

S.S.163 – "AMALFITANA"

Realizzazione di una variante in galleria in località "Torre Mezzacapo" tra gli abitati di Minori e Maiori

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

COD. NA-286

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA:

Ing. ALESSANDRO MICHELI
Ordine Ing. di Roma n. 19645

GEOLOGO:

Geol. SERENA MAJETTA
Ordine Geol. del Lazio n. 928

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. L. Cedrone
Ordine Ing. di Roma n. A31751

STUDIO IMPATTO AMBIENTALE ANALISI DEGLI IMPATTI Relazione atmosferica

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00IA05AMBRE04_A			
DPNA0286	P 18	CODICE ELAB.	T00IA05AMBRE04	A	-
C					
B					
A	EMISSIONE		NOV. 2018		
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	SINTESI CONTENUTISTICA E METODOLOGICA	4
2	LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3	L'ANALISI METEO CLIMATICA	10
3.1	ASPETTI GENERALI	10
3.2	IL DATO STORICO: ANDAMENTO 1970-2001	10
3.2.1	FORTE E STAZIONE METEOROLOGICA DI RIFERIMENTO	10
3.2.2	REGIME TERMICO	14
3.2.3	REGIME PLUVIOMETRICO	21
3.2.4	REGIME ANEMOMETRICO	26
3.3	IL DATO ATTUALE: BOLLETTINO METAR ANNO 2017	31
3.3.1	DESCRIZIONE FORMATO E DISPONIBILITÀ DEI DATI	31
3.3.2	REGIME TERMICO	32
3.3.3	REGIME ANEMOMETRICO	33
3.3.4	NUVOLOSITÀ	34
3.3.5	VISIBILITÀ	34
3.3.6	PRESSIONE	35
3.4	IL CONFRONTO TRA IL DATO STORICO E L'ANNO DI RIFERIMENTO DELLE SIMULAZIONI	35
3.4.1	PARAMETRI DI CONFRONTO	35
3.4.2	REGIME TERMICO	36
3.4.3	REGIME ANEMOMETRICO	37
3.5	CONCLUSIONI	42
4	I MODELLI DI SIMULAZIONE UTILIZZATI	43
4.1	COPERT 5	43
4.2	AERMOD VIEW	44
5	LO SCENARIO ATTUALE: ANALISI DELLA CONCENTRAZIONI	48
5.1	GLI INPUT DEL SOFTWARE AERMOD VIEW	48
5.1.1	GLI INPUT TERRITORIALI	48
5.1.2	GLI INPUT PROGETTUALI	51
5.1.3	I RICETTORI DI RIFERIMENTO	62
5.2	I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI	64
6	L'OPZIONE ZERO: ANALISI DELLA CONCENTRAZIONI	69
6.1	GLI INPUT DEL SOFTWARE AERMOD VIEW	69
6.1.1	GLI INPUT TERRITORIALI	69
6.1.2	GLI INPUT PROGETTUALI	69
6.1.3	I RICETTORI DI RIFERIMENTO	78
6.2	I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI	79
7	LO SCENARIO DI PROGETTO: ANALISI DELLA CONCENTRAZIONI	84
7.1	GLI INPUT DEL SOFTWARE AERMOD VIEW	84

	7.1.1	GLI INPUT TERRITORIALI	84
	7.1.2	GLI INPUT PROGETTUALI	86
	7.1.3	LE SORGENTI SIMULATE	88
	7.1.4	I RICETTORI DI RIFERIMENTO	92
	7.2	I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI	92
	7.3	CONFRONTO ANTE OPERAM E POST OPERAM	97
	7.4	CONFRONTO OPZIONE ZERO E POST OPERAM	101
8		LE INTERFERENZE IN FASE DI CANTIERE	105
	8.1	GLI INPUT TERRITORIALI	105
	8.1.1	I DATI OROGRAFICI	105
	8.1.2	I DATI METEOROLOGICI	105
	8.2	GLI INPUT PROGETTUALI	105
	8.2.1	LA METODOLOGIA DEL WORST CASE SCENARIO	105
	8.2.2	LA DEFINIZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE DI CANTIERE	107
	8.2.3	IL TRAFFICO DI CANTIERE	108
	8.2.4	I FATTORI DI EMISSIONE	109
	8.3	LA MODELLAZIONE DELLE SORGENTI IN AERMOD VIEW	114
	8.4	DEFINIZIONE DEI PUNTI DI CALCOLO	115
	8.5	I DATI DI OUTPUT	116
	8.6	BEST PRACTICE PER IL CANTIERE	117

1 SINTESI CONTENUTISTICA E METODOLOGICA

Il presente capitolo è volto ad analizzare tutti gli aspetti relativi alla componente atmosfera, durante la realizzazione dell'opera e durante l'esercizio dell'infrastruttura in esame a valle della sua realizzazione. Nello specifico le fasi che hanno caratterizzato tale studio sono le seguenti:

- analisi meteo-climatica;
- 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 ante operam;
- determinazione delle emissioni e delle concentrazioni per l'opzione zero;
- determinazione delle emissioni e delle concentrazioni allo scenario post operam;
- analisi delle interferenze in fase di cantiere.

Il processo logico operativo dell'analisi della componente atmosfera ha pertanto riguardato, *in primis*, l'analisi meteo-climatica partendo dal dato storico dell'Atlante Climatico, considerando l'arco temporale di un trentennio, dal 1971 al 2000. Tale analisi ha permesso di caratterizzare il regime termico, pluviometrico e anemometrico con l'obiettivo di avere un quadro meteorologico storico di riferimento.

Medesimo studio è stato svolto con i dati meteo-climatici utilizzati per le simulazioni previsionali, relativi all'anno 2017, prendendo come riferimento la centralina di rilevamento più prossima all'area di intervento e rappresentativa delle condizioni climatiche circostanti questa, che nel caso in esame corrisponde alla centralina di Napoli Capodichino.

Dal confronto di queste due analisi meteo-climatiche è stato possibile valutare la bontà del dato meteo utilizzato per le simulazioni, al fine di escludere la possibilità che il 2017 fosse un *outliers*.

Dopo aver definito lo stato meteo-climatico dell'area, si è proceduto a simulare gli scenari caratterizzanti il cantiere e l'esercizio dell'opera in esame.

La simulazione è avvenuta mediante il software AERMOD View, cui input sono di natura territoriale e progettuale. In concomitanza con tale software sono stati utilizzati pertanto AERMET View per gli input meteorologici, AERMAP per gli input orografici, mentre per la valutazione dei fattori di emissione medi ci si è avvalsi del software COPERT 5.

Per l'applicazione dei modelli di simulazione alle tre configurazioni di esercizio (ante operam, opzione zero, post operam) è stato necessario ricostruire il tracciato e schematizzarne il funzionamento. Sono stati, pertanto, stabiliti i tratti a diverse velocità ed il dato di traffico giornaliero da utilizzare.

Una volta schematizzata l'infrastruttura è stata scelta una maglia di punti di calcolo al fine di determinare l'andamento globale della qualità dell'aria ed alcuni ricettori puntuali per verificare il rispetto dei limiti normativi in corrispondenza degli stessi. In particolare, sono stati individuati cinque ricettori per la verifica dei limiti normativi sulla protezione della salute umana ed un ricettore per la vegetazione.

Terminata la fase di modellazione degli input è stato possibile valutare l'output del modello, andando a

determinare i livelli di concentrazione per i principali inquinanti generati dalla sorgente stradale.

In particolare, sono stati analizzati i valori di concentrazione relativi ai seguenti inquinanti, per la protezione della salute umana:

- Biossidi di Azoto NO₂;
- Monossido di carbonio CO;
- Particolato PM₁₀;
- Particolato PM_{2,5};
- Benzene.

Per la verifica del limite normativo sulla vegetazione, invece, sono stati analizzati anche gli ossidi di azoto (NO_x).

Per quanto riguarda la simulazione della fase di cantiere, è stata effettuata l'analisi sulle concentrazioni di PM₁₀ e PM_{2.5} 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 Aermid 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 dallo scarico del materiale scavato, dalla frantumazione del materiale, nonché dalla presenza stessa dei cumuli di materiale nell'area di stoccaggio.

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;
- 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.

Il D.lgs. 155/2010, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", recepisce la Direttiva 2008/50/CE 107/CE. 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.

Oltre a fornire una metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione), definisce i valori di riferimento che permettono una valutazione della qualità dell'aria, su base annuale, in relazione alle concentrazioni dei diversi inquinanti. Nella tabella seguente vengono riportati il riepilogo degli adeguamenti normativi stabiliti dal D.Lgs. 155/2010. Nella Tabella 2-1 seguente vengono riportati il riepilogo

degli adeguamenti normativi stabiliti dal D.Lgs. 155/2010, agli allegati XI e XII.

Inquinante	Indicatore Normativo	Periodo di mediazione	Valore stabilito	Margine tolleranza	n° sup. consentiti
Biossido di Zolfo SO2	Valore limite protezione salute umana	1 ora	350 µg/m3	-	24
	Valore limite protezione salute umana	24 ore	125 µg/m3	-	3
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	500 µg/m3	-	-
	Livelli critici per la vegetazione	anno civile e inverno	20 µg/m3	-	-
Biossido di azoto NO2	Valore limite protezione salute umana	1 ora	200 µg/m3	-	18
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m3	-	-
	Soglia di allarme	3 ore consecutive in una stazione con rappresentatività > 100 kmq	400 µg/m3	-	-
Ossidi di azoto NOx	Livelli critici per la vegetazione	anno civile	30 µg/m3	-	-
Particolato PM10	Valore limite protezione salute umana	24 ore	50 µg/m3	-	35
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m3	-	-
Particolato fine PM2.5	Valore limite protezione salute umana	anno civile	25 µg/m3	-	-
Piombo	Valore limite protezione salute umana	anno civile	0,5 µg/m3	-	-
Benzene	Valore limite protezione salute umana	anno civile	5 µg/m3	-	-
Monossido di carbonio	Valore limite protezione salute umana	massima media su 8h consecutive	10 mg/m3	-	-
Arsenico	Valore obiettivo	anno civile	6 ng/m3	-	-
Cadmio	Valore obiettivo	anno civile	5 ng/m3	-	-
Nichel	Valore obiettivo	anno civile	20 ng/m3	-	-
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo	anno civile	1 ng/m3	-	-

Tabella 2-1 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 D.Lgs. 155/2010 introduce quindi norme, criteri e strumenti finalizzati a una migliore conoscenza dell'inquinamento atmosferico e assicura elevata qualità, uniformità e conformità di applicazione sul territorio nazionale. A tal fine, la Regione Toscana ha già approvato (DGR 964/2015) e trasmesso al Ministero il nuovo

progetto di zonizzazione e classificazione del proprio territorio e il nuovo progetto volto ad adeguare la propria rete alle relative disposizioni contenente il programma della valutazione.

Il Decreto attribuisce alle Regioni e alle Province autonome la competenza ad 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 dei valori limite dei valori critici 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. Tale analisi è strutturata al fine di perseguire una finalità costituita da due fasi consequenziali: in primis occorre analizzare dal punto di vista "storico" il contesto di intervento, definendo in un arco temporale ampio le condizioni climatiche che hanno caratterizzato l'area interessata dall'iniziativa progettuale in esame, secondariamente occorre analizzare il dato meteorologico di riferimento per le simulazioni modellistiche dell'area di intervento al fine di verificarne la coerenza con il dato storico.

In questo modo sarà possibile validare il dato utilizzato e verificare che le simulazioni effettuate non facciano riferimento ad *outliers* meteorologici che potrebbero inficiare l'intero processo di analisi.

La presente trattazione pertanto sarà divisa in due paragrafi principali: "il dato storico" che descrive l'analisi nell'arco temporale di riferimento 1971 – 2000 e l'analisi dei "dati di simulazione" corrispondenti allo stato attuale per il quale è stato preso a riferimento l'anno 2017.

3.2 IL DATO STORICO: ANDAMENTO 1970-2001

3.2.1 FONTE E STAZIONE METEOROLOGICA DI RIFERIMENTO

L'analisi meteorologica dell'area di intervento è stata effettuata sulla base dei dati presenti nell'Atlante Climatico dell'Aeronautica Militare che raccoglie i dati relativi ad un arco temporale di un trentennio, permettendo così la ricostruzione, in termini medi, dell'andamento meteo climatico.

L'Atlante è gestito dall'Aeronautica Militare e risulta coerente con quanto espresso dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) dove il clima è definito come lo stato medio delle variabili fisiche atmosferiche, con riferimento ad uno specifico periodo temporale e ad un'area circoscritta.

Nei paragrafi successivi verranno analizzati separatamente diversi indicatori climatici appartenenti a tre categorie: Temperature, Precipitazioni e Venti. Per comprendere e rendere facilmente leggibili tali indicatori, di seguito si riportano le legende. Con specifico riferimento alle temperature, gli indicatori analizzati sono riportati in Tabella 3-1.

Simbolo	Descrizione	U.M.
Tm	Temperatura media (max + min)/2	°C
Tx 1d	Temperatura massima media della 1a decade	°C
Tx 2d	Temperatura massima media della 2a decade	°C
Tx 3d	Temperatura massima media della 3a decade	°C
Txm	Temperatura massima media mensile	°C
Tn 1d	Temperatura minima media della 1a decade	°C
Tn 2d	Temperatura minima media della 2a decade	°C
Tn 3d	Temperatura minima media della 3a decade	°C
Tnm	Temperatura minima media mensile	°C

Simbolo	Descrizione	U.M.
TxP85-15	Differenza fra 85° e 15° percentile della distribuzione delle temperature massime	°C
TnP85-15	Differenza fra 85° e 15° percentile della distribuzione delle temperature minime	°C
P99x (P99n)	99° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
P85x (P85n)	85° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
P15x (P15n)	15° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
P1x (P1n)	1° percentile della distribuzione delle temperature massime (minime)	°C
NgTn<=0	N° giorni con Tn (temperatura minima) <= 0 °C	(conteggio)
NgTn<=-5	N° giorni con Tn (temperatura minima) <= -5 °C	(conteggio)
NgTx>=25	N° giorni con Tx (temperatura massima) >= 25 °C	(conteggio)
NgTx>=30	N° giorni con Tx (temperatura massima) >= 30 °C	(conteggio)
GrGi>0	Gradi-giorno (Somme (Tm-S) solo se (Tm-S) > 0°), dove S = 0°C	°C
GrGi>5	Gradi-giorno (Somme (Tm-S) solo se (Tm-S) > 0°), dove S = 5°C	°C
GrGi_18	Gradi-giorno (Somme (S-Tm) solo se (S-Tm) > 0°), dove S = 18°C	°C
Txx	Temperatura massima assoluta	°C
An Txx	Anno in cui si è verificata Txx	
Tnn	Temperatura minima assoluta	°C
An Tnn	Anno in cui si è verificata Tnn	

Tabella 3-1 Indicatori della Temperatura (Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Con riferimento alle precipitazioni ed eventi correlabili, i principali indicatori sono riportati in Tabella 3-2.

Simbolo	Descrizione	U. M.
RTot	Precipitazione totale media mensile	mm
RQ0	Minimo della distribuzione in quintili delle precipitazioni	mm
RQ1	Primo quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ2	Secondo quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ3	Terzo quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ4	Quarto quintile della distribuzione delle precipitazioni	mm
RQ5	Massimo della distribuzione in quintili delle precipitazioni	mm
Rx12a	Precipitazione massima fra le ore 00 e le 12 (ora UTC)	mm
Rx12b	Precipitazione massima fra le ore 12 e le 24 (ora UTC)	mm
Rx24	Precipitazione massima in 24 ore	mm
An Rx24	Anno in cui si è verificata Rx24	
Ng R>1	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 1 mm	(conteggio)
Ng R>5	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 5 mm	(conteggio)
Ng R>10	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 10 mm	(conteggio)
Ng R>50	Numero medio di giorni al mese con precipitazioni > 50 mm	(conteggio)
Ng Fog	Numero medio di giorni al mese con nebbia	(conteggio)
Ux%	Media mensile dell'umidità percentuale massima	%

Simbolo	Descrizione	U. M.
Un%	Media mensile dell'umidità percentuale minima	%
Ng h6 Nuv<=4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa <= 4/8 alle ore 6	(conteggio)
Ng h6 Nuv>4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa > 4/8 alle ore 6	(conteggio)
Ngh18 Nuv<=4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa <= 4/8 alle ore 18	(conteggio)
Ngh18 Nuv>4	Numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa > 4/8 alle ore 18	(conteggio)

Tabella 3-2 Indicatori delle precipitazioni (Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

Infine, in relazione alla distribuzione dei venti è possibile fare riferimento alla Tabella 3-3.

Simbolo	Descrizione	U. M.
HH	Orario	UTC
MM	Mese	
Calme	Percentuali dei casi di vento con intensità = 0 nodi	%
N1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità tra 1 e 10 nodi	%
N11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità tra 11 e 20 nodi	%
N>20	Percentuali dei casi di vento da Nord con intensità superiore a 20 nodi	%
NE1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
NE11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
NE>20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Est con intensità superiore a 20 nodi	%
E1-10	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
E11-20	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
E>20	Percentuali dei casi di vento da Est con intensità superiore a 20 nodi	%
SE1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità tra 1 e 10 nodi	%
SE11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità tra 11 e 20 nodi	%
SE>20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Est con intensità superiore a 20 nodi	%
S1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità tra 1 e 10 nodi	%
S11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità tra 11 e 20 nodi	%
S>20	Percentuali dei casi di vento da Sud con intensità superiore a 20 nodi	%
SW1-10	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
SW11-20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
SW>20	Percentuali dei casi di vento da Sud-Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
W1-10	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
W11-20	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%
W>20	Percentuali dei casi di vento da Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
NW1-10	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità tra 1 e 10 nodi	%
NW11-20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità tra 11 e 20 nodi	%

Simbolo	Descrizione	U. M.
NW>20	Percentuali dei casi di vento da Nord-Ovest con intensità superiore a 20 nodi	%
Vxx	Intensità massima del vento	KT

Tabella 3-3 Indicatori della distribuzione dei venti (Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

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 Napoli Capodichino, che dista dall'area di studio circa 40 chilometri e può essere ritenuta significativa e rappresentativa delle condizioni meteoroclimatiche dell'area in esame, in quanto, come riporta il documento dell'APAT "Dati e informazioni per la caratterizzazione della componente Atmosfera e prassi corrente di utilizzo dei modelli di qualità dell'aria nell'ambito della procedura di V.I.A.", le osservazioni rilevate dalle stazioni meteo dell'Aeronautica Militare sono rappresentative di un'area di circa 70 chilometri di raggio.

La stazione meteo di riferimento è inquadrata in Figura 3-1, con le seguenti coordinate:

- Lat: 40.883331;
- Lng: 14.288889.

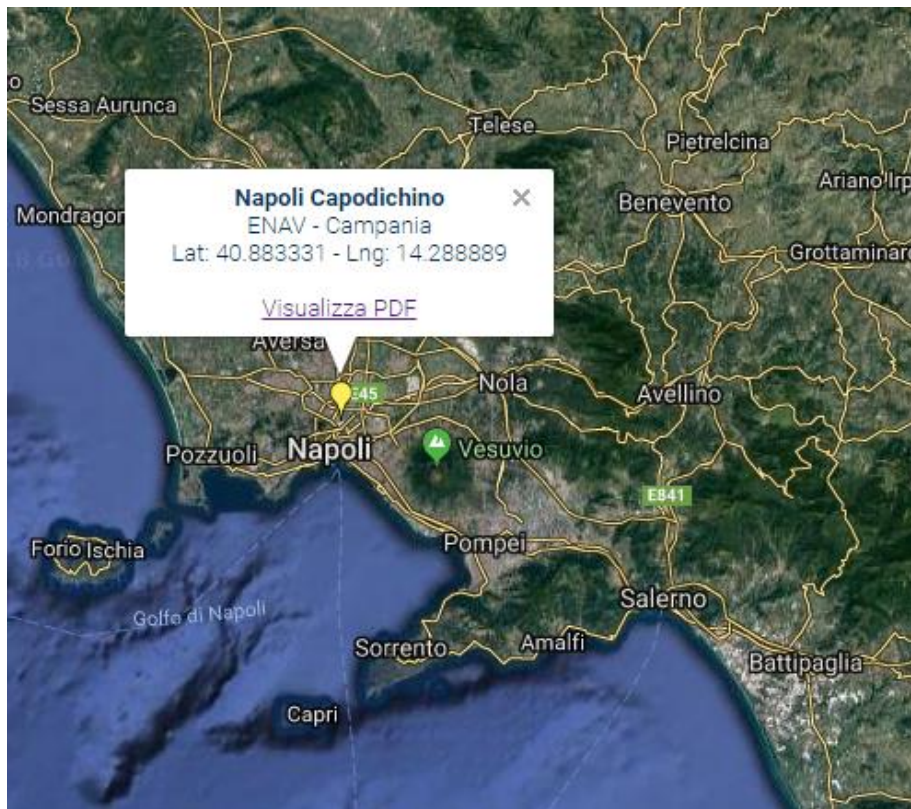


Figura 3-1 Stazione meteorologica di riferimento – Napoli Capodichino (Fonte: Atlante Climatico Aeronautica Militare)

3.2.2 REGIME TERMICO

Il primo aspetto analizzato nella trattazione del dato storico riguarda il regime termico. La Tabella 3-4 riporta i dati principali circa le temperature nei tre decenni di analisi.

Mes e	Tm	Tx1d	Tx2d	Tx3d	Txm	Tn1d	Tn2d	Tn3d	Tnm	TxP85- 15	TnP85- 15
Gen	8.7	12.8	13	13.2	13	4.2	4.3	4.6	4.4	5.1	7.2
Feb	9	13.7	13.1	13.7	13.5	4.2	4.6	4.6	4.5	5.8	6.8
Mar	11	14.7	15.6	16.8	15.7	5.3	6.2	7.1	6.3	6	6.6
Apr	13.2	17.7	17.4	19.2	18.1	8.2	7.9	9.1	8.4	6.6	5.4
Mag	17.8	21.3	23	24.4	23	11.3	12.6	13.8	12.6	7.8	5.4
Giu	21.4	25.6	26.5	27.9	26.7	15.2	16	17.3	16.2	5.9	4.8
Lug	24.3	29.1	29.8	30.6	29.9	18.2	18.9	19.2	18.8	5.3	4.3
Ago	24.7	31.2	30.8	29	30.3	19.6	19.4	18.3	19.1	5.8	4.8
Set	21.3	27.7	26.8	25.4	26.6	16.9	15.9	15	16	6	5.2
Ott	17.1	23.7	22.7	20.2	22.1	13.6	12.4	10.5	12.1	6.6	6.4
Nov	12.4	18.8	17.3	15.3	17.1	9.2	8	6.3	7.8	6.4	7
Dic	9.8	14.4	14.3	13.6	14.1	5.7	5.8	5.2	5.6	6	7.5
Mes e	NgTn≤ 0	NgTn≤ -5	NgTx≥2 5	NgTx≥3 0	GrGi> 0	GrGi> 5	GrGi_18	Txx	AnTx	Tnn	AnTn
Gen	3.4	0.1	0	0	278	119	297	21.1	2000	-5.6	1981
Feb	2	0	0	0	261	115	263	22.8	1990	-3.8	1979
Mar	1.2	0	0.3	0	350	191	223	27.8	1981	-3.6	1988
Apr	0	0	0.7	0	385	240	139	27.4	1983	0.8	1979
Mag	0	0	8.8	0	537	386	38	34.8	1988	5	1987
Giu	0	0	21.1	3.9	620	476	2	37.4	1982	9	1986
Lug	0	0	30.3	15.1	754	599	0	39	1987	11.2	1971
Ago	0	0	30.4	17.9	764	609	0	40	1981	11.4	1972
Set	0	0	21.8	3.7	627	480	4	37.2	1982	5.6	1971
Ott	0	0	5.8	0	517	366	50	31.5	2000	2.6	1972
Nov	0.3	0	0.1	0	371	222	167	26	1992	-3.4	1973
Dic	1.9	0	0	0	304	149	253	24.4	2000	-4.6	1986

Tabella 3-4 Regime Termico (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

Con riferimento alla Temperatura Media registrata nei tre decenni è possibile notare come le temperature siano comprese tra 8,7 °C e 24,7 °C, rispettivamente registrate nei mesi di gennaio e di agosto.

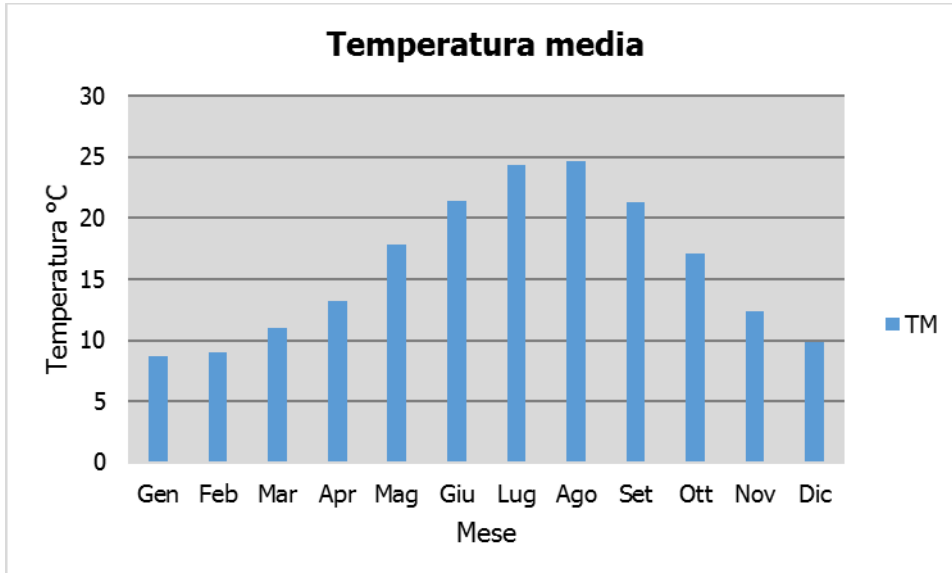


Figura 3-2 Temperatura media nelle tre decadi di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Analizzando i valori massimi e minimi medi della temperatura nelle tre decadi si osserva come il trend analizzato per la temperatura media nelle tre decadi sia individuabile anche in tali valori, evidenziando come mese con temperature massime medie più elevate il mese di agosto con 30,3 °C, mentre il mese con le temperature minime medie più basse risulta gennaio con 4,4 °C.

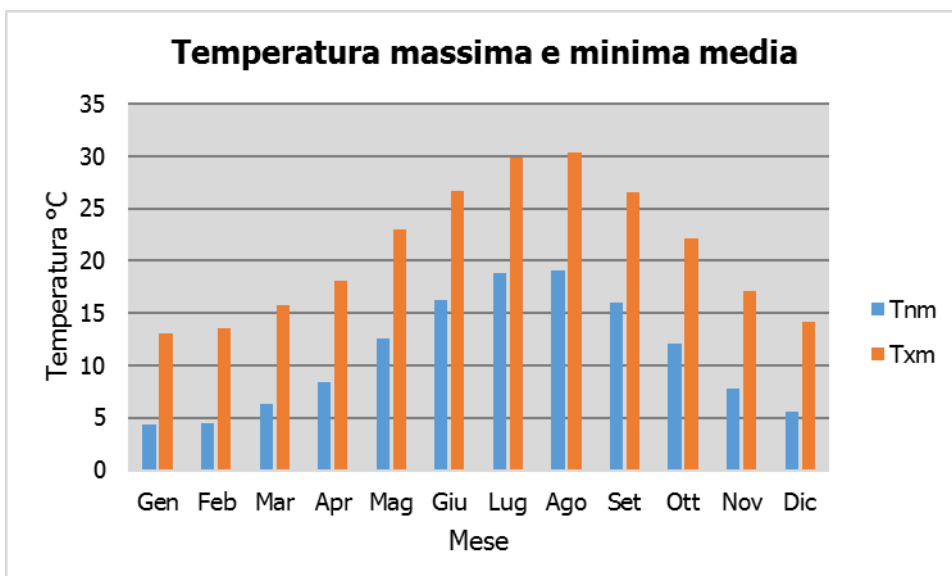


Figura 3-3 Temperatura massima e minima media nelle tre decadi di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Al fine di poter valutare dei trend di evoluzione della temperatura è possibile fare riferimento ai valori di temperatura minima e massima media mensile analizzata nelle tre differenti decadi di riferimento (1971 – 1980; 1981 – 1990; 1991 – 2000).

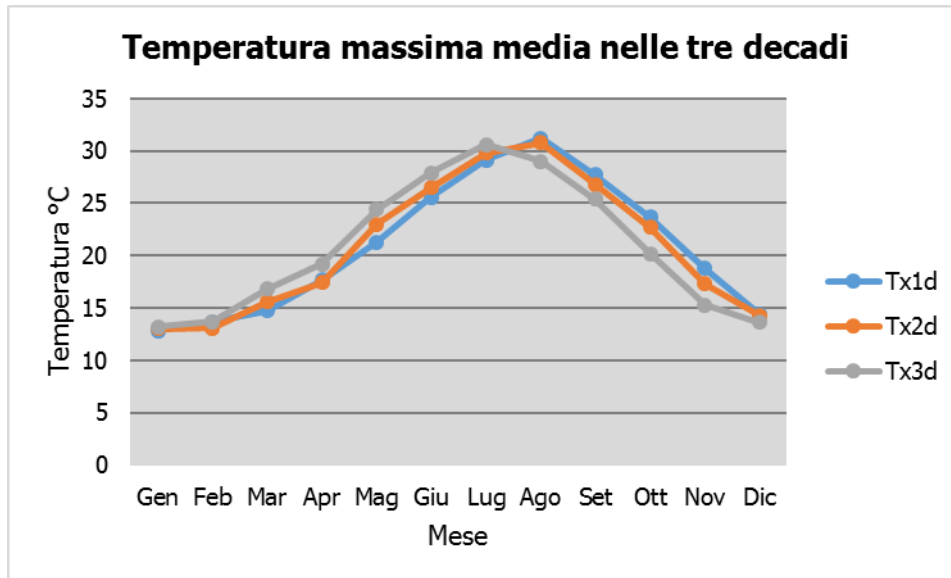


Figura 3-4 Temperatura massima media suddivisa per decadi (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Dalla Figura 3-4 si può notare nel corso dei decenni un'inversione del trend delle temperature con un anticipo delle temperature massime di circa un mese. La linea grigia, infatti, rappresentativa della terza decade, fa registrare valori più elevati delle altre due nei mesi compresi tra gennaio e luglio. Nei mesi da agosto a dicembre si registra, invece, un trend opposto con il valore della temperatura massima sempre inferiore a quello delle altre due decadi. Nell'ultima decade di analisi il mese con la temperatura massima media più elevata risulta luglio con un valore di 30,6°C.

Analoghe considerazioni possono essere effettuate in riferimento alle temperature minime così come mostrato in Figura 3-5.

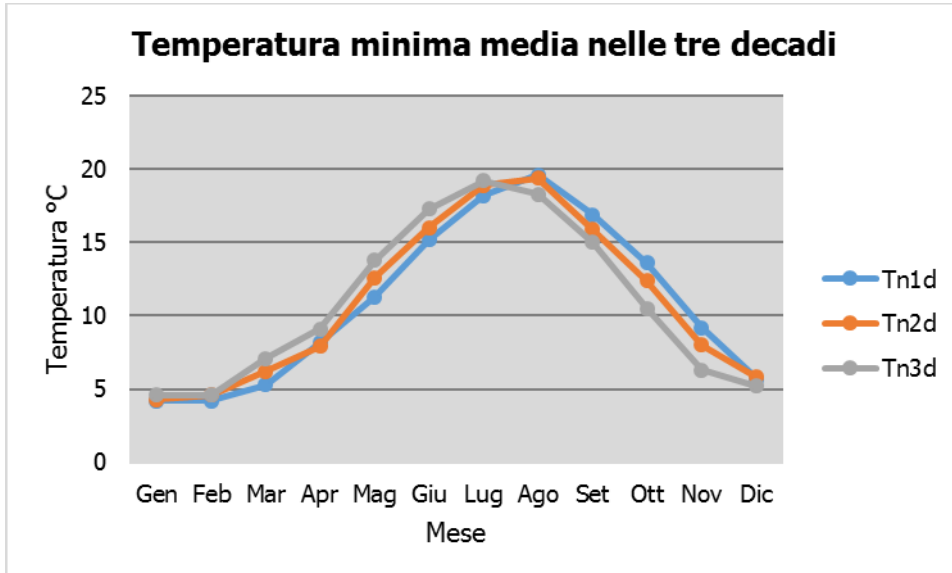


Figura 3-5 Temperatura minima media suddivisa per decadi (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

È inoltre possibile analizzare il fenomeno termico anche dal punto di vista dei percentili. In particolare, si può osservare la distribuzione in termini di differenze tra l'85° ed il 15° percentile al fine di determinare un intervallo di variazione dei valori contenuti tra tali percentili. Tale differenza può essere effettuata sia in termini di temperatura massima sia in termini di temperatura minima.

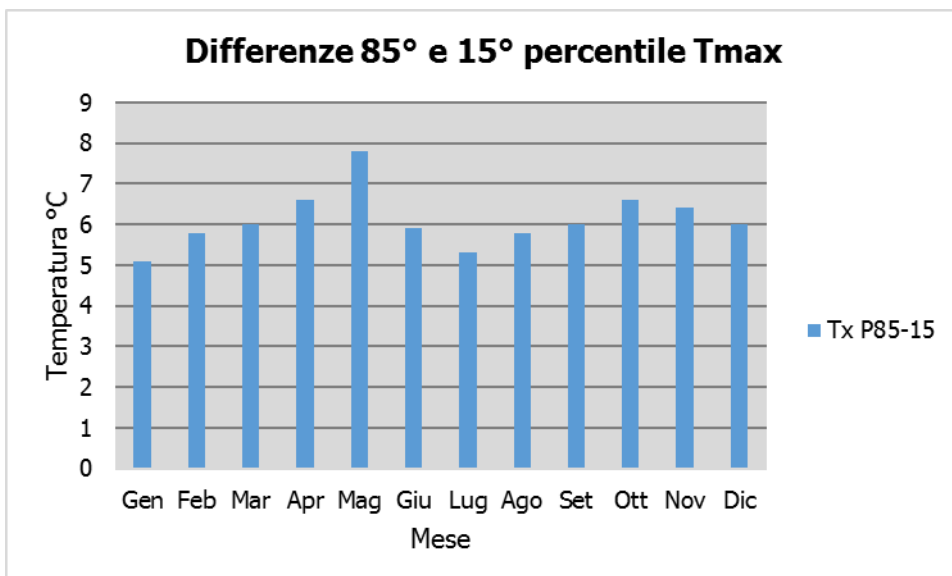


Figura 3-6 Differenza 85 – 15 percentile temperatura massima (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

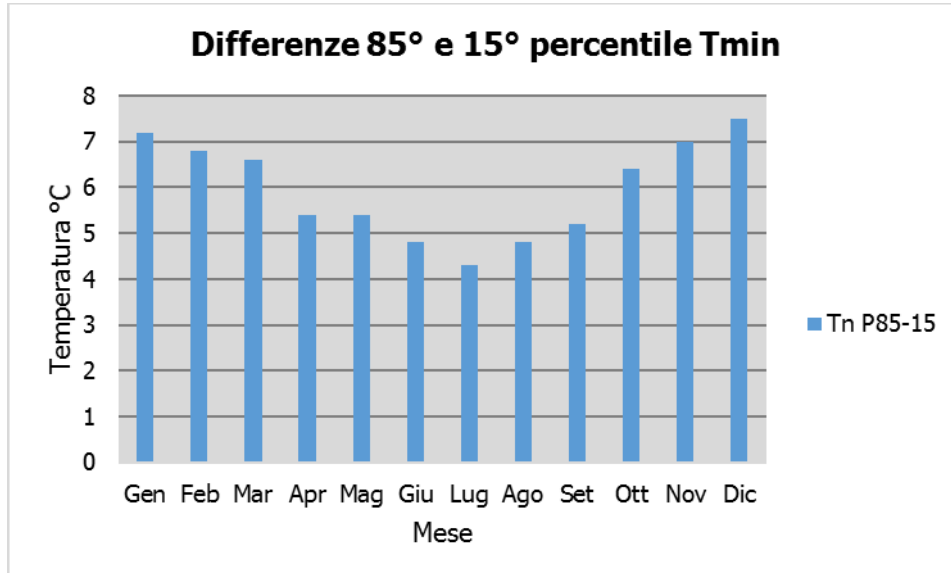


Figura 3-7 Differenza 85 – 15 percentile temperatura minima (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Dall'analisi delle temperature massime si può notare come il delta sia abbastanza costante e compreso tra i 5°C e gli 7°C circa, a meno del mese di maggio che raggiunge quasi gli 8°C. Con riferimento alla temperatura minima invece, si può evidenziare un trend in cui il minimo del delta è rappresentato dai mesi estivi, il cui valore è di circa 4 °C, mentre il massimo valore si ha nei mesi invernali con il delta massimo registrato nel mese di dicembre dove la differenza tra l'85° ed il 15° percentile raggiunge il valore di 7,5°C.

In ultimo, al fine di completare l'analisi sulle distribuzioni delle temperature nei diversi mesi nelle tre decadi di riferimento, è possibile effettuare un'analisi sull'occorrenza di determinati eventi, oltre che sulla loro entità. In particolare, è possibile valutare l'occorrenza di fenomeni "estremi", quali il superamento di temperature "soglia" sia in termini di temperatura massima, sia in termini di temperatura minima.

