

**A90 Svincolo Tiburtina:  
intervento di potenziamento dallo svincolo  
“Centrale del Latte” allo svincolo A24 – 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> fase funzionale**

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**

COD.

**RM105**

PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGIN S.p.A. (capogruppo mandataria)  
CREW Cremonesi Workshop S.r.l - TECNOSISTEM S.p.A  
ART Risorse Ambiente Territorio S.r.l - ECOPLAME S.r.l.

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:  
Dott. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)

CAPOGRUPPO MANDATARIA:

PROGETTAZIONE  
GRANDI  
INFRASTRUTTURE

Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Lorenzo INFANTE

PROGIN SpA.

IL GEOLOGO:  
Dott. Geol. Giovanni CARRA (ART Ambiente Risorse e Territorio S.r.l.)

MANDANTI:

  
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

  
Engineering & Technology

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:  
Dott. Ing. Michele CURIALE (Progin S.p.A.)

Direttore Tecnico:  
Dott. Arch. Claudio TURRINI

Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Andrea AVETA

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:  
Dott. Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI

  
ambiente risorse territorio

  
ambiente e paesaggio

PROTOCOLLO

DATA

Direttore Tecnico:  
Dott. Ing. Ivo FRESIA

Direttore Tecnico:  
Dott. Arch. Pasquale PISANO

**VALUTAZIONE DI IMPATTO ATMOSFERICO  
RELAZIONE**

CODICE PROGETTO

NOME FILE  
T00IA03ATMRE01B

REVISIONE

SCALA:

D P R M 1 0 5 D 2 0

CODICE  
ELAB. T 0 0 I A 0 3 A T M R E 0 1

B

-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
B	Emissione Istruttoria Anas	Novemb 2021	Microbel	L.Infante	A.Grimaldi
A	Prima emissione in bozza	Giugno 2021	Microbel	L. Infante	A. Grimaldi

# Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</b>	<b>4</b>
2.1	Interventi I stralcio	5
2.2	Interventi II stralcio	6
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>8</b>
3.1	Normativa nazionale	8
3.2	Normativa regionale	14
<b>4</b>	<b>VALUTAZIONE INQUINAMENTO ATMOSFERICO ANTE OPERAM</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>QUADRO METEO-CLIMATICO LOCALE</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>DETERMINAZIONE DELLE EMISSIONI PER LA PREVISIONE DELL'IMPATTO ATMOSFERICO</b>	<b>23</b>
6.1	Fase di esercizio	23
6.2	Fase di cantiere	25
6.2.1	Unpaved Roads – mezzi in transito su strade non pavimentate	28
6.2.2	Aggregate Handling and Storage Piles – Cumuli di terra, carico e scarico	28
6.2.3	Azione eolica sui cumuli in stoccaggio temporaneo	29
6.2.4	Attività di escavazione	30
6.2.5	Emissioni dai gas di scarico di macchine e mezzi d'opera	30
<b>7</b>	<b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEGLI IMPATTI POST OPERAM</b>	<b>31</b>
7.1	Analisi dei risultati dell'impatto Ante Operam	33
7.2	Analisi dei risultati dell'impatto nello Scenario di Adeguamento Tiburtina a 3 corsie	34
7.3	Analisi dei risultati dell'impatto Post Operam	34
<b>8</b>	<b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DEGLI IMPATTI IN CORSO D'OPERA</b>	<b>36</b>
8.1	Aree di cantiere fisse	36
8.1.1	I stralcio	36
8.1.2	II stralcio	39
8.2	Aree di cantiere mobili	42
8.2.1	I stralcio	43
8.2.2	II stralcio	44
8.3	Percorsi dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria	45
8.3.1	I stralcio	45
8.3.2	II stralcio	47
8.4	Calcolo previsionale	48
8.4.1	I stralcio	49
8.4.2	II stralcio	52
<b>9</b>	<b>MISURE DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI</b>	<b>54</b>
9.1	Fase di esercizio	55

---

9.2	Fase di cantiere .....	55
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>56</b>
	<b>ALLEGATO I – CENTRALINA DATI INQUINANTI DI ARPA LAZIO.....</b>	<b>57</b>
	<b>ALLEGATO II – METEOROLOGIA LOCALE.....</b>	<b>58</b>
	<b>ALLEGATO III – VOLUMI DI TRAFFICO .....</b>	<b>64</b>
	<b>ALLEGATO IV – DETERMINAZIONE DATI DI EMISSIONE FASE DI CANTIERE.....</b>	<b>78</b>
	<b>ALLEGATO V – UBICAZIONE POSTAZIONI RICETTORE.....</b>	<b>81</b>

## 1 PREMESSA

Il presente documento ha lo scopo di valutare l’impatto sulla componente atmosfera prodotto dalla realizzazione di una serie di interventi che modificheranno la viabilità lungo il Grande Raccordo Anulare e le infrastrutture circostanti. L’intervento si inquadra nel contesto viabilistico autostradale urbano del GRA alla intersezione della SS n°5 Tiburtina, arteria consolare in corso di adeguamento a cura di Roma Capitale.

Tali interventi riguardano i lavori di ampliamento e potenziamento del G.R.A. e dello svincolo GRA – Tiburtina con la realizzazione di complanari alle carreggiate esterna e interna, rampe di inversione di marcia e le seguenti connessioni:

- alla viabilità di Casal Monastero a nord;
- al nodo A24 a sud;
- allo svincolo della via Tiburtina al centro;
- a due connessioni a nord e a sud dello svincolo Tiburtina, il primo nei pressi del fosso di Pratolungo via Armenise, il secondo sempre a via Tiburtina.

Questi collegamenti consentiranno le relazioni con la viabilità locale. Inoltre, oggetto di indagine è anche lo svincolo della Tiburtina, che subirà delle modifiche. In vista di questi interventi, è stata analizzata l’area lungo la A90.

Gli interventi in esame sono suddivisi in due fasi funzionali con realizzazione in tempi differenti: il I stralcio riguarda il potenziamento dello svincolo GRA-Tiburtina, la realizzazione di una rampa di inversione di marcia lato nord e la realizzazione di nuove rampe di ingresso/uscita a sud; il II stralcio riguarda la realizzazione delle complanari, una rampa di inversione a sud e le altre connessioni sopra citate che vanno a integrare e completare quanto realizzato nella prima fase funzionale.

Il presente documento ha lo scopo di analizzare lo scenario complessivo determinato da quanto in progetto, tenendo in considerazione lo sfasamento temporale che occorrerà per la realizzazione dei due stralci.

Il presente documento è redatto dall’ing. Franco Bertellino, iscritto all’Ordine Ingegneri di Torino al n. 8006Y.

## 2 DESCRIZIONE DELL’INTERVENTO

Il Grande Raccordo Anulare di Roma, indicato con la sigla A90, è una moderna autostrada di circa 68 km, il cui caratteristico tracciato si presenta come un anello intorno alla Capitale, con tre corsie per ogni senso di marcia e 33 uscite numerate, collocate in media ogni 2 km circa.

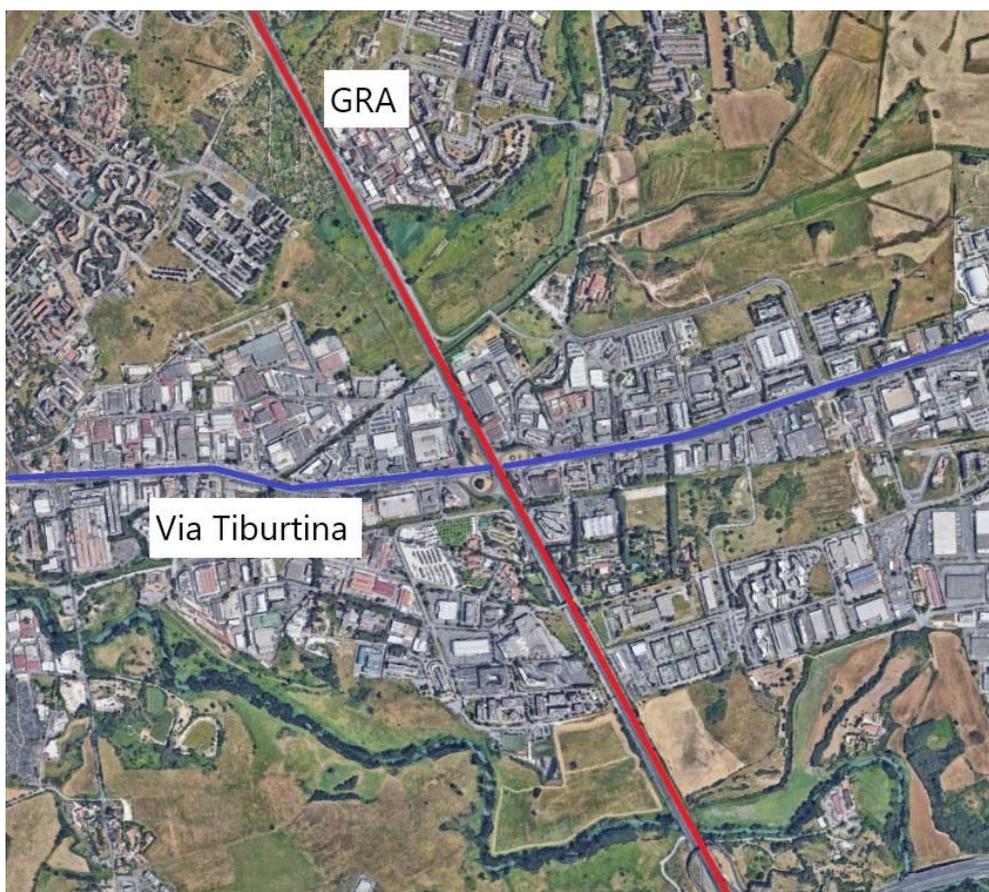
L’autostrada, conosciuta anche con l’acronimo GRA, è un’arteria fondamentale per la mobilità della Capitale e non solo. Infatti, assolve la funzione di tangenziale esterna per il collegamento delle aree periferiche di Roma, consentendo agli automobilisti di raggiungere le diverse zone della città viaggiando esternamente all’area urbana, evitando così di “soffocare” il centro cittadino. Inoltre, costituisce un raccordo autostradale con le grandi direttrici nazionali.

L’importanza del GRA risulta evidente anche dai numeri: nei tratti di maggior traffico transitano ogni giorno fino a 150mila/180mila veicoli.

Il segmento oggetto di intervento è costituito da due carreggiate, ciascuna con tre corsie di marcia di 3,75 m, separate da uno spartitraffico di 2,60 m. Gli svincoli sono presenti all’incrocio con via Tiburtina e permettono sia l’ingresso nella viabilità locale, ma anche nel GRA.

Il territorio circostante è caratterizzato dalla presenza di un tessuto urbano compatto nel tratto dove vi sono gli svincoli di via Tiburtina. La maggior parte dei fabbricati sono di destinazione industriale, mentre quelli residenziali, presenti in minor quantità, si trovano principalmente lungo il GRA (Fig.1).

Dal punto di vista geomorfologico, l’area presenta rilievi di modesta altitudine (circa 40m s.l.m.) contrapposte alle zone pianeggianti (circa 20m s.l.m.) dove scorre il fiume Aniene e la sua affluente, Fosso di Pratolungo.



*Figura 1 – Inquadramento territoriale*

La presenza degli insediamenti industriali nelle aree adiacenti a via Tiburtina, determina un’alta presenza di veicoli pesanti a cavallo del GRA e anche un intenso traffico di mezzi leggeri. Tale situazione e gli insufficienti collegamenti di distribuzione del flusso di traffico sono la causa dell’elevata congestione delle infrastrutture presenti.

## 2.1 Interventi I stralcio

Il progetto del I stralcio è suddivisibile nei seguenti interventi:

- Inversione di marcia lato Nord;  
Il progetto prevede l’inserimento di una rampa sulla carreggiata esterna poco dopo aver superato il fosso di Pratolungo per realizzare l’inversione di marcia. L’intervento richiede tuttavia una deviazione della viabilità locale di via G. Armenise per far posto all’opera di viadotto di scavalco delle carreggiate. Le tipologie di intervento sono rappresentate da rilevati per le rampe e per la deviazione e viadotto per lo scavalco.



*Figura 2 – Planimetria rampa inversione di marcia nord*

- Adeguamento Svincolo SS 5 Tiburtina;  
Il progetto prevede un adeguamento della rampa di ingresso sulla carreggiata esterna provenienze Tivoli, grosso modo inalterata la rampa di uscita direzione Tivoli e Roma centro; adeguamento delle rampe di ingresso e uscita carreggiata interna direzione Tivoli e Roma centro. L'intervento, con l'ampliamento dello scavalco su Via Tiburtina, comporta anche l'adeguamento della via Tiburtina nel tratto prima citato.



*Figura 3 – Planimetria interventi adeguamento svincolo Tiburtina*

- Nuove rampe a Sud;  
A sud dello svincolo il progetto prevede l'inserimento di una rampa in uscita dalla carreggiata esterna che confluisce in via G. Sabatino e due nuove rampe in entrata e uscita dalla carreggiata interna.

Le principali opere d'arte previste per la prima fase funzionale sono il viadotto di inversione di marcia nord e lo scavalco Tiburtina.

## 2.2 Interventi II stralcio

Il progetto di potenziamento del GRA secondo stralcio consiste essenzialmente nella realizzazione di due complanari, una lato carreggiata interna e una lato carreggiata esterna, nel settore compreso tra gli svincoli di Casal Monastero – Tiburtina – Nodo A24.

La lunghezza complessiva dell'intervento è pari a circa 2+870m per la complanare interna e 2+985m per la complanare esterna.

Rispetto all'attuale estensione del GRA-A90 l'intervento di progetto si sviluppa tra le progressive 28+310 e 31+290 circa in direzione nord – sud ossia dallo svincolo di Casal Monastero procedendo verso lo svincolo interconnessione A24.

Dal punto di vista funzionale le due complanari di progetto consentono un significativo sgravio delle condizioni di esercizio sul GRA nel settore compreso tra gli svincoli 12 – 13 e 14, raccogliendo e ridistribuendo il traffico della viabilità attualmente afferente al GRA (via Belmonte in Sabina in corrispondenza dello svincolo di Casal Monastero, la strada statale Tiburtina in corrispondenza dello svincolo Tiburtina, l'autostrada A24 in corrispondenza del nodo Gra-A24).

In particolare si segnala che:

- la complanare interna consente il collegamento diretto (ossia senza impegnare il GRA) tra l'arteria urbana di via Tiburtina e la A24;
- la complanare esterna viceversa consente il collegamento diretto dalla A24 alla via Tiburtina;
- le due complanari agevolano la relazione tra via Tiburtina e il GRA in direzione Nord ossia verso lo svincolo Aurelia – Interconnessione A1.

La connessione tra le due complanari avviene attraverso due rampe d'inversione: la prima (rampa di inversione nord) viene realizzata con il primo stralcio funzionale ed è ubicata nel settore compreso tra svincolo di via Tiburtina e Svincolo di Casal Monastero, la seconda (rampa di inversione sud) viene realizzata con il secondo stralcio funzionale ed è ubicato nel settore compreso tra via Tiburtina e svincolo A24.

La realizzazione dei due cappi di ritorno determina la piena funzionalità della relazione tra l'arteria urbana di via Tiburtina (il cui progetto di ammodernamento prevede la realizzazione di 3 corsie per senso di marcia), il GRA e l'autostrada A24.

Dall'introduzione delle complanari deriva la modifica degli ingressi/uscite e l'introduzione di rampe per il collegamento delle complanari alle carreggiate interne.

La complanare interna presenta le seguenti relazioni funzionali:

- connessione iniziale con via Belmonte in Sabina alla progressiva 28+460 (rampa 1);
- connessione provenienza GRA carr. interna: progressiva 28+780 (rampa 2);
- connessione complanare - ingresso Gra carreggiata interna: progressiva 29+090 (rampa 3);
- connessione rampa di inversione nord – complanare: progressiva 29+410;
- connessione in uscita su via Tiburtina in direzione Roma Centro: progressiva 29+610 (rampa 4);
- connessione in uscita su via Tiburtina in direzione Tivoli: progressiva 29+935 (rampa 5);
- connessione in ingresso dalla via Tiburtina (dir Tivoli): progressiva 30+005 (rampa 7);
- connessione provenienza GRA carr. interna: progressiva 30+110 (rampa 8);
- connessione rampa di inversione sud: progressiva 30+750 (rampa 10);
- connessione in ingresso su carreggiata interna: progressiva 30+720 (rampa 11);
- connessione con rampa di svincolo A24 per le direzioni Roma centro e L'Aquila: progressiva 31+210;

La complanare esterna presenta le seguenti relazioni funzionali:

- connessione con le rampe di svincolo A24 in provenienza sia da Roma Centro che da L'Aquila: progressiva 31+290 (Rampe 13 e 14);
- connessione con rampa di inversione sud: progressiva 30+790;
- connessione in uscita su via Zoe Fontana: progressiva 30+580 (rampa 15)
- connessione in uscita su via Tiburtina direzione Tivoli: progressiva 30+020 (rampa 17);
- connessione in entrata da via Tiburtina provenienze Tivoli: progressiva 29+780 (rampa 18);
- connessione rampa di inversione nord: progressiva 29+320;
- connessione con rampa di uscita GRA carr. ester.: progressiva 29+120 (rampa 22);
- connessione con rampa di ingresso proveniente da via Armenise: progressiva 29+010 (rampa 21);
- connessione in ingresso su GRA carr. ester.: progressiva 28+640 (rampa 23);
- connessione con rampa di svincolo Casal Monastero su via Belmonte in Sabina: progressiva 28+310 (rampa 24).

Nel tratto in esame il GRA attualmente presenta 3 corsie + banchina per ciascun senso di marcia; il progetto non prevede la modifica della sezione tipo. Si rende necessaria una deflessione planimetrica del tracciato attuale con spostamento della sede verso Roma centro per un tratto di circa 2.5km. Lo spostamento massimo è nell'ordine dei 12 m in corrispondenza della zona del sottopasso di via Tiburtina.

Lo spostamento del GRA consente di posizionare la complanare esterna sull'attuale sede del raccordo evitando la demolizione delle importanti opere di sostegno attualmente presenti in carreggiata esterna tra le progressive 30+120 e 30+380.

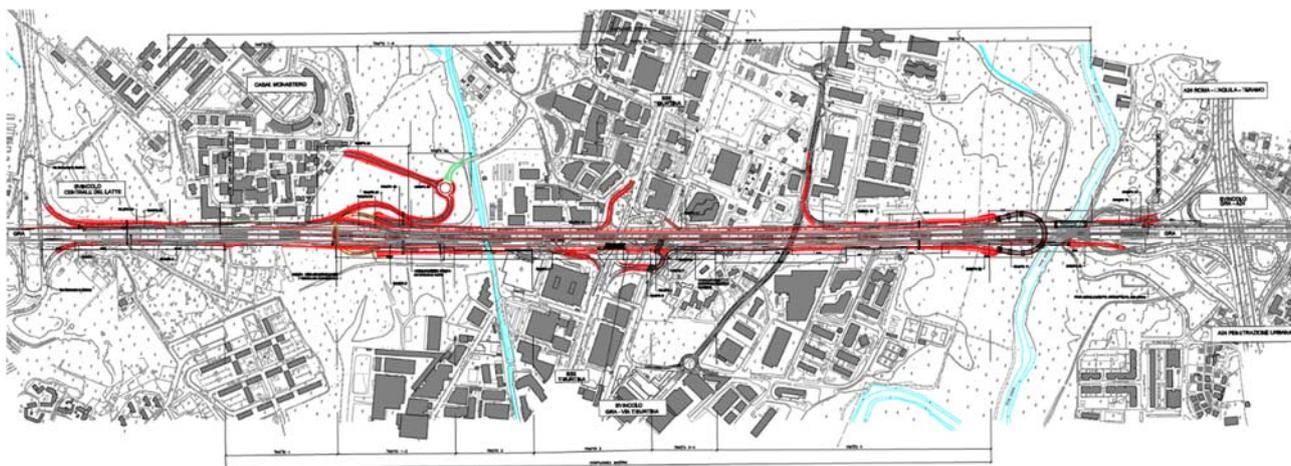
Per la riconnessione del territorio si rendono necessarie le seguenti viabilità:

- Nuovo collegamento, lato carreggiata esterna, tra via Armenise e via Acuto;
- Ridefinizione di via Sabatino Gianni lato carreggiata interna nel tratto immediatamente a sud dell’attuale svincolo di via Tiburtina;
- Nuovo collegamento tra via del Luxardo (lato carr. interna) e via Zoe Fontana (lato carr. esterna) con realizzazione di un nuovo cavalcavia in sostituzione di quello esistente (previsto in demolizione) su via Sabatino Gianni alla progressiva 30+300; detto intervento non fa parte del presente progetto.

Le opere principali previste sono:

- Prolungamento lato carreggiata interna del ponte sul fosso di Pratolungo;
- Prolungamento lato carreggiata interna del sottopasso di Via Tiburtina;
- Realizzazione del viadotto “Rampa di inversione sud”;
- Realizzazione del ponte sul fiume Aniene per lo scavalco della complanare interna;
- Realizzazione del ponte sul fiume Aniene per lo scavalco della complanare esterna.

