

SS 189 - Itinerario Agrigento Palermo

Sistemazione e messa in sicurezza dello svincolo al Km 24 della SS 189  
(Svincolo San Giovanni Gemini in località Tumarrano)

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. PA-884

R.T.I. di PROGETTAZIONE:



Via Artemide n°3  
92100 Agrigento  
Tel. 0922 421007  
email: deltaingegneria@pec.it

MANDATARIA



Servizi integrati d'ingegneria - Progettazioni  
Computer Aided Design - Drafting  
Sviluppo soluzioni software - hardware - dedicato

MANDANTE



ING. ANDREA MILANO

MANDANTE

MANDANTE

PROGETTISTI:

Prof. Ing. Renato Lamberti – Responsabile delle prestazioni specialistiche  
TCE srl – Ordine Ing. di Napoli n. 4147

Ing. Nicola D'Alessandro – Responsabile della progettazione  
Delta Ingegneria srl – Ordine Ing. di Agrigento n. A995



AREE SPECIALISTICHE:

GEOLOGIA Dott. Geol. Massimo Carlino – Delta Ingegneria srl Albo Geol. di Sicilia n. 1328	PROGETTAZIONE IDRAULICA Ing. Maurizio Carlino – Delta Ingegneria srl Ordine Ing. di Agrigento n. A628
PROGETTAZIONE STRADALE E GEOTECNICA Ing. Domenico D'Alessandro – Delta Ingegneria srl Ordine Ing. di Agrigento n. A634	IMPIANTI Ing. Andrea Milano Ordine Ing. di Agrigento n. A789
AMBIENTE E PAESAGGIO Ing. Raimondo D'Alessandro – Delta Ingegneria srl Ordine Ing. di Agrigento n. A254 Dott. Agr. Floriana Di Leonardo Albo degli Agronomi e Forestali Provincia di Palermo n. 1250	STRUTTURE Ing. Antonio Alparone – Alisea srl Ordine Ing. di Palermo n. A9349 Ing. Giuseppe Ferraro – Delta Ingegneria srl Ordine Ing. di Agrigento n. A203
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Ing. Nicola D'Alessandro – Delta Ingegneria srl Ordine Ing. di Agrigento n. A995	Ing. Claudio Orsini – TCE srl Ordine Ing. di Napoli n. 9080
VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO Ing. Luigi Mupo	ACUSTICA Ing. Antonio Orlando – TCE srl Ordine Ing. di Salerno n. 3817

**STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE  
RELAZIONE STUDIO ATMOSFERA**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	ANNO	T00IA06AMBRE01A.pdf		
DPPA0884	D	21	CODICE ELAB. T00IA06AMBRE01	A	-
D					
C					
B					
A	Emissione	Maggio 2021	Ing. A. ORLANDO	Ing. N. D'ALESSANDRO	Ing. R. LAMBERTI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
	<b>3.1 Il Decreto Ministero Ambiente 60/2002 .....</b>	<b>6</b>
	<b>3.2 Il Decreto Legislativo 155/2010.....</b>	<b>6</b>
	<b>3.3 Tabella riassuntiva dei limiti di concentrazione .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI .....</b>	<b>9</b>
	<b>4.1 Ossidi di Azoto (NOx) .....</b>	<b>9</b>
	<b>4.2 Monossido di Carbonio (CO).....</b>	<b>9</b>
	<b>4.3 Polveri fini (PM<sub>10</sub>) e finissime (PM<sub>2,5</sub>).....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>CLIMATOLOGIA .....</b>	<b>11</b>
	<b>5.1 Caratteristiche meteorologiche di area vasta .....</b>	<b>11</b>
	5.1.1 <i>Temperatura .....</i>	<i>11</i>
	5.1.2 <i>Ventosità.....</i>	<i>12</i>
	<b>5.2 Dati meteorologici locali.....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>STATO ATTUALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA.....</b>	<b>18</b>
	<b>6.1 La zonizzazione del territorio.....</b>	<b>18</b>
	<b>6.2 Ubicazione delle stazioni di monitoraggio .....</b>	<b>20</b>
	<b>6.3 Risultati dei rilievi .....</b>	<b>21</b>
	6.3.1 <i>Biossido di azoto.....</i>	<i>21</i>
	6.3.2 <i>Monossido di carbonio .....</i>	<i>22</i>
	6.3.3 <i>Particolato.....</i>	<i>23</i>
	<b>6.4 Valori di riferimento per il sito di interesse .....</b>	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>VALUTAZIONE PREVISIONALE IN ESERCIZIO.....</b>	<b>26</b>
	<b>7.1 Modello di simulazione.....</b>	<b>26</b>
	<b>7.2 I fattori di emissione .....</b>	<b>26</b>
	7.2.1 <i>Parco auto della provincia di Agrigento 2020 .....</i>	<i>26</i>
	7.2.2 <i>Fattori di emissione Sinanet 2018 .....</i>	<i>27</i>
	7.2.3 <i>Fattori di emissione medi .....</i>	<i>27</i>
	<b>7.3 Lo stato di fatto.....</b>	<b>28</b>
	7.3.1 <i>Dati di traffico SDF.....</i>	<i>28</i>
	7.3.2 <i>Risultati del calcolo previsionale SDF .....</i>	<i>29</i>

7.4	Lo stato di progetto .....	29
7.4.1	Dati di traffico SDP .....	29
7.4.2	Risultati del calcolo previsionale SDP .....	31
8	VALUTAZIONE PREVISIONALE DELLA FASE DI CANTIERE .....	32
8.1	Le situazioni potenzialmente più impattanti .....	32
8.1.1	Il cantiere CO01 .....	32
8.1.2	Demolizione della rampa esistente .....	33
8.2	Modello di simulazione WindDIMULA .....	34
8.2.1	Parametri orografici .....	34
8.2.2	Parametri progettuali .....	34
8.2.3	Maglia di calcolo .....	35
8.3	Risultati delle simulazioni previsionali .....	35
8.3.1	Concentrazioni del cantiere CO01 .....	35
8.3.2	Concentrazioni dalla demolizione della rampa .....	37
8.4	Misure di mitigazione per il contenimento delle polveri .....	38
8.5	Misure di mitigazione per il contenimento delle emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera .....	39
9	CONCLUSIONI .....	40

### Allegati

Mappa isoconcentrazione CO - Stato di fatto

Mappa isoconcentrazione NO<sub>2</sub> - Stato di fatto

Mappa isoconcentrazione PM<sub>10</sub> - Stato di fatto

Mappa isoconcentrazione PM<sub>2,5</sub> - Stato di fatto

Mappa isoconcentrazione CO - Stato di progetto

Mappa isoconcentrazione NO<sub>2</sub> - Stato di progetto

Mappa isoconcentrazione PM<sub>10</sub> - Stato di progetto

Mappa isoconcentrazione PM<sub>2,5</sub> - Stato di progetto

## 1 PREMESSA

La presente relazione si propone di valutare gli effetti sulla componente Atmosfera del nuovo svincolo di San Giovanni Gemini (località Tumarrano, al km 23+450 della S.S. 189 “Della Valle del Platani”), sia dal punto di vista della nuova configurazione stradale sia sotto gli aspetti legati alla fase di cantierizzazione.

I dati meteorologici e le concentrazioni dell’area di interesse sono stati ricavati tramite le stazioni di zona e rappresentano lo stato di partenza sul quale inserire i contributi del progetto e della fase di corso d’opera.

La stima della dispersione in atmosfera degli inquinanti, dovuta a traffico veicolare in condizioni di esercizio della strada, è stata effettuata attraverso la simulazione con il modello di dispersione atmosferica CALINE4 (implementato nel software MMSCaline): il modello è stato implementato con gli inquinanti più caratteristici del traffico stradale (in particolare NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>) per lo scenario di fatto e per lo scenario di progetto.

Per la fase di cantiere è stato valutato il potenziale impatto con il software MMSWindimula, selezionando gli scenari potenzialmente più critici in termini di durata e di tipologia di attività.

## 2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di uno svincolo a livelli sfalsati al posto dello svincolo oggi esistente e costituito da un doppio svincolo a raso con innesto da un lato sulla SP 26 per Cammarata e San Giovanni Gemini e dall'altro sulla SP 26 del Tumarrano (Vallelunga Platameno), con realizzazione anche di un nuovo cavalcavia sulla SS 189 che andrebbe ad aggiungersi a quello attuale che scavalca il fiume.

L'inserimento del nuovo viadotto ha lo scopo di aumentare la sicurezza dello svincolo poiché garantirebbe il contemporaneo scavalco della SS189, del fiume Platani e della ferrovia e permetterebbe di effettuare le immissioni e le uscite dalla SS189 in sicurezza.

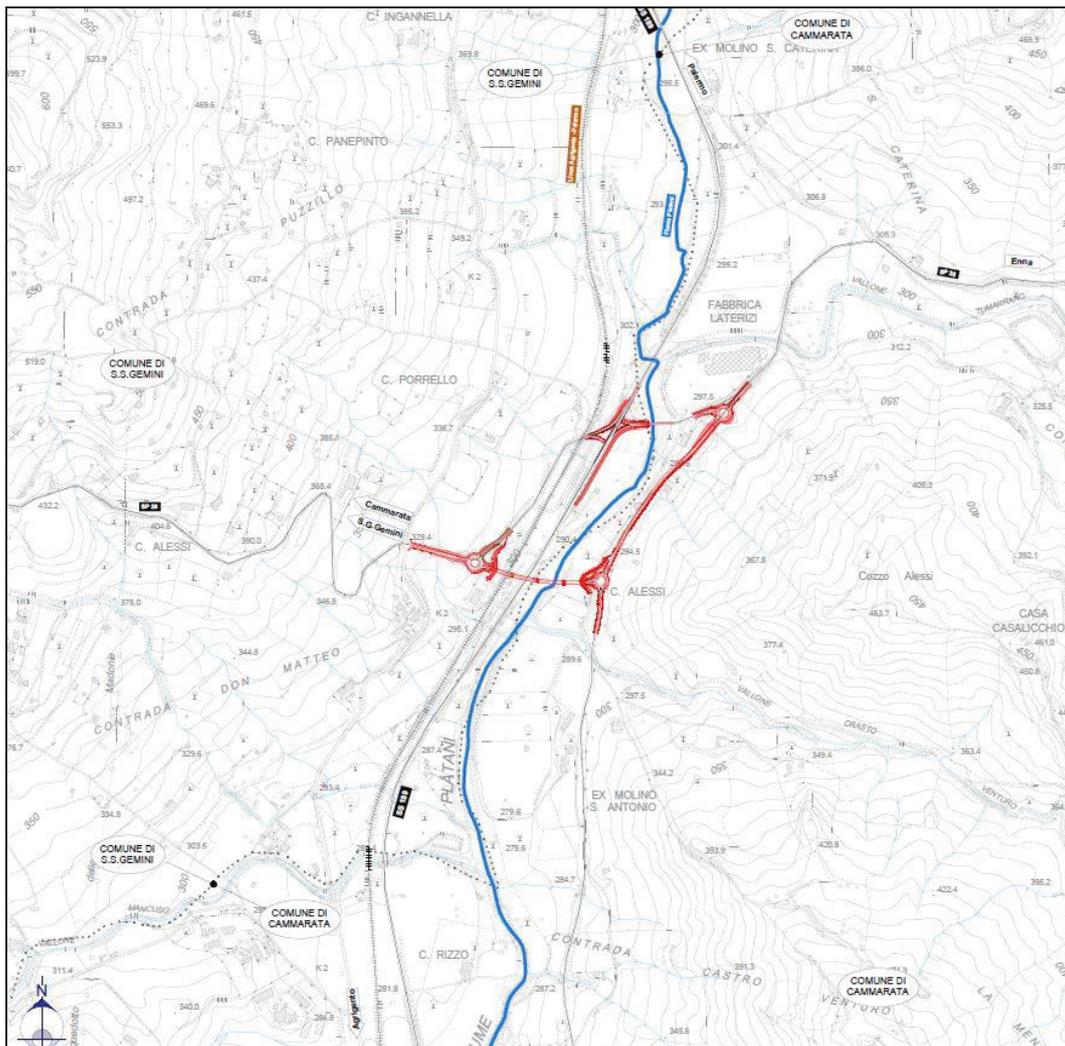


Figura 2-1 Planimetria dell'intervento

Si prevede la messa in sicurezza dello svincolo esistente con la realizzazione dei seguenti interventi:

- realizzazione di un nuovo cavalcavia sulla SS 189;
- realizzazione di n. 2 rotonde per lo svincolo del nuovo Cavalcavia da entrambi i lati della SS189 e

- di n.1 rotonda sulla SP26 in prossimità del Centro Commerciale, lato Tumarrano;
- realizzazione delle rampe di uscita ed immissione nella SS 189 in prossimità del ponte esistente della SP 26 sul fiume Platani, recentemente oggetto di intervento di sostituzione ed adeguamento barriere da parte del Libero Consorzio della Provincia di Agrigento, che viene riutilizzato e riqualificato per la funzionalità dello svincolo;
  - demolizione della rampa di immissione non a norma ed esistente dalla SP 26 sulla SS 189 in direzione Agrigento;
  - manutenzione straordinaria della SP per Mussomeli, nel tratto compreso tra le due rotonde poste in sinistra idraulica del fiume Platani (lato Tumarrano).

Oltre al ponte esistente sulla SP 26, verrà mantenuto in esercizio anche il sottopasso ferroviario sulla SP26, che sottopassa la ferrovia AG-PA che corre parallelamente alla SS 189. Su entrambe le opere non è previsto alcun tipo di intervento.

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nel 1983 vengono per la prima volta fissati in Italia alcuni standard per la qualità dell'aria, definiti come "limiti massimi accettabili delle concentrazioni e delle esposizioni" di anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (O<sub>3</sub>), monossido di carbonio (CO), piombo (Pb), fluoro (F) e polveri (D.P.C.M. 28/3/1983). Il successivo D.P.R. 203/88 introduce, oltre ai valori limite citati, i valori guida di qualità dell'aria, che costituiscono i parametri di riferimento per l'istituzione di zone specifiche per le quali è necessaria una particolare tutela della qualità dell'aria.

Successive norme fissano nuove soglie, definite come "livelli di attenzione e di allarme" per i gas inquinanti. Viene assunta a riferimento la media oraria o giornaliera, recependo anche i valori europei (Direttiva CEE/92/72) sull'inquinamento dell'aria da ozono.

Si individuano, poi, ulteriori inquinanti di interesse prioritario per la salute, quali il nickel, il benzene, la formaldeide e gli IPA cancerogeni.

Il D.M. 25/11/1994 aggiorna alcune disposizioni sull'inquinamento atmosferico, inserendo dei limiti come "obiettivi di qualità" per tre parametri: il benzene, il benzo(a)pirene e la frazione respirabile delle polveri (PM<sub>10</sub>).

La L. n° 413 del 4/11/97 impone limiti alle concentrazioni di benzene e degli altri idrocarburi aromatici nelle benzine, valori che i Comuni devono fare rispettare all'interno del proprio territorio.