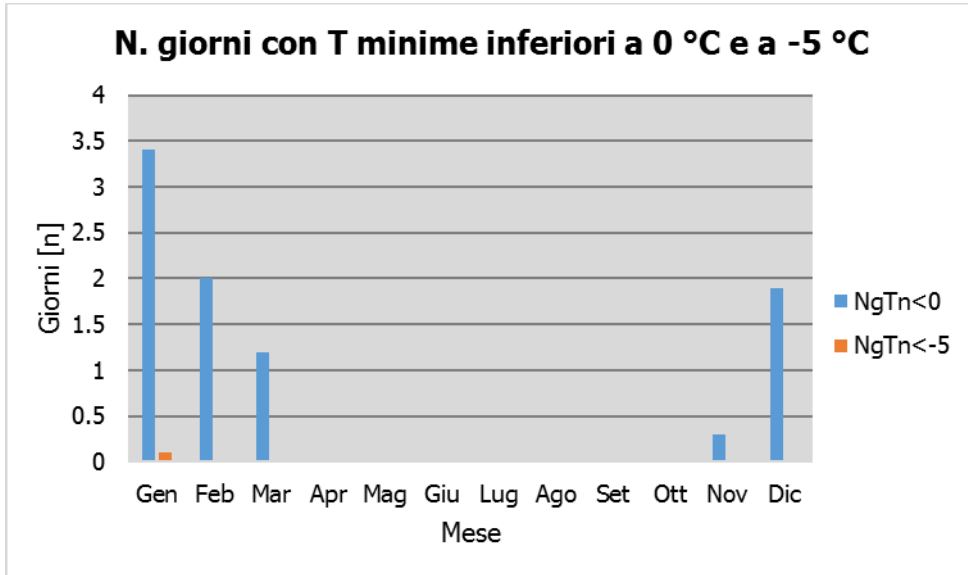


Figura 3-8 N° giorni con temperature minime inferiori a 0° e a -5° (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

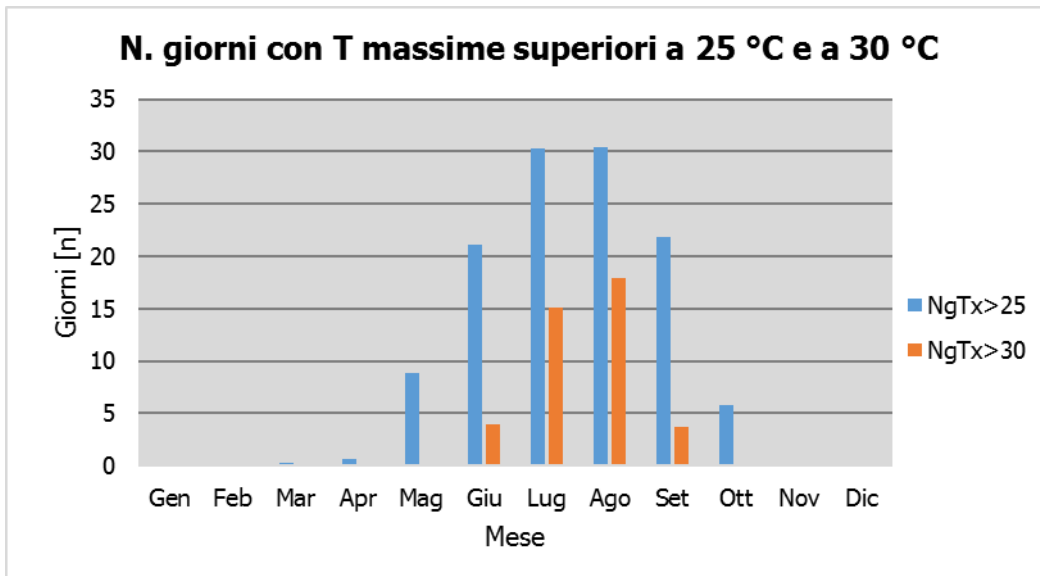


Figura 3-9 N° giorni con temperature massime superiori a 25° e 30° (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Con riferimento alle figure soprastanti è possibile verificare come le temperature inferiori ai -5°C siano registrate esclusivamente nel mese di gennaio, mentre come le giornate con temperature inferiori allo 0°C siano concentrate nei mesi invernali da novembre a marzo.

Per quanto riguarda le temperature massime, invece, si registrano superamenti della soglia di 30 °C esclusivamente nei mesi di giugno, luglio, agosto e settembre, mentre i superamenti della soglia di 25 °C sono molto frequenti da maggio a ottobre, con una presenza ridotta anche nei mesi di marzo e aprile.

Ultimo aspetto riguarda l'analisi dei giorni in cui si sono verificati i massimi ed i minimi assoluti rispetto al periodo di riferimento dell'Atlante Climatico. È possibile notare come, sia rispetto alle temperature massime che minime, la distribuzione nelle tre decadi (1971 – 1980; 1981 – 1990; 1991 – 2000) risulta essere dispersa.

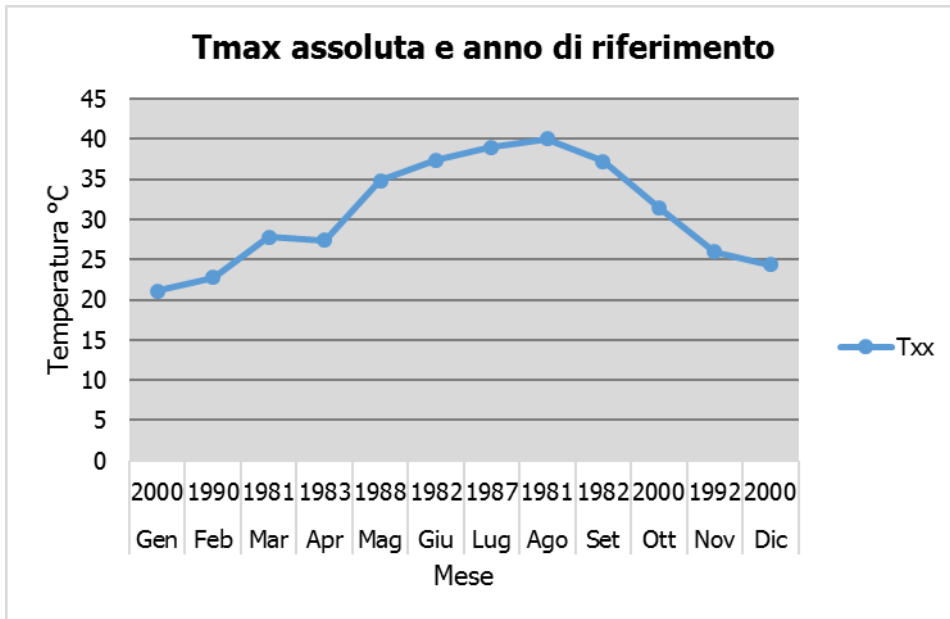


Figura 3-10 Temperatura massima assoluta ed anno di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

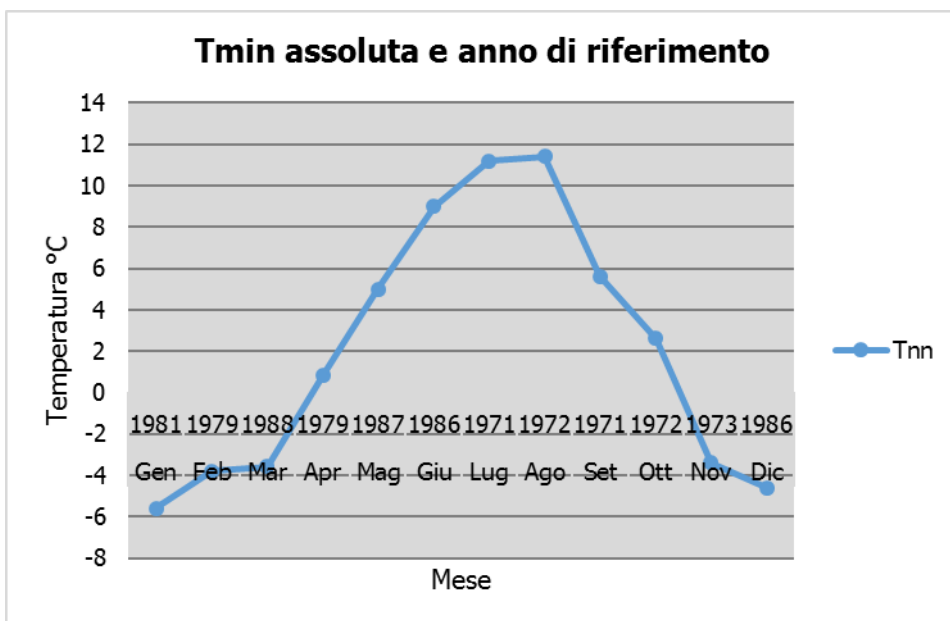


Figura 3-11 Temperatura minima assoluta ed anno di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

3.2.3 REGIME PLUVIOMETRICO

Il regime pluviometrico è definito attraverso i dati registrati e riportati nella Tabella 1 5. In tale tabella sono anche riportati i dati circa l'umidità registrata nonché la presenza di nebbia e di copertura nuvolosa.

Mese	RTot	RQ0	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	Rx12a	Rx12 b	Rx24	AnRx24
Gen	92.1	3.9	22.2	78	108.5	148.1	209.8	50.2	68.6	73.8	1973
Feb	95.3	11.7	30.1	57.4	92.8	140.8	255.6	36.8	50.8	60.2	1974
Mar	77.9	0	39	60.2	80	101.8	227.4	33	52.2	52.2	1995
Apr	98.6	9	27.8	57	108.2	156.5	234.2	83.4	70.4	98.6	1995
Mag	59	0.1	15.5	25.6	60.5	82.1	223.7	82.6	48.6	87.4	1996
Giu	32.8	0	5.5	11.2	31.4	49	173.2	34	55.8	65.4	1992
Lug	28.5	0	0.1	4.4	13.5	57.4	147.1	30	75.4	75.4	1986
Ago	35.5	0	6.9	12.5	35.4	63.9	115.2	22.2	42.2	42.4	1980
Set	88.9	0	41	65.7	72.3	127.4	297.1	86.2	63	101.2	1995
Ott	135.5	18.7	60.6	82.6	126.8	189.8	305.7	87.6	76	114.2	1980
Nov	152.1	19.7	51.3	93.7	183.9	259.8	375.5	71.2	92	114	1989
Dic	112	23.3	57.2	79	110.7	173.7	252.2	48.4	64	76.2	1995
Mese	NgR> 1	NgR> 5	NgR> 10	NgR> 50	NgFog	Ux%	Un%	Ngh6N uv≤4	Ngh6 Nuv> 4	Ngh18Nu v≤4	Ngh18Nu v>4
Gen	9.3	5.7	3.6	0.2	2.1	93	57	15.8	15.1	14.9	15.9
Feb	9.1	5.4	3.3	0.1	1.7	92	53	14.4	13.8	13.7	14.4
Mar	8.6	4.9	3.2	0	1.1	93	51	13.3	17.7	13.1	17.9
Apr	9.3	5.5	3.4	0.1	0.7	94	49	13.1	17.3	12.2	18.3
Mag	6.1	3.5	1.9	0.2	0.9	95	49	16.7	15	15.4	16.3
Giu	3.3	1.7	1.2	0	0.3	94	49	20.7	8.9	19.1	10.6
Lug	2.4	1.2	0.8	0.2	0.3	94	46	25.8	4.7	24	6.8
Ago	3.7	2	1.4	0	0	94	47	25.3	5.6	23.6	7.3
Set	6.1	3.9	2.9	0.2	1.1	95	51	20.3	9.6	19.6	10.3
Ott	8.5	6	4.3	0.3	2.1	94	53	17.3	13.6	18.8	12
Nov	10.2	6.8	4.8	0.4	1.1	95	57	14.9	14.8	16	13.8
Dic	9.9	6.2	4.4	0.2	2.1	93	59	16.4	14.8	16.3	14.6

Tabella 3-5 Regime Pluviometrico (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

Il primo aspetto di analisi fa riferimento alla precipitazione totale media mensile registrata dalla stazione di riferimento in termini di millimetri, così come riportato in Figura 3-12.

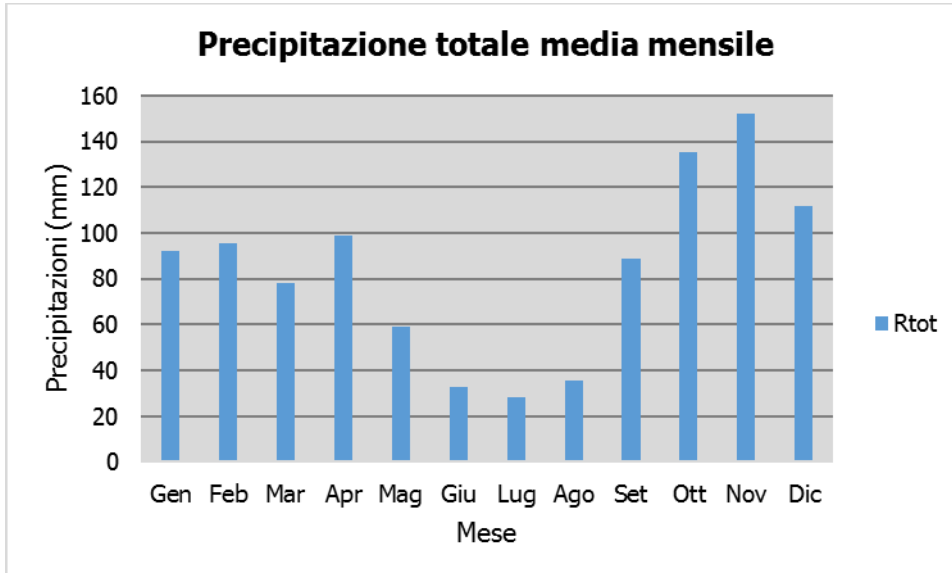


Figura 3-12 Precipitazione totale media mensile (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

È possibile notare come il mese con la media mensile più elevata sia novembre con più di 150 mm di precipitazione, mentre il mese maggiormente asciutto è luglio con un valore di circa 30 mm.

Al fine di avere una valutazione quantitativa della distribuzione delle precipitazioni nei diversi mesi è possibile fare riferimento alla Figura 3-13.

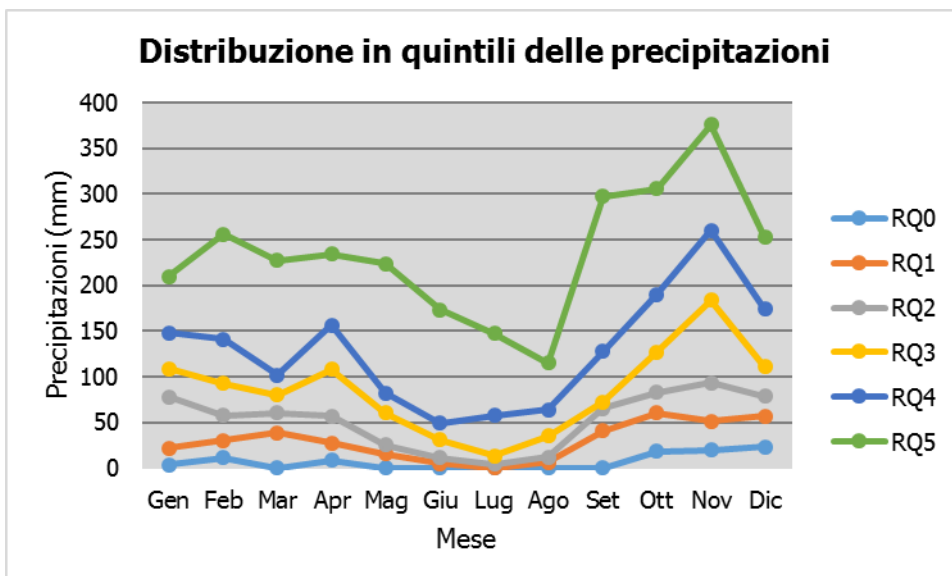


Figura 3-13 Distribuzione in quintili delle precipitazioni mensili (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

In termini qualitativi è possibile evidenziare un delta marcato tra il quarto ed il quinto quintile ovvero il massimo della distribuzione in quintili; mentre le differenze dal primo al quarto quintile sono molto più contenute.

È inoltre possibile valutare la divisione delle precipitazioni massime con riferimento a due intervalli

temporali 00-12 e 12-24, così come definito nella Figura 3-14.

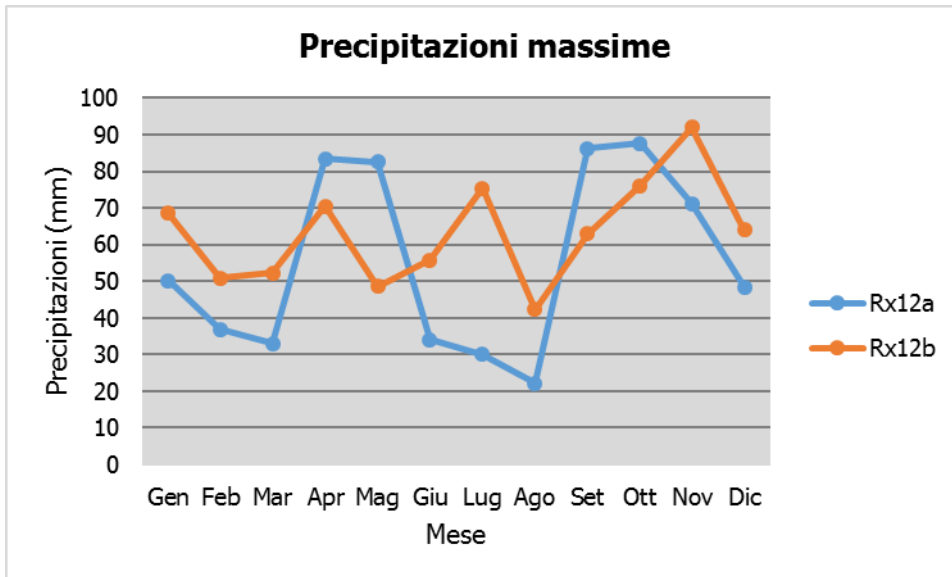


Figura 3-14 Precipitazioni massime periodi 00-12 e 12-24 (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

È possibile notare come, rispetto al primo periodo di riferimento il massimo si registri nel mese di ottobre con poco meno di 90 mm di precipitazione, mentre rispetto al secondo periodo il massimo sia registrabile nel mese di novembre il cui valore si attesta a circa 92 mm.

Di seguito si riporta la distribuzione dei massimi nelle 24 ore, nonché la data in cui si è verificata rispetto al periodo di analisi dell'Atlante Climatico.

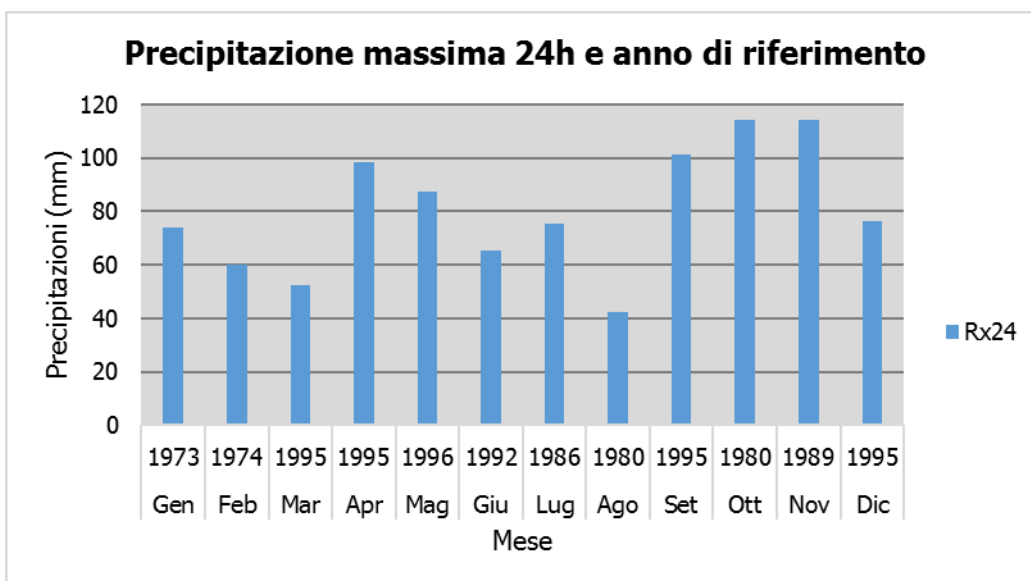


Figura 3-15 Precipitazioni massima nelle 24h ed anno di occorrenza (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

In ultimo, in analogia a quanto visto per le temperature, anche per il regime pluviometrico viene effettuata

un'analisi circa il numero di giorni in cui si verifica il superamento di determinati valori di soglia. Nel caso in esame, riportato in Figura 3-16, vengono riportati il numero medio di giorni con precipitazioni superiori ad 1, 5, 10 e 50 mm.

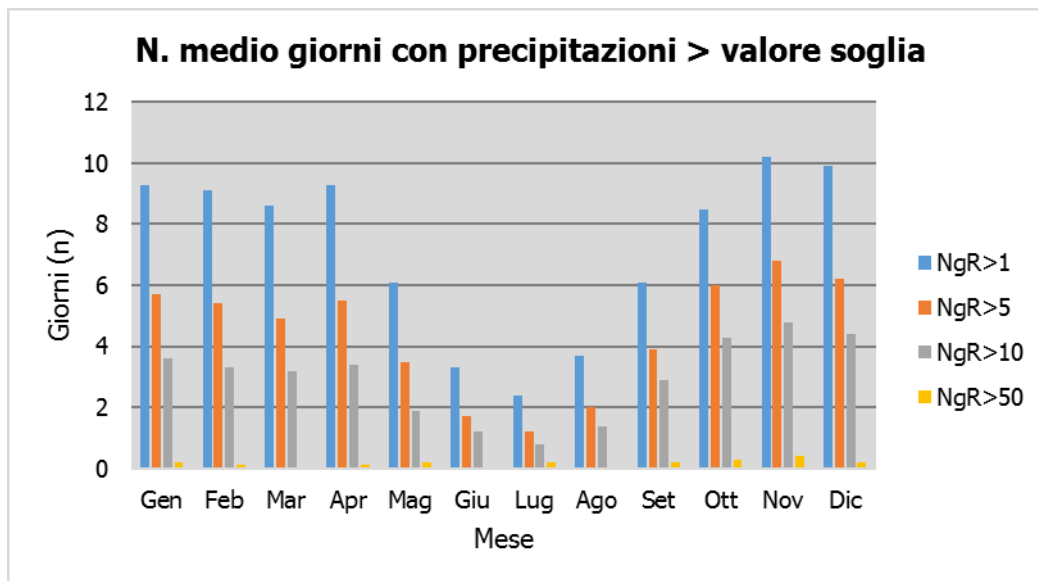


Figura 3-16 N° di giorni medio al mese con precipitazioni superiori a 1, 5, 10 e 50mm di precipitazioni (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Dall'analisi di tali dati è possibile evidenziare come il mese di novembre sia quello in cui mediamente ci sono più giorni di superamento.

Con riferimento al secondo parametro analizzato, ovvero la presenza di nebbia, è possibile osservare la Figura 3-17, in cui vengono rappresentati i giorni medi al mese in cui è presente la nebbia. La distribuzione di tali valori varia notevolmente nei mesi dell'anno, con valori elevati nei mesi invernali e valori decisamente più bassi nei mesi estivi.

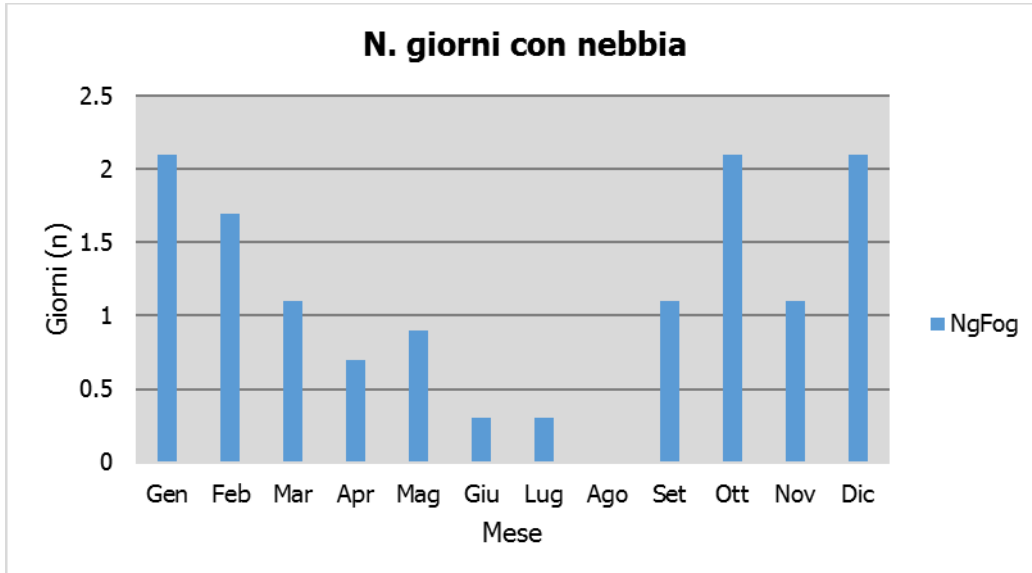


Figura 3-17 Numero di giorni medio al mese con presenza di nebbia (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Con riferimento all'umidità percentuale massima e minima si nota come il primo parametro sia compreso tra il 92 ed il 95%, con oscillazioni molto contenute, i cui massimi si registrano nei mesi invernali. Con riferimento al secondo parametro il delta si amplia con un valore minimo nel mese di luglio pari al 46%, e valori più alti negli altri mesi, con il massimo valore registrato nel mese di dicembre, pari al 59%.

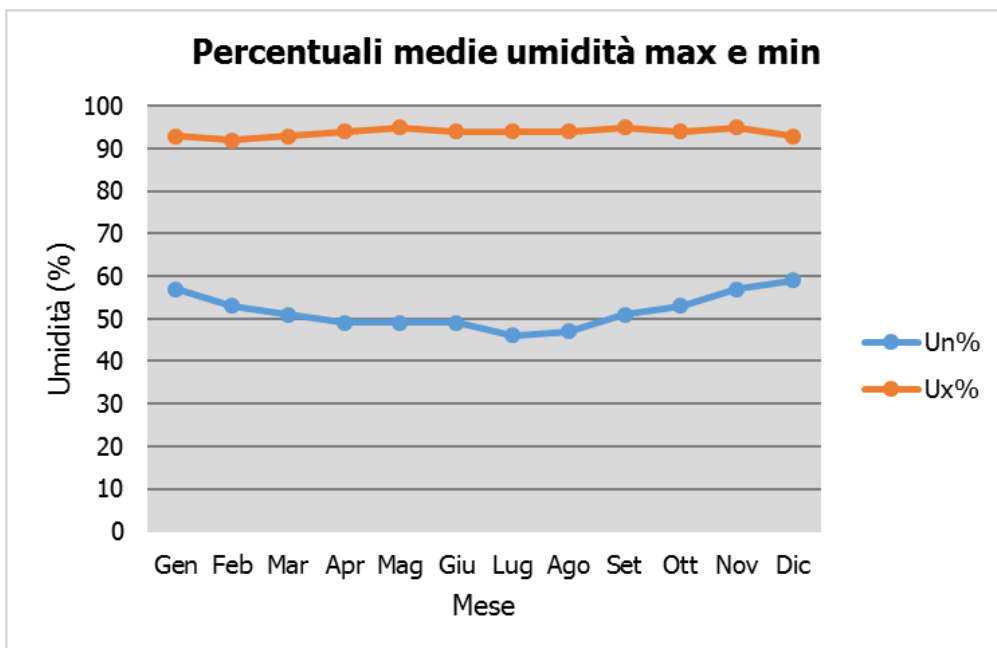


Figura 3-18 Media mensile dell'umidità percentuale massima e minima (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Ultimo aspetto del presente paragrafo riguarda l'analisi della copertura nuvolosa. In particolare, tale aspetto

viene considerato con riferimento al numero di giorni in relazione ad alcuni aspetti che possono essere così riassunti:

- la copertura nuvolosa espressa in ottavi, ed in particolare se inferiore o superiore ai quattro ottavi;
- le ore del giorno, definendo due scenari di analisi dalle ore 6 e alle ore 18.

La combinazione di tali aspetti dà luogo a quattro scenari di analisi:

- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa inferiore o uguale a 4/8 alle ore 6;
- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa superiore a 4/8 alle ore 6;
- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa inferiore o uguale a 4/8 alle ore 18;
- numero medio di giorni al mese con copertura nuvolosa superiore a 4/8 alle ore 18.

Le risultanze di tali analisi sono riportate nella Figura 3-19.

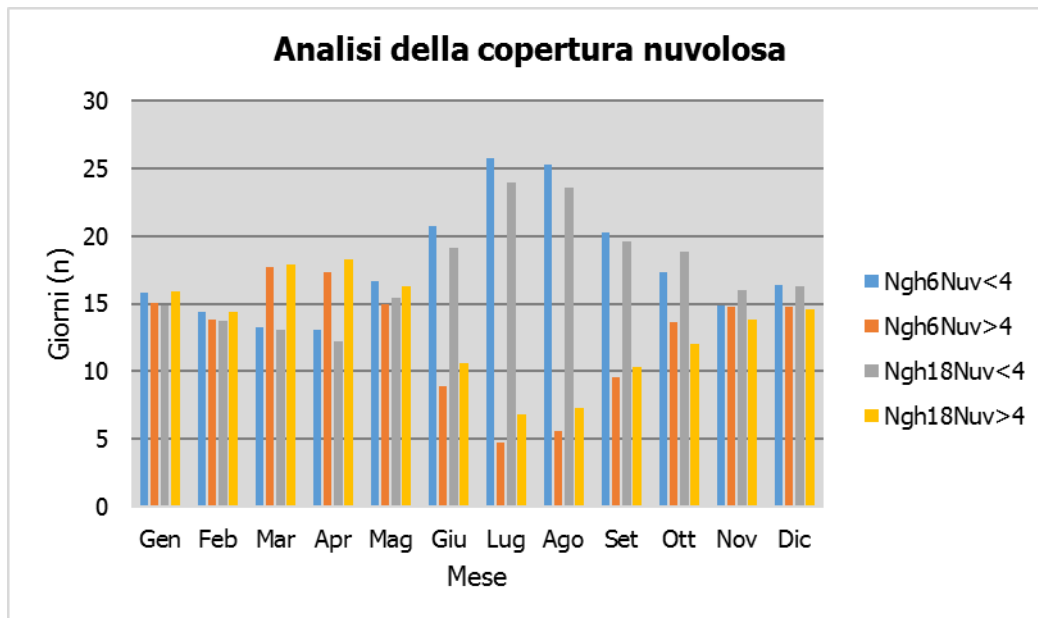


Figura 3-19 Analisi della copertura nuvolosa (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

Si può evincere come durante i mesi dell'anno più o meno si registrano 15 giorni di nuvolosità elevata e 15 giorni di nuvolosità bassa, con delle piccole oscillazioni in cui si registra una minore nuvolosità nei mesi estivi di luglio e agosto ed una maggiore nuvolosità nei mesi di gennaio, aprile e maggio.

3.2.4 REGIME ANEMOMETRICO

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificarne sia la direzione sia l'entità espressa in nodi, suddivisa nelle classi definite precedentemente. I valori registrati sono sinteticamente riportati nelle tabelle seguenti con riferimento a quattro orari: 00:00, 06:00, 12:00, 18:00.

HH00

Mese	Calm e	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	39.1	16.14	1.65	0.71	7.66	3.42	0.35	2.36	1.18	0.12	1.06	0.24	0

Feb	36.74	13.97	1.94	0.26	9.06	6.73	0.26	2.2	1.94	0.13	0.78	0.13	0.13
Mar	44.46	10.39	2.1	0.12	9.33	3.62	0.23	1.87	1.05	0	0.7	0.35	0
Apr	53.51	8.43	0.59	0	6.21	1.87	0.12	1.52	0.7	0	0.7	0.59	0
Mag	56.69	8.34	0.69	0.23	6.4	0.69	0	2.74	0.11	0	0.69	0	0
Giu	61.57	7.96	0	0.24	5.63	0.24	0	3.06	0	0	0.37	0	0
Lug	67.22	8.22	0.36	0.48	7.27	0.24	0	2.26	0.12	0	0.72	0	0
Ago	67.96	8.22	0.23	0.35	7.16	0.59	0	2.11	0	0	0.35	0	0
Set	62.52	9.43	0.48	0.24	8.83	1.33	0	1.69	0.12	0	0.6	0.12	0
Ott	51.29	13.18	1.06	0.12	7.88	3.06	0.35	1.76	0.59	0	0.24	0.59	0
Nov	42.53	16.4	0.73	0.12	6.56	3.16	0.36	1.09	0.85	0	0.61	0.12	0
Dic	35.85	16.36	1.86	0.46	7.77	4.06	0.7	0.7	0.58	0.23	0.58	0.35	0
Mes e	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	Vxx
Gen	2.36	2.94	0.35	4.24	2.12	0.35	3.65	1.41	0.12	7.54	0.71	0	80
Feb	2.98	2.98	0.39	3.1	2.72	0.26	3.75	1.16	0.52	7.37	0.52	0	96
Mar	5.02	2.45	0.12	4.55	2.45	0.12	4.32	0.58	0	5.6	0.35	0.12	67
Apr	5.15	2.93	0.23	5.15	2.11	0.12	3.63	0.82	0.12	5.15	0.23	0	58
Mag	4.8	1.94	0	5.26	1.14	0.11	3.89	1.14	0.11	4.11	0.23	0	89
Giu	3.06	0.73	0.12	5.02	0.86	0	6.36	1.35	0.12	2.82	0.37	0	72
Lug	1.67	0.12	0	3.34	0.24	0	2.62	0.36	0.12	4.05	0.24	0	92
Ago	1.88	0.35	0	2.82	0.35	0	3.05	0.59	0	3.64	0.12	0	62
Set	1.57	1.09	0.12	3.02	0.48	0	3.14	0.24	0	4.47	0.12	0	89
Ott	1.88	1.76	0	4.35	1.29	0.24	2.94	0.47	0	6.12	0.59	0	89
Nov	2.19	2.55	0.12	3.89	3.28	0.36	3.89	0.85	0.61	9.48	0	0	85
Dic	2.32	3.36	0.35	4.52	4.18	0.23	2.78	2.09	0.23	9.4	0.46	0	95

Tabella 3-6 Andamento del regime anemometrico ore 00:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

HH06

Mes e	Calm e	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	35.21	16.67	3.05	0.35	5.87	5.4	0.82	1.88	1.29	0	0.7	0.59	0.12
Feb	34.79	15.92	3.47	0.26	8.99	5.65	0.77	2.57	1.16	0.13	0.77	0.26	0.26
Mar	43.98	14.97	2.22	0	8.07	3.86	0.23	1.99	0.35	0	0.7	0.23	0
Apr	51.49	12.96	1.43	0.24	4.88	2.5	0.12	1.43	0.59	0.12	0.95	0.24	0
Mag	55.54	11.54	1.03	0.11	8.69	0.91	0	2.4	0.11	0	0.57	0	0
Giu	58.24	12.09	0.12	0.37	8.55	0.73	0	3.05	0	0	1.22	0	0
Lug	65.35	12.54	0.12	0.6	9.44	0.72	0	1.79	0.24	0	0.36	0	0
Ago	66.82	13.25	0.12	0.23	6.57	0.35	0	1.64	0.12	0	0.35	0	0
Set	58.42	14.18	0.61	0.12	7.39	0.85	0.12	1.21	0.12	0	0.73	0	0
Ott	48.83	15.85	1.17	0.12	4.93	2.46	0.47	2.35	0.59	0	0.82	0.23	0.23
Nov	39.93	16.36	1.22	0.12	5.49	3.42	0.12	1.95	0.61	0.12	0.49	0.24	0.24
Dic	35.62	16.18	1.86	0.35	7.1	4.66	0.81	0.93	0.47	0.35	0.93	0.12	0.23
Mes e	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	
Gen	2.23	1.76	0.35	2.93	2.7	0.35	2.7	1.76	0.12	12.79	0.35	0	

Feb	2.7	2.31	0.13	2.57	2.31	0	3.47	0.77	0.13	9.63	0.77	0
Mar	2.69	1.87	0.23	3.39	1.87	0.12	2.57	1.4	0.12	7.84	0.94	0
Apr	2.97	2.5	0.12	3.45	2.02	0.24	3.09	1.19	0.12	6.54	0.24	0
Mag	3.2	1.03	0.23	3.89	1.71	0.11	2.29	0.34	0.11	5.83	0.11	0
Giu	3.54	1.1	0	2.44	0.61	0	2.69	1.47	0	3.17	0.61	0
Lug	1.31	0.12	0	1.55	0.24	0	1.31	0.48	0	3.58	0	0
Ago	1.06	0.12	0	0.94	0.23	0	1.29	0.7	0	5.74	0.12	0.23
Set	2.42	0.73	0	1.82	0.73	0	2.55	0.48	0.12	7.15	0.12	0.12
Ott	2.23	0.94	0	2.58	1.41	0.12	2.58	0.7	0	10.92	0.35	0
Nov	2.69	1.22	0.37	2.81	3.54	0.49	3.54	1.1	0.37	12.33	0.61	0
Dic	2.79	2.44	0.23	4.42	3.38	0.23	3.38	1.4	0.12	10.59	0.93	0

Tabella 3-7 Andamento del regime anemometrico ore 06:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

HH12

Mes e	Calm e	N1- 10	N11 -20	N>2 0	NE1- 10	NE11- 20	NE>2 0	E1- 10	E11- 20	E>20	SE1-10	SE11- 20	SE>2 0
Gen	22.98	15.01	2.23	0.82	8.09	7.74	1.64	2.93	3.17	0.12	0.59	0.7	0.12
Feb	10.34	10.59	2.2	0.52	8.66	11.37	1.03	4.39	5.04	0.26	1.94	0.26	0
Mar	6.35	5.76	3.06	0.47	7.52	7.87	1.06	2	3.53	0.35	0.71	0.47	0
Apr	3.68	3.8	1.19	0.36	5.22	4.51	0.47	2.73	1.9	0.24	0.83	0.83	0
Mag	3.09	3.44	1.03	0.23	3.89	4.47	0.11	1.6	1.37	0.11	1.49	0.11	0
Giu	1.34	1.1	0.86	0.12	3.55	1.83	0.12	1.59	1.1	0	0.49	0.37	0
Lug	1.31	2.62	0.71	0	4.04	3.57	0	2.97	0.83	0	0.59	0	0
Ago	1.54	3.55	1.18	0.12	6.15	1.89	0.12	2.84	0.83	0.12	1.42	0	0
Set	6.19	3.52	1.33	0.24	5.58	3.64	0.36	4.13	0.85	0	1.58	0.24	0
Ott	14	7.53	1.76	0.24	8.59	7.65	0.35	4.12	1.41	0	1.06	0.59	0.12
Nov	21.83	11.83	2.2	0.24	8.54	7.56	0.37	3.05	2.93	0.12	1.22	0.85	0.24
Dic	22.95	13.93	2.22	0.7	8.08	9.95	1.41	2.81	2.22	0.23	1.87	0.47	0
Mes e	S1-10	S11- 20	S>2 0	SW1- 10	SW11 -20	SW>2 0	W1- 10	W11 -20	W>2 0	NW1 -10	NW11 -20	NW>2 0	
Gen	6.8	4.69	0.23	3.99	4.57	0.47	3.05	3.17	0.59	5.04	1.06	0	6.8
Feb	10.08	5.94	0.65	7.49	5.04	0.78	2.84	3.75	0.52	5.04	1.16	0	10.08
Mar	17.04	10.58	0.24	9.4	8.34	0.12	4.11	4	1.06	4	1.18	0	17.04
Apr	16.13	14.95	0.36	13.64	13.64	0.59	2.97	5.46	0.83	3.08	0.47	0	16.13
Mag	18.44	19.7	0.34	12.37	15.35	0.34	3.09	4.01	0.34	1.95	0.69	0	18.44
Giu	22	19.8	0.24	12.71	16.99	0.37	2.08	7.82	0	1.47	0.86	0	22
Lug	24.97	19.98	0.12	12.25	13.56	0	2.5	3.8	0.36	2.14	0.83	0	24.97
Ago	23.17	22.46	0.24	12.29	10.28	0.12	2.96	3.43	0.47	1.89	0.71	0	23.17
Set	21.97	11.89	0.24	15.29	7.89	0.36	3.03	6.19	0.61	2.55	0.73	0	21.97
Ott	13.65	6	0	11.76	4.94	0.47	4.82	4.24	0.12	4.47	0.71	0	13.65
Nov	7.32	4.88	0.37	5.98	5.37	0.85	3.54	3.17	0.61	4.76	1.22	0	7.32
Dic	5.04	4.45	0.47	4.68	4.8	0.47	2.34	4.33	0.23	4.68	0.94	0	5.04

Tabella 3-8 Andamento del regime anemometrico ore 12:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

HH18

Mes e	Calm e	N1-10	N11-20	N>20	NE1-10	NE11-20	NE>20	E1-10	E11-20	E>20	SE1-10	SE11-20	SE>20
Gen	35.76	7.5	2.23	0.7	8.44	6.92	0.47	3.99	1.52	0.12	0.82	0.7	0.12
Feb	25.42	4.77	1.68	0.13	8.39	9.16	0.9	4.9	3.74	0.13	1.55	0.52	0
Mar	17.64	3.74	1.64	0.12	6.19	6.31	0.23	4.67	2.69	0.12	0.93	0.23	0
Apr	17.4	3.43	1.3	0.24	4.14	3.31	0.12	2.84	1.78	0.24	0.83	0.36	0
Mag	17.53	2.41	0.69	0.34	3.78	2.06	0	2.18	1.37	0	1.72	0.23	0
Giu	12.32	1.46	0.37	0.12	2.32	1.22	0	1.22	0.24	0	1.1	0	0
Lug	12.35	2.71	0.59	0.47	2.71	1.06	0	1.53	0.82	0	1.06	0.12	0
Ago	13.11	2.22	0.47	0.12	3.04	1.41	0	1.76	0.35	0.12	0.82	0	0
Set	28.48	2.3	0.24	0.12	6.06	1.21	0	3.27	0.73	0.12	0.36	0.24	0
Ott	43.19	4.11	1.53	0.12	9.51	3.05	0.23	4.23	1.17	0	0.59	0.23	0
Nov	39.42	8.76	1.09	0.36	9.37	4.99	0.12	3.53	1.58	0	0.73	0.24	0.12
Dic	35.76	7.5	2.23	0.7	8.44	6.92	0.47	3.99	1.52	0.12	0.82	0.7	0.12
Mes e	S1-10	S11-20	S>20	SW1-10	SW11-20	SW>20	W1-10	W11-20	W>20	NW1-10	NW11-20	NW>20	
Gen	5.04	2.58	0	6.1	1.99	0.47	6.21	1.41	0.35	6.21	0.23	0	
Feb	6.84	3.23	0.26	6.32	2.84	0.39	9.16	2.71	0.26	5.29	1.42	0	
Mar	9.7	3.5	0.12	12.27	3.27	0.12	11.21	4.79	0.47	7.48	2.22	0	
Apr	14.08	4.26	0	10.89	5.44	0	13.96	5.8	0.47	6.39	2.49	0.12	
Mag	15.23	4.58	0	10.77	3.78	0.11	14.43	4.12	0	10.77	3.78	0	
Giu	18.54	4.39	0	8.17	4.02	0	16.71	11.46	0.24	12.2	3.41	0.12	
Lug	13.53	2.24	0	7.76	2	0	17.06	10	0	17.53	6.35	0	
Ago	13.11	1.64	0	7.14	1.17	0	22.13	8.55	0.23	18.15	4.1	0.12	
Set	10.06	1.7	0	8.24	1.45	0	18.79	3.88	0	11.39	1.33	0	
Ott	5.63	2	0.12	6.92	2	0.12	6.46	1.64	0.12	6.57	0	0	
Nov	4.14	3.16	0.36	5.96	2.8	0.36	5.23	1.46	0.12	5.23	0.12	0.24	
Dic	4.22	2.23	0	6.1	4.45	0.12	3.75	1.64	0.23	5.16	0.23	0	

Tabella 3-9 Andamento del regime anemometrico ore 18:00 (Fonte: Atlante climatico Aeronautica Militare)

I diagrammi seguenti riportano, in funzione delle diverse stagioni e dei diversi orari, le direzioni di provenienza dei venti, espressi in termini percentuali. Al fine di una loro corretta lettura è opportuno specificare come le diverse aree rappresentino la frequenza della direzione del vento osservata in funzione delle classi di intensità, rispettivamente partendo dal margine interno a quello esterno:

- tra 1 e 10 nodi – area in blu;
- tra 10 e 20 nodi – area in rosso;
- superiore a 20 nodi – area in verde.