Al fine di contenere l’ampiezza della sede e degli espropri lungo lo sviluppo delle due complanari sono previste diverse opere di sostegno realizzate con muri di sostegno a mensola e con paratie di pali di grande diametro a seconda delle specifiche esigenze.



*Figura 4 – Planimetria dell’intervento complessivo previsto*

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

#### 3.1 Normativa nazionale

In ambito nazionale il documento normativo di riferimento in materia di qualità dell’aria è costituito dal **D.Lgs.155/2010** “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa” (GU n.216 del 15-9-2010 - Suppl. Ordinario n. 217), poi seguito dal **D.Lgs. 250/2012** “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, recante attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa” (GU n.23 del 28-1-2013) che ha permesso di apportare alcune modifiche dovute alla necessità di superare alcune problematiche emerse nel corso della prima applicazione del D.lgs. 155. Tale decreto ha attuato una radicale revisione attraverso il recepimento della Direttiva 2008/50/CE, che ha sostanzialmente abrogato tutte le norme precedentemente vigenti. Fanno eccezione le disposizioni relative alle emissioni e alle loro autorizzazioni, che continuano ad essere normate dal D.Lgs. 152/06 e successive modifiche.

L’obiettivo del D.lgs. 155/10 (art. 1) è quello di istituire un quadro normativo unitario in materia di valutazione e gestione della qualità dell’aria, al fine di:

- individuare obiettivi di qualità dell’aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l’ambiente nel suo complesso;
- valutare la qualità dell’aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;

- ottenere informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine, nonché i miglioramenti dovuti alle misure adottate;
- mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e migliorarla negli altri casi;
- garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;
- realizzare una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione europea in materia di inquinamento atmosferico.

Con l'entrata in vigore del D.lgs. 155/2010 sono state abrogate le norme precedentemente in vigore, per regolamentare i livelli in aria ambiente di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), monossido di carbonio (CO), particolato (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>), piombo (Pb) benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), oltre alle concentrazioni di ozono (O<sub>3</sub>) e ai livelli nel particolato PM<sub>10</sub> di cadmio (Cd), nichel (Ni), arsenico (As) e benzo(a)pirene (BaP). Gli strumenti definiti dal decreto per la gestione della qualità dell'aria sono:

- zonizzazione e classificazione del territorio;
- sistemi di valutazione della qualità dell'aria;
- piani per la riduzione dei livelli di inquinamento, per il mantenimento e per la gestione degli eventi acuti.

La zonizzazione e la classificazione del territorio spetta alle Regioni e alle Province Autonome e ha l'obiettivo di individuare porzioni di territorio omogenee dal punto di vista della valutazione della qualità dell'aria ambiente per ciascuno degli inquinanti normati. La suddivisione del territorio viene effettuata prioritariamente attraverso l'individuazione dei agglomerati (area urbane caratterizzate da specifiche caratteristiche di unitarietà spaziale e di densità di popolazione) e in seconda battuta delle altre zone. I criteri per la zonizzazione sono definiti dettagliatamente nell'Appendice 1 del decreto.

La valutazione della qualità dell'aria ambiente all'interno di ogni agglomerato/zona spetta alle Regione e alle Province Autonome ed è fondata su una rete di misura e su un programma di valutazione in cui vengono indicate le stazioni di misurazione della rete di misura utilizzate per le misurazioni in siti fissi e per le misurazioni indicative, le tecniche di modellizzazione e le tecniche di stima obiettiva. La possibilità di impiegare metodologie diversificate è stabilita per ogni inquinante in base alla definizione di soglie di valutazione superiore e inferiore. Al di sopra delle soglie di valutazioni superiore la valutazione della qualità dell'aria ambiente può essere effettuata esclusivamente mediante rilievi in postazioni fisse. Al di sotto di tale soglia le misurazioni in siti fissi possono essere combinate con misurazioni indicative o tecniche di modellizzazione e, per l'arsenico, il cadmio, il nichel ed il benzo(a) pirene, le misurazioni in siti fissi o indicative possono essere combinate con tecniche di modellizzazione. Al di sotto della soglia di valutazione inferiore è previsto, anche in via esclusiva, l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva. Il superamento delle soglie di valutazione superiore e delle soglie di valutazione inferiore deve essere determinato in base alle concentrazioni degli inquinanti nell'aria ambiente nei cinque anni civili precedenti. Il superamento si realizza se la soglia di valutazione è stata superata in almeno tre sui cinque anni civili precedenti.

La valutazione della qualità dell'aria ambiente è il presupposto per l'individuazione delle aree di superamento dei valori, dei livelli, delle soglie e degli obiettivi previsti dal D.Lgs. 155/10. In presenza di un superamento dei limiti normativi spetta alle Regione e alle Province Autonome predisporre i piani e le misure da adottare per assicurare il contenimento delle concentrazioni al di sotto delle prescrizioni normative. Gli interventi devono essere definiti secondo criteri di efficienza ed efficacia e devono agire sull'insieme delle principali sorgenti di emissione, ovunque localizzate, che influenzano le aree in cui si è riscontrato il superamento, senza l'obbligo di estendersi all'intero territorio della zona o dell'agglomerato, né di limitarsi a tale territorio. Le modalità e i contenuti dei piani, differenziati per inquinante e per tipologia di limite di riferimento sono definiti negli allegati e nelle appendici del decreto.

Gli indicatori della qualità dell'aria correlabili alle attività per la futura configurazione dello svincolo sono:

- **il particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 10 µm (PM<sub>10</sub>):** deriva dalle emissioni prodotte dal traffico veicolare su gomma, a seguito dell'usura di freni e pneumatici e al risollevarsi di polveri, depositate sulla carreggiata. Esso ha la caratteristica di penetrare nel tratto superiore delle vie aeree o tratto extra-toracico (cavità nasali, faringe e laringe) causando irritazioni, secchezza, infiammazioni del naso e della gola e fenomeni di sensibilizzazione sfocianti anche in manifestazioni allergiche;
- **il particolato avente diametro aerodinamico inferiore a 2,5 µm (PM<sub>2,5</sub>):** costituisce circa il 60% del PM<sub>10</sub>, di cui rappresenta la frazione più piccola, e dai prodotti derivanti dalle reazioni chimico - fisiche tra i gas di scarico degli autoveicoli ed alcuni elementi presenti nell'atmosfera. Il PM<sub>2,5</sub> è anche definito come "frazione respirabile" poiché ha la caratteristica di penetrare fino alle parti più inferiori dell'apparato respiratorio o tratto tracheobronchiale (trachea, bronchi, alveoli polmonari) provocando gravi malattie respiratorie e inducendo formazioni neoplastiche.
- **metalli pesanti:** Pb, Ni, Cd, As, che sono veicolati dal particolato.

- **inquinanti gassosi da mezzi pesanti:** monossido di carbonio (CO), anidride solforosa (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO e NO<sub>2</sub>) ed ozono (O<sub>3</sub>); benzo(a)pirene BaP come rappresentante della classe degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (I.P.A.) e BTX.

Di seguito una descrizione degli inquinanti:

#### **Polveri sottili (PM10)**

Il PM10 è definito come il materiale particolato che attraversa appositi ugelli di diametro aerodinamico di 10 µm con un'efficienza del 50%. Le particelle, solide o liquide (esclusa l'acqua), sospese in aria sono comunemente definite come materiale particolato (particulate matter o in acronimo PM). Queste particelle sospese hanno dimensioni che variano da pochi nanometri (nm = milionesimo di metro) a circa 100 micrometri (µm = milionesimo di metro). Le fonti del particolato atmosferico si dividono in fonti primarie e fonti secondarie. Le prime individuano emissioni dirette in atmosfera da sorgenti naturali (sale marino, azione del vento, pollini, incendi boschivi, eruzioni vulcaniche etc.) o antropiche (traffico veicolare, riscaldamento domestico, attività industriali, inceneritori etc.). Fonti secondarie possono essere fenomeni di condensazione di molecole in fase gassosa o reazioni chimiche. Nelle aree urbane il PM10 presente è prevalentemente di tipo secondario. Come già anticipato il PM10 è un inquinante tipicamente stagionale. In estate, con l'eliminazione del riscaldamento domestico, con la riduzione del contributo del traffico veicolare e soprattutto con la maggiore dispersione delle sostanze inquinanti favorita dalla differente turbolenza atmosferica, i valori di concentrazione sono decisamente inferiori.

#### **Polveri con frazione respirabile (PM2,5)**

Le particelle di dimensioni inferiori costituiscono un pericolo maggiore per la salute umana, in quanto possono penetrare in profondità nell'apparato respiratorio; è per questo motivo che viene attuata la misurazione ambientale di PM2,5 che rappresenta la frazione di particolato aerodisperso che attraversa appositi ugelli di diametro aerodinamico di 2,5 µm con un'efficienza del 50%.

#### **Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)**

Il Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>) è un gas di colore bruno, di odore pungente, irritante. È relativamente insolubile in acqua. Contribuisce alla formazione dello smog fotochimico, come precursore dell'Ozono, inoltre, trasformandosi in acido nitrico, è uno dei componenti delle piogge acide. Si forma in massima parte in atmosfera per ossidazione del Monossido di Azoto (NO), inquinante principale che si forma nei processi di combustione. I veicoli a motore e gli impianti di riscaldamento sono i responsabili principali della maggior parte della produzione antropica.

#### **Monossido di Carbonio (CO)**

Il Monossido di Carbonio (CO) è un gas incolore e inodore che si forma dalla combustione degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili. La principale sorgente di CO è rappresentata dai gas di scarico dei veicoli, soprattutto funzionanti a bassi regimi, come nelle situazioni di traffico intenso e rallentato. Altre sorgenti sono gli impianti di riscaldamento e alcuni processi industriali, come la produzione di acciaio e di ghisa e la raffinazione del petrolio.

#### **Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)**

Il Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>) è un gas incolore, dall'odore pungente e irritante, solubile in acqua. Si forma nei processi di combustione per ossidazione dello zolfo presente nei combustibili solidi e liquidi (carbone, olio combustibile, gasolio). Le fonti di emissione sono pertanto da individuare negli impianti termici, di produzione di energia, di produzione industriale e nel traffico. Le concentrazioni nell'aria ambientale nelle città dei paesi sviluppati sono drasticamente diminuite in questi ultimi decenni in seguito al controllo più severo delle emissioni e un sempre maggiore utilizzo di combustibili a basso contenuto di zolfo.

#### **Ozono (O<sub>3</sub>)**

L'Ozono (O<sub>3</sub>) è un gas altamente reattivo, fortemente ossidante, di odore pungente e, ad elevata concentrazione, di colore blu. Si concentra nella stratosfera ad una altezza compresa fra i 30 e i 50 chilometri dal suolo e la sua presenza protegge la troposfera dalle radiazioni ultraviolette emesse dal sole e dannose per la vita degli esseri viventi. L'Ozono presente nella troposfera (lo strato atmosferico compreso tra il livello del mare e i 10 chilometri di quota) e in particolare nelle immediate vicinanze della superficie terrestre, è invece formato per reazioni fotochimiche attivate dalla luce solare ed è il principale costituente dello smog "fotochimico". Nel nostro emisfero si forma soprattutto nei mesi estivi nei quali più forte è l'irraggiamento solare e più elevata è la temperatura. Si forma all'interno di un ciclo di reazioni che coinvolgono in particolare gli Ossidi di Azoto e i Composti Organici Volatili, da cui derivano anche altre sostanze organiche (radicali

liberi, perossidi) fortemente ossidanti. Per questi motivi le problematiche legate all’Ozono hanno la loro origine nell’ambiente urbano, dove si possono verificare episodi acuti di inquinamento.

### **Benzene**

Il Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) è l’idrocarburo aromatico con minor peso molecolare e il più tossico per la sua elevata cancerogenicità. È un liquido incolore, debolmente solubile in acqua. È un componente naturale delle benzine (con o senza piombo). L’uso industriale del Benzene o di materie prime che lo contengono (solventi) è fortemente limitato. Pertanto la fonte principale è costituita dai gas di scarico dei veicoli a motore alimentati a benzina, sia a causa della frazione di carburante incombusto sia a causa di reazioni di trasformazione di altri idrocarburi. Quote aggiuntive relativamente marginali sono attribuibili all’evaporazione dal vano motore, da serbatoi, da impianti di stoccaggio e distribuzione di carburanti.

Di seguito si riportano i limiti indicati dal D.lgs. 155/2010 dapprima suddivisi per tipologia di inquinante e quindi per finalità solamente per quel che concerne i limiti riferiti alla salute umana.

**Tabella 1 – Limiti ex D.lgs. 155/2010 Inquinanti SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, CO e O<sub>3</sub>**

Biossido di Zolfo	Valore Limite (µg/m <sup>3</sup> )	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 24 volte per anno civile)	350	1 ora	D. L.vo n. 155 13/08/2010
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 3 volte per anno civile)	125	24 ore	D. L.vo n. 155 13/08/2010
Livello critico per la protezione della vegetazione	20	Anno civile e inverno (1 ott – 31 mar)	D. L.vo n. 155 13/08/2010
Soglia di allarme	500	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D. L.vo n. 155 13/08/2010

Biossido di Azoto	Valore Limite (µg/m <sup>3</sup> )	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile)	200	1 ora	D. L.vo n. 155 13/08/2010
Valore limite protezione salute umana	40	Anno civile	D. L.vo n. 155 13/08/2010
Soglia di allarme	400	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D. L.vo n. 155 13/08/2010

Ossidi di Azoto	Valore Limite (µg/m <sup>3</sup> )	Periodo di mediazione	Legislazione
Livello critico per la protezione della vegetazione	30	Anno civile	D. L.vo n. 155 13/08/2010

Monossido di Carbonio	Valore Limite (mg/m <sup>3</sup> )	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore limite protezione salute umana	10	8 ore	D. L.vo n. 155 13/08/2010

Ozono	Valore Limite (µg/m <sup>3</sup> )	Periodo di mediazione	Legislazione
Valore obiettivo per la protezione della salute umana (da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni)	120	8 ore	D. L.vo n. 155 13/08/2010
Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	18000	AOT40 (mag-lug) su 5 anni	D. L.vo n. 155 13/08/2010
Soglia di informazione	180	1 ora	D. L.vo n. 155 13/08/2010
Soglia di allarme	240	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D. L.vo n. 155 13/08/2010

**Tabella 2 – Limiti ex D.lgs. 155/2010 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>**

Particolato Fine PM <sub>10</sub>	Valore Limite (µg/m <sup>3</sup> )	Periodo di mediazione	Legislazione	
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 35 volte per anno civile)	50	24 ore	D. L.vo n. 155 13/08/2010
	Valore limite protezione salute umana	40	Anno civile	D. L.vo n. 155 13/08/2010

Particolato Fine PM <sub>2.5</sub>	Valore Limite (µg/m <sup>3</sup> )	Periodo di mediazione	Legislazione	
	Valore limite protezione salute umana	25	Anno civile	D. L.vo n. 155 13/08/2010

**Tabella 3 – Valori obbiettivi e limiti di legge per la salute umana**

Inquinante	Tipo di Limite	Limite
SO <sub>2</sub>	Limite orario	350 µg/m <sup>3</sup> da non superare più di 24 volte all'anno
	Limite giornaliero	125 µg/m <sup>3</sup> da non superare per più di 3 giorni all'anno
NO <sub>2</sub>	Limite orario	200 µg/m <sup>3</sup> da non superare per più di 18 volte all'anno
	Limite annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
CO	Limite giornaliero	10 mg/m <sup>3</sup> (media mobile su 8 ore)
O <sub>3</sub>	Valore obiettivo	120 µg/m <sup>3</sup> (media mobile su 8 ore da non superare per più di 25 volte all'anno)
PM <sub>10</sub>	Limite giornaliero	50 µg/m <sup>3</sup> (da non superare più di 35 giorni all'anno)
	Limite annuale	40 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2.5</sub>	Limite annuale	25 µg/m <sup>3</sup> (dal 2015)
Benzene	Limite annuale	5 µg/m <sup>3</sup>
B(a)P	Valore obiettivo	1 ng/m <sup>3</sup> (media annua)
As	Valore obiettivo	6 ng/m <sup>3</sup> (media annua)
Cd	Valore obiettivo	5 ng/m <sup>3</sup> (media annua)
Ni	Valore obiettivo	20 ng/m <sup>3</sup> (media annua)
Pb	Limite annuale	0.5 µg/m <sup>3</sup>

**Tabella 4 – Soglia di allarme e informazione per la salute umana**

Inquinante	Tipo di soglia	Valori soglia
SO <sub>2</sub>	Soglia di allarme	500 µg/m <sup>3</sup> misurata su tre ore consecutive
NO <sub>2</sub>	Soglia di allarme	400 µg/m <sup>3</sup> misurata su tre ore consecutive
O <sub>3</sub>	Soglia di informazione	180 µg/m <sup>3</sup> (media oraria)
	Soglia di allarme	240 µg/m <sup>3</sup> (media oraria)

### 3.2 Normativa regionale

Il D.Lgs. 155/2010 s.m.i. assegna alla responsabilità ambientale delle Regioni le attività di monitoraggio sulla qualità dell’aria.

La Regione Lazio, con la Deliberazione della Giunta Regionale n. 217 del 2012, ha approvato il progetto di “Zonizzazione e Classificazione del Territorio Regionale” (aggiornato con D.G.R. n. 536 del 2016) ai fini della valutazione della qualità dell’aria ambiente in attuazione della citata normativa vigente sull’argomento. Il territorio regionale risulta così suddiviso in tre zone per l’ozono e 4 Zone per tutti gli altri inquinanti.

Le zone individuate sono:

- IT1215 – Agglomerato di Roma
- IT1212 – Zona Valle del Sacco
- IT1211 – Zona Appenninica
- IT1213 – Zona Litoranea

Ai fini dell’adozione dei provvedimenti tesi a contrastare l’inquinamento atmosferico ogni Comune del territorio regionale è stato classificato come stabilito dalla D.G.R. n. 536 del 15 settembre 2016.

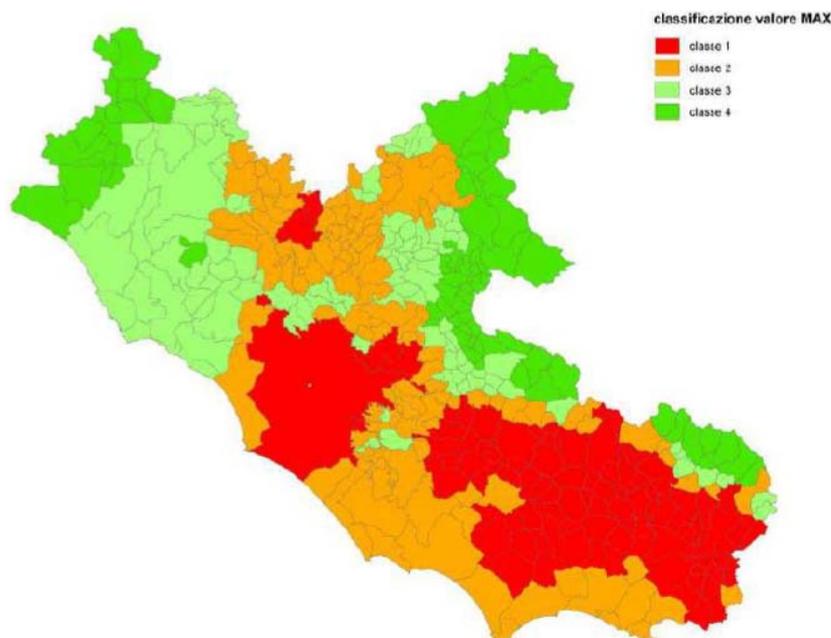
La classificazione comunale si articola secondo le seguenti modalità:

- Classe 1: comprende i Comuni per i quali si osserva il superamento dei valori limite, per almeno un inquinante, e per i quali è prevista l’adozione di provvedimenti specifici.
- Classe 2: comprende i Comuni per i quali si osserva un elevato rischio di superamento dei valori limite per almeno un inquinante e per i quali sono previsti i piani di azione per il risanamento della qualità dell’aria.
- Classe 3 e Classe 4: comprende i Comuni a basso rischio di superamento dei valori e per i quali sono previsti provvedimenti tesi al mantenimento della qualità dell’aria.

La nuova classificazione del territorio laziale è stata effettuata a livello comunale partendo dai valori dei campi degli standard di legge per gli anni 2011-2015 di SO<sub>2</sub>, CO, Benzene, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>. I campi sono il risultato delle valutazioni con modello tramite assimilazione delle concentrazioni registrate dalla rete fissa di misura.

La classificazione dei comuni è stata affrontata, secondo quanto riportato nel D. Lgs. n.155/2010, per ogni inquinante scegliendo come valore rappresentativo di ogni Comune il massimo valore sul suo territorio. L’inquinante più critico con il maggior numero di comuni in classe 1, soprattutto nella zona della Valle del Sacco e nell’agglomerato di Roma, è il particolato atmosferico (PM).

I valori di concentrazione più elevati delle polveri sottili si ritrovano proprio all’interno del GRA, ed in particolare nella zona compresa tra la Tiburtina e la Pontina con un massimo all’imbocco dell’autostrada A1.