Il decreto del 27/3/1998 sulla mobilità sostenibile nelle aree urbane individua le linee di azione, a carico di diversi Enti, da attuare entro precise scadenze per il conseguimento degli impegni assunti nella Conferenza di Kyoto.

Infine, il decreto del 23/10/1998, conosciuto come "Decreto Ronchi" sul benzene, individua i criteri in base ai quali i Sindaci adottano le misure di limitazione della circolazione in caso di superamento dei limiti degli inquinanti atmosferici individuati dai precedenti decreti.

Per le polveri che sedimentano per effetto gravitazionale, ancora oggi non esistono, in Italia, valori limite o valori guida a cui riferirsi.

Sempre in tema di monitoraggio della qualità dell'aria sono stati emessi dal Ministero dell'Ambiente il D.M.A. del 20/5/1991 ed il D.M.A. del 12/11/1992, che definiscono i criteri per la raccolta dei dati inerenti alla qualità dell'aria, la regolamentazione delle situazioni di inquinamento atmosferico che determinano stati di allerta ed emergenza, la prevenzione dell'inquinamento atmosferico nelle grandi zone urbane.

#### 3.1 Il Decreto Ministero Ambiente 60/2002

Il D.M.A. del 2/4/2002, n° 60, in recepimento delle Direttive 1999/30/CE e 2000/69/CE, stabilisce per gli inquinanti biossido di zolfo, biossido di azoto, particolato, piombo, benzene e monossido di carbonio i seguenti elementi di riferimento:

- ✓ Valori limite e soglie di allarme;
- ✓ Margini di tolleranza e modalità di riduzione dei margini nel tempo;
- ✓ Criteri per la raccolta dei dati e soglie di valutazione;
- ✓ Modalità per la comunicazione.

Tale Decreto è stato sostituito dal successivo Decreto Legislativo 155 del 13 agosto 2010.

#### 3.2 Il Decreto Legislativo 155/2010

Il decreto legislativo nr.155 del 13 agosto 2010 recepisce la direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e costituisce il più recente riferimento normativo per la componente aria: a livello nazionale il D. Lgs. 155/2010 istituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e gestione

della qualità dell'aria, abrogando numerose norme che in precedenza in modo frammentario disciplinavano, tra cui il precedente DM 60/2002.

Tale decreto si propone di:

- ✓ Individuare obiettivi di qualità per la salute umana e per l'ambiente;
- ✓ Individuare una metodologia comune per tutto il territorio nazionale;
- ✓ Studiare le misure da adottare sulla base dell'acquisizione dei parametri qualitativi dello stato di partenza;
- ✓ Preservare la qualità dell'aria, laddove buona, e migliorarla negli altri casi;
- ✓ Garantire l'informazione al pubblico;
- ✓ Stabilire una cooperazione tra gli Stati dell'Unione Europea in materia di inquinamento atmosferico.

Il decreto stabilisce inoltre per gli inquinanti i valori limite, i livelli critici, le soglie di allarme e i valori obiettivo.

I principi fondamentali indicati dalla normativa sono uniformità di azione, coordinamento nella gestione dei dati, zonizzazione del territorio, costruzione di una rete di monitoraggio efficace e congrua, gestione e controllo pubblico, inquadramento dei problemi di superamento, definizione dei soggetti con competenze di tipo amministrativo.

Si riportano di seguito le indicazioni del decreto per gli inquinanti caratteristici del traffico stradale:

#### Limiti Livelli di concentrazione stabiliti dal D.lgs. 155/2010

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Soglia Allarme	Limite	Numero sup./anno	Soglia val. sup.		Soglia val. inf.	
							livello sup./anno	livello sup./anno	livello sup./anno	livello sup./anno
NOx	vegetazione	media annuale	µg/m³		30		24		19,5	
NO2	salute umana	media oraria	µg/m³	400 per 3h	200	18/anno	140	18/anno	100	18/anno
	salute umana	media annuale	µg/m³		40		32		26	

#### Limiti Livelli di concentrazione stabiliti dal D.lgs. 155/2010

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Soglia Allarme	Limite	Numero sup./anno	Soglia val. sup.		Soglia val. inf.	
							livello sup./anno	livello sup./anno	livello sup./anno	livello sup./anno
<b>Monossido di Carbonio - CO</b>	salute umana	massimo su 24 ore della media mobile 8h	mg/m³		10		7		5	

### Limiti Livelli di concentrazione stabiliti dal D.lgs. 155/2010

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Soglia Allarme	Limite	Numero sup./anno	Soglia val. sup. livello sup./anno		Soglia val. inf. livello sup./anno	
PM10	salute umana	media 24ore	µg/m³		50	35/anno	35	35/anno	25	35/anno
	salute umana	media annuale	µg/m³		40		28		20	

Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	limite per l'anno 2008	limite per l'anno 2009	limite per l'anno 2010	limite per l'anno 2011	limite per l'anno 2012	limite per l'anno 2013	limite per l'anno 2014	limite per l'anno 2015	livello Soglia val. sup.	Livello Soglia val. inf.
				µg/m³	µg/m³								
PM2,5	salute umana	media annuale	µg/m³	≤ 30	≤ 29	≤ 29	≤ 28	≤ 27	≤ 26	≤ 26	≤ 25	17	12

### 3.3 Tabella riassuntiva dei limiti di concentrazione

Inquinante	Limite di riferimento (µg/m³)	Base temporale	Note	Normativa di riferimento
Biossido di azoto NO <sub>2</sub>	200	Media oraria	18 superamenti/anno	155/2010
	40	Media annuale		155/2010
Ossidi di azoto NO <sub>x</sub>	30	Media annuale		155/2010
Particolato PM <sub>10</sub>	50	Media 24 ore	35 superamenti/anno	155/2010
Particolato PM <sub>2,5</sub>	25	Media 24 ore		155/2010
Monossido di carbonio CO	10 (mg/m³)	Max su media mobile 8 ore		155/2010

## 4 DESCRIZIONE DEGLI INQUINANTI ATMOSFERICI

### 4.1 Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)

Gli ossidi di azoto (NO, N<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub> ed altri) sono generati da processi di combustione, qualunque sia il combustibile utilizzato, per reazione diretta tra l'azoto e l'ossigeno dell'aria ad alta temperatura (superiore a 1.200 °C).

Il termine NO<sub>x</sub> indica la somma del monossido di azoto (NO) e del biossido di azoto (NO<sub>2</sub>).

L'ossido di azoto è un inquinante primario che si forma generalmente dai processi di combustione ad alta temperatura; è un gas a tossicità limitata, al contrario del biossido di azoto. L' NO<sub>2</sub> ha un odore forte, pungente, è irritante e di colore giallo-rosso. È responsabile, con altri prodotti, del cosiddetto smog fotochimico, in quanto base per la produzione di una serie di inquinanti secondari pericolosi come l'ozono o l'acido nitrico. Contribuisce per circa un terzo alla formazione delle piogge acide.

I processi di combustione (centrali termoelettriche, riscaldamento, motori a combustione interna quali quelli degli autoveicoli) emettono quale componente principale monossido di azoto (NO) che, nelle emissioni di un motore a combustione interna, rappresenta circa il 98 % delle emissioni totali di ossidi di azoto. Successivamente il monossido di azoto (NO) in presenza di ozono e di radicali ossidanti si trasforma in biossido di azoto.

La miscela degli ossidi di azoto, una volta immessa nell'ambiente, vi permane anche per alcuni giorni, prima di essere rimossa con formazione di acido nitrico (HNO<sub>3</sub>) e quindi di nitrati.

### 4.2 Monossido di Carbonio (CO)

Il monossido di carbonio è un gas inodore e incolore che si forma dalla combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili. È un inquinante primario con un tempo di permanenza in atmosfera relativamente lungo (circa quattro mesi) e con una bassa reattività chimica. Le concentrazioni in aria di questo inquinante possono essere ben correlate all'intensità del traffico in vicinanza del punto di rilevamento. Inoltre, la concentrazione spaziale su piccola scala del CO risente in modo rilevante dell'interazione tra le condizioni micrometeorologiche e la struttura topografica delle strade (effetto Canyon). Nelle aree urbane il monossido di carbonio è emesso in prevalenza dal traffico autoveicolare, è considerato come il tracciante di riferimento durante tutto il corso dell'anno per questo tipo di inquinamento.

A elevate concentrazioni è un potente veleno. Gli effetti sull'uomo sono legati alla caratteristica di interferenza sul trasporto di ossigeno (formazione di carbossiemoglobina) ai tessuti e in particolare al sistema nervoso centrale.

Non sono stati riscontrati effetti particolari sull'uomo per concentrazioni di carbossiemoglobina inferiori al 2%, corrispondente a un'esposizione per 90' a 47 mg/m<sup>3</sup>. Se l'esposizione sale a 8 ore, concentrazioni di CO di 23 mg/m<sup>3</sup> non possono essere considerate ininfluenti per particolari popolazioni a rischio, quali soggetti con malattie cardiovascolari e donne in gravidanza.

È raccomandabile quindi un valore limite non superiore a 10-11 mg/m<sup>3</sup> su 8 ore, a protezione della salute in una popolazione generale, e di 7-8 mg/m<sup>3</sup> su 24 ore (CCTN, 1995).

### 4.3 Polveri fini (PM<sub>10</sub>) e finissime (PM<sub>2,5</sub>)

Le polveri fini e finissime, denominate rispettivamente PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>, sono delle particelle inquinanti presenti nell'aria che respiriamo. Queste piccole particelle possono essere di natura organica o inorganica e presentarsi allo stato solido o liquido. Le particelle sono capaci di adsorbire sulla loro superficie diverse

sostanze con proprietà tossiche quali solfati, nitrati, metalli e composti volatili.

Le polveri fini vengono classificate secondo la loro dimensione, che può determinare un diverso livello di nocività. Infatti, più queste particelle sono piccole più hanno la capacità di penetrare nell'apparato respiratorio.

Le PM<sub>10</sub> (diametro inferiore a 10 µm) possono essere inalate e penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio, dal naso alla laringe.

Il livello di concentrazione delle PM<sub>10</sub> nelle aree urbane aumenta nel periodo autunno-inverno, cioè quando al traffico veicolare già intenso dovuto alla riapertura delle scuole e alla ripresa della normale attività lavorativa, si aggiungono le emissioni di polveri derivanti dall'accensione degli impianti di riscaldamento. Anche le condizioni meteorologiche di questo periodo determinano un innalzamento del livello delle polveri fini. Fenomeni atmosferici come quello dell'inversione termica, infatti, causano lo schiacciamento delle polveri al suolo e ne impediscono la dispersione.

Studi epidemiologici, confermati anche da analisi cliniche e tossicologiche, hanno dimostrato come l'inquinamento atmosferico abbia un impatto sanitario notevole; quanto più è alta la concentrazione di polveri fini nell'aria, infatti, tanto maggiore è l'effetto sulla salute della popolazione.

Gli effetti di tipo acuto sono legati ad una esposizione di breve durata (uno o due giorni) a elevate concentrazioni di polveri contenenti metalli. Questa condizione può provocare infiammazione delle vie respiratorie, come crisi di asma, o inficiare il funzionamento del sistema cardiocircolatorio.

Gli effetti di tipo cronico dipendono, invece, da una esposizione prolungata ad alte concentrazioni di polveri e possono determinare sintomi respiratori come tosse e catarro, diminuzione della capacità polmonare e bronchite cronica. Per soggetti sensibili, cioè persone già affette da patologie polmonari e cardiache o asmatiche, è ragionevole temere un peggioramento delle malattie e uno scatenamento dei sintomi tipici del disturbo. Studi condotti in materia hanno anche registrato un aumento dei ricoveri ospedalieri e della mortalità per patologie respiratorie e cardiache direttamente riferibili all'inquinamento da polveri.

## 5 CLIMATOLOGIA

### 5.1 Caratteristiche meteorologiche di area vasta

#### 5.1.1 Temperatura

Nella regione siciliana gli andamenti delle temperature massime e minime presentano situazioni analoghe in funzione della latitudine, dell'altitudine e degli altri aspetti geomorfologici e vegetazionali che influenzano le rilevazioni. Le temperature massime nei mesi più caldi (luglio o agosto) toccano i 28-30 °C, nelle aree interne di media e bassa collina esse possono salire fino a 32-34 °C, e scendere in quelle settentrionali più elevate fino ai 18-20 °C, con valori minimi sull'Etna di circa 16-18 °C. Le variazioni delle temperature minime dei mesi più freddi (gennaio o febbraio) vanno da 8-10 °C dei litorali, ai 2-4 °C delle zone interne di collina, a qualche grado sotto lo zero sulle maggiori vette dei Nebrodi, dei Peloritani e sull'Etna.