La frequenza percentuale di ciascuna classe si ottiene sottraendo al valore mostrato nel diagramma, quello riferito all'area più interna. Solo per la prima classe (area in blu) il valore evidenziato sul diagramma anemometrico coincide con la frequenza. I diagrammi anemometrici sono rappresentati per stagioni considerando:

- la stagione invernale nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio;
- la stagione primaverile nei mesi marzo, aprile e maggio;
- la stagione estiva nei mesi di giugno, luglio e agosto;
- la stagione autunnale nei mesi di settembre, ottobre e novembre.

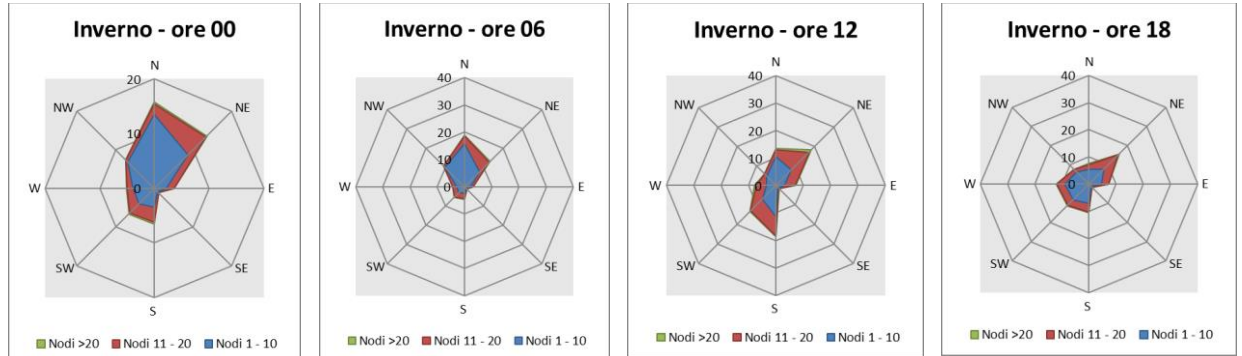


Figura 3-20 Regime anemometrico invernale nelle 4 ore di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico AM)

L'analisi dei diagrammi mostra per la stagione invernale una prevalenza di vento con direzione verso nord, nord est specialmente nelle ore notturne ed anche verso sud, sud ovest nelle ore diurne. Relativamente alle velocità, in termini di nodi, queste risultano concentrate principalmente nella prima e seconda classe.

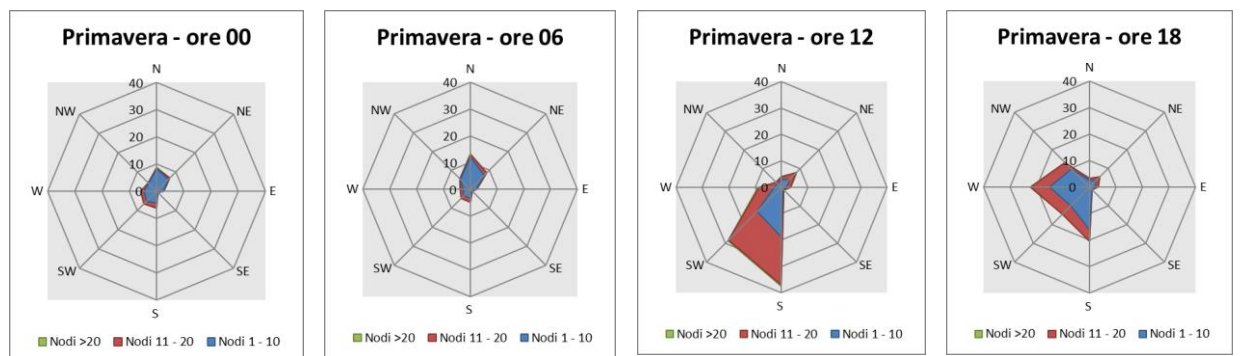


Figura 3-21 Regime anemometrico primaverile nelle 4 ore di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

La stagione primaverile, coerentemente a quanto visto per la stagione invernale ha prevalenza nord - sud, in particolare maggiormente nord nelle ore notturne e sud nelle ore diurne, con prevalenza sempre della prima e seconda classe in termini di intensità del vento.

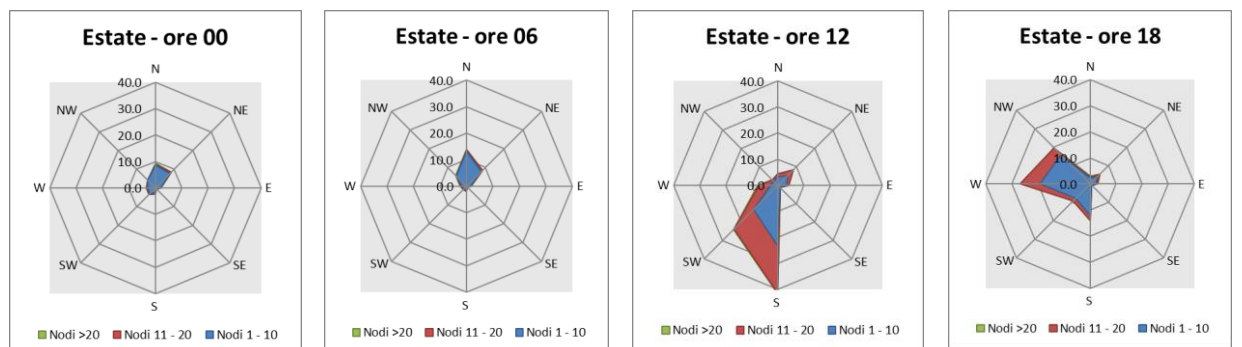


Figura 3-22 Regime anemometrico estivo nelle 4 ore di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

Come nel periodo primaverile, anche in quello estivo prevale la direzione nord - sud, nelle ore notturne maggiormente la direzione nord, mentre nelle ore diurno prevalentemente la direzione sud, ad eccezione

delle ore 18 in cui la direzione prevalente risulta essere ovest. In termini di intensità del vento, invece, viene registrata una velocità in nodi principalmente appartenente alla prima ed alla seconda classe.

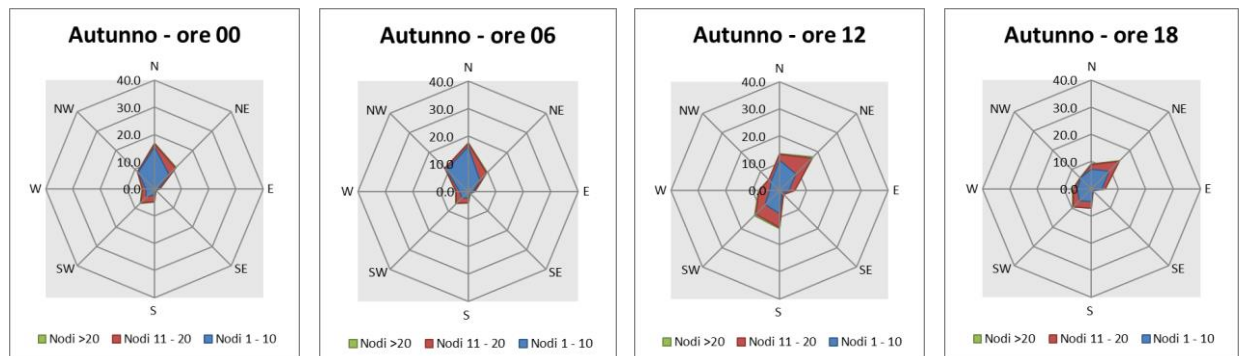


Figura 3-23 Regime anemometrico autunnale nelle 4 ore di riferimento (Fonte: elaborazione da dati Atlante Climatico)

Con riferimento alla stagione autunnale, coerentemente con le altre stagioni, si rileva una direzione prevalente nord est- sud ovest con velocità appartenenti alla prima e seconda classe.

3.3 IL DATO ATTUALE: BOLLETTINO METAR ANNO 2017

3.3.1 DESCRIZIONE FORMATO E DISPONIBILITÀ DEI DATI

I dati meteorologici vengono costantemente rilevati dagli osservatori e dalle stazioni per poi essere aggregati per l'utilizzo, la trasmissione e l'archiviazione sotto forma di bollettini meteorologici da parte dell'Aeronautica Militare.

In particolare, il bollettino METAR, dal quale sono stati ricavati i dati meteorologici dell'area di studio, relativi al 2017, rappresenta un messaggio di osservazione in superficie di tipo aeronautico, che viene emesso ogni mezz'ora oppure ogni ora a seconda del servizio della stazione.

I principali parametri meteorologici utilizzati per le analisi meteo climatiche sono:

- **Temperatura:** la temperatura dell'aria viene espressa in gradi centigradi [°C] e misurata attraverso termometri posizionati ad un'altezza variabile tra 1,25 e 2 metri dal suolo su terreno controllato coperto, protetti da precipitazioni e radiazione incidente, mantenendo libera la circolazione dell'aria. In particolare, per il bollettino METAR la temperatura dell'aria è registrata ogni ora o mezz'ora in °C, approssimata al grado intero.
- **Vento:** per il vento vengono adottate differenti unità di misura in base alla componente. Per l'intensità, che corrisponde alla velocità dell'aria rispetto al suolo, l'unità di misura utilizzata è il nodo (KT che corrisponde a 1.852 km/h) e per la direzione di provenienza il grado sessagesimale (si assume come valore 0 la calma di vento e 360 il nord). Lo strumento di misura, chiamato anemometro, è posto, lontano da ostacoli, ad un'altezza di 10 metri dal suolo. In particolare, per il bollettino METAR viene fornita la direzione e l'intensità del vento al suolo; viene, inoltre, indicata anche la raffica, che consiste nella velocità massima del vento riferita allo stesso periodo di 10 minuti, quando questa supera di almeno 10 nodi il valore dell'intensità.

- **Visibilità:** la visibilità orizzontale viene stimata empiricamente dall'operatore attraverso l'osservazione di opportuni riferimenti posti a distanza nota sul giro d'orizzonte.
- **Pressione:** le unità di misura utilizzate sono l'hectoPascal [hPa] e il millibar [mb], che coincidono numericamente. I barometri sono di tipo a colonna di mercurio oppure a capsule aneroidi ed indicano la pressione misurata al livello della stazione. In particolare, per il bollettino METAR viene fornito in hPa il QNH ovvero la pressione ridotta al livello del mare secondo un'atmosfera standard (ICAO).

In riferimento alla stazione considerata, che coerentemente a quella scelta per l'analisi storica, è rappresentata dalla stazione di Napoli Capodichino.

Al fine di poter descrivere compiutamente lo stato attuale, si riportano di seguito le descrizioni dei parametri meteorologici principali per l'anno di riferimento, 2017, per poi successivamente confrontare questi con i dati storici e verificarne la coerenza. Qualora la verifica risultasse positiva in termini di coerenza sarà possibile utilizzare i dati meteo attuali (2017) come riferimento per le simulazioni modellistiche.

3.3.2 REGIME TERMICO

Per quanto riguarda le temperature nell'anno di riferimento, come visibile dalla Figura 3-24, si registrano temperature maggiori nei mesi estivi di giugno, luglio e agosto, con un massimo assoluto di 38 ° C nel mese di agosto.

Nei mesi di dicembre e gennaio le temperature spesso scendono sotto gli 0 ° C, registrando un minimo assoluto pari a -5 ° C nel mese di gennaio. In generale, la media annua è pari a circa 17° C.

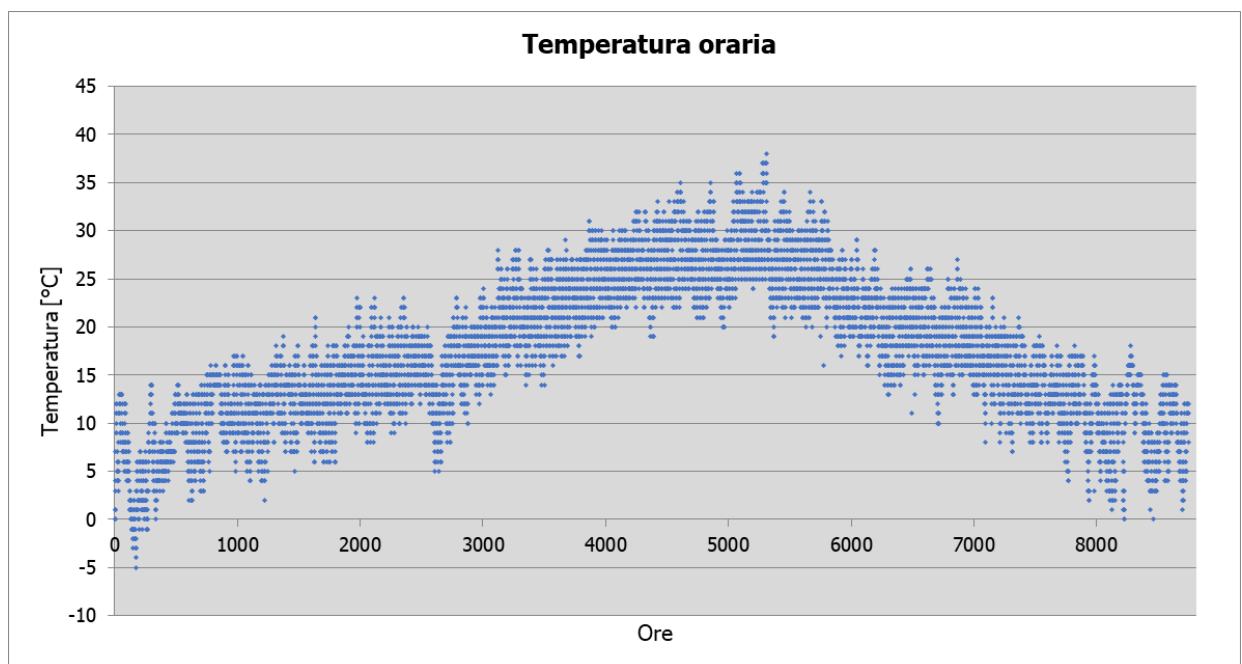


Figura 3-24: Temperatura oraria (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica Militare- Stazione di Napoli Capodichino)

3.3.3 REGIME ANEMOMETRICO

L'intensità del vento registrata, Figura: 3-25, ha una media assoluta di 2.62 m/s. e presenta dei picchi distribuiti durante tutto l'anno. Il valore massimo si raggiunge nel mese di giugno ed è pari a 11.31 m/s.

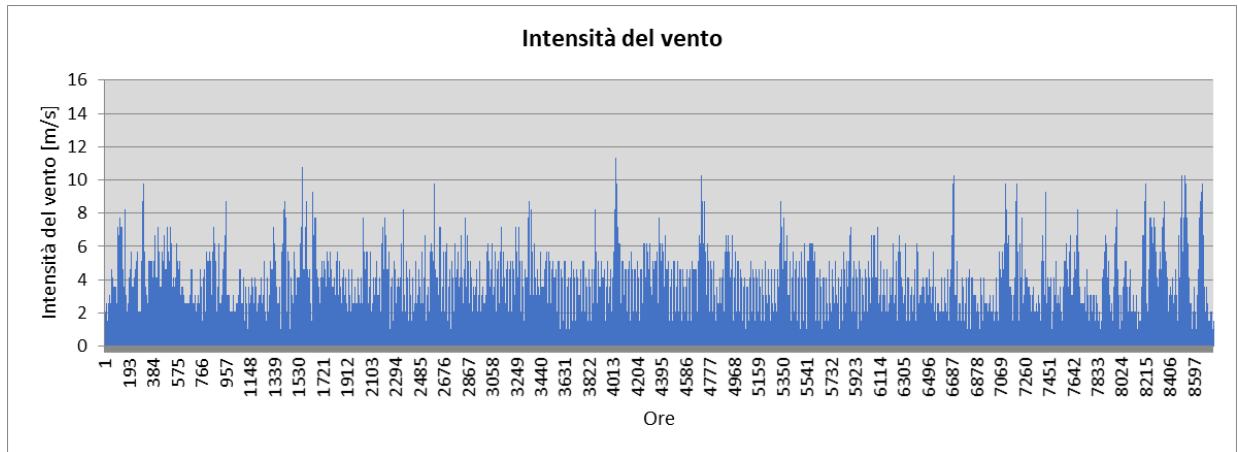


Figura: 3-25 Intensità del vento (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Napoli Capodichino)

In relazione alla frequenza percentuale per direzione del vento, Figura 3-26, si nota come le direzioni prevalenti registrata siano:

- S che si verifica in circa il 15 % delle ore dell'anno;
- N che si verifica in circa il 9 % delle ore dell'anno;
- SSW che si verifica in circa l'8 % delle ore dell'anno;
- NNE e NE che si verificano in circa il 7 % delle ore dell'anno;
- W che si verifica in circa il 6 % delle ore dell'anno.

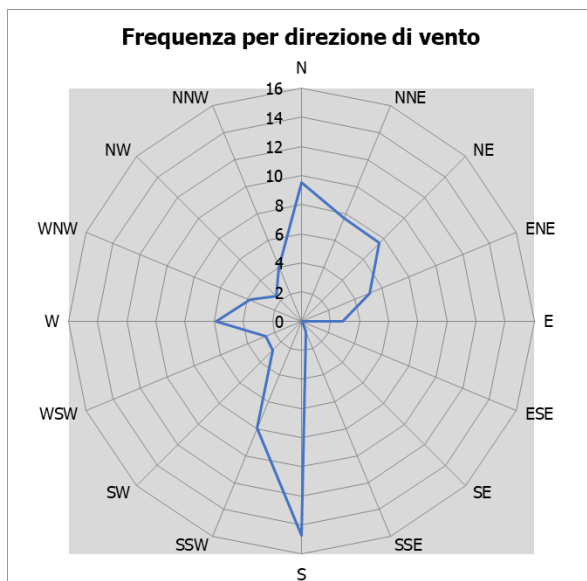


Figura 3-26: Frequenza per direzione di vento (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Napoli Capodichino)

3.3.4 NUVOLOSITÀ

Il grado di nuvolosità viene calcolato in ottavi, dove, ad esempio, il valore 8 risulta essere quello in cui si ha il più alto grado di copertura. La Tabella 3-10 descrive nel dettaglio tale parametro:

Aspetto del cielo	Descrizione e intensità
Sereno	copertura 0 ottavi
Poco nuvoloso	copertura 1-2 ottavi
Nuvoloso	copertura 3-4 ottavi
Molto nuvoloso	copertura 5-6-7 ottavi
Coperto	copertura 8 ottavi

Tabella 3-10 Grado di nuvolosità

Dal grafico riguardante la frequenza del grado di nuvolosità, Figura 3-27, si nota una bassa frequenza di grado di nubi della classe 8, mentre la frequenza più alta è registrata nella classe di nuvolosità 1-2 e 3-4.

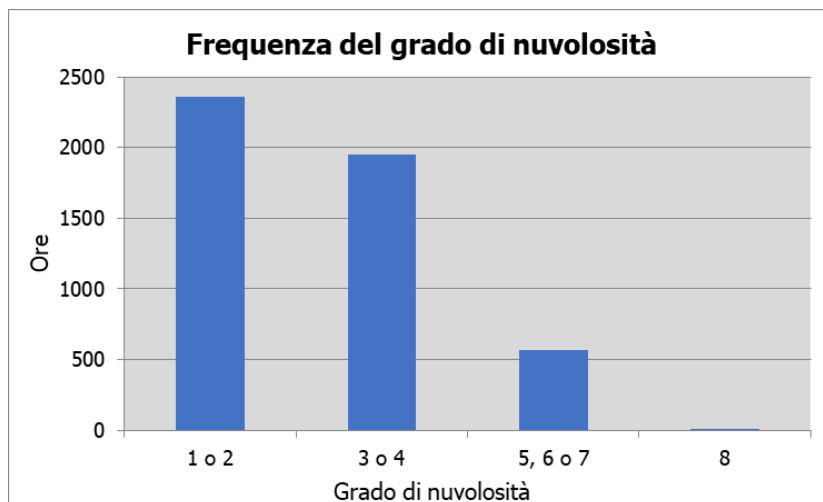


Figura 3-27:Frequenza del grado di nuvolosità (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Napoli Capodichino)

3.3.5 VISIBILITÀ

Per quanto riguarda il parametro della frequenza della visibilità, Figura 3-28, si nota come per il 90% delle ore dell'anno la visibilità sia superiore a 8000 m. Nel restante 10% si registra invece una visibilità inferiore ai 5000 metri per il 2% delle ore l'anno e tra i 5000 e gli 8000 metri per l'8%.

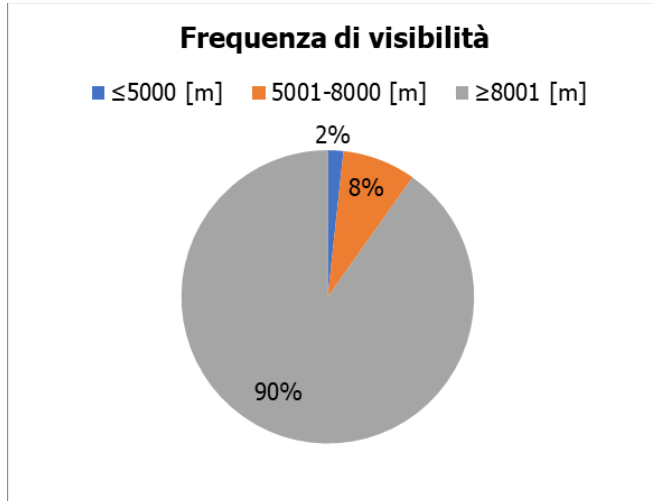


Figura 3-28: Frequenza visibilità (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Napoli Capodichino)

3.3.6 PRESSIONE

La pressione, Figura 3-29, registra nell'anno di riferimento una media di circa 1016 hPa, un massimo assoluto di 1035 hPa e un minimo assoluto di 995 hPa. I valori registrati, quindi, hanno una bassa variabilità all'interno dell'anno.

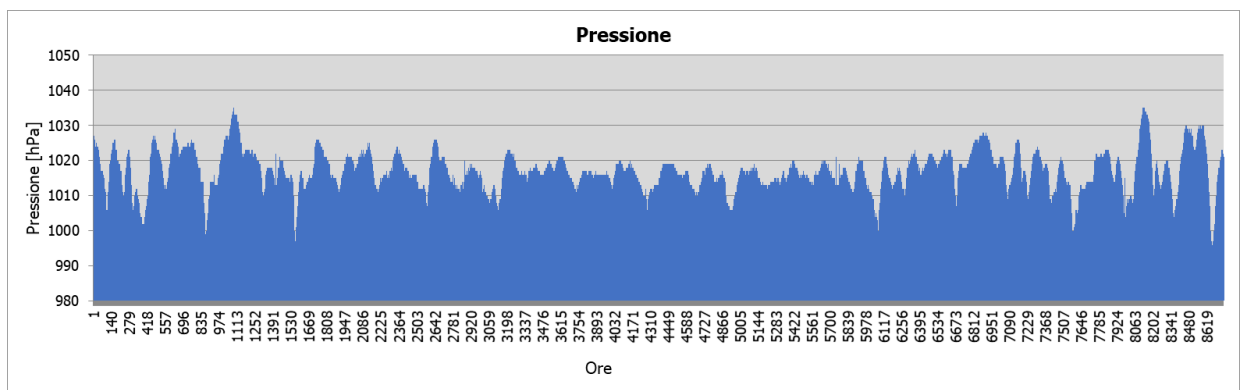


Figura 3-29: Pressione (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Napoli Capodichino)

3.4 IL CONFRONTO TRA IL DATO STORICO E L'ANNO DI RIFERIMENTO DELLE SIMULAZIONI

3.4.1 PARAMETRI DI CONFRONTO

Al fine di validare la simulazione che si andrà a condurre, in relazione all'aspetto meteorologico, è opportuno verificare la bontà del dato attuale assunto con la serie storica analizzata.

Ciò che si intende valutare, quindi, è la significatività del dato attuale 2017 rispetto alle condizioni meteorologiche che generalmente si verificano nell'area di Napoli Capodichino in cui è localizzata la stazione meteo, prossima al luogo di intervento.

Con tale verifica sarà quindi evidenziato come il dato meteorologico del 2017 sia conforme al dato storico, non rappresentando così un "outliers" rispetto alle condizioni meteo climatiche medie storiche analizzate

nella stessa area. Nello specifico verranno, quindi, di seguito, analizzati e confrontati i principali parametri utilizzati nelle simulazioni modellistiche, quali il regime termico ed il regime anemometrico.

3.4.2 REGIME TERMICO

Per quanto riguarda il Regime Termico il confronto è stato effettuato *in primis* tra le temperature medie mensili (cfr. Figura 3-30). Tale grafico mostra un andamento pressoché invariato tra i due differenti riferimenti temporali. In particolare, i dati dell'anno di riferimento registrano un incremento medio nell'anno circa pari all'8% per le temperature medie mensili.

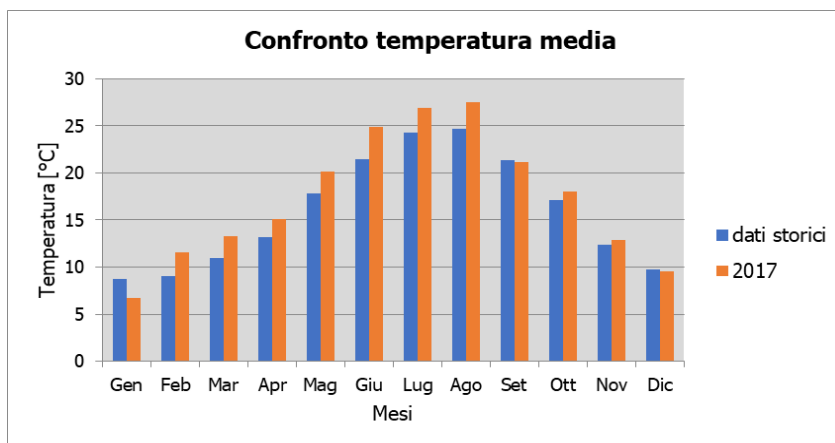


Figura 3-30: Confronto temperatura media (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Napoli Capodichino)

Anche nel confronto della temperatura massima media e minima media (cfr. Figura 3-31 e Figura 3-32) tra le tre decadi precedentemente studiate e l'anno di riferimento, il trend rimane analogo e non si registrano evidenti differenze di valori di tali temperature. Infatti, come è possibile notare dai grafici, per la temperatura massima media si registra un generale incremento dei valori di temperatura, pari in media a circa il 2% in più rispetto ai dati storici.

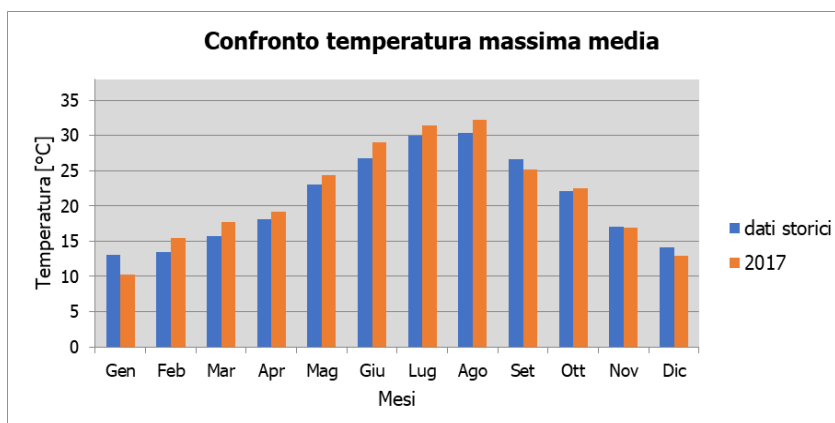


Figura 3-31: Confronto temperatura massima media (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Napoli Capodichino)

Mentre per la temperatura minima media si registra un generale incremento dei valori di temperatura, pari in media a circa il 16% in più rispetto ai dati storici.

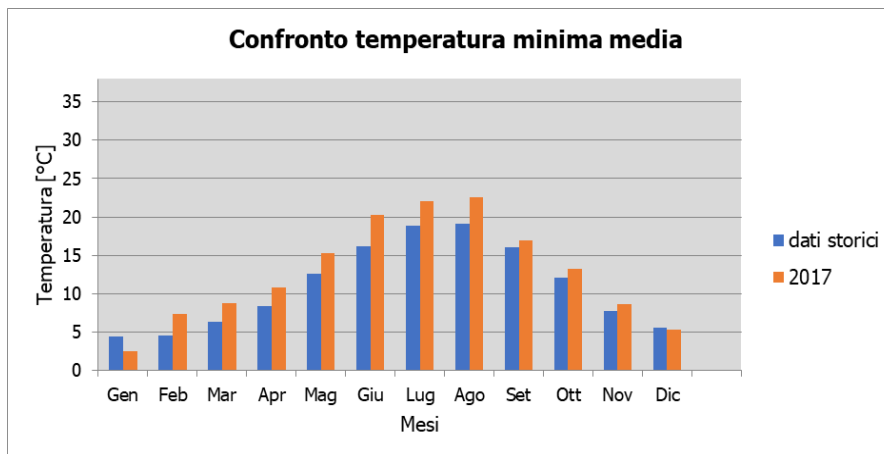


Figura 3-32: Confronto temperatura minima media (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Napoli Capodichino)

3.4.3 REGIME ANEMOMETRICO

Facendo riferimento ai dati relativi al vento è possibile identificarne sia la direzione sia l'entità espressa in nodi.

Tale analisi, precedentemente effettuata per le tre decadi, è stata ripetuta per l'anno di riferimento in modo tale da poter effettuare un confronto.

Nella Tabella 3-11, relativa ai mesi invernali, vengono riportati in valori percentuali le frequenze relative alla direzione dei venti suddivisi in tre classi di intensità. La prima classe comprende i valori dei nodi compresi tra 1 e 10, la seconda i valori tra 11 e 20 e la terza i valori superiori a 20.

Inverno 2017

	1 ≤ N ≤ 10	11 ≤ N ≤ 20	N > 20
N	16,0	0,3	0,0
NNE	11,9	1,2	0,0
NE	11,0	1,9	0,0
ENE	5,1	1,2	0,0
E	2,4	0,0	0,0
ESE	0,1	0,0	0,0
SE	0,1	0,0	0,0
SSE	0,6	0,0	0,0
S	5,4	1,7	0,0
SSW	8,8	1,6	0,0
SW	4,1	0,6	0,0
WSW	2,7	0,6	0,0
W	3,8	0,3	0,0

Inverno 2017

WNW	2,7	0,0	0,0
NW	3,7	0,0	0,0
NNW	8,1	0,0	0,0

Tabella 3-11 Dati anemometrici - Inverno 2017

Dalle figure seguenti si può effettuare il confronto tra i dati anemometrici delle tre decadi con i dati relativi all'anno di riferimento, suddivisi per stagioni. In coerenza a quanto visto per il dato storico, la prima stagione analizzata è la stagione invernale:

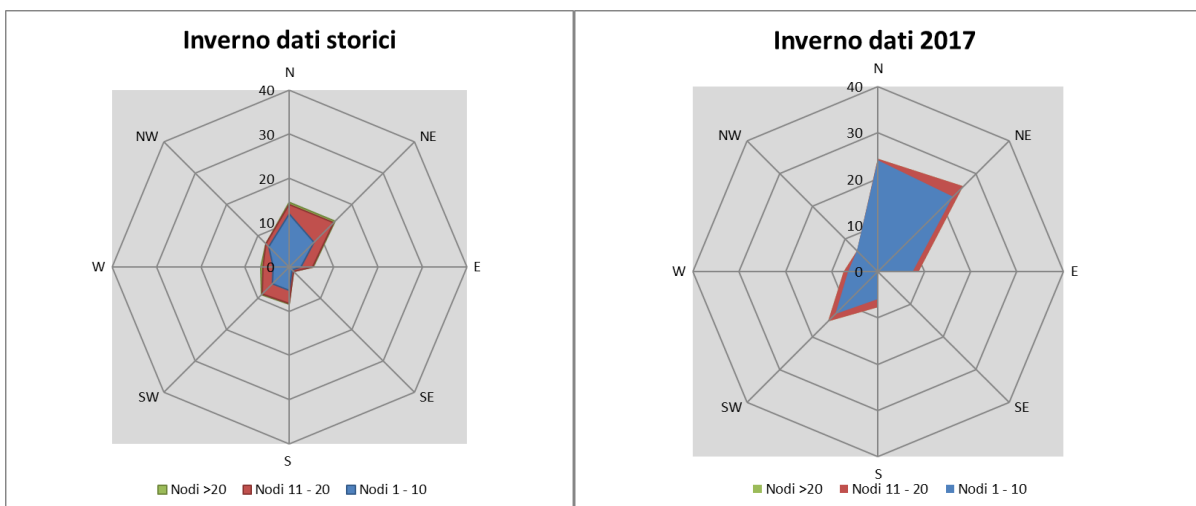


Figura 3-33: Confronto dati anemometrici stagione invernale (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Napoli Capodichino)

Dal confronto risulta come la direzione principale dei venti sia verso nord e nord est in entrambi i casi. Per quanto riguarda le velocità in termini di nodi, per entrambi i dati è presente una concentrazione principale nella prima classe che risulta molto più accentuata nel dato attuale. In linea generale è possibile affermare come vi sia una buona approssimazione del dato attuale rispetto allo storico per la stagione invernale. È bene, però, ricordare come le differenze principali possano essere ricondotte ad una differenza nella modalità di registrazione del dato storico, suddiviso in 8 classi di vento per direzione a differenza del dato attuale suddiviso in 16 classi e ricondotto in back analysis ad 8.

Per la stagione primaverile, in riferimento alla Tabella 3-12, vengono riportati i valori percentuali delle frequenze relative alla direzione dei venti, suddivisi nelle tre classi di intensità viste precedentemente.