*Figura 5 – Zonizzazione regionale per il particolato (fonte: Rapporto Ambientale, Valutazione Ambientale Strategica, Piano di risanamento della qualità dell’aria – aggiornamento 2020)*

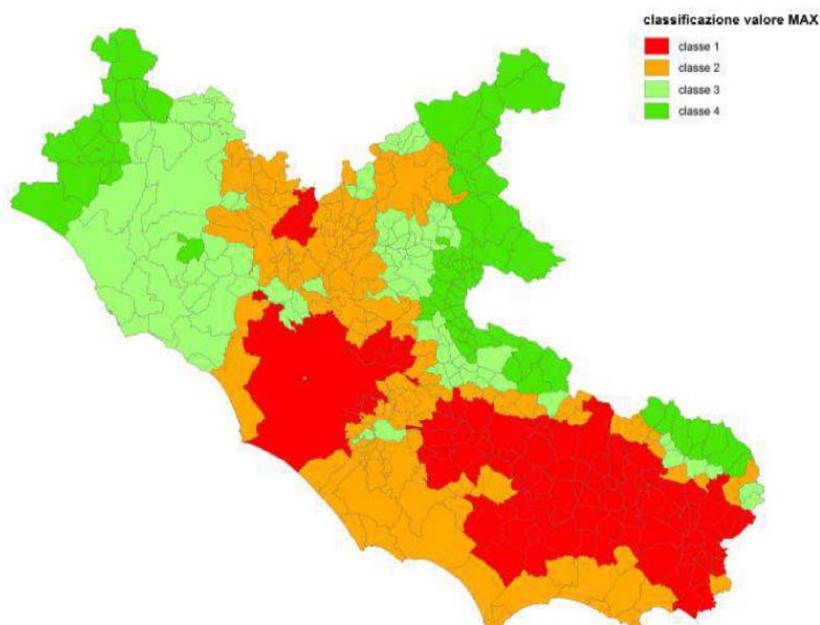
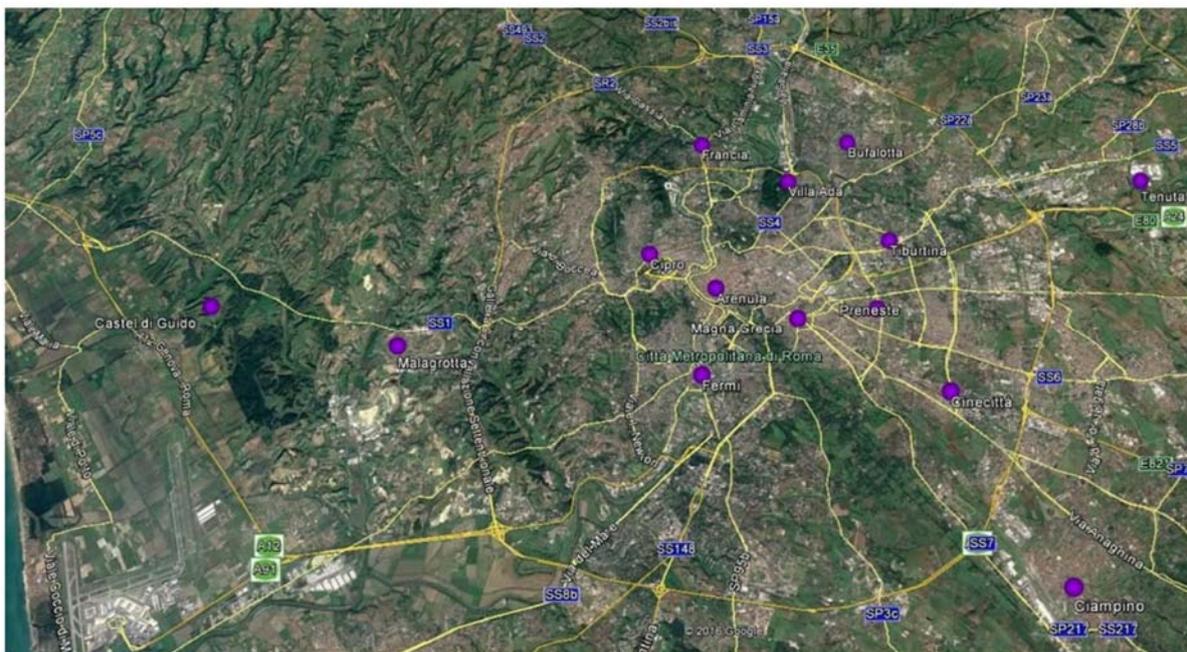


Figura 6 – Zonizzazione regionale complessiva (fonte: Rapporto Ambientale, Valutazione Ambientale Strategica, Piano di risanamento della qualità dell’aria – aggiornamento 2020)

## 4 VALUTAZIONE INQUINAMENTO ATMOSFERICO ANTE OPERAM

Non avendo a disposizione rilievi derivanti da indagini specifiche dedicate al presente lavoro, la situazione relativa alla fase AO (Ante Operam) è stata desunta dai dati disponibili da altre fonti.

ARPA Lazio dispone di una serie di centraline fisse di monitoraggio dislocate in tutta la regione. Per quanto non vi siano centraline in prossimità della zona di intervento, può essere comunque significativo utilizzare i dati provenienti dalla centralina più prossime, ossia la centralina collocata su via Tiburtina (scheda tecnica riportata in Allegato I).



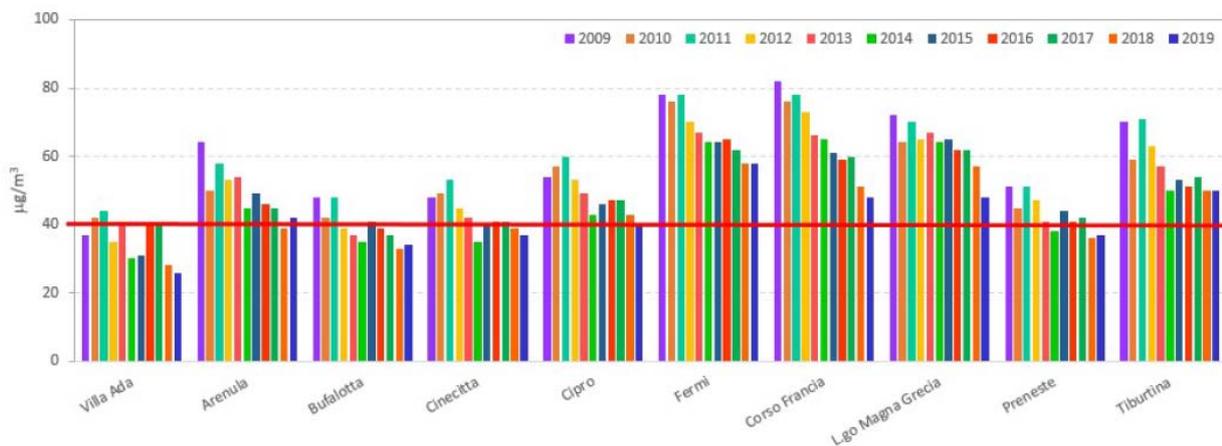
**Figura 7 – Individuazione centraline di monitoraggio inquinamento atmosferico di ARPA Lazio**  
(fonte: Rapporto Ambientale, Valutazione Ambientale Strategica, Piano di risanamento della qualità dell’aria – aggiornamento 2020)

I sensori presenti in tale centralina permettono di ottenere dati relativi ai seguenti inquinanti:

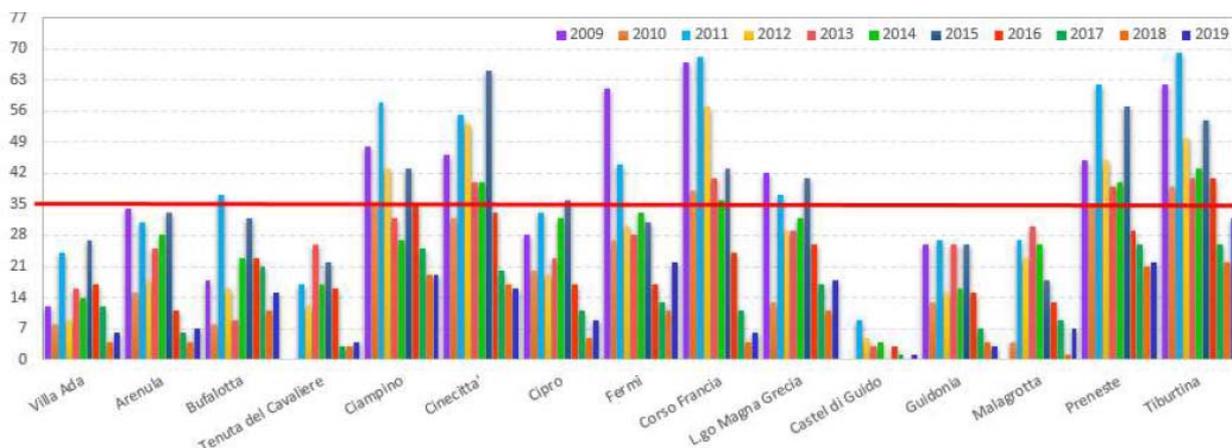
- Ossidi di azoto
- Polveri PM10

Tali inquinanti risultano sicuramente essere rappresentativi dell’inquinamento legato al traffico veicolare, e quindi sono un ottimo indicatore della qualità dell’aria, che deve essere intesa come l’insieme delle concentrazioni al suolo di una serie di sostanze inquinanti di nota tossicità (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NOX, CO<sub>2</sub>, Benzene, PM10, PM 2,5, O<sub>3</sub>, Pb, Metalli, IPA).

Si riportano a seguire gli istogrammi riguardanti i dati relativi alla media annua dell’NO<sub>2</sub>, problema principale all’interno del GRA, e dei superamenti del limite del PM10 per l’agglomerato di Roma, in cui rientra la centralina in esame, estratti dalla “Valutazione della Qualità dell’Aria della Regione Lazio 2019”. Si osserva che, sebbene per entrambi gli inquinanti l’andamento sia decrescente, i livelli dell’ NO<sub>2</sub> permangono sopra il valore limite e il numero di superamenti del valore limite giornaliero di PM10 è inferiore a 35 in un anno (come definito dal d.lgs. 155/2010) solo dal 2017.



**Figura 8 – Media annua NO<sub>2</sub> Agglomerato di Roma 2009-2019**



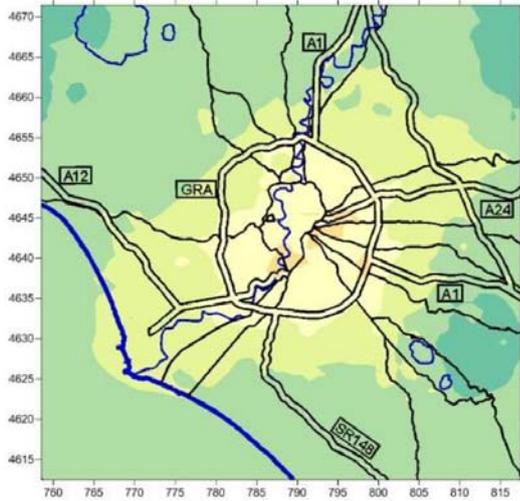
**Figura 9 – Superamenti del limiti medio giornaliero PM10 agglomerato di Roma 2009 – 2019**

Nella seguente tabella si riportano i valori medi annui e il numero di superamenti per i parametri disponibili per la centralina Tiburtina per gli anni dal 2015 al 2020.

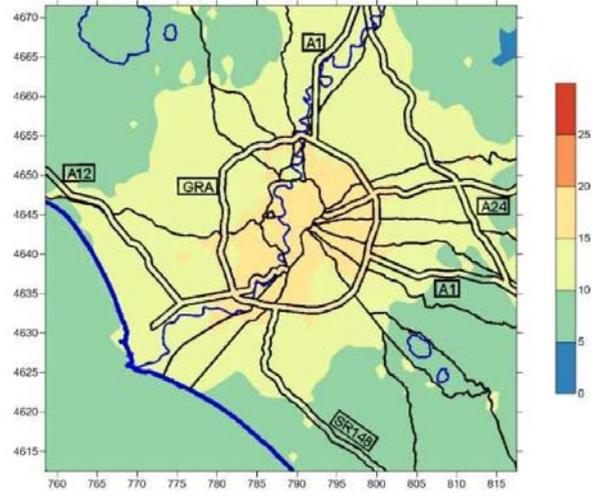
**Tabella 5 – Valori medi annui relativi alla centralina “Tiburtina”**

Inquinante	Tipo aggregazione	Unità di misura	Valore anno 2015	Valore anno 2016	Valore anno 2017	Valore anno 2018	Valore anno 2019	Valore anno 2020	Media 6 anni	Valore limite D.Lgs. 155/2010
PM10	Media annua	µg/m <sup>3</sup>	34	32	31	28	29	32	31	40
PM10	Numero di superamenti di 50 µg/m <sup>3</sup>	numero	54	41	26	22	32	46	37	35
NO2	Media annua	µg/m <sup>3</sup>	53	51	54	50	50	41	50	40
NO2	Numero di superamenti di 200 µg/m <sup>3</sup>	numero	8	13	14	0	0	3	6	18

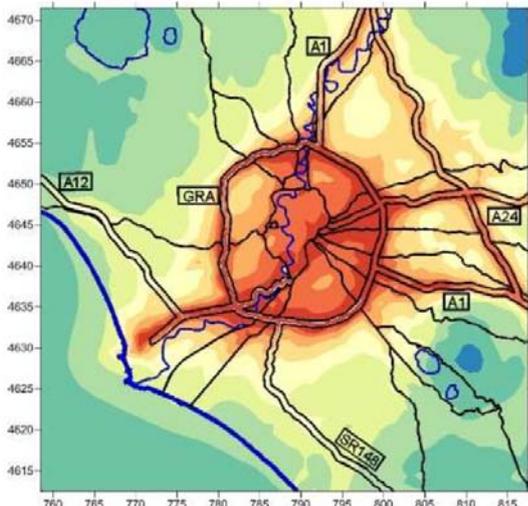
A seguire si riportano le mappe della distribuzione spaziale dei principali inquinanti relativamente alla zona dell’agglomerato di Roma tratte dalla “Valutazione della Qualità dell’Aria della Regione Lazio 2019”.



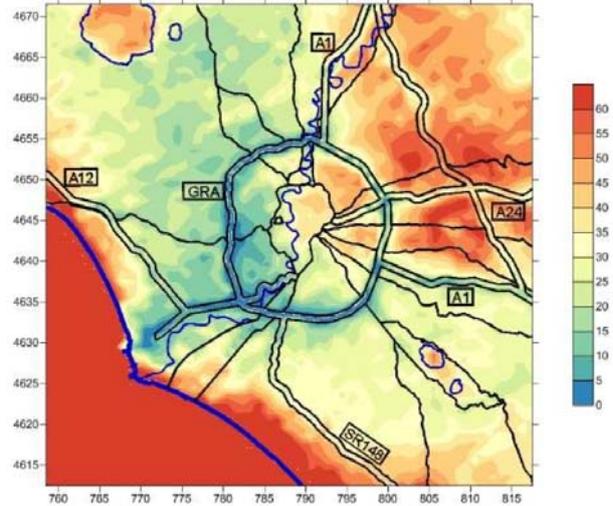
*Media annua PM10*



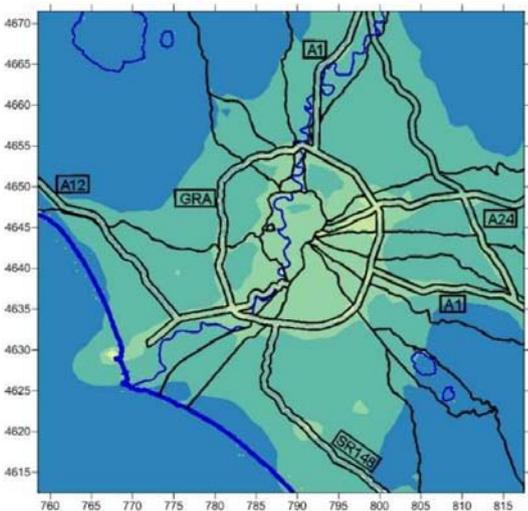
*Media annua PM2.5*



*Media annua NO2*



*O3 numero superamenti dei 120 µg/m3  
(max della media di 8 ore)*



*Media annua benzene*

<b>Media annua PM10</b>	25-30	µg/m <sup>3</sup>
<b>Media annua PM2.5</b>	15-20	µg/m <sup>3</sup>
<b>Media annua NO2</b>	>40	µg/m <sup>3</sup>
<b>Numero di superamenti 120 µg/m3 O3</b>	45-50	µg/m <sup>3</sup>
<b>Media annua benzene</b>	1-1,5	µg/m <sup>3</sup>

*Sintesi dei valori relativi all'area di studio*

Relativamente alla concentrazione di ozono, nell’area di interesse si ha il superamento del limite espresso come numero di superamenti del valore soglia di 120 µg/m<sup>3</sup>.

Per quanto riguarda monossido di carbonio e biossido di zolfo, non essendo rilevati nella stazione “Tiburtina”, si fa riferimento ai dati reperibili sulla piattaforma Air Quality Dashboard (<https://qa.arpalazio.net/exportData.php>) dalla quale è possibile scaricare per l’anno in corso e per il comune di interesse le concentrazioni di PM, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> e CO. I dati mediati sul periodo 01/01/2021 – 18/03/2021 sono riportati nella tabella a seguire. I valori ottenuti risultano abbondantemente inferiori ai limiti normativi.

**Tabella 6 – Valori medi CO e SO<sub>2</sub> per il Comune di Roma**

Stima media periodo 01/01/2021 – 18/03/2021			Valore limite D.Lgs. 155/2010
CO mg/m <sup>3</sup>	Media mobile sulle 8 ore	1,01	10
SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	Massimo orario	33,71	350
SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>	Media giornaliera	7,57	125

Per quanto riguarda benzo(a)pirene e metalli, in riferimento al report annuale “Valutazione della Qualità dell’Aria della Regione Lazio 2019”, non si registra superamento dei limiti normativi.

STAZIONE	INQUINANTE	RAPPORTO MEDIA ANNUA/MEDIA PERIODO						STIMA MEDIA ANNUA 2019	LIMITI NORMATIVI: VALORE LIMITE Pb VALORE OBIETTIVO As, Ni, Cd e B(a)p
		2014	2015	2016	2017	2018	Medio	ng/m <sup>3</sup>	ng/m <sup>3</sup>
Colleferro Europa	B(a)p	1.29	0.92	0.96	1.24	1.17	1.12	0.99	1
	As	1.004	1.014	1.059	1.13	1.24	1.091	0.5	6
	Ni	1.84	1.094	1.25	0.82	0.97	1.194	2.6	20
	Cd	1.023	0.88	0.93	1.088	1.18	1.019	0.2	5
	Pb	1.097	1.095	0.93	1.27	0.97	1.072	4.4	500

**Figura 10 – Statistiche e stima media annua 2019 per Benzo(a)pirene e metalli**  
(fonte: Valutazione della Qualità dell’Aria della Regione Lazio 2019)

Le criticità che emergono sono da ascrivere principalmente al traffico degli autoveicoli; la situazione d’intenso traffico autoveicolare è sostanzialmente una costante durante tutto l’anno (salvo il breve periodo delle ferie estive) e da ciò deriva l’elevato valore medio annuo del biossido di azoto, inquinante derivante dai processi di combustione in generale, quindi incrementato anche dagli impianti di riscaldamento invernale, e da quelli degli autoveicoli in particolare.

L’emergenza COVID19 ha sicuramente influenzato la qualità dell’aria, a seguito della diminuzione del flusso di traffico circolante. Nella seguente tabella vengono confrontati i dati di NO<sub>2</sub> rilevati presso la centralina Tiburtina nei mesi di marzo, aprile e maggio negli ultimi anni (dal 2016 al 2020). Come si può facilmente osservare, le concentrazioni del 2020 sono scese notevolmente nel 2020.