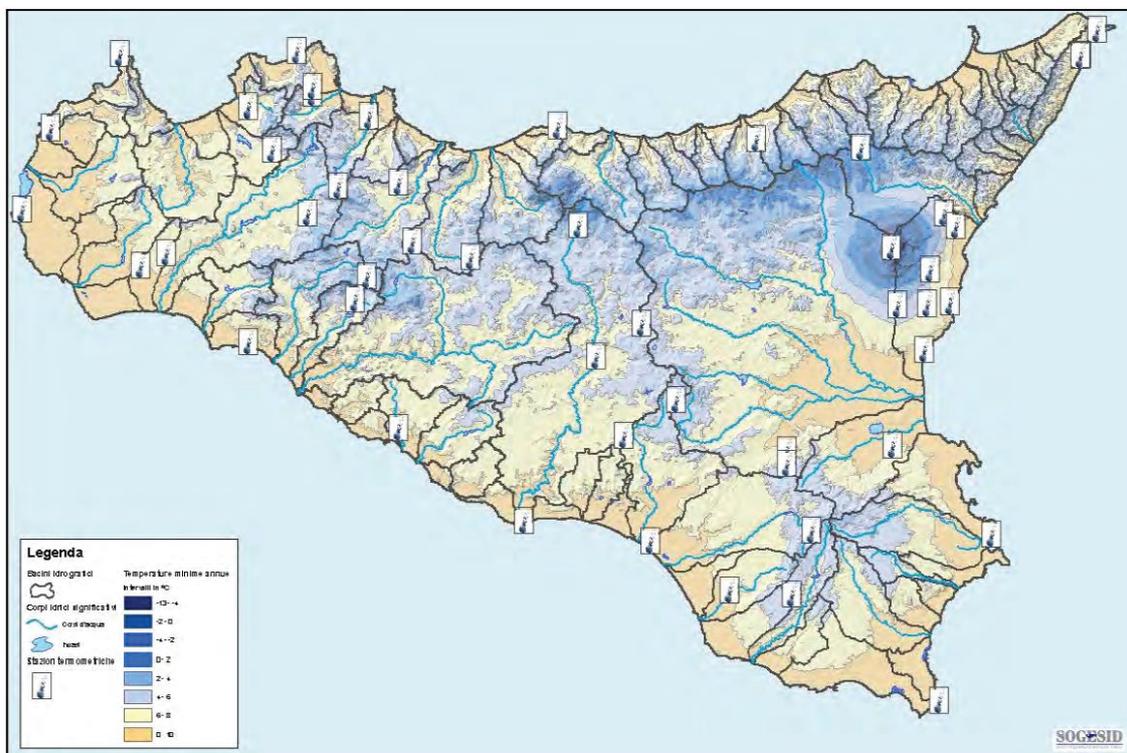


Figura 5-1 Temperature minime annue periodo 1965 – 1994

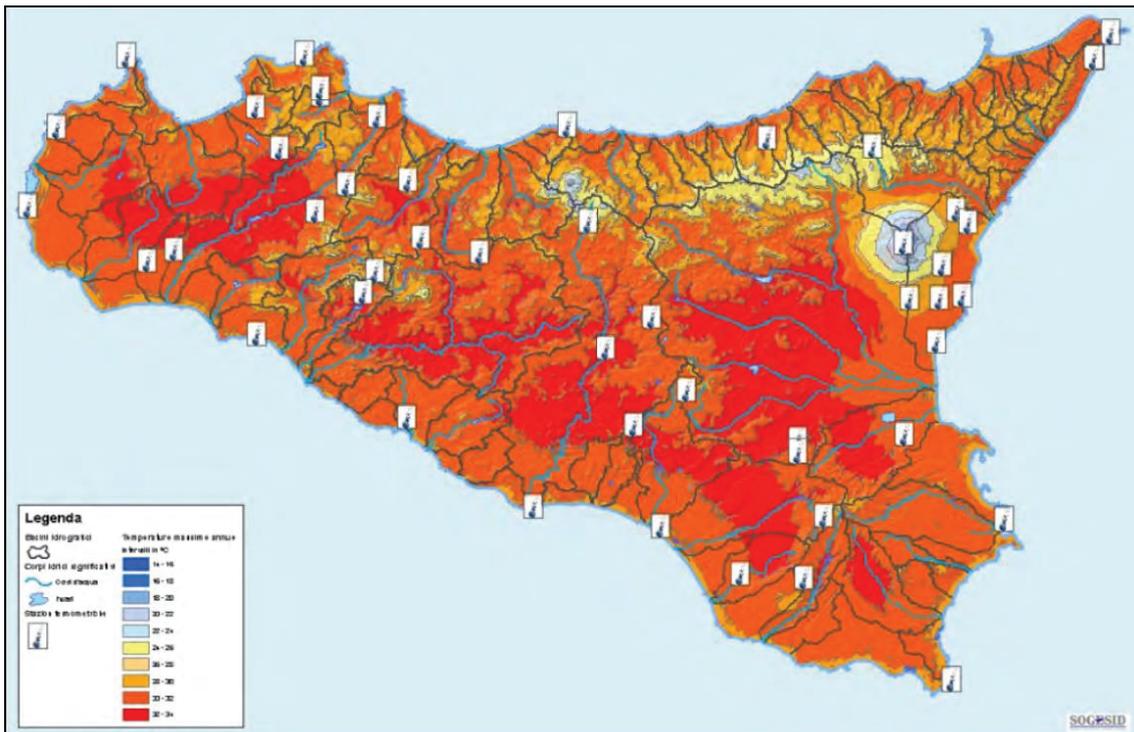


Figura 5-2 Temperature massime annue periodo 1965 – 1994

### 5.1.2 Ventosità

I venti predominanti che interessano il territorio siciliano sono il Maestrale e lo Scirocco, ma frequente è anche il Libeccio in primavera e in autunno e la Tramontana in inverno. Lo Scirocco, più frequente nel semestre caldo, causa improvvisi riscaldamenti; infatti, mentre in inverno accompagna il transito di vortici di bassa pressione con temperature molto miti ma anche abbondanti piogge, in estate è causa di grandi ondate di caldo con cieli spesso arrossati dalla presenza di pulviscolo proveniente dai deserti nordafricani.

I venti Settentrionali sono invece causa di intense piogge sui versanti Nord ed Est dell'Isola specialmente in Inverno, quando le fredde correnti provenienti dal Nord Atlantico o anche dalla Russia, interagiscono con le acque tiepide del Tirreno Meridionale e dello Ionio, causando la formazione di attive celle temporalesche responsabili delle precipitazioni dei mesi invernali.

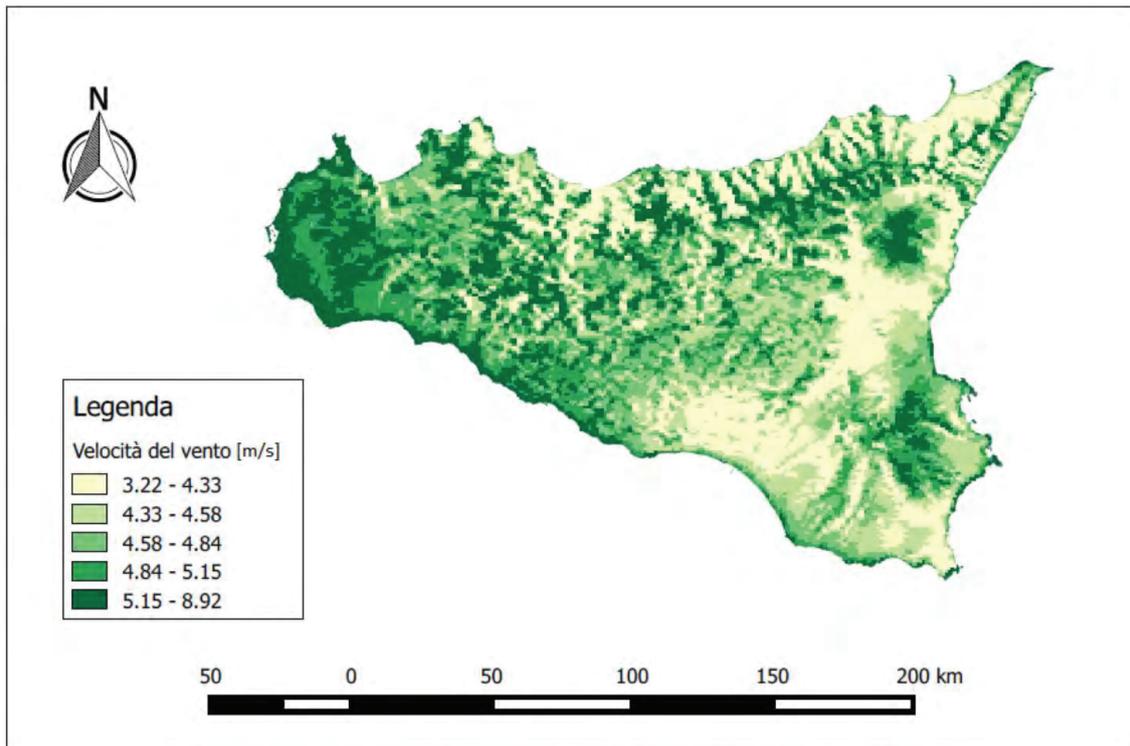


Figura 5-3 Velocità media del vento a 25 metri dal suolo (anni '70 - 2006)

## 5.2 Dati meteo climatici locali

I dati meteo locali sono stati elaborati per la località di San Giovanni Gemini (AG), in riferimento all'anno 2020. Rispetto al punto di coordinate 37.623125°N, 13.688529°E le informazioni sono state ricostruite per il punto richiesto attraverso un'elaborazione "mass consistent" effettuata con il modello meteorologico CALMET all'interno del quale è stata utilizzata la risoluzione geomorfologica di 500 metri.

Il modello CALMET ricostruisce per interpolazione 3D "mass consistent", pesata sull'inverso del quadrato della distanza, un campo iniziale tridimensionale (FIRST GUESS) che viene modificato per incorporare gli effetti geomorfologici ed orografici del sito in esame alla risoluzione spaziale richiesta (campo meteo STEP 1); il processo di interpolazione avviene per strati orizzontali, l'interazione tra i vari strati orizzontali viene definita attraverso opportuni fattori di BIAS che permettono di pesare strato per strato l'influenza dei dati di superficie rispetto ai dati profilometrici (es: nel primo strato verticale adiacente al terreno che va da 0 a 20 metri sul suolo in genere viene azzerato il peso del profilo verticale rispetto a quello delle stazioni di superficie mentre negli strati verticali superiori al primo viene gradatamente aumentato il peso dei dati profilometrici rispetto a quelli di superficie fino ad azzerare il peso di questi ultimi dopo alcune centinaia di metri dal suolo).

Sul campo meteo (STEP 1) così definito vengono infine reinserite le osservabili misurate per ottenere il campo finale (STEP 2) all'interno del quale in questo modo vengono recuperate le informazioni sito-specifiche delle misure meteo.

Periodo dei dati 01/01/2020 00:00:00 <-> 31/12/2020 23:00:00  
Ore totali 8784  
Valore limite per determinare le calme di vento 0,5 (m/s)  
Rosa dei venti fattore di normalizzazione 1000

## Stazioni meteorologiche utilizzate

### Stazioni sinottiche

Non disponibili

### Stazioni di superficie ricavate dal modello di calcolo europeo ECMWF – Progetto ERA5

519009\_Cammarata\_ERA5 [37.603915°N - 13.687394°E]

### Stazioni sito specifiche da reti regionali/provinciali

Cammarata - Tumarrano [37.631498°N -13.736410°E] SIAS Regione Sicilia

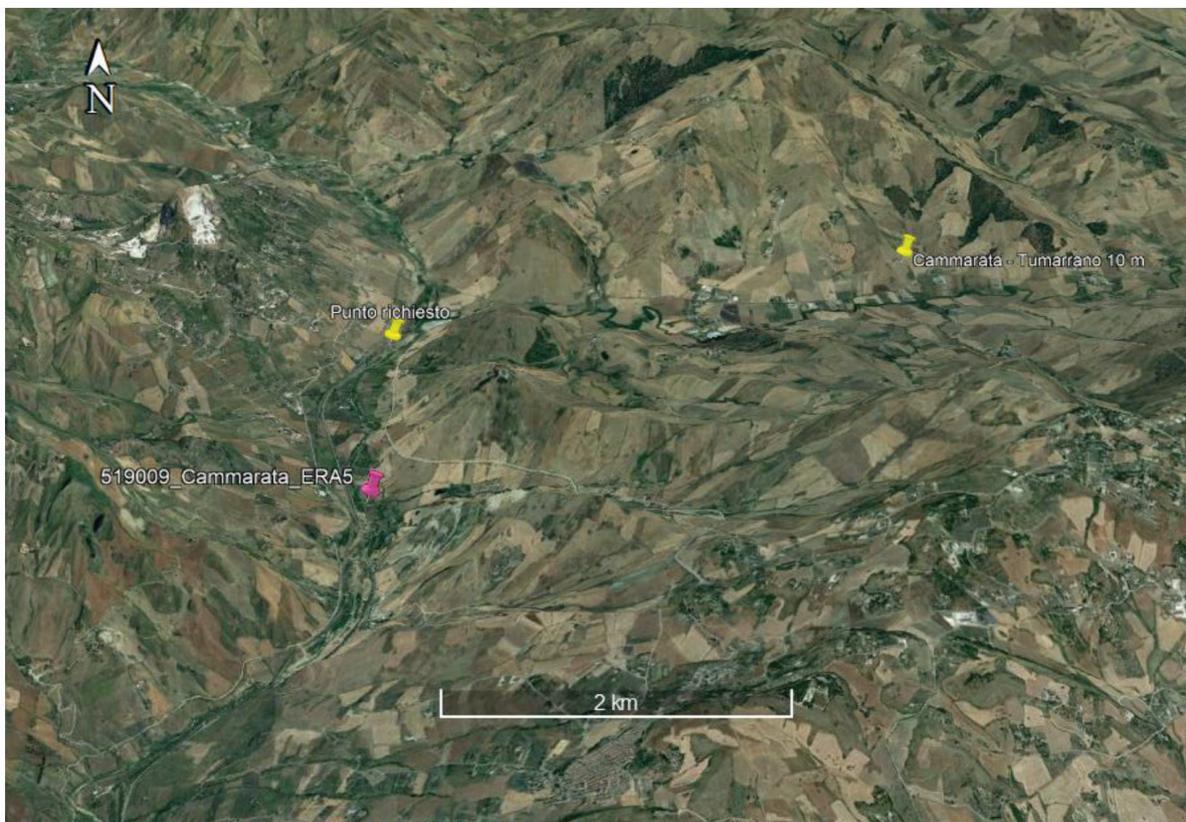
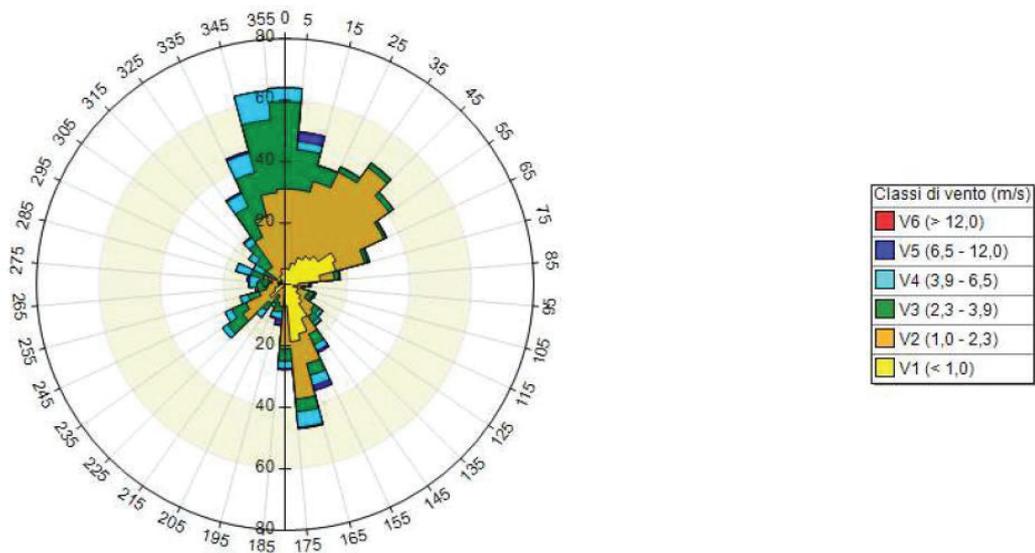


Figura 5-4 Posizione spaziale delle stazioni meteorologiche utilizzate per la ricostruzione del campo di vento per il sito di interesse

Rosa dei venti (velocità del vento in m/s)