Primavera 2017

	1 ≤ N ≤ 10	11 ≤ N ≤ 20	N > 20
N	11,2	0,3	0,0
NNE	8,8	0,7	0,0
NE	7,5	1,2	0,0

Primavera 2017

ENE	5,2	0,5	0,0
E	3,4	0,2	0,0
ESE	0,2	0,0	0,0
SE	0,0	0,0	0,0
SSE	0,7	0,0	0,0
S	18,9	0,2	0,0
SSW	13,1	0,2	0,0
SW	3,3	0,5	0,0
WSW	1,8	0,1	0,0
W	5,1	1,3	0,1
WNW	4,5	0,3	0,0
NW	2,8	0,0	0,0
NNW	4,8	0,0	0,0

Tabella 3-12 Dati anemometrici - Primavera 2017

Le figure seguenti riportano il confronto tra i dati anemometrici delle tre decadi con i dati relativi all'anno di riferimento per la stagione primaverile:

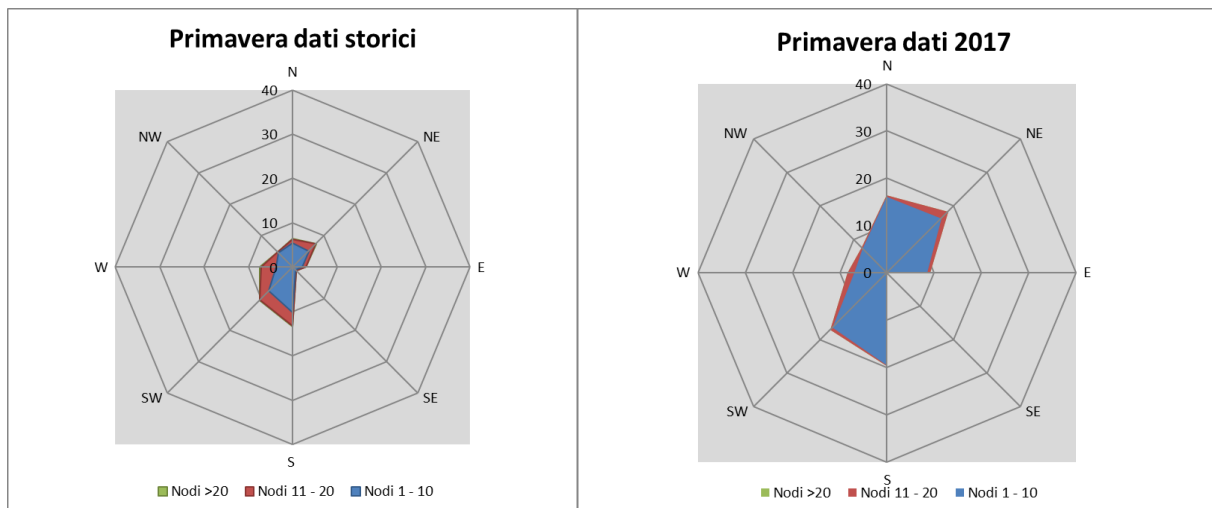


Figura 3-34: Confronto dati anemometrici stagione primaverile (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Napoli Capodichino)

Per la stagione primaverile, Figura 3-34, si ha, per entrambi gli archi temporali di riferimento, una buona percentuale di provenienza in direzione S e SW e per i dati attuali anche in direzione N e NE. Anche in questo caso, in termini di velocità del vento non si registra una rilevante percentuale di dati nella seconda e terza classe, con specifico riferimento ai dati attuali del 2017, che riportano una prevalenza di velocità in prima classe. Anche per la stagione primaverile si registra una buona coerenza tra i due dati.

Anche per la stagione estiva, si riporta la tabella in cui vengono riportati i valori percentuali delle frequenze relative alla direzione dei venti, suddivisi nelle tre classi di intensità.

Estate 2017

	$1 \leq N \leq 10$	$11 \leq N \leq 20$	$N > 20$
N	5,8	0,0	0,0
NNE	3,9	0,7	0,1
NE	4,2	1,6	0,0
ENE	5,2	1,1	0,0
E	4,2	0,1	0,0
ESE	0,2	0,0	0,0
SE	0,4	0,0	0,0
SSE	1,8	0,0	0,0
S	32,5	0,1	0,0
SSW	7,1	0,2	0,0
SW	1,7	0,1	0,0
WSW	2,6	0,1	0,0
W	9,1	1,4	0,0
WNW	7,2	0,6	0,0
NW	2,7	0,1	0,0
NNW	2,0	0,0	0,0

Tabella 3-13 Dati anemometrici - Estate 2017

Le figure seguenti riportano il confronto tra i dati anemometrici delle tre decadi con i dati relativi all'anno di riferimento per la stagione estiva.

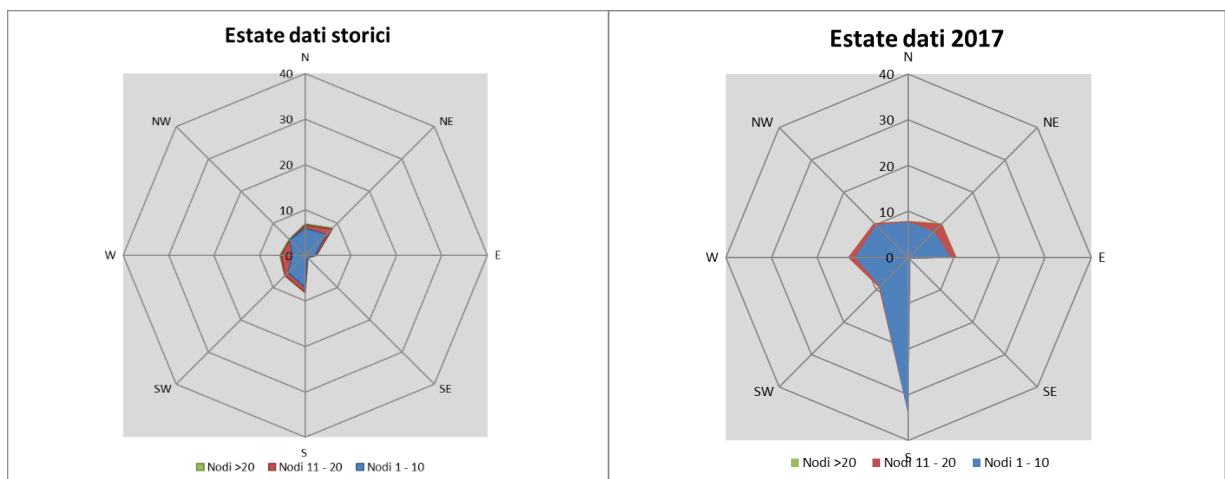


Figura 3-35: Confronto dati anemometrici stagione estiva (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Napoli Capodichino)

La stagione estiva relativamente ai dati del 2017, Figura 3-35, mostra un'evidente e marcata componente S assente nel dato storico, al contempo vengono mantenute le direzioni NE, N, NW e W chiaramente individuabili anche nel dato storico. Con riferimento all'intensità del vento, l'anno 2017 mostra un'alta percentuale di dati in classe 1, che risulta più elevata rispetto al dato storico. Coerentemente a quanto visto per la

stagione primaverile, considerando la combinazione direzione ed intensità, è possibile evidenziare una buona corrispondenza tra i due dati.

Infine, viene riportata la tabella relativa ai valori percentuali delle frequenze dei venti anche per il periodo stagionale di autunno:

Autunno 2017

	$1 \leq N \leq 10$	$11 \leq N \leq 20$	$N > 20$
N	14,2	0,2	0,0
NNE	10,0	0,6	0,0
NE	7,8	1,2	0,0
ENE	5,7	0,3	0,0
E	4,2	0,1	0,0
ESE	0,1	0,0	0,0
SE	0,2	0,0	0,0
SSE	1,0	0,1	0,0
S	15,1	0,7	0,0
SSW	7,6	0,0	0,0
SW	3,2	0,1	0,0
WSW	4,3	0,4	0,0
W	7,3	1,2	0,0
WNW	3,3	0,3	0,0
NW	3,1	0,0	0,0
NNW	5,3	0,0	0,0

Tabella 3-14 Dati anemometrici - Autunno 2017

Ultimo confronto ha riguardato la stagione autunnale, così come mostrato in Figura 3-36.

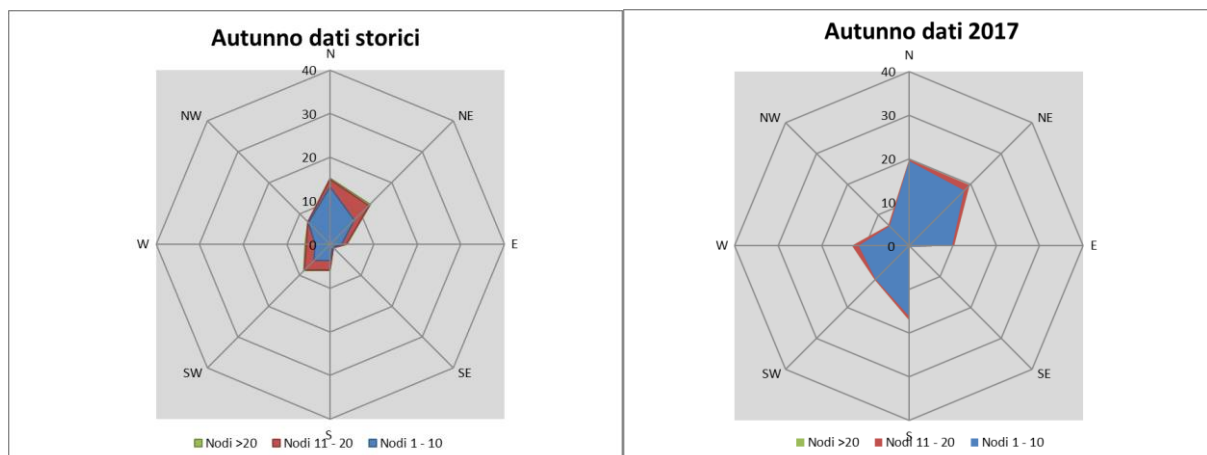


Figura 3-36: Confronto dati anemometrici stagione autunnale (Fonte: Elaborazione dati Aeronautica militare – Stazione di Napoli Capodichino)

Analizzando il dato storico, le componenti più marcate risultano essere la N e la NE, in accordo all'anno di riferimento dove si ha una simile direzione dei venti. Il dato attuale sottolinea uno sviluppo delle

componenti S e W, rispetto al dato storico. Risulta sempre maggiore l'appartenenza alla prima classe, sia per il dato storico che per quello attuale.

3.5 CONCLUSIONI

Alla luce di quanto esposto nei paragrafi precedenti in relazione all'aspetto meteorologico, è possibile evidenziare in generale, sia in termini anemometrici che termici, una buona corrispondenza del dato attuale relativo al 2017 con i dati provenienti dalle serie storiche fornite dall'Atlante Climatico per la stessa stazione meteo di riferimento.

Pertanto, può essere considerato attendibile l'intervallo di analisi per l'anno 2017, che verrà nel proseguo della trattazione adottato per le simulazioni modellistiche.

4 I MODELLI DI SIMULAZIONE UTILIZZATI

4.1 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 particolare (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>

4.2 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:

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

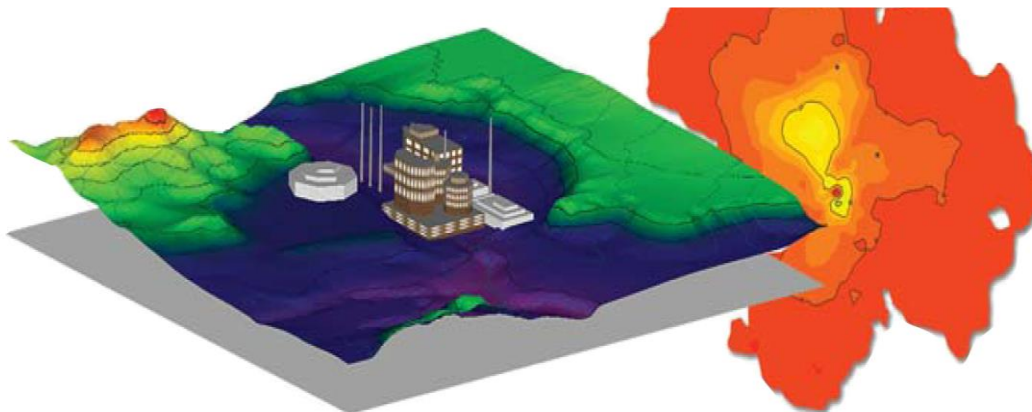


Figura 4-1 AermocView Esempio di modellazione grafica 3D delle curve di isoconcentrazione

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

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

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

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 singolari, o una maglia di punti con passo definito dall'utente.

Poiché il modello è di tipo stazionario, le emissioni sono assunte costanti nell'intervallo temporale di simulazione, tuttavia, è possibile fornire al modello stesso una differenziazione relativa ai fattori di emissioni calcolati nel giorno, ovvero definire per ogni ora del giorno un fattore di emissione relativo alla sorgente i-esima differente. Tale opzione di calcolo risulta particolarmente utile per la definizione delle concentrazioni derivanti da sorgenti che non utilizzano cicli di lavoro continui relativi alle 24h.

Infine, vengono considerati anche gli effetti derivanti dalla conformazione degli edifici. Grazie al modellatore 3D è possibile avere una rappresentazione grafica dell'area d'intervento sia in termini di terreno che in termini di edifici e sorgenti.

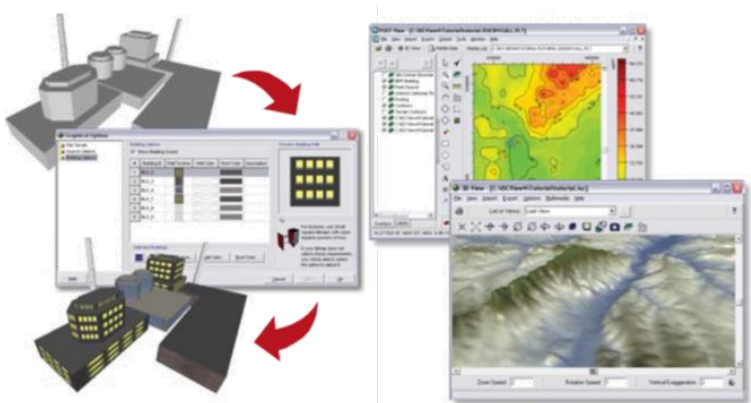


Figura 4-2 Esempio di modulo di visualizzazione 3D integrato nel modello di calcolo

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.

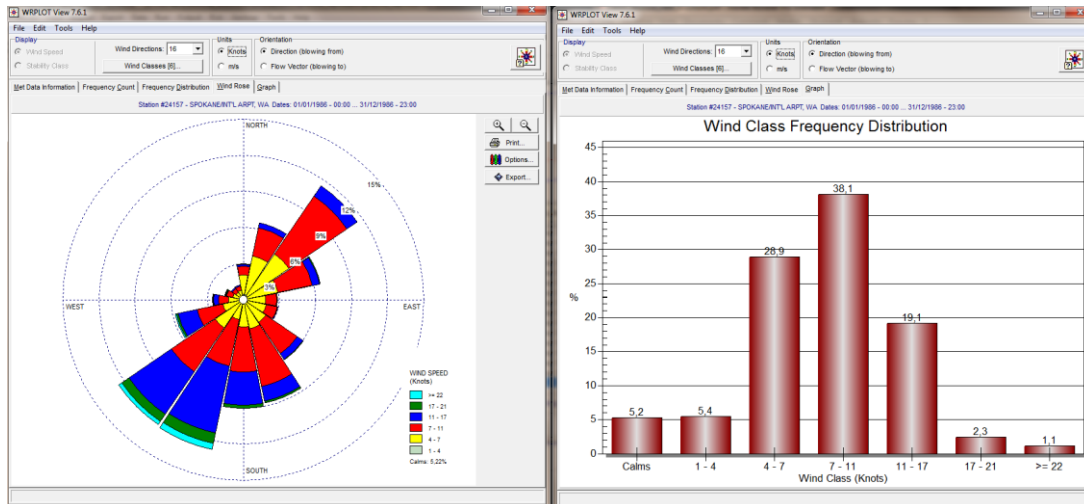


Figura 4-3 Esempio di applicazione del modulo AERMET

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.

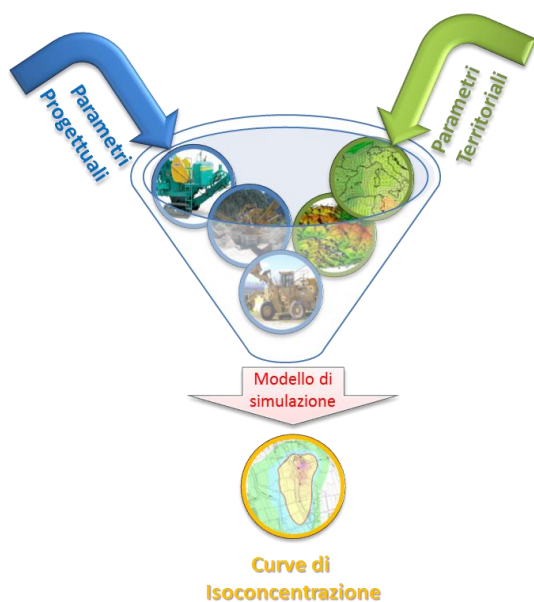


Figura 4-4 Definizione logica del modello adottato

5 LO SCENARIO ATTUALE: ANALISI DELLA CONCENTRAZIONI

5.1 GLI INPUT DEL SOFTWARE AERMOD VIEW

5.1.1 GLI INPUT TERRITORIALI

5.1.1.1 GLI INPUT OROGRAFICI

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

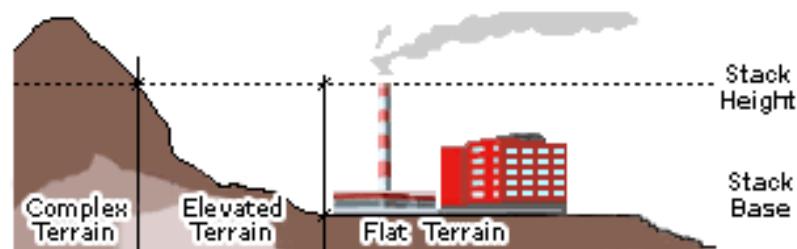


Figura 5-1 Tipologie di configurazioni territoriali

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, poiché la strada attuale si trova sulla costa e presenta da un lato lo strapiombo sul mare e dall'altro le montagne. Si riporta di seguito l'andamento orografico restituito dal processore AERMAP:



Figura 5-2: Vista aerea dell'asse del tracciato attuale e dell'andamento orografico.

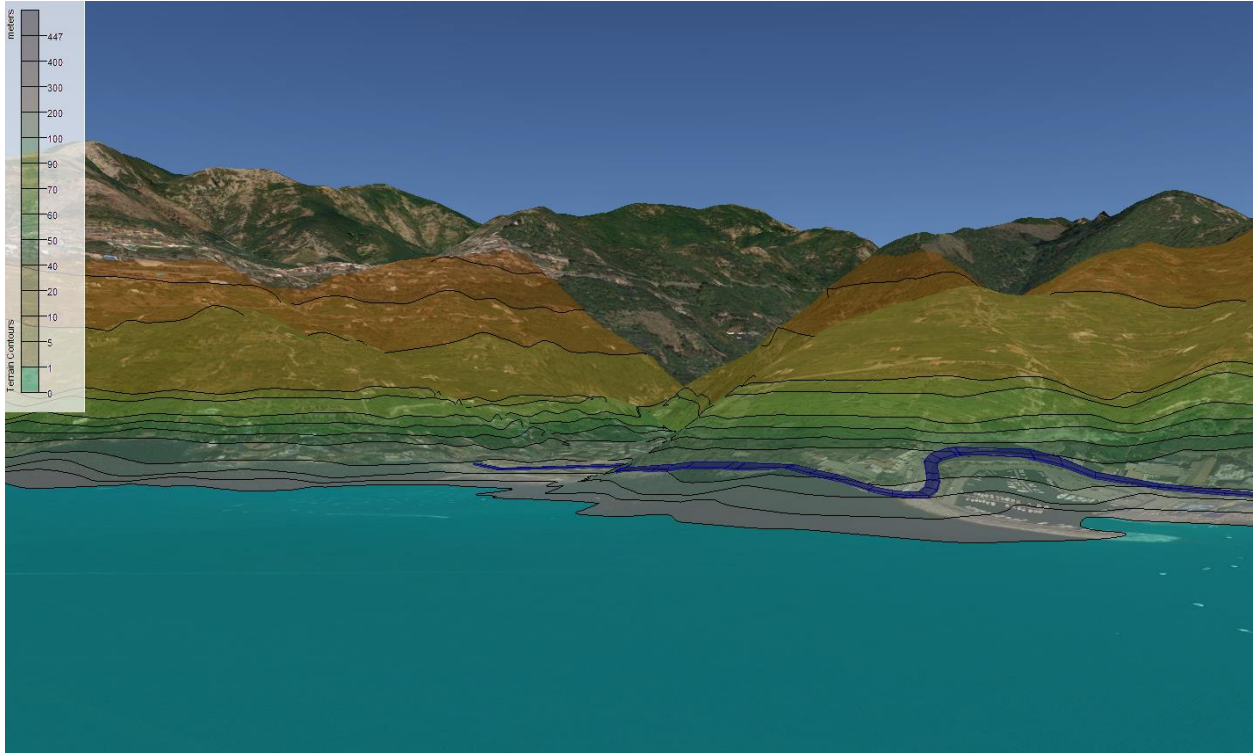


Figura 5-3: Vista tridimensionale dell'asse del tracciato attuale e dell'andamento orografico.

5.1.1.2 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 Aermet View.

I file meteorologici necessari sono due, uno descrittivo delle condizioni meteo-climatiche 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 meteo-climatica descritta precedentemente, al Par. 3.3, 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/

Dai dati grezzi descritti al Par. 3.3 sono stati costruiti i file compatibili col preprocessore Aermet View: in particolare il file descrittivo dei parametri al suolo è stato realizzato in formato "SCRAM".

Per descrivere la condizione meteorologica al suolo il software Aermet View richiede di inserire un file, con estensione ".dat", contenente le informazioni caratterizzanti i giorni di cui si voglia studiare la dispersione.

Il formato con cui deve essere scritto tale file deve essere uno dei seguenti:

- TD 3280 Variable-Length Blocks,
- TD 3280 Fixed-Length Blocks,
- TD 3505-ISHD,
- CD-144,
- HUSWO,
- SCRAM,
- SAMSON.

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

1628917010100999290030270000
1628917010101999360040280000
1628917010102999310020270000

Tabella 5-1 Esempio di alcune righe di un file scritto in formato "SCRAM"

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:

- 1-5: indicano il codice della postazione meteorologica che ha registrato i dati; nell'esempio mostrato è stata denominata "16289";
- 6-7: indicano l'anno che si sta considerando; l'esempio riguarda l'anno 2017 che viene indicato con le ultime due cifre "17";
- 8-9: viene specificato il mese, nell'esempio siamo a gennaio: "01";
- 10-11: anche il giorno viene indicato con due cifre, nell'esempio siamo al primo giorno di gennaio: "01";
- 12-13: si specifica l'ora, lasciando vuota la prima casella nel caso di numeri ad una sola cifra;
- 14-16: viene indicata l'altezza a cui si trovano le nuvole, espressa in centinaia di piedi;
- 17-18: indicano la direzione del vento, espressa come decine di gradi (esempio $130^\circ = 13$);
- 19-21: si indica la velocità del vento, espressa in nodi ($001 \text{ Knot} = 1853 \text{ m/h}$);
- 22-24: la temperatura espressa in queste tre caselle è indicata in gradi Fahrenheit (si ricorda la relazione: $T^{\circ}f = 9/5 (T^{\circ}c + 32)$);
- 25-28: si indica la quantità di nuvole: le prime due cifre, in una scala che va da zero a dieci, indicano la percentuale di nuvole presenti su tutta la zona, mentre le seconde due cifre, con la medesima scala, indicano la foschia presente sopra il sedime.

5.1.2 GLI INPUT PROGETTUALI

5.1.2.1 L'INFRASTRUTTURA ATTUALE

La viabilità attuale è la SS163 che, estendendosi lungo la Costiera Amalfitana, rappresenta l'unico collegamento tra le località della Costiera. Nel caso in esame il tratto d'interesse è quello che consente la connessione tra le località Maiori e Minori. Tra Minori e Maiori la strada presenta due corsie, una per senso di marcia, fatta eccezione per il restringimento ad una corsia che caratterizza il tratto iniziale del collegamento, indicato in rosso in Figura 5-4.

Il restringimento ha un'estensione di circa 190 m ed è regolata da due semafori che consentono di impiegare la corsia con senso di marcia alternato.



Figura 5-4: Collegamento attuale tra le località Maiori e Minori

5.1.2.2 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 un fattore di emissione medio che aggregasse nei veicoli leggeri gli autoveicoli ed 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 Aermot View, utilizzato per valutare le concentrazioni di inquinanti in atmosfera.

5.1.2.3 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 al 2017 ("Autoritratto 2017").

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 questo in diverse classi "COPERT" ovvero secondo la classificazione individuata dall'Air Pollutant Emission Inventory guide book.

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

- area territoriale (area vasta, generalmente più regioni);
- regionale;
- provinciale;
- comunale.

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

Al fine di assumere un dato sufficientemente significativo e cautelativo si è scelto di far riferimento alla suddivisione regionale del parco veicolare (Regione Campania).

Le tipologie veicolare che sono state considerate riguardano:

- autovetture, distinte per tipologia di alimentazione;
- veicoli industriali leggeri, distinti per tipologia di alimentazione;
- veicoli industriali pesanti, distinti per tipologia di alimentazione;
- trattori stradali, distinti per tipologia di alimentazione;
- autobus, distinti per uso.

Autovetture distinte per regione alimentazione e fascia di cilindrata. Anno 2017											
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non identificato	TOTALE
BENZINA	Fino a 1400	393.748	85.713	276.493	217.711	284.121	102.245	71.803		3.552	1.435.386
	1401 - 2000	67.452	24.832	38.775	14.785	18.099	4.424	2.321		305	170.993
	Oltre 2000	5.702	1.575	2.209	1.444	2.835	597	497		43	14.902
	Non definito	496	2	3		1				5	507
BENZINA Totale		467.398	112.122	317.480	233.940	305.056	107.266	74.621		3.905	1.621.788
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	23.158	5.065	20.751	16.019	79.910	36.480	23.421		75	204.879
	1401 - 2000	16.205	6.116	9.678	4.389	9.179	4.801	940		34	51.342
	Oltre 2000	498	145	287	209	455	7	2		2	1.605
	Non definito	7									7
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		39.868	11.326	30.716	20.617	89.544	41.288	24.363		111	257.833
BENZINA E METANO	Fino a 1400	1.863	603	2.733	2.376	27.083	21.801	7.385		12	63.856
	1401 - 2000	1.048	606	2.601	3.538	6.546	352	102		5	14.798
	Oltre 2000	36	15	33	31	208	20	2			345
BENZINA E METANO Totale		2.947	1.224	5.367	5.945	33.837	22.173	7.489		17	78.999
ELETTRICO-IBRIDO	Fino a 1400						19	141			329
	1401 - 2000						51	671			2.472
	Oltre 2000						22	30			241
	Non contemplato									178	178
ELETTRICO-IBRIDO Totale						92	870	2.080		178	3.220
GASOLIO	Fino a 1400	28.048	1.276	960	59.331	264.335	87.200	20.749		14	461.913
	1401 - 2000	64.472	22.003	98.992	208.236	231.483	162.608	94.764		31	882.589
	Oltre 2000	32.745	7.844	19.597	26.847	22.634	12.639	9.009		38	131.353
	Non definito	101	2	2	2	1					108
GASOLIO Totale		125.366	31.125	119.551	294.416	518.453	262.447	124.522		83	1.475.963
ALTRE	Fino a 1400	21									21
ALTRE Totale		21									21
NON DEFINITO	Fino a 1400	72			4					26	102
	1401 - 2000	11			1					2	14
	Oltre 2000	2									2
	Non definito	53	3			1				5	62
NON DEFINITO Totale		138	3		5	1				33	180
Totale		635.738	155.800	473.114	554.923	946.983	434.044	233.075	178	4.149	3.438.004

Figura 5-5: Suddivisione autovetture, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

Veicoli industriali leggeri distinti per regione alimentazione e tipologia. Anno 2017											
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE
BENZINA	fino a 3,5	7.779	3.293	3.800	2.590	2.128	1.028	291		134	21.043
	Non definito	307	17	6		3				2	335
BENZINA Totale		8.086	3.310	3.806	2.590	2.131	1.028	291		136	21.378
BENZINA E GAS LIQUIDO	fino a 3,5	515	249	242	224	1.481	469	221		2	3.403
	Non definito	46									46
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		561	249	242	224	1.481	469	221		2	3.449
BENZINA E METANO	fino a 3,5	98	36	107	260	1.802	1.816	682		3	4.804
BENZINA E METANO Totale		98	36	107	260	1.802	1.816	682		3	4.804
ELETTRICO-IBRIDO	fino a 3,5							17			17
	Non contemplato								263		263
ELETTRICO-IBRIDO Totale								17	263		280
GASOLIO	fino a 3,5	50.899	24.491	41.676	56.262	51.400	24.667	9.804		71	259.270
	Non definito	1.839	153	31	16	6	6	21		1	2.073
GASOLIO Totale		52.738	24.644	41.707	56.278	51.406	24.673	9.825		72	261.343
ALTRE	fino a 3,5	1									1
ALTRE Totale		1									1
NON DEFINITO	fino a 3,5	4				1				1	6
	Non definito	3									3
NON DEFINITO Totale		7				1				1	9
Totale		61.491	28.239	45.862	59.352	56.821	27.986	11.036	263	214	291.264

Figura 5-6: Suddivisione veicoli industriali leggeri, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

Veicoli industriali pesanti distinti per regione alimentazione e tipologia. Anno 2017										
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non definito	TOTALE
BENZINA	Oltre 3,5	662	24		6	2	1		19	714
BENZINA Totale		662	24		6	2	1		19	714
BENZINA E GAS LIQUIDO	Oltre 3,5	52	4	2	1		1	1	2	63
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		52	4	2	1		1	1	2	63
BENZINA E METANO	Oltre 3,5	5		1	9		17		17	49
BENZINA E METANO Totale		5		1	9		17		17	49
GASOLIO	3,6 - 7,5	17.105	2.081	3.209	2.992	875	834	140	138	27.374
	7,6 - 12	10.071	1.525	2.232	2.179	212	629	191	70	17.109
	12,1 - 14	1.959	127	104	164	27	85	29	23	2.518
	14,1 - 20	4.037	785	1.443	1.730	221	999	305	58	9.578
	20,1 - 26	8.361	1.278	2.541	2.965	228	1.573	661	39	17.646
	26,1 - 28	75	5	13	6		3	26	1	129
	28,1 - 32	71	117	608	1.290	131	642	218		3.077
Oltre 32	200	39	47	56	10	17	2	1	372	
GASOLIO Totale		41.879	5.957	10.197	11.382	1.704	4.782	1.572	330	77.803
NON DEFINITO	3,6 - 7,5	2		1					1	4
	7,6 - 12	1								1
	12,1 - 14								1	1
	20,1 - 26	1		1						2
	28,1 - 32	1			1					2
NON DEFINITO Totale		5		2	1				2	10
Totale		42.603	5.985	10.202	11.399	1.706	4.801	1.590	353	78.639

Figura 5-7 Suddivisione veicoli industriali pesanti, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

Trattori stradali distinti per regione alimentazione e tipologia. Anno 2017											
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE
BENZINA	fino a 14	3									3
	14,1 - 20	1	1	2	6						10
	Non definito	5								2	7
BENZINA Totale		9	1	2	6					2	20
BENZINA E GAS LIQUIDO	14,1 - 20				1						1
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale					1						1
BENZINA E METANO	14,1 - 20							69			69
BENZINA E METANO Totale								69			69
ELETTRICO-IBRIDO	Non contemplato								2		2
ELETTRICO-IBRIDO Totale									2		2
GASOLIO	fino a 14	453	12	47	75	2	3	3			595
	14,1 - 20	948	501	2.042	5.605	602	6.190	3.489			19.377
	20,1 - 28	78	13	29	37	19	44	11			231
	28,1 - 34	1	1	4	9		3	2			20
	34,1 - 40	11	3	15	8	1	2	1			41
	40,1 - 50	8	12	44	62		61	2			189
	Oltre 60	1		2							3
Non definito	1.141	131	77	19	1	60	109		9	1.547	
GASOLIO Totale		2.641	673	2.260	5.815	625	6.363	3.617		9	22.003
NON DEFINITO	14,1 - 20				6						6
	34,1 - 40					1					1
	Non definito	1					2	2			5
NON DEFINITO Totale		1			6	1	2	2			12
Totale		2.651	674	2.262	5.828	626	6.365	3.688	2	11	22.107

Figura 5-8: Suddivisione trattori stradali, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

Autobus distinti per regione e uso. Anno 2017										
USO	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE
Noleggio	1.304	351	791	837	257	450	273		2	4.265
Privato	1.295	208	463	314	131	90	17		16	2.534
Pubblico	937	228	750	641	582	758	145		16	4.057
Altri usi	120	9	19	14	1	1			1	165
Non contemplato								28		28
Totale	3.656	796	2.023	1.806	971	1.299	435	28	35	11.049

Figura 5-9: Suddivisione autobus, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

Al fine di facilitare la lettura delle tabelle, è possibile osservare i grafici sottostanti in cui vengono riportati, in termini percentuali, i dati relativi ad ogni tipologia veicolare considerata.

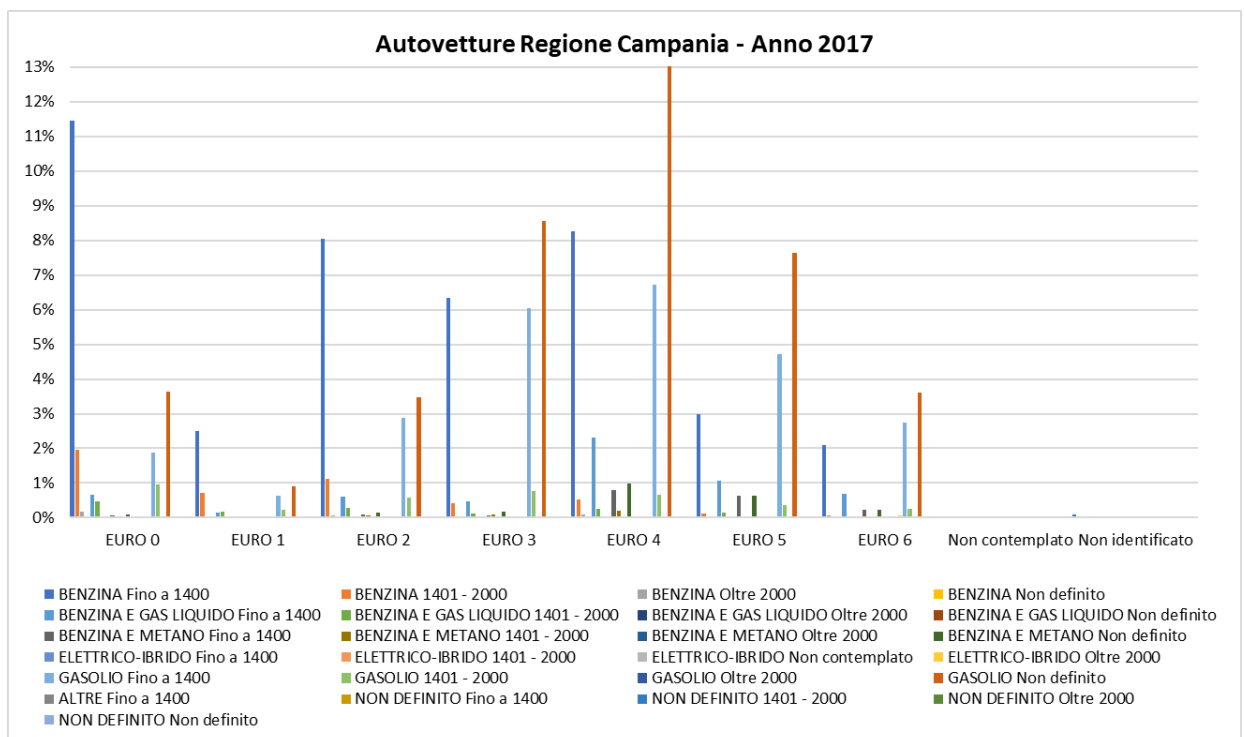


Figura 5-10: Suddivisione percentuale autovetture, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

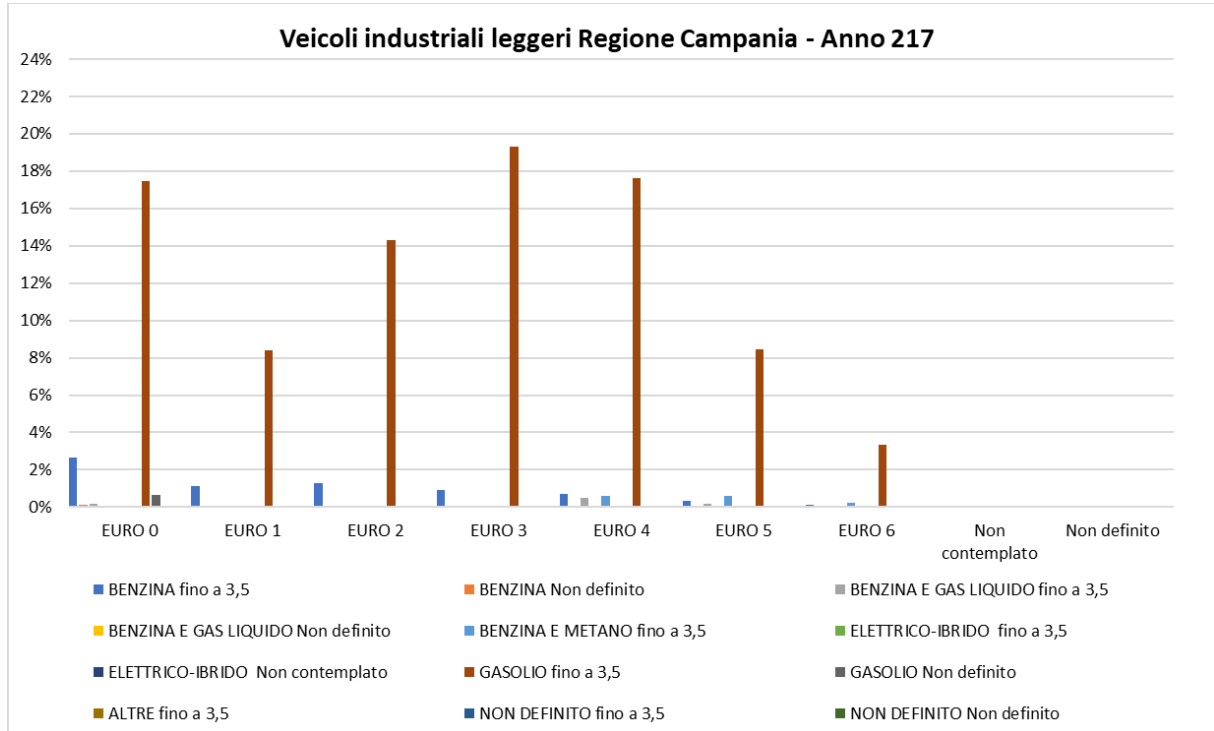


Figura 5-11: Suddivisione percentuale veicoli industriali leggeri, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

