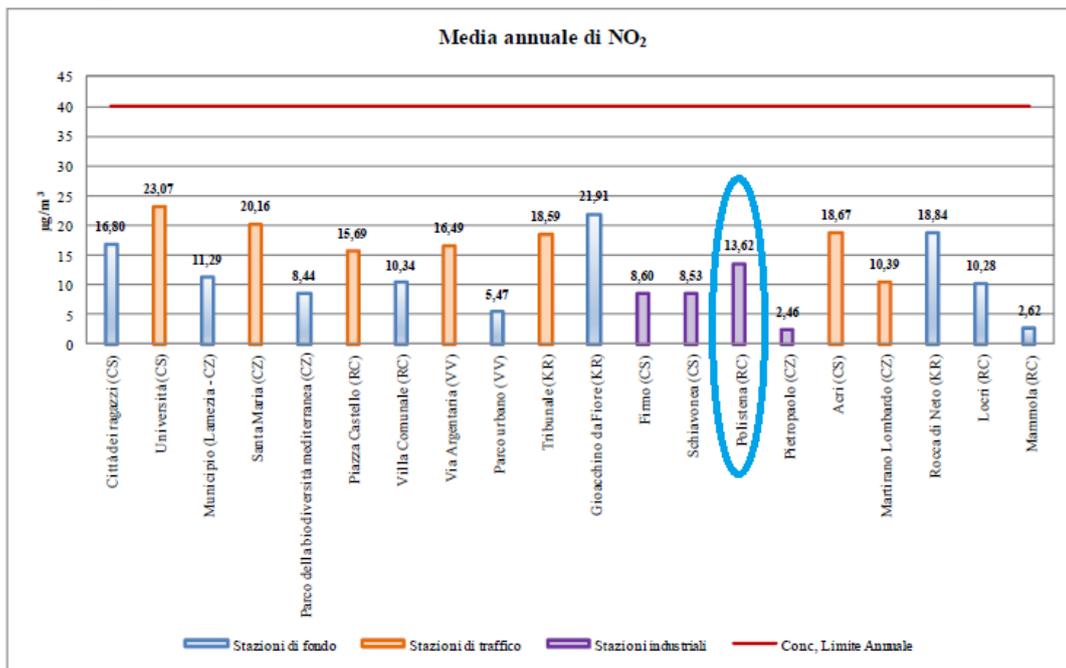


Figura 15 Biossido di Azoto. Medie annuali nelle stazioni della RRQA

Si può osservare che il valore limite annuale (40 µg/m³) non è stato superato in alcuna delle stazioni della rete.

Oltre al valore limite annuale, la norma fissa per il biossido di azoto un valore limite orario di 200 µg/m³, da non superare per più di 18 ore all'anno. Anche tale valore limite nel 2020 risulta rispettato in tutte le centraline della rete.

Anche per l'NO₂ è stato effettuato il confronto con l'anno precedente (2019) come mostrato in Figura 16.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

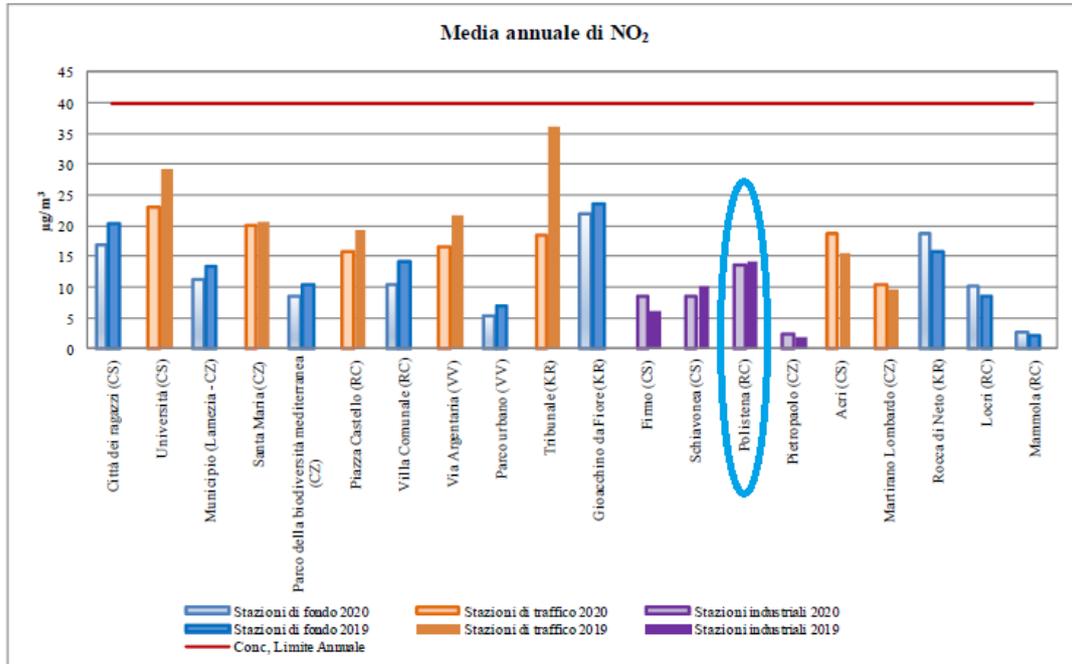


Figura 16 Biossido di Azoto. Medie annuali nelle stazioni della RRQA relative al 2019 e 2020.

Per l'NO₂ è evidente la diminuzione della concentrazione media annuale per l'anno 2020 in corrispondenza delle stazioni di fondo e di traffico dei cinque capoluoghi di provincia in cui gli effetti sul traffico dovuti alle misure di confinamento per il contrasto al coronavirus sono state maggiormente incisive.

4.5 MONOSSIDO DI CARBONIO E BENZENE

Il monossido di carbonio (CO) ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. È un gas la cui origine è da ricondursi prevalentemente al traffico autoveicolare, soprattutto ai veicoli a benzina. Le emissioni di CO dai veicoli sono maggiori in fase di decelerazione e di traffico congestionato. Le sue concentrazioni sono strettamente legate ai flussi di traffico locali e gli andamenti giornalieri rispecchiano quelli del traffico, come si nota dalla Figura 17.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

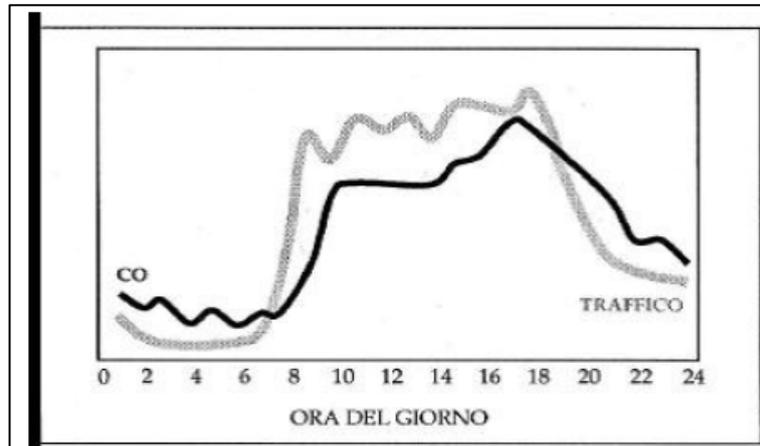


Figura 17 Andamento giornaliero del traffico vs CO

Il monossido di carbonio presenta anche una forte variabilità spaziale: la sua concentrazione mostra di solito valori massimi nell'intorno dell'asse stradale e decresce molto rapidamente allontanandosi da esso, fino a diventare trascurabile a una distanza di alcune decine di metri.

Anche per il benzene, la sorgente più rilevante nell'atmosfera è rappresentata dal traffico veicolare, principalmente dai gas di scarico dei veicoli alimentati a benzina, nei quali viene aggiunto al carburante (la cosiddetta benzina verde) come antidetonante, miscelato con altri idrocarburi (toluene, xilene, ecc.) in sostituzione del piombo tetraetile impiegato fino a qualche anno fa. In piccola parte il benzene proviene dalle emissioni che si verificano nei cicli di raffinazione, stoccaggio e distribuzione della benzina.

Le concentrazioni di questi due inquinanti, si sono significativamente ridotte negli anni, grazie alle modifiche introdotte sui combustibili ed allo sviluppo tecnologico nel settore automobilistico e si sono assestate su valori ampiamente inferiori ai limiti normativi.

4.5.1 CO

Per il monossido di carbonio in tutti i punti di campionamento non sono stati registrati superamenti del limite di 10 mg/m³, calcolato come valore massimo giornaliero su medie mobili di 8 ore. Nella Figura 3 vengono riportate, per le stazioni in cui è presente l'analizzatore, il valore della massima media mobile giornaliera riscontrato nel corso del 2020 ed in rosso viene riportato il corrispondente valore limite previsto dal D.Lgs. 155/2010.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

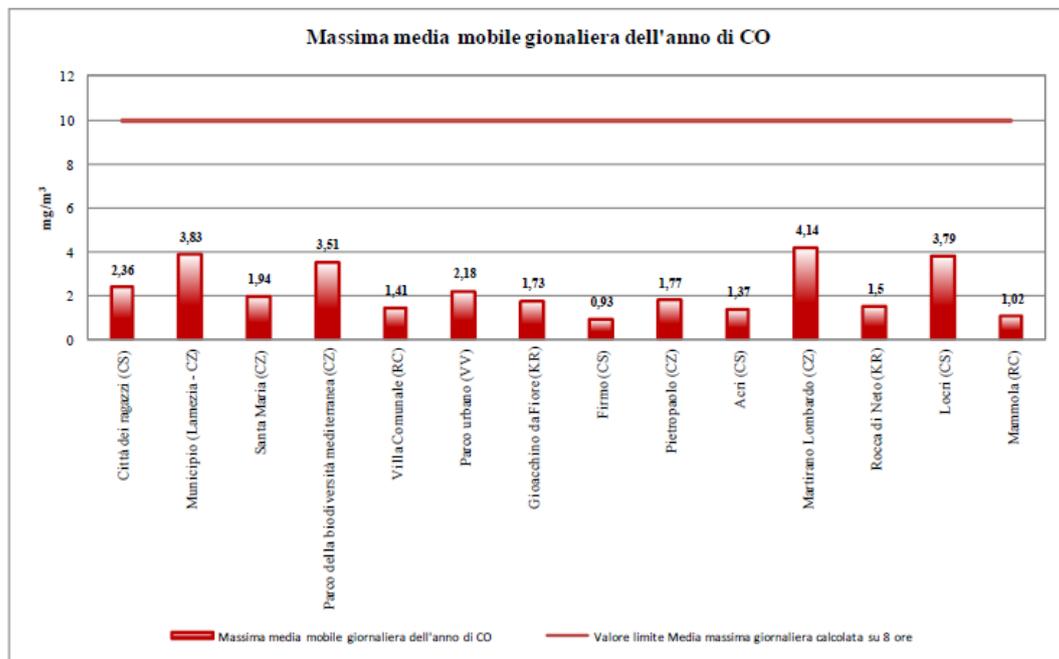


Figura 18 Monossido di Carbonio. Massima Media mobile giornaliera nell'anno nelle stazioni della RRQA

4.5.2 BENZENE

Dai dati riportati in Figura 10 si osserva che le concentrazioni medie annuali di Benzene nel 2020 sono di molto inferiori al valore limite di 5,0 µg/m³.

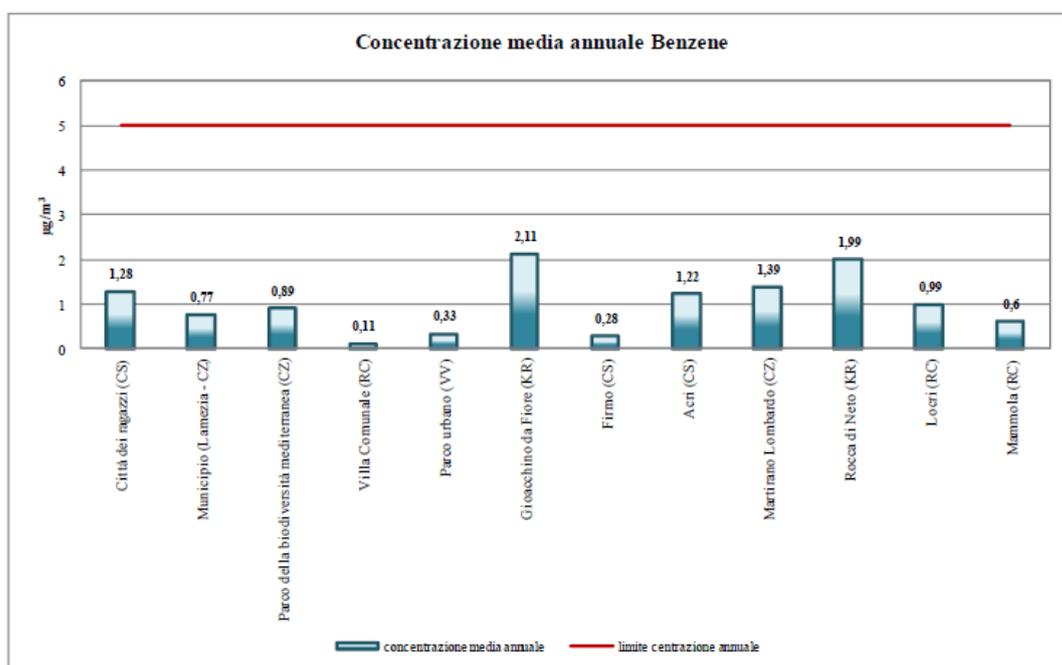


Figura 19 Benzene. Medie annuali registrate nelle stazioni della RRQA

5 I MODELLI DI SIMULAZIONE UTILIZZATI

5.1 COPERT 5

Ci si è avvalsi di alcuni modelli di simulazione al fine di condurre le valutazioni e le analisi emissive e diffusionali generate dall'opera in esame. Nello specifico, per la valutazione dei fattori di emissione derivanti da traffico stradale si è fatto riferimento al software di calcolo COPERT 5. Tale software è lo standard europeo per la valutazione delle emissioni da traffico veicolare stradale. Lo sviluppo del software COPERT è coordinato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente, all'interno delle attività del "European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation". Responsabile dello sviluppo scientifico è il European Commission's Joint Research Centre. Il modello è stato realizzato ed è utilizzato per gli inventari delle emissioni stradali degli stati membri.

La metodologia utilizzata da COPERT 5 è parte integrante del EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook per il calcolo dell'inquinamento atmosferico ed è in linea con gli orientamenti IPCC per il calcolo delle emissioni di gas a effetto serra.