SECTORS	V1 (< 1,0)	V2 (1,0 - 2,3)	V3 (2,3 - 3,9)	V4 (3,9 - 6,5)	V5 (6,5 - 12,0)	V6 (> 12,0)	Totale	Vmed (m/s)
355,0 - 5,0	5,24	25,84	28,35	4,55	0,00	0,00	63,98	2,39
5,0 - 15,0	5,01	26,07	12,98	2,62	3,19	0,00	49,86	2,39
15,0 - 25,0	7,17	27,55	5,24	0,11	0,11	0,00	40,19	1,58
25,0 - 35,0	9,68	30,62	1,82	0,11	0,00	0,00	42,24	1,38
35,0 - 45,0	11,27	35,18	1,71	0,11	0,00	0,00	48,27	1,34
45,0 - 55,0	12,98	27,89	1,71	0,00	0,00	0,00	42,58	1,27
55,0 - 65,0	17,99	17,08	0,80	0,23	0,00	0,00	36,09	1,09
65,0 - 75,0	16,85	9,68	1,02	0,57	0,00	0,00	28,12	1,11
75,0 - 85,0	11,38	4,55	1,59	0,34	0,00	0,00	17,87	1,14
85,0 - 95,0	4,33	3,30	0,57	0,11	0,00	0,00	8,31	1,18
95,0 - 105,0	2,62	2,50	0,91	0,11	0,00	0,00	6,15	1,46
105,0 - 115,0	4,44	3,53	1,82	0,46	0,00	0,00	10,25	1,53
115,0 - 125,0	4,33	3,19	1,59	0,57	0,00	0,00	9,68	1,61
125,0 - 135,0	6,15	5,35	2,05	1,14	0,23	0,00	14,91	1,70
135,0 - 145,0	7,63	5,01	2,50	1,02	0,34	0,00	16,51	1,73
145,0 - 155,0	12,30	5,58	3,87	2,05	0,80	0,00	24,59	1,89
155,0 - 165,0	16,62	10,02	3,98	3,42	1,71	0,00	35,75	1,92
165,0 - 175,0	18,67	18,78	4,10	5,12	0,46	0,00	47,13	1,76
175,0 - 185,0	6,94	14,00	3,98	2,39	0,46	0,00	27,78	1,89
185,0 - 195,0	1,02	6,26	1,59	2,39	2,16	0,00	13,43	3,22
195,0 - 205,0	1,14	5,01	3,07	1,94	0,34	0,00	11,50	2,63
205,0 - 215,0	0,57	3,30	2,96	1,25	0,00	0,00	8,08	2,51
215,0 - 225,0	1,14	6,49	2,73	2,73	0,00	0,00	13,09	2,51
225,0 - 235,0	6,03	10,59	6,03	1,94	0,00	0,00	24,59	1,95
235,0 - 245,0	3,76	10,13	5,01	2,39	0,00	0,00	21,29	2,10
245,0 - 255,0	3,30	5,24	3,87	2,50	0,00	0,00	14,91	2,29
255,0 - 265,0	1,71	4,33	2,85	0,68	0,00	0,00	9,56	2,07
265,0 - 275,0	2,16	3,30	3,64	2,39	0,23	0,00	11,73	2,67
275,0 - 285,0	1,71	2,50	4,21	3,19	0,68	0,00	12,30	3,22
285,0 - 295,0	2,39	5,12	3,98	4,90	0,00	0,00	16,39	2,86
295,0 - 305,0	0,91	2,05	4,67	3,64	0,11	0,00	11,38	3,28
305,0 - 315,0	1,71	5,58	4,21	2,73	0,11	0,00	14,34	2,60
315,0 - 325,0	1,25	5,69	9,34	2,28	0,46	0,00	19,01	2,77
325,0 - 335,0	3,07	13,89	10,93	4,78	0,57	0,00	33,24	2,53
335,0 - 345,0	3,19	19,69	14,80	6,60	0,68	0,00	44,97	2,55
345,0 - 355,0	5,12	24,82	23,79	9,56	0,00	0,00	63,30	2,53
Variabili	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calme	86,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	86,63	0,00
Totale	308,40	409,72	188,30	80,94	12,64	0,00	1000,00	0,00

Relazione Studio Atmosferico

RTI di progettazione:

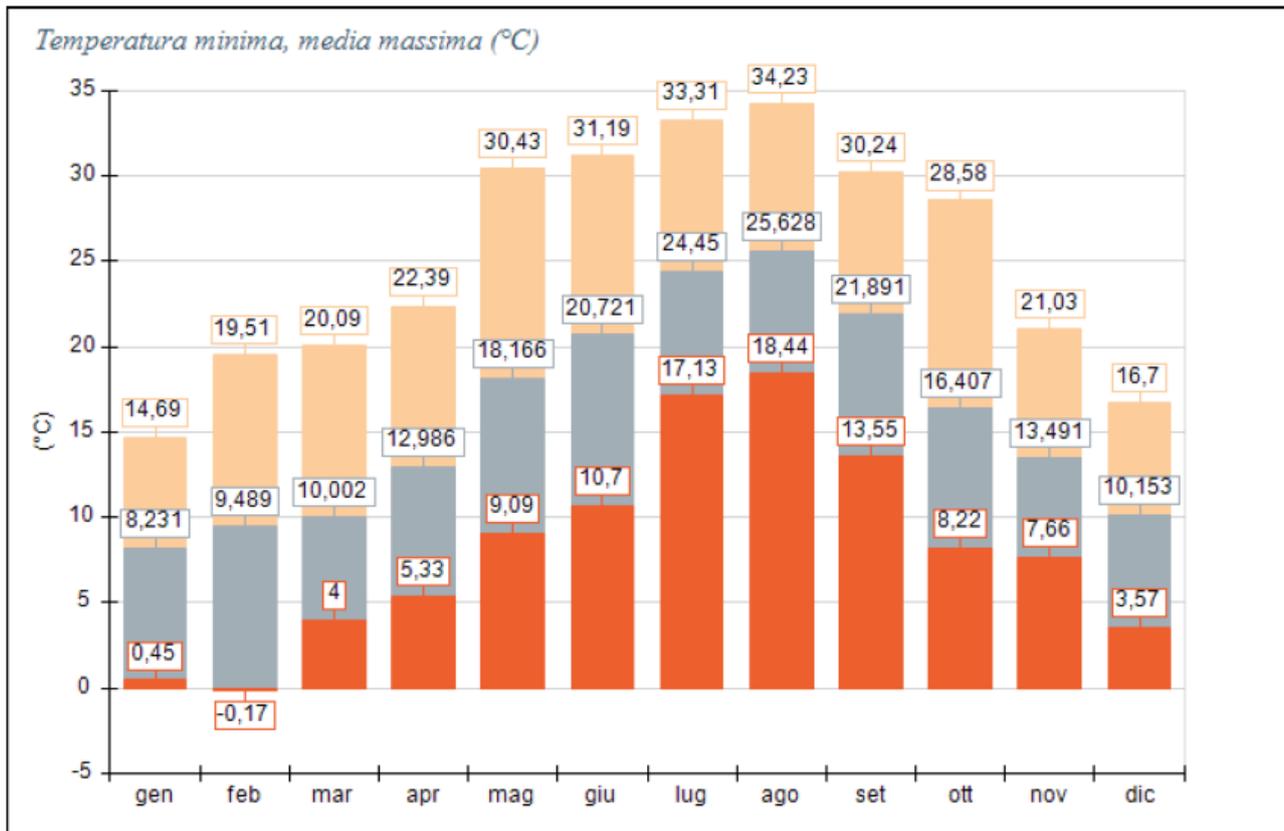
Mandatara



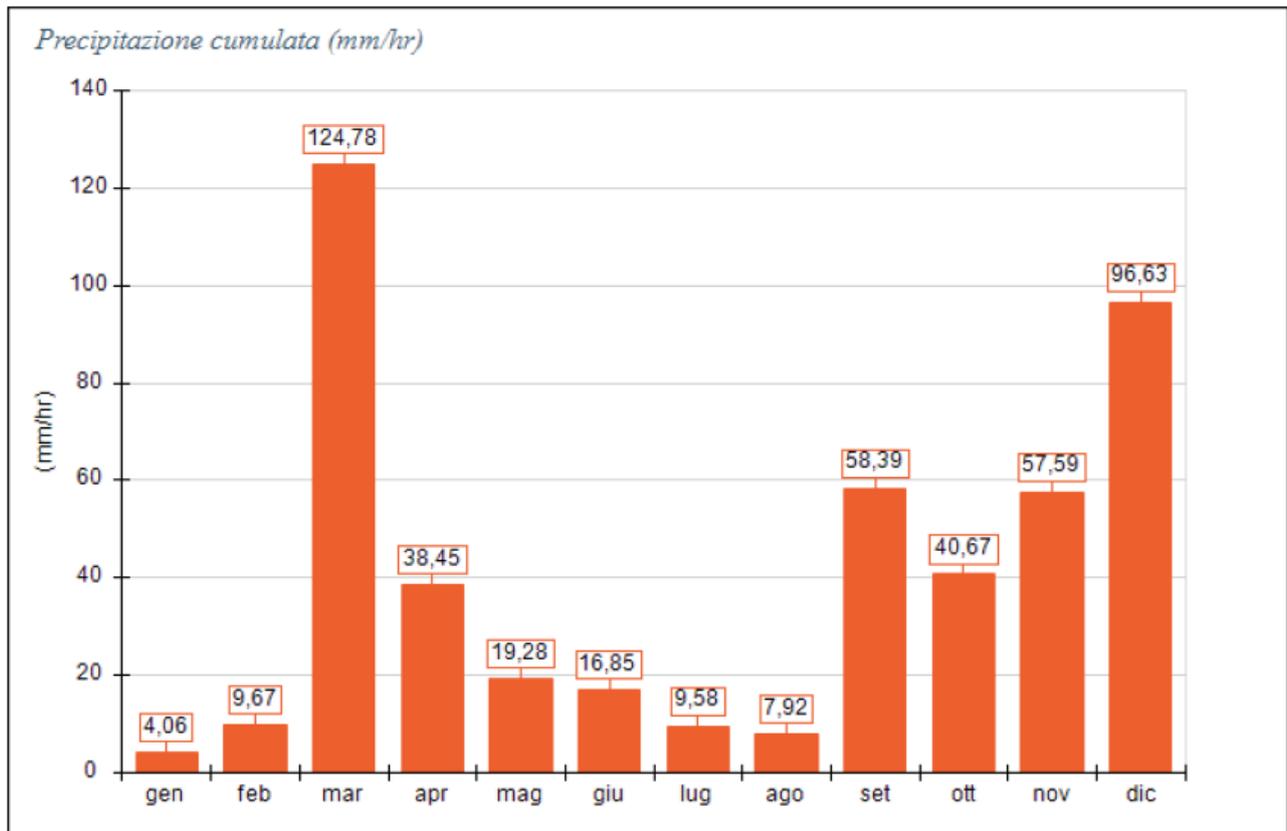
Mandanti



ING. ANDREA MILANO



Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	-0,17	15,99	34,23
Primavera	4,00	13,73	30,43
Estate	10,70	23,63	34,23
Autunno	7,66	17,25	30,24
Inverno	-0,17	9,29	19,51
gen	0,45	8,23	14,69
feb	-0,17	9,49	19,51
mar	4,00	10,00	20,09
apr	5,33	12,99	22,39
mag	9,09	18,17	30,43
giu	10,70	20,72	31,19
lug	17,13	24,45	33,31
ago	18,44	25,63	34,23
set	13,55	21,89	30,24
ott	8,22	16,41	28,58
nov	7,66	13,49	21,03
dic	3,57	10,15	16,70



Periodo	Media	Massima	Cumulata
Anno	0,06	9,39	483,87
Primavera	0,08	3,14	182,51
Estate	0,02	5,92	34,35
Autunno	0,07	6,33	156,65
Inverno	0,05	9,39	110,36
gen	0,01	1,00	4,06
feb	0,01	0,86	9,67
mar	0,17	3,14	124,78
apr	0,05	1,57	38,45
mag	0,03	2,31	19,28
giu	0,02	2,55	16,85
lug	0,01	1,72	9,58
ago	0,01	5,92	7,92
set	0,08	6,33	58,39
ott	0,05	4,97	40,67
nov	0,08	5,51	57,59
dic	0,13	9,39	96,63

## 6 STATO ATTUALE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

I dati di seguito riportati sono stati estrapolati dalla "Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria nella regione siciliana - anno 2019", realizzata da arpa Sicilia.

### 6.1 La zonizzazione del territorio

Il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, che attua a livello nazionale le norme europee sulla qualità dell'aria previste dalla direttiva 2008/50/CE, demanda alle Regioni ed alle provincie autonome il compito di suddividere il proprio territorio in zone o agglomerati ai fini di organizzare il controllo e di eseguire la valutazione della qualità dell'aria.

Con D.A. A.R.T.A. n.176/GAB del 9 Agosto 2007 è stato approvato il Piano Regionale di Coordinamento per la Tutela della qualità dell'aria ambiente. Il suddetto Decreto fornisce indirizzi per la predisposizione degli strumenti attuativi (piani d'azione e programmi) tenendo conto della necessità di collaborazione tra i diversi livelli istituzionali.

Con D.A. A.R.T.A. n.94 del 24 luglio 2008 sono stati approvati l'Inventario regionale delle emissioni in aria ambiente e la valutazione della qualità dell'aria e zonizzazione del territorio.

La Regione Siciliana con la Deliberazione della Giunta Regionale n. 268 del 18.07.2018 ha approvato il Piano regionale di coordinamento della qualità dell'aria ambiente;

Redatto in conformità al D.Lgs. 155/2010 provvedimento attuativo della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, rappresenta lo strumento di pianificazione e coordinamento delle strategie di intervento volte a garantire il mantenimento della qualità dell'aria sul territorio regionale o il suo miglioramento dove necessario.

Il piano, riporta una descrizione dettagliata dello stato della componente a partire dalla ricomposizione dell'inventario delle emissioni per inquinante e per territori interessati, dal quale emerge, con evidenza, la concentrazione delle criticità in prossimità dei grandi agglomerati urbani e delle aree industriali, con magnitudine dell'impatto sull'atmosfera proporzionalmente crescente al carico insediativo, alla tipologia e intensità delle attività produttive. L'inventario è stato riscontrato con i rilevamenti derivanti dalle reti di monitoraggio e con i dati meteorologici.

La zonizzazione assunta dal piano deriva dal Progetto di nuova zonizzazione e classificazione del territorio della Regione Sicilia, approvato con Decreto Assessoriale n. 97 del 25/06/2012 è riassunta come segue:

- *IT1911 Agglomerato di Palermo*  
Include il territorio del comune di Palermo e dei comuni limitrofi, in continuità territoriale con Palermo;
- *IT1912 Agglomerato di Catania*  
Include il territorio del comune di Catania e dei comuni limitrofi, in continuità territoriale con Catania;
- *IT1913 Agglomerato di Messina*  
Include il comune di Messina;
- *IT1914 Aree Industriali*  
Include i comuni sul cui territorio insistono le principali aree industriali ed i comuni sul cui territorio la modellistica di dispersione degli inquinanti atmosferici individua una ricaduta delle emissioni delle stesse aree industriali;
- *IT1915 Altro*  
Include l'area del territorio regionale non inclusa nelle zone precedenti.