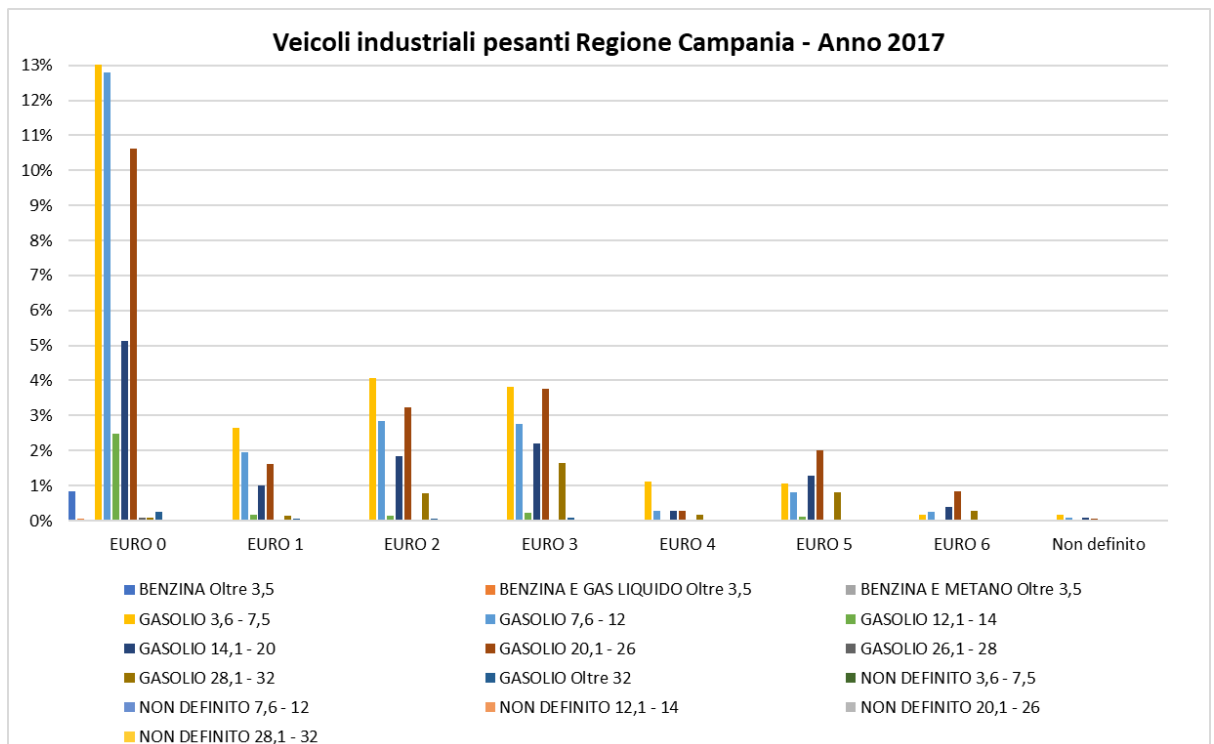


Figura 5-12: Suddivisione percentuale Veicoli industriali pesanti, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

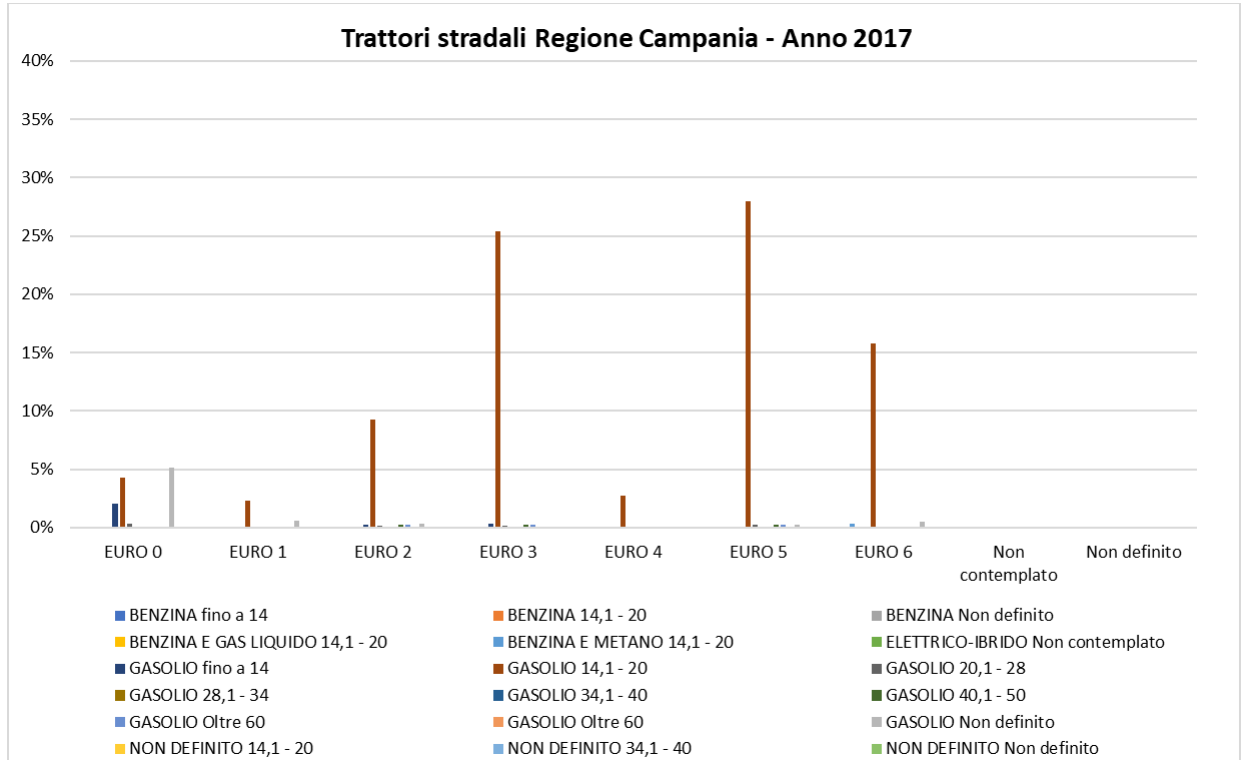


Figura 5-13: Suddivisione percentuale trattori stradali, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

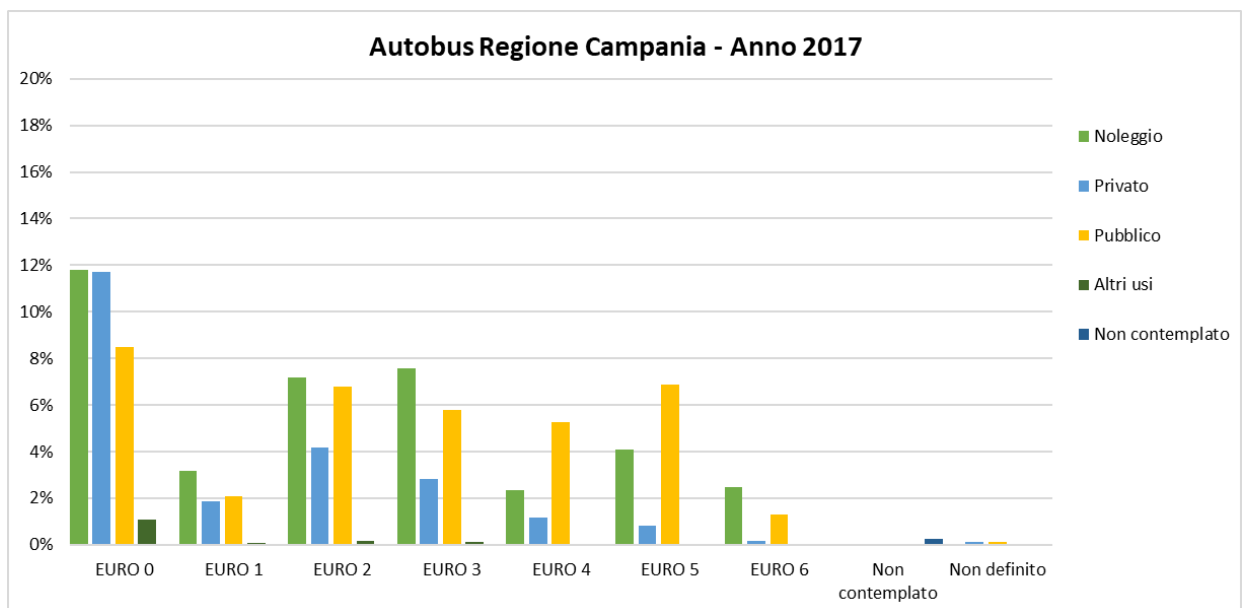


Figura 5-14: Suddivisione percentuale autobus, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

5.1.2.4 VOLUMI E VELOCITÀ DEL TRAFFICO CIRCOLANTE

Nel presente paragrafo si forniscono i dati progettuali utilizzati per la stima dei fattori di emissione su Copert.

In particolare, allo stato attuale, tenendo conto del restringimento della sezione stradale, ad una corsia, regolato da fasi semaforiche si è ipotizza un'estensione della coda al semaforo di circa 60 m.

Sulla base di ciò, sono state assunte le velocità medie, associate ad ogni arco della rete stradale, per le quali si è considerata una velocità pari a 25 km/h sulla SS163 e la minima velocità consentita dal modello (10 km/h) per caratterizzare i tratti in coda.



Figura 5-15: Tratti a velocità differenti

Per quanto riguarda, infine, i flussi di traffico circolanti sull'infrastruttura attuale di riferimento, questi sono stati rilevati da misure su campo e assunti pari a 5.512 veicoli/giorno nelle due direzioni di marcia.

5.1.2.5 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, per i veicoli leggeri e pesanti.

In particolare, una volta analizzato il parco veicolare presente, si è ricavata la percentuale di veicoli per ogni tipologia di veicolo. Per ognuna di queste si è effettuato il prodotto con il valore di picco dell'inquinante in ambito urbano, ottenuto come output da Copert, e si sono ottenuti i fattori di emissione della singola tipologia di veicolo. Si è poi effettuato il calcolo finale relativo alla determinazione del fattore di emissione per la totalità dei veicoli leggeri e per quella dei pesanti.

Gli inquinanti considerati con Copert, allo stato attuale, sono stati NO_x, CO, PM₁₀ e VOC. In particolare, dal valore dei PM₁₀ si è poi ottenuto quello dei PM_{2.5} e dai valori di VOC, in funzione dei coefficienti riportati in Figura 5-16, si è calcolato il valore del Benzene.

Le velocità considerate, in coerenza con i range di variazione accettati dalla metodologia di Copert, sono state quella dei 25 Km/h e dei 10 Km/h. La velocità dei 10 Km/h è stata presa in considerazione per tener

conto delle code e dei rallentamenti indotti dal restringimento semaforizzato che caratterizza circa 170 m del tracciato.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i fattori di emissione relativi all' NO_x , al CO, al PM_{10} , al $\text{PM}_{2.5}$ e al VOC in funzione della velocità. La prima tabella riporta i fattori di emissione in $[\text{g}/\text{km}^*\text{veic}]$ ottenuti per velocità di percorrenza pari a 25 Km/h:

Inquinanti	Velocità [Km/h]	Fattore di emissione leggeri [g/km*veic]	Fattore di emissione pesanti [g/km*veic]
NO_x	25	0,620946	7,787611
CO	25	2,252101	2,334898
PM_{2.5}	25	0,015905	0,177639
PM₁₀	25	0,026508	0,296065
VOC	25	0,329103	0,884716

Tabella 5-2 Fattore di emissione NO_x , CO, PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, VOC per velocità di 25 km/h- veicoli leggeri e pesanti Scenario attuale

La seconda tabella riporta i fattori di emissione in $[\text{g}/\text{km}^*\text{veic}]$ ottenuti per velocità di percorrenza pari a 10 Km/h:

Inquinanti	Velocità [Km/h]	Fattore di emissione leggeri [g/km*veic]	Fattore di emissione pesanti [g/km*veic]
NO_x	10	0,74987341	12,36954
CO	10	4,88235992	4,117037
PM_{2.5}	10	0,020574501	0,318566
PM₁₀	10	3,42908E-02	0,530944
VOC	10	0,63398115	1,650713

Tabella 5-3: Fattore di emissione NO_x , CO, PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, VOC per velocità di 10 km/h- veicoli leggeri e pesanti Scenario attuale

Come accennato precedentemente, i fattori di emissione del Benzene, sono stati ricavati applicando dei coefficienti relativi alla frazione percentuale in massa del Benzene (cfr. Figura 5-16) alle emissioni dei VOC totali, ricavate direttamente da Copert. I valori della "Mass Fraction" sono suddivisi in funzione della tipologia di veicoli e del carburante, come riportato nella figura sottostante.

Group	Species	NMVOC Fraction (% wt.)				
		Petrol 4 stroke		Diesel PC & LCV	HDV	LPG
		Convent.	Euro I & on	IDI & DI		
ALDEHYDES	formaldehyde	2.08	1.70	12.00	8.40	1.56
	acetaldehyde	0.59	0.75	6.47	4.57	1.81
	acrolein	0.16	0.19	3.58	1.77	0.59
	benzaldehyde	0.60	0.22	0.86	1.37	0.03
	crotonaldehyde	0.02	0.04	1.10	1.48	0.36
	methacrolein		0.05	0.77	0.86	0.10
	butyraldehyde		0.05	0.85	0.88	0.11
	isobutanaldehyde			2.09	0.59	
	propionaldehyde	0.11	0.05	1.77	1.25	0.70
	hexanal			0.16	1.42	
	i-valeraldehyde			0.11	0.09	0.01
	valeraldehyde		0.01	0.41	0.40	
	o-tolualdehyde	0.19	0.07	0.24	0.80	
	m-tolualdehyde	0.38	0.13	0.34	0.59	
	p-tolualdehyde	0.19	0.06	0.35		
KETONES	acetone	0.21	0.61	2.94		0.78
	methyl ethyl ketone	0.11	0.05	1.20		
AROMATICS	toluene	12.84	10.98	0.69	0.01	1.22
	ethylbenzene	4.78	1.89	0.29		0.24
	m,p-xylene	6.66	5.43	0.61	0.98	0.75
	o-xylene	4.52	2.26	0.27	0.40	0.26
	1,2,3 trimethylbenzene	0.59	0.86	0.25	0.30	0.05
	1,2,4 trimethylbenzene	2.53	4.21	0.57	0.86	0.25
	1,3,5 trimethylbenzene	1.11	1.42	0.31	0.45	0.08
	styrene	0.57	1.01	0.37	0.56	0.02
	benzene	6.83	5.61	1.98	0.07	0.63
	C9	3.12	4.21	0.78	1.17	0.25
	C10		3.07			
	C>13	6.01	3.46	13.37	20.37	
TOTALS (all NMVOC species)		99.98	99.65	99.42	96.71	99.98

Figura 5-16 NMVOC Fraction (% wt.) Fonte: Table 3.86b: Composition of NMVOC in exhaust emissions (aldehydes, ketones, aromatics) - 1.A.3.b.i, 1.A.3.b.ii, 1.A.3.b.iii, 1.A.3.b.iv Passenger cars, light commercial trucks, heavy-duty vehicles including buses and motor cycles - EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 - -- Last Update June 2017

Alla luce di ciò, di seguito si riportano i fattori di emissione del Benzene calcolati e distinti in funzione delle velocità e della tipologia di veicoli (leggeri e pesanti).

Inquinante	Velocità [Km/h]	Fattore di emissione leggeri	Fattore di emissione pesanti
C6H6	25	0,0433009	0,112743
C6H6	10	0,0224777	0,060426

Tabella 5-4 Fattore di emissione Benzene veicoli leggeri e pesanti Scenario attuale

Sulla base dei traffici forniti dallo studio trasportistico, conoscendo le percentuali di veicoli leggeri e pesanti circolanti sui differenti rami della rete stradale, è stato possibile pesare i fattori di emissione sopra riportati, calcolando, per ogni arco, un fattore di emissione medio.

Il dato è stato, poi, ricondotto a g/s, per poter essere inserito nel software Aermid. Per quanto riguarda i fattori di emissione medi, relativi alle velocità di 25 Km/h, 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 di 5512 veicoli/giorno. Per i fattori di emissione medi, relativi alle velocità di 10 Km/h, in coerenza a quanto riportato dalla US EPA⁶, si è effettuato il prodotto con la velocità di 4 Km/h e con i veicoli in coda nel tratto di formazione della coda di lunghezza pari a 60m. In particolare, si considera una velocità di 2,5 miglia/h, ossia 4 Km/h, per tener conto della limitazione indotta dall'utilizzo di Copert, che non consente l'impiego di velocità inferiori ai 10 Km/h.

Si riporta di seguito, in forma tabellare, il fattore di emissione medio su ogni tratto, per i diversi inquinanti:

Tratti	Velocità [Km/h]	Lunghezza [Km]	Traffico leggero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione medio NOx[g/s]
T1	25	0,528	93	7	0,0378146
T2	10	0,06	93	7	0,0260542
T3	25	0,196	93	7	0,0140372
T4	10	0,06	93	7	0,0260542
T5	25	0,186	93	7	0,0133210

Tabella 5-5: Fattore di emissione medio NO_x - Scenario attuale

Tratti	Velocità [Km/h]	Lunghezza [Km]	Traffico leggero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione medio CO[g/s]
T1	25	0,528	93	7	0,07606
T2	10	0,06	93	7	0,08048
T3	25	0,196	93	7	0,02823
T4	10	0,06	93	7	0,08048
T5	25	0,186	93	7	0,02679

Tabella 5-6: Fattore di emissione medio CO - Scenario attuale

⁶ MOBILE 5 Information Sheet #2 Estimating Idle Emission Factors Using Mobile5 Luglio 30, 1993 l'agenzia Americana consiglia di utilizzare il fattore di emissione in g/mi ottenuto ad una velocità di 2.5 mi/h e moltiplicarlo per 2.5 mi/h in modo tale da ottenere un fattore di emissione in g/h

Tratti	Velo- cità [Km/h]	Lunghezza [Km]	Traffico leg- gero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione medio PM _{2.5} [g/s]
T1	25	0,528	93	7	0,000917
T2	10	0,06	93	7	0,000691
T3	25	0,196	93	7	0,000340
T4	10	0,06	93	7	0,000691
T5	25	0,186	93	7	0,000323

Tabella 5-7: Fattore di emissione medio PM_{2.5} - Scenario attuale

Tratti	Velo- cità [Km/h]	Lunghezza [Km]	Traffico leg- gero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione medio PM ₁₀ [g/s]
T1	25	0,528	93	7	0,00153
T2	10	0,06	93	7	0,00115
T3	25	0,196	93	7	0,00057
T4	10	0,06	93	7	0,00115
T5	25	0,186	93	7	0,00054

Tabella 5-8: Fattore di emissione medio PM₁₀ - Scenario attuale

Tratti	Velo- cità [Km/h]	Lunghezza [Km]	Traffico leg- gero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione medio Benzene[g/s]
T1	25	0,528	93	7	0,001622
T2	10	0,06	93	7	0,000419
T3	25	0,196	93	7	0,000602
T4	10	0,06	93	7	0,000419
T5	25	0,186	93	7	0,000571

Tabella 5-9: Fattore di emissione medio Benzene - Scenario attuale

5.1.3 I RICETTORI DI RIFERIMENTO

5.1.3.1 I PUNTI RICETTORI

Per stimare i livelli di concentrazione degli inquinanti è necessario imputare al software dove calcolare tali valori. Perciò sono stati individuati, in prossimità della viabilità attuale, i principali ricettori sensibili che potrebbero essere maggiormente esposti all'inquinamento atmosferico.

Nel complesso sono stati individuati 5 ricettori per valutare la protezione della salute umana, di cui tre (R1 – R2 – R3) prossimi all'infrastruttura in esame e due più distanti, interni ai comuni di Maiori e Minori rappresentativi di ricettori sensibili quali scuole (R4 – R5). Inoltre, è stato individuato un ulteriore ricettore V1, per valutare le concentrazioni di inquinanti sulla vegetazione. Tale ricettore, pertanto, è rappresentativo del

"SIC IT8050051 Valloni della Costiera Amalfitana" presente ad ovest del tratto in esame, nel comune di Minori. Nella tabella che segue, è riportata la rappresentazione dei ricettori e le relative coordinate geografiche.

Ricettore	Tipologia	Coordinate	
		X	Y
R1	Residenziale	468989	4499775
R2	Residenziale	469118	4499923
R3	Residenziale	468502	4499921
R4	Sensibile (scuola)	468552	4500072
R5	Sensibile (scuola)	469489	4499981
V1	Vegetazione	468309	4499897

Tabella 5-10 Individuazione punti ricettori

Per un maggior dettaglio sulla localizzazione dei ricettori considerati e sulla rappresentazione delle sorgenti simulate si può far riferimento all'elaborato T00IA05AMBPL03A "Planimetria dei ricettori e delle sorgenti emmissive".

5.1.3.2 LA MAGLIA DI CALCOLO

In affiancamento ai ricettori puntuali, utili per verificare in prossimità di questi che le concentrazioni stimate rispettino i limiti normativi di protezione umana, 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.

Seguendo tali principi è stata definita una maglia di punti di calcolo le cui caratteristiche sono sinteticamente riportate in Tabella 5-11.

Coordinate Asse X	468153,48
Coordinate Asse Y	4499480,1
Passo lungo l'asse X	40
Passo lungo l'asse Y	40
N° di punti lungo l'asse X	40
N° di punti lungo l'asse Y	20
N° di punti di calcolo totali	800

Altezza relativa dal suolo

1,8

Tabella 5-11: Coordinate dei punti della maglia di calcolo

5.2 I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI

Dopo aver completato la fase di modellazione dell'input, descritta nel Par. 5.1, 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 ;
- Biossido di Azoto NO_2 ;
- Monossido di Carbonio CO ;
- Particolato PM_{10} ;
- Particolato $\text{PM}_{2,5}$;
- Benzene C_6H_6 .

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

- T00IA05AMBCT14A "Mappa concentrazioni stato attuale e stato di progetto - NO_x "
- T00IA05AMBCT15A "Mappa concentrazioni stato attuale e stato di progetto - CO "
- T00IA05AMBCT16A "Mappa concentrazioni stato attuale e stato di progetto - C_6H_6 "
- T00IA05AMBCT17A "Mappa concentrazioni stato attuale e stato di progetto - PM_{10} "
- T00IA05AMBCT18A "Mappa concentrazioni stato attuale e stato di progetto - $\text{PM}_{2,5}$ "

Di seguito, invece, vengono riportati i risultati delle concentrazioni degli inquinanti di interesse stimati in corrispondenza dei punti ricettori specifici, al fine di condurre le verifiche con i limiti definiti in normativa per ogni inquinante.

Gli inquinanti in esame sono stati relazionati a diversi intervalli di mediazione temporale in virtù dei diversi limiti imposti dalla normativa vigente. Nello specifico si considera la media annua degli NO_x , la media annua e oraria degli NO_2 , la media annua e giornaliera del PM_{10} , la media annua del $\text{PM}_{2,5}$, la media annua del Benzene e la massima media sulle 8 ore consecutive per CO .

I risultati, così come sono stati forniti dal modello nella simulazione allo stato attuale, vengono di seguito riportati per ogni ricettore e laddove possibile si riportano le analisi aggiuntive sull'andamento dell'inquinante.

Nello specifico R1, R2, R3, R4 e R5 sono i ricettori relativi alle misurazioni dell' NO_2 , del CO , del particolato e del benzene, impiegati per la valutazione delle concentrazioni nei riguardi della salute umana, mentre V1 è adottato per le misurazioni delle concentrazioni degli NO_x , nei riguardi della vegetazione.

Ossido di Azoto:

Ricettore	Contributo stradale simulato media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
V1	0,127

Tabella 5-12: Confronto con il limite normativo per l'inquinante NO_x - Scenario attuale

Biossido di Azoto:

Ricettori	Contributo stradale simulato me- dia annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Contributo stradale simulato media massimo orario [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R1	9,739	130,527
R2	6,089	130,967
R3	9,208	94,297
R4	3,872	21,073
R5	3,898	49,033

Tabella 5-13: Output dato medio annuo e media del massimo orario dell'inquinante NO_2 - Scenario attuale

Viene riportato anche l'andamento dell'inquinante NO_2 , per ogni ricettore, in relazione ai seguenti percentili:

Ricet- tori	Percentili								
	Min	0,3	0,4	0,5	0,85	0,90	0,95	0,99	Max
R1	3,630	5,305	5,709	6,210	11,135	14,905	34,691	65,949	130,527
R2	3,630	3,630	3,630	3,669	7,178	8,935	15,798	34,478	130,967
R3	3,630	3,637	4,268	5,371	12,457	19,272	34,046	55,387	94,297
R4	3,630	3,630	3,630	3,630	3,957	4,072	4,998	7,380	21,073
R5	3,630	3,630	3,630	3,630	3,671	3,779	4,001	12,101	49,033

Tabella 5-14: Valori di riferimento per l'individuazione dell'andamento dell'inquinante NO_2 - Scenario attuale

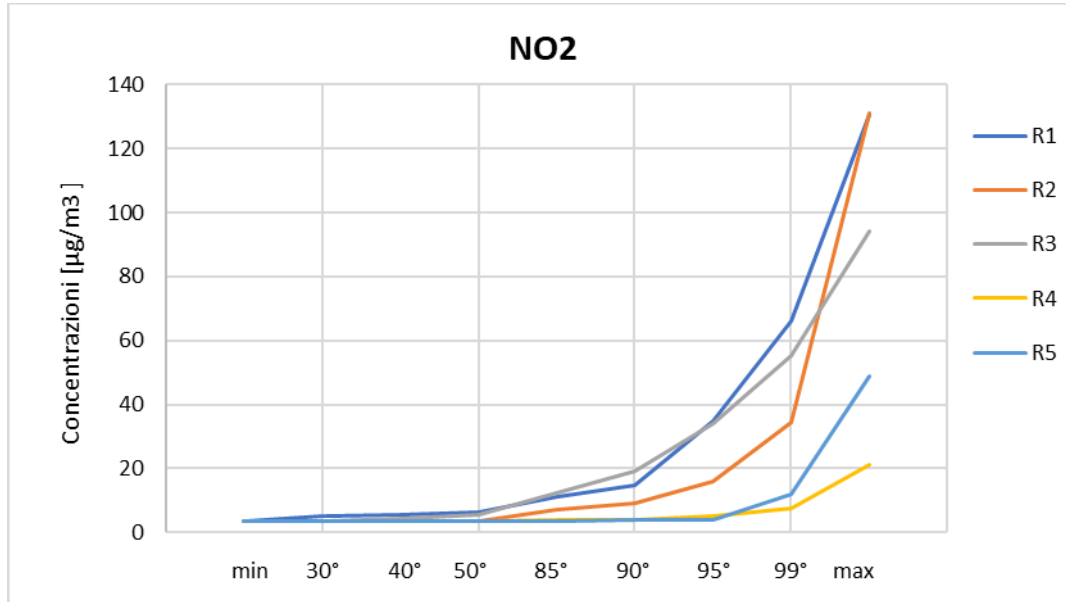


Figura 5-17: Andamento dell'inquinante NO2 - Scenario attuale

Monossido di Carbonio:

Ricettori	Contributo stradale simulato media del massimo su 8h [mg/m ³]
R1	0,280
R2	0,883
R3	0,415
R4	0,051
R5	0,226

Tabella 5-15: Output dato medio del massimo su 8h dell'inquinante CO - Scenario attuale

Si è poi valutato l'andamento dell'inquinante in funzione dei percentili prefissati con i risultati di seguito riposarti:

Ricet- tori	Percentili								
	Min	0,3	0,4	0,5	0,85	0,90	0,95	0,99	Max
R1	0,000	0,008	0,010	0,013	0,051	0,072	0,105	0,173	0,280
R2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,023	0,051	0,152	0,883
R3	0,000	0,003	0,005	0,008	0,031	0,050	0,092	0,176	0,415
R4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,005	0,009	0,019	0,051
R5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,037	0,226

Tabella 5-16: Valori di riferimento per l'individuazione dell'andamento dell'inquinante CO - Scenario attuale

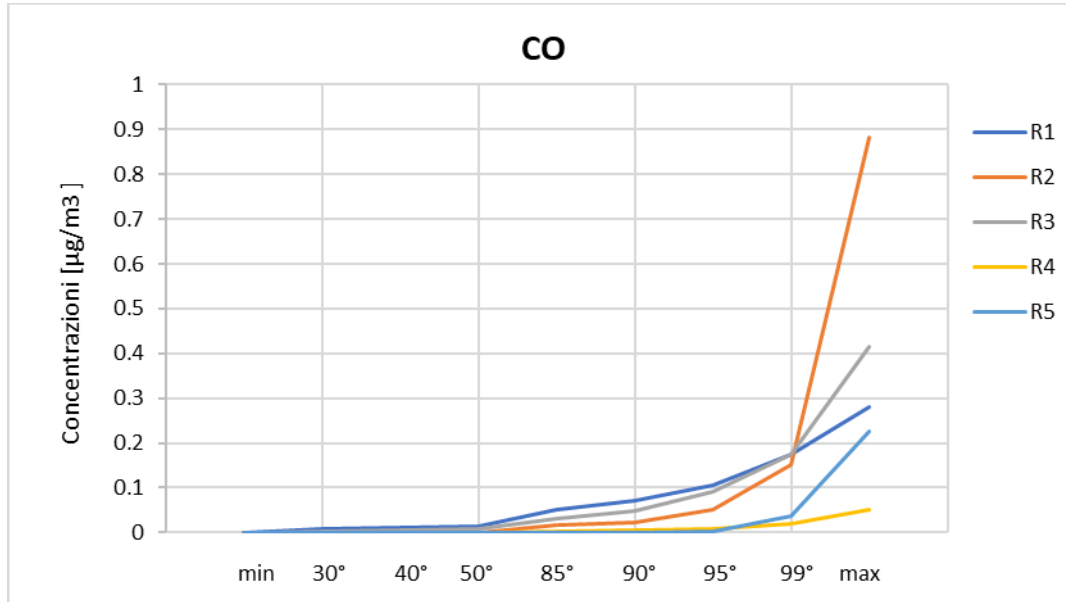


Figura 5-18: Andamento dell'inquinante CO - Scenario attuale

Particolato PM₁₀:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua [µg/m ³]	Contributo stradale simulato media del massimo su 24h [µg/m ³]
R1	0,530	2,078
R2	0,121	1,063
R3	0,403	2,183
R4	0,034	0,495
R5	0,021	1,385

Tabella 5-17: Output dato medio annuo e media del massimo giornaliero dell'inquinante PM₁₀ - Scenario attuale

Viene riportato anche l'andamento dell'inquinante PM₁₀, per ogni ricettore, in relazione ai percentili:

Ricettori	Percentili								
	Min	0,3	0,4	0,5	0,85	0,90	0,95	0,99	Max
R1	0,015	0,310	0,369	0,438	0,892	1,008	1,178	1,554	2,078
R2	0,000	0,037	0,063	0,084	0,228	0,290	0,373	0,633	1,063
R3	0,000	0,177	0,245	0,325	0,737	0,833	1,001	1,442	2,183
R4	0,000	0,003	0,007	0,012	0,076	0,095	0,128	0,215	0,495
R5	0,000	0,000	0,000	0,001	0,010	0,025	0,067	0,625	1,385

Tabella 5-18: Valori di riferimento per l'individuazione dell'andamento dell'inquinante PM₁₀ - Scenario attuale

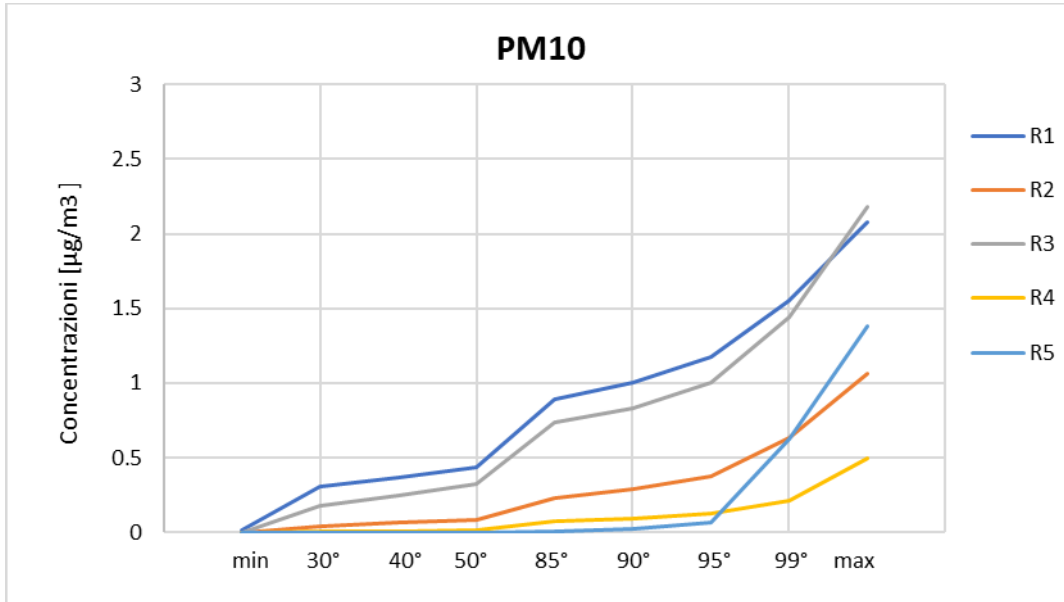


Figura 5-19: Andamento dell'inquinante PM10 - Scenario attuale

Particolato PM_{2.5}:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua [µg/m ³]
R1	0,264
R2	0,122
R3	0,282
R4	0,012
R5	0,013

Tabella 5-19: Output dato medio annuo dell'inquinante PM_{2.5} - Scenario attuale

Benzene:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua [µg/m ³]
R1	0,338
R2	0,083
R3	0,420
R4	0,032
R5	0,016

Tabella 5-20: Output dato medio annuo dell'inquinante Benzene- Scenario attuale

6 L'OPZIONE ZERO: ANALISI DELLA CONCENTRAZIONI

6.1 GLI INPUT DEL SOFTWARE AERMOD VIEW

6.1.1 GLI INPUT TERRITORIALI

6.1.1.1 GLI INPUT OROGRAFICI

Come già evidenziato nell'analisi dello scenario attuale, uno degli input principali per l'applicazione del modello di simulazione in Aermod è il dato orografico. Il software Aermod View, grazie al processore territoriale AERMAP, permette di configurare essenzialmente tre tipologie di territorio così come mostrato in Figura 6-1.

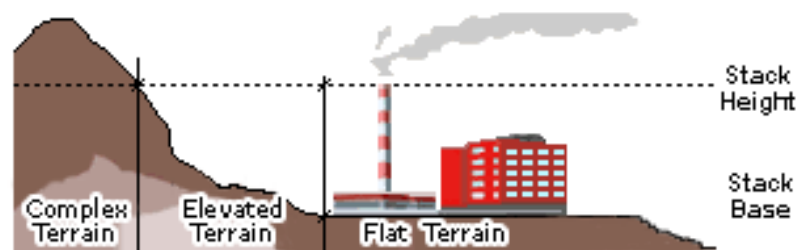


Figura 6-1 Tipologie di configurazioni territoriali

Relativamente all'opzione zero, l'area d'interesse è sempre quella dello stato attuale, pertanto, anche qui, si è adottata una conformazione del territorio di tipo "elevated terrain". L'andamento orografico è quindi lo stesso riportato in Figura 5-2.

6.1.1.2 GLI INPUT METEOROLOGICI

Il secondo input principale per l'applicazione del modello di simulazione in Aermod è il dato meteorologico. Al fine di realizzare un dato compatibile con il preprocessore Aermet, il dato grezzo derivante dal bollettino METAR per la centralina di Napoli Capodichino è stato elaborato e trasformato in formato SCRAM. Pertanto, come dato meteorologico di riferimento per le simulazioni dell'opzione zero sono stati considerati gli stessi dati utilizzati per lo stato attuale.

6.1.2 GLI INPUT PROGETTUALI

6.1.2.1 L'INFRASTRUTTURA ATTUALE

La viabilità cui far riferimento per l'opzione zero è quella attuale, descritta al Paragrafo 5.1.2, con la differenza che i traffici che interesseranno l'infrastruttura saranno quelli futuri previsti per il 2023, definito ai paragrafi successivi.

6.1.2.2 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 un fattore di emissione medio che aggregasse nei veicoli leggeri gli autoveicoli ed 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.

6.1.2.3 COMPOSIZIONE DEL PARCO VEICOLARE CIRCOLANTE

Applicando l'analoga metodologia vista per l'analisi dello scenario attuale, uno degli elementi fondamentali per la definizione delle emissioni è la caratterizzazione del parco veicolare in termini di tipologia di veicoli ed entità di traffico. I dati utili a tale scopo sono dati ufficiali forniti direttamente dall'Automobile Club d'Italia (ACI). Nel caso specifico si è fatto riferimento alla rappresentazione del parco veicolare italiano relativa al 2017, come visto per lo scenario attuale, considerando come area di studio rappresentativa l'ambito regionale della Regione Campania.

Con riferimento al parco veicolare circolante fornito dall'ACI, al fine di valutare un parco futuro in considerazione dell'entrata in esercizio dell'intervento in esame, sono state effettuate alcune ipotesi circa la sua composizione in relazione alle classi emissive e alla possibilità di rinnovo del parco stesso. In particolare, si è assunto, in via cautelativa, che le sole classi Euro 0 venissero sostituite, aumentando la numerosità delle Euro 6.

Tale assunto appare ampiamente cautelativo considerando che lo standard emissivo Euro 1 è stato codificato nel 1994 e pertanto risulta chiaro come un veicolo Euro 1 nel 2023 avrebbe minimo 29 anni.

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 uso.