COPERT 5 trae le sue origini da una metodologia sviluppata da un gruppo di lavoro che è stato istituito in modo esplicito a tale scopo nel 1989 (COPERT 85). Questo è stato poi seguito da versioni successive aggiornate, fino ad arrivare alla versione attuale che rappresenta una sintesi dei risultati delle varie attività su larga scala e progetti dedicati, quali:

- a) Progetti dedicati finanziati dal Centro comune di ricerca/Trasporti e l'Unità Qualità dell'aria;
- b) Programma annuale di lavoro del "European Topic Centre for Air Pollution and Climate Change Mitigation (ETC / ACM)";
- c) Programma di lavoro del "European Research Group on Mobile Emission Sources (Ermes)";
- d) Progetto MEET (Methodologies to Estimate Emissions from Transport), una Commissione Europea (DG VII) che ha promosso il progetto all'interno del 4 ° Framework Program (1996-1998);
- e) Il progetto particolato (Characterisation of Exhaust Particulate Emissions from Road Vehicles), una Commissione europea (DG Transport) PROGETTO nell'ambito del 5° Framework Program (2000-2003);
- f) Il progetto ARTEMIS (Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems), una Commissione europea (DG Trasporti) PROGETTO nell'ambito del 5° Framework Program (2000-2007);
- g) Il progetto congiunto JRC/CONCAWE/ACEA sull' evaporazione del carburante da veicoli a benzina (2005-2007)¹.

Attraverso alcuni dati di input, quali la composizione del parco veicolare circolante e la velocità media è possibile calcolare i fattori di emissioni corrispondenti per ogni tipologia di veicolo e per ogni inquinante considerato.

¹ Informazioni tratte dal sito <http://www.emisia.com>

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

La metodologia prevede che le emissioni siano calcolate usando una combinazione di dati tecnici e di "attività" quali il numero di veicoli circolanti, i chilometri percorsi, la velocità media, ecc. L'algoritmo utilizzato nella metodologia descrive le emissioni totali come la somma di due componenti:

- EHOT: sono le emissioni dovute al regime di funzionamento del motore così detto "a caldo";
- ECOLD: sono le emissioni legate al transitorio termico legato al funzionamento del motore così detto "a freddo".

Inoltre, le emissioni totali sono funzione anche delle diverse condizioni di moto. La metodologia distingue tre grandi famiglie: Urbana, Extraurbana e Autostradale.

L'algoritmo generale di calcolo è quindi definito come:

$$E_i = FE_{i,c} \cdot pc \cdot N_c$$

dove:

- E_i = emissione dell'inquinante in [g];
- $FE_{i,c}$ = fattore di emissione dell'inquinante/i per i veicoli di categoria c [g/km];
- pc = percorrenza media dei veicoli di categoria c [km];
- N_c = numero di veicoli di categoria c [-].

L'emissione totale lungo l'arco di strada considerata viene valutata sommando i singoli contributi valutati per ciascuna tipologia di veicolo. Le tipologie di veicolo sono: veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti, autovetture, autobus e motocicli.

5.2 AERMOD VIEW

Il modello di simulazione matematico relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera a cui si è fatto riferimento per le simulazioni, è il software AERMOD View, distribuito dalla Lakes Environmental, il quale, partendo dalle informazioni sulle sorgenti e sulle condizioni meteorologiche, fornisce la dispersione degli inquinanti in atmosfera e i relativi livelli di concentrazione al suolo.

AERMOD View incorpora i principali modelli di calcolo utilizzati dall'U.S. EPA attraverso un'interfaccia integrata. Tali modelli sono:

- AERMOD;
- ISCST3;
- ISC-PRIME.

In particolare, AERMOD è un modello di tipo Gaussiano (Steady-state Gaussian plume air dispersion model) basato su un modello di stabilità atmosferica di tipo "Planetary boundary layer theory"², che consente di valutare, attraverso algoritmi di calcolo, i fattori di deflessione degli edifi-

² AERMOD Tech Guide – Gaussian Plume Air Dispersion Model. Version 7.6

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

ci, i parametri di deposizione al suolo degli inquinanti, l'effetto locale dell'orografia del territorio ed in ultimo i calcoli relativi alle turbolenze meteorologiche.

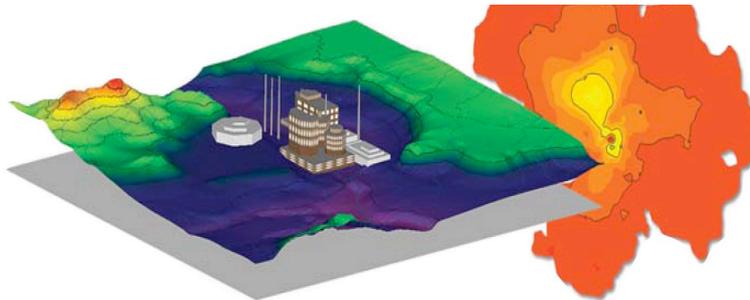


Figura 20 Aermoview Esempio di modellazione grafica 3D delle curve di isoconcentrazione

Il codice AERMOD è stato sviluppato dall'American Meteorological Society – EPA, quale evoluzione del modello gaussiano ISC3. La dispersione in atmosfera della sostanza inquinante è funzione delle condizioni di stabilità atmosferica dell'area di riferimento stessa³:

- strato limite dell'atmosfera stabile: la distribuzione è di tipo gaussiano sia in direzione orizzontale che in direzione verticale;
- strato limite dell'atmosfera instabile: la distribuzione è di tipo gaussiano in direzione orizzontale e bi-gaussiano in direzione verticale.

Tale impostazione supera le tipologie di modelli precedenti (ISC3) permettendo di superare i limiti dei modelli gaussiani, i quali non erano in grado di simulare, in maniera sufficientemente rappresentativa, le condizioni di turbolenza dello strato limite atmosferico. Il codice prende in considerazione diversi tipi di sorgente:

- puntuali;
- lineari;
- areali;
- volumiche.

Per ognuna di tali sorgenti il modello fa corrispondere un diverso algoritmo di calcolo delle concentrazioni. Il modello, pertanto, calcola il contributo di ciascuna sorgente nel dominio d'indagine, in corrispondenza dei punti ricettori i quali possono essere punti singoli, o una maglia di punti con passo definito dall'utente.

In ultimo il modello si avvale di due ulteriori modelli per la valutazione degli input meteorologici e territoriali. Il primo modello, AERMET, consente di elaborare i dati meteorologici rappresentativi dell'area d'intervento, al fine di calcolare i parametri di diffusione dello strato limite atmosferico. Esso permette, pertanto, ad AERMOD di ricavare i profili verticali delle variabili meteorologiche più influenti. Il secondo modello, AERMAP, invece, consente di elaborare le caratteristiche orografiche del territorio in esame.

³ US EPA, User Guide for the AMS EPA regulatory model AERMOD – USA (2004)

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

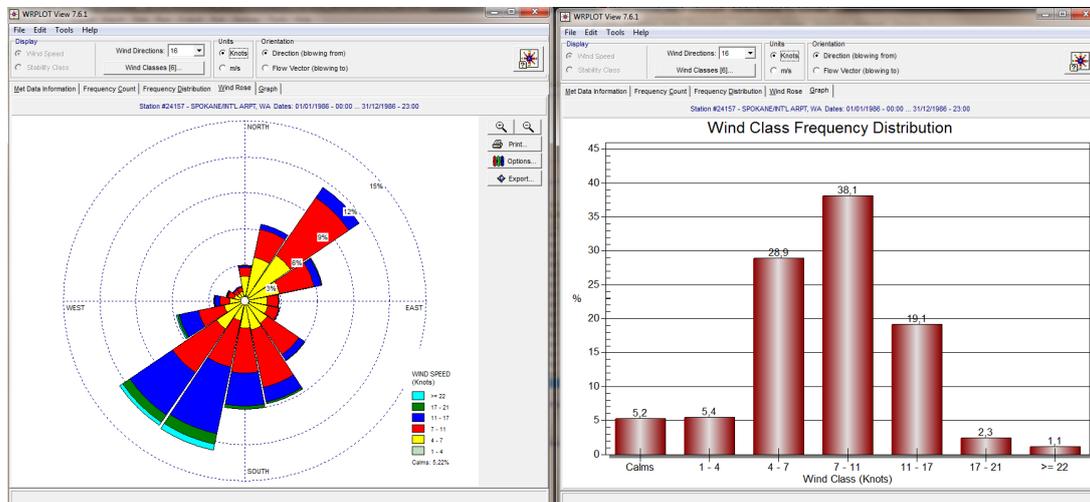


Figura 21 Esempio di applicazione del modulo AERMET

Come accennato, l'output del modello è rappresentato dalla valutazione delle concentrazioni di inquinanti in riferimento ai ricettori scelti. Qualora si scelga di rappresentare i risultati attraverso una maglia, il software, grazie ad algoritmi di interpolazione è in grado di ricostruire le curve di isoconcentrazione, al fine di determinare una mappa di isoconcentrazione degli inquinanti.

Per maggiore chiarezza si può fare riferimento ad una struttura semplificata dell'intero processo di simulazione del software che può essere rimandata a due famiglie di parametri:

- parametri territoriali;
- parametri progettuali.

La prima famiglia di parametri è rappresentata da tutti i parametri propri del territorio ed in particolare i parametri meteorologici ed i parametri orografici. È evidente come tali parametri possano essere assunti costanti nel tempo, per quello che riguarda la parte orografica, e come invece debbano essere considerati variabili nel tempo, anche se affetti da un andamento periodico, i parametri meteorologici.

Questi due parametri, computati in maniera contemporanea, determinano le modalità di diffusione, definendo, ad esempio, i diversi campi di vento a cui è sottoposta l'area in esame nei diversi periodi dell'anno.

La seconda famiglia di parametri, definisce, invece, il quadro "Emissivo" del progetto, ovvero definisce tutti i fattori di emissione relativi alle differenti attività effettuate all'interno del processo realizzativo dell'opera.

Una volta stimate le due famiglie di parametri, il modello di simulazione ne analizza le diverse correlazioni possibili, andando a valutare gli effetti relativi alla presenza della sorgente atmosferica i-esima situata in un'area territoriale e attiva in uno specifico arco temporale, considerando le condizioni meteorologiche relative alla stessa area e nello stesso arco temporale, definendo le curve di isoconcentrazione necessarie alle valutazioni degli impatti dell'opera sui ricettori sensibili.

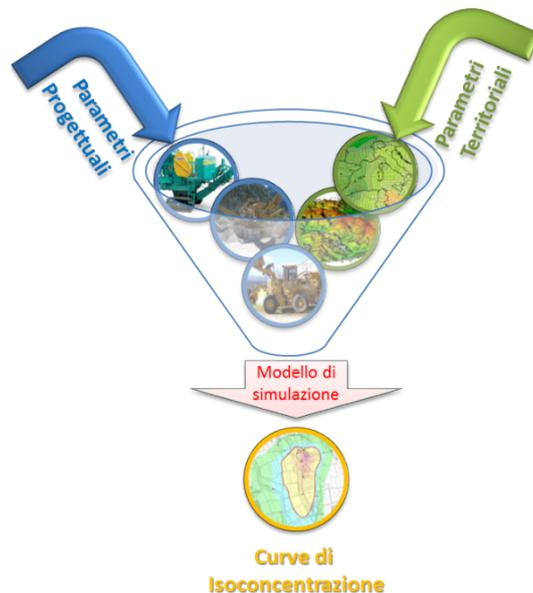


Figura 22 Definizione logica del modello adottato

6 LO SCENARIO DI ESERCIZIO ATTUALE: ANALISI DELLE CONCENTRAZIONI

Di seguito vengono descritte le analisi eseguite al fine di valutare lo stato attuale in termini di emissioni dovute al traffico stradale.

6.1 AERMOD VIEW: GLI INPUT TERRITORIALI

6.1.1 Gli Input Orografici

Il software Aermid View, grazie al processore territoriale AERMAP, permette di configurare essenzialmente tre tipologie di territorio così come mostrato nella figura seguente.

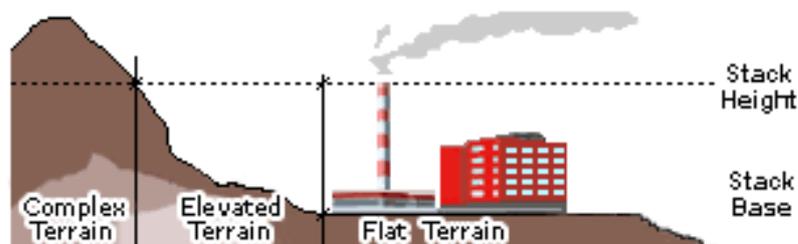


Figura 23 Tipologie di configurazioni territoriali

Con riferimento all'area in esame, attraversata dall'infrastruttura attuale, si è adottata una conformazione del territorio di tipo "elevated terrain". Infatti, nel caso in esame, il terreno è di fondamentale importanza: di seguito si riporta perciò l'andamento orografico restituito dal processore AERMAP.