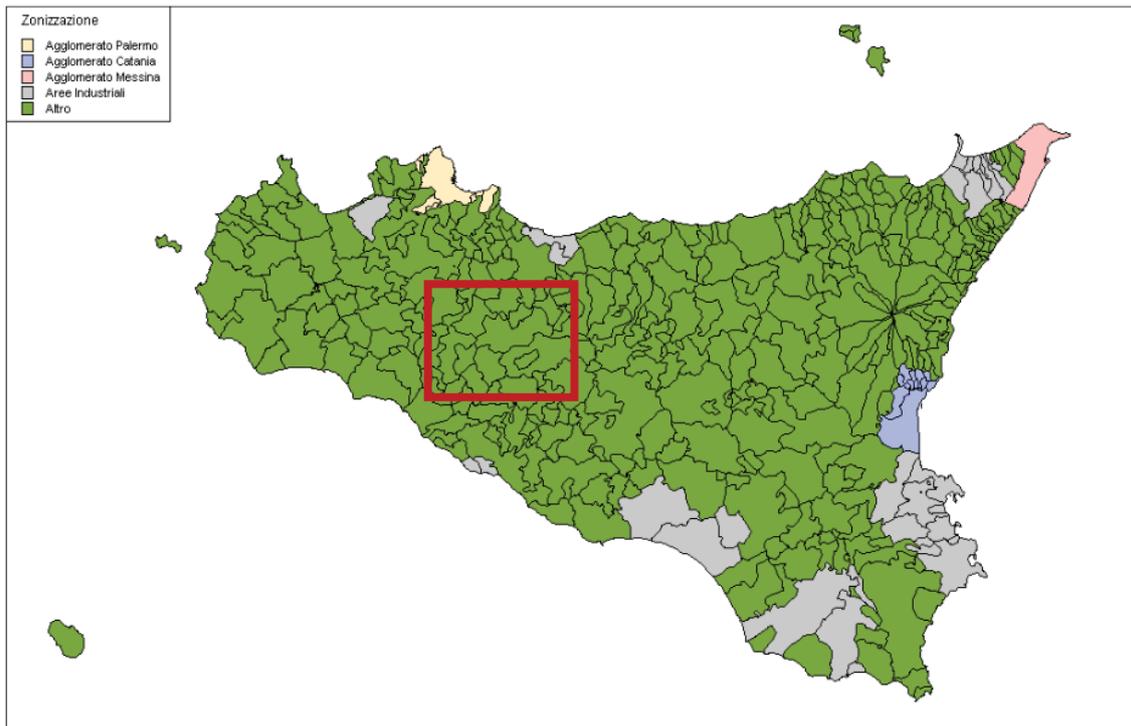


Figura 6-1 Zonizzazione e classificazione del territorio regionale di Sicilia

ZONE_NAME	Agglomerato di Palermo	Agglomerato di Catania	Agglomerato di Messina	Aree Industriali	Altro
ZONE CODE	IT1911	IT1912	IT1913	IT1914	IT1915
POLL TARG	SH; NH; P; P2_5; L; C; B; O_H; As; Cd; Ni; BaP	SH; NH; P; P2_5; L; C; B; O_H; As; Cd; Ni; BaP	SH; NH; P; P2_5; L; C; B; O_H; As; Cd; Ni; BaP	SH; NH; P; P2_5; L; C; B; O_H; As; Cd; Ni; BaP	SH; SE_AT; NH; NV_AT; P; P2_5; L; C; B; O_H; O_V; As; Cd; Ni; BaP
ZONE TYPE	Ag	Ag	Ag	NoAg	NoAg
SO2 obiettivo salute umana SH AT	SVI-SVS	SVI	SVS	SVS	SVI-SVS
SO2 obiettivo ecosistemi SE AT	-	-	-	-	-
NO2 obiettivo salute umana (media ora) NH H AT	SVS	SVS	SVS	SVS	SVS
NO2 obiettivo salute umana (media anno) NH Y AT	SVS	SVS	SVS	SVS	SVS
NOx obiettivo vegetazione NV AT	-	-	-	-	-
PM10 obiettivo salute umana (media giorno) P D AT	SVS	SVS	SVS	SVS	SVS
PM10 obiettivo salute umana (media anno) P Y AT	SVS	SVI-SVS	SVS	SVS	SVS
PM2.5 obiettivo salute umana P2_5 Y AT	SVS	SVS	SVS	SVS	SVS
Piombo obiettivo salute umana L AT	SVI	SVS	SVS	SVI	SVI
Benzene obiettivo salute umana B AT	SVS	SVI	SVI-SVS	SVS	SVS
CO obiettivo salute umana C AT	SVI-SVS	SVI	SVI	SVI	SVI-SVS
Ozono obiettivo salute umana O H	>OLT	>OLT	>OLT	>OLT	>OLT
Ozono obiettivo vegetazione O V	-	-	-	-	-
Arsenico obiettivo salute umana AS AT	SVS	SVS	SVS	SVS	SVI-SVS
Cadmio obiettivo salute umana CD AT	SVS	SVS	SVS	SVS	SVI-SVS
Nichel obiettivo salute umana NI AT	SVS	SVS	SVS	SVS	SVI-SVS
Benzo(a)pirene obiettivo salute umana BAP AT	SVS	SVS	SVS	SVS	SVI-SVS
Area (km <sup>2</sup> )	230,58	285,97	211,23	2768,12	22234,01
Population	811121	497202	242503	694766	2805483
Population Density	3517,7	1738,7	1148,1	251,0	126,2

Legenda:

UAT Upper Assessment Threshold  
LAT Lower Assessment Threshold  
UAT - LAT Between LAT UAT  
LTO\_U Upper Long Term Objective  
LTO\_L Lower Long Term Objective

SVS Soglia Valutazione Superiore  
SVI Soglia Valutazione Inferiore  
SVI-SVS tra SVI e SVS  
>OLT Superiore all'obiettivo a lungo termine  
<OLT Inferiore all'obiettivo a lungo termine

Tabella 6-1 Classificazione delle zone come deriva dal Programma di Valutazione allegato al Progetto di nuova zonizzazione

Come si evince dalla zonizzazione sopra riportata l'area di progetto in esame ricade nel territorio definito "Altro".

## 6.2 Ubicazione delle stazioni di monitoraggio

Conformemente a quanto previsto dal decreto legislativo 155/2010 e in relazione alle caratteristiche delle principali fonti di emissione presenti nei siti, le stazioni fisse di rilevamento si definiscono da traffico, di fondo e industriali e in relazione alla zona operativa si indicano come urbane, suburbane e rurali.

In sintesi, le stazioni si classificano in:

- stazioni di fondo urbano (FU): stazione inserita in aree edificate in continuo o almeno in modo predominante dove il livello di inquinamento non è influenzato prevalentemente da specifiche fonti ma dal contributo integrato di tutte le fonti (industrie, traffico, riscaldamento, etc.);
- stazione di fondo suburbano (FS): stazione inserita in aree largamente edificate dove sono presenti anche zone non urbanizzate e dove il livello di inquinamento non è influenzato prevalentemente da specifiche fonti ma dal contributo di tutte le fonti (industrie, traffico, riscaldamento, etc.);
- Stazione di traffico urbano (TU): stazione inserita in aree edificate in continuo o almeno in modo predominante dove il livello di inquinamento è influenzato prevalentemente da emissioni di traffico provenienti da strade limitrofe con intensità di traffico medio alta;
- stazioni di fondo rurale regionale (R-REG);
- stazioni di fondo rurale remote (R-REM);
- stazioni di fondo rurale "near city allocated" (R-NCA)

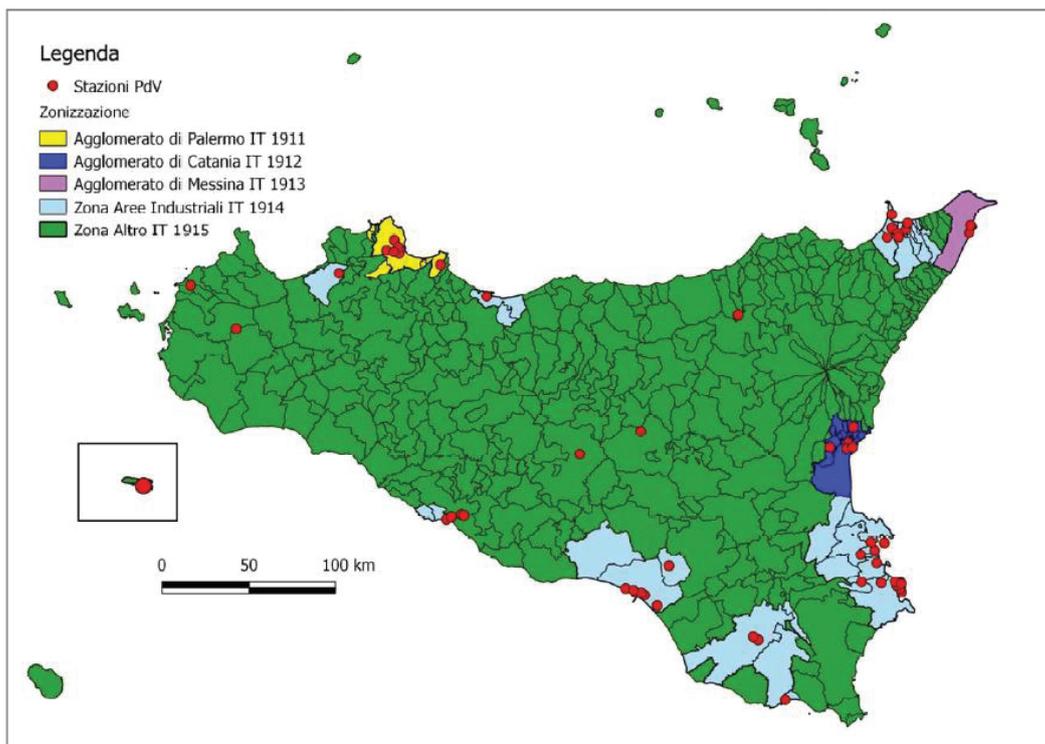


Figura 6-2 Ubicazione delle stazioni fisse previste del Programma di Valutazione (PdV)

## 6.3 Risultati dei rilievi

### 6.3.1 Biossido di azoto

Nel periodo 2015-2019 si evidenzia che:

- in tutti gli anni i valori medi e i valori massimi delle distribuzioni relativi alle stazioni di traffico sono più elevati rispetto a quelli delle stazioni di fondo urbano e suburbano
- l'andamento della concentrazione mediana è complessivamente decrescente per le stazioni di traffico e sostanzialmente stazionario per quello di fondo
- l'analisi statistica per l'agglomerato di Palermo dove si registrano superamenti del valore limite in tutti gli anni presi in esame mostra un aumento della concentrazione annua mediana nell'ultimo triennio e la diminuzione di quella massima mantenendo complessivamente un trend stazionario la zona aree industriali ha mostrato un leggero aumento della concentrazione annua mediana e la diminuzione di quella massima mantenendo complessivamente un trend stazionario.

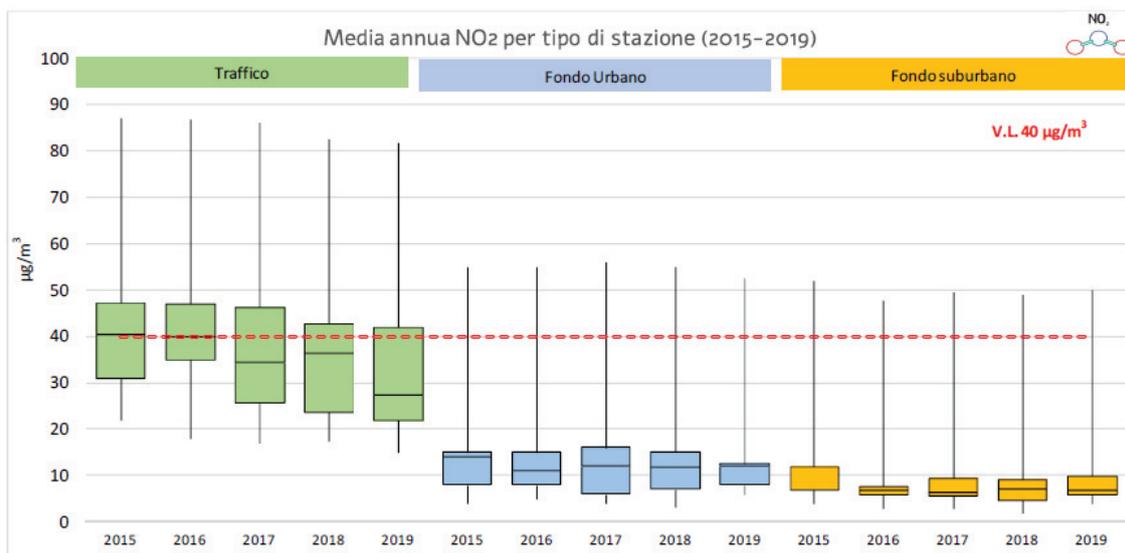


Figura 6-3 Dati di concentrazione media annua di NO<sub>2</sub> per tipo di stazione - periodo 2015 2019

In riferimento all'anno 2019 si ha la seguente situazione per zona e per tipologia di stazione:

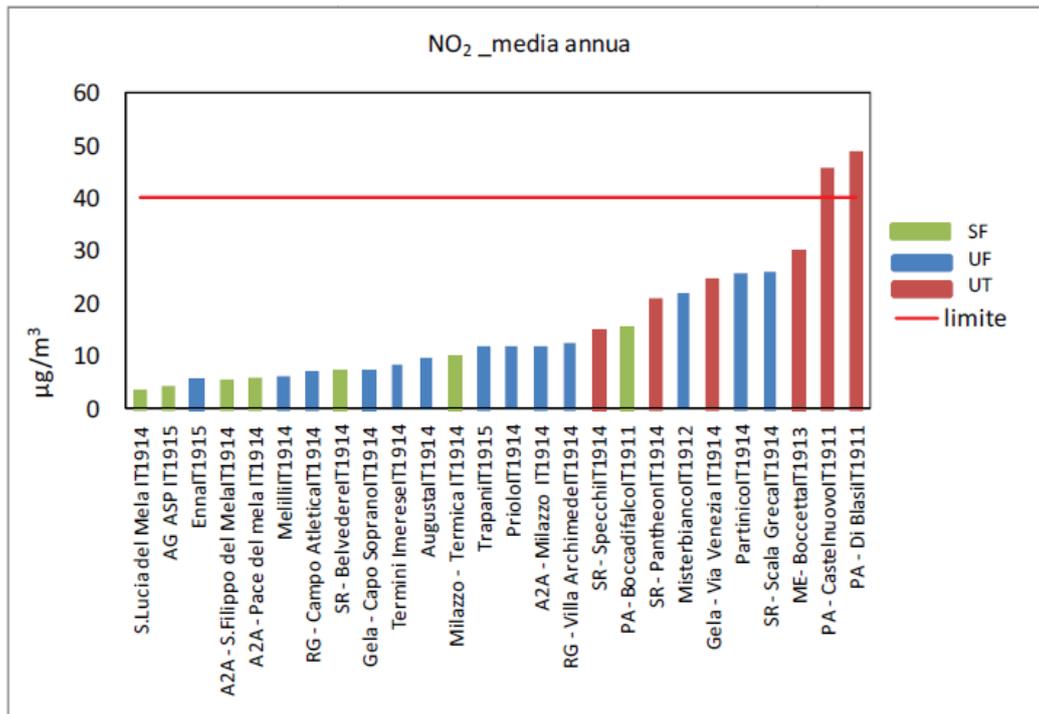


Figura 6-4 Concentrazioni medie annue di NO<sub>2</sub> per zona e tipologia di stazione – anno 2019

### 6.3.2 Monossido di carbonio

Per quanto riguarda il monossido di carbonio nel 2019 non sono mai stati registrati, in nessuna delle stazioni della rete di monitoraggio, superamenti del valore limite per la protezione della salute umana, espresso come massimo della media mobile su 8 ore.