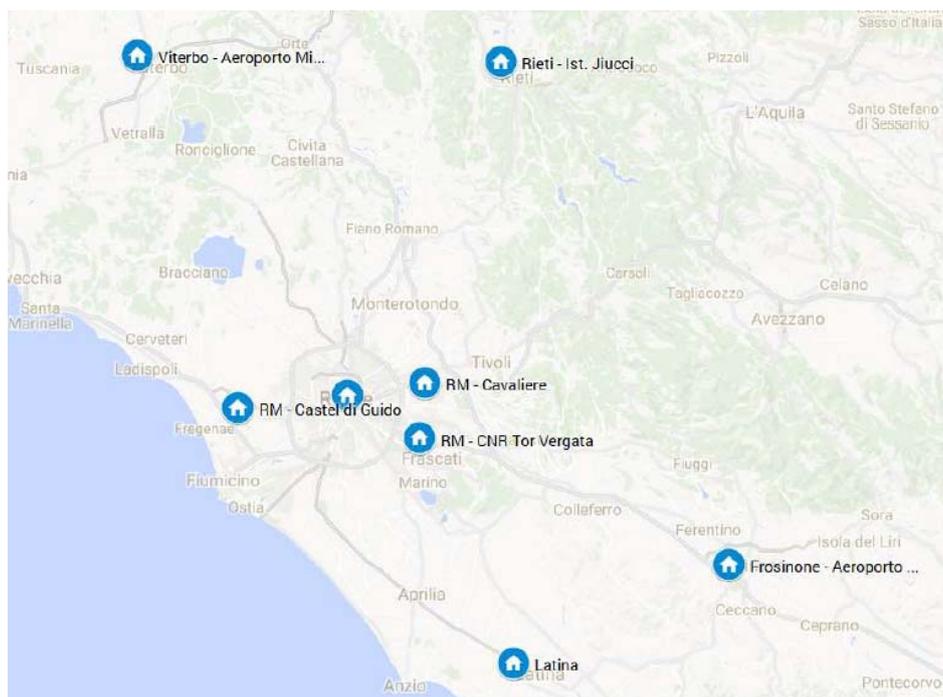
Stazione Tiburtina		NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )				
		2016	2017	2018	2019	2020
MARZO	Media	52	61	54	59	31
	75° PERC.	66	79	71	68	44
	Mediana	48	57	50	58	30
	25° PERC.	33	38	33	48	14
APRILE	Media	53	50	53	53	20
	75° PERC.	69	65	66	62	28
	Mediana	50	45	50	52	17
	25° PERC.	34	32	35	43	11
MAGGIO	Media	42	49	43	44	26
	75° PERC.	53	62	53	51	34
	Mediana	38	48	42	44	24
	25° PERC.	28	35	31	38	14

Figura 11 – Dati NO<sub>2</sub> centralina “Tiburtina” per i mesi di maggio, aprile e marzo dal 2016 al 2020

## 5 QUADRO METEO-CLIMATICO LOCALE

L’articolata struttura orografica del Lazio influisce notevolmente sulle caratteristiche meteorologiche e micrometeorologiche del territorio che sono alla base dei processi di dispersione delle sostanze inquinanti rilasciati in atmosfera. Un altro fattore importante nella dispersione degli inquinanti è il vento, che ha anche una componente stagionale. Infine, si ricordano gli effetti dell’intensità della radiazione globale, che evidentemente ha un picco nel periodo estivo.

L’ARPA Lazio, a supporto della valutazione e previsione della qualità dell’aria, ha realizzato una Rete Micrometeorologica Regionale (RMR) costituita da 8 stazioni con dotazione strumentale avanzata, di cui quattro nell’agglomerato di Roma.



Zona	Sigla	Località	Latitudine	Longitudine
IT1215 - Agglomerato di Roma	AL001	Roma – CNR Tor Vergata	41.8417	12.6476
	AL003	Roma – Tenuta del Cavaliere	41.9290	12.6583
	AL004	Roma – Castel di Guido	41.8894	12.2664
	AL007	Roma – Boncompagni	41.9093	12.4965
IT1212 - Valle del Sacco	AL006	Frosinone	41.6471	13.2999
IT1213 - Litoranea	AL002	Latina	41.4850	12.8457
IT1211 - Appenninica	AL005	Rieti	42.4294	12.8191
	AL008	Viterbo	42.4308	12.0625

*Figura 12 – Localizzazione delle stazioni della rete micrometeorologica  
(fonte: Valutazione della Qualità dell’aria della Regione Lazio 2019)*

I dati delle stazioni limitrofe all’area in esame sono stati utilizzati come base di confronto e verifica dei risultati ottenuti per la caratterizzazione meteo-climatica locale.

Per la caratterizzazione del sito sono stati analizzati i dati resi disponibili da meteoblu ([www.meteoblu.com](http://www.meteoblu.com)). Si veda al proposito l’Allegato II.

La caratterizzazione è avvenuta allo scopo di determinare la **classe di stabilità atmosferica** secondo la teoria di Pasquill. La stabilità dell’aria è una caratteristica dell’atmosfera da cui dipende la maggior parte dei fenomeni legati a movimenti verticali dell’aria, quali la formazione di nubi a sviluppo verticale o nubi termoconvettive. La stabilità dell’aria dipende dal gradiente termico verticale (la variazione della temperatura dell’aria con la quota, rappresentata dalla curva di stato). La classe di stabilità atmosferica rappresenta un importante indicatore utilizzato per definire il potenziale di rigenerazione della qualità dell’aria, in quanto connesso alla turbolenza dei bassi strati dell’atmosfera, vale a dire alla capacità di disperdere gli inquinanti aeriformi.

Le classi di stabilità atmosferica sono un metodo di classificazione della stabilità atmosferica creato da Frank Pasquill nel 1961 secondo il quale le categorie di stabilità classificano la stabilità atmosferica in funzione della velocità del vento a 10 m dal suolo, della radiazione solare, della copertura del cielo e del momento della giornata in cui ci si trova (giorno o notte), secondo quanto riportato nello schema successivo. La turbolenza atmosferica viene suddivisa in sei categorie di stabilità chiamate A, B, C, D, E e F, dove la categoria A è la più instabile e la categoria F identifica la più stabile (o meno turbolenta).

Velocità del vento al suolo	Radiazione solare diurna			Copertura nuvolosa notturna (nubi basse)	
	Forte	Moderata	Debole	Coperto o > 50%	< = 50%
< 2	A	A - B	B	E	F
2-3	A - B	B	C	E	F
3-5	B	B - C	C	D	E
5-6	C	C - D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

**Note:**  
 (1) La classe D (neutrale) si applica con cielo coperto da densa coltre nuvolosa, indipendentemente dalla velocità del vento sia di notte che di giorno e dalle condizioni del cielo durante l'ora precedente o seguente la notte come definita alla nota 3.  
 (2) L'insolazione forte è riferita a giornate assolate di mezza estate; l'insolazione debole a condizioni similari a metà inverno.  
 (3) Le ore notturne coprono l'arco di tempo che va da 1 ora prima del tramonto ad 1 ora dopo l'alba.

Figura 13 – Corrispondenze tra categorie di Pasquill, intensità della velocità del vento a 10m, radiazione solare globale e radiazione solare netta

In termini quantitativi, vale la seguente tabella:

Tabella 7 - Corrispondenze tra categorie di Pasquill, intensità della velocità del vento a 10m e radiazione solare diurna

Velocità vento al suolo (m/s)	Radiazione solare diurna [W/m <sup>2</sup> ]			
	> 582	582÷291	291÷145	<145
	Forte	Moderata	Debole	Molto debole
<2	A	A/B	B	D
2-3	A/B	B	C	D
3-4	B	B/C	C	D
4-6	C	C/D	D	D
>6	C	D	D	D

Le categorie di stabilità rappresentano condizioni di dispersione e di rimescolamento verticale dell'atmosfera, man mano decrescente a partire dalla classe A fino alla classe F+G. Da un punto di vista generale, tali classi possono essere così individuate:

A	Condizioni estremamente instabili
B	Condizioni moderatamente instabili
C	Condizioni leggermente instabili
D	Condizioni di neutralità
E	Condizioni leggermente stabili
F	Condizioni moderatamente stabili
G	Estremamente stabile

Figura 14 – Definizione classi di Pasquill

In condizioni di stabilità (classi F e G) le sostanze inquinanti permangono più a lungo allo stesso livello, tali condizioni influenzano la dispersione verticale degli inquinanti nelle immediate vicinanze della fonte, in quanto ad una maggiore

stabilità si associa un minore trasporto verticale. In condizioni di instabilità (classe A forte instabilità, B instabilità, C debole instabilità), i vortici di turbolenza raggiungono dimensioni notevoli e di conseguenza la dispersione degli inquinanti risulta velocissima. La classe D rappresenta la neutralità e in tale condizione la turbolenza atmosferica risulta bassa e la dispersione e la salita della nuvola dell'inquinante risultano inibite.

I dati meteorologici analizzati permettono pertanto di trarre le seguenti conclusioni relative alla determinazione della stabilità atmosferica secondo Pasquill:

- Periodo di analisi: dal 2010 al 2020;
- Radiazione solare media (periodo estivo): compresa fra 200 e 350 W/m<sup>2</sup>;
- Vento: valore medio 3,0 m/s con direzioni prevalenti SW, N e NE.

Pertanto la zona in esame si può classificare come classe B/C (moderatamente/leggermente instabile), che per la normativa TA Luft si traduce in classe IV o III/2. Cautelativamente si assume la **classe III/2**.

## 6 DETERMINAZIONE DELLE EMISSIONI PER LA PREVISIONE DELL'IMPATTO ATMOSFERICO

I valori di emissione di inquinanti, calcolati come più diffusamente descritto di seguito, sono stati implementati nel codice di calcolo in modo differente in relazione alle due fasi di cantiere e di esercizio rispettivamente oggetto di analisi.

### 6.1 Fase di esercizio

Per la definizione delle emissioni inquinanti del parco circolante sono stati sviluppati a livello internazionale programmi di ricerca finalizzati a individuare metodologie di stima delle emissioni affidabili e semplici da applicare.

In particolare l'Unione Europea, tramite numerose misure di emissione eseguite nei vari paesi europei, per diverse tipologie e marche di veicoli, ha definito dei fattori di emissione ovvero dei coefficienti che consentono di ottenere le emissioni inquinanti a partire dai soli dati di traffico e composizione del parco circolante.

Un modello di calcolo frequentemente utilizzato in Europa, ma anche in altre parti del mondo, per la stima delle emissioni di inquinanti atmosferici dovuti ai trasporti stradali, è denominato COPERT (COMputer Programme to calculate Emissions from Road Traffic).

La metodologia COPERT è stata introdotta dall'EEA (European Environment Agency, Agenzia Europea per l'Ambiente) per la redazione dei rapporti sullo stato dell'ambiente e dai National Reference Center per la realizzazione degli inventari nazionali delle emissioni, nell'ambito del progetto CORINAIR (COordination INformation AIR).

La banca dati dei fattori di emissione medi relativi al trasporto stradale qui presentata si basa sulle stime effettuate ai fini della redazione dell'inventario nazionale delle emissioni in atmosfera, realizzato annualmente da Ispra come strumento di verifica degli impegni assunti a livello internazionale sulla protezione dell'ambiente atmosferico, quali la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC), il Protocollo di Kyoto, la Convenzione di Ginevra sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero (UNECE-CLRTAP), le Direttive europee sulla limitazione delle emissioni.

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

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

Le stime sono state elaborate sulla base dei dati di input nazionali riguardanti il parco e la circolazione dei veicoli (numerosità del parco, percorrenze e consumi medi, velocità per categoria veicolare con riferimento ai cicli di guida urbano, extraurbano ed autostradale, altri specifici parametri nazionali). Si veda <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>.

I fattori di emissione sono calcolati sia rispetto ai km percorsi che rispetto ai consumi, con riferimento sia al dettaglio delle tecnologie che all’aggregazione per settore e combustibile, elaborati sia a livello totale che distintamente per l’ambito urbano, extraurbano ed autostradale.

Le stime sono state aggiornate coerentemente con l’aggiornamento del modello di stima COPERT version 5.2.2 (aggiornamenti descritti al link <http://www.emisia.com/utilities/copert/versions/>).

La metodologia semplificata permette di calcolare le emissioni di monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NOX), composti organici volatili non metanici (COVNM), metano (CH<sub>4</sub>), particolato (PM) e anidride carbonica (CO<sub>2</sub>). Tutte le emissioni di PM devono essere considerate come PM<sub>2.5</sub> poiché la frazione di dimensioni maggiori (PM<sub>2.5-10</sub>) è trascurabile nei gas di scarico dei veicoli.

*Tabella 8 – Limiti e fattori di emissione*

Inquinante	Formula	Cat.	Limite orario	Limite giornaliero	Limite medio annuo	Soglia allarme	Fattore emissione 2017	Fattore emissione 2017
							<b>Mezzi leggeri</b>	<b>Mezzi pesanti</b>
			µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	g/km	g/km
<b>Biossido di azoto</b>	NO <sub>2</sub>	Gas	200		40	400 (media oraria)	0.1454	0.5236
<b>Ossidi di azoto</b>	NO <sub>x</sub>	Gas			30		0.4047	4.2974
<b>Monossido di carbonio</b>	CO	Gas		10000 (media massima su 8h)			0.7092	1.157
<b>Ozono</b>	O <sub>3</sub>	Gas	180	120		240 (media oraria)	n.a.	n.a.
<b>Biossido di zolfo</b>	SO <sub>2</sub>	Gas	350	125		500 (media oraria)	0.0007	0.0033
<b>Benzene</b>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Gas	5				0.0025	0.0001
<b>Particolato</b>	PM <sub>2.5</sub>	Polveri			25		0.0241	0.1437
<b>Particolato</b>	PM <sub>10</sub>	Polveri		50	40		0.0338	0.1861

I fattori di emissione vengono combinati con i volumi di traffico relativi alle diverse sezioni al fine di ottenere le emissioni inquinanti.

I dati di traffico, forniti dalla committenza, vengono elaborati in modo da determinare i volumi di traffico espressi in veicoli/ora relativi a mezzi leggeri e mezzi pesanti. Alle due tipologie di mezzi si associa la velocità media di percorrenza in km/h.

Oggetto della valutazione è l’insieme di opere per l’ampliamento del GRA con la realizzazione di rampe di inversione di marcia, l’introduzione delle complanari nelle due direzioni di percorrenza nord e sud tra gli svincoli 12 e 14, l’adeguamento della sede stradale del GRA e le modifiche allo svincolo 13 GRA-Tiburtina, conseguentemente le sorgenti emissive sono rappresentate dai flussi veicolari transitanti sui vari tratti stradali.

Sono stati considerati come sorgenti le seguenti infrastrutture stradali nei tratti interessati dagli interventi:

- Autostrada A90 (e relative complanari per lo scenario di progetto);
- Via Tiburtina;
- Via Sabatino Gianni;
- Collegamenti tra A90 e Via Acuto/Via Armenise (scenario di progetto).

Le sorgenti stradali sono implementate secondo lo standard COPERT, che rappresenta le sorgenti di emissione dei flussi veicolari come sorgenti lineari, definendo i volumi di traffico dei veicoli totali espressi in veicoli/ora, la percentuale di veicoli pesanti e le velocità di percorrenza.

Le infrastrutture prese in esame vengono suddivise in archi stradali con flussi omogenei.

I dati di traffico sono stati elaborati a partire dalle informazioni ricavate dall'indagine svolta nel 2020, *Analisi Trasportistica GRA – Interventi tra svincolo Casal Monastero e A24* elaborata da Systematica s.r.l. per conto di PROGIN S.p.A. (si veda l'All. III al presente documento).

Le valutazioni riguardano i seguenti scenari:

- Scenario attuale (Ante Operam);
- Scenario di riferimento, in seguito ai lavori di ampliamento di Via Tiburtina;
- Scenario di progetto (Post Operam).

I dati riportati dallo studio del traffico sopra citato sono stati elaborati al fine di ricondurli al formato richiesto dal modello matematico utilizzato per l'analisi acustica previsionale.

Per l'elaborazione si distingue tra scenario relativo allo stato di fatto, scenario di riferimento e scenario di progetto.

Per lo scenario dello stato di fatto e per lo scenario di riferimento i dati di partenza sono espressi come traffico giornaliero medio (TGM) bidirezionale relativo a veicoli leggeri e veicoli pesanti. Sono state effettuate le seguenti elaborazioni:

- suddivisione per direzione di percorrenza sulla base del rapporto dei veicoli nelle due direzioni di marcia estratto dal grafo dell'ora di punta;
- calcolo del dato di traffico in veicoli/ora dividendo per il numero di ore del periodo di riferimento (24 ore).

Per lo scenario di progetto i dati di partenza sono espressi come veicoli/ora relativi all'ora di punta per direzione di percorrenza suddivisi in veicoli leggeri e veicoli pesanti. Sono state effettuate le seguenti elaborazioni:

- trasformazione da valore all'ora di punta a TGM tramite fattori correttivi definiti nel documento *Analisi Trasportistica GRA – Interventi tra svincolo Casal Monastero e A24* elaborata da Systematica s.r.l. e riportati di seguito;

**Tabella 9 – Fattori correttivi da ora di punta a TGM**

Veicoli leggeri	14,2
Veicoli pesanti	18,6

- calcolo del dato di traffico in veicoli/ora dividendo per il numero di ore del periodo di riferimento (24 ore).

Nel modello matematico sono state utilizzate le seguenti informazioni riguardanti le velocità dei veicoli suddivise per tipologia di infrastruttura e di veicolo, estratte dallo studio del traffico.

**Tabella 10 – Definizione velocità in base alla categoria stradale**

Categoria stradale	Velocità media (km/h)		
	Scenario Stato di fatto	Scenario di Riferimento	Scenario di Progetto
Autostrada (A90)	49	49	57
Via Tiburtina	16	30	28
Strade locali e residenziali (Via Sabatino Gianni)	19	22	25

E' stato pertanto possibile assegnare ad ogni arco stradale un volume di traffico in modo da ottenere i dati utilizzabili per le sorgenti COPERT nel modello previsionale, dal quale si ottengono le mappe di dispersione degli inquinanti nella situazione Ante Operam e Post Operam.

I volumi di traffico ottenuti come input del modello previsionale sono riportati in allegato III.

## 6.2 Fase di cantiere

La fase di cantiere è caratterizzata dalla presenza di macchine operatrici, impianti fissi e mobili di cantiere e lavorazioni in grado di originare, in maniera diretta, potenziali fattori di pressione antropica a carico della componente atmosfera. Viene, pertanto, innanzitutto a definirsi uno scenario di azioni progettuali caratterizzate da emissioni in atmosfera

potenzialmente in grado di incidere in maniera diretta (in quanto direttamente prodotte dai macchinari o dalle loro azioni e lavorazioni) sullo stato qualitativo dell'aria.

Si tratta di azioni differenti e variabili in funzione del relativo ambito di progetto, seppur complessivamente riconducibili all'utilizzo, all'impiego, all'attività e, più in generale, alla presenza di sorgenti emissive di tipo:

- diffuso, sostanzialmente prodotte dalle azioni di movimentazione (scotico, scavo, carico e scarico dei camion, formazione di cumuli e rilevati, ecc.) di materiali terrigeni;
- canalizzate, sostanzialmente prodotte da impianti fissi e loro utilities.

Oltre a ciò, la fase di cantiere origina anche uno scenario di azioni potenzialmente in grado di incidere in maniera indiretta (in quanto non direttamente prodotte e originate dalle lavorazioni) sulla componente atmosfera.

Si tratta, in particolare, del cosiddetto traffico indotto dal cantiere, consistente nei mezzi (per lo più pesanti) adibiti alla movimentazione dei materiali di scavo, all'approvvigionamento dei materiali da costruzione e al conferimento dei materiali di risulta. Detto traffico indotto definisce emissioni di tipo lineare che interessano sia la viabilità di cantiere, esistente e nuova, sia la pubblica viabilità esterna al cantiere.

Ancora indirettamente, la presenza dei mezzi di cantiere può, almeno potenzialmente, originare ulteriori effetti sulla componente atmosfera, laddove risultino necessari interventi di adeguamento o modifica della viabilità locale urbana, con conseguente redistribuzione (e talvolta rallentamento) del traffico veicolare cittadino o sovra-locale correlata a restringimenti di carreggiata, deviazioni, introduzione di soste temporizzate, ecc. Si riporta di seguito la tabella di sintesi delle azioni di progetto relative alla fase di cantiere.

Fase di cantiere		
Ambiti di progetto		Azioni di progetto
Corpo stradale	Rilevati	Abbanco materie
	Trincee	Scavo
Opere d'arte maggiori	Galleria naturale	Scavo
	Viadotti	Realizzazione fondazione pile Realizzazione spalle
Opere d'arte minori	Cavalcavia	Scavo
		Abbanco materie
		Realizzazione spalle
	Tombini	Scavo
	Svincoli	Abbanco materie Scavo
Opere di sostegno/drenaggio	Scavo Abbanco materie	
Cantieri	Operativi	Funzionamento impianto di betonaggio
		Stoccaggio materiale da costruzione
		Deposito carburante e liquidi
		Accumulo materiali di scarto
		Ingombro (allestimento cantiere)
	Base	Ingombro (allestimento cantiere)
	Aree di stoccaggio temporaneo	Movimentazione materie
		Ingombro (allestimento cantiere)
Viabilità esistente	Movimentazione parco macchine	
Viabilità nuova	Movimentazione parco macchine	
	Ingombro (allestimento cantiere)	
Viabilità secondaria	Spostamenti viabilità esistente	
Cave e discariche	Approvvigionamento e smaltimento	
	Scavo Abbanco materiale	

Figura 15 – Sintesi delle azioni di progetto relative alla fase di cantiere

In particolare, la fase di cantiere è caratterizzata da predominanti emissioni di materiale particolato, mentre la fase di esercizio da emissioni aeriformi e particolati.

Nell'ambito dell'analisi della fase di cantiere si è provveduto alla stima dei ratei emissivi orari per ciascuno degli scenari di lavorazione considerati e si è provveduto alla quantificazione sia degli impatti diretti, generati soprattutto dalla produzione e diffusione di polveri, sia degli impatti indiretti, correlati al traffico indotto, più significativo all'interno degli scenari di lavorazione relativi alla realizzazione delle opere strutturali e all'operatività del campo base.