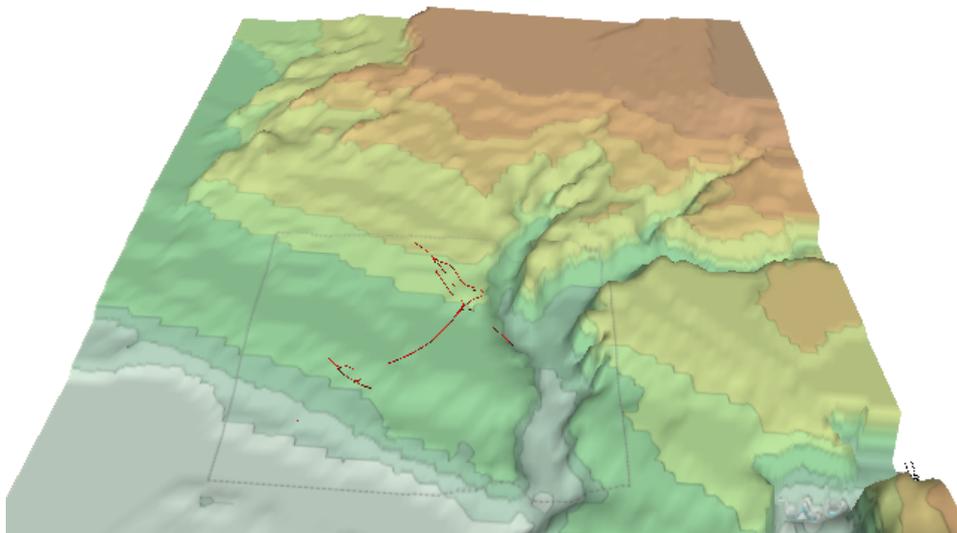


Figura 24 Terreno 3D

6.1.2 Gli Input Meteorologici

Uno degli input fondamentali per l'analisi delle concentrazioni degli inquinanti in atmosfera è il dato meteo. Per ricreare lo scenario diffusivo caratteristico del sito simulato è stato necessario costruire adeguati file meteorologici in formati compatibili con il preprocessore meteorologico utilizzato dal modello di simulazione Aermid, denominato Aermid View

I file meteorologici necessari sono due, uno descrittivo delle condizioni meteorologiche registrate al suolo nel sito di studio, l'altro descrittivo dell'andamento verticale dei principali parametri meteorologici.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i dati meteo monitorati dalla stazione di rilevamento meteorologica descritta precedentemente, al Par. 3.2, per la costruzione del primo file suddetto, mentre i dati profilometrici sono stati calcolati attraverso l'applicazione del "Upper Air Estimator" 4 sviluppato dalla Lakes Environmental. Tale strumento consente di fornire, attraverso leggi di regressione, il profilo meteorologico in quota. Tale sistema è riconosciuto dalla FAA5 ed alcune analisi sperimentali hanno dimostrato una buona approssimazione tra le concentrazioni stimate a partire dai dati in quota rispetto a quelle stimate attraverso l'uso dell'Upper Air Estimator.

4 Worldwide Data Quality Effects on PBL Short-Range Regulatory Air Dispersion Models - Jesse L. Thé, Russell Lee, Roger W. Brode

5 http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/apl/research/models/edms_model/

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Dai dati grezzi descritti al Par. 3.2, attraverso il tool “File maker” presente su AERMET, sono stati costruiti i file compatibili col preprocessore Aermet View: in particolare il file descrittivo dei parametri al suolo è stato realizzato in formato “SAMSON”. Tale file contiene la descrizione delle condizioni meteorologiche al suolo caratterizzanti i giorni di cui si voglia studiare la dispersione.

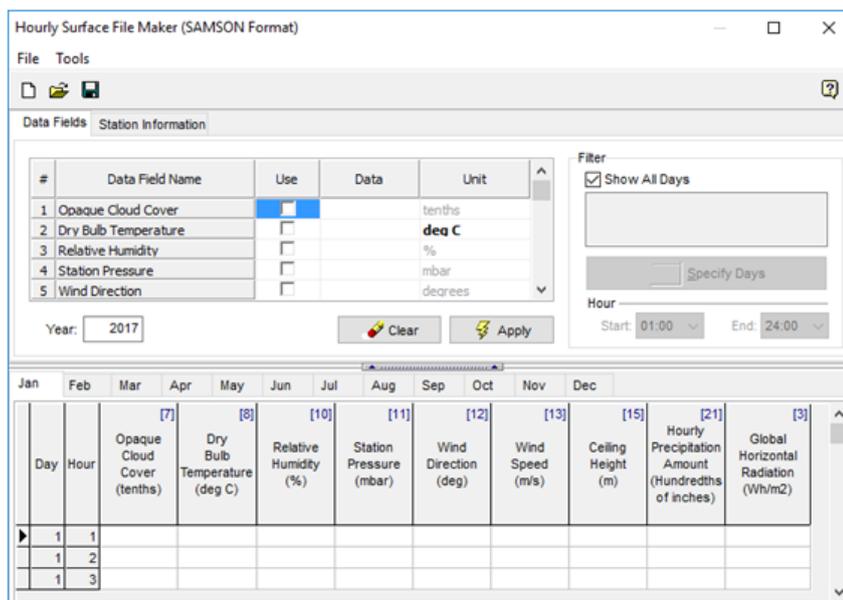


Figura 25 Esempio del tool File Maker

18	1	1	1	0	0	0	0	?	0	?	0	?	10	10	-7.2	-8.3	92
930	180	3.6	11.3	240	999999999	9	99999.	20	0	0							
18	1	1	2	0	0	0	?	0	?	0	?	10	10	-7.2	-8.3	92	
930	130	1.5	16.1	120	999999999	9	99999.	20	0								
18	1	1	3	0	0	0	?	0	?	0	?	10	10	-7.2	-7.8	96	
929	0	0.0	11.3	120	999999999	9	99999.	20	0								

Figura 26 Esempio di alcune righe di un file scritto in formato “SAMSON”

I dati grezzi descritti e commentati precedentemente sono quindi stati riorganizzati nel formato “SAMSON”, che caratterizza le condizioni superficiali con intervalli di 60 minuti.

Per leggere il file, il software associa ad ogni posizione di un carattere all’interno della stringa di testo un preciso significato; di seguito viene indicato il significato di ogni cifra a seconda della casella che occupa:

- 001: indica l’anno che si sta considerando; l’esempio riguarda l’anno 2018 che viene indicato con le ultime due cifre “18”;
- 002-003: viene specificato il mese, nell’esempio siamo a gennaio: “1”;
- 005-006: anche il giorno viene indicato con due cifre, nell’esempio siamo al primo giorno di gennaio: “01”;
- 008-009: si specifica l’ora;

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- 024-027: rappresentano la radiazione globale orizzontale espressa in Wh/m²
- 051-052: specificano la copertura nuvolosa opaca con valori che vanno da 0 a 10
- 054-055: indicano la temperatura, espressa in gradi Celsius
- 066-068: denotano l'umidità relativa in %
- 070-073: indicano la pressione della stazione
- 075-077: rappresentano la direzione del vento espressa in gradi, in cui N=0 o 360, E=90, S=180, W=270
- 078-082: specificano la velocità del vento, espressa in m/s
- 089-088: viene indicata l'altezza a cui si trovano le nuvole, espressa in metri;
- 124-130: denotano i mm di precipitazione caduti in un'ora.

6.2 AERMOD VIEW: GLI INPUT PROGETTUALI

6.2.1 Area di studio e infrastruttura di progetto

È stato analizzato lo scenario ante operam prendendo in considerazione gli assi stradali esistenti, come rappresentato in rosso in Figura 27.



Figura 27 Tratto di SS12 ante operam

6.2.2 *Metodologia Di Analisi Per Il Calcolo Dei Fattori Di Emissione*

Parte centrale del metodo di stima delle concentrazioni è la definizione dei fattori di emissione. La metodologia all'interno del modello Copert lega i fattori di emissione alla velocità media tenuta dai veicoli, attraverso leggi di regressione determinate empiricamente. Tali equazioni dipendono dal veicolo considerato, in termini di legislazione emissiva e tipologia di veicolo (autoveicolo, veicolo commerciale, cilindrata o peso del mezzo ecc.).

Nel caso in esame pertanto, una volta stimata la composizione del parco veicolare circolante è stato poi valutato, attraverso Copert, un fattore di emissione per ciascuna categoria di veicoli, aggregando nei veicoli leggeri gli autoveicoli, motocicli e i veicoli commerciali leggeri, mentre nei veicoli pesanti i veicoli industriali pesanti, i trattori stradali e gli autobus.

A tali categorie sono quindi state associate velocità differenti e fattori di emissione differenti. Effettuando poi la media pesata di tali valori è stato possibile determinare il fattore di emissione medio per la descrizione del parco veicolare complessivo. Il fattore di emissione rappresenta uno degli input di base del software Aermod View, utilizzato per valutare le concentrazioni di inquinanti in atmosfera.

6.2.3 *Composizione Del Parco Veicolare Circolante*

Uno degli elementi fondamentali per il calcolo delle emissioni è la caratterizzazione del parco veicolare in termini di tipologia di veicoli e di numerosità. 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 alla provincia di Reggio Calabria.

Il documento che si è 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 il parco veicolare 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.

Al fine di assumere un dato sufficientemente significativo e cautelativo si è scelto di far riferimento alla suddivisione provinciale del parco veicolare "Provincia Reggio Calabria".

Le tipologie veicolari che sono state considerate riguardano:

- autovetture, distinte per tipologia di alimentazione;
- veicoli commerciali leggeri, distinti per tipologia di alimentazione;
- veicoli commerciali pesanti, distinti per tipologia di alimentazione;
- trattori stradali, distinti per tipologia di alimentazione;

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- autobus, distinti per tipologia di alimentazione.

PARCO VEICOLARE PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA						
AUTOVETTURE	Benzina	LPG Bifuel	CNG Bifuel	diesel	Ibrida benzina	Ibrida gasolio
EURO 0	48239	2196	82	11786	0	0
EURO 1	13131	816	30	4084	0	0
EURO 2	31447	1176	78	12947	0	0
EURO 3	24272	474	64	27714	0	0
EURO 4	30335	3644	477	58845	11	0
EURO 5	10532	1610	594	33472	130	6
EURO 6	13017	1532	297	28320	840	50
VEICOLI COMMERCIALI LEGGERI	Benzina	LPG Bifuel	CNG Bifuel	diesel	Ibrida benzina	Ibrida gasolio
EURO 0	3611	52	5	15233	0	0
EURO 1	508	8	5	3617	0	0
EURO 2	1246	16	4	5823	0	0
EURO 3	309	12	6	7240	0	0
EURO 4	153	95	41	5557	0	0
EURO 5	84	25	76	2543	0	0
EURO 6	42	21	24	1385	0	0
VEICOLI COMMERCIALI PESANTI	Benzina	LPG Bifuel	CNG Bifuel	diesel	Ibrida benzina	Ibrida gasolio
EURO 0	62	7	0	1919	0	0
EURO 1	34	1	0	437	0	0
EURO 2	39	1	0	849	0	0
EURO 3	34	1	0	1291	0	0
EURO 4	13	10	0	625	0	0
EURO 5	8	2	0	748	0	0
EURO 6	2	2	0	444	0	0
MOTOCICLI	Benzina	LPG Bifuel	CNG Bifuel	diesel	Ibrida benzina	Ibrida gasolio
EURO 0	9142	0	6	0	0	0
EURO 1	9484	0	0	11	0	0
EURO 2	7090	0	0	12	1	0
EURO 3	12268	0	0	0	0	0
EURO 4	2639	0	0	0	0	0
EURO 5	0	0	0	0	0	0
EURO 6	0	0	0	0	0	0
AUTOBUS	Benzina	LPG Bifuel	CNG Bifuel	diesel	Ibrida benzina	Ibrida gasolio
EURO 0	7	0	0	289	0	0
EURO 1	1	0	0	53	0	0
EURO 2	1	0	0	164	0	0
EURO 3	0	0	0	284	0	0
EURO 4	0	0	0	93	0	0
EURO 5	0	0	3	155	0	0

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

PARCO VEICOLARE PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA						
AUTOVETTURE	Benzina	LPG Bifuel	CNG Bifuel	diesel	Ibrida benzina	Ibrida gasolio
EURO 6	0	0	0	139	0	0

Tabella 9 Parco veicolare provincia di Reggio Calabria

6.2.4 Volumi Del Traffico Circolante

Il dettaglio dei flussi, che riguarda la distinzione in veicoli leggeri, veicoli pesanti, negli scenari di studio relativamente ai singoli archi stradali e ai versi di percorrenza, è riportato nello Studio Trasportistico.

Si riporta in Tabella 10 la sintesi dei dati per quanto riguarda i flussi di traffico circolanti sull'infrastruttura attuale di riferimento presa in esame.

Scenario Attuale - Anno 2022	Traffico Giornaliero Medio Annuo		
Tratta	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
18433	1261	430	1691
18393	7255	154	7409
18452	15042	2047	17089

Tabella 10 Flussi di traffico – configurazione attuale

6.2.5 I Fattori Di Emissione

Come definito nei paragrafi precedenti, dalla conoscenza della tipologia di parco veicolare circolante e dalla velocità è stato possibile determinare un fattore di emissione per ogni inquinante.

In particolare, una volta analizzato il parco veicolare presente, si è ricavata la percentuale di ogni tipologia di veicolo, da cui sono stati ricavati i traffici orari medi (TOM) mostrati in Tabella 11.

A questo punto si è proceduto al calcolo del fattore di emissione per ciascun inquinante (Tabella 12): esso è il risultato della media pesata tra i fattori di emissione della singola tipologia di veicoli (dato calcolato tramite Copert) e i TOM, precedentemente calcolati.

Per la configurazione attuale nelle seguenti tabelle sono riportati:

- i traffici orari derivanti dallo studio del traffico e adattati sulle classi veicolari utilizzate per il calcolo delle emissioni;
- i fattori di emissione pesati sui traffici orari specifici per ogni inquinante, espressi in g/km*veic (Tabella 12) e in g/km*s (Tabella 13).

Strada	Traffico leggero			Traffico pesante	
	T.O.M. auto- vetture [veh/h]	T.O.M. mo- toci- cicli [veh/h]	T.O.M. veicoli comm. leggeri [veh/h]	T.O.M. veicoli comm. pesanti [veh/h]	T.O.M. autobus [veh/h]

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

18433	42	5	6	15	3
18393	243	27	32	5	1
18452	504	57	66	72	13

Tabella 11 Transiti orari per classe veicolare e velocità media – configurazione attuale

Strada	NOx g/(km*veic)	PM10 g/(km*veic)	PM2.5 g/(km*veic)	CO g/(km*veic)	BENZENE g/(km*veic)
18433	1,672	0,097	0,075	1,551	0,002
18393	0,700	0,051	0,038	1,402	0,002
18452	1,368	0,069	0,061	1,877	0,002

Tabella 12 Fattori di emissione pesati - configurazione attuale

Strada	NOx g/(km*s)	PM10 g/(km*s)	PM2.5 g/(km*s)	CO g/(km*s)	BENZENE g/(km*s)
18433	0,03273	0,00189	0,00147	0,03036	0,00004
18393	0,06003	0,00434	0,00329	0,12020	0,00021
18452	0,27066	0,01358	0,01199	0,37130	0,00043

Tabella 13 Emissioni attuali per km di strada - configurazione attuale

Sulla base dei traffici forniti dallo studio trasportistico, conoscendo le percentuali di veicoli leggeri e pesanti circolanti sul tratto stradale, è stato possibile pesare i fattori di emissione sopra riportati, calcolando, un fattore di emissione medio.

Il dato è stato, poi, ricondotto a g/s, per poter essere inserito nel software Aermod. Per quanto riguarda i fattori di emissione medi, si è riportato il dato in g/s attraverso il prodotto con la lunghezza del tratto di appartenenza e del dato di traffico giornaliero medio.