Autovetture distinte per regione alimentazione e fascia di cilindrata.											
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non identificato	TOTALE	
BENZINA	Fino a 1400	85.713	276.493	217.711	284.121	102.245	465.551		3.552	1.435.386	
	1401 - 2000	24.832	38.775	14.785	18.099	4.424	69.773		305	170.993	
	Oltre 2000	1.575	2.209	1.444	2.835	597	6.199		43	14.902	
	Non definito	2	3		1		496		5	507	
BENZINA Totale		112.122	317.480	233.940	305.056	107.266	542.019		3.905	1.621.788	
BENZINA E GAS LIQUIDO	Fino a 1400	5.065	20.751	16.019	79.910	36.480	46.579		75	204.879	
	1401 - 2000	6.116	9.678	4.389	9.179	4.801	17.145		34	51.342	
	Oltre 2000	145	287	209	455	7	500		2	1.605	
	Non definito						7			7	
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		11.326	30.716	20.617	89.544	41.288	64.231		111	257.833	
BENZINA E METANO	Fino a 1400	603	2.733	2.376	27.083	21.801	9.248		12	63.856	
	1401 - 2000	606	2.601	3.538	6.546	352	1.150		5	14.798	
	Oltre 2000	15	33	31	208	20	38			345	
BENZINA E METANO Totale		1.224	5.367	5.945	33.837	22.173	10.436		17	78.999	
ELETTRICO-IBRIDO	Fino a 1400				19	169	141			329	
	1401 - 2000				51	671	1.750			2.472	
	Oltre 2000				22	30	189			241	
	Non contemplato						0	178		178	
ELETTRICO-IBRIDO Totale				92	870	2.080		178		3.220	
GASOLIO	Fino a 1400	1.276	960	59.331	264.335	87.200	48.797		14	461.913	
	1401 - 2000	22.003	98.992	208.236	231.483	162.608	159.236		31	882.589	
	Oltre 2000	7.844	19.597	26.847	22.634	12.639	41.754		38	131.353	
	Non definito	2	2	2	1		101			108	
GASOLIO Totale		31.125	119.551	294.416	518.453	262.447	249.888		83	1.475.963	
ALTRE	Fino a 1400						21			21	
ALTRE Totale							21			21	
NON DEFINITO	Fino a 1400			4			72		26	102	
	1401 - 2000			1			11		2	14	
	Oltre 2000						2			2	
	Non definito	3			1		53		5	62	
NON DEFINITO Totale		3		5	1		138		33	180	
Totale		155.800	473.114	554.923	946.983	434.044	868.813	178	4.149	3.438.004	

Figura 6-2: Suddivisione autovetture prevista per il futuro, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

Veicoli industriali leggeri distinti per regione alimentazione e tipologia.											
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE	
BENZINA	fino a 3,5	3.293	3.800	2.590	2.128	1.028	8.070		134	21.043	
	Non definito	17	6		3		307		2	335	
BENZINA Totale		3.310	3.806	2.590	2.131	1.028	8.377		136	21.378	
BENZINA E GAS LIQUIDO	fino a 3,5	249	242	224	1.481	469	736		2	3.403	
	Non definito						46			46	
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		249	242	224	1.481	469	782		2	3.449	
BENZINA E METANO	fino a 3,5	36	107	260	1.802	1.816	780		3	4.804	
BENZINA E METANO Totale		36	107	260	1.802	1.816	780		3	4.804	
ELETTRICO-IBRIDO	fino a 3,5						17			17	
	Non contemplato						0	263		263	
ELETTRICO-IBRIDO Totale							17	263		280	
GASOLIO	fino a 3,5	24.491	41.676	56.262	51.400	24.667	60.703		71	259.270	
	Non definito	153	31	16	6	6	1.860		1	2.073	
GASOLIO Totale		24.644	41.707	56.278	51.406	24.673	62.563		72	261.343	
ALTRE	fino a 3,5						1			1	
ALTRE Totale							1			1	
NON DEFINITO	fino a 3,5				1		4		1	6	
	Non definito						3			3	
NON DEFINITO Totale					1		7		1	9	
Totale		28.239	45.862	59.352	56.821	27.986	72.527	263	214	291.264	

Figura 6-3: Suddivisione veicoli industriali leggeri prevista per il futuro, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

Veicoli industriali pesanti distinti per regione alimentazione e tipologia									
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non definito	TOTALE
BENZINA	Oltre 3,5	24		6	2	1	662	19	714
BENZINA Totale		24		6	2	1	662	19	714
BENZINA E GAS LIQUIDO	Oltre 3,5	4	2	1		1	53	2	63
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale		4	2	1		1	53	2	63
BENZINA E METANO	Oltre 3,5		1	9		17	22		49
BENZINA E METANO Totale			1	9		17	22		49
GASOLIO	3,6 - 7,5	2.081	3.209	2.992	875	834	17.245	138	27.374
	7,6 - 12	1.525	2.232	2.179	212	629	10.262	70	17.109
	12,1 - 14	127	104	164	27	85	1.988	23	2.518
	14,1 - 20	785	1.443	1.730	221	999	4.342	58	9.578
	20,1 - 26	1.278	2.541	2.965	228	1.573	9.022	39	17.646
	26,1 - 28	5	13	6		3	101	1	129
	28,1 - 32	117	608	1.290	131	642	289		3.077
GASOLIO Totale	Oltre 32	39	47	56	10	17	202	1	372
GASOLIO Totale		5.957	10.197	11.382	1.704	4.782	43.451	330	77.803
NON DEFINITO	3,6 - 7,5		1				2	1	4
	7,6 - 12						1		1
	12,1 - 14						0	1	1
	20,1 - 26		1				1		2
	28,1 - 32			1			1		2
NON DEFINITO Totale			2	1			5	2	10
Totale		5.985	10.202	11.399	1.706	4.801	44.193	353	78.639

Figura 6-4: Suddivisione veicoli industriali pesanti prevista per il futuro, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

Trattori stradali distinti per regione alimentazione e tipologia										
ALIMENTAZIONE	FASCIA	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE
BENZINA	fino a 14						3			3
	14,1 - 20	1	2	6			1			10
	Non definito						5	2		7
BENZINA Totale		1	2	6			9		2	20
BENZINA E GAS LIQUIDO	14,1 - 20			1			0			1
BENZINA E GAS LIQUIDO Totale				1			0			1
BENZINA E METANO	14,1 - 20						69			69
BENZINA E METANO Totale							69			69
ELETTRICO-IBRIDO	Non contemplato						0	2		2
ELETTRICO-IBRIDO Totale							0	2		2
GASOLIO	fino a 14	12	47	75	2	3	456			595
	14,1 - 20	501	2.042	5.605	602	6.190	4.437			19.377
	20,1 - 28	13	29	37	19	44	89			231
	28,1 - 34	1	4	9		3	3			20
	34,1 - 40	3	15	8	1	2	12			41
	40,1 - 50	12	44	62		61	10			189
	Oltre 60		2				1			3
GASOLIO Totale	Non definito	131	77	19	1	60	1.250		9	1.547
GASOLIO Totale		673	2.260	5.815	625	6.363	6.258		9	22.003
NON DEFINITO	14,1 - 20			6			0			6
	34,1 - 40				1		0			1
	Non definito					2	3			5
NON DEFINITO Totale				6	1	2	3			12
Totale		674	2.262	5.828	626	6.365	6.339	2	11	22.107

Figura 6-5: Suddivisione trattori stradali prevista per il futuro, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

Autobus distinti per regione e uso									
USO	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	Non contemplato	Non definito	TOTALE
Noleggio	351	791	837	257	450	1.577		2	4.265
Privato	208	463	314	131	90	1.312		16	2.534
Pubblico	228	750	641	582	758	1.082		16	4.057
Altri usi	9	19	14	1	1	120		1	165
Non contemplato						0	28		28
Totale	796	2.023	1.806	971	1.299	4.091	28	35	11.049

Figura 6-6 Suddivisione autobus prevista per il futuro, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

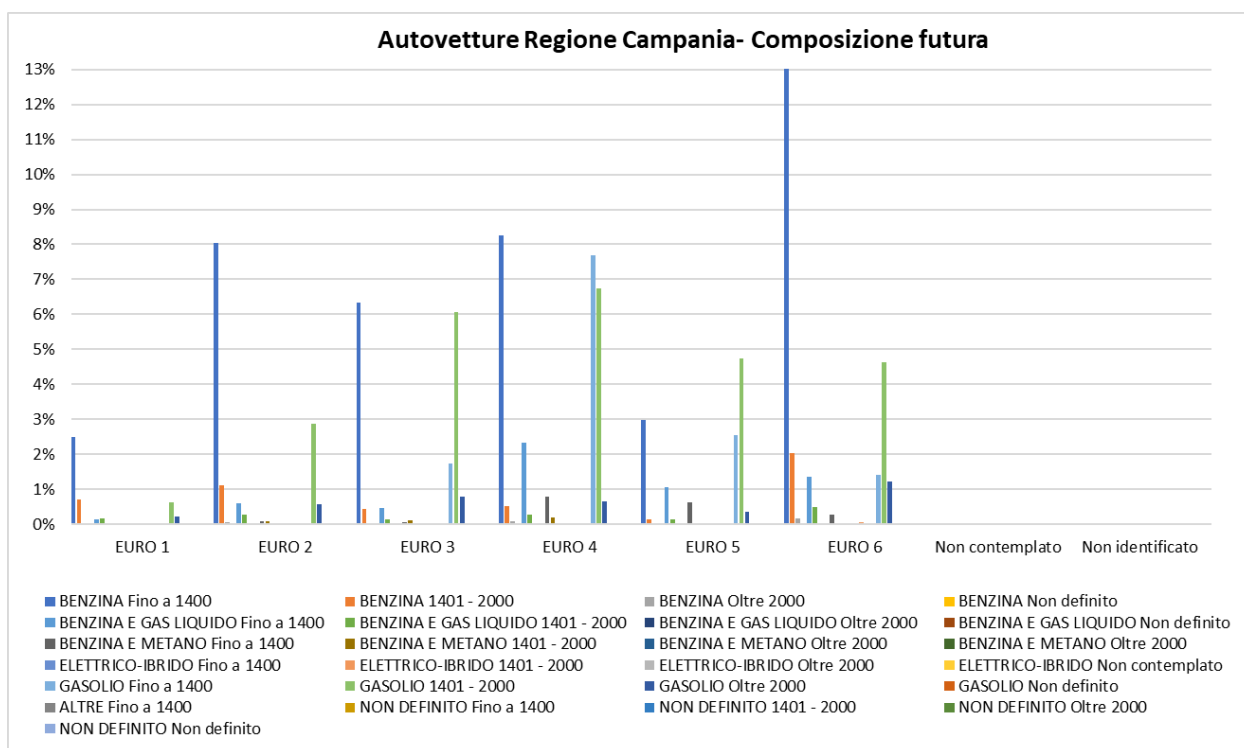


Figura 6-7: Suddivisione percentuale autovetture prevista per il futuro, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

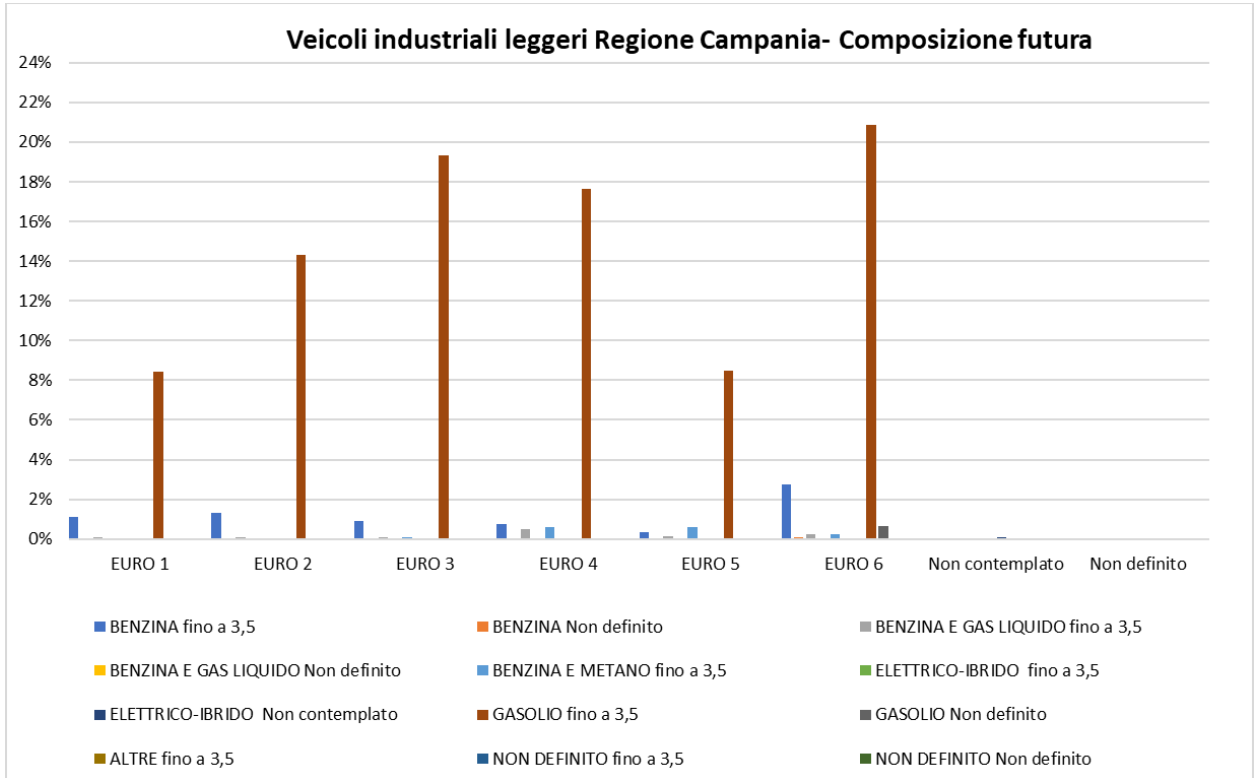


Figura 6-8: Suddivisione percentuale veicoli industriali leggeri prevista per il futuro, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

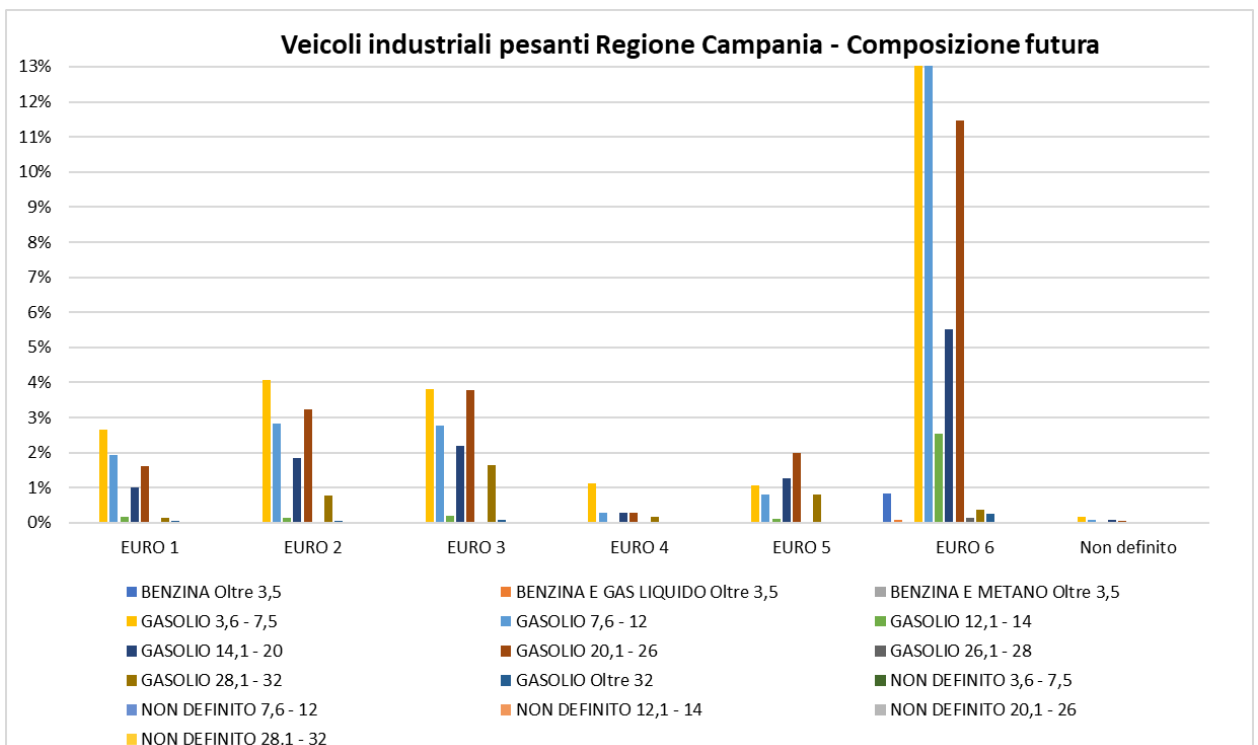


Figura 6-9: Suddivisione percentuale veicoli industriali pesanti prevista per il futuro, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

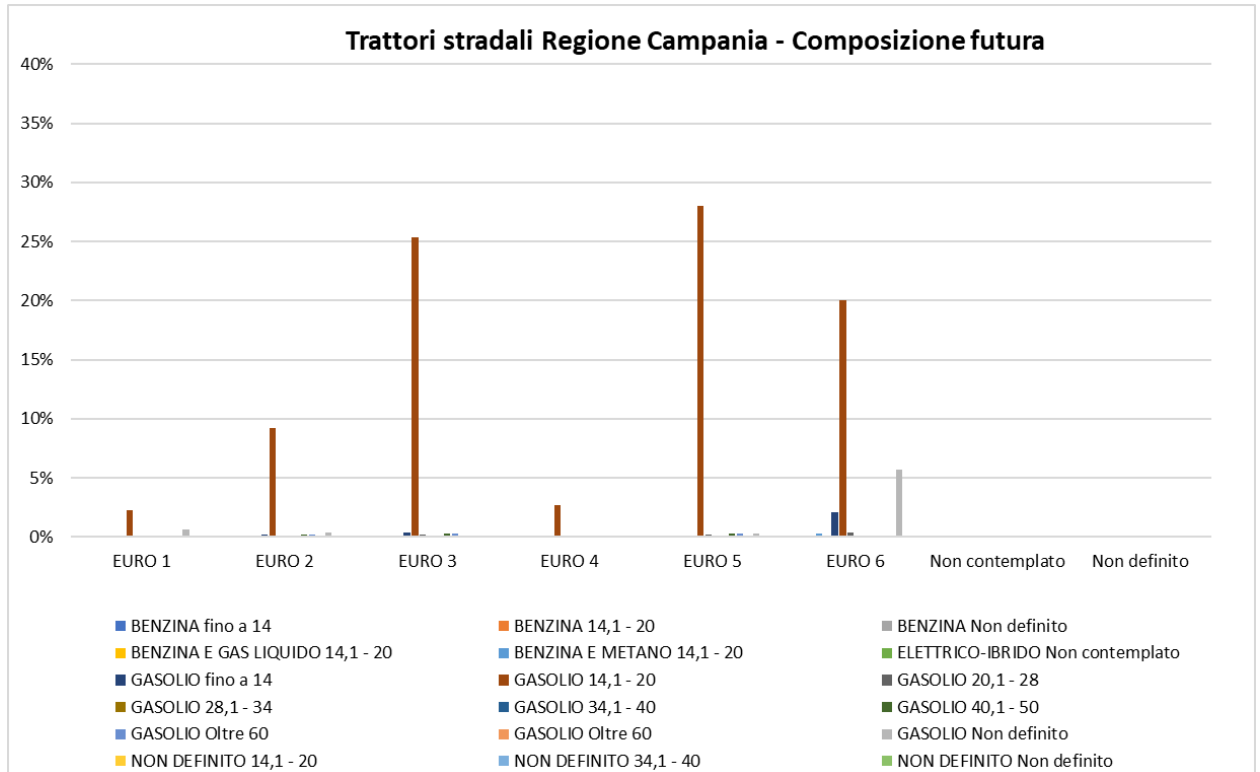


Figura 6-10: Suddivisione percentuale trattori stradali prevista per il futuro, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

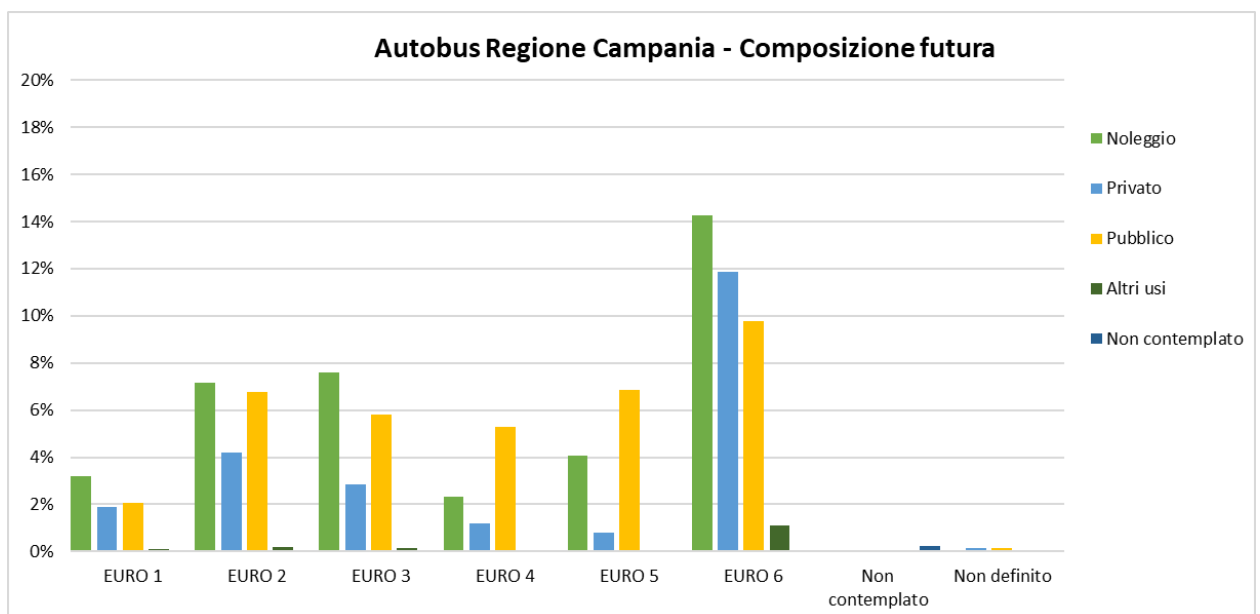


Figura 6-11: Suddivisione percentuale autobus prevista per il futuro, Regione Campania (Fonte: Elaborazione da dati ACI Autoritratto 2017)

6.1.2.4 VOLUMI E VELOCITÀ 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.

In particolare, anche nell'opzione zero, tenendo conto del restringimento della sezione stradale, ad una corsia, regolato da fasi semaforiche si è ipotizza un'estensione della coda al semaforo di circa 60 m e si sono state assunte le velocità medie di 10 e 25 Km/h, associate ad ogni arco della rete stradale. Per quanto riguarda il dato del traffico giornaliero medio, si è invece assunto quello futuro previsto al 2023, pari a 6050 veicoli/giorno nelle due direzioni di marcia.

6.1.2.5 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, per i veicoli leggeri e pesanti. In particolare, una volta analizzato il parco veicolare in previsione al 2023, si è ricavata la percentuale di veicoli per ogni tipologia di veicolo. Per ognuna di queste si è effettuato il prodotto con il valore di picco dell'inquinante in ambito urbano, ottenuto come output da Copert, e si sono ottenuti i fattori di emissione della singola tipologia di veicolo. Si è poi effettuato il calcolo finale relativo alla determinazione del fattore di emissione per la totalità dei veicoli leggeri e per quella dei pesanti. Le velocità considerate sono le stesse considerate per lo stato attuale di 25 K/h e di 10Km/h. Si ricorda che la velocità dei 10 Km/h è stata presa in considerazione per tener conto delle code e dei rallentamenti indotti dal restringimento semaforizzato che caratterizza circa 170 m del tracciato e non viene impiegata una velocità minore, poiché 10 Km/h è il limite inferiore del gap di Copert.

Nella tabella seguente sono riportati i fattori di emissione relativi all'NO_x, al CO, al PM₁₀, al PM_{2,5} e al Benzene, in funzione della velocità. In particolare, dal valore dei PM₁₀ si è poi ottenuto quello dei PM_{2,5} e dai valori di VOC, in funzione dei coefficienti riportati in Figura 5-16, si è calcolato il valore del Benzene.

La prima tabella riporta i fattori di emissione in [g/km*veic] ottenuti per velocità di percorrenza pari a 25 Km/h:

Inquinanti	Velocità [Km/h]	Fattore di emissione leggeri [g/km*veic]	Fattore di emissione pesanti [g/km*veic]
NO_x	25	0,3939299	3,8587522
CO	25	0,3522931	0,9661895
PM_{2.5}	25	0,0080890	0,0495685
PM₁₀	25	0,0134816	0,0826142
VOC	25	0,0355837	0,2060712

Tabella 6-1: Fattore di emissione NO_x, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, VOC per velocità di 25km/h- veicoli leggeri e pesanti Opzione zero

La seconda tabella riporta i fattori di emissione in [g/km*veic] ottenuti per velocità di percorrenza pari a 10 Km/h:

Inquinanti	Velocità [Km/h]	Fattore di emissione leggeri [g/km*veic]	Fattore di emissione pesanti [g/km*veic]
NO_x	10	0,5482887	6,7752560
CO	10	0,5648699	1,7115078
PM_{2.5}	10	0,0100319	0,0856178
PM₁₀	10	0,0167199	0,1426963
VOC	10	0,0654131	0,3928685

Tabella 6-2: Fattore di emissione NO_x, CO, PM₁₀, PM_{2.5}, VOC per velocità di 10km/h- veicoli leggeri e pesanti Opzione zero

Alla luce di quanto riportato in Figura 5-16, di seguito si riportano i fattori di emissione del Benzene calcolati e distinti in funzione delle velocità e della tipologia di veicoli (leggeri e pesanti).

Inquinante	Velocità [Km/h]	Fattore di emissione leggeri	Fattore di emissione pesanti
C₆H₆	25	0,0019962	0,0115605
C₆H₆	10	0,0036696	0,0220399

Tabella 6-3 Fattore di emissione Benzene veicoli leggeri e pesanti Opzione zero

Sulla base dei traffici futuri stimati, forniti dallo studio trasportistico, conoscendo le percentuali di veicoli leggeri e pesanti circolanti sui differenti rami della rete stradale, è stato possibile pesare i fattori di emissione sopra riportati, calcolando, per ogni arco, un fattore di emissione medio.

Tratti	Velocità [Km/h]	Lunghezza [Km]	Traffico leggero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione medio NO _x [g/s]
T1	25	0,528	93	7	0,0235316
T2	10	0,06	93	7	0,0164029
T3	25	0,196	93	7	0,0087352
T4	10	0,06	93	7	0,0164029
T5	25	0,186	93	7	0,0082895

Tabella 6-4: Fattore di emissione medio NO_x - Opzione zero

Tratti	Velocità [Km/h]	Lunghezza [Km]	Traffico leg- gero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione medio CO[g/s]
T1	25	0,528	93	7	0,01461
T2	10	0,06	93	7	0,01075
T3	25	0,196	93	7	0,00542
T4	10	0,06	93	7	0,01075

Tratti	Velo- cità [Km/h]	Lunghezza [Km]	Traffico leg- gero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione medio CO[g/s]
T5	25	0,186	93	7	0,00515

Tabella 6-5: Fattore di emissione medio CO - Opzione zero

Tratti	Velo- cità [Km/h]	Lunghezza [Km]	Traffico leg- gero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione medio PM2.5[g/s]
T1	25	0,528	93	7	0,000406
T2	10	0,06	93	7	0,000255
T3	25	0,196	93	7	0,000151
T4	10	0,06	93	7	0,000255
T5	25	0,186	93	7	0,000143

Tabella 6-6: Fattore di emissione medio PM_{2,5} - Opzione zero

Tratti	Velo- cità [Km/h]	Lunghezza [Km]	Traffico leg- gero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione medio PM10[g/s]
T1	25	0,528	93	7	0,00068
T2	10	0,06	93	7	0,00043
T3	25	0,196	93	7	0,00025
T4	10	0,06	93	7	0,00043
T5	25	0,186	93	7	0,00024

Tabella 6-7: Fattore di emissione medio PM₁₀ - Opzione zero

Tratti	Velo- cità [Km/h]	Lunghezza [Km]	Traffico leg- gero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione medio Benzene[g/s]
T1	25	0,528	93	7	0,000099
T2	10	0,06	93	7	0,000083
T3	25	0,196	93	7	0,000037
T4	10	0,06	93	7	0,000083
T5	25	0,186	93	7	0,000035

Tabella 6-8: Fattore di emissione medio Benzene - Opzione zero

6.1.3 I RICETTORI DI RIFERIMENTO

Come visto precedentemente, per stimare i livelli di concentrazione degli inquinanti è necessario imputare al software dove calcolare tali valori. Perciò sono stati assunti gli stessi ricettori sensibili valutati nella simulazione dello scenario attuale, per poter, a valle dei risultati ottenuti, effettuare un confronto tra i diversi scenari.

6.2 I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI

Così come è stato fatto per lo stato attuale, allo stesso modo per l'opzione zero, dopo aver completato la fase di modellazione dell'input, descritta nel Par. 6.1, 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.

In particolare, vengono riportati i valori relativi a:

- Ossidi di Azoto NO_x;
- Biossido di Azoto NO₂;
- Monossido di Carbonio CO;
- Particolato PM₁₀;
- Particolato PM_{2,5};
- Benzene C₆H₆.

Anche in questo caso gli inquinanti sono stati relazionati ai diversi intervalli di mediazione temporale in virtù dei diversi limiti imposti dalla normativa vigente ed i ricettori impiegati per la valutazione delle concentrazioni nei riguardi della salute umana sono R1, R2, R3, R4 e R5 mentre V1 è adottato per le misurazioni delle concentrazioni degli NO_x nei riguardi della vegetazione.

I risultati, così come sono stati forniti dal modello nella simulazione all'opzione zero, vengono di seguito riportati per ogni ricettore e laddove possibile si esplicitano le analisi aggiuntive sull'andamento dell'inquinante.

Ossido di Azoto:

Ricettore	Contributo stradale simulato media annua [µg/m ³]
V1	0,084

Tabella 6-9: Confronto con il limite normativo per l'inquinante NO_x - Opzione zero

Biossido di Azoto:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua [µg/m ³]	Contributo stradale simulato media massimo orario [µg/m ³]
R1	7,012	90,120
R2	5,212	95,667
R3	7,263	65,759
R4	3,785	14,915
R5	3,794	31,815

Tabella 6-10: Output dato medio annuo e media del massimo orario dell'inquinante NO₂ - Opzione zero

Viene riportato anche l'andamento dell'inquinante NO₂, per ogni ricettore, in relazione ai seguenti percentili:

Ricet- tori	Percentili								
	Min	0,3	0,4	0,5	0,85	0,90	0,95	0,99	Max
R1	3,630	4,371	4,553	4,779	7,430	9,529	22,859	41,787	90,120
R2	3,630	3,630	3,630	3,655	5,896	7,026	11,402	23,787	95,667
R3	3,630	3,635	4,039	4,745	9,310	13,736	23,474	37,941	65,759
R4	3,630	3,630	3,630	3,630	3,840	3,913	4,506	6,011	14,915
R5	3,630	3,630	3,630	3,630	3,654	3,722	3,849	9,087	31,815

Tabella 6-11: Valori di riferimento per l'individuazione dell'andamento dell'inquinante NO₂ - Opzione zero

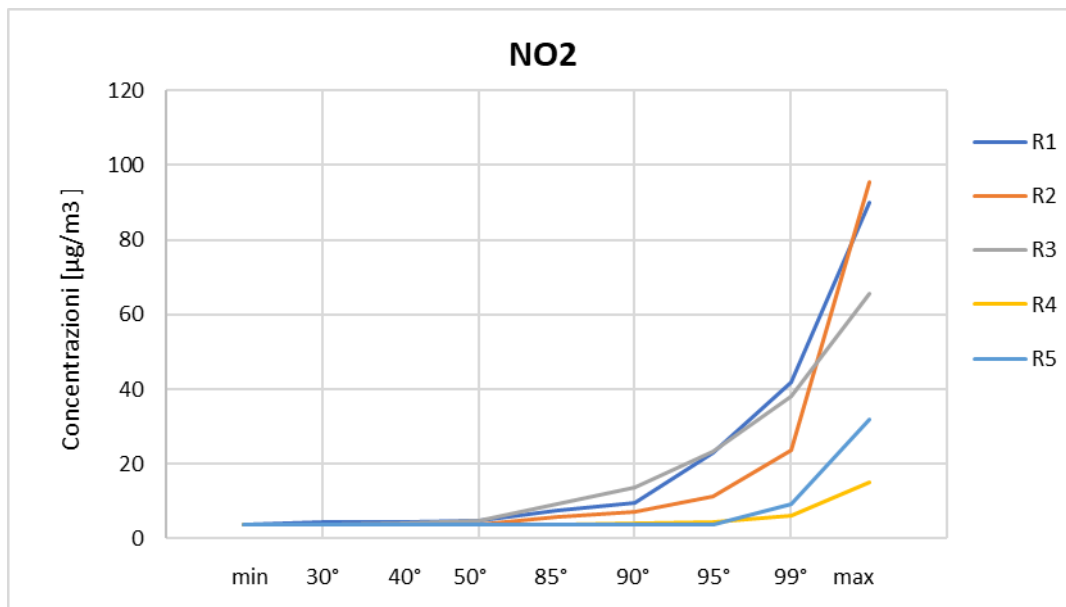


Figura 6-12: Andamento dell'inquinante NO₂ - Opzione zero

Monossido di Carbonio:

Ricettori	Contributo stradale simulato media del massimo su 8h [mg/m ³]
R1	0,040
R2	0,030
R3	0,038
R4	0,009
R5	0,067

Tabella 6-12: Output dato medio del massimo su 8h dell'inquinante CO - Opzione zero

Si è poi valutato l'andamento dell'inquinante in funzione dei percentili prefissati con i risultati di seguito riposarti:

Ricet- tori	Percentili								
	Min	0,3	0,4	0,5	0,85	0,90	0,95	0,99	Max
R1	0,000	0,001	0,002	0,002	0,007	0,010	0,015	0,025	0,040
R2	0,000	0,000	0,000	0,001	0,004	0,005	0,008	0,013	0,030
R3	0,000	0,001	0,001	0,002	0,007	0,009	0,012	0,020	0,038
R4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,002	0,003	0,009
R5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003	0,007	0,021	0,067

Tabella 6-13: Valori di riferimento per l'individuazione dell'andamento dell'inquinante CO - Opzione zero

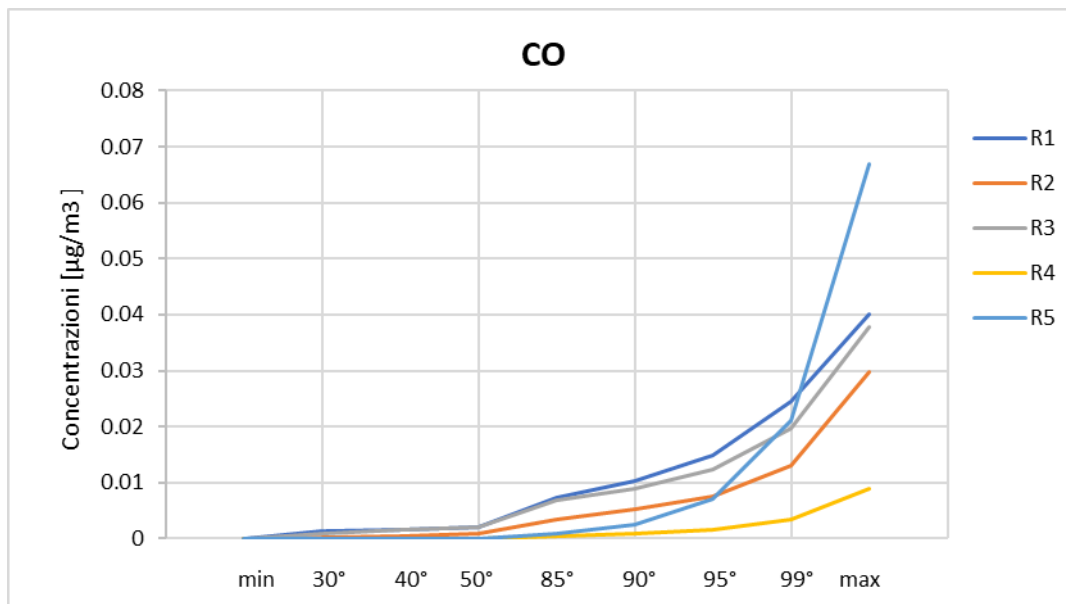


Figura 6-13: Andamento dell'inquinante CO - Opzione zero

Particolato PM₁₀:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua [µg/m ³]	Contributo stradale simulato media del massimo su 24h [µg/m ³]
R1	0,205	0,791
R2	0,047	0,408
R3	0,165	0,888
R4	0,014	0,203
R5	0,008	0,147

Tabella 6-14: Output dato medio annuo e media del massimo giornaliero dell'inquinante PM₁₀ - Opzione zero

Viene riportato anche l'andamento dell'inquinante PM₁₀, per ogni ricettore, in relazione ai percentili:

Ricettori	Percentili								
	Min	0,3	0,4	0,5	0,85	0,90	0,95	0,99	Max
R1	0,006	0,121	0,144	0,170	0,343	0,386	0,451	0,595	0,791
R2	0,000	0,015	0,025	0,033	0,088	0,112	0,144	0,242	0,408
R3	0,000	0,073	0,100	0,133	0,301	0,341	0,409	0,588	0,888
R4	0,000	0,001	0,003	0,005	0,031	0,039	0,052	0,088	0,203
R5	0,000	0,000	0,000	0,001	0,018	0,025	0,041	0,094	0,147

Tabella 6-15: Valori di riferimento per l'individuazione dell'andamento dell'inquinante PM₁₀ - Opzione zero

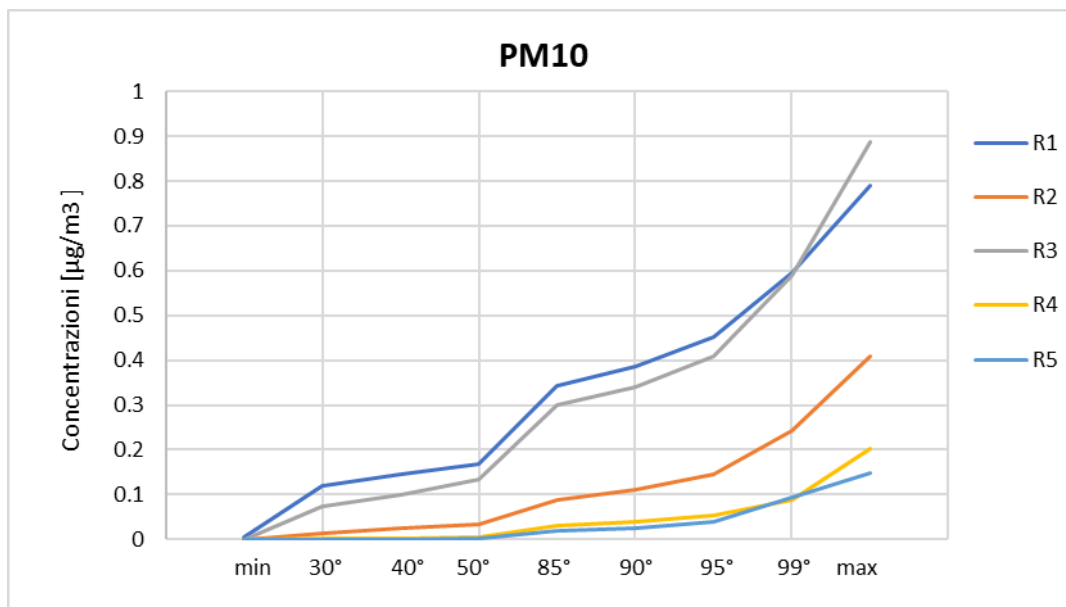


Figura 6-14: Andamento dell'inquinante PM₁₀ - Opzione zero

Particolato PM_{2.5}:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua [µg/m ³]
R1	0,101
R2	0,048
R3	0,115
R4	0,005
R5	0,005

Tabella 6-16: Output dato medio annuo dell'inquinante PM_{2.5} - Opzione zero

Benzene:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua [µg/m ³]
R1	0,036
R2	0,008
R3	0,024
R4	0,002

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R5	0,001

Tabella 6-17: Output dato medio annuo dell'inquinante Benzene - Opzione zero

7 LO SCENARIO DI PROGETTO: ANALISI DELLA CONCENTRAZIONI

7.1 GLI INPUT DEL SOFTWARE AERMOD VIEW

7.1.1 GLI INPUT TERRITORIALI

7.1.1.1 GLI INPUT OROGRAFICI

Come già evidenziato nell'analisi dello scenario attuale e dell'opzione zero, uno degli input principali per l'applicazione del modello di simulazione in Aermod è il dato orografico. Il software Aermod View, grazie al processore territoriale AERMAP, permette di configurare essenzialmente tre tipologie di territorio così come mostrato in Figura 7-1.