Le emissioni presenti presso le aree di lavorazione e di cantiere sono state introdotte nel modello come emissioni areali, mentre quelle correlate al traffico indotto come emissioni lineari.

Si riporta di seguito la descrizione delle principali sorgenti connesse alle attività di cantiere previste in progetto. Lo scopo primario dell'individuazione delle sorgenti e la conseguente quantificazione dell'impatto è quello di valutare l'effettiva incidenza delle emissioni delle attività di cantiere sullo stato di qualità dell'aria.

Il controllo dell'effettivo impatto delle attività di cantiere verrà, invece, eseguito attraverso il monitoraggio ambientale della qualità dell'aria in corso d'opera in corrispondenza delle aree di lavorazione potenzialmente più critiche.

In relazione alla natura delle sorgenti possono essere individuati, quali indicatori del potenziale impatto delle stesse sulla qualità dell'aria, i seguenti parametri:

- inquinanti gassosi generati dalle emissioni dei motori a combustione interna dei mezzi di trasporto e dei mezzi di cantiere in genere (in particolare NOx);
- polveri: PM10 (polveri inalabili, le cui particelle sono caratterizzate da un diametro inferiore ai 10 µm) e PTS (polveri totali sospese). Le polveri, in particolare, sono generate sia dalla combustione incompleta all'interno dei motori, sia da impurità dei combustibili, sia dal sollevamento di particolato da parte delle ruote degli automezzi sia dalle attività di movimentazione di inerti.

Le attività più significative in termini di emissioni sono costituite da:

- movimento terra (scavi e realizzazione rilevati);
- movimentazione dei materiali all'interno dei cantieri;
- dal traffico indotto dal transito degli automezzi sulla viabilità esistente e sulle piste di cantiere.

In generale, la dimensione dell'impatto legato al transito indotto sulla viabilità esistente risulta direttamente correlato all'entità dei flussi orari degli autocarri e, pertanto, risulta stimabile in relazione sia ai fabbisogni dei cantieri stessi che al materiale trasportato.

Nell'ambito del presente studio si sono prese in specifica considerazione due principali tipologie di emissione: quelle particolari legate alle operazioni di movimentazione degli inerti e alle emissioni dei motori delle macchine operatrici e dei mezzi di trasporto dei materiali, e quelle gassose rappresentate in via prioritaria dagli ossidi di azoto rilasciati dai motori delle macchine operatrici e dai mezzi di trasporto dei materiali.

Di seguito si descrive la metodologia seguita per il calcolo delle emissioni; i dati ottenuti per ognuna delle attività più significative in termini di emissione, base per definire i di input da inserire nel modello di calcolo, sono riportati in allegato IV.

Per la valutazione degli impatti in fase di esercizio dei cantieri si è fatto riferimento al Draft EPA dell'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente Statunitense (rif. <http://www.epa.gov/ttnchie1/ap42/>), il quale, nella sezione AP 42, Quinta Edizione, Volume I Capitolo 13 - "Miscellaneous Sources" Paragrafo 13.2 - "Introduction to Fugitive Dust Sources" presenta le seguenti potenziali fonti di emissione:

1. Paved Roads: transito dei mezzi di cantieri sulla viabilità principale - rotolamento delle ruote sulle strade asfaltate (EPA, AP-42 13.2.1);
2. Unpaved Roads: transito dei mezzi nell'ambito dell'area di cantiere e sulla viabilità non asfaltata di accesso al cantiere (EPA, AP-42 13.2.2);
3. Heavy Construction Operations (EPA, AP-42 13.2.3);
4. Aggregate Handling and Storage Piles: accumulo e movimentazione delle terre nelle aree di deposito e nel cantiere operativo (EPA AP-42 13.2.4);
5. Wind Erosion: erosione del vento dai cumuli (EPA AP-42 13.2.5);
6. Escavazione (EPA AP-11.9.2);

Al fine di valutare gli impatti di cantiere nel modello di calcolo sono state considerate tutte le sorgenti di polvere sopra esposte. Sono state inoltre considerate le attività di escavatori e pale gommate all'interno dell'area di cantiere, e le emissioni dei gas di scarico sia dei mezzi meccanici di cantiere (assimilabili a sorgenti di emissione puntuali) sia dei mezzi pesanti in transito sui tronchi di viabilità principale (intesi come sorgenti di emissione lineari).

Per la stima delle emissioni si è fatto ricorso ad un approccio basato su un indicatore che caratterizza l'attività della sorgente (A in eq.1) e di un fattore di emissione specifico per il tipo di sorgente (E<sub>i</sub> in eq.1). Il fattore di emissione E<sub>i</sub> dipende non solo dal tipo di sorgente considerata, ma anche dalle tecnologie adottate per il contenimento/controllo delle emissioni.

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

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

dove:

Q(E)<sub>i</sub>: emissione dell'inquinante i (ton/anno);

A: indicatore dell'attività (ad es. consumo di combustibile, volume terreno movimentato, veicolochilometri viaggiati);

E<sub>i</sub>: fattore di emissione dell'inquinante i (ad esempio: g/ton prodotta, kg/kg di solvente, g/abitante).

Come accennato, per la stima dei diversi fattori di emissione sono state utilizzate le relazioni in merito suggerite dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (E.P.A., AP-42, Fifth Edition, Compilation of air pollutant emission factors, Volume I, Stationary Points and Area Sources) e dall'Inventario Nazionale degli Inquinanti australiano (National Pollutant Inventory, N.P.I., Emission Estimation Technique Manual).

Per ogni tipologia di sorgente considerata si illustrano di seguito le stime dei fattori di emissione.

Per seguire tale approccio di valutazione è necessario conoscere diversi parametri relativi a:

- sito in esame (umidità del terreno, contenuto di limo nel terreno, regime dei venti);
- attività di cantiere (quantitativi di materiale da movimentare ed estensione delle aree di cantiere);
- mezzi di cantiere (tipologia e n. di mezzi in circolazione, chilometri percorsi, tempi di percorrenza, tempo di carico/scarico mezzi, ecc...).

Mentre alcune di queste informazioni sono desumibili dalle indicazioni progettuali, per altre è stato necessario fare delle assunzioni il più attinenti possibili alla realtà.

### 6.2.1 Unpaved Roads – mezzi in transito su strade non pavimentate

Per quanto attiene il sollevamento delle polveri generato dai mezzi (escavatori, pale gommate, camion in carico e scarico dei materiali, etc.) in transito sulle piste interne al cantiere, si utilizzano le relazioni fornite dall'EPA. Il particolato è, in questo caso, originato dall'azione di polverizzazione del materiale superficiale delle piste, indotta dalle ruote dei mezzi. Le particelle sono, quindi, sollevate dal rotolamento delle ruote, mentre lo spostamento d'aria continua ad agire sulla superficie della pista dopo il transito. Il particolato sollevato dal rotolamento delle ruote sulle piste non asfaltate è stimato dalla seguente equazione:

$$E = k \left( \frac{sL}{12} \right)^a \left( \frac{W}{3} \right)^b$$

(eq.4: EPA, AP-42 13.2.2)

dove:

E: fattore di emissione di particolato su strade non pavimentate in siti industriali, per veicolo-miglio viaggiato (lb/VMT);

k, a, b: costanti empiriche per strade industriali, rispettivamente pari a 1,5, 0,9 e 0,45 per il PM10;

sL: contenuto in silt della superficie stradale, assunto pari al 4%;

W: peso medio dei veicoli in tonnellate;

Il fattore di emissione così calcolato (eq.4) viene convertito nell'unità di misura g/VKT (VKT, veicolo-chilometro viaggiato) mediante un fattore di conversione pari a 281,9 (1lb/VMT = 281,9 g/VKT).

### 6.2.2 Aggregate Handling and Storage Piles – Cumuli di terra, carico e scarico

La produzione totale di polvere legata all'attività di movimentazione e stoccaggio è legata alle seguenti singole attività:

- carico e scarico dei mezzi;
- traffico dei mezzi nelle aree di stoccaggio, carico e scarico;
- erosione del vento nella fase di carico e scarico.

La quantità di polveri generate da tali attività viene stimata utilizzando la seguente formula empirica:

$$E = k(0.0016) \left( \frac{U}{2.2} \right)^{1.3} \left( \frac{M}{2} \right)^{-1.4}$$

(eq.6: EPA, AP-42 13.2.4)

dove:

E = fattore di emissione di particolato (kg/Mg);

k = parametro dimensionale (dipende dalla dimensione del particolato);

U = velocità media del vento (m/s) assunta pari a 3,0 m/s sulla base dell’analisi dei dati meteorologici locali;  
M = umidità del terreno (%) assunta pari al 2,5% sotto falda.  
Il parametro k varia a seconda della dimensione del particolato come riportato in tabella:

Aerodynamic Particle Size Multiplier (k) For Equation 1				
< 30 μm	< 15 μm	< 10 μm	< 5 μm	< 2.5 μm
0.74	0.48	0.35	0.20	0.053 <sup>a</sup>

**Figura 16 – Definizione parametro k in base alla dimensione del particolato**

Per il PM10 si assume quindi k pari a 0.35. La diffusione di particolato legata alle attività di movimentazione e stoccaggio di materiale è pari al prodotto del fattore di emissione E per le tonnellate di materiale movimentate giornalmente.

### 6.2.3 Azione eolica sui cumuli in stoccaggio temporaneo

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

$$E_i = E_{Fi} * a * movh$$

(eq.7: Linee Guida ARPA Toscana)

i = particolato (PTS, PM10, PM2.5), nel nostro caso PM10;

E<sub>Fi</sub> = fattore di emissione areale dell’i-esimo tipo di particolato (kg/m<sup>2</sup>);

a = superficie dell’area movimentata in m<sup>2</sup>;

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

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

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

Si individua il fattore di emissione areale E<sub>Fi</sub> dell’i-esimo tipo di particolato per ogni movimentazione dalla sottostante tabella:

cumuli alti H/D > 0.2	
	E <sub>Fi</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
PTS	1.6E-05
PM <sub>10</sub>	7.9E-06
PM <sub>2,5</sub>	1.26E-06
cumuli bassi H/D ≤ 0.2	
	E <sub>Fi</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
PTS	5.1E-04
PM <sub>10</sub>	2.5 E-04
PM <sub>2,5</sub>	3.8 E-05

**Figura 17 – Fattori di emissione areali per ogni movimentazione, per ciascun tipo di particolato**

Nel caso in oggetto si assume:

- H = 2 m;
- D = 5 m;
- H/D = 0.4 > 0.2, perciò si rientra nella sezione “cumuli alti”.

quindi si utilizza un EF per il PM10 pari a 0.0000079 kg/mq.

#### 6.2.4 Attività di escavazione

Un'altra fonte di emissione di polveri che è stata considerata è l'attività dei mezzi di cantiere quali escavatori o pale gommate nelle aree di cantiere. Tale sorgente è stata assimilata alle emissioni riportate nel paragrafo 11.9.2 del documento EPA, AP-42, relativo all'estrazione del carbone.

Nella tabella 11.9.2 di tale documento sono riportate le equazioni per il calcolo dei fattori di emissione per sorgenti di polvere in condizioni aperte incontrollate.

Il particolato sollevato dai mezzi di cantiere quali bulldozer per attività quali “overburden” (terreno di copertura) è stimato dalla seguente equazione:

$$E = \frac{(sL)^{1.5}}{(M)^{1.4}} * 0.75 * 0.45(kg / h)$$

(eq.8: EPA, AP-42 11.9.2 Bulldozing)

dove:

sL: contenuto in silt della superficie stradale, assunto pari al 4%;

M: umidità del terreno (%) assunta pari al 10%.

Il sollevamento di particolato dalle attività dei mezzi di cantiere è pari al prodotto del fattore di emissione E così calcolato per il numero di ore lavorative giornaliere, assunto pari a 10 h/d.

#### 6.2.5 Emissioni dai gas di scarico di macchine e mezzi d'opera

Con riferimento all'emissione di sostanze inquinanti ad opera dei mezzi meccanici e degli automezzi in circolazione sulle piste di cantiere e sulla viabilità principale, oltre al parametro PM10 si aggiungono anche gli NOx, tipici inquinanti da traffico veicolare.

##### Sorgenti puntuali

Per la stima dei fattori di emissione delle macchine e dei mezzi d'opera impiegati è stato fatto riferimento al database del programma di calcolo COPERT III ed all'Atmospheric Emission Inventory Guidebook dell'EEA.

All'interno del documento è possibile individuare dati relativi ai seguenti macchinari principali (Other Mobile Sources and Machinery – SNAP 0808XX):

- Pale meccaniche (Tractors/Loaders/Backhoes): le pale impiegate per la movimentazione delle terre di scavo, su ruote o cingolate (Bulldozer), sono di vario tipo a seconda della loro dimensione. Una pala meccanica di medie dimensioni ha una potenza tra i 40 kW ed i 120 KW. I motori di media e grossa cilindrata sono tipicamente turbodiesel;
- Autocarri (Off-Highway Trucks): dumper e autocarri per il trasporto dei materiali di scavo e di costruzione. Le motorizzazioni prevedono generalmente motori diesel turbo con potenze variabili tra i 300 ed i 400 kW;
- Autobetoniere di grandi dimensioni: si considera un mezzo con capacità nominale elevata (14000) in grado di sviluppare una potenza massima di 95-130 kW;
- Escavatori (wheel/crawler type): utilizzati principalmente per movimenti di terra e lavori di carico/scarico. Possono essere distinti in tre classi: piccola taglia con potenza da 10 a 40kW, di media taglia da 50 a 500kW, e superiori ai 500kW utilizzati per lavori pesanti di estrazione e movimentazione del materiale.

Vengono valutati anche i contributi forniti da rullo compattatore, asfaltatrice e macchina palificatrice.

Il calcolo delle emissioni si basa sulla seguente formula:

$$E = HP * LF * EFi$$

E = massa di emissioni prodotta per unità di tempo [g/h];

HP = potenza massima del motore [kW];

LF = load factor;

EFi = fattore di emissione medio del parametro i – esimo [g/kWh].

Il load factor LF è determinato sulla base dei fattori indicati in corrispondenza dei cicli standard ISO DP 8178; nel caso specifico è stato adottato un valore pari a 0,15 che, per la categoria di riferimento (C1 - Diesel powered off road industrial equipment) è il più elevato riportato (cicli 1-3).

Il rapporto “EMEP-CORINAIR Emission Inventory Guidebook, 2007 – Group 8: Other mobile sources and machinery” individua i valori del fattore di emissione da utilizzare per i diversi inquinanti in base al range di potenza del macchinario. Tali fattori sono riportati nella tabella seguente.

Inquinante (g/kWh)	Intervallo di Potenza kW							
	0-20	20-37	37-75	75-130	130-300	300-560	560-1MW	>1MW
CO	8,38	5,50	5,00	5,00	3,50	3,50	3,00	3,00
NOx	14,4	6,40	4,00	3,50	3,50	3,50	14,4	14,4
PM2,5	2,09	0,56	0,38	0,28	0,18	0,19	1,03	1,03
PM	2,22	0,60	0,40	0,30	0,20	0,20	1,10	1,10

**Figura 18 – Fattori di emissione EMEP-CORINAIR**

In riferimento alla dimensione delle polveri emesse dai motori diesel è possibile individuare in bibliografia i seguenti dati: il 100% del particolato rientra nel PM10, ma oltre il 90% è costituito dal PM2,5 e addirittura oltre l’85% presenta dimensioni inferiori al  $\mu\text{m}$ .

Un confronto quantitativo con le altre sorgenti è pertanto possibile esclusivamente sulla base dell’indicatore PM10, per quanto la natura e la composizione chimica delle polveri in oggetto sia completamente differente.

### **Sorgenti lineari**

L’impatto sulla componente atmosfera legato alla circolazione dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria è tenuto in considerazione seguendo la metodologia COPERT, precedentemente illustrata per la fase di esercizio. In particolare, si fa riferimento ai fattori di emissione per i mezzi pesanti relativi agli inquinanti in esame (PM10 e NOx).

Il fattore di emissione espresso in [g/h] legato ad ogni tronco stradale considerato per ogni inquinante è dato dal prodotto tra il FE [g/veic km], la lunghezza del tronco stradale ed il numero di veicoli all’ora in transito sullo stesso.

La lunghezza del tronco stradale viene estratta dal modello numerico utilizzato per la valutazione previsionale.

Si stima un flusso di mezzi pesanti pari a 2 veicoli/ora che viaggiano a una velocità di 20 km/h.

## 7 VALUTAZIONE PREVISIONALE DEGLI IMPATTI POST OPERAM

Le valutazioni modellistiche sono state sviluppate tramite codice numerico di dispersione degli inquinanti per la valutazione delle concentrazioni degli inquinanti emessi dalla variante stradale oggetto del presente studio per un anno solare rappresentativo delle condizioni meteorologiche dell’area; il dominio spaziale è rappresentato da una fascia di circa 500 m centrata sull’infrastruttura oggetto di intervento ed il calcolo è stato condotto con una maglia di punti equidistanziata di 10 m.

Il modello è realizzato inserendo l’altimetria del terreno e gli elementi cartografici principali come edifici e tracciati stradali al fine di simulare al meglio l’impatto sull’area in esame. La modellizzazione del terreno è realizzata utilizzando un file vettoriale contenente le indicazioni delle quote altimetriche assolute del terreno e degli edifici, importato direttamente nel modello matematico. Parimenti sono stati importati i file dei tracciati di progetto con relative quote altimetriche in maniera da simulare correttamente i vari tratti stradali.

Sulla base dell’osservazione diretta effettuata durante i sopralluoghi, si sono potuti verificare e adeguare i dati di input per renderli aderenti allo stato reale del sito.

La valutazione della concentrazione degli inquinanti prodotti dall’esercizio dell’infrastruttura stradale in esame è stata eseguita utilizzando le impostazioni emissive illustrate in precedenza per gli inquinanti di interesse con definizione conforme a COPERT mediante modello numerico di diffusione gaussiano. Per l’attività, oggetto del presente studio, sarà applicato il codice di dispersione implementato nel software commerciale IMMI 2020 prodotto dalla WMS – Germany.

I fattori di emissione utilizzati sono ottenuti dai dati riportati in precedenza combinando i dati derivati dalle banche dati INEMAR e ISPRA con i flussi veicolari stimati.

L’andamento dei parametri meteorologico necessari allo sviluppo modellistico è stato dedotto dai dati descritti in precedenza ed è stata impostata la classe di stabilità III/2 secondo TALuft, corrispondente alla classe C di Pasquill.

In riferimento allo studio trasportistico eseguito nel 2020 da SYSTEMATICA s.r.l., *Studio di impatto del traffico – Analisi trasportistica GRA-Interventi tra svincolo Casal Monastero e A24*, che costituisce la base della definizione dei valori di emissione delle sorgenti del modello acustico, la realizzazione degli interventi può essere suddivisa nei seguenti scenari:

0. Scenario stato di fatto (2020)
1. Scenario di riferimento: Entrata in esercizio dell'intervento sullo svincolo di Casal Monastero (intervento in magenta) e dell'adeguamento della Via Tiburtina (intervento in verde).
2. Scenario di Progetto (I Fase funzionale): Scenario di riferimento più adeguamento Svincolo Tiburtina (intervento in rosso) con GRA non potenziato.
3. Scenario di Progetto (II Fase funzionale) Soluzione base: Sviluppato a partire dalla prima fase funzionale, include il GRA potenziato e l'adeguamento dello Svincolo Tiburtina.
3. Scenario di Progetto (II Fase funzionale) Soluzione a due corsie: Scenario di progetto soluzione base come punto di partenza con modifiche da una a due corsie su tratte specifiche.



**Figura 19 – Interventi infrastrutturali previsti negli scenari di riferimento e progettuali (fonte: SYSTEMATICA s.r.l., *Studio di impatto del traffico – Analisi trasportistica GRA-Interventi tra svincolo Casal Monastero e A24*, pagina 39)**

Gli scenari sopra elencati sono riportati secondo la sequenza temporale di realizzazione. Gli interventi in progetto a cura di ANAS riguardano lo Scenario di Progetto (I fase funzionale) e lo Scenario di Progetto (II fase funzionale). Poiché obiettivo del presente documento è la valutazione degli impatti imputabili agli interventi del progetto in esame, si ritiene opportuno escludere le pressioni sulla componente atmosfera introdotte dagli interventi di adeguamento della Via Tiburtina, a carico di altro ente. Per questo motivo si assume lo Scenario di Riferimento come base per il confronto per la stima degli incrementi di concentrazione degli inquinanti imputabili agli interventi in esame.

Le valutazioni hanno pertanto considerato i seguenti scenari:

- Scenario attuale (Ante Operam), rappresenta la situazione allo stato di fatto;
- Scenario di riferimento, ossia lo scenario di adeguamento di Via Tiburtina a 3 corsie;
- Scenario di progetto II fase funzionale (Post Operam), in seguito al completamento degli interventi in progetto.

La modellizzazione riguarda esclusivamente le emissioni prodotte dall’infrastruttura in esame e quelle ad esse connessa, escludendo qualsiasi altra fonte emissiva.

Queste saranno valutate considerandole parte integrante del “fondo” i cui livelli sono desunti dai valori rilevati dalle centraline e riportati in precedenza.