6.2.6 La maglia di calcolo

È stata individuata una maglia di calcolo comprendente l'area prossima alla viabilità di riferimento, finalizzata alla rappresentazione grafica delle curve di isoconcentrazione e alla valutazione complessiva della dispersione degli inquinanti nell'atmosfera.

La maglia di punti è costituita da 1295 punti 70 m x 70 m, così come riportato nella Figura 28.

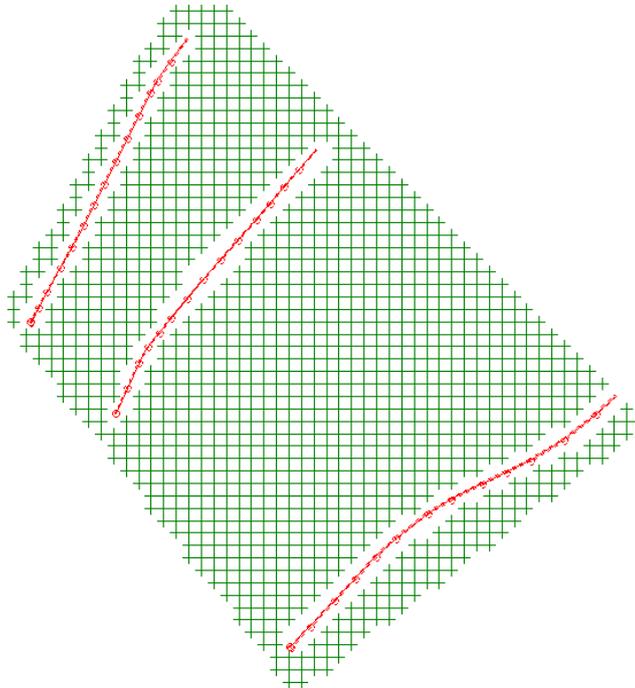


Figura 28 Rappresentazione grafica maglia di punti

6.3 I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI

Dopo aver completato la fase di modellazione dell'input, è stato possibile ottenere l'output del modello, il quale ha permesso di determinare i livelli di concentrazione relativi ai principali inquinanti generati dalla sorgente stradale allo stato attuale.

In particolare, vengono riportati i valori relativi a:

- Ossidi di Azoto NO_x- mediazione annua;
- Ossidi di Azoto NO_x- mediazione oraria
- Monossido di Carbonio CO;
- Particolato PM₁₀- mediazione annua;
- Particolato PM₁₀-mediazione giornaliera;
- Particolato PM_{2.5};
- Benzene C₆H₆.

7 LO SCENARIO OPZIONE ZERO: ANALISI DELLE CONCENTRAZIONI

Di seguito vengono descritte le analisi eseguite al fine di valutare l'opzione zero in termini di emissioni dovute al traffico stradale. L'opzione zero è la situazione di non progetto, che corrisponde alla rappresentazione della rete stradale esistente, ma all'orizzonte temporale di progetto, cioè l'anno 2037, senza però la realizzazione dell'infrastruttura di progetto. A questo scenario normalmente corrispondono, sulla rete viaria esistente, flussi di traffico maggiori rispetto alla situazione ante operam per il trend generale di crescita del traffico che si manifesta nel bacino di influenza del progetto.

7.1 AERMOD VIEW: GLI INPUT TERRITORIALI

7.1.1 Gli Input Orografici

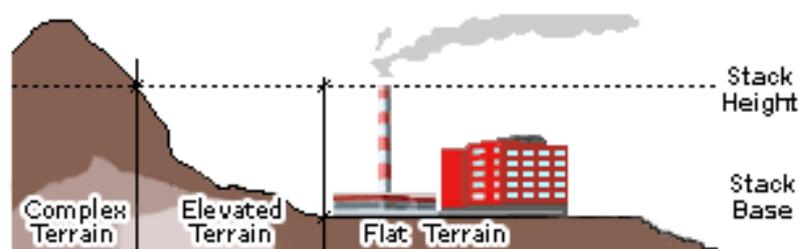


Figura 29 Tipologie di configurazioni territoriali

Con riferimento all'area in esame, anche per l'opzione zero si è adottata una conformazione del territorio di tipo "elevated terrain".

7.1.2 Gli Input Meteorologici

Il secondo input principale per l'applicazione del modello di simulazione in Aermot è il dato meteorologico. Al fine di realizzare un dato compatibile con il preprocessore Aermot, il dato grezzo derivante dal bollettino per la centralina di Capo Vaticano è stato elaborato e trasformato in formato SAMSON. Pertanto, come dato meteorologico di riferimento per le simulazioni dello scenario di non progetto sono stati considerati gli stessi dati utilizzati per lo stato attuale, in quanto non è possibile prevedere come saranno le condizioni meteorologiche future.

7.2 AERMOD VIEW: GLI INPUT PROGETTUALI

7.2.1 Area di studio e infrastruttura di progetto

Per l'area di studio si può far riferimento a quella dell'ante operam.

7.2.2 Metodologia Di Analisi Per Il Calcolo Dei Fattori Di Emissione

Come già esplicitato nell'analisi dello scenario attuale, parte centrale del metodo di stima delle concentrazioni è la definizione dei fattori di emissione. La metodologia all'interno del modello Copert lega i fattori di emissione alla velocità media tenuta dai veicoli, attraverso leggi di regressione determinate empiricamente. Tali equazioni dipendono dal veicolo considerato, in termini di legislazione emissiva e tipologia di veicolo (autoveicolo, veicolo commerciale, cilindrata o peso del mezzo ecc.).

Nel caso in esame pertanto, una volta stimata la composizione del parco veicolare futuro è stato poi valutato, attraverso Copert, un fattore di emissione per ciascuna categoria di veicoli, aggregando nei veicoli leggeri gli autoveicoli, motocicli e i veicoli commerciali leggeri, mentre nei veicoli pesanti i veicoli industriali pesanti, i trattori stradali e gli autobus.

A tali categorie sono quindi state associate velocità differenti e fattori di emissione differenti. Effettuando poi la media pesata di tali valori è stato possibile determinare il fattore di emissione medio per la descrizione del parco veicolare complessivo.

7.2.3 Composizione Del Parco Veicolare Circolante

La stima relativa alla composizione del parco macchine futuro è problematica, perché oggi non si conoscono ancora le normative relative alle emissioni dei veicoli. Si è scelto di non variare il parco macchine utilizzato per lo scenario di progetto rispetto a quello utilizzato nello scenario attuale. Questa ipotesi è decisamente cautelativa poiché sovrastima le emissioni veicolari non tenendo conto dell'aggiornamento e del minor impatto ambientale dei futuri veicoli.

Le tipologie veicolari 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 tipologia di alimentazione.

Le analisi ed i dati sono riportate in Tabella 9.

7.2.4 Volumi Del Traffico Circolante

Come già detto precedentemente, i flussi di traffico nell'opzione zero sono maggiori rispetto alla situazione ante operam per il trend generale di crescita del traffico che si manifesta nel bacino di influenza del progetto.

Si riporta in Tabella 14 la sintesi di tali dati di traffico.

Scenario Opzione zero - Anno 2037	Traffico Giornaliero Medio Annuo
-----------------------------------	----------------------------------

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Tratta	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
18433	1261	430	1691
18393	7254	154	7408
18452	15042	2048	17090

Tabella 14 Flussi di traffico – opzione zero

7.2.5 I Fattori Di Emissione

Come definito nei paragrafi precedenti, dalla conoscenza della tipologia di parco veicolare circolante è stato possibile determinare un fattore di emissione per ogni inquinante.

In particolare, una volta analizzato il parco veicolare presente, si è ricavata la percentuale di ogni tipologia di veicolo, da cui sono stati ricavati i traffici orari medi (TOM) mostrati in Tabella 15.

A questo punto si è proceduto al calcolo del fattore di emissione per ciascun inquinante: esso è il risultato della media pesata tra i fattori di emissione della singola tipologia di veicoli (dato calcolato tramite Copert) e i TOM, precedentemente calcolati.

Per la configurazione attuale nelle seguenti tabelle sono riportati:

- i traffici orari derivanti dallo studio del traffico e adattati sulle classi veicolari utilizzate per il calcolo delle emissioni (Tabella 15);
- i fattori di emissione pesati sui traffici orari specifici per ogni inquinante, espressi in g/km*veic (Tabella 16 Fattori di emissione pesati – opzione zero) e in g/km*s (Tabella 17).

Strada	Traffico leggero			Traffico pesante	
	T.O.M. auto- vetture [veh/h]	T.O.M. mo- tocieli [veh/h]	T.O.M. veicoli comm. leggeri [veh/h]	T.O.M. veicoli comm. pesanti [veh/h]	T.O.M. autobus [veh/h]
18433	42	5	6	15	3
18393	243	27	32	5	1
18452	504	57	66	72	13

Tabella 15 Transiti orari per classe veicolare e velocità media – opzione zero

Strada	NOx g/(km*veic)	PM10 g/(km*veic)	PM2.5 g/(km*veic)	CO g/(km*veic)	BENZENE g/(km*veic)
18433	1,672	0,097	0,075	1,551	0,002
18393	0,700	0,051	0,038	1,402	0,002
18452	1,369	0,069	0,061	1,877	0,002

Tabella 16 Fattori di emissione pesati – opzione zero

Strada	NOx g/(km*s)	PM10 g/(km*s)	PM2.5 g/(km*s)	CO g/(km*s)	BENZENE g/(km*s)
--------	-----------------	------------------	-------------------	----------------	---------------------

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

18433	0,03273	0,00189	0,00147	0,03036	0,00004
18393	0,06003	0,00434	0,00329	0,12018	0,00021
18452	0,27071	0,01358	0,01199	0,37131	0,00043

Tabella 17 Emissioni attuali per km di strada – opzione zero

Sulla base dei traffici forniti dallo studio trasportistico, conoscendo le percentuali di veicoli leggeri e pesanti circolanti sul tratto stradale, è stato possibile pesare i fattori di emissione sopra riportati, calcolando, un fattore di emissione medio.

Il dato è stato, poi, ricondotto a g/s, per poter essere inserito nel software Aermod. Per quanto riguarda i fattori di emissione medi, si è riportato il dato in g/s attraverso il prodotto con la lunghezza del tratto di appartenenza e del dato di traffico giornaliero medio.

7.2.6 La maglia di calcolo

Per le simulazioni dell'opzione zero si è utilizzata la medesima griglia di calcolo dell'ante operam, come già esposto nel Paragrafo 6.2.6.

7.3 I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI

Dopo aver completato la fase di modellazione dell'input, è stato possibile ottenere l'output del modello, il quale ha permesso di determinare i livelli di concentrazione relativi ai principali inquinanti generati dalla sorgente stradale allo scenario opzione zero.

In particolare, vengono riportati i valori relativi a:

- Ossidi di Azoto NOx- mediazione annua;
- Ossidi di Azoto NOx- mediazione oraria
- Monossido di Carbonio CO;
- Particolato PM10- mediazione annua;
- Particolato PM10-mediazione giornaliera;
- Particolato PM2.5;
- Benzene C6H6.

8 LO SCENARIO DI ESERCIZIO DI PROGETTO: ANALISI DELLA CONCENTRAZIONI

Di seguito vengono descritte le analisi eseguite al fine di valutare lo stato di progetto in termini di emissioni dovute al traffico stradale.

8.1 AERMOD VIEW: GLI INPUT TERRITORIALI

8.1.1 Gli Input Orografici

Come già evidenziato nell'analisi dello scenario attuale, uno degli input principali per l'applicazione del modello di simulazione in Aermid è il dato orografico. Il software Aermid View, grazie al processore territoriale AERMAP, permette di configurare essenzialmente tre tipologie di territorio così come mostrato in Figura 30.

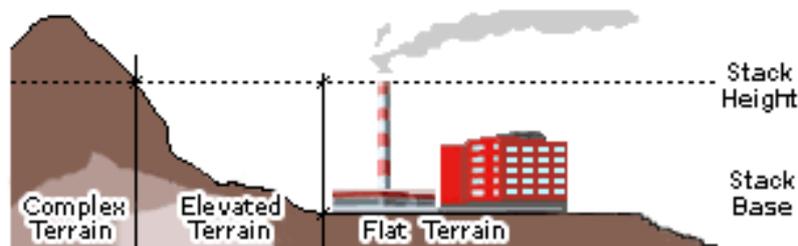


Figura 30 Tipologie di configurazioni territoriali

Con riferimento all'area in esame, anche per lo scenario di progetto si è adottata una conformazione del territorio di tipo "Elevated terrain".

8.1.2 Gli Input Meteorologici

Il secondo input principale per l'applicazione del modello di simulazione in Aermid è il dato meteorologico. Al fine di realizzare un dato compatibile con il preprocessore Aermid, il dato grezzo derivante dal bollettino per la centralina di Capo Vaticano è stato elaborato e trasformato in formato SAMSON. Pertanto, come dato meteorologico di riferimento per le simulazioni dello scenario di progetto sono stati considerati gli stessi dati utilizzati per lo stato attuale, in quanto non è possibile prevedere come saranno le condizioni meteoroclimatiche future.

8.2 AERMOD VIEW: GLI INPUT PROGETTUALI

8.2.1 L'infrastruttura Di Progetto

È prevista la realizzazione di una nuova infrastruttura stradale, rappresentata in Figura 31.



Figura 31 Infrastruttura di progetto

8.2.2 Metodologia Di Analisi Per Il Calcolo Dei Fattori Di Emissione

Come già esplicitato precedentemente, parte centrale del metodo di stima delle concentrazioni è la definizione dei fattori di emissione. La metodologia all'interno del modello Copert lega i fattori di emissione alla velocità media tenuta dai veicoli, attraverso leggi di regressione determinate empiricamente. Tali equazioni dipendono dal veicolo considerato, in termini di legislazione emissiva e tipologia di veicolo (autoveicolo, veicolo commerciale, cilindrata o peso del mezzo ecc.).

Nel caso in esame pertanto, una volta stimata la composizione del parco veicolare futuro è stato poi valutato, attraverso Copert, un fattore di emissione per ciascuna categoria di veicoli, aggregando nei veicoli leggeri gli autoveicoli, motocicli e i veicoli commerciali leggeri, mentre nei veicoli pesanti i veicoli industriali pesanti, i trattori stradali e gli autobus.

A tali categorie sono quindi state associate velocità differenti e fattori di emissione differenti. Effettuando poi la media pesata di tali valori è stato possibile determinare il fattore di emissione medio per la descrizione del parco veicolare complessivo.