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI RILEVATI NELL'ANNO 2019 DAGLI ANALIZZATORI DI CO UTILIZZATI PER IL MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA REGIONE SICILIANA					CO				
					8 ore <sup>1</sup>		Rispetto copertura minima	Sufficiente distribuzione temporale nell'anno	
					n°	%			
AGGLOMERATO DI PALERMO IT1911									
6	IT1911	Di Blasi (Viale Regione Siciliana)	U	T	P_D_C	O	85%	no	si
AGGLOMERATO DI CATANIA IT1912									
12	IT1912	Misterbianco	U	F	S	O	84%	no	si
9	IT1912	CT - Vittorio Veneto	U	T	A_P_C	nd	nd	no	nd
AGGLOMERATO DI MESSINA IT1913									
13	IT1913	Messina Bocchetta	U	T	A_P_C	O	95%	si	si
AREE INDUSTRIALI IT1914									
15	IT1914	Porto Empedocle <sup>(12)</sup>	S	F	A_I_C	O	53%	no	no
21	IT1914	Gela - Via Venezia	U	T	A_I_C	O	75%	no	no
22	IT1914	Niscemi	U	T	A_I_C	nd	nd	si	nd
25	IT1914	Milazzo - Termica	S	F	A_I_C	O	48%	no	no
26	IT1914	A2A - Milazzo <sup>(13)</sup>	U	F	X	O	100%	si	si
27	IT1914	A2A - Pace del mela <sup>(13)</sup>	S	F	X	O	100%	si	si
28	IT1914	A2A - S.Filippo del Mela <sup>(13)</sup>	S	F	X	O	100%	si	si
30	IT1914	Partinico	U	F	A_I_C	O	89%	si	si
31	IT1914	Termini Imerese	U	F	A_I_C	O	95%	si	si
33	IT1914	RG - Villa Archimede	U	F	X	O	87%	si	si
43	IT1914	SR -Teracati	U	T	X	O	8%	no	no
ALTRO IT1915									
50	IT1915	Enna	U	F	S_O_C	O	100%	si	si
51	IT1915	Trapani	U	F	P_O_C	O	93%	si	si

1) Valore Limite (10 µg/mc come Max. delle media mobile trascianta di 8 ore) per la protezione della salute umana da non superare nell'anno civile ai sensi del D. Leg 155/10

X = Strumenti/stazioni non pdv esistenti nelle zone dichiarate a rischio di crisi ambientale che si ritiene di mantenere in funzione per gli aspetti di controllo

S: Stazione di supporto nell'Agglomerato di Catania per indisponibilità della stazione CT-Parco Gioieni

### 6.3.3 Particolato

Le distribuzioni delle concentrazioni medie annue di PM<sub>10</sub> sono state raggruppate per tipo di stazione e per agglomerato zona.

Nel periodo 2015-2019 si evidenzia che:

- in tutti gli anni i valori mediani e i valori massimi delle distribuzioni relative le sezioni di traffico sono più elevati rispetto a quelle delle stazioni di fondo urbano e suburbano;
- il trend è sostanzialmente stazionario per la concentrazione mediana della distribuzione relativa sia alle stazioni di traffico che di fondo urbano, mentre è in aumento per le stazioni di fondo suburbano;
- la concentrazione massima delle distribuzioni è per tutte le tipologie di stazioni in diminuzione;
- l'analisi statistica per l'agglomerato di Palermo ha mostrato un aumento della concentrazione annua come mediana e la diminuzione di quella massima mantenendo complessivamente un trend

- stazionario;
- il trend relativo alle aree alle zone aree industriali risulta per pressoché stazionario per la concentrazione mediana in diminuzione per la concentrazione massima della distribuzione.

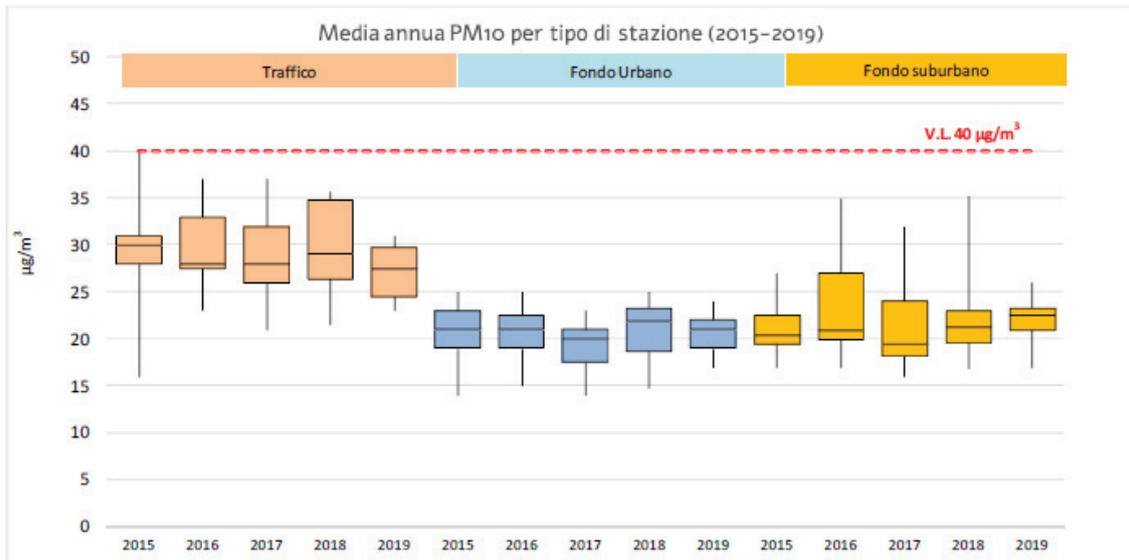


Figura 6-5 Dati di concentrazione media annua di PM10 per tipo di stazione - periodo 2015 2019

In riferimento all'anno 2019 si ha la seguente situazione per zona e per tipologia di stazione

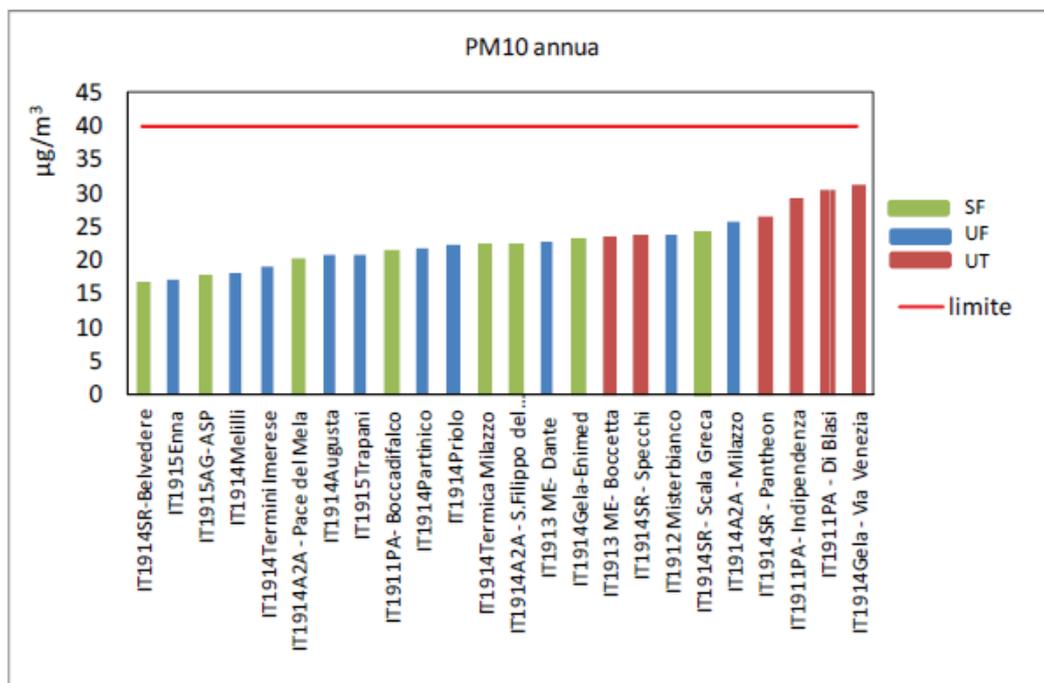


Figura 6-6 Concentrazioni medie annue di PM10 per zona e tipologia di stazione – anno 2019

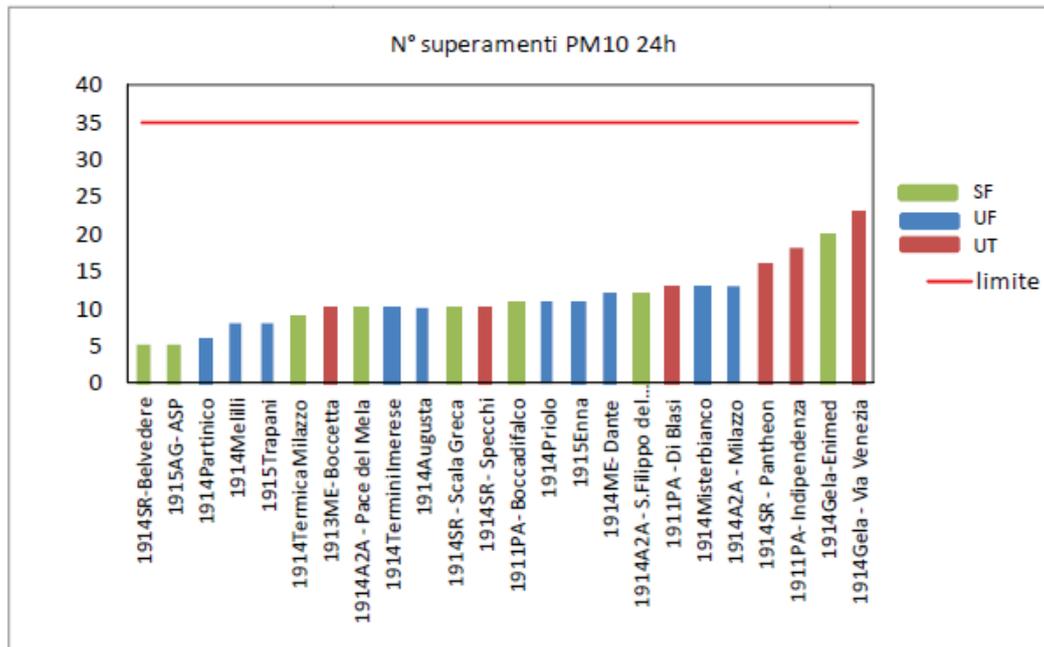


Figura 6-7 Numero di superamenti della concentrazione limite giornaliera di PM10 per zona e tipologia di stazione – anno 2019

#### 6.4 Valori di riferimento per il sito di interesse

Nel caso specifico non sono presenti stazioni di monitoraggio nelle immediate vicinanze dell'area di progetto; in considerazione della significatività della rete stradale e dell'ubicazione all'interno del territorio siciliano ci si può riferire alla stazione di Enna (FU), rapportandola comunque ai dati medi regionali così come sopra esposti.

In riferimento a tale stazione la media annua di PM<sub>10</sub> può essere considerata intorno a 15 µg/m<sup>3</sup>, mentre quella di NO<sub>2</sub> intorno a 10 µg/m<sup>3</sup>. I valori di CO, così come in tutta la Regione, sono ampiamente al di sotto dei limiti normativi e possono essere considerati del tutto trascurabili.

## 7 VALUTAZIONE PREVISIONALE IN ESERCIZIO

### 7.1 Modello di simulazione

Per le simulazioni presentate in questo studio è stato utilizzato il software previsionale MMS CALINE, che implementa il modello di dispersione CALINE. Il programma elabora, per ogni stringa oraria dei dati meteo, la diffusione degli inquinanti implementati come sorgenti lineari associati ai diversi tratti stradali con i corrispondenti fattori di emissioni.

Il post processore MMS RUNANALYZER consente di aggregare i dati e di renderli disponibili per il loro confronto. CALINE appartiene alla categoria dei modelli gaussiani e tiene espressamente conto della forma lineare della sorgente e della turbolenza indotta dal moto degli autoveicoli.

I dati di ingresso richiesti da questo modello riguardano le caratteristiche geometriche dei tratti stradali (coordinate degli estremi, larghezza, quota al di sopra del suolo), la tipologia di ogni tratto stradale (a raso, interrato, in barriera, ponte) e del dominio di calcolo (posizione e quota dei recettori in corrispondenza dei quali si calcolano le concentrazioni).

Per ogni tratto stradale sono inoltre necessari i fattori di emissione di ciascun inquinante. È inoltre necessario disporre dei parametri meteorologici che influenzano la dispersione degli inquinanti: velocità e direzione del vento, altezza dello strato di rimescolamento, classe di stabilità atmosferica secondo Pasquill-Gifford. Le variabili meteorologiche con media oraria devono avere natura puntuale.