La valutazione complessiva sarà quindi data dalla somma delle immissioni calcolate attraverso l’implementazione del modello, dovute al traffico autoveicolare in transito, ed il fondo.

Si dovrà inoltre tenere in considerazione che il “fondo” comprende anche le emissioni dell’attuale configurazione viaria e quindi l’emissione complessiva è data dal fondo sommato al contributo delle emissioni degli scenari programmatico e progettuale ricavati quale incremento riferito allo scenario attuale.

Sono stati selezionati per il calcolo i seguenti inquinanti, identificati come i maggiormente rappresentativi dell’impatto atmosferico dovuto a traffico veicolare:

- Particolato (PM); le emissioni di PM devono essere considerate come PM2.5 poiché la frazione di dimensioni maggiori (PM2.5-10) è trascurabile nei gas di scarico dei veicoli.
- Ossidi di azoto (NOx)
- Monossido di carbonio (CO)
- Anidride carbonica (CO2)
- Biossido di zolfo (SO2)

I risultati della fase di modellizzazione sono espressi mediante mappe di concentrazione degli inquinanti selezionati (si vedano le apposite tavole) e mediante la determinazione delle concentrazioni in alcune postazioni ritenute significative lungo il tracciato dell’opera in progetto.

Le postazioni individuate per la valutazione della componente atmosfera sono state scelte in corrispondenza di edifici in prossimità degli interventi in progetto (si veda all. V). Si tratta di 3 postazioni rappresentative delle principali zone esposte alle pressioni delle opere in progetto:

- ATM\_1: area nord in prossimità della rampa di cambio direzione di percorrenza;
- ATM\_2: zona centrale, limitrofa allo svincolo 13 GRA-Tiburtina;
- ATM\_3: zona sud, in prossimità della rampa di uscita in direzione nord su Via Sabatino Gianni, connessa alle modifiche di viabilità di tale tratto di strada terziaria.

## 7.1 Analisi dei risultati dell’impatto Ante Operam

Lo scenario Ante Operam rappresenta la situazione presente allo stato attuale.

Come evidenziato dall’analisi dei dati riportati nel capitolo *Valutazione inquinamento atmosferico Ante Operam*, il complesso viario costituito dal Grande Raccordo Anulare e dalla Via Tiburtina costituisce ad oggi sorgente di rilevante impatto atmosferico sul territorio circostante, incrementato dal contributo dell’autostrada A24 L’Aquila-Teramo.

L’analisi dello scenario relativo allo stato di fatto evidenzia, come lecito attendersi, un impatto importante sul primo fronte degli edifici che si affacciano sul GRA e sulla Tiburtina.

Si rimanda alle specifiche tavole per gli output grafici del calcolo delle concentrazioni per i diversi inquinanti considerati. Di seguito sono riportati i valori previsionali per le tre postazioni individuate (Percentile98).

**Tabella 11 – Concentrazioni Ante Operam (Percentile 98\*)**

	<b>SO2</b>	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>CO2</b>	<b>PM2.5</b>
	µg/m <sup>3</sup>				
ATM_01	12	371	2021	55506	23
ATM_02	21	592	4219	100231	41
ATM_03	16	465	2720	71708	30
Media	16	476	2986	75815	31
Limiti	125	40	10000		25

Dal confronto dei valori di concentrazione calcolati puntualmente con i limiti normativi emergono criticità per quanto riguarda il particolato PM 2.5 e gli ossidi di azoto.

## 7.2 Analisi dei risultati dell’impatto nello Scenario di Adeguamento Tiburtina a 3 corsie

Lo scenario di adeguamento della Tiburtina a 3 corsie rappresenta la situazione della rete viaria nella quale si inseriscono gli interventi. Poiché tiene in considerazione la naturale crescita della domanda con orizzonte temporale al 2030 e la realizzazione degli interventi su Via Tiburtina (attualmente in avanzamento), si ritiene lo scenario più adeguato da utilizzare come base di confronto per analizzare le modifiche e gli eventuali peggioramenti introdotti dagli interventi in progetto.

Di seguito sono riportati i valori previsionali per le tre postazioni individuate (Percentile98).

**Tabella 12 – Concentrazioni Scenario di Adeguamento Tiburtina a 3 corsie (Percentile 98\*)**

	SO2	NOx	CO	CO2	PM2.5
	µg/m <sup>3</sup>				
ATM_01	11	340	1845	51034	22
ATM_02	31	838	5689	142235	60
ATM_03	16	478	2802	74158	31
Media	19	552	3445	89142	37
Limiti	125	40	10000		25

Anche in questo caso, dal confronto dei valori di concentrazione calcolati puntualmente con i limiti normativi emergono criticità per quanto riguarda il particolato PM2.5 e gli ossidi di azoto.

## 7.3 Analisi dei risultati dell’impatto Post Operam

Lo scenario post operam raffigura la situazione prevista in seguito alla realizzazione degli interventi in progetto (I e II stralcio); sono stati perciò implementati nel modello i nuovi tracciati stradali con i relativi flussi veicolari.

Nel corso della fase di esercizio le azioni di progetto potenzialmente interferenti in modo diretto con la componente atmosfera sono da ricercarsi quasi esclusivamente nel traffico veicolare circolante sulla nuova infrastruttura che, pertanto, interesserà tutti gli ambiti del tracciato, costituiti dal corpo stradale e dalle opere d’arte quali viadotti e svincoli.

Interferenze di tipo indiretto sono, invece, di ricercarsi nelle possibili variazioni che la nuova infrastruttura genererà in termini di traffico indotto circolante sulle altre viabilità afferenti al medesimo sistema trasportistico con il quale la strada di progetto può risultare funzionalmente interconnessa. In tal senso, gli ambiti di progetto sono rappresentati dalle altre viabilità presenti all’interno del sistema viabilistico col quale interagisce il tracciato di progetto.

L’analisi della situazione post operam è effettuata al fine di prevedere l’impatto atmosferico dello scenario di progetto, mettendo in risalto le variazioni rispetto allo scenario attuale e allo scenario di adeguamento della Tiburtina e gli eventuali superamenti dei limiti, in modo da intervenire di conseguenza.

Si rimanda alle specifiche tavole per gli output grafici del calcolo per i diversi inquinanti considerati.

Come per i casi precedenti (relativo allo stato di fatto e allo scenario di riferimento), anche per lo scenario post operam si riscontra un impatto importante sul primo fronte degli edifici che si affacciano sul GRA e sulla Tiburtina.

Di seguito sono riportati i valori previsionali per le tre postazioni individuate (Percentile98).

**Tabella 13 – Concentrazioni Post Operam (Percentile 98\*)**

	<b>SO2</b>	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>CO2</b>	<b>PM2.5</b>
	µg/m <sup>3</sup>				
ATM_01	14	454	2201	65187	27
ATM_02	36	1079	6253	168191	70
ATM_03	23	719	3762	106290	44
Media	25	751	4072	113222	47
Limiti	125	40	10000		25

Anche in questo caso, dal confronto dei valori di concentrazione calcolati puntualmente con i limiti normativi emergono criticità per quanto riguarda il particolato PM2.5 e gli ossidi di azoto.

Di seguito le tabella delle differenze fra la situazione Post Operam e gli Scenari Ante Operam e di adeguamento della Tiburtina.

**Tabella 14 – Differenza di concentrazione Post-Ante**

	<b>SO2</b>	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>CO2</b>	<b>Particella</b>
	µg/m <sup>3</sup>				
ATM_01	2	84	181	9681	4
ATM_02	15	487	2034	67960	29
ATM_03	7	254	1043	34582	14
media	8	275	1086	37408	16

**Tabella 15 – Differenza di concentrazione Post-Adeguamento Tiburtina**

	<b>SO2</b>	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>CO2</b>	<b>PM2.5</b>
	µg/m <sup>3</sup>				
ATM_01	3	114	357	14153	6
ATM_02	6	241	564	25957	10
ATM_03	7	241	960	32132	13
media	5	199	627	24081	10

Nella seguente tabella viene riportato il risultato del calcolo previsionale, espresso come incremento percentuale rispetto agli Scenari Ante Operam e di Riferimento.

**Tabella 16 – Incremento percentuale di concentrazione rispetto allo scenario Ante Operam**

	<b>SO2</b>	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>CO2</b>	<b>Particella</b>
	%	%	%	%	%
ATM_01	18	23	9	17	17
ATM_02	70	82	48	68	71
ATM_03	48	55	38	48	48
media	45	53	32	45	45

**Tabella 17 – Incremento percentuale di concentrazione rispetto allo scenario di adeguamento della Tiburtina**

	SO2	NOx	CO	CO2	PM2.5
	%	%	%	%	%
ATM_01	27	34	19	28	26
ATM_02	19	29	10	18	17
ATM_03	44	50	34	43	43
media	30	38	21	30	29

L'intervento preso in esame in questa relazione è sostanzialmente l'ampliamento e potenziamento del GRA con conseguenti modifiche che mirano a migliorare la viabilità urbana. Sebbene la nuova configurazione comporti un incremento di concentrazione di sostanze inquinanti, tuttavia bisogna considerare che porterà a una riduzione del traffico urbano con conseguente potenziale miglioramento della qualità dell'aria di quella zona.

Dall'analisi dei risultati previsionali si osserva che i valori più elevati di concentrazione dei diversi inquinanti si registrano in corrispondenza della sede strade; l'ampliamento della sede stradale, dovuto in particolare all'introduzione delle complanari, si riflette conseguentemente in un ampliamento dell'area con concentrazioni elevate e dunque in un incremento dei valori di concentrazione. I ricettori esposti alle maggiori variazioni sono gli edifici posti nelle immediate vicinanze della sede stradale.

L'intervento in progetto è associato a un incremento delle concentrazioni, tuttavia lo scenario di superamento dei limiti normativi rimane invariato. Infatti, per quanto riguarda biossido di zolfo e monossido di carbonio le concentrazioni si mantengono ampiamente al di sotto dei valori definiti dalla normativa; il particolato e gli ossidi di azoto rappresentano la situazione più critica, con superamento del limite medio annuo (PM<sub>2,5</sub>: 25 µg/m<sup>3</sup>; NOx: 40 µg/m<sup>3</sup>) già nella situazione attuale e incremento nello scenario di progetto.

## 8 VALUTAZIONE PREVISIONALE DEGLI IMPATTI IN CORSO D'OPERA

Gli impatti sull'atmosfera connessi alla fase di realizzazione dell'opera sono collegati in generale alle lavorazioni relative alle attività di scavo, alla movimentazione ed al transito dei mezzi pesanti e di servizio sulla rete viaria, che in determinate circostanze possono causare il sollevamento di polvere (originata dalle suddette attività) oltre a determinare l'emissione di gas di scarico nell'aria. I principali indicatori dell'inquinamento atmosferico della fase in corso d'opera risultano perciò essere il valore di concentrazione di PM10, frazione più grossolana del particolato che comprende anche il PM2.5, e degli ossidi di azoto NOx.

### 8.1 Aree di cantiere fisse

Per ciascuna fase funzionale (I e II stralcio) sono identificate da progetto aree di cantiere fisse limitrofe all'infrastruttura. Tali aree ospitano le attività legate alla logistica e ai servizi, come uffici, spogliatoi, infermeria, depositi materiale e mezzi, cisterna dell'acqua, depuratore.

Poiché gli interventi del I e del II stralcio vengono realizzati in tempi differenti, per ciascuna fase vengono definite specifiche aree di cantiere. Si riporta a seguire una descrizione di tali aree divise per fase operativa.

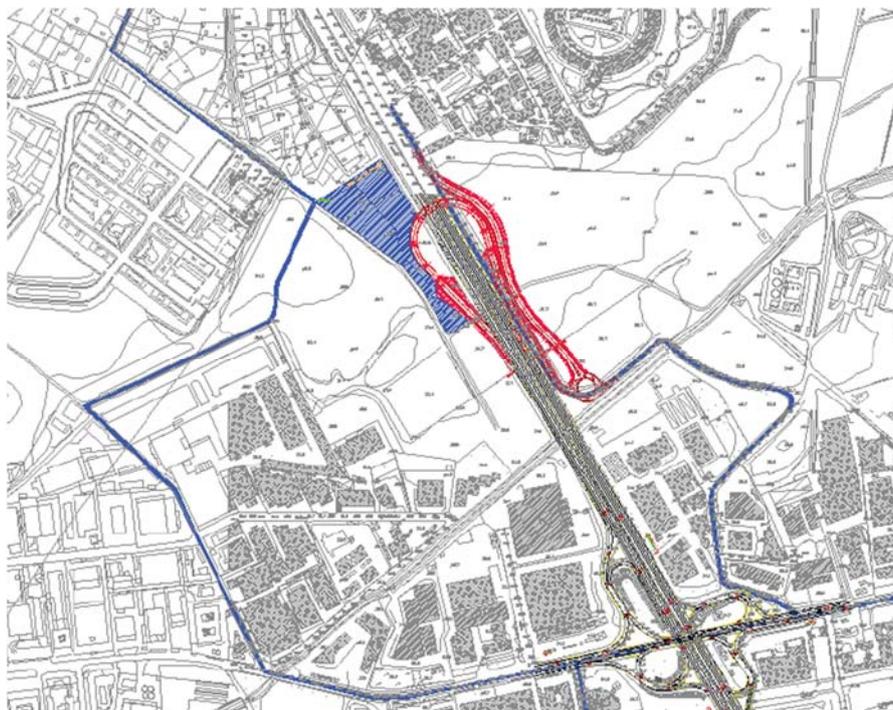
#### 8.1.1 I stralcio

Ai fini di un'ottimale definizione delle fasi e in funzione delle opere da realizzare si è provveduto alla suddivisione in 3 aree di lavoro, con i seguenti criteri:

- funzionalità e logicità nei confronti della fasi;
- omogeneità di lavorazioni;
- coerenza con le ipotesi di viabilità di cantiere.

Sono state individuate le seguenti aree:

- **Area di cantiere inversione di marcia**



*Figura 20 – Planimetria cantiere inversione di marcia*

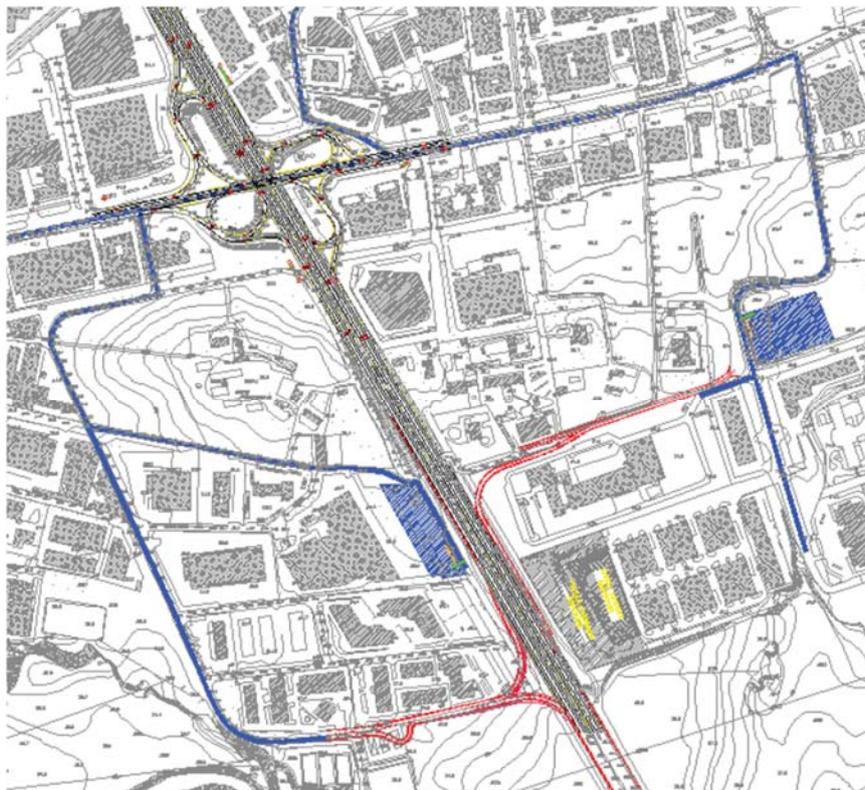
All’area di cantiere individuata fanno riferimento le opere necessarie per realizzare l’inversione di marcia, che comprendono rotatoria e deviazione via Armenise, rampe di inversione di marcia carreggiata esterna ed interna, viadotto e interferenze idrauliche.

Il cantiere è stato ubicato in area agricola ed è servito da viabilità ordinaria fino all’accesso alla zona agricola e poi da pista tracciata per raggiungere il cantiere.

Le forniture, sia che provengano dal GRA, sia che provengano dalla via Tiburtina raggiungeranno l’area di cantiere attraverso via di Scorticabove.

Quest’area è inoltre attrezzata per rappresentare il Cantiere Logistico Base; pertanto sono previsti apprestamenti e servizi per l’ufficio tecnico di cantiere, per servizi igienici e spogliatoi, per depositi e officine, per mensa e direzione. Non sono previsti impianti di betonaggio, ma aree per stoccaggio conci travi di impalcato.

- **Aree di cantiere rampe est ed ovest**



*Figura 21 – Planimetria cantieri rampe est ed ovest*

All’aree di cantiere individuate fanno riferimento le opere necessarie per realizzare le rampe est ed ovest.

In particolare:

Cantiere di via Zoe Fontana: riguarda le opere per la rampa est carreggiata esterna uscita via Sabatino;

Cantiere di via dei Luxardo: riguarda le opere per la rampa ovest uscita/ingresso carreggiata interna.

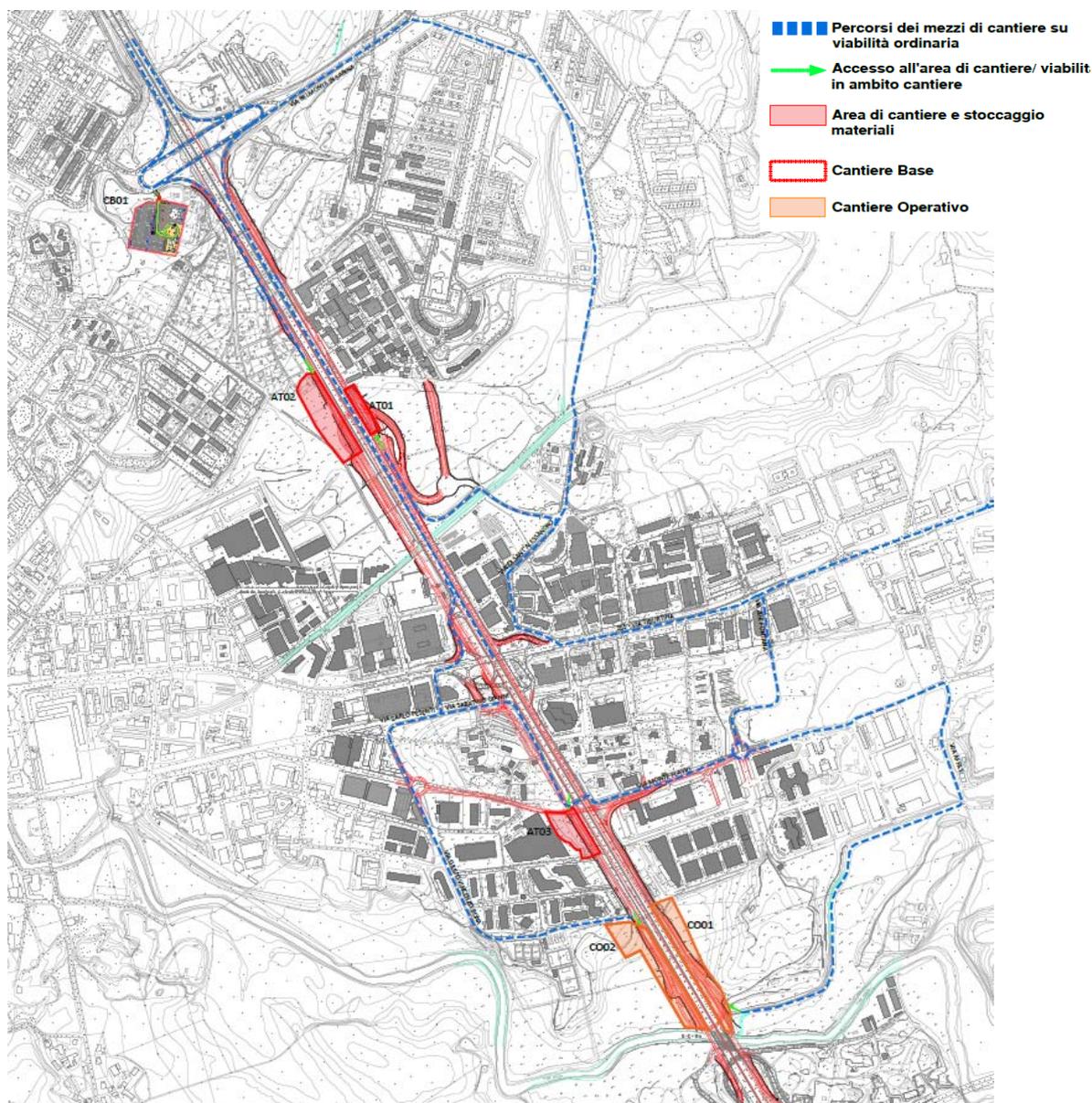
I cantieri sono stati ubicati in aree libere e serviti da viabilità ordinaria fino all’accesso. Le forniture, sia che provengano dal GRA, sia che provengano dalla via Tiburtina raggiungeranno l’area di cantiere attraverso via di Luxardo e via Zoe Fontana; nell’area di cantiere sono previsti apprestamenti e servizi per l’ufficio tecnico di cantiere, per servizi igienici e spogliatoi, per depositi e officine, per mensa e direzione. Non sono previsti impianti di betonaggio, ma aree per stoccaggio terre da rilevato.