8.2.3 Composizione Del Parco Veicolare Circolante

La stima relativa alla composizione del parco macchine futuro è problematica, perché oggi non si conoscono ancora le normative relative alle emissioni dei veicoli. Si è scelto di non variare il

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

parco macchine utilizzato per lo scenario di progetto rispetto a quello utilizzato nello scenario attuale. Questa ipotesi è decisamente cautelativa poiché sovrastima le emissioni veicolari non tenendo conto dell'aggiornamento e del minor impatto ambientale dei futuri veicoli.

Le tipologie veicolari 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 tipologia di alimentazione.

Le analisi ed i dati sono riportate in Tabella 9.

8.2.4 Le sorgenti simulate

La modellazione in AERMOD view dello stato di progetto è avvenuta attraverso la simulazione di sorgenti lineari in grado di riprodurre l'emissione stradale, avendo avuto cura di porre l'asse stradale alle quote così come indicate nel progetto. Inoltre, laddove il progetto si sviluppa in galleria, la strada emette solo in prossimità degli imbocchi della stessa, simulati attraverso due sorgenti areali. In questo caso il coefficiente emissivo è stato calcolato considerando la lunghezza del tunnel ed è stato poi inserito negli imbocchi (metà da una parte e metà dall'altra).



STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

8.2.5 Volumi Del Traffico Circolante

Nel presente paragrafo si forniscono i dati progettuali utilizzati per la stima dei fattori di emissione e per il calcolo delle concentrazioni. Il dato utilizzato per la valutazione dello stato di progetto è accompagnato da una proiezione al 2037 del traffico previsto.

ScENARIO DI PROGETTO	TRAFFICO GIORNALIERO MEDIO ANNUO		
TRATTA	Veicoli Leggeri	Veicoli Pesanti	Veicoli Totali
18394	470	76	546
18395	7164	476	7640
18396	7808	325	8133
18397	5361	391	5752
18398	383	67	450
18399	1671	133	1804
18400	736	250	986
18401	424	69	493
18432	3830	173	4003
18459	8187	559	8746
18441	24	12	36
18448	6480	708	7188
GALLERIA 1	6480	708	7188
GALLERIA 2	6480	708	7188
18449	4269	511	4780
18451	4293	523	4816
18452	18324	2755	21079
18456	6504	720	7224
18460	22439	3122	25561
18414	1155	35	1190
18427	8389	290	8679
18428	3976	190	4166
18429	95	1	96
18430	146	17	163
18458	14735	2600	17335
18436	2211	197	2408
18453	4115	367	4482
18431	14494	2581	17075
Rotonda 1 (R1)	4269	511	4780
Rotonda 2 (R2)	8389	290	8679
Rotonda 3 (R3)	7164	476	7640

Tabella 18 Flussi di traffico – configurazione di progetto

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

8.2.6 I Fattori Di Emissione

Come definito nei paragrafi precedenti, dalla conoscenza della tipologia di parco veicolare circolante e dalla velocità è stato possibile determinare un fattore di emissione per ogni inquinante. In particolare, una volta analizzato il parco veicolare in previsione al 2037, si è ricavata la percentuale di veicoli per ogni tipologia, da cui si sono ottenuti i traffici orari. Infine si è effettuata una media pesata tra i TOM e il valore di emissione (dato calcolato tramite Copert), ottenendo un unico fattore di emissione per ciascun inquinante.

Come per lo scenario attuale e l'opzione zero, per la configurazione di progetto, nelle seguenti tabelle sono riportati:

- i traffici orari derivanti dallo studio del traffico e adattati sulle classi veicolari utilizzate per il calcolo delle emissioni (Tabella 19);
- i fattori di emissione pesati sui traffici orari specifici per ogni inquinante, espressi in g/km*veic (Tabella 20) e in g/km*s (

Tratta	NOx g/(km*s)	PM10 g/(km*s)	PM2.5 g/(km*s)	CO g/(km*s)	BENZENE g/(km*s)
18394	0,00793	0,00053	0,00041	0,01176	0,00001
18395	0,07595	0,00567	0,00440	0,14626	0,00021
18396	0,07194	0,00567	0,00441	0,15682	0,00022
18397	0,06824	0,00372	0,00329	0,10095	0,00015
18398	0,00677	0,00045	0,00034	0,00966	0,00001
18399	0,01991	0,00150	0,00114	0,03973	0,00005
18400	0,02034	0,00121	0,00094	0,02042	0,00002
18401	0,00718	0,00048	0,00037	0,01062	0,00001
18432	0,03767	0,00306	0,00231	0,08905	0,00011
18459	0,10230	0,00562	0,00497	0,15375	0,00023
18441	0,00084	0,00005	0,00004	0,00063	0,00000
18448	0,09431	0,00494	0,00435	0,12464	0,00019
GALLERIA 1	0,09431	0,00494	0,00435	0,12464	0,00019
GALLERIA 2	0,09431	0,00494	0,00435	0,12464	0,00019
18449	0,05797	0,00397	0,00308	0,09019	0,00012
18451	0,05881	0,00401	0,00311	0,09082	0,00012
18452	0,34285	0,01703	0,01502	0,45521	0,00053
18456	0,08505	0,00589	0,00457	0,13662	0,00019
18460	0,40720	0,02039	0,01800	0,55465	0,00064
18414	0,01032	0,00087	0,00066	0,02659	0,00003
18427	0,07398	0,00594	0,00461	0,16770	0,00024
18428	0,03974	0,00321	0,00242	0,09260	0,00011
18429	0,00074	0,00007	0,00005	0,00216	0,00000

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

<i>Tratta</i>	<i>NOx g/(km*s)</i>	<i>PM10 g/(km*s)</i>	<i>PM2.5 g/(km*s)</i>	<i>CO g/(km*s)</i>	<i>BENZENE g/(km*s)</i>
18430	0,00207	0,00015	0,00011	0,00355	0,00000
18458	0,29502	0,01440	0,01269	0,37032	0,00042
18436	0,02762	0,00205	0,00156	0,05289	0,00006
18453	0,05143	0,00381	0,00290	0,09843	0,00012
18431	0,29138	0,01421	0,01252	0,36452	0,00042
R1	0,05797	0,00397	0,00308	0,09019	0,00012
R2	0,07398	0,00594	0,00461	0,16770	0,00024
R3	0,07595	0,00567	0,00440	0,14626	0,00021

- Tabella 21).

<i>Strada</i>	<i>Velocità media [km/h]</i>	<i>Traffico leggero</i>			<i>Traffico pesante</i>	
		<i>T.O.M. auto- vetture [veh/h]</i>	<i>T.O.M. mo- tocioli [veh/h]</i>	<i>T.O.M. vei- coli comm. leggeri [veh/h]</i>	<i>T.O.M. veicoli comm. pesanti [veh/h]</i>	<i>T.O.M. autobus [veh/h]</i>
18394	40	16	2	2	3	0
18395	50	240	27	32	17	3
18396	50	262	29	34	11	2
18397	100	180	20	24	14	3
18398	40	13	1	2	2	0
18399	40	56	6	7	5	1
18400	40	25	3	3	9	2
18401	40	14	2	2	2	0
18432	40	128	14	17	6	1
18459	100	274	31	36	20	4
18441	50	1	0	0	0	0
18448	100	217	24	29	25	5
GALLERIA 1	100	217	24	29	25	5
GALLERIA 2	100	217	24	29	25	5
18449	50	143	16	19	18	3
18451	50	144	16	19	18	3
18452	120	614	69	81	97	18
18456	50	218	24	29	25	5
18460	120	752	84	99	110	20

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Strada	Velocità media [km/h]	Traffico leggero			Traffico pesante	
		T.O.M. auto- vetture [veh/h]	T.O.M. mo- tocicli [veh/h]	T.O.M. vei- coli comm. leggeri [veh/h]	T.O.M. veicoli comm. pesanti [veh/h]	T.O.M. autobus [veh/h]
18414	40	39	4	5	1	0
18427	50	281	32	37	10	2
18428	40	133	15	18	7	1
18429	40	3	0	0	0	0
18430	40	5	1	1	1	0
18458	120	494	55	65	92	17
18436	40	74	8	10	7	1
18453	40	138	15	18	13	2
18431	120	485	54	64	91	17
R1	50	143	16	19	18	3
R2	50	281	32	37	10	2
R3	50	240	27	32	17	3

Tabella 19 Transiti orari per classe veicolare e velocità media – configurazione di progetto

Tratta	NOx g/(km*veic)	PM10 g/(km*veic)	PM2.5 g/(km*veic)	CO g/(km*veic)	BENZENE g/(km*veic)
18394	1,256	0,084	0,065	1,861	0,002
18395	0,859	0,064	0,050	1,654	0,002
18396	0,764	0,060	0,047	1,666	0,002
18397	1,025	0,056	0,049	1,516	0,002
18398	1,300	0,086	0,066	1,855	0,002
18399	0,954	0,072	0,055	1,903	0,002
18400	1,783	0,106	0,082	1,789	0,002
18401	1,259	0,084	0,065	1,861	0,002
18432	0,813	0,066	0,050	1,922	0,002
18459	1,011	0,055	0,049	1,519	0,002
18441	2,007	0,110	0,086	1,509	0,002
18448	1,134	0,059	0,052	1,498	0,002
GALLERIA 1	1,134	0,059	0,052	1,498	0,002
GALLERIA 2	1,134	0,059	0,052	1,498	0,002
18449	1,048	0,072	0,056	1,630	0,002
18451	1,055	0,072	0,056	1,629	0,002
18452	1,405	0,070	0,062	1,866	0,002
18456	1,017	0,070	0,055	1,634	0,002

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

<i>Tratta</i>	<i>NOx</i> g/(km*veic)	<i>PM10</i> g/(km*veic)	<i>PM2.5</i> g/(km*veic)	<i>CO</i> g/(km*veic)	<i>BENZENE</i> g/(km*veic)
18460	1,376	0,069	0,061	1,875	0,002
18414	0,750	0,063	0,048	1,931	0,002
18427	0,736	0,059	0,046	1,669	0,002
18428	0,824	0,067	0,050	1,920	0,002
18429	0,662	0,060	0,045	1,943	0,002
18430	1,095	0,078	0,059	1,883	0,002
18458	1,470	0,072	0,063	1,846	0,002
18436	0,991	0,073	0,056	1,898	0,002
18453	0,991	0,073	0,056	1,898	0,002
18431	1,474	0,072	0,063	1,844	0,002
R1	1,048	0,072	0,056	1,630	0,002
R2	0,736	0,059	0,046	1,669	0,002
R3	0,859	0,064	0,050	1,654	0,002

Tabella 20 Transiti orari per classe veicolare e velocità media – configurazione di progetto

<i>Tratta</i>	<i>NOx</i> g/(km*s)	<i>PM10</i> g/(km*s)	<i>PM2.5</i> g/(km*s)	<i>CO</i> g/(km*s)	<i>BENZENE</i> g/(km*s)
18394	0,00793	0,00053	0,00041	0,01176	0,00001
18395	0,07595	0,00567	0,00440	0,14626	0,00021
18396	0,07194	0,00567	0,00441	0,15682	0,00022
18397	0,06824	0,00372	0,00329	0,10095	0,00015
18398	0,00677	0,00045	0,00034	0,00966	0,00001
18399	0,01991	0,00150	0,00114	0,03973	0,00005
18400	0,02034	0,00121	0,00094	0,02042	0,00002
18401	0,00718	0,00048	0,00037	0,01062	0,00001
18432	0,03767	0,00306	0,00231	0,08905	0,00011
18459	0,10230	0,00562	0,00497	0,15375	0,00023
18441	0,00084	0,00005	0,00004	0,00063	0,00000
18448	0,09431	0,00494	0,00435	0,12464	0,00019
GALLERIA 1	0,09431	0,00494	0,00435	0,12464	0,00019
GALLERIA 2	0,09431	0,00494	0,00435	0,12464	0,00019
18449	0,05797	0,00397	0,00308	0,09019	0,00012
18451	0,05881	0,00401	0,00311	0,09082	0,00012
18452	0,34285	0,01703	0,01502	0,45521	0,00053
18456	0,08505	0,00589	0,00457	0,13662	0,00019
18460	0,40720	0,02039	0,01800	0,55465	0,00064
18414	0,01032	0,00087	0,00066	0,02659	0,00003

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Tratta	NOx g/(km*s)	PM10 g/(km*s)	PM2.5 g/(km*s)	CO g/(km*s)	BENZENE g/(km*s)
18427	0,07398	0,00594	0,00461	0,16770	0,00024
18428	0,03974	0,00321	0,00242	0,09260	0,00011
18429	0,00074	0,00007	0,00005	0,00216	0,00000
18430	0,00207	0,00015	0,00011	0,00355	0,00000
18458	0,29502	0,01440	0,01269	0,37032	0,00042
18436	0,02762	0,00205	0,00156	0,05289	0,00006
18453	0,05143	0,00381	0,00290	0,09843	0,00012
18431	0,29138	0,01421	0,01252	0,36452	0,00042
R1	0,05797	0,00397	0,00308	0,09019	0,00012
R2	0,07398	0,00594	0,00461	0,16770	0,00024
R3	0,07595	0,00567	0,00440	0,14626	0,00021

Tabella 21 Emissioni per km di strada - configurazione di progetto

8.2.7 La maglia di calcolo

È stata individuata una maglia di calcolo comprendente l'area prossima alla viabilità di riferimento, finalizzata alla rappresentazione grafica delle curve di isoconcentrazione e alla valutazione complessiva della dispersione degli inquinanti nell'atmosfera.

La maglia di punti è costituita da 413 punti, 70m x 70m, così come riportato in Figura 32.

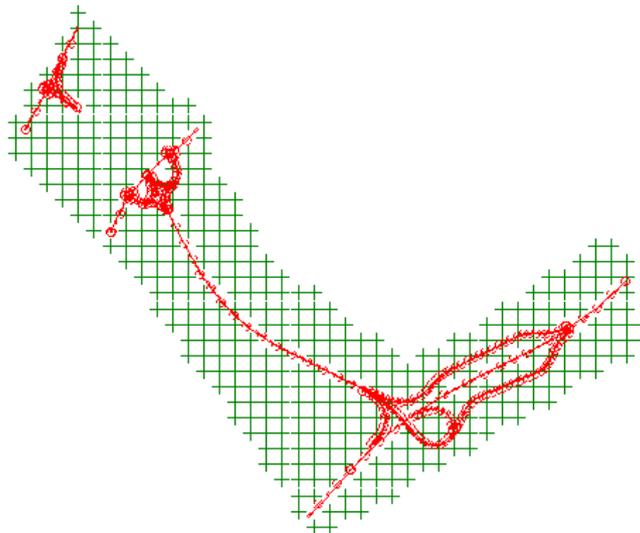


Figura 32 Rappresentazione grafica maglia di punti

8.3 I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI

Così come per lo stato attuale, nello scenario di progetto, dopo aver completato la fase di modellazione dell'input, è stato possibile ottenere l'output del modello. Anche in questo caso l'output ha permesso di determinare i livelli di concentrazione relativi ai principali inquinanti generati dalla sorgente stradale:

- Ossidi di Azoto NOx- mediazione annua;
- Ossidi di Azoto NOx- mediazione oraria
- Monossido di Carbonio CO;
- Particolato PM10- mediazione annua;
- Particolato PM10-mediazione giornaliera;
- Particolato PM2.5;
- Benzene C6H6.