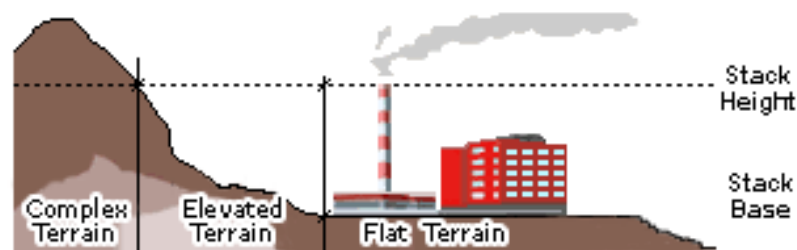


Figura 7-1 Tipologie di configurazioni territoriali

Con riferimento all'area in esame, attraversata dall'infrastruttura in progetto, si è adottata una conformazione del territorio di tipo "elevated terrain". Infatti, nella realizzazione del bypass dell'attuale viabilità di collegamento dei due centri abitati di Maiori e Minori, il terreno è di fondamentale importanza in quanto il progetto va ad interessare il promontorio adiacente la viabilità esistente. Si riporta di seguito l'andamento orografico restituito dal processore AERMAP:



Figura 7-2: Vista aerea dell'asse di progetto e dell'andamento orografico.

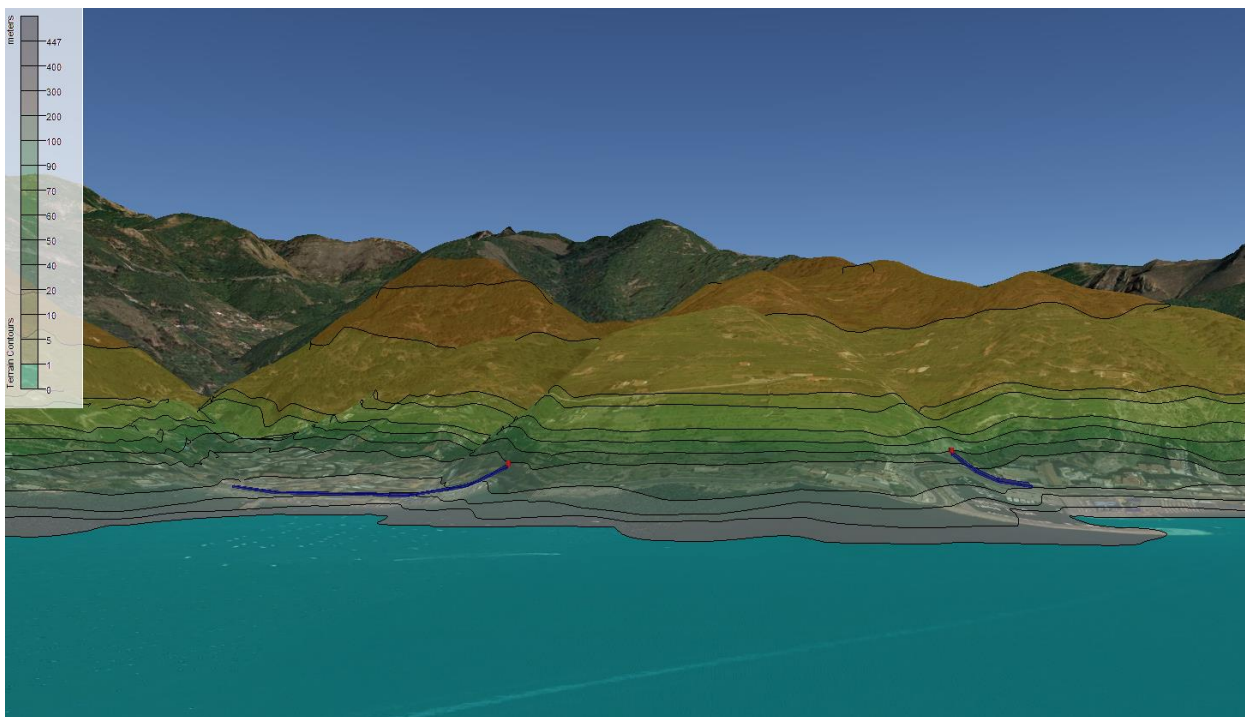


Figura 7-3: Vista tridimensionale dell'asse di progetto e dell'orografia attraversata.

7.1.1.2 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 METAR per la centralina di Napoli Capodichino è stato elaborato e trasformato in formato SCRAM. 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 meteorologiche future.

7.1.2 GLI INPUT PROGETTUALI

7.1.2.1 L'INFRASTRUTTURA DI PROGETTO

L'asse stradale interessato dall'intervento è la S.S. 163 "Amalfitana" nel tratto ricadente nei Comuni di Minori e Maiori, in provincia di Salerno.

L'intervento ha l'obiettivo di creare un bypass della viabilità di superamento del promontorio che separa i due centri abitati e di consentire la riqualificazione urbana dell'attuale sede stradale della S.S. 163.

Viste le caratteristiche prevalenti della S.S. 163 "Amalfitana" di strada extraurbana secondaria ai sensi del Codice della Strada per i tratti di competenza Anas (esclusi pertanto i tratti interni ai centri abitati), l'intervento è inquadrato nella categoria stradale C2 "strada extraurbana secondaria" del D.M. 05/11/2001, applicando tuttavia una velocità di progetto $V_p = 40 - 60$ km/h compatibile con il breve sviluppo del tracciato e con la connotazione di traversa urbana dei tratti interessati ai due estremi dell'intervento.

Il tracciato ha uno sviluppo totale di 729,979 m ed ha origine dall'inizio del tratto fronte mare della città di Minori. Dopo i primi 255 metri, si sviluppa la galleria; l'opera risulta costituita essenzialmente da una tratta in galleria naturale (L=390 m circa) e da due tratte di imbocco di lunghezza pari a circa L=5 m lato Minori e L=10 m lato Maiori. La lunghezza totale della galleria è pari a 405 metri, cui progressiva iniziale è 0+255 Km e finale 0+660 Km.

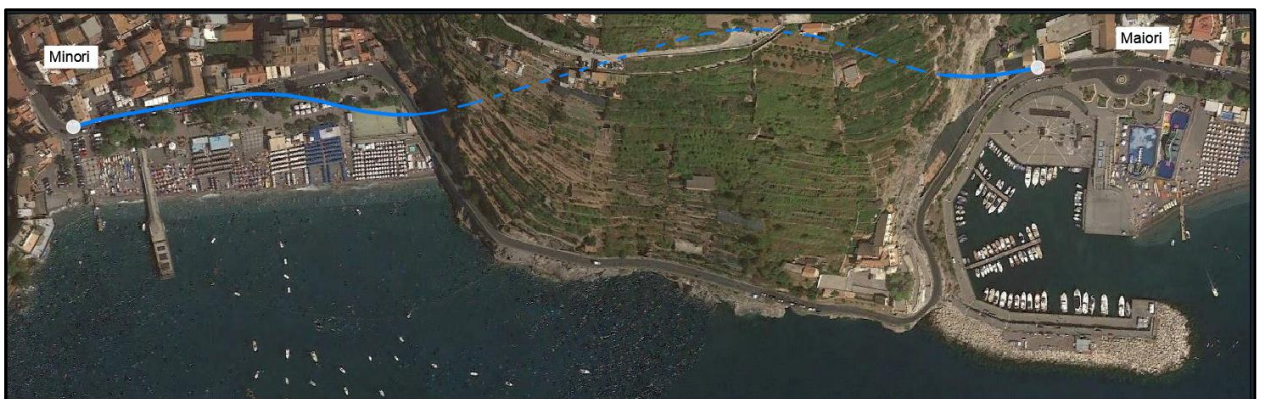


Figura 7-4: Tracciato della viabilità in progetto.

7.1.2.2 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 un fattore di emissione medio che aggregasse nei veicoli leggeri gli autoveicoli ed 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.

7.1.2.3 COMPOSIZIONE DEL PARCO VEICOLARE CIRCOLANTE

Per la composizione del parco veicolare, si fa riferimento a quanto assunto nel caso dell'opzione zero. Con riferimento al parco veicolare circolante fornito dall'ACI, al fine di valutare un parco futuro in considerazione dell'entrata in esercizio dell'intervento in esame, si è assunto, in via cautelativa, che le sole classi Euro 0 venissero sostituite, aumentando la numerosità delle Euro 6.

Tale assunto appare ampiamente cautelativo considerando che lo standard emissivo Euro 1 è stato codificato nel 1994 e pertanto risulta chiaro come un veicolo Euro 1 nel 2023 avrebbe minimo 29 anni.

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 uso.

Le analisi ed i dati sono riportate al Prg. 6.1.2.3.

7.1.2.4 VOLUMI E VELOCITÀ 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.

In particolare, con riferimento allo studio trasportistico, è stato assunto per lo scenario di progetto il dato di traffico relativa al traffico giornaliero medio pari a 6050 v/h.



Figura 7-5: Tratti a velocità differenti.

In conformità delle velocità previste da progetto, sono stati considerati differenti tratti, così come riportato nella Figura 7-5. In particolare, i vari tratti sono riportati nel dettaglio nella tabella sottostante:

Tratti	Velocità [Km/h]	Progressive	Lunghezza [Km]
T1	40	0-200	0,200
T2	60	200-255	0,055
T3	60	660-700	0,040
T4	40	700-730	0,030

Tabella 7-1: Tratti a differenti velocità individuati sul tracciato in progetto.

Vengono, poi, riportate le posizioni dei due imbocchi della galleria, P1 e P2.

7.1.3 LE SORGENTI SIMULATE

Per lo stato attuale e per l'opzione zero si è proceduto alla modellazione in AERMOD view attraverso la simulazione di sorgenti lineari, in grado di riprodurre l'emissione stradale sul tracciato esistente. Il modello dello stato di progetto ha subito delle modifiche, nei riguardi delle sorgenti considerate, funzione dello sviluppo del nuovo tracciato. In particolare, le sorgenti lineari riguardano i tratti di progetto fuori dalla galleria mentre per il tratto restante sono state inserite due sorgenti puntuali. Infatti, laddove il progetto si sviluppa in galleria, la strada emetta solo in prossimità degli imbocchi della stessa. A corredo di queste considerazioni è stato opportuno determinare gli edifici che producono perturbazioni idrodinamiche sul plume delle sorgenti puntuali, effetto noto come Building Downwash.

A tale scopo è stato pertanto effettuato uno studio specifico al fine di inserire tutti gli elementi che potessero influenzare la simulazione stessa. Dal punto di vista operativo, il primo passaggio è stato quello di modellare gli edifici e le sorgenti emissive. Dopo aver inserito gli edifici è possibile ottenere il risultato del building downwash, tramite il comando BPIP (Building Profile Input Program) di AERMOD view che permette di ottenere le dimensioni numeriche dell'ostacolo al variare della direzione del vento.

Attraverso l'analisi di tutti gli Structure Influence Zone è possibile determinare se la sorgente è all'interno di un rettangolo composto da due linee perpendicolari alla direzione del vento. Integrando tali rettangoli

per tutte le direzioni del vento, si è ottenuta l'area circolare denominata GEP 5L (Area di influenza). Ogni sorgente, che si trova all'interno di tale area risente degli effetti del building downwash. A valle delle seguenti analisi il modello è risultato il seguente:

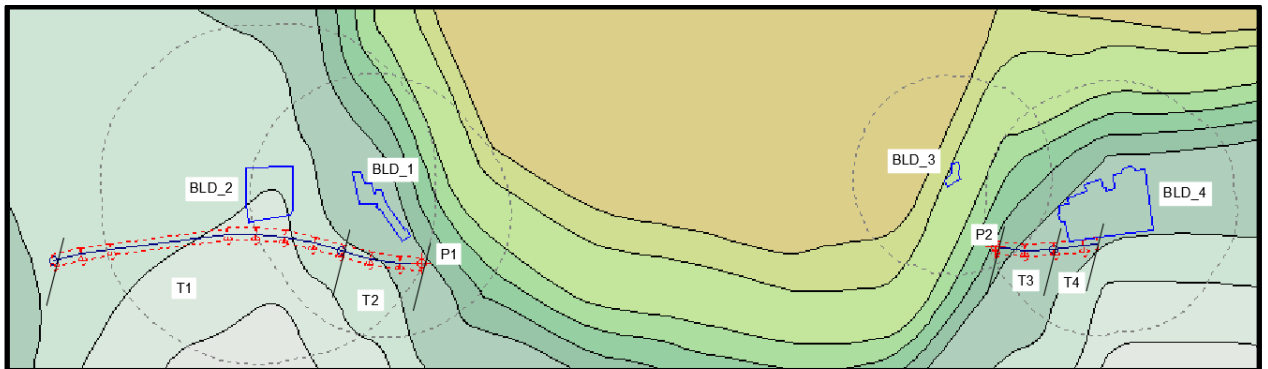


Tabella 7-2: Sorgenti lineari e puntuali e building downwash in AERMOD.

Di ogni edificio si riporta l'altezza nella tabella sottostante:

Edifici	Altezza [m]
BLD_1	12
BLD_2	18
BAD_3	12
BLD_4	9

Tabella 7-3: Edifici che influenzano le sorgenti puntuali.

7.1.3.1 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, per i veicoli leggeri e pesanti. In particolare, una volta analizzato il parco veicolare in previsione al 2023, si è ricavata la percentuale di veicoli per ogni tipologia di veicolo. Per ognuna di queste si è effettuato il prodotto con il valore di picco dell'inquinante in ambito urbano, ottenuto come output da Copert, e si sono ottenuti i fattori di emissione della singola tipologia di veicolo. Si è poi effettuato il calcolo finale relativo alla determinazione del fattore di emissione per la totalità dei veicoli leggeri e per quella dei pesanti. Le velocità considerate sono quelle di 40 Km/h e 60Km/h.

Nella tabella seguente sono riportati i fattori di emissione relativi all'NOx, al CO, al PM10, al PM2.5 e al Benzene, in funzione della velocità. In particolare, dal valore dei PM10 si è poi ottenuto quello dei PM2.5 e dai valori di VOC, in funzione dei coefficienti riportati in Figura 5-16, si è calcolato il valore del Benzene.

La prima tabella riporta i fattori di emissione in [g/km*veic] ottenuti per velocità di percorrenza pari a 40

Km/h:

Inquinanti	Velocità [Km/h]	Fattore di emissione leggeri [g/km*veic]	Fattore di emissione pesanti [g/km*veic]
NOx	40	0,318191091	2,892440720
CO	40	0,282245026	0,675578859
PM10	40	0,011442886	0,059490999
PM2.5	40	0,006865732	0,035694600
VOC	40	0,025084438	0,140520823

Tabella 7-4 Fattore di emissione NOx, CO, PM10, PM2.5 e Benzene per veicoli leggeri e pesanti. Velocità 40Km/h.Scenario di progetto.

La seconda tabella riporta i fattori di emissione in [g/km*veic] ottenuti per velocità di percorrenza pari a 60 Km/h:

Inquinanti	Velocità [Km/h]	Fattore di emissione leggeri [g/km*veic]	Fattore di emissione pesanti [g/km*veic]
NOx	60	0,272830238	2,351885453
CO	60	0,255619240	0,552574628
PM10	60	0,010287899	0,048290252
PM2.5	60	0,006172739	0,028974151
VOC	60	0,018996189	0,102618524

Tabella 7-5 Fattore di emissione NOx, CO, PM10, PM2.5 e Benzene per veicoli leggeri e pesanti. Velocità 60Km/h. Scenario di progetto.

Alla luce di quanto riportato in Figura 5-16, di seguito si riportano i fattori di emissione del Benzene calcolati e distinti in funzione delle velocità e della tipologia di veicoli (leggeri e pesanti).

Inquinante	Velocità [Km/h]	Fattore di emissione leggeri	Fattore di emissione pesanti
C6H6	40	0,001407237	0,007883218
C6H6	60	0,001065686	0,005756899

Tabella 7-6 Fattore di emissione Benzene veicoli leggeri e pesanti Scenario di progetto

Sulla base dei traffici futuri stimati, forniti dallo studio trasportistico, conoscendo le percentuali di veicoli leggeri e pesanti circolanti sui differenti rami della rete stradale, è stato possibile pesare i fattori di emissione sopra riportati, calcolando, per ogni arco, un fattore di emissione medio. Sono stati poi calcolati i fattori di emissione medi relativi alle due sorgenti puntuali inserite nella simulazione di AERMOD view per simulare l' emissione all'imbocco e all'uscita della galleria. I risultati sono riportati nelle tabelle sottostanti:

Tratti	Velocità [Km/h]	Progres- sive	Lunghezza [Km]	Traffico leggero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione me- dio NOx[g/s]
T1	40	0-200	0,200	93%	7%	0,0069797
T2	60	200-255	0,055	93%	7%	0,0016112
T3	60	660-700	0,040	93%	7%	0,0011718
T4	40	700-730	0,030	93%	7%	0,0010470
P1	60	255-455	0,200	93%	7%	0,0058590
P2	60	455-660	0,200	93%	7%	0,0058590

Tabella 7-7: Fattore di emissione medio NOx - Scenario di progetto

Tratti	Velocità [Km/h]	Progres- sive	Lunghezza [Km]	Traffico leggero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione me- dio CO[g/s]
T1	40	0-200	0,200	93%	7%	0,00434
T2	60	200-255	0,055	93%	7%	0,00106
T3	60	660-700	0,040	93%	7%	0,00077
T4	40	700-730	0,030	93%	7%	0,00065
P1	60	255-455	0,200	93%	7%	0,00387
P2	60	455-660	0,200	93%	7%	0,00387

Tabella 7-8: Fattore di emissione medio CO - Scenario di progetto

Tratti	Velocità [Km/h]	Progres- sive	Lunghezza [Km]	Traffico leggero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione me- dio PM2.5[g/s]
T1	40	0-200	0,200	93%	7%	0,000124
T2	60	200-255	0,055	93%	7%	0,000030
T3	60	660-700	0,040	93%	7%	0,000022
T4	40	700-730	0,030	93%	7%	0,000019
P1	60	255-455	0,200	93%	7%	0,000109
P2	60	455-660	0,200	93%	7%	0,000109

Tabella 7-9: Fattore di emissione medio PM2.5 - Scenario di progetto

Tratti	Velocità [Km/h]	Progres- sive	Lunghezza [Km]	Traffico leggero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione me- dio PM10[g/s]
T1	40	0-200	0,200	93%	7%	0,00021
T2	60	200-255	0,055	93%	7%	0,00005
T3	60	660-700	0,040	93%	7%	0,00004
T4	40	700-730	0,030	93%	7%	0,00003

Tratti	Velocità [Km/h]	Progres- sive	Lunghezza [Km]	Traffico leggero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione medio PM10[g/s]
P1	60	255-455	0,200	93%	7%	0,00018
P2	60	455-660	0,200	93%	7%	0,00018

Tabella 7-10: Fattore di emissione medio PM10 - Scenario di progetto

Tratti	Velocità [Km/h]	Progres- sive	Lunghezza [Km]	Traffico leggero [%]	Traffico pesante [%]	Fattore di emissione medio Benzene[g/s]
T1	40	0-200	0,200	93%	7%	0,000026
T2	60	200-255	0,055	93%	7%	0,000005
T3	60	660-700	0,040	93%	7%	0,000004
T4	40	700-730	0,030	93%	7%	0,000004
P1	60	255-455	0,200	93%	7%	0,000020
P2	60	455-660	0,200	93%	7%	0,000020

Tabella 7-11: Fattore di emissione medio Benzene - Scenario di progetto

7.1.4 I RICETTORI DI RIFERIMENTO

I ricettori puntuali e la maglia di calcolo inseriti nel modello sono gli stessi valutati nella simulazione dello scenario attuale, per poter, a valle dei risultati ottenuti, effettuare un confronto tra i diversi scenari.

Per un maggior dettaglio sulla localizzazione dei ricettori considerati e sulla rappresentazione delle sorgenti simulate si può far riferimento all'elaborato T00IA05AMBPL03A "Planimetria dei ricettori e delle sorgenti emissive".

7.2 I DATI DI OUTPUT DELLE SIMULAZIONI

Così come per lo stato attuale e l'opzione zero, 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 NO_x;
- Biossido di Azoto NO₂;
- Monossido di Carbonio CO;
- Particolato PM₁₀;
- Particolato PM_{2,5};
- Benzene C₆H₆.

Per la rappresentazione grafica delle concentrazioni medie annue è possibile far riferimento ai seguenti

elaborati, specifici per ogni inquinante analizzato:

- T00IA05AMBCT14A "Mappa concentrazioni stato attuale e stato di progetto - NO_x"
- T00IA05AMBCT15A "Mappa concentrazioni stato attuale e stato di progetto - CO"
- T00IA05AMBCT16A "Mappa concentrazioni stato attuale e stato di progetto - C₆H₆"
- T00IA05AMBCT17A "Mappa concentrazioni stato attuale e stato di progetto - PM₁₀"
- T00IA05AMBCT18A "Mappa concentrazioni stato attuale e stato di progetto - PM_{2,5}"

Di seguito, invece, vengono riportati i risultati delle concentrazioni degli inquinanti di interesse stimati in corrispondenza dei punti ricettori specifici, al fine di condurre le verifiche con i limiti definiti in normativa per ogni inquinante.

Tali inquinanti sono stati relazionati ai diversi intervalli di mediazione temporale in virtù dei diversi limiti imposti dalla normativa vigente ed i ricettori impiegati per la valutazione delle concentrazioni nei riguardi della salute umana sono R1, R2, R3, R4 e R5 mentre V1 è adottato per le misurazioni delle concentrazioni degli NO_x, nei riguardi della vegetazione.

I risultati, così come sono stati forniti dal modello nella simulazione dello scenario di progetto, vengono di seguito riportati per ogni ricettore e laddove possibile si esplicitano le analisi aggiuntive sull'andamento dell'inquinante.

Ossido di Azoto:

Ricettore	Contributo stradale simulato media annua [µg/m ³]
V1	0,021

Tabella 7-12: Confronto con il limite normativo per l'inquinante NO_x - Scenario di progetto

Biossido di Azoto:

Ricettori	Contributo stradale simulato me- dia annua [µg/m ³]	Contributo stradale simulato media massimo orario [µg/m ³]
R1	3,738	9,891
R2	4,332	19,757
R3	5,832	43,625
R4	3,724	7,859
R5	3,659	7,220

Tabella 7-13: Output dato medio annuo e media del massimo orario dell'inquinante NO₂ - Scenario di progetto

Viene riportato anche l'andamento dell'inquinante NO₂, per ogni ricettore, in relazione ai seguenti percentili:

Ricet- tori	Percentili								
	Min	0,3	0,4	0,5	0,85	0,90	0,95	0,99	Max
R1	3,630	3,634	3,635	3,643	3,749	3,843	4,111	5,434	9,891
R2	3,630	3,633	3,635	3,642	4,808	5,374	7,533	11,056	19,757

Ricet- tori	Percentili								
	Min	0,3	0,4	0,5	0,85	0,90	0,95	0,99	Max
R3	3,630	3,636	3,765	4,208	6,845	9,100	16,505	24,455	43,625
R4	3,630	3,631	3,632	3,633	3,764	3,803	4,172	5,133	7,859
R5	3,630	3,631	3,631	3,631	3,637	3,651	3,673	4,548	7,220

Tabella 7-14: Valori di riferimento per l'individuazione dell'andamento dell'inquinante NO₂ - Scenario di progetto

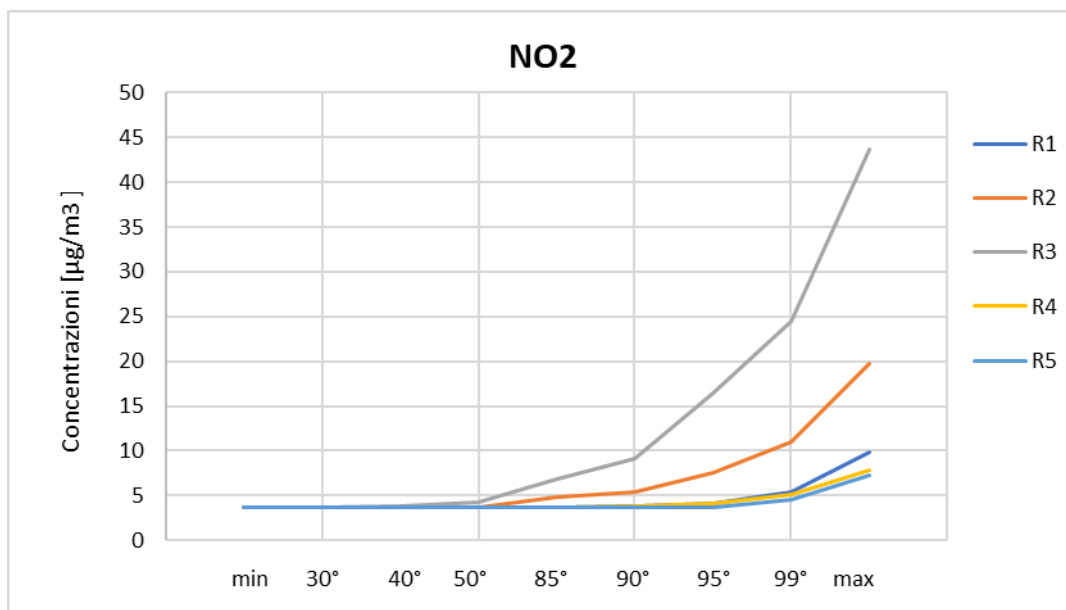


Figura 7-6: Andamento dell'inquinante NO₂ - Scenario di progetto

Monossido di Carbonio:

Ricettori	Contributo stradale simulato media del massimo su 8h [mg/m ³]
R1	0,0001
R2	0,0008
R3	0,0025
R4	0,0001
R5	0,0001

Tabella 7-15: Output dato medio del massimo su 8h dell'inquinante CO

Si è poi valutato l'andamento dell'inquinante in funzione dei percentili prefissati con i risultati di seguito riposarti:

Ricet- tori	Percentili								
	Min	0,3	0,4	0,5	0,85	0,90	0,95	0,99	Max
R1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0041

Ricettori	Percentili								
	Min	0,3	0,4	0,5	0,85	0,90	0,95	0,99	Max
R2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.0020	0.0044	0.0085	0.0194
R3	0.0000	0.0000	0.0001	0.0006	0.0036	0.0061	0.0147	0.0239	0.0481
R4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0006	0.0017	0.0036
R5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0041

Tabella 7-16: Valori di riferimento per l'individuazione dell'andamento dell'inquinante CO - Scenario di progetto

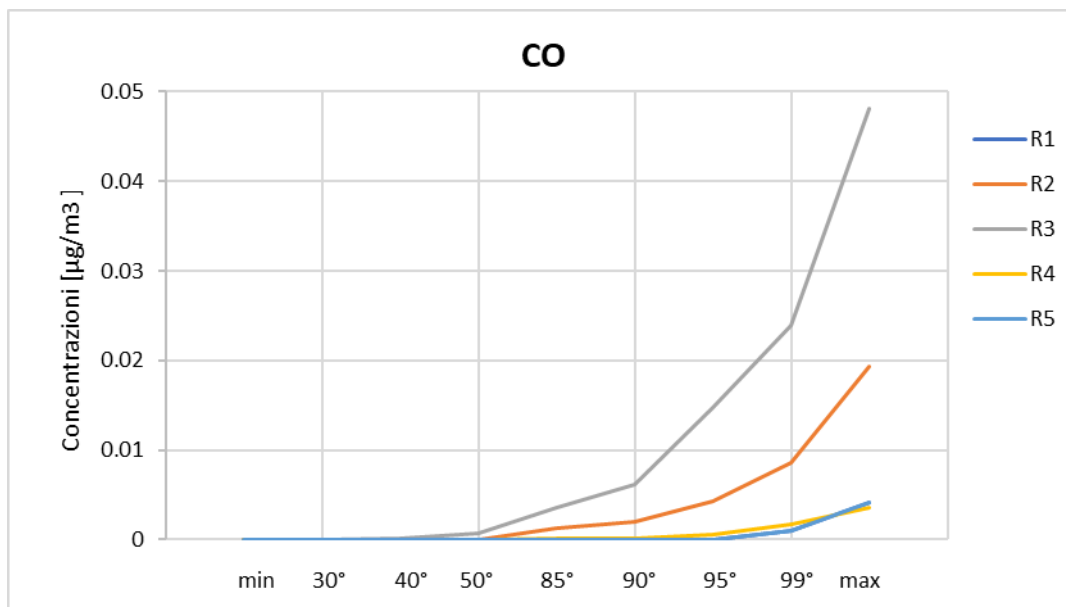


Figura 7-7: Andamento dell'inquinante CO - Scenario di progetto

Particolato PM₁₀:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Contributo stradale simulato media del massimo su 24h [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R1	0,006	0,037
R2	0,039	0,309
R3	0,121	0,787
R4	0,005	0,054
R5	0,002	0,027

Tabella 7-17: Output dato medio annuo e media del massimo giornaliero dell'inquinante PM₁₀ - Scenario di progetto

Viene riportato anche l'andamento dell'inquinante PM₁₀, per ogni ricettore, in relazione ai percentili:

Ricet- tori	Percentili								
	Min	0,3	0,4	0,5	0,85	0,90	0,95	0,99	Max
R1	0,000	0,002	0,004	0,005	0,011	0,013	0,016	0,024	0,037
R2	0,000	0,013	0,021	0,030	0,078	0,091	0,109	0,136	0,309
R3	0,000	0,048	0,071	0,097	0,225	0,258	0,314	0,416	0,787
R4	0,000	0,001	0,002	0,003	0,011	0,013	0,018	0,026	0,054
R5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,005	0,008	0,015	0,027

Tabella 7-18: Valori di riferimento per l'individuazione dell'andamento dell'inquinante PM₁₀ - Scenario di progetto

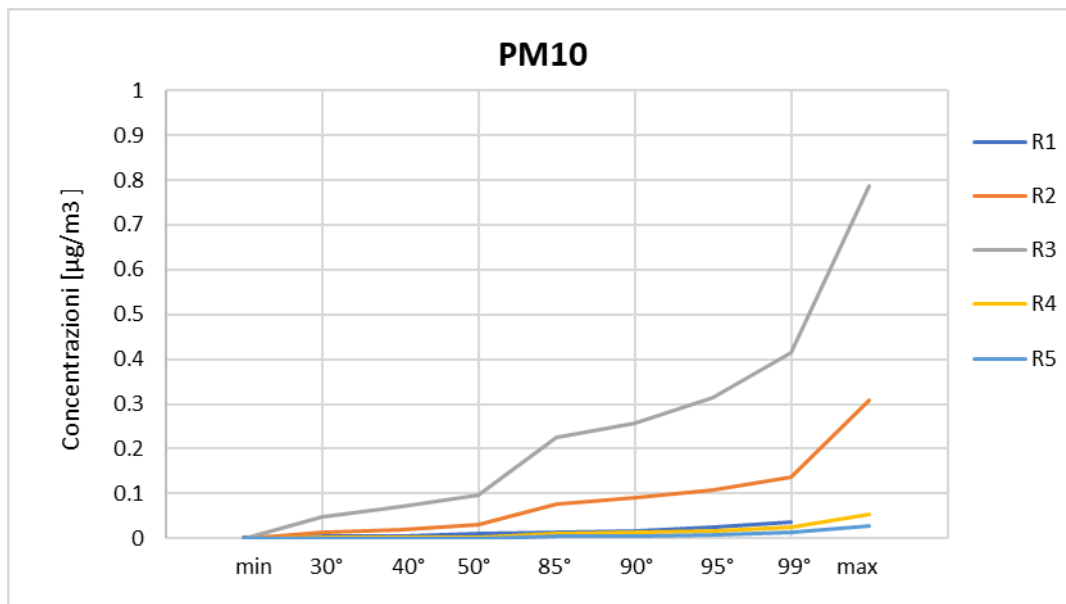


Figura 7-8: Andamento dell'inquinante PM₁₀ - Scenario di progetto

Particolato PM_{2.5}:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua [µg/m ³]
R1	0,004
R2	0,023
R3	0,071
R4	0,003
R5	0,001

Tabella 7-19: Output dato medio annuo dell'inquinante PM_{2.5} - Scenario di progetto

Benzene:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua [µg/m ³]
R1	0,0007
R2	0,0046

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
R3	0,0148
R4	0,0006
R5	0,0002

Tabella 7-20: Output dato medio annuo dell'inquinante Benzene - Scenario di progetto

7.3 CONFRONTO ANTE OPERAM E POST OPERAM

Il seguente paragrafo viene dedicato al confronto tra i dati di output delle simulazioni effettuate sullo stato attuale, Ante Operam, e quelle effettuate sullo scenario di progetto, Post-Operam. I dati sono di seguito riportati:

Ossido di Azoto:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua Ante Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Contributo stradale simulato media annua Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Differenza percentuale [%]
V1	0,127	0,021	83,5

Tabella 7-21: Confronto Ante Operam e Post Operam relativo al NO_x - Scenario di progetto

Come detto precedentemente, il ricettore V1 è adottato per le misurazioni delle concentrazioni degli NO_x , nei riguardi della protezione della vegetazione. In particolare, come si può notare dai dati riportati in tabella, nel Post Operam si registra una riduzione dell' NO_x pari all'83,5%.

Per i restanti inquinanti i ricettori sono impiegati per la valutazione delle concentrazioni nei riguardi della salute umana e sono R1, R2, R3, R4 e R5.

Biossido di Azoto:

Per il biossido di azoto, il confronto viene effettuato sui due diversi intervalli di mediazione temporale imposti dalla normativa vigente, il valore medio annuo ed il valore medio del massimo orario:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua Ante Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Contributo stradale simulato media annua Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Differenza percentuale [%]
R1	9,739	3,738	61,6
R2	6,089	4,332	28,8
R3	9,208	5,832	36,7
R4	3,872	3,724	3,8
R5	3,898	3,659	6,1

Tabella 7-22: Confronto Ante Operam e Post Operam relativo al valore medio annuo del NO_2 - Scenario di progetto

Come si può notare, il decremento percentuale registrato sulle medie orarie del biossido di azoto è massimo per i valori registrati dai ricettori R1, R2 ed R3. Di certo R1 registra il decremento per effetto del cambiamento di tracciato, poiché nello scenario attuale si trova in prossimità della strada esistente mentre nello scenario di progetto non risente più della diretta influenza della sorgente lineare. Più interessante è il decremento registrato dai ricettori R2 ed R3 che si pensa possa essere dovuto ad una reale riduzione di inquinante per effetto del parco veicolare al futuro, per il quale si è prevista la sostituzione delle Euro Zero con le Euro 6.

Ricettori	Contributo stradale simulato media del massimo orario Ante Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Contributo stradale simulato media del massimo orario Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Differenza percentuale [%]
R1	130,527	9,891	94,4
R2	130,967	19,757	84,9
R3	94,297	43,625	53,7
R4	21,073	7,859	62,7
R5	49,033	7,220	85,3

Tabella 7-23: Confronto Ante Operam e Post Operam relativo al valore medio del massimo orario del NO_2 - Scenario di progetto

La seconda tabella riporta i valori medi dei massimi orari registrati dai ricettori impiegati per le valutazioni sulla salute umana, nello scenario attuale ed in quello di progetto, e la loro differenza percentuale. Come si può notare, sul massimo orario si registrano importanti decrementi di inquinante su tutti i ricettori. La massima differenza percentuale è relativa al ricettore R1 ed il motivo risiede sempre in quanto sopradetto, ossia è plausibile pensare sia dovuto al cambiamento di tracciato. Per tutti gli altri ricettori ci si attesta sempre intorno a valori superiori al 50% di riduzione, probabilmente legati al parco veicolare futuro.

Monossido di Carbonio:

Per il monossido di carbonio, il confronto viene effettuato sull' intervalli di mediazione temporale imposto dalla normativa vigente, ovvero il valore medio dei massimi registrati su 8h consecutive:

Ricettori	Contributo stradale simulato media del max sulle 8h consecutive Ante Operam [mg/m^3]	Contributo stradale simulato media del max sulle 8h consecutive Post Operam [mg/m^3]	Differenza percentuale [%]
R1	0,280	0,0001	99,9
R2	0,883	0,0008	99,9
R3	0,415	0,0025	99,4
R4	0,051	0,0001	99,8
R5	0,226	0,0001	99,9

Tabella 7-24: Confronto Ante Operam e Post Operam relativo al valore medio del massimo registrato in 8h consecutive del CO - Scenario di progetto

Per quanto riguarda il monossido di carbonio si registra quasi per tutti i ricettori una riduzione quasi pari al 100%. Sapendo che la sorgente stradale gioca un ruolo importante nella produzione di monossido di carbonio è chiaro che il parco veicolare considerato nello scenario futuro gioca anche in questo caso un ruolo fondamentale per il decremento registrati.

Particolato PM₁₀:

Per il particolato PM₁₀, il confronto viene effettuato sui due diversi intervalli di mediazione temporale imposti dalla normativa vigente, il valore medio annuo ed il valore medio del massimo giornaliero:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua Ante Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Contributo stradale simulato media annua Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Differenza percentuale [%]
R1	0,530	0,006	98,9
R2	0,121	0,039	67,8
R3	0,403	0,121	70,0
R4	0,034	0,005	85,3
R5	0,021	0,002	90,5

Tabella 7-25: Confronto Ante Operam e Post Operam relativo al valore medio annuo del PM₁₀ - Scenario di progetto

Per quanto riguarda il particolato PM₁₀, nei riguardi delle misurazioni relative al valore medio annuo, il decremento percentuale che si ottiene nello scenario al futuro è elevato per tutti i ricettori. La riduzione maggiore si registra per R1, per i motivi sopra definiti, mentre sugli altri ricettori si può notare come tale valore di riduzione sia maggiore per i ricettori più distanti dalla sorgente stradale e di poco inferiore sui restanti. Ciò nonostante su ogni ricettore è sempre superiore al 60%.