- **Area di cantiere rampe di svincolo**

Per l’adeguamento dello svincolo è previsto l’utilizzo delle aree intercluse delle rampe dello Svincolo Tiburtina. A queste aree di cantiere fanno riferimento le attività legate alle rampe di ingresso/uscita per entrambe le direzioni e carreggiate e le opere per il Ponte Scavalco Tiburtina.

### 8.1.2 Il stralcio

Le aree di cantiere sono ubicate come riportato nella planimetria seguente.



**Figura 22 – Planimetria con ubicazione aree di cantiere e viabilità**

Seguendo i criteri di funzionalità e logicità, omogeneità di lavorazioni, coerenza con la viabilità di cantiere, sono state individuate per lo sviluppo delle attività le seguenti aree:

- n. 1 Cantiere Base (CB01)
- n. 2 Cantieri Operativi con stoccaggio terre (CO01 e CO02)
- n. 3 Aree tecniche di cantiere e stoccaggio materiali in prossimità delle opere da realizzare (AT01/02/03)

I Cantieri Base e Operativi mantengono la loro ubicazione per tutta la durata dei lavori, le aree tecniche e di stoccaggio possono essere dismesse rispettivamente appena vengono completate le opere di pertinenza o appena si alloca il materiale stoccato. Si riporta di seguito la descrizione delle funzioni e delle dotazioni tipo per ciascuna area del sistema di cantierizzazione previsto per la realizzazione delle opere in oggetto, con descrizioni di dettaglio dei cantieri principali, per distribuzione secondo le km.

Le aree di cantiere sono caratterizzate come segue:

**- Cantiere Base (CB01)**

Il Cantiere Base è posizionato in prossimità dello Svincolo “Centrale del Latte” (a ridosso dell’area urbana di Casal Monastero), ha una superficie di circa 18000 mq ed è accessibile da via Belmonte in Sabina. Nell’ambito del cantiere è prevista la localizzazione degli allestimenti logistici destinati ai servizi per il personale addetto all’esecuzione dei lavori (dormitori, mensa, primo soccorso, servizi igienici, ecc.), ma anche di zone destinate ad ospitare apprestamenti operativi (officina, disoleatore, pesa, distributore, ecc.) oltre che allo stoccaggio dei materiali.

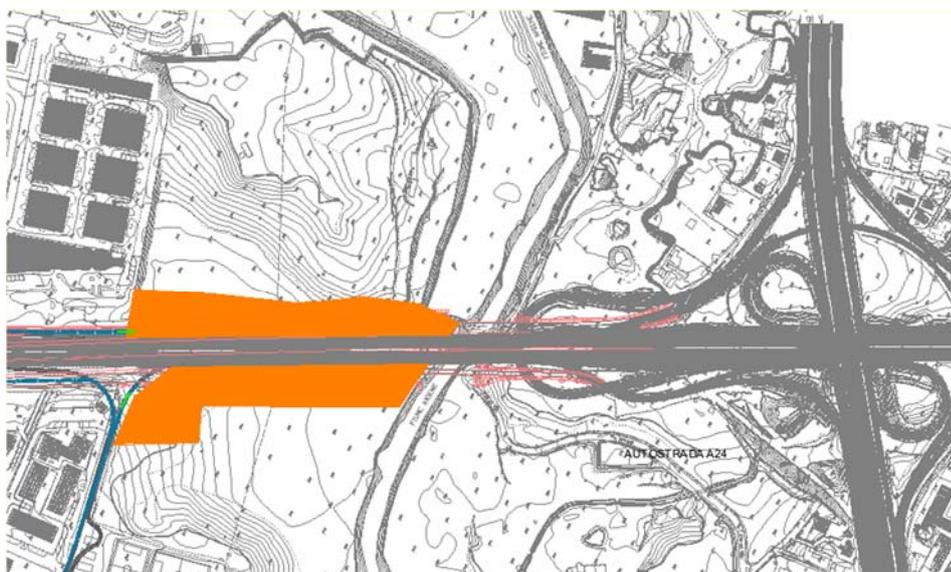


**Figura 23 – Planimetria cantiere base**

**- Cantieri Operativi CO01/CO02**

Nell’ambito di tale cantiere è prevista la localizzazione di allestimenti logistici minimi per il personale (vista la presenza del cantiere base) quali spogliatoi, uffici, servizi igienici, e prevalentemente di zone destinate ad ospitare le attrezzature necessarie alla esecuzione del lavoro e lo stoccaggio dei materiali (zona per lo stoccaggio dei rifiuti assimilabili agli urbani, torre faro, punto consegna energia elettrica, serbatoio idrico, officina, magazzino, pesa).

I cantieri operativi CO01 e CO02 sono posizionati in prossimità dello svincolo autostradale A24, hanno una superficie di 20185 mq e 18095 mq e sono accessibili dalla viabilità comunale di via Vincenzo Bona l’uno e di Via di Monte Flavio l’altro.



**Figura 24 – Planimetria cantieri operativi**

**- Aree di deposito temporaneo CO01/CO02**

Lungo tutto il Lotto sono previste 2 aree di stoccaggio terre in corrispondenza delle lavorazioni che necessitano di maggiore apporto di volumi di terre per la formazione di rilevati e coincidono con le aree di lavorazioni di CO01 e CO02 ubicate anche lontano da ricettori sensibili.

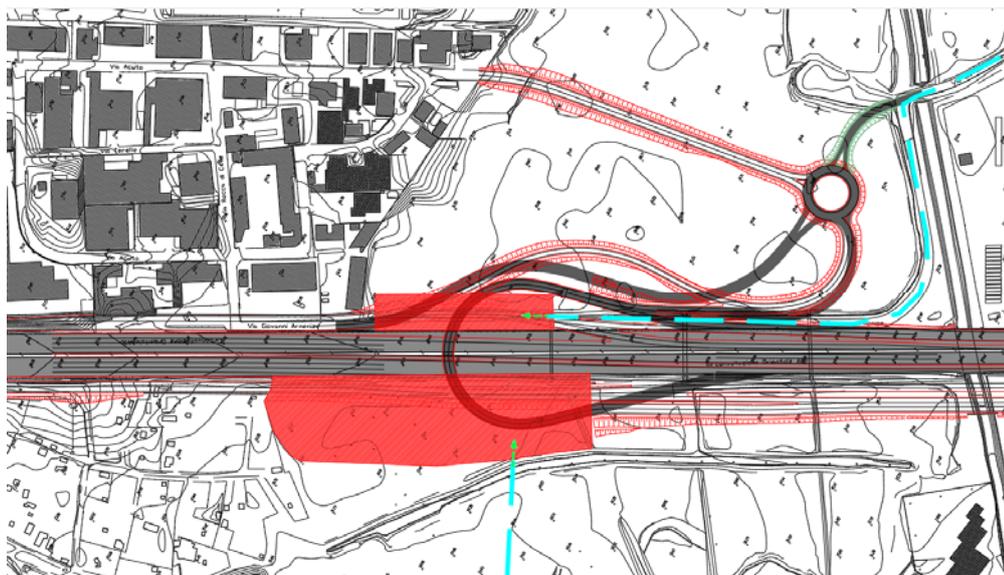
In attesa del suo utilizzo, il materiale verrà protetto da teli di copertura e controllato all'interno dell'area di recinzione del deposito stesso; in condizioni climatiche particolari, potrà essere limitatamente irrorato superficialmente con nebulizzatori, al fine di non indurre dispersioni di polveri nell'ambiente. Il terreno vegetale sarà comunque separato dallo stoccaggio del terreno di recupero, in quanto è destinato a ricostituire la coltre vegetale dei ripristini e dei rimodellamenti; ciò, allo scopo di non ridurre le proprietà vegetali di ricostituzione della vegetazione autoctona.

**- Aree tecniche in prossimità delle opere da realizzare AT01/02/03**

Sono previste lungo il tracciato 3 Aree Tecniche funzionali alla realizzazione delle principali opere distribuite lungo il tracciato, per viadotti, cavalcavia, sottopassi e opere diverse. Due aree tecniche sono ubicate lungo la carreggiata interna, un'area lungo la Carreggiata esterna; rispettivamente alle progr 29+080 la prima, 30+320 la seconda; la terza invece è alla medesima progr della prima ma sulla carreggiata esterna.

Le Aree tecniche suddette sono tutte ubicate nelle immediate vicinanze delle opere di cui sono al servizio, accessibili prevalentemente da viabilità locali e qualcuna da piste di cantiere appositamente realizzate, in corrispondenza delle aree di difficile accessibilità, ma prossime alle opere. Le superfici variano dai 6200 mq ai 16505 mq.

Le Aree tecniche hanno gli impianti ed i servizi strettamente legati all'esecuzione della specifica opera o lavorazioni da eseguire nella zona di pertinenza, tuttavia sono anche esse dotate dei servizi di pronta assistenza e sicurezza in ragione della diversa ubicazione e difficoltà di raggiungere il campo base dove tali servizi sono anche collocati.



**Figura 25 – Planimetria aree tecniche AT01 e AT02**



**Figura 26 – Planimetria area tecnica AT03**

## 8.2 Aree di cantiere mobili

Oltre alle aree di cantiere fisse predisposte da progetto sopra citate, la realizzazione degli interventi interessa le aree in corrispondenza dell’infrastruttura stessa, che costituiscono aree di cantiere mobili che si modificano in base all’avanzamento dei lavori.

L’impatto prodotto dalla fase di cantiere si basa quindi anche sull’individuazione delle attività definite da cronoprogramma maggiormente legate all’emissione di polveri. Nei paragrafi seguenti si riporta la suddivisione in aree funzionali per I e II stralcio, che includono al loro interno le attività da cronoprogramma per la realizzazione di uno specifico elemento del progetto.

Per un’analisi più dettagliata della durata delle diverse fasi e sottofasi si rimanda al cronoprogramma dei lavori e ai documenti specifici sulla cantierizzazione.

Ai fini della valutazione dell’impatto delle lavorazioni sulla componente atmosfera, si associa a ciascuna area uno o più ambiti di lavorazione che caratterizzano il tipo di attività necessarie per realizzare quello specifico intervento. In particolare, le lavorazioni vengono schematizzate nei tre macro-ambiti seguenti:

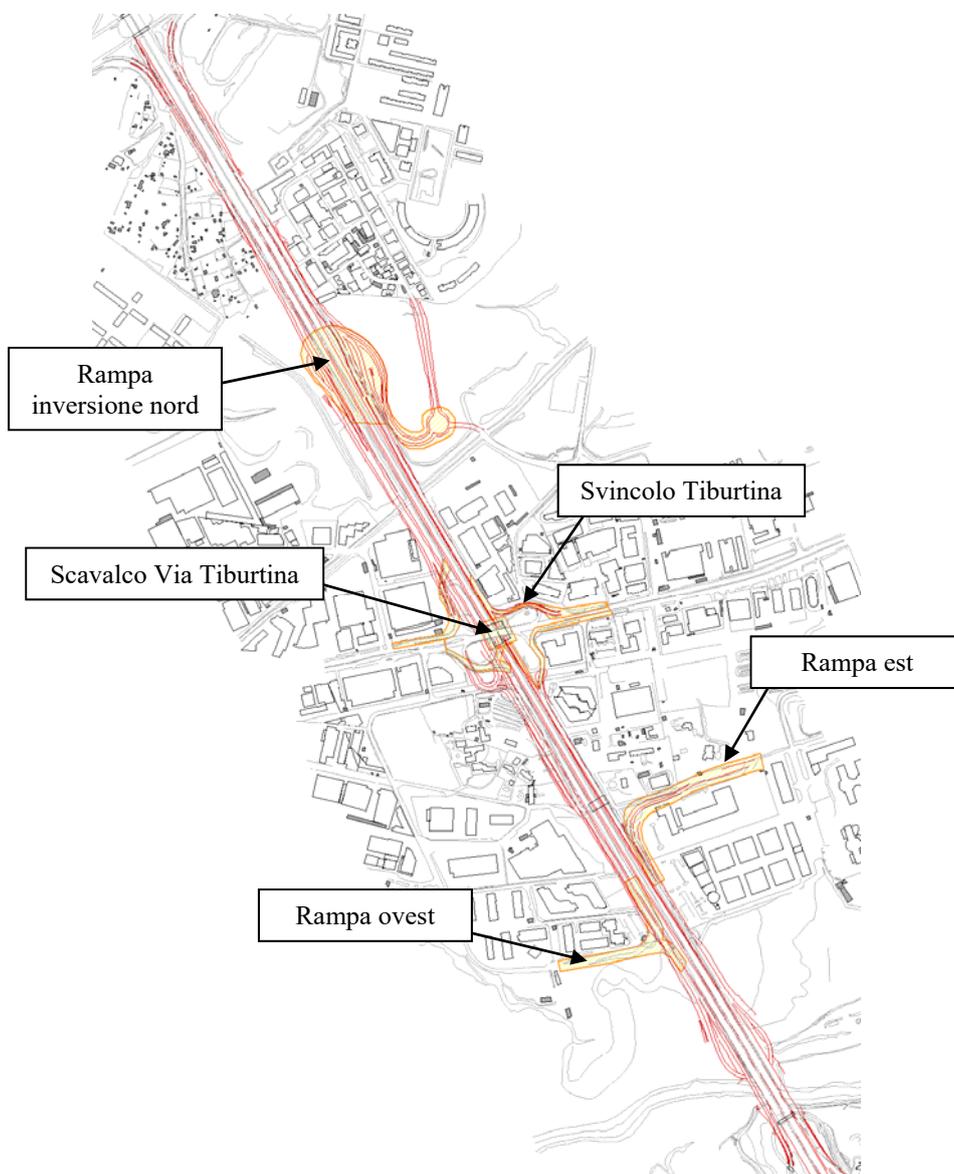
- Opere strutturali;
- Movimento terra;
- Finiture superficiali;

### 8.2.1 I stralcio

Ai fini della presente valutazione, le attività del I stralcio vengono sintetizzate nelle seguenti aree funzionali, associate alla realizzazione di uno specifico elemento dell’intervento in progetto:

- Realizzazione opere relative al cavalcavia rampa inversione nord e alle rampe di uscita (est e ovest) dal GRA ubicate nella zona sud rispetto alla via Tiburtina;
- Realizzazione opera di scavalco Via Tiburtina e adeguamento rampe svincolo Tiburtina;

Ogni fase riguarda uno specifico elemento dell’intervento in progetto, con una precisa collocazione spaziale (evidenziata nelle planimetrie a seguire).



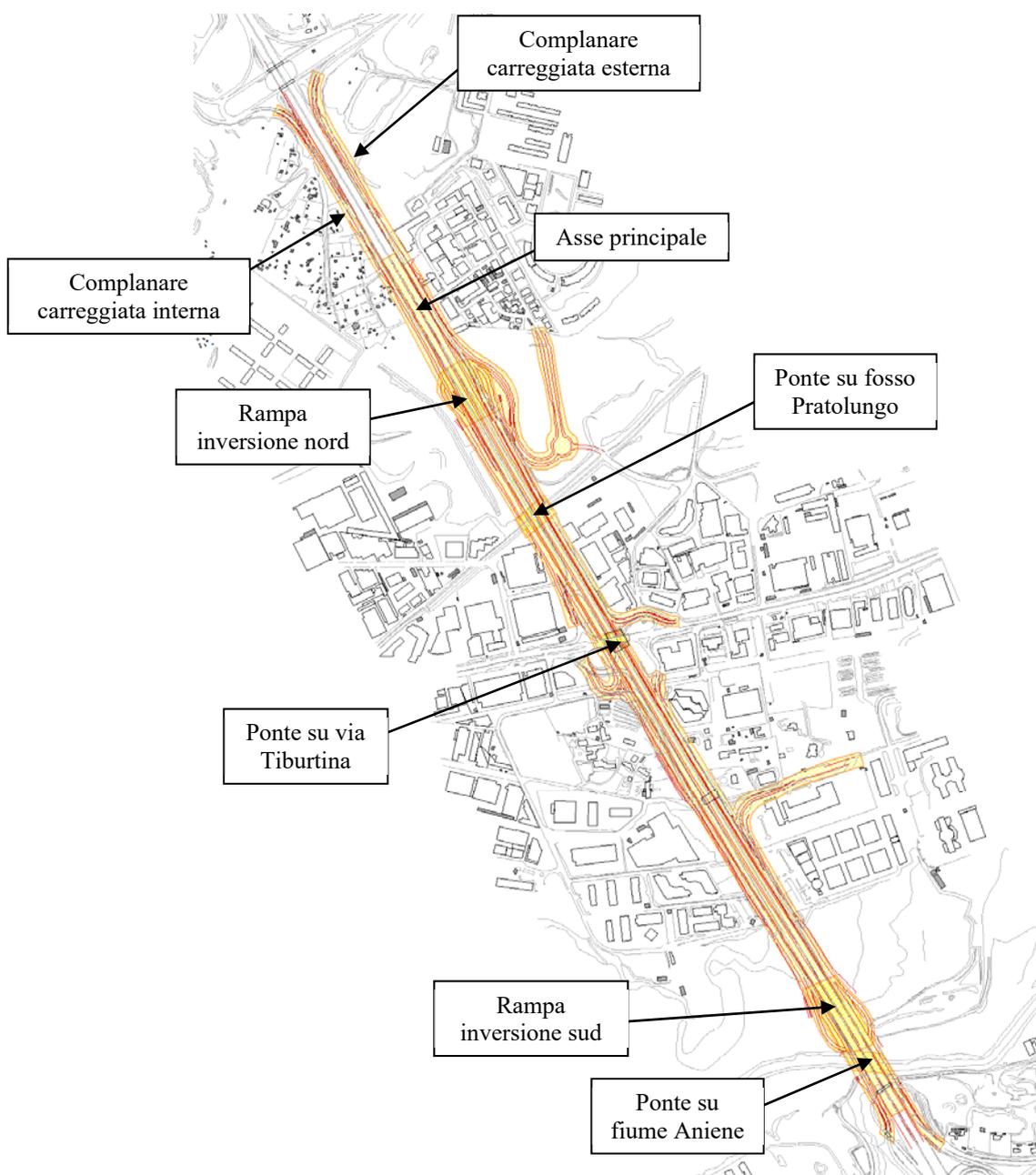
*Figura 27 – Planimetria con ubicazione aree funzionali – I stralcio*

## 8.2.2 Il stralcio

Per quanto riguarda il II stralcio, si identificano le seguenti aree funzionali:

- Realizzazione complanare carraggiata interna e relative rampe, svincoli e opere di sostegno;
- Realizzazione complanare carraggiata esterna e relative rampe, svincoli e opere di sostegno;
- Realizzazione ponte su fosso Pratolungo;
- Realizzazione ponte su Via Tiburtina;
- Realizzazione ponte su fiume Aniene;
- Adeguamento rampa inversione nord (1° stralcio);
- Realizzazione rampa inversione sud;
- Adeguamento asse principale.

Ogni fase riguarda uno specifico elemento dell'intervento in progetto, con una precisa collocazione spaziale (evidenziata nelle planimetrie a seguire).



*Figura 28 – Planimetria con ubicazione aree funzionali – II stralcio*

### 8.3 Percorsi dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria

Un altro aspetto importante da tenere in considerazione per la valutazione dell'impatto atmosferico della fase di cantiere sono i percorsi dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria, che costituiscono le vie di collegamento tra le diverse aree di cantiere e i percorsi per gli approvvigionamenti delle forniture e per gli sgomberi.

La scelta delle strade da utilizzare per la movimentazione dei materiali, dei mezzi e del personale è stata effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- minimizzazione della lunghezza dei percorsi in aree residenziali o lungo viabilità con elementi di criticità (strette, semafori, passaggi a livello, ecc.);
- scelta delle strade a maggior capacità di traffico;
- scelta dei percorsi più rapidi per il collegamento tra il cantiere/area di lavoro e la viabilità a lunga percorrenza.

Il principale impatto in termini di viaggi/giorno è legato ai quantitativi da movimentare, che sono addebitabili soprattutto ai volumi di scavo/rinterri. Inoltre incidono sensibilmente anche i calcestruzzi e i volumi di bitume per la realizzazione delle piattaforme stradali.

Le simulazioni modellistiche tengono conto dei percorsi dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria considerando per tutti gli scenari un flusso di mezzi pesanti pari a 2 veicoli/ora che viaggiano a una velocità di 20 km/h; tale flusso è inteso in termini di traffico giornaliero medio rappresentativo di uno scenario generale mediato tra le diverse fasi di realizzazione degli interventi.