9 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

Di seguito si descrivono i risultati relativi all'impatto ambientale conseguente la realizzazione del collegamento del porto di Gioia Tauro con l'autostrada A2.

I risultati delle simulazioni della dispersione di inquinanti in atmosfera relativi allo stato attuale, allo scenario zero e allo stato di progetto sono rappresentati nelle mappe di concentrazione in aria al livello del suolo relative ai diversi inquinanti.

Per la rappresentazione grafica delle concentrazioni è possibile far riferimento ai seguenti elaborati, specifici per ogni inquinante analizzato:

- T00IA31AMBCT01A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - NO2 mediazione annua - Stato attuale (2022) e Opzione zero (2037)
- T00IA31AMBCT02A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - NO2 mediazione oraria - Stato attuale (2022) e Opzione zero (2037)
- T00IA31AMBCT03A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - CO mediazione annua - Stato attuale (2022) e Opzione zero (2037)
- T00IA31AMBCT04A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - Benzene mediazione annua - Stato attuale (2022) e Opzione zero (2037)
- T00IA31AMBCT05A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - PM 10 mediazione annua - Stato attuale (2022) e Opzione zero (2037)
- T00IA31AMBCT06A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - PM 10 mediazione giornaliera - Stato attuale (2022) e Opzione zero (2037)
- T00IA31AMBCT07A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - PM 2.5 mediazione annua - Stato attuale (2022) e Opzione zero (2037)
- T00IA31AMBCT08A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - NO2 mediazione annua e oraria - Post-operam (2037)
- T00IA31AMBCT09A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - CO e Benzene mediazione annua - Post-operam (2037)

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- T00IA31AMBCT10A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - PM 10 mediazione annua e giornaliera - Post-operam (2037)
- T00IA31AMBCT11A Mappa delle concentrazioni di inquinanti da traffico veicolare - PM 2.5 mediazione annua - Post-operam (2037)

9.1 VALUTAZIONE DELLE SIMULAZIONI

Per i principali inquinanti atmosferici, al fine di salvaguardare la salute e l'ambiente, la normativa relativa alla qualità dell'aria stabilisce limiti di concentrazione a cui attenersi (vedi Tabella 1).

Nello scenario post operam, a seguito degli interventi previsti, non si evidenziano differenze sostanziali con la situazione ante operam e con quella dell'opzione zero: in tutti gli scenari le concentrazioni medie annue degli inquinanti sono attese di gran lunga inferiori ai valori limite fissati per legge.

Di seguito analizziamo la situazione specifica per ciascun inquinante.

Monossido di carbonio

Per il monossido di carbonio, la normativa vigente fissa il valore limite di 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ su una mediazione temporale di 8 h. Pertanto il confronto viene effettuato tra i valori medi massimi registrati in tale intervallo temporale.

Nello stato ante operam, in cui vengono considerati i flussi di traffico veicolare dello stato attuale, il livello di inquinamento atmosferico raggiunge dei picchi di 216 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ individuabili lungo l'asse stradale.

Esaminando l'opzione zero, in cui vengono considerati i flussi di traffico veicolare dello stato attuale, senza però la realizzazione dell'infrastruttura di progetto, è possibile notare un incremento fino a 272 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ della concentrazione massima.

Per lo scenario post operam, invece, le concentrazioni massime possono raggiungere valori intorno ai 370 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

È bene notare, che le concentrazioni decrescono molto rapidamente man a mano che ci si allontana dall'asse stradale.

In tutti i casi quindi, i valori delle concentrazioni sono ben al di sotto dei limiti di legge.

Benzene

Nella situazione ante operam l'area urbana nei pressi dell'asse stradale è coinvolta dall'inquinamento da benzene con concentrazioni massime che, in alcuni punti, si attestano intorno ad 0.02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, concentrazione decisamente inferiore rispetto al limite di legge di 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nell'opzione zero invece i valori di concentrazione massima sono circa pari a 0.03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Anche lo scenario post operam conferma quanto già notato per i precedenti inquinanti: i valori massimi di concentrazione sono 0,05 $\mu\text{g}/\text{m}$.

Pertanto anche per tale inquinante è lecito attendersi la conformità ai limiti di legge.

Particolato PM10 e PM2.5

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Per il particolato PM10, la normativa prevede due intervalli di mediazione temporale:

1. Il valore medio annuo fissato a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2. Il valore medio giornaliero con limite fissato a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e con un massimo di 35 superamenti l'anno.

Per il particolato PM2.5, invece la legge fissa solo il limite medio annuo pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le mappe di concentrazione del PM10 e PM2.5 mostrano una situazione del tutto analoga ai precedenti inquinanti.

Nello scenario attuale il maggiore inquinamento atmosferico è localizzato lungo l'asse stradale con valori massimi che si attestano rispettivamente intorno a $0.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $0.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$. È possibile riscontrare una situazione del tutto affine nelle mappe di simulazione dell'opzione zero, con valori massimi leggermente più alti: $0.93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM10 e $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM2.5.

Nello scenario post opera, invece, i valori massimi si attestano circa a $1.65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM10 e $1.39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per il PM2.5.

La medesima situazione è riscontrabile anche nelle mappe di PM10 relative al valore medio giornaliero, i cui risultati sono riferiti al 90.4° percentile annuo, parametro che consente il confronto effettivo con lo standard di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e con i superamenti massimi consentiti. Nello scenario AO notiamo valori massimi pari a $3.85 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nello scenario ZERO pari a $4.89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e nello scenario PO $7.40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pertanto per gli inquinanti PM10 e PM2.5, è lecito attendersi piena conformità ai limiti di legge.

NOx ed NO2

La normativa vigente sulla qualità dell'aria prevede dei valori limite per la protezione della salute umana espressi come NO2, in particolare:

1. Media annua fissata a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2. Media massima oraria $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con 18 superamenti annui ammissibili.

Il modello di simulazione utilizzato e gli inventari sulle emissioni sono invece espressi in termini di NOx per cui la normativa attribuisce un valore limite annuale per la protezione della vegetazione pari a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pertanto di seguito si ritiene necessario fare delle precisazioni sui meccanismi di formazione del NO2.

Gli ossidi di azoto sono presenti in atmosfera sotto diverse specie, di cui le due più importanti, dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico sono l'ossido di azoto, NO, ed il biossido di azoto, NO2, la cui origine primaria nei bassi strati dell'atmosfera è costituita dai processi di combustione e, nelle aree urbane, dai gas di scarico degli autoveicoli e dal riscaldamento domestico. La loro somma pesata prende il nome di NOx e la loro origine deriva dalla reazione di due gas (N2 e O2) comunemente presenti in atmosfera.

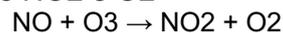
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

L'inquinante primario prodotto dalle combustioni dei motori è l'ossido di azoto (NO); la quantità di NO prodotta durante una combustione dipende da vari fattori:

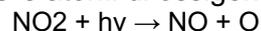
- temperatura di combustione: più elevata è la temperatura di combustione maggiore è la produzione di NO;
- tempo di permanenza a tale temperatura dei gas di combustione: maggiore è il tempo di permanenza, più elevata è la produzione di NO;
- quantità di ossigeno libero contenuto nella fiamma: più limitato è l'eccesso d'aria della combustione, minore è la produzione di NO a favore della produzione di CO.

Il meccanismo di formazione secondaria di NO₂ dai processi di combustione prevede che, una volta emesso in atmosfera, l'NO prodotto si converte parzialmente in NO₂ (produzione di origine secondaria) in presenza di ozono (O₃). L'insieme delle reazioni chimiche che intervengono nella trasformazione di NO in NO₂ è detto ciclo fotolitico e può essere così schematizzato:

l'O₃ reagisce con l'emesso per formare NO₂ e O₂



le molecole di NO₂ presenti nelle ore diurne e soleggiate assorbono energia dalla radiazione ultravioletta (fotoni hv di lunghezza d'onda inferiore a 430 nm). L'energia assorbita scinde la molecola di NO₂ producendo una molecola di NO e atomi di ossigeno altamente reattivi.



gli atomi di ossigeno sono altamente reattivi e si combinano con le molecole di O₂ presenti in aria per generare ozono (O₃) che quindi è un inquinante secondario:



Le reazioni precedenti costituiscono un ciclo che, però, rappresenta solo una porzione ridotta della complessa chimica che ha luogo nella parte bassa dell'atmosfera. Infatti, se in aria avessero luogo solo queste reazioni, tutto l'ozono prodotto verrebbe distrutto, e l'NO₂ si convertirebbe in NO per convertirsi nuovamente in NO₂ senza modifiche nella concentrazione delle due specie, mantenendo costante il rapporto tra NO₂ e NO in aria.

In condizioni di aria inquinata da scarichi veicolari (fonte di NO primario e NO₂ secondario) in presenza di COV incombusti e forte irraggiamento, il monossido d'azoto NO non interagisce più solo con ozono nel ciclo di distruzione, ma viene catturato e contemporaneamente trasformato in NO₂, con conseguente accumulo di NO₂ e O₃ in atmosfera.

Poiché il modello di simulazione utilizzato per l'analisi della dispersione delle concentrazioni di inquinanti in atmosfera non tiene conto dei vari meccanismi chimici di trasformazione che portano alla formazione secondaria degli NO₂ a partire dagli NO, l'analisi modellistica eseguita è stata effettuata per l'NO_x. È difficile prevedere la percentuale di NO₂ contenuta negli NO_x, in quanto come riportato precedentemente questa dipende da molteplici fattori, come la presenza di Ozono (O₃) e di luce. Inoltre i casi in cui si verificano tali condizioni, generalmente sono caratterizzate da condizioni meteo tali da favorire la dispersione degli inquinanti.

Al fine di utilizzare un approccio il più cautelativo possibile, nel seguito della trattazione si è assunto che l'NO_x emesso sia da considerarsi totalmente come NO₂, cioè NO₂/NO_x = 1 (situazione limite poco probabile).

Le mappe, quindi, possono essere esemplificative dell'inquinante NO₂ stimato a partire dall'equazione cautelativa NO₂=NO_x.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

Le mappe di concentrazione di NO₂ mostrano un livello massimo pari a:

- 14.6 µg/m³ nello stato ante operam
- 19 µg/m³ considerando l'opzione zero
- 31 µg/m³ nello stato post operam

Quindi una situazione del tutto conforme ai limiti di legge.

Perciò, anche assumendo che il rapporto NO₂/NO_x è pari a 1, i valori di concentrazione degli ossidi di azoto stimati sui ricettori con il modello di dispersione in atmosfera risultano al di sotto dei valori limite previsti dalla normativa.

La medesima situazione è riscontrabile anche nelle mappe di NO₂ relative al valore medio orario, i cui risultati sono riferiti al 99.8° percentile annuo, parametro che consente il confronto effettivo con lo standard di 200 µg/m³ e con i superamenti massimi consentiti. In tutti e tre gli scenari simulati (ante, zero e post), sui ricettori è lecito attendersi valori inferiori ai 200 µg/m³.

9.1.1 Caratterizzazione dell'inquinamento di fondo

Per una migliore caratterizzazione degli impatti atmosferici si è inoltre provveduto ad effettuare un confronto con il valore delle misure di una centralina di qualità dell'aria classificata come "background" e considerata rappresentativa della situazione ambientale pre-esistente nella zona.

La valutazione dell'inquinamento di fondo è stata sviluppata a partire dalle centraline della Rete di Rilevamento della qualità dell'aria della regione Calabria.

La scelta delle centraline da analizzare è stata effettuata in maniera tale da avere dati in grado di fornire indicazioni relative all'inquinamento di fondo in cui non sia sensibile l'influenza del traffico stradale.

In assenza di centraline all'interno del territorio comunale interessato dal tratto oggetto di studio, l'analisi è stata ampliata a tutta la rete di Centraline regionale, individuando quella di fondo (background) più vicina.

In base a tale criterio è stata individuata e analizzata la centralina di Mammola, in provincia di Reggio Calabria.

Nel Capitolo ANALISI DELLA QUALITÀ DELL'ARIA sono mostrati gli inquinanti ed i relativi valori misurati dalla centralina.

Considerano quindi i valori di fondo della centralina di Mammola e i valori massimi stimati dalle simulazioni è lecito attendersi i seguenti risultati:

INQUINANTE	VALORE STAZIONE DI FONDO	VALORE MASSIMO STIMATO	VALORE GLOBALE	LIMITI DI LEGGE
NO ₂	2.6 µg/m ³	31 µg/m ³	33.6 µg/m ³	40 µg/m ³
PM ₁₀	13.7 µg/m ³	1.7 µg/m ³	15.4 µg/m ³	40 µg/m ³
PM _{2.5}	8.3 µg/m ³	1.4 µg/m ³	9.7 µg/m ³	25 µg/m ³

Tabella 22 Valutazione delle concentrazioni sommando valori di fondo e valori stimati- medie annuali

Come si evince dalla Tabella 22 anche sommando il valore ottenuto dalle simulazioni con il valore di fondo, è lecito attendersi piena conformità ai limiti legge.

10 LE INTERFERENZE IN FASE DI CANTIERE

Gli impatti più significativi esercitati dai cantieri sulla componente atmosfera è sicuramente generata dal sollevamento di polveri nonché da tutte quelle attività di scavo, movimentazione dei materiali terrigeni potenzialmente polverulenti e stoccaggio in cumulo dei materiali delle lavorazioni.

La significatività degli effetti stimati per la dispersione delle polveri prodotte dalle attività di cantiere dipende dalla tipologia e dall'entità delle attività stesse e dalla tipologia e dalla localizzazione dei ricettori, ossia dalla quantità di popolazione esposta alle attività di cantiere.