Ricettori	Contributo stradale simulato media del massimo giornaliero Ante Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Contributo stradale simulato media del massimo giornaliero Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Differenza percentuale [%]
R1	2,078	0,037	98,2
R2	1,063	0,309	70,9
R3	2,183	0,787	63,9
R4	0,495	0,054	89,1
R5	1,385	0,027	98,0

Tabella 7-26: Confronto Ante Operam e Post Operam relativo al valore medio del massimo giornaliero del PM₁₀ - Scenario di progetto

La seconda tabella riporta i valori medi dei massimi giornalieri registrati dai ricettori impiegati per le valutazioni sulla salute umana, nello scenario attuale ed in quello di progetto, e la loro differenza percentuale. Come si può notare, anche in questo caso, la differenza percentuale tra le concentrazioni Ante Operam e Post Operam è sempre superiore al 60%.

Particolato PM_{2,5}:

Per il particolato PM_{2,5}, il confronto viene effettuato sull' intervallo di mediazione temporale imposto dalla normativa vigente, ossia il valore medio annuo:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua Ante Operam [µg/m ³]	Contributo stradale simulato media annua Post Operam [µg/m ³]	Differenza percentuale [%]
R1	0,264	0,004	98,5
R2	0,122	0,023	81,1
R3	0,282	0,071	74,8
R4	0,012	0,003	75,0
R5	0,013	0,001	92,3

Tabella 7-27: Confronto Ante Operam e Post Operam relativo al valore medio annuo del PM_{2,5} - Scenario di progetto

Nel caso del particolato PM_{2,5}, così come per il particolato PM₁₀, il decremento di concentrazioni è massimo sui ricettori R1, R5 ed R2, sebbene sia elevato anche su R3 ed R4. Il valore della differenza percentuale non è mai inferiore al 70%.

Benzene:

Infine, anche per il benzene, il confronto viene effettuato sull' intervallo di mediazione temporale imposto dalla normativa vigente, ossia il valore medio annuo:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua Ante Operam [µg/m ³]	Contributo stradale simulato media annua Post Operam [µg/m ³]	Differenza percentuale [%]
R1	0,338	0,0007	99,8
R2	0,083	0,0046	94,4
R3	0,420	0,0148	96,5
R4	0,032	0,0006	98,1
R5	0,016	0,0002	98,7

Tabella 7-28: Confronto Ante Operam e Post Operam relativo al valore medio annuo del benzene - Scenario di progetto

Dalla tabella emergono i valori delle medie annue registrate dai ricettori nell'Ante Operam e nel Post Operam, e la loro differenza percentuale. Secondo solo al monossido di carbonio, il decremento delle concentrazioni di benzene è molto elevato ed anche in questo caso, frutto del parco veicolare futuro. La differenza

percentuale è sempre superiore al 90%.

7.4 CONFRONTO OPZIONE ZERO E POST OPERAM

Il seguente paragrafo viene dedicato al confronto tra i dati di output delle simulazioni effettuate sull'opzione zero e quelle effettuate sullo scenario di progetto, Post-Operam. I dati sono di seguito riportati:

Ossido di Azoto:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua Opzione zero [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Contributo stradale simulato media annua Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Differenza percentuale [%]
V1	0,084	0,021	75,0

Tabella 7-29: Confronto Opzione Zero e Post Operam relativo al NO_x

Come detto precedentemente, il ricettore V1 è adottato per le misurazioni delle concentrazioni degli NO_x , nei riguardi della protezione della vegetazione. In particolare, come si può notare dai dati riportati in tabella, nel Post Operam si registra una riduzione dell' NO_x pari all' 75,0%.

Per i restanti inquinanti i ricettori sono impiegati per la valutazione delle concentrazioni nei riguardi della salute umana e sono R1, R2, R3, R4 e R5.

Biossido di Azoto:

Per il biossido di azoto, il confronto viene effettuato sui due diversi intervalli di mediazione temporale imposti dalla normativa vigente, il valore medio annuo ed il valore medio del massimo orario:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua Opzione zero [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Contributo stradale simulato media annua Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Differenza percentuale [%]
R1	7,012	3,738	46,7
R2	5,212	4,332	16,9
R3	7,263	5,832	19,7
R4	3,785	3,724	1,6
R5	3,794	3,659	3,5

Tabella 7-30: Confronto Opzione Zero e Post Operam relativo al valore medio annuo del NO_2

Così come visto per il confronto tra le misurazioni dell'Ante Operam e del Post Operam, il decremento percentuale registrato sulle medie orarie del biossido di azoto è massimo per i valori registrati dai ricettori R1, R2 ed R3. Il ricettore R1 registra il decremento massimo per effetto del cambiamento di tracciato, poiché nello scenario attuale si trova in prossimità della strada esistente mentre nello scenario di progetto non risente più della diretta influenza della sorgente lineare. Più interessante è il decremento registrato dai ricettori R2 ed R3 che si pensa possa essere dovuto ad una reale riduzione di inquinante per effetto del parco veicolare al futuro, per il quale si è prevista la sostituzione delle Euro Zero con le Euro 6.

Ricettori	Contributo stradale simulato media del massimo orario Opzione zero [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Contributo stradale simulato media del massimo orario Post Operam [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Differenza percentuale [%]
R1	90,120	9,891	89,0
R2	95,667	19,757	79,4
R3	65,759	43,625	33,6
R4	14,915	7,859	47,3
R5	31,815	7,220	77,3

Tabella 7-31: Confronto Opzione Zero e Post Operam relativo al valore medio del massimo orario del NO_2

La seconda tabella riporta i valori medi dei massimi orari registrati dai ricettori impiegati per le valutazioni sulla salute umana, nell'opzione zero ed in quella di progetto, e la loro differenza percentuale. Come si può notare, sul massimo orario si registrano importanti decrementi di inquinante su tutti i ricettori. La massima differenza percentuale è relativa al ricettore R1 ed il motivo risiede sempre in quanto sopradetto, ossia è plausibile pensare sia dovuto al cambiamento di tracciato. Mentre i decrementi minori si registrano sui ricettori R3 ed R4.

Monossido di Carbonio:

Per il monossido di carbonio, il confronto viene effettuato sull' intervalli di mediazione temporale imposto dalla normativa vigente, ovvero il valore medio dei massimi registrati su 8h consecutive:

Ricettori	Contributo stradale simulato media del max sulle 8h consecutive Opzione zero [mg/m^3]	Contributo stradale simulato media del max sulle 8h consecutive Post Operam [mg/m^3]	Differenza percentuale [%]
R1	0,040	0,0001	99,7
R2	0,030	0,0008	97,3
R3	0,038	0,0025	93,4
R4	0,009	0,0001	98,9
R5	0,067	0,0001	99,8

Tabella 7-32: Confronto Opzione zero e Post Operam relativo al valore medio del massimo registrato in 8h consecutive del CO

Così come visto nel confronto Ante Operam e Post Operam, la riduzione percentuale che si registra è molto elevata e circa prossima al 100%.

Particolato PM₁₀:

Per il particolato PM₁₀, il confronto viene effettuato sui due diversi intervalli di mediazione temporale imposti dalla normativa vigente, il valore medio annuo ed il valore medio del massimo giornaliero:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua Opzione zero [µg/m ³]	Contributo stradale simulato media annua Post Operam [µg/m ³]	Differenza percentuale [%]
R1	0,205	0,006	97,1%
R2	0,047	0,039	17,0%
R3	0,165	0,121	26,7%
R4	0,014	0,005	64,3%
R5	0,008	0,002	75,0%

Tabella 7-33: Confronto Opzione zero e Post Operam relativo al valore medio annuo del PM₁₀

Per quanto riguarda il particolato PM₁₀, nei riguardi delle misurazioni relative al valore medio annuo, il decremento percentuale che si ottiene nello scenario Post Operam è più elevato per i ricettori lontani dalla sorgente lineare ed in particolare superiore al 60%. I ricettori R2 ed R3, prossimi alla strada, registrano un decremento dell'ordine del 20%.

Ricettori	Contributo stradale simulato media del massimo giornaliero Opzione zero [µg/m ³]	Contributo stradale simulato media del massimo giornaliero Post Operam [µg/m ³]	Differenza percentuale [%]
R1	0,791	0,037	95,3%
R2	0,408	0,309	24,3%
R3	0,888	0,787	11,4%
R4	0,203	0,054	73,4%
R5	0,147	0,027	81,6%

Tabella 7-34: Confronto Opzione zero e Post Operam relativo al valore medio del massimo giornaliero del PM₁₀

La seconda tabella riporta i valori medi dei massimi giornalieri registrati dai ricettori impiegati per le valutazioni sulla salute umana, per l'opzione zero e per lo scenario di progetto, e la loro differenza percentuale. Come si può notare, in questo caso come per i risultati relativi alla media annua, la differenza percentuale tra le concentrazioni è più elevato per i ricettori lontani dalla sorgente lineare

Particolato PM_{2.5}:

Per il particolato PM_{2.5}, il confronto viene effettuato sull' intervallo di mediazione temporale imposto dalla normativa vigente, ossia il valore medio annuo:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua Opzione zero [µg/m ³]	Contributo stradale simu- lato media annua Post Operam [µg/m ³]	Differenza percentuale [%]
R1	0,101	0,004	96,0%
R2	0,048	0,023	52,1%
R3	0,115	0,071	38,3%
R4	0,005	0,003	40,0%
R5	0,005	0,001	80,0%

Tabella 7-35: Confronto Opzione zero e Post Operam relativo al valore medio annuo del PM_{2.5}

Nel caso del particolato PM_{2.5}, il decremento di concentrazioni è massimo sui ricettori R1, R5 ed R2, sebbene sia elevato anche su R3 ed R4. Il valore della differenza percentuale non è mai inferiore al 35%.

Benzene:

Infine, anche per il benzene, il confronto viene effettuato sull' intervallo di mediazione temporale imposto dalla normativa vigente, ossia il valore medio annuo:

Ricettori	Contributo stradale simulato media annua Opzione zero [µg/m ³]	Contributo stradale simu- lato media annua Post Operam [µg/m ³]	Differenza percentuale [%]
R1	0,036	0,0007	98,1%
R2	0,008	0,0046	42,5%
R3	0,024	0,0148	38,3%
R4	0,002	0,0006	70,0%
R5	0,001	0,0002	80,0%

Tabella 7-36: Confronto Opzione zero e Post Operam relativo al valore medio annuo del benzene

Dalla tabella emergono i valori delle medie annue registrate dai ricettori nell'opzione zero e nel Post Operam, e la loro differenza percentuale. Il decremento delle concentrazioni di benzene è massimo per R1, R4 ed R5, ovvero per i ricettori lontani dalla sorgente lineare.

8 LE INTERFERENZE IN FASE DI CANTIERE

8.1 GLI INPUT TERRITORIALI

8.1.1 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 Aermid View. Questo, grazie al processore territoriale AERMAP, permette di configurare l'orografia del territorio in esame, essenzialmente distinguendo tre tipologie di territorio così come mostrato in Figura 8-1.

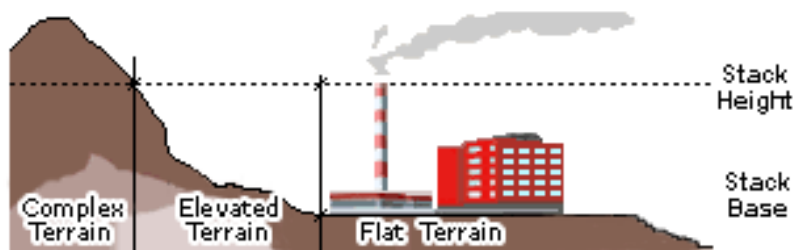


Figura 8-1 Tipologie di configurazioni territoriali

Con riferimento all'area di intervento, in cui avvengono i lavori di cantierizzazione per la realizzazione della nuova galleria in oggetto, si è adottata una conformazione del territorio di tipo "elevated terrain". Infatti, nel caso in esame, l'orografia è di fondamentale importanza, in quanto l'intervento è localizzato nella zona della costiera amalfitana, in particolare in un'area di mezza costa, caratterizzata da un lato dal mare e dall'altro da una parte montuosa.

8.1.2 I DATI METEOROLOGICI

Un altro input fondamentale per l'applicazione del modello di simulazione in Aermid è il dato meteorologico. Come già detto in precedenza, al fine di realizzare un dato compatibile con il preprocessore AERMET, il dato grezzo derivante dal bollettino METAR per la centralina di Napoli Capodichino è stato elaborato e trasformato in formato SCRAM. 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, ossia gli ultimi dati disponibili registrati dalla centralina nell'anno 2017.

8.2 GLI INPUT PROGETTUALI

8.2.1 LA METODOLOGIA DEL WORST CASE SCENARIO

La metodologia che è stata seguita per la definizione degli input di progetto e quindi delle sorgenti emissive presenti durante la fase di cantiere dell'opera in esame è quella del "Worst Case Scenario". Tale metodologia, ormai consolidata ed ampiamente utilizzata in molti campi dell'ingegneria civile ed ambientale, consiste, una volta definite le variabili che determinano gli scenari, nel simulare la situazione peggiore possibile tra una gamma di situazioni "probabili". Pertanto, il primo passo sta nel definire le variabili che influenzano lo

scenario, che nel caso in esame sono le variabili che influenzano il modello di simulazione.

Una volta valutati gli scenari è possibile fare riferimento ad uno o più scenari, ritenuti maggiormente critici, nell'arco di una giornata.

A titolo esemplificativo, al fine di comprendere la logica del processo di simulazione si può fare riferimento allo schema di processo sottostante.

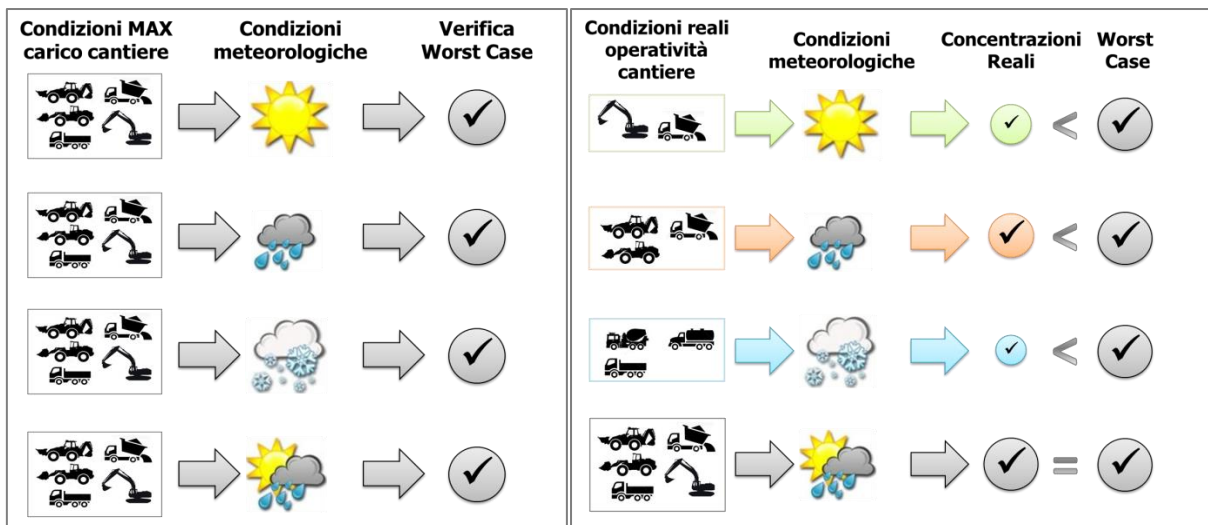


Figura 8-2 Logica delle verifiche con il worst case scenario

Volendo esplicitare la logica della Figura 8-2, dal punto di vista metodologico, occorre simulare lo scenario più critico dal punto di vista atmosferico. E' infatti possibile definire le attività maggiormente critiche all'interno di un singolo cantiere, analizzandone le emissioni, ed assumere che tale attività si svolga per tutta la durata del cantiere. Tale ipotesi risulta molto conservativa, permettendo di avere elevati margini di sicurezza rispetto anche ai possibili scarti temporali e variazioni meteorologiche che negli scenari futuri sono difficilmente valutabili.

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

In ultimo, al fine di realizzare gli scenari di analisi occorre definire la tipologia di inquinante considerato. Tale aspetto influenza l'arco temporale di riferimento (ovvero l'intervallo di mediazione di riferimento) con il quale effettuare le verifiche normative e, al tempo stesso, l'operatività del cantiere che deve essere considerata all'interno della metodologia *Worst Case* implementata. Come meglio verrà esplicitato in seguito, gli inquinanti da tenere in considerazione sono funzione delle attività effettuate all'interno del cantiere. Verificando, quindi, il rispetto di tutti i limiti normativi per il *Worst Case Scenario*, è possibile assumere in maniera analoga il rispetto dei limiti normativi per tutti gli scenari differenti dal peggiore, scenari nei quali, il margine di sicurezza sarà ancora maggiore.

8.2.2 LA DEFINIZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE DI CANTIERE

Nel caso in esame relativo alla realizzazione della variante in galleria della SS 163, tra gli abitati di Minori e Maiori, la cantierizzazione è prevista in due fasi, la prima caratterizzata dalla realizzazione della vera e propria variante in galleria, la seconda inerente alla delle opere complementari. Considerato che le attività più critiche per la componente atmosferica sono rappresentate principalmente dai movimenti di terra e dal trasporto della stessa per mezzo di veicoli pesanti, risulta evidente come la fase presa in considerazione per la simulazione modellistica della fase di cantiere sia la prima. Con riferimento all'elaborato T00CA00CANRE01A è stato possibile identificare la configurazione peggiore in termini di inquinamento atmosferico, caratterizzata dalle seguenti attività:

- Attività di frantumazione del materiale all'interno dell'area di stoccaggio AS_01;
- Carico e scarico del materiale scavato per la realizzazione della galleria nell'area di stoccaggio AS_01;
- Erosione del vento sui cumuli presenti dell'area di stoccaggio AS_01;
- Attività di carico e scarico del materiale nei pressi del fronte di scavo della galleria (AL_02).

In funzione della localizzazione delle sorgenti e della contemporaneità delle lavorazioni maggiormente interferenti con la componente atmosferica, lo scenario oggetto delle simulazioni modellistiche in fase di cantiere è caratterizzato dalle sorgenti areali dell'area di stoccaggio AS_01 e dell'area di lavoro AL_02 in prossimità dell'imbocco dal lato Maiori, in cui sono previste contemporaneamente, in via cautelativa, attività di carico e scarico del materiale, attività di frantumazione e la possibile erosione del vento sui cumuli depositati.

Le attività sopra citate sono considerate contemporanee tra loro in termini temporali e spaziali al fine di simulare la configurazione di cantiere peggiore, localizzata in prossimità dell'imbocco est della galleria, dal lato Maiori. In prossimità dell'imbocco opposto, le lavorazioni di potenziale interferenza con la componente atmosferica risultano trascurabili in quanto la realizzazione della galleria è prevista da un unico fronte (dal lato di Maiori) e il materiale scavato verrà conferito all'area di stoccaggio più vicina, caratterizzata dall'area AS_01, per poi essere trasportato ai siti di conferimento esterni.

Lo scenario simulato, pertanto, possiede le seguenti caratteristiche.

Localizzazione	Sorgenti areali		Attività di cantiere
	Codice	Area	
Imbocco est - Maiori	S1	Area di stoccaggio AS_01	Carico e scarico del materiale Erosione del vento sui cumuli Frantumazione del materiale
	S2	Area di lavoro AL_02	Carico e scarico del materiale

Tabella 8-1 Individuazione scenario di simulazione della fase di cantiere

Relativamente alla sorgente S1, questa è caratterizzata dall'intera area di stoccaggio, avente superficie complessiva pari a 2.600 m². In merito alla sorgente S2 caratterizzata dall'area di lavoro AL_02 posta in prossimità dell'imbocco est della galleria, è stata considerata una superficie pari a circa 200 m³.

In relazione alle attività previste, dalle quali vengono generate le emissioni polverulente, sarà effettuata la stima dei fattori di emissione, per i quali si rimanda al Par. 8.2.4, 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 PM_{2,5}), tralasciando gli altri inquinanti di poco interesse per la tipologia di sorgente individuata.

8.2.3 IL TRAFFICO DI CANTIERE

I collegamenti reciproci tra i siti di conferimento e le aree di cantiere avverranno esclusivamente attraverso la viabilità esistente ed in particolare utilizzando la SS163 e altre strade secondarie, senza la necessità di realizzare nuove piste di cantiere.

Considerando che i quantitativi da movimentare, che generano il principale impatto in termini di viaggi/giorno, sono addebitabili soprattutto ai volumi di scavo della galleria, il traffico di cantiere giornaliero è stato stimato a partire dal volume giornaliero scavato per la realizzazione della galleria e dall'ipotesi di utilizzo per il trasporto di materiale, di automezzi a 3-4 assi senza rimorchio (lunghezza massima di 12 m), con una capacità di carico ognuno, pari a 18 m³.

Considerando quindi, una sezione di scavo pari a circa 140 m² ed una velocità di scavo di 2 metri al giorno ed assunto un coefficiente di rigonfiamento per considerare il materiale da trasportare non frantumato, il traffico di cantiere stimato risulta pari a 42 veicoli/giorno bidirezionali, ossia circa 6 veicoli/ora considerando circa 8 ore lavorative al giorno in cui avviene il trasporto di materiale.

Facendo riferimento ai rilievi di traffico condotti, il traffico giornaliero medio rilevato allo stato attuale è risultato pari complessivamente a circa 6.000 veicoli/giorno, con un traffico pesante di circa 400 veicoli/giorno. Alla luce di ciò, è possibile considerare il traffico di cantiere trascurabile in termini di inquinamento atmosferico, sia per la sua bassa entità, sia in considerazione del fatto che, in termini percentuali, esso rappresenta il 10% dei veicoli pesanti già circolanti sulla SS163 e solo lo 0,7% del traffico totale attualmente circolante sull'infrastruttura in esame.

Pertanto, i volumi relativi al traffico di cantiere, ritenuti poco significativi rispetto al traffico circolante attualmente sulla SS163, vengono considerati una sorgente trascurabile in termini di emissioni nell'atmosfera e pertanto si è ritenuto poco significativo inserirli all'interno della simulazione modellistica per la valutazione delle interferenze in fase di cantiere.

8.2.4 I FATTORI DI EMISSIONE

8.2.4.1 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.

8.2.4.2 I FATTORI DI EMISSIONE RELATIVI AL CARICO E SCARICO DEL MATERIALE

Nel presente paragrafo vengono calcolati i fattori di emissione generati dalle attività previste internamente all'area di stoccaggio AS_01, ossia le attività di frantumazione del materiale ed il carico e scarico del materiale, nonché le attività di carico e scarico previste sul fronte di scavo, nell'area di lavoro AL_02.

Con riferimento alle attività in esame è stata applicata la formulazione fornita dall'E.P.A. relativa alle attività di carico e scarico, 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 8-2 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 8-3 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 considerando la configurazione più frequente pari a 3 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 PM_{2,5}.

Applicando la formulazione sopra indicata ed ipotizzati circa 250 m³/giorno scavati da portare all'area di stoccaggio, le emissioni di PM₁₀ e PM_{2,5} generate dalla singola attività considerata all'interno delle aree di cantiere in esame risultano pari rispettivamente a 0,00115 g/s e 0,00017 g/s.

8.2.4.3 I FATTORI DI EMISSIONE RELATIVI ALL'EROSIONE DEL VENTO SUI CUMULI

All'interno dell'area di stoccaggio viene tenuta in considerazione, come altra attività che genera emissioni di PM₁₀ e PM_{2,5}, 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.

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 8-4 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 si è supposto, in via cautelativa, che tutti i cumuli fossero sottoposti ad almeno una movimentazione giornaliera. 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.

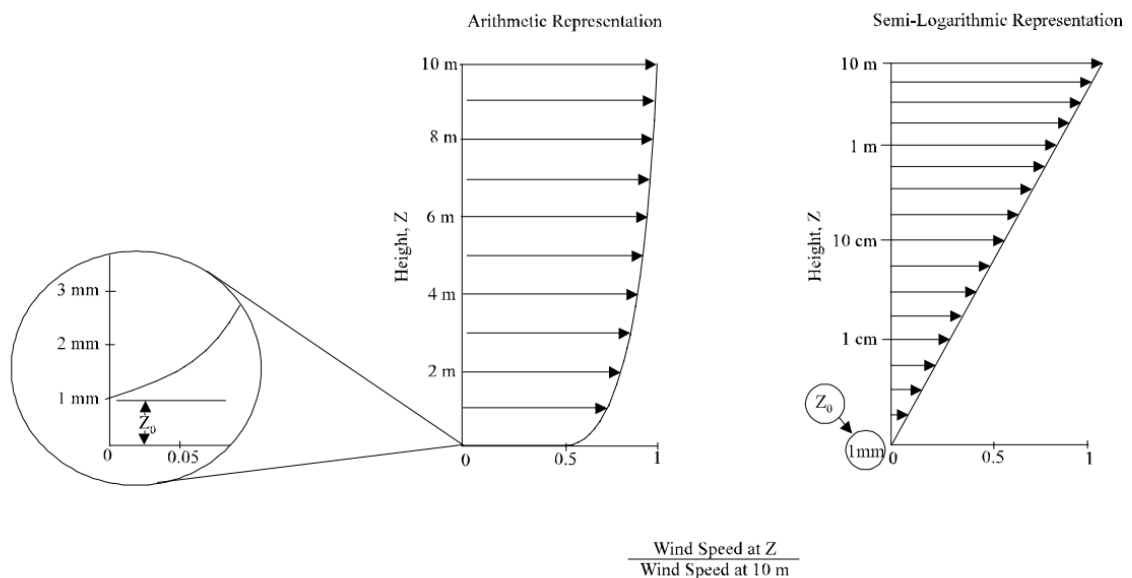


Figura 8-3 Illustrazione del profilo logaritmico della velocità (Fonte: EPA AP42)

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 procedure published by W. S. Chepil). Tuttavia, in mancanza di tali sperimentazioni è possibile fare riferimento ad alcuni risultati già effettuati e riportati in Tabella 8-5.

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 8-5 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 10 metri, non hanno bisogno di alcuna correzione e pertanto è possibile determinare la relazione.

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

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

E' 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_{10}^+ . A tale proposito si è scelto di fare riferimento alla classe "roadbed material".

Nel calcolo di u_{10}^+ è stata considerata anche la presenza di eventuali raffiche. Ordinando i valori in senso decrescente in funzione dei diversi giorni dell'anno è possibile determinare il grafico di Figura 8-4.

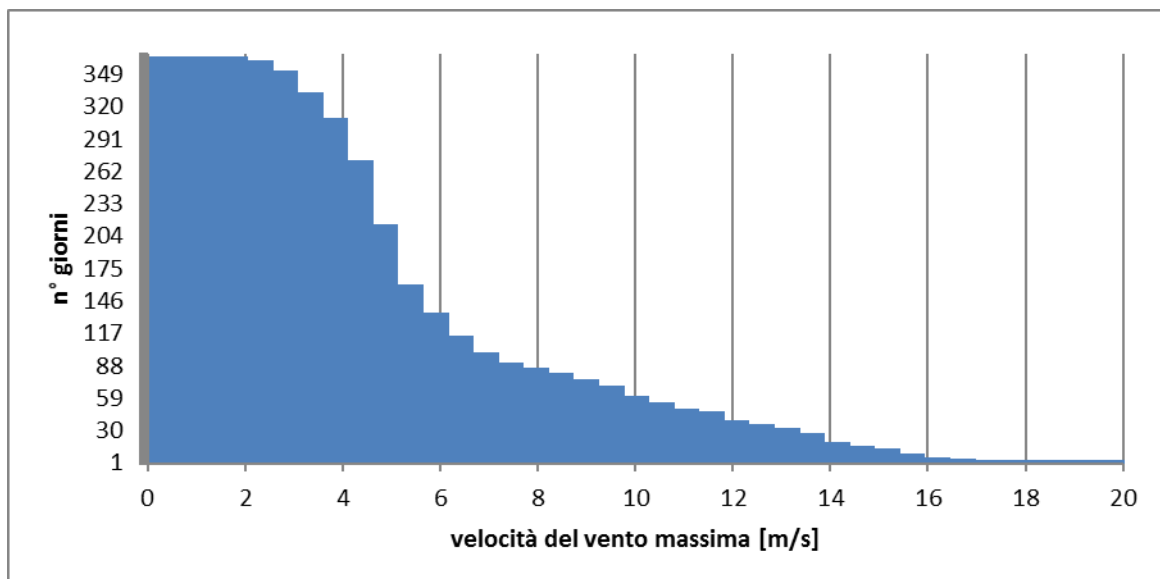


Figura 8-4 Velocità del vento max ordinata in senso crescente

Da tali valori è quindi stato possibile determinare i valori di u^* così come riportato in Figura 8-5.

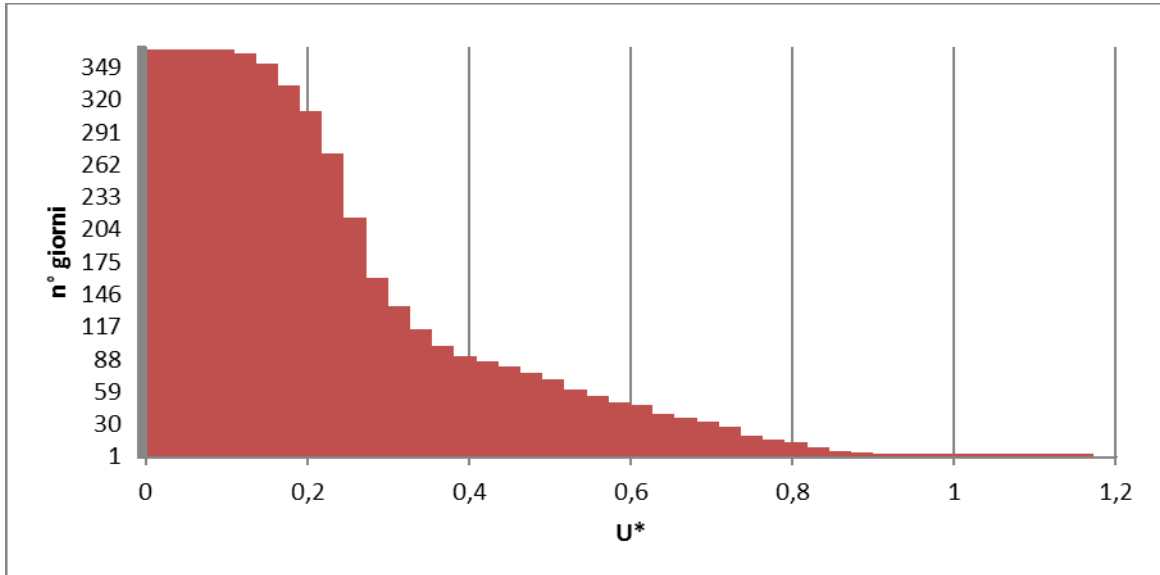


Figura 8-5 - Valori di u^* ordinati in senso crescente

Dall'analisi dei risultati emerge come u^* assuma valori soglia in un unico 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	2,54	1,33	$P = 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*)$	114,46

Tabella 8-6 Valore di P

I fattori di emissione relativi al PM₁₀ e al PM_{2.5} 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 PM_{2.5}.

$$EF_{PM10} = k \sum_{i=1}^N P_i = 57,22 \text{ [g/m}^2 \text{]}$$

$$EF_{PM2.5} = k \sum_{i=1}^N P_i = 8,58 \text{ [g/m}^2 \text{]}$$

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 AS_01. Pertanto, i fattori di emissione per il PM₁₀ ed il PM_{2.5} risultano rispettivamente pari a 0,00472 g/s e 0,00218 g/s.

8.2.4.4 IL FATTORE DI EMISSIONE MEDIO CALCOLATO PER LA SORGENTE S1

All'interno delle aree di cantiere considerate per la simulazione modellistica (S1 e S2), rappresentative delle sorgenti emissive più critica per la componente atmosferica, sono previste le principali attività di movimentazione del materiale per la realizzazione della galleria, che generano il sollevamento delle polveri:

- frantumazione del materiale;

- carico e scarico del materiale;
- erosione del vento sui cumuli.

Alla luce dei fattori di emissione calcolati ai paragrafi precedenti e considerando, in via cautelativa, la contemporaneità di queste attività, è stato stimato un fattore di emissione medio per ogni sorgente dato dalla somma dei fattori di emissione medi calcolati in relazione ad ogni attività di cantiere sopra definita.

In definitiva, quindi, i fattori di emissione medi da associare alle due sorgenti in esame sono:

Sorgenti	Fattore emissione PM10	Fattore emissione PM2.5
S1	0,00701 g/s	0,00252 g/s.
S2	0,00115 g/s	0,00017 g/s

Tabella 8-7 fattori di emissione medi per ogni sorgente simulata

8.3 LA MODELLAZIONE DELLE SORGENTI IN AERMOD VIEW

Una volta definiti i fattori di emissione è stato possibile implementare all'interno del modello le sorgenti S1 e S2, caratterizzanti la condizione più critica dal punto di vista atmosferico.

In linea generale i dati richiesti dal software per la schematizzazione delle sorgenti areali sono quelli mostrati in Figura 8-6.

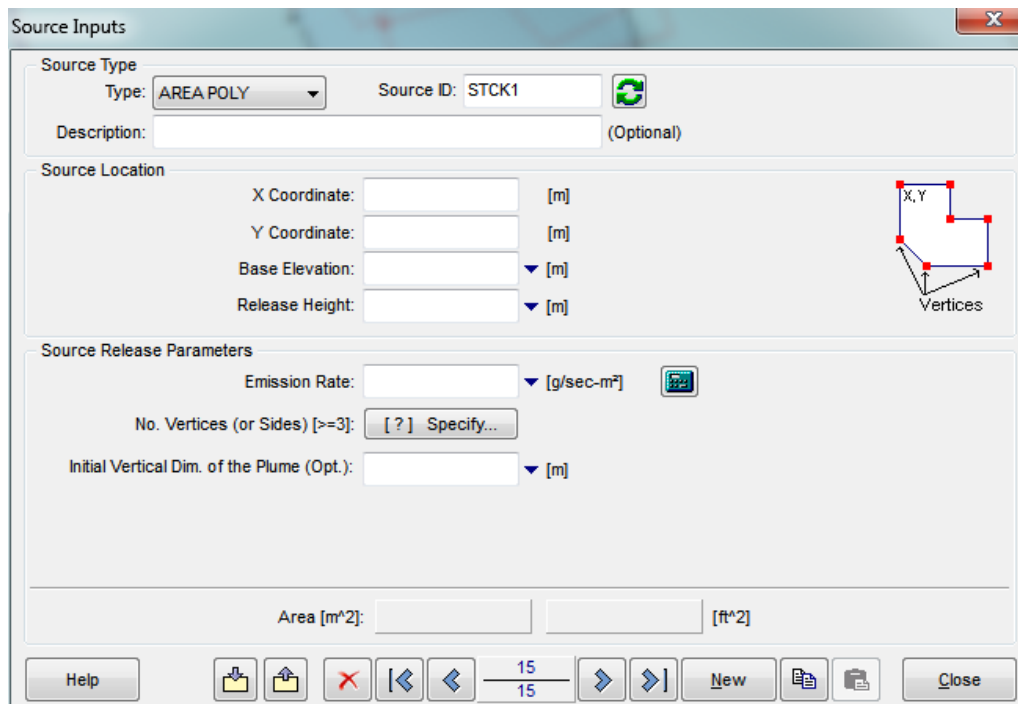


Figura 8-6 Tipologico input per sorgenti areali software Aermoc View

Nello specifico gli input inseriti sono:

- coordinate X,Y rispetto al baricentro della sorgente,
- altezza del terreno su cui è situata la sorgente,
- altezza della sorgente,
- fattore di emissione espresso in g/s m².

È possibile fare riferimento alla Figura 8-7 al fine di localizzare sul territorio le sorgenti simulate:



Figura 8-7 Schematizzazione sorgenti S1 e S2

8.4 DEFINIZIONE DEI PUNTI DI CALCOLO

Ultimo step dell'analisi prima dell'applicazione del modello è la definizione di una maglia di punti di calcolo al fine di poter pervenire alla definizione di curve di isoconcentrazione.

A tale scopo occorre soddisfare la duplice necessità di avere una maglia di calcolo spazialmente idonea a poter descrivere una porzione di territorio sufficientemente ampia e dall'altro di fissarne un passo adeguato al fine di non incrementare inutilmente l'onerosità dei calcoli.

Seguendo tali principi è stata definita una maglia di punti di calcolo le cui caratteristiche sono sinteticamente riportate in Tabella 8-8.

Coordinate del centro della maglia Asse X	469108,93
Coordinate del centro della maglia Asse Y	4499863,93
Passo lungo l'asse X	50
Passo lungo l'asse Y	30
N° di punti lungo l'asse X	20

N° di punti lungo l'asse Y	20
N° di punti di calcolo totali	400
Altezza relativa dal suolo	1,8

Tabella 8-8 Coordinate maglia dei punti di calcolo

Al fine di poter effettuare la sovrapposizione degli effetti tra i valori di esercizio, i valori di fondo ed il contributo del cantiere, si è fatto riferimento ad un punto ricettore rappresentativo dell'edificio più vicino al cantiere, identificato con C1 (corrispondente al ricettore R2 identificato nella fase di esercizio), avente coordinate:

- $x = 469118,00$
- $y = 4499923,00$



Figura 8-8 Schematizzazione sorgenti con maglia dei punti di calcolo (in giallo) in riferimento al territorio in esame e ricettore C1 (in viola)

8.5 I DATI DI OUTPUT

Con riferimento alle polveri PM_{10} e $PM_{2.5}$ 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 massimi delle medie giornaliere delle concentrazioni di PM_{10} e $PM_{2.5}$ è possibile far riferimento all'elaborato T00IA05AMBCT19A "Mappa concentrazioni fase di cantiere - PM_{10} e $PM_{2.5}$ ".

Con riferimento al ricettore C1, i valori di concentrazione registrati relativi al massimo valore giornaliero di PM₁₀, e di PM_{2,5}, sono riportati in Tabella 8-9.

Concentrazioni di inquinanti	C1
Max media giornaliera PM₁₀	14,91 µg/m ³
Max media giornaliera PM_{2,5}	5,40 µg/m ³

Tabella 8-9 Valori di concentrazione PM10 e PM2.5 calcolati sul ricettore C1

8.6 BEST PRACTICE PER IL CANTIERE

Nonostante le basse concentrazioni di PM₁₀ e PM_{2,5} stimate, al fine di ridurre maggiormente la dispersione delle polveri in atmosfera, si prevedono, durante lo svolgimento delle attività, alcune *best practice* finalizzate, appunto, ad abbattere ulteriormente le concentrazioni di PM₁₀ e PM_{2,5}, nonché a ridurre le emissioni generate dai mezzi di cantiere, nonostante il contributo trascurabile degli stessi.

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.