### 7.2 I fattori di emissione

#### 7.2.1 Parco auto della provincia di Agrigento 2020

Per il calcolo dei fattori di emissione medi si è tenuto conto della consistenza del parco veicolare della provincia di Agrigento riferiti all'anno 2020 elaborato da ACI:

CATEGORIA	ALIMENTAZIONE	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	TOTALE
Autovetture	BENZINA Totale	30.384	8.436	25.845	18.160	25.518	8.531	11.206	<b>128.193</b>
	BENZINA E GAS LIQUIDO Totale	1.380	457	698	299	2.253	788	568	<b>6.444</b>
	BENZINA E METANO Totale	49	11	39	45	230	107	35	<b>516</b>
	GASOLIO Totale	6.129	2.683	12.705	28.873	54.377	31.363	22.444	<b>158.576</b>
	IBRIDO BENZINA Totale					4	25	719	<b>748</b>
	IBRIDO GASOLIO Totale						3	82	<b>85</b>
	METANO Totale	5	3	3	1	6	11	14	<b>43</b>
Veicoli industriali leggeri	BENZINA Totale	372	140	357	329	186	87	63	<b>1.539</b>
	GASOLIO Totale	5.840	2.525	4.627	6.405	5.900	2.628	2.113	<b>30.042</b>
Veicoli industriali pesanti	BENZINA Totale	58	2						<b>64</b>
	GASOLIO Totale	6.620	624	954	880	131	273	182	<b>9.709</b>
Motocicli		12.205	9.686	7.507	15.792	4.434			<b>49.654</b>
Autobus		137	41	121	164	31	74	65	<b>634</b>

### 7.2.2 Fattori di emissione Sinanet 2018

I fattori di emissione propri per ciascuna categoria veicolare sono stati estratti dall'archivio SINANET per l'ultimo anno disponibile (2018):

Category	Fuel	CO 2018 g/km TOTALE	NOx 2018 g/km TOTALE	PM2.5 2018 g/km TOTALE	PM10 2018 g/km TOTALE
Passenger Cars	Petrol	1,6209	0,1465	0,0135	0,0235
Passenger Cars	Diesel	0,0657	0,5410	0,0281	0,0381
Passenger Cars	Petrol Hybrid	0,3754	0,0346	0,0135	0,0235
Passenger Cars	LPG Bifuel	0,7084	0,0750	0,0129	0,0228
Passenger Cars	CNG Bifuel	0,8652	0,0836	0,0132	0,0232
Light Commercial Vehicles	Petrol	3,7482	0,2753	0,0185	0,0324
Light Commercial Vehicles	Diesel	0,2373	1,0546	0,0533	0,0672
Heavy Duty Trucks	Petrol	3,4069	4,4343	0,0454	0,0884
Heavy Duty Trucks	Diesel	0,9720	3,1315	0,1118	0,1534
Buses	Diesel	1,1336	4,2799	0,1163	0,1509
Buses	CNG	0,9722	4,4494	0,0645	0,1187
Mopeds	Petrol	3,7477	0,1566	0,0470	0,0531
Motorcycles	Petrol	4,7816	0,1679	0,0245	0,0298

### 7.2.3 Fattori di emissione medi

Con il parco auto e i fattori di emissione è stato definito un valore di emissione medio per ciascun tipo di inquinante, che pesa le categorie rispetto all'effettiva ripartizione riscontrabile sul territorio in esame.

Nella tabella seguente sono stati computati i fattori di emissione allo stato attuale e i fattori di emissione rielaborati per lo scenario a medio e lungo termine SDP2, a circa 20 anni dall'apertura della nuova configurazione, per il quale è stata considerata una riduzione percentuale del 10% su ogni tipologia di inquinante rispetto al calcolo effettuato per la situazione Ante Operam:

FATTORI DI EMISSIONE [g/km]	CO	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
SCENARIO DI FATTO (ANTE)	<b>0,9612</b>	<b>0,5220</b>	<b>0,0397</b>	<b>0,0284</b>
SCENARIO DI PROGETTO (POST)	<b>0,8650</b>	<b>0,4698</b>	<b>0,0357</b>	<b>0,0256</b>

La riduzione del 10% è stata considerata alla luce della variazione dei fattori di emissione del 2017 con gli ultimi disponibili (2018).

### 7.3 Lo stato di fatto

#### 7.3.1 Dati di traffico SDF

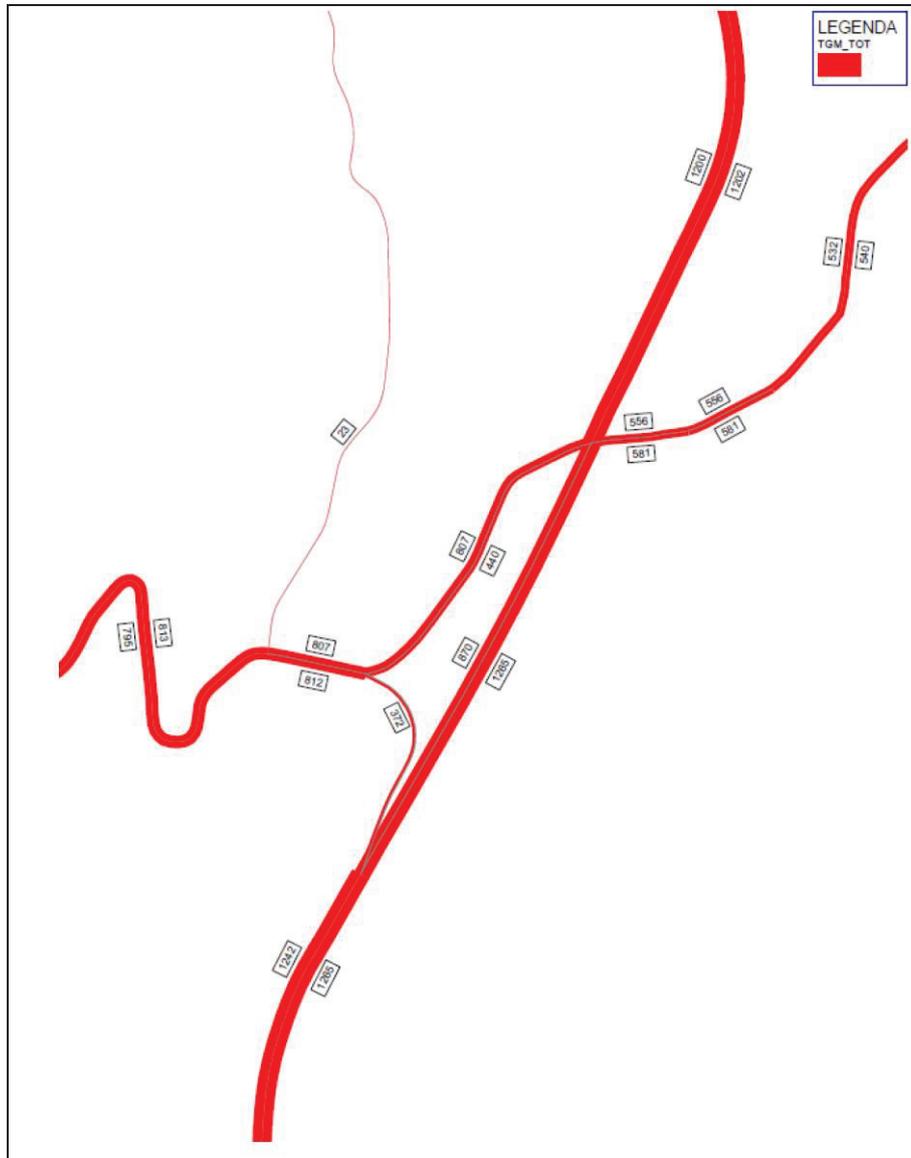


Figura 7-1 SDF – Flussogramma TGM (veicoli totali)

TGM	2402	1247	372			1619			1072	1137		
	<b>SS189</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
ORA DIURNA	135	70	21			91			60	64		
	1	1	1			1			1	1		
ORA NOTTURNA	30	16	5			20			13	14		
	0,2	0,2	0,2			0,2			0,2	0,2		

### 7.3.2 Risultati del calcolo previsionale SDF

Al fine di evidenziare il contributo delle sole sorgenti stradali considerate non è stato impostato il valore di fondo di riferimento, che sarà quindi confrontato con i risultati ottenuti per valutarne la significatività. Va innanzitutto osservato che i flussi relativi allo svincolo e all'asse principale rappresentato dalla SS189 sono estremamente esigui: questo si traduce in valori di concentrazioni degli inquinanti quasi trascurabili. Nello specifico tutti gli inquinanti indagati sono due ordini di grandezza inferiori rispetto ai limiti (riferiti alle medie annuali).

Si riportano di seguito i valori massimi delle concentrazioni per gli inquinanti considerati:

NO <sub>2</sub> [µg/mc]	CO [mg/mc]	PM <sub>10</sub> [µg/mc]	PM <sub>2.5</sub> [µg/mc]
4.38 e-002	1.97 e-002	7.69 e-002	5.46 e-002

Le mappe isoconcentrazione sono riportate nella tavole in allegato.

## 7.4 Lo stato di progetto

### 7.4.1 Dati di traffico SDP

Lo scenario progettuale a medio – lungo termine (Stato di Progetto 2 o SDP2): è determinato dalla domanda di traffico stimabile a circa 20 anni dalla data di apertura della nuova intersezione, ricavata dall'attuale applicando opportuni tassi di crescita, a fronte della nuova configurazione dell'intersezione.

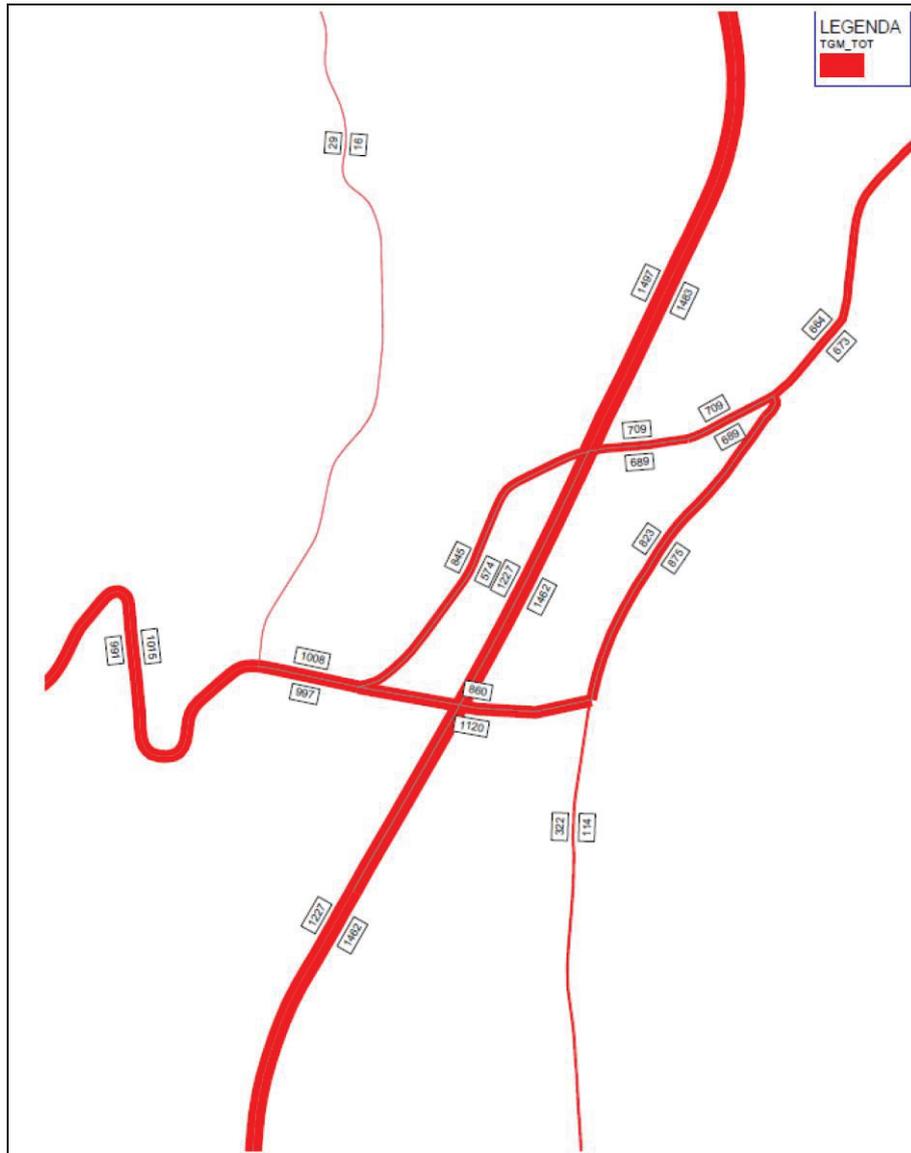


Figura 7-2 SDP2 – Flussogramma TGM (veicoli totali)

TGM	2980	574	845	1419	1980	2005	1698	436	1337	1398	689	709
	SS189	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ORA DIURNA	168	32	48	80	111	113	96	25	75	79	39	40
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ORA NOTTURNA	37	7	11	18	25	25	21	5	17	17	9	9
	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

#### 7.4.2 Risultati del calcolo previsionale SDP

Nello stato di progetto i flussi si mantengono bassi, pertanto i risultati non si discostano da quelli già elaborati per lo stato di fatto: anche in questo caso tutti gli inquinanti indagati sono due ordini di grandezza inferiori rispetto ai limiti (riferiti alle medie annuali).

I valori massimi si ridistribuiscono e si rimodulano nell'intorno dell'area di svincolo sulla base della nuova configurazione dei rami.

Si riportano di seguito i valori massimi delle concentrazioni per gli inquinanti considerati:

NO <sub>2</sub> [µg/mc]	CO [mg/mc]	PM <sub>10</sub> [µg/mc]	PM <sub>2.5</sub> [µg/mc]
8.69 e-002	1.94 e-002	4.21 e-002	6.23 e-002

Le mappe isoconcentrazione sono riportate nella tavole in allegato.

## 8 VALUTAZIONE PREVISIONALE DELLA FASE DI CANTIERE

### 8.1 Le situazioni potenzialmente più impattanti

La cantierizzazione rappresenta un transitorio all'interno del quale possono presentarsi situazioni potenzialmente critiche.

Nell'ambito del corso d'opera in oggetto e in considerazione dei ricettori individuati nell'area di interesse possono essere prese in considerazione due scenari:

- 1) il cantiere fisso CO01
- 2) le attività relative alla demolizione della rampa esistente.

Nel primo caso l'area è stata selezionata in quanto raccoglie impianti significativi per la cantierizzazione in termini di lavorazioni e di durata; nel secondo caso le attività di demolizione sono di sicuro interesse per la produzione delle polveri.

#### 8.1.1 Il cantiere CO01

Nell'area operativa, denominata CO.01, di circa 3.000mq e coincidente con un lotto di terreno agricolo a confine della SP58, si prevede la installazione delle seguenti strutture:

- n°1 box guardiania da 5,10x2,40m
- n°2 box metallici da 2,60x3,40m da destinare a ricovero attrezzature;
- n°2 bagni chimici.



Figura 8-1 Ubicazione del cantiere operativo CO01

La superficie del CO.01 dovrà essere organizzata nei seguenti settori:

- parcheggio per i mezzi d'opera;
- lavorazione delle armature e delle casserature;
- stoccaggio materiali da costruzione
- deposito carburanti;
- vivaio per la temporanea messa a dimore di essenze arboree espianate da reimpiantare durante i lavori di rinaturazione;
- stoccaggio coltre vegetale provenienti dallo scotico e da utilizzare per le successive fasi di rinaturazione previste in progetto.