10.1 GLI INPUT TERRITORIALI

10.1.1 I Dati Orografici

Come per le simulazioni in fase di esercizio, anche per la valutazione delle interferenze in fase di cantiere è stato utilizzato il software Aermod View. Questo, grazie al processore territoriale AERMAP, permette di configurare l'orografia del territorio in esame. Come per le precedenti simulazioni, con riferimento all'area di intervento si è adottata una conformazione del territorio di tipo "elevated terrain".

10.1.2 I Dati Meteorologici

Un altro input fondamentale per l'applicazione del modello di simulazione in Aermod è il dato meteorologico. Come già detto in precedenza, al fine di realizzare un dato compatibile con il processore AERMET, il dato grezzo della centralina di Olbia Aeroporto è stato elaborato e trasformato in formato SAMSON. Pertanto, come dato meteorologico di riferimento per le simulazioni della fase di cantiere sono stati considerati gli stessi dati utilizzati per le simulazioni della fase di esercizio.

10.2 GLI INPUT PROGETTUALI

10.2.1 La definizione delle sorgenti emissive di cantiere

Nel caso in esame, le attività di cantiere sono considerate contemporanee tra loro in termini temporali e spaziali al fine di simulare la configurazione di cantiere peggiore.

Le attività previste sono le seguenti:

1. Attività di scavo
2. Realizzazione del rilevato
3. Attività di palificazione per la realizzazione della galleria

come riportato graficamente nella Figura 33.

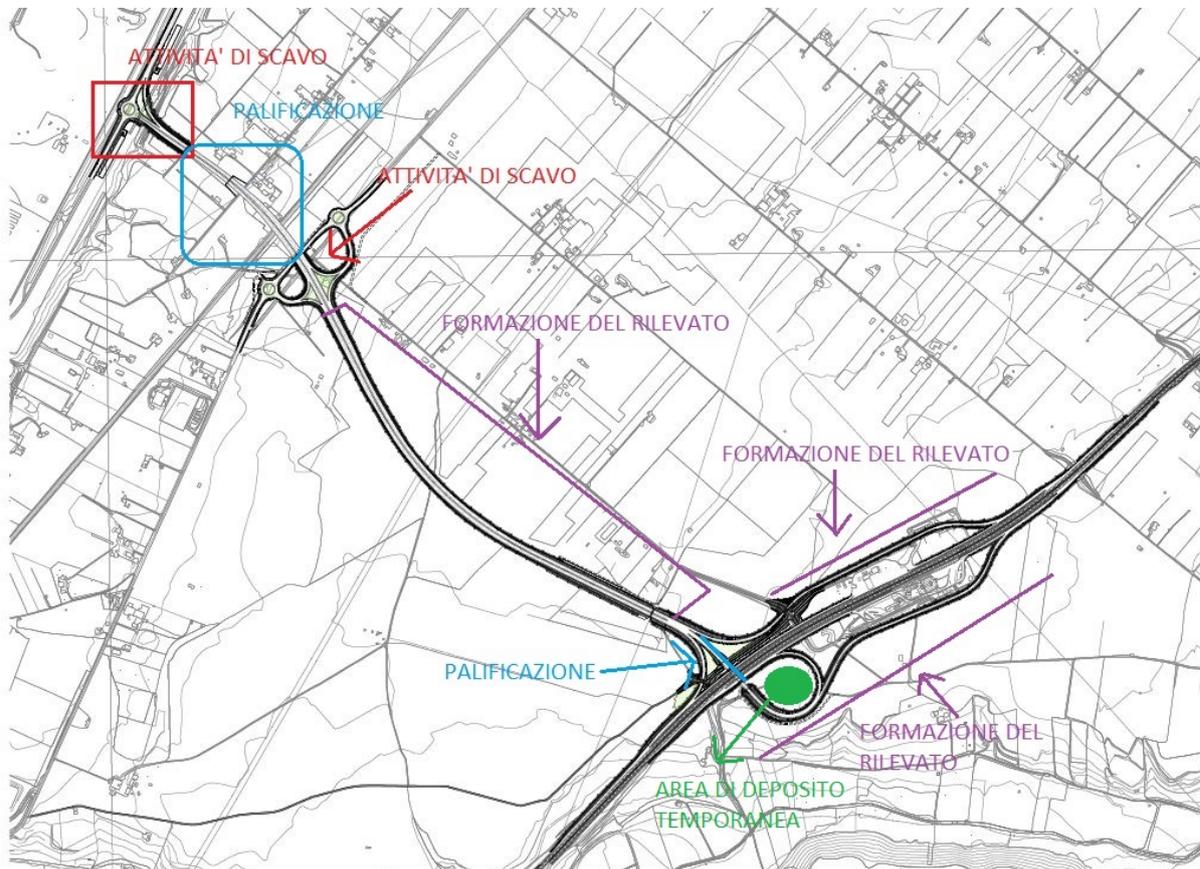


Figura 33 Attività di cantiere

Gli scenari oggetto delle simulazioni modellistiche in fase di cantiere sono caratterizzati da sorgenti areali dell'area di deposito e da sorgenti lineari della strada su cui si lavora.

In relazione alle attività previste, dalle quali vengono generate le emissioni polverulente, sarà effettuata la stima dei fattori di emissione, che rappresentano uno degli input principali per l'applicazione del modello di simulazione.

Si specifica come per tali attività di movimentazione di terra verranno valutati come inquinanti le polveri (PM10 e PM2.5), tralasciando gli altri inquinanti di poco interesse per la tipologia di sorgente individuata.

10.3 LA METODOLOGIA DI RIFERIMENTO

I fattori di emissione rappresentano la capacità unitaria di emissione delle attività che si stanno analizzando. Il fattore di emissione, quindi, rappresenta la parte unitaria delle emissioni

che, moltiplicata per l'unità di tempo in cui la sorgente rimane in condizione "attive", permette il calcolo delle emissioni di inquinanti totali "uscenti" dalla sorgente.

Per la stima di tali valori si è ricorso ai dati bibliografici messi a disposizione dalla U.S. E.P.A. (United States Environmental Protection Agency) Emission Factors & AP42 "Compilation of Air Pollutant Emission Factor". In tale documento sono riportati tutti i fattori di emissione riguardanti le principali sorgenti, dagli impianti industriali, agli impianti estrattivi, sino alle operazioni di costruzioni civili.

Nei seguenti paragrafi, verranno calcolati i singoli fattori di emissione relativi al PM10 e al PM2.5 (principali inquinanti generati dalle attività di cantiere), in relazione alle attività di cantiere ritenute critiche per l'inquinamento atmosferico.

10.4 I FATTORI DI EMISSIONE

Nel seguente paragrafo verrà trattato in maniera approfondita il calcolo dei fattori di emissione per ogni scenario, valutando il contributo di ciascuna attività all'impatto atmosferico correlato alla polverosità indotta su tutto il periodo di lavorazione.

Le emissioni di inquinanti sono dovute sia a sorgenti lineari che areali. Fra le prime è possibile riconoscere strade di cantiere percorse dagli autoveicoli e dai mezzi pesanti per il trasporto del materiale scavato; le seconde sono costituite dalle zone di deposito.

Le emissioni che si originano dalle strade dipendono essenzialmente dal numero e dal peso dei mezzi che vi transitano oltre che dal tipo di ricoprimento della strada stessa. Le emissioni che derivano dagli accumuli di inerti sono dovute al vento, che, quando assume particolare intensità è in grado di risospingere la frazione fine del materiale depositato.

10.4.1 Attività di scavo

Per il calcolo del fattore di emissione dovuto all'attività di scavo si è ritenuta idonea la formulazione dell'EPA al capitolo 11.9.2 "Bulldozing Overburden". L'equazione è la seguente:

$$EF_{PM10} = 0.45 * 0.75 * \frac{(s)^{1.5}}{(M)^{1.4}} \quad [kg/h]$$
$$EF_{PM2.5} = 2.6 * 0.105 * \frac{(s)^{1.2}}{(M)^{1.3}} \quad [kg/h]$$

Dove:

- s è il contenuto di silt (limo) espresso in %
- M è il contenuto di umidità espresso in %

Per i valori di s e M si è fatto riferimento alla tabella del documento EPA riportata qui sotto, scegliendo come fonte Overburden, in particolare:

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- s= 8.6 %
- M= 10.4 %

Table 11.9-3 (Metric And English Units). TYPICAL VALUES FOR CORRECTION FACTORS APPLICABLE TO THE PREDICTIVE EMISSION FACTOR EQUATIONS³

Source	Correction Factor	Number Of Test Samples	Range	Geometric Mean	Units
Blasting	Area blasted	17	100 - 6,800	1,590	m ²
	Area blasted	17	1100 - 73,000	17,000	ft ²
Coal loading	Moisture	7	6.6 - 38	17.8	%
Bulldozers	Coal	Moisture	4.0 - 22.0	10.4	%
		Silt	6.0 - 11.3	8.6	%
Overburden	Moisture	8	2.2 - 16.8	7.9	%
	Silt	8	3.8 - 15.1	6.9	%
Dragline	Drop distance	19	1.5 - 30	8.6	m
	Drop distance	19	5 - 100	28.1	ft
Scraper	Moisture	7	0.2 - 16.3	3.2	%
	Silt	10	7.2 - 25.2	16.4	%
	Weight	15	33 - 64	48.8	Mg
	Weight	15	36 - 70	53.8	ton
Grader	Speed	7	8.0 - 19.0	11.4	kph
	Speed		5.0 - 11.8	7.1	mph
Haul truck	Silt content	61	1.2 - 19.2	4.3	%
	Moisture	60	0.3 - 20.1	2.4	%
	Weight	61	20.9 - 260	110	mg
	Weight	61	23.0 - 290	120	ton

Tabella 23 Valori tipici di limo e umidità

Applicando la formulazione precedente, le emissioni di PM10 e PM2. risultano pari rispettivamente a 0,03 g/s e 0,023 g/s.

10.4.2 Attività di palificazione per la realizzazione della galleria

Per il calcolo del fattore di emissione dovuto all'attività di scavo si è ritenuta idonea la formulazione dell'EPA al capitolo 11.9.4 "Drilling", secondo cui vale la seguente relazione:

0.59kg/foro

Considerando 6 fori al giorno, si ottengono:

- 0,025 g/s per il PM10
- 0,015 g/s per il PM2,5

10.4.3 Realizzazione del rilevato

Per il calcolo del fattore di emissione dovuto all'attività di costruzione del rilevato si è ritenuta idonea la formulazione dell'EPA al capitolo 11.9.2 "Grading". L'equazione è la seguente:

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

$$EF_{PM10} = 0.00336 * (S)^2 \quad [kg/VKT]$$

$$EF_{PM2.5} = 0.000105 * (S)^{2.5} \quad [kg/VKT]$$

Dove:

- S è la velocità media del veicolo.

Essendo il coefficiente espresso in VKT (veicolo per Km percorso), si consideri che il grader lavora su tratte di 100 m.

Applicando la formulazione precedente e supponendo una velocità media del grader di 2km/h, le emissioni di PM10 e PM2.5 risultano pari rispettivamente a 0,000016 g/se 0,000001 g/s.

10.4.4 Trasporto su strada non pavimentata

All'interno del cantiere viene, inoltre, preso in considerazione il sollevamento delle polveri originato dall'azione di polverizzazione del materiale superficiale delle piste, indotta dalle ruote dei mezzi. Tale attività può essere schematizzata attraverso la formulazione dell'EPA 13.2.2 qui riportata:

$$EF = k(s/12)^a * (W/3)^b \quad [g/VKT]$$

Dove:

- s= contenuto di silt in %
- W= peso medio dei mezzi sul cantiere
- K, a, b dipendono dalla dimensione del particolato considerato, facendo riferimento alla tabella sottostante

	PM 2,5	PM 10	PM 30
K	0,15	1,5	4,9
a	0,9	0,9	0,7
b	0,45	0,45	0,45

Tabella 24 Coefficienti di K, a, b

Essendo il coefficiente espresso in VKT (veicolo per km percorso), considerati 20 viaggi tra A/R ciascuno di 2.25 km, cioè 45 km al giorno percorsi dall'intera flotta veicolare del cantiere, i fattori di emissione saranno: 0.22 g/s per il PM10 e 0.022 g/s per il PM2.5.

10.4.5 Attività all'interno dell'area di deposito temporanea

All'interno dell'area di deposito temporanea vengono prese in considerazione, come attività che generano emissioni di PM10 e PM2.5:

- Carico e scarico del materiale

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

- L'erosione del vento sui cumuli di materiale depositato

Con riferimento alle attività di carico e scarico è stata applicata la formulazione fornita dall'E.P.A. 13.2.4, di seguito riportata.

$$EF_c = k(0.0016) \cdot \frac{\left(\frac{U}{2.2}\right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1.4}} [kg/t]$$

Il fattore di emissione sopra definito, pertanto, dipende da una costante k che tiene conto della dimensione del particolato che si intende analizzare, della velocità media del vento espressa in metri al secondo, e della % M di umidità del materiale.

Per il valore di k si può fare riferimento ai valori di tabella seguente.

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)

<30 µm	<15 µm	<10 µm	<5 µm	<2.5 µm
0,74	0,48	0,35	0,20	0,053

Tabella 25 Valori coefficiente aerodinamico fonte: EPA AP42

Mentre per il range di validità degli altri parametri è possibile fare riferimento alla tabella seguente.

Ranges Of Source Conditions

Silt Content (%)	Moisture Content (%)	Wind speed	
		m/s	Mph
0,44 – 19	0,25 – 4,8	0,6 – 6,7	1,3 – 15

Tabella 26 Range di validità dei coefficienti per il calcolo di EF fonte: EPA AP42

Con riferimento ai valori dei coefficienti, assunti per l'analisi in esame, si è considerato:

- U = velocità media del vento pari a 2,8 m/s (valore desunto dall'analisi meteorologica);
- M = percentuale di umidità considerata pari a 4,8% per i rilevati tradizionali;
- k = pari a 0,35 per considerare l'apporto del PM10 e 0,053 per considerare l'apporto del PM2.5.

Applicando la formulazione sopra indicata ed ipotizzati circa 150 m3/giorno, le emissioni di PM10 e PM2.5 generate dall'attività considerata all'interno del cantiere in esame risultano pari rispettivamente a 0,00062g/s e 0,00009 g/s.

All'interno dell'area di stoccaggio viene tenuta in considerazione, come altra attività che genera emissioni di PM10 e PM2.5, l'erosione del vento sui cumuli di materiale depositati.

Al fine di poter determinare il fattore di emissione di tale azione è possibile riferirsi alla già citata guida dell'EPA.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

In questo caso il modello fa dipendere il fattore di emissione da due fattori che concorrono alla possibile emissione di particolato da parte del cumulo:

- il numero di “movimentazioni” ovvero di interferenze intese come deposito e scavo di materiale sul/dal cumulo;
- la velocità del vento a cui è sottoposto il cumulo stesso.

La formula per il calcolo del fattore di emissione è data pertanto da:

$$EF = k \sum_{i=1}^N P_i$$

dove k è la costante che tiene conto della grandezza della particella considerata, N è il numero di giorni l'anno in cui la superficie è sottoposta a “movimentazioni” e P_i è pari all'erosione potenziale corrispondente alla velocità massima del vento al giorno. Il valore di k è, anche in questo caso, tabellato.

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k)			
30 μm	<15 μm	<10 μm	<2.5 μm
1,0	0,6	0,5	0,075

Tabella 27 Valori coefficiente aerodinamico (Fonte: EPA AP42)

Il fattore N, invece, dipende dal numero di movimentazioni a cui è sottoposto un cumulo ogni anno. Nel caso in esame, viene movimentato solamente 2 volte: quando viene scaricato e quando viene ricaricato per essere portato a discarica.

In ultimo, l'erosione potenziale, P_i , parte dal concetto di profilo di velocità del vento, per il quale è possibile utilizzare la seguente equazione:

$$u(z) = \frac{u^*}{0,4} \ln \frac{z}{z_0}$$

in cui u è la velocità del vento e u^* rappresenta la velocità di attrito.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

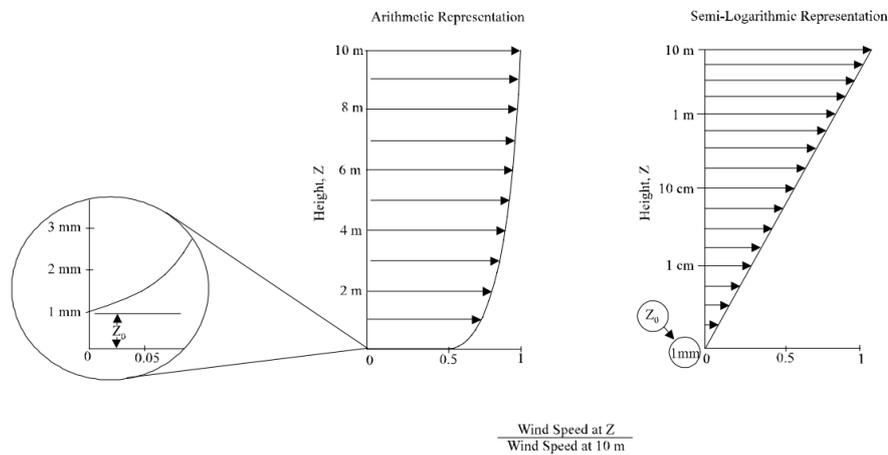


Figura 34 Illustrazione del profilo logaritmico della velocità (Fonte: EPA AP42)

L'erosione potenziale pertanto dipende dalla velocità di attrito e dal valore soglia della velocità d'attrito secondo l'equazione:

$$P = 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$$

Da tale espressione si evince come ci sia erosione potenziale solo qualora la velocità d'attrito superi il valore soglia. Per la determinazione di tale valore il modello individua una procedura sperimentale (cfr. 1952 laboratory procedures published by W. S. Chepil). Tuttavia, in mancanza di tali sperimentazioni è possibile fare riferimento ad alcuni risultati già effettuati e riportati in Tabella 28.

Material	Threshold Friction Velocity (m/s)	Roughness Height (cm)	Threshold Wind Velocity At 10 m (m/s)	
			Z0=act	Z0=0,5cm
Overburden	1,02	0,3	21	19
Scoria (roadbed material)	1,33	0,3	27	25
Ground coal (surrounding coal pile)	0,55	0,01	16	10
Uncrusted coal pile	1,12	0,3	23	21
Scraper tracks on coal pile	0,62	0,06	15	12
Fine coal dust on concrete pad	0,54	0,2	11	10

Tabella 28 Valore di velocità di attrito limite

La velocità del vento massima tra due movimentazioni può essere determinata dai dati meteorologici utilizzati per le simulazioni.

Tali dati, essendo riferiti ad un'altezza dell'anemometro pari a 5 metri, hanno bisogno di una correzione, secondo la seguente legge:

$$u_{10}^+ = u^+ * [\ln(10/0.005)/\ln(z/0.005)]$$

in cui u_{10}^+ è la massima intensità misurata nell'arco della giornata attraverso i dati sopracitati, ad

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

un'altezza dell'anemometro pari a 10 m.

A questo punto è possibile determinare u^* utilizzando la relazione:

$$u^* = 0,053u_{10}^+$$

È importante, inoltre, evidenziare come tale formulazione sia valida per cumuli "bassi", ovvero cumuli per cui il rapporto base su altezza sia inferiore a 2. Nel caso in esame, in relazione all'operatività del cantiere si è ipotizzata la realizzazione di tali tipologie di cumuli. Non si necessita pertanto di ulteriori correzioni ed è quindi possibile determinare i casi in cui il valore di u^* supera il valore di u^*_t . A tale proposito si è scelto di fare riferimento alla classe "overburden".

Dall'analisi dei risultati emerge come u^* assuma valori soglia in un solo caso.

Determinati tutti i parametri è pertanto possibile calcolare il valore del fattore di emissione con le formule viste in precedenza.

N°	U^* [m/s]	U^*_t [m/s]	P	Valore P[g/m ²]
1	1.05	1.02	$P = 58(u^* - u^*_t)^2 + 25(u^* - u^*_t)$	0,63

Tabella 29 Valore di P

I fattori di emissione relativi al PM10 e al PM2.5 sono stati stimati applicando la formula sottostante in cui k è stato preso pari a 0,5 considerando le dimensioni del PM10 e pari a 0,075 considerando il PM2.5.

$$EF_{PM10} = k \sum_{i=1}^N P_i = 0,3 [g/m^2]$$

$$EF_{PM2.5} = k \sum_{i=1}^N P_i = 0,04 [g/m^2]$$

Al fine di ricavare il fattore di emissione espresso in g/s, come richiesto dal software, è necessario sapere l'area in cui sono presenti tali cumuli, considerata cautelativamente pari all'intera superficie di 9000 m². Pertanto, i fattori di emissione per il PM10 ed il PM2.5 risultano rispettivamente pari a 0,000037 g/s e 0,000006 g/s.

Perciò, sommando i due fattori calcolati, all'interno dell'area di deposito temporanea, avremo:

- 0,0006 g/s per il PM 10
- 0,0001 g/s per il PM 2,5

10.1 I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI

Con riferimento alle polveri PM10 e PM2.5 si è analizzato il contributo delle due sorgenti, considerando la sovrapposizione degli effetti, quindi analizzate in contemporanea. In particolare, è stato possibile determinarne il contributo totale delle sorgenti simulate.

Per quanto riguarda la rappresentazione cartografica dei valori delle concentrazioni di PM10 è possibile far riferimento agli elaborati:

- T00IA31AMBCT12A Fase di cantiere- Scenario critico- Mappa delle concentrazioni di inquinanti- PM10 mediazione annuale e giornaliera
- T00IA31AMBCT13A Fase di cantiere- Scenario critico- Mappa delle concentrazioni di inquinanti- PM2.5 mediazione annuale

Dall'analisi degli elaborati si evince che, in corrispondenza degli edifici, durante la fase critica di cantiere, i livelli di concentrazione delle PM10 e del PM2.5 non superino i relativi valori di riferimento. In particolare, vengono riportati nelle seguenti tabelle i ricettori maggiormente esposti al cantiere con i relativi valori di concentrazione attesi di PM10- media annua, PM10- media giornaliera e PM2.5- media annua.

PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Ricettori	Tipologia	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	LIMITE NORMATIVO
1032	industriale	8.01	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1056	residenziale	4.4	
1092	residenziale	5.1	

Tabella 30 Valori di concentrazione PM10 calcolati sui ricettori - media annua

PM 10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Ricettori	Tipologia	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	LIMITE NORMATIVO
1032	industriale	27.11	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1056	residenziale	20.14	
1092	residenziale	25.44	

Tabella 31 Valori di concentrazione PM10 calcolati sui ricettori - media giornaliera

PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Ricettori	Tipologia	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	LIMITE NORMATIVO
1032	industriale	2.34	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1056	residenziale	0.92	
1092	residenziale	0.69	

Tabella 32 Valori di concentrazione PM10 calcolati sui ricettori - media annua

Nonostante ciò, si è comunque provveduto a prevedere alcune best practice finalizzate, appunto, ad abbattere le concentrazioni di PM10 e PM2.5, nonché a ridurre le emissioni generate dai mezzi di cantiere.

10.2 BEST PRACTICE PER IL CANTIERE

Al fine di ridurre la dispersione delle polveri in atmosfera, si prevedono, durante lo svolgimento delle attività, alcune best practice finalizzate, appunto, ad abbattere le concentrazioni di PM10 e PM2.5, nonché a ridurre le emissioni generate dai mezzi di cantiere.

Tra queste misure si evidenzia:

- utilizzare, per le macchine di cantiere, filtri di abbattimento del particolato, nonché gruppi elettrogeni e di produzione di calore in grado di assicurare le massime prestazioni energetiche e minimizzare le emissioni; impiegare inoltre, ove possibile, apparecchi con motore elettrico;
- limitare la velocità di scarico del materiale al fine di evitare lo spargimento di polveri; il materiale verrà depositato gradualmente modulando l'altezza del cassone e mantenendo la più bassa altezza di caduta;
- ottimizzare il carico dei mezzi di trasporto al fine di ridurre il numero dei veicoli in circolazione;
- applicare appositi teloni di copertura degli automezzi durante l'allontanamento e/o l'approvvigionamento di materiale polverulento per garantire il contenimento della dispersione di polveri in atmosfera;
- umidificare i depositi di materiale sciolto caratterizzati da frequente movimentazione, e coprire con teli e stuoie quelli con scarsa movimentazione;
- utilizzare barriere antipolvere
- bagnamento delle piste di cantiere non pavimentate.

10.2.1 Misure di contenimento delle polveri nella fase di transito su strada non pavimentata

Dalle stime ottenute, pur considerando il carattere temporaneo delle emissioni e delle assunzioni cautelative adottate nelle simulazioni modellistiche, risulta necessario prevedere, durante lo svolgimento delle attività, una serie di misure finalizzate al contenimento dei valori di concentrazione di PM10 e PM2.5; in particolare durante la fase di transito dei veicoli su strada non pavimentata.

Le misure di controllo e abbattimento proposte nel documento dell'EPA, al fine di contenere la produzione di polveri generata dal passaggio dei mezzi di cantiere, prevede il trattamento della superficie- bagnamento (wet suppression) e trattamento chimico (dust suppressants). I costi sono moderati, ma richiedono applicazioni periodiche e costanti. Inoltre bisogna considerare un sistema di monitoraggio per verificare che il trattamento venga effettuato.

L'efficienza di abbattimento è proporzionale al contenuto di umidità, secondo l'andamento sperimentale della curva mostrata in Figura 35 in cui l'efficienza di controllo è calcolata in base al rapporto del contenuto di umidità M tra strada trattata (bagnata) e non trattata (asciutta). M è calcolabile secondo le indicazioni di appendice C.1 e C.2 dell'AP-42. Come è prevedibile più il terreno è asciutto minore è l'efficienza di rimozione. Per avere un coefficiente di abbattimento almeno del 75% è necessario un rapporto bagnato/ asciutto pari a 2.

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
Atmosfera – Relazione

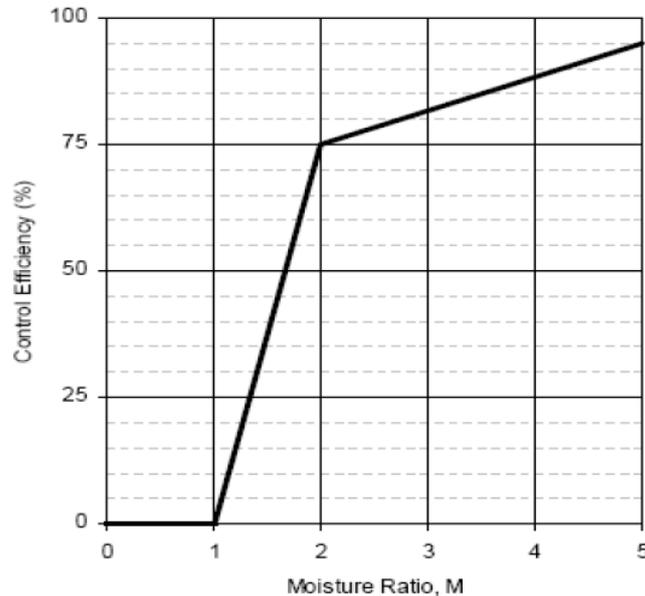


Figura 35 Andamento dell'efficienza di abbattimento delle emissioni in funzione del contenuto di umidità del suolo

Per raggiungere una determinata efficienza media di bagnatura si può agire sia sulla frequenza delle applicazioni, sia sulla quantità di acqua per unità di superficie impiegata in ogni trattamento, in relazione al traffico medio orario e al potenziale medio di evaporazione, utilizzando la formula proposta da Cowherd et al (1998):

$$C(\%) = 100 - (0.8 * P * trh * T) / I$$

Dove:

- C efficienza di abbattimento del bagnamento (%)
- P potenziale medio dell'evaporazione giornaliera (mm/h) per tale parametro si è utilizzato un valore di 0.34 mm/h (in accordo a quanto riportato nelle Linee Guida ARPAT)
- trh traffico medio orario (h-1)
- I quantità media del trattamento applicato (l/m²)
- T Intervallo di tempo che intercorre tra le applicazioni (h)

Nel nostro caso, sulla base della capacità giornaliera di approvvigionamento si stima un traffico medio orario pari a 5 veic./h. Imponendo di eseguire una bagnatura una volta al giorno e di distribuire sul terreno un quantitativo di acqua pari a 0,5 l/m² si riesce ad ottenere un abbattimento delle polveri del 78% circa.

L'uso di sostanze chimiche, come polimeri a base d'acqua, richiede un'applicazione meno frequente, ma bisogna considerare che può produrre una variazione nel contenuto di particolato della strada con un aumento del contenuto di limo. L'efficienza effettiva di questo tipo di controllo dipende da molti fattori ed è in generale difficile da stimare. In caso di utilizzo di sostanze chimiche si richiede di fornire i dati riportati nella scheda tecnica del prodotto utilizzato.