### 8.1.2 Demolizione della rampa esistente

La fase di demolizione della rampa esistente risulta, dal punto di vista esecutivo, quella con i maggiori livelli di criticità sia per i livelli di emissione (rumore, vibrazioni, polveri) che di interferenze con le infrastrutture esistenti (SS189 e linea ferroviaria Agrigento-Palermo).



**Figura 8-2 Inquadramento area di intervento**

Sono previste le seguenti attività:

Demolizione rampa esistente	F12.1	Demolizione pavimentazione bituminosa	8
	F12.2	Montaggio reti di protezione e smontaggio barriere di sicurezza	10
	F12.3	Demolizione meccanica giunti e soletta di chiusura	25
	F12.4	Demolizione cordoli	45
	F12.5	Deviazione traffico sulla SS189	2
	F12.6	Rimozione campata sulla SS189 - Riattivazione SS189	2
	F12.7	Coordinamento RFI e rimozione campata sul rilevato ferroviario	6
	F12.8	Demolizione pila a monte del rilevato ferroviario	10
	F12.9	Demolizione pila a valle del rilevato ferroviario	10
	F12.10	Demolizione spalla di monte	15
	F12.11	Parzializzazione SS189 - demolizione muro, pile intermedie e	40
	F12.12	Riattivazione traffico sulla SS189	2

## 8.2 Modello di simulazione WinDIMULA

La simulazione è eseguita con il software MMS WinDimula, che utilizza un modello per il calcolo della diffusione e deposizione di inquinanti in atmosfera.

Parimenti al software AERMOD, MMS WinDimula è un modello gaussiano adatto per scala locale come quella riferita alle aree di cantiere (nello specifico per scala spaziale locale < ~15 km).

Al fine di dettagliare l'analisi, è utilizzato il preprocessore MMS LandUse per preparare per l'area di calcolo e le condizioni al contorno per la propagazione, con dati orografici.

Infine, il postprocessore MMS RunAnalyzer consente di aggregare in dati in uscita da WinDimula e di renderli disponibili per il confronto con i limiti normativi.

Parametri meteorologici

I parametri meteo climatici sono stati impostati per l'anno 2020, tenendo conto delle prevalenze di ventosità sul sito considerato.

### 8.2.1 Parametri orografici

L'orografia del sito è stata ricostruita tramite il software LandUse.

### 8.2.2 Parametri progettuali

Per il cantiere operativo CO01 sono state considerate sia le sorgenti puntuali in azione sul sito per otto ore, sia la movimentazione del materiale sul sito specifico, il cui contributo influisce sulla concentrazioni delle polveri in uscita.

In via indicativa possono essere ipotizzate in continuo sulla giornata lavorativa i seguenti mezzi d'opera:

Numero	Macchinari
2	Escavatori
1	Pala meccanica
1	Autocarro

Le macchine sono state ipotizzate come sorgenti puntuali, con emissioni all'altezza di 1 metro dal suolo per gli inquinanti PM10 e NOx:

Macchine di cantiere	Potenza motore [KW]	EF del PM <sub>10</sub> [g/s]	EF del NO <sub>x</sub> [g/s]
Pala gommata	175	0,0015	0,0276
Escavatore	175	0,0013	0,0243
Autocarro	250	0,0011	0,0320

Tabella 8-1 Fattori di emissione fonte: South Coast Air Quality Management District – “Off road mobile Source emission Factor”

Per la rampa è stata considerata la sua massa totale, il tempo in cui se ne prevede la demolizione e da ciò è stato ricavata una superficie di emissione per l'inquinante PM10:

Attività	Materiale di risulta
Demolizione soletta	1012,50
Demolizione di travi	1188,00
Demolizione di pulvini	315,00
Demolizioni di pile	636,15
Demolizioni di spalle	216,00
Lato SS 189	210,00
Lato Rotatoria 01	80,00
Sommano mc.	3657,65

Alla luce dei giorni destinati alla demolizione, del volume che si può pensare come totalmente disciolto nel processo di demolizione (1%) e delle aree di lavoro si giunge ad un'emissione areale di 2.08 g/s.

### 8.2.3 Maglia di calcolo

Per il calcolo delle concentrazioni dovute alle macchine con il software WinDimula è stata ricostruita una maglia di calcolo centrata sul cantiere e sull'area di lavorazione della rampa, comprendente i primi ricettori nell'intorno. La quota di calcolo delle concentrazioni è fissata a h=1.6 metri dal suolo.

## 8.3 Risultati delle simulazioni previsionali

### 8.3.1 Concentrazioni del cantiere CO01

In riferimento all'emissione dei mezzi d'opera, le concentrazioni massime attese per il biossido di azoto

possono essere stimate intorno a  $2 \mu\text{g}/\text{mc}$  (limite annuo  $40 \mu\text{g}/\text{mc}$ ): in considerazione di un valore di fondo di circa  $10 \mu\text{g}/\text{mc}$  non sono attese criticità rispetto a tale inquinante



Figura 8-3 Concentrazioni NO<sub>2</sub>

Per quanto riguarda le emissioni di PM<sub>10</sub>, il cui valore di fondo sulla zona può essere riferito al valore di circa  $15 \mu\text{g}/\text{mc}$ , il contributo del cantiere può essere realizzato attraverso i motori delle macchine operatrici e attraverso la movimentazione dei cumuli nelle aree di stoccaggio. Componendo questi due contributi il valore massimo è atteso a 100 metri dal perimetro del cantiere, con un valore di circa  $4 \mu\text{g}/\text{mc}$ . Non sono attese pertanto condizioni di criticità (limite annuo  $40 \mu\text{g}/\text{mc}$ ).



Figura 8-4 Concentrazioni PM10

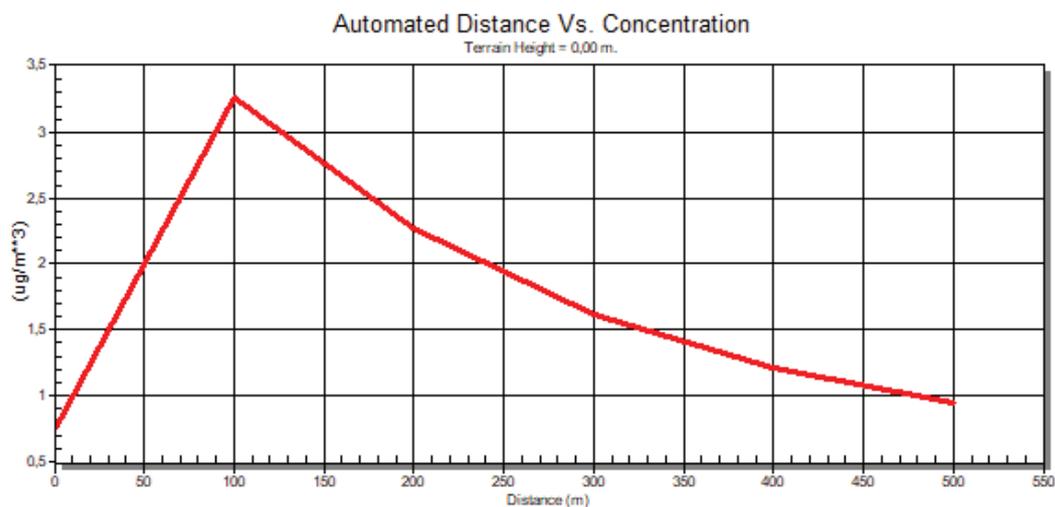


Figura 8-5 Concentrazioni attese in prossimità del cantiere operativo CO01 per movimentazione del materiale, nella condizione di massimo carico

### 8.3.2 Concentrazioni dalla demolizione della rampa

Per i PM<sub>10</sub> la soglia giornaliera di 50 µg/mc è sporadicamente raggiunta con fattore di emissione “asciutto” (worst case), per un periodo di tempo limitato all’esecuzione delle demolizioni e per ridotte distanze dalle lavorazioni (< 20 metri).

Si fa presente che tale attività eseguita in presenza di contestuali bagnature delle parti in demolizione consente una riduzione significativa del livello di polveri: si rimanda al paragrafo successivo per la descrizione di tutte le procedure di mitigazione.

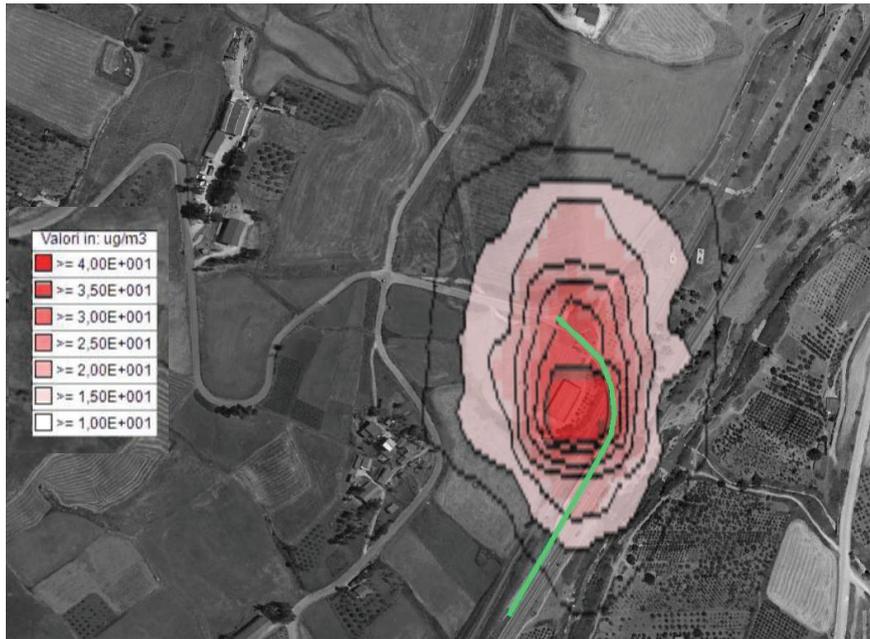


Figura 8-6 Concentrazioni attese in prossimità della demolizione della rampa (worst case)

#### 8.4 Misure di mitigazione per il contenimento delle polveri

Per la riduzione delle emissioni di polveri in atmosfera durante l'esecuzione dell'opera possono essere adottate le seguenti misure di mitigazione:

- ✓ Realizzazione piazzali e strade soggette a traffico con materiali inerti e/o stabilizzati: la superficie del cantiere base sarà completamente impermeabilizzata, così come le superfici dei cantieri operativi di stoccaggio di sostanze pericolose, mentre le superfici delle aree di cantiere e deposito maggiormente soggette a traffico veicolare e le piste temporanee verranno realizzati con uno strato di materiali inerti di idoneo spessore, eventualmente stabilizzato, volto a limitare l'innalzamento di polveri dovuto al transito dei mezzi, a beneficio della qualità dell'aria nell'area di intervento e quindi della popolazione e degli ecosistemi locali.
- ✓ Annaffiamento in periodo asciutto delle superfici pulverulente: al fine di ridurre la dispersione delle polveri si prevede, nel periodo asciutto, l'innaffiamento periodico di tutte le superfici e i piazzali non asfaltati presenti nelle aree di cantiere e di deposito e stoccaggio. Questo consentirà di ridurre le emissioni di polveri e quindi gli impatti potenziali a carico della popolazione locale, della vegetazione (alla quale la caduta di polveri sugli organi vegetativi può causare un danneggiamento) e dei corpi idrici. La frequenza delle bagnature nella misura di 2 litri per metro quadrato di superficie sterrata potrà raggiungere nei periodi particolarmente asciutti le 15 ore, in modo da ottenere abbattimento del 90 % del fattore di emissione.
- ✓ Copertura dei carichi pulverulenti con teli nelle fasi di trasporto: il trasporto di materiali pulverulenti tra le diverse aree di cantiere e deposito e i cantieri operativi avverrà coprendoli con teli antistrappo onde evitare la diffusione di polveri in atmosfera durante i tragitti.
- ✓ Pulizia pneumatici degli veicoli in uscita da cantieri e depositi: all'uscita del Cantiere base, dei cantieri operativi e delle aree di deposito è previsto il lavaggio dei pneumatici dei mezzi d'opera volte a ridurre la diffusione di polveri.

- ✓ Rispetto di bassa velocità di transito per i mezzi d'opera nelle zone di lavorazione: ai mezzi d'opera verrà imposto un limite di velocità di 30 Km/h nelle zone di lavorazione, al fine di ridurre l'innalzamento di polveri dal terreno e rischi di danneggiamento della vegetazione circostante.
- ✓ Posa in opera, se necessario, di barriere antipolvere mobili: qualora dalle attività di monitoraggio previste risultasse necessario, in corrispondenza di ricettori esposti, verranno installate intorno alle aree di lavorazione barriere antipolvere mobili.

## 8.5 Misure di mitigazione per il contenimento delle emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera

Per la riduzione delle emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera durante l'esecuzione dell'opera possono essere adottate le seguenti misure di mitigazione:

- ✓ Corretta scelta delle macchine e delle attrezzature da utilizzare: che saranno omologati, in conformità alle direttive comunitarie e nazionali;
- ✓ Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature: la scelta delle macchine e delle migliori attrezzature finalizzata alla diminuzione dell'impatto sull'atmosfera delle loro emissioni verrà completata dalla loro corretta manutenzione. Infatti, in assenza di una corretta manutenzione tali macchinari potrebbero in parte perdere le loro caratteristiche migliorative aumentando i loro livelli di emissione in atmosfera standard. Tra gli interventi di manutenzione principali si prevederà: l'eliminazione degli attriti, attraverso operazioni di lubrificazione; la sostituzione dei pezzi usurati; il controllo ed al serraggio delle giunzioni, ecc.

## 9 CONCLUSIONI

Per la fase di esercizio le simulazioni di dispersione in atmosfera degli inquinanti emessi dal traffico autoveicolare sono state realizzate con il modello di dispersione atmosferica Caline 4.

La meteorologia è stata implementata utilizzando informazioni meteo locali su San Giovanni Gemini, elaborando le osservazioni locali della rete di monitoraggio per l'anno 2020.

È stato analizzato lo scenario di progetto per lo scenario a venti anni dalla realizzazione dell'opera.

Sia per lo stato di fatto che per lo stato di progetto i flussi implementati comportano livelli di concentrazione degli inquinanti tipici del traffico stradale del tutto trascurabili.

Per quanto riguarda la cantierizzazione, l'attività del cantiere fisso CO01 comporta un contributo sui livelli di concentrazioni di polveri e di ossidi di azoto in linea con i limiti normativi e con i valori di fondo ipotizzati per la zona.

L'unica attività di interesse per la componente atmosfera rimane la demolizione della rampa, per la quale possono registrarsi valori di concentrazioni di polveri nell'ordine del limite giornaliero previsto dalla normativa.

Si deve tuttavia sottolineare come tale assunzione dipenda dalle peggiori condizioni di lavoro implementate: l'applicazione delle procedure di mitigazione, come la bagnatura contestuale allo svolgimento delle attività, consente di ridurre notevolmente i valori di concentrazione delle polveri.

Anche per la fase di corso d'opera non sono pertanto attese criticità sulla componente atmosfera.