Poiché alcuni tratti della viabilità dei mezzi pesanti di cantiere interessano strade locali in prossimità di aree residenziali generalmente non caratterizzate da traffico di mezzi pesanti, per queste aree più sensibili viene effettuata un'analisi di dettaglio per valutare l'impatto del traffico di cantiere nello scenario più critico. Per questi casi specifici il dato di traffico considerato è espresso come valore di punta e si riscontra per la durata limitata della singola fase da cronoprogramma associata ai maggiori movimenti di materia.

#### 8.3.1 I stralcio

Tra gli interventi programmati nel I stralcio, le lavorazioni più impattanti dal punto di vista del traffico di cantiere ricadono nella fase 1 definita dal cronoprogramma. In tale fase, di durata pari a 11 mesi, rientrano le attività legate alla realizzazione del viadotto di inversione di marcia.

Al fine di determinare il massimo carico sulla rete si ipotizza cautelativamente che i movimenti di materia derivanti dal bilancio di materie di tutte le fasi del I stralcio siano riferibili alla prima fase.

A partire dal volume complessivo in entrata/uscita dal cantiere, pari a 108.000 m<sup>3</sup> in banco, vengono effettuate le seguenti assunzioni:

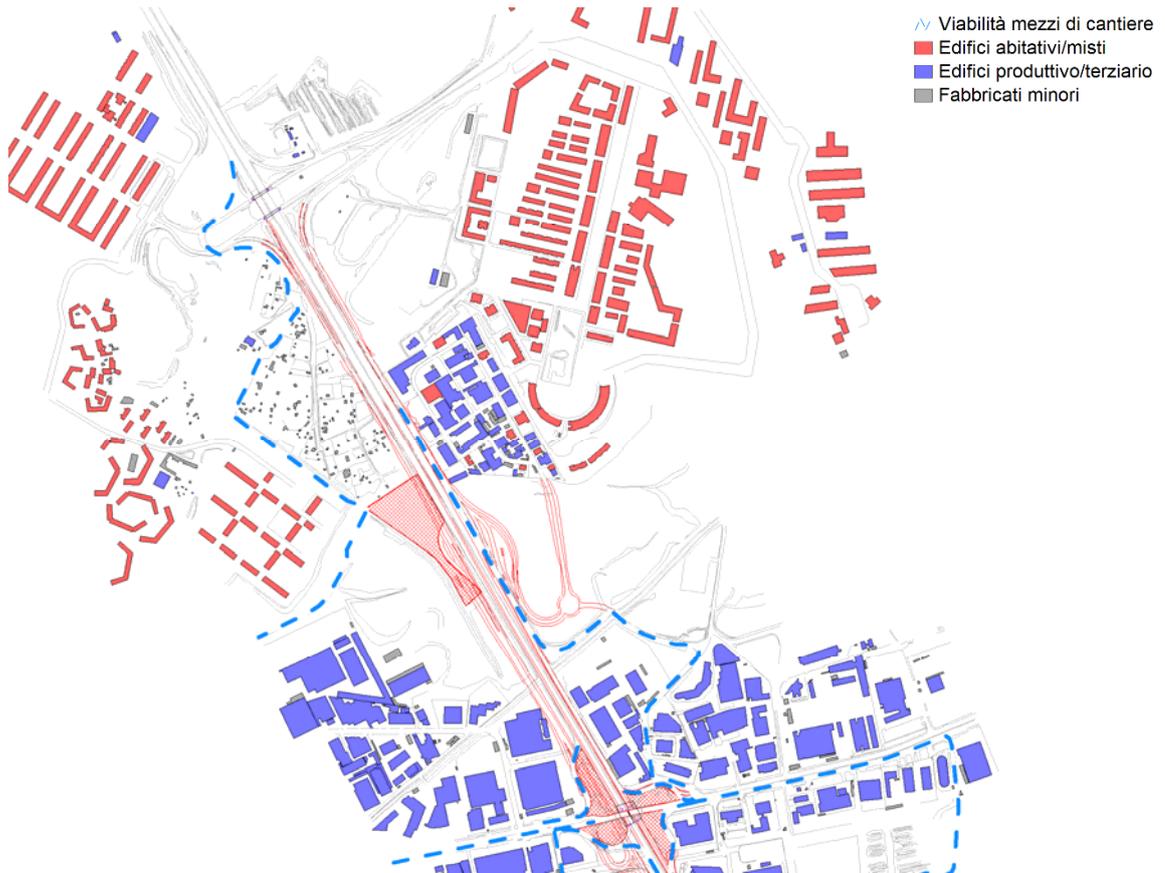
- Indice di sciolto/banco pari a 1,3
- Mezzi di trasporto di capacità pari a 15 m<sup>3</sup>
- 5 giorni lavorativi a settimana
- Trasporto in 10 ore giornaliere

A partire dal valore del traffico orario medio ottenuto con le precedenti ipotesi, pari a 4 veicoli/ora, vengono effettuate le seguenti operazioni:

- Trasformazione in valore di punta moltiplicando di un fattore pari a 2;
- Amplificazione del 20% per tener in conto il traffico di cantiere di tipo pesante per approvvigionamento di materiali non inerti (carpenterie metalliche, casseforme etc) e per quello leggero sempre di cantiere (maestranze, tecnici etc);
- Ulteriore raddoppio per tenere conto del transito dei mezzi a vuoto.

Il valore finale ottenuto per il traffico di cantiere nello scenario più critico è pari a 20 veicoli/ora ed interessa la rete di viabilità locale relativa alla prima fase e il GRA per raggiungere i siti di cava e deposito individuati.

Dati gli elevati volumi di traffico, anche pesante, che interessano il GRA e data la destinazione d'uso produttiva/terziaria delle aree limitrofe allo svincolo Tiburtina, si concentra l'attenzione sull'area residenziale del quartiere di San Basilio a nord del tratto di intervento.



*Figura 29 – Indicazione percorsi dei mezzi di cantiere area nord*



*Figura 30 – Ubicazione area residenziale di San Basilio*

### 8.3.2 Il stralcio

Anche per il II stralcio funzionale, i quantitativi da movimentare, che generano il principale l’impatto in termini di viaggi/giorno, sono addebitabili soprattutto ai volumi di scavo/ rinterri.

Per la valutazione dei traffici indotti sulla rete dai trasporti di materiali è stato seguito, in via cautelativa, il seguente procedimento:

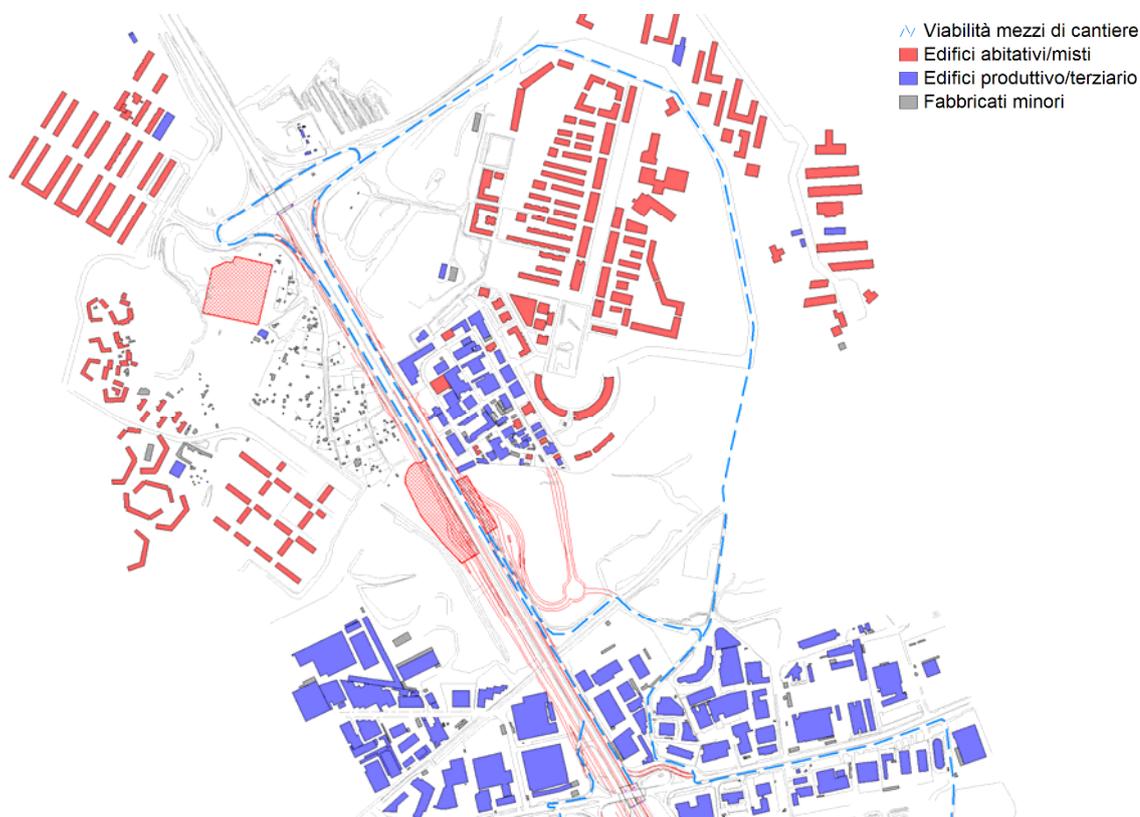
1. individuazione per ciascuna wbs dei quantitativi di scavo;
2. calcolo del numero di camion necessari al trasporto dell’intero volume di scavo per singola wbs;
3. calcolo del numero giornaliero medio del numero di camion necessari in ragione della durata della wbs (da cronoprogramma): si specifica che tale valore considera il ritorno a vuoto del mezzo ed è amplificato per 2 per tenere in considerazione che la durata degli scavi per ciascuna wbs non coincide con la durata della wbs;
4. calcolo del valore giornaliero di traffico considerando traffici su 5 giorni settimanali.

Si rimanda alla relazione di cantierizzazione per i flussi stimati per ciascuna wbs del cronoprogramma.

I carichi maggiori sulla rete si hanno in corrispondenza delle prime 4 macrofasi definite da cronoprogramma; in particolare, i volumi di traffico più elevati si riferiscono alla prima macrofase, relativa alla realizzazione della viabilità complanare in carreggiata interna tra lo svincolo di “Casal Monastero” (“Centrale del latte”) e lo svincolo A24, per la quale il carico sulla rete dovuto ai mezzi pesanti è di circa 160 viaggi/giorno. Amplificando tale valore del 15% per tenere in considerazione gli altri traffici indotti dalle lavorazioni (betoniere, trasporto carpenterie metalliche, elementi prefabbricati, etc), si ottiene un flusso di mezzi di cantiere pari a 184 viaggi/giorno. Ipotizzando che il trasporto venga effettuato in 10 ore giornaliere, si ottiene un flusso orario di mezzi pari a 18,4 veicoli/ora (approssimato a 20 veicoli/ora come input del modello di calcolo previsionale).

Le viabilità pubbliche limitrofe alle aree di cantiere che verranno utilizzate per gli spostamenti dei mezzi di cantiere sono costituite dal raccordo autostradale, dalle viabilità statali e provinciali presenti, dalle viabilità comunali e anche poderali da adeguare.

Dati gli elevati volumi di traffico, anche pesante, che interessano il GRA e data la destinazione d’uso produttiva/terziaria delle aree limitrofe allo svincolo Tiburtina, si concentra l’attenzione sull’area urbana residenziale di Casal Monastero a nord del tratto di intervento.



*Figura 31 – Indicazione percorsi dei mezzi di cantiere area nord*



*Figura 32 – Ubicazione area residenziale di Casal Monastero*

## 8.4 Calcolo previsionale

I fattori di emissione utilizzati sono ottenuti seguendo i procedimenti riportati in precedenza, combinando i dati delle diverse attività e dei diversi macchinari presenti nella medesima area di cantiere fissa o nell’area legata all’avanzamento di cantiere (si veda l’Allegato IV per la determinazione dei dati di emissione).

Nelle tabelle presentate nei paragrafi a seguire, relativi a I e II stralcio, si riportano i valori di emissione per unità di tempo, espressi in g/h, per ciascuna area e per i due principali inquinanti considerati (PM10 e NOx).

Poiché le macchine si muovono all’interno dell’area in cui operano e le lavorazioni sono distribuite in modo diffuso sulla tratta, il valore di emissione per unità di tempo indicato in tali tabelle viene distribuito sull’area di lavoro corrispondente.

Il transito dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria viene tenuto in considerazione inserendo sorgenti sonore lineari secondo il metodo COPERT, impostando i flussi di mezzi pesanti precedentemente definiti al paragrafo 8.3 “Percorsi dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria”.

L’impatto sull’inquinamento atmosferico è stato valutato tramite modello previsionale utilizzando il software commerciale IMMI 2020 prodotto dalla WMS - Germany.

Per ognuno dei due stralci, viene simulato un unico scenario relativo alla configurazione peggiore, ossia di compresenza delle diverse lavorazioni sull’intero tratto di intervento. I livelli di concentrazione ottenuti si riferiscono al solo contributo dei cantieri e del passaggio dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria, aggiuntivi ai livelli di fondo presenti nell’area.

Si rimanda agli appositi elaborati per le mappe dei valori di concentrazione di PM10 e NOx sull’area di studio relative agli scenari in corso d’opera per I e II stralcio.

Nei paragrafi seguenti vengono riportati i valori di concentrazione puntuali per i due inquinanti in esame (PM10 e NOx) calcolati in corrispondenza delle tre postazioni ATM\_1, ATM\_2 e ATM\_3 rappresentative delle principali zone esposte alle pressioni delle opere in progetto (Nord/Centro/Sud).

#### 8.4.1 I stralcio

**Tabella 18 – Emissioni (g/h) relative al PM10 per le aree cantiere fisse – I stralcio**

Aree di cantiere fisse	Attività sorgenti di inquinamento	Emissioni per unità di tempo totale (g/h)
Cantiere inversione di marcia	mezzi di cantiere; mezzi su piste di cantiere;	241,7
Cantiere rampa est (Via Zoe Fontana)	mezzi di cantiere (pale, escavatori, autocarri); mezzi su piste di cantiere; carico e scarico terra; stoccaggio cumuli di terra;	280,8
Cantiere rampa ovest (Via dei Luxardo)	mezzi di cantiere (pale, escavatori, autocarri); mezzi su piste di cantiere; carico e scarico terra; stoccaggio cumuli di terra;	280,8
Cantiere rampe di svincolo	mezzi di cantiere; mezzi su piste di cantiere;	241,7

**Tabella 19 – Emissioni (g/h) relative al PM10 per le aree funzionali – I stralcio**

Area funzionale	Ambito di lavorazione	Emissioni per unità di tempo totale (g/h)
Cavalcavia rampa inversione nord	Movimento terra, Finiture superficiali, Opere strutturali	167,6
Rampe di uscita GRA a sud di Via Tiburtina	Movimento terra, Finiture superficiali	137,8
Scavalco Via Tiburtina	Opere strutturali	29,8
Rampe svincolo Tiburtina	Movimento terra, Finiture superficiali	137,8

**Tabella 20 – Emissioni (g/h) relative agli NOx per le aree cantiere fisse – I stralcio**

Aree di cantiere fisse	Attività sorgenti di inquinamento	Macchine	Emissioni per unità di tempo totale (g/h)
Cantiere inversione di marcia	mezzi di cantiere	Autocarri	98,2
Cantiere rampa est (Via Zoe Fontana)	mezzi di cantiere	Pale, escavatori, autocarri	226,8
Cantiere rampa ovest (Via dei Luxardo)	mezzi di cantiere	Pale, escavatori, autocarri	226,8
Cantiere rampe di svincolo	mezzi di cantiere	Autocarri	98,2

**Tabella 21 – Emissioni (g/h) relative agli NOx per le aree funzionali – I stralcio**

Area funzionale	Ambito di lavorazione	Emissioni per unità di tempo totale (g/h)
Cavalcavia rampa inversione nord	Movimento terra, Finiture superficiali, Opere strutturali	857,7
Rampe di uscita GRA a sud di Via Tiburtina	Movimento terra, Finiture superficiali	467,0
Scavalco Via Tiburtina	Opere strutturali	390,7
Rampe svincolo Tiburtina	Movimento terra, Finiture superficiali	467,0

Di seguito si riportano i valori di concentrazione puntuali per i due inquinanti in esame (PM10 e NOx) calcolati in corrispondenza delle tre postazioni ATM\_1, ATM\_2 e ATM\_3 rappresentative delle principali zone esposte alle pressioni delle opere in progetto (Nord/Centro/Sud).

Si fa presente che le emissioni di particolato connesse con l'attività di cantiere sono meglio rappresentate dalla frazione PM10 di particolato (che comprende, ovviamente, la frazione PM2.5).

Tabella 22 – Concentrazioni PM10 e NOx per la configurazione in corso d'opera (Percentile 98\*) – I stralcio

	<b>NOx calcolato da modello previsionale in fase CO</b>	<b>PM10 calcolato da modello previsionale in fase CO</b>
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
ATM_01	70	27
ATM_02	206	80
ATM_03	155	137
media	144	81

Si evidenzia che la postazione ATM\_03 è situata a circa 20m dall'area di cantiere rampa ovest – Via dei Luxardo; la ridotta distanza dalle area di cantiere influenza di conseguenza i valori di concentrazione degli inquinanti che risultano superiori rispetto a quelli nelle altre postazioni.

Anche la postazione ATM\_02 risulta particolarmente esposta, in quanto posta a circa 50m dall'area fissa di cantiere interclusa delle rampe dello Svincolo Tiburtina.

Come si può notare l'impatto della fase di realizzazione degli interventi incide maggiormente sul PM10, legato principalmente alla movimentazione del materiale terroso e alle polveri sollevate dai mezzi sulle piste di cantiere.

È opportuno ricordare che la situazione rappresentata si riferisce a una condizione cautelativa "worst-case scenario" di attività contemporanea di tutte le lavorazioni lungo tutta la tratta di intervento, che non trova riscontro in una singola specifica fase del cronoprogramma. I valori riportati vanno intesi come concentrazioni massime che non saranno superate nelle diverse fasi; inoltre si rimarca il carattere temporaneo del cantiere, per cui l'impatto delle attività per la realizzazione degli interventi avrà una durata limitata.

#### **Percorsi dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria – quartiere San Basilio**

A seguire si riportano le mappe dei valori di concentrazione di NOx e PM10 relative all'impatto del traffico di cantiere nella condizione più gravosa sull'area residenziale di San Basilio.

Le mappe evidenziano un moderato impatto sulla componente atmosfera, con valori presso l'edificato inferiori a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per gli NOx, contenuti rispetto alle concentrazione attualmente presenti, e valori di PM10 inferiori a  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ampiamente al di sotto del valore limite.



Figura 33 – Concentrazione NOx – traffico di cantiere area residenziale San Basilio



Figura 34 – Concentrazione particolato (PM10) – traffico di cantiere area residenziale San Basilio

#### 8.4.2 Il stralcio

**Tabella 23 – Emissioni (g/h) relative al PM10 per le aree cantiere fisse – II stralcio**

Aree di cantiere fisse	Attività sorgenti di inquinamento	Emissioni per unità di tempo totale (g/h)
CB01	mezzi di cantiere (parcheggio mezzi d'opera e rifornimento); pista per la viabilità di cantiere pavimentata in conglomerato bituminoso	5,6
CO01	mezzi di cantiere (pale, escavatori, autocarri); mezzi su piste di cantiere; carico e scarico terra; stoccaggio cumuli di terra;	280,8
CO02	mezzi di cantiere (pale, escavatori, autocarri); mezzi su piste di cantiere; carico e scarico terra; stoccaggio cumuli di terra;	280,8
AT01	mezzi di cantiere; mezzi su piste di cantiere;	241,7
AT02	mezzi di cantiere; mezzi su piste di cantiere;	241,7
AT03	mezzi di cantiere; mezzi su piste di cantiere;	241,7

**Tabella 24 – Emissioni (g/h) relative al PM10 per le aree funzionali – II stralcio**

Area funzionale	Ambito di lavorazione	Emissioni per unità di tempo totale (g/h)
Complanare carreggiata interna con relative rampe, svincoli e opere di sostegno	Movimento terra, Finiture superficiali, Opere strutturali	167,6
Complanare carreggiata interna con relative rampe, svincoli e opere di sostegno	Movimento terra, Finiture superficiali, Opere strutturali	167,6
Ponte su fosso Pratolungo	Opere strutturali	29,8
Ponte su Via Tiburtina	Opere strutturali	29,8
Ponte sul fiume Aniene	Opere strutturali	29,8
Rampa Inversione nord	Opere strutturali, Finiture superficiali	42,0
Rampa Inversione sud	Opere strutturali, Finiture superficiali	42,0
Asse principale	Movimento terra, Finiture superficiali	137,8

**Tabella 25 – Emissioni (g/h) relative agli NOx per le aree cantiere fisse – II stralcio**

Aree di cantiere fisse	Attività sorgenti di inquinamento	Macchine	Emissioni per unità di tempo totale (g/h)
CB01	mezzi di cantiere	Autocarri	98,2
CO01	mezzi di cantiere	Pale, escavatori, autocarri	226,8
CO02	mezzi di cantiere	Pale, escavatori, autocarri	226,8
AT01	mezzi di cantiere	Autocarri	98,2
AT02	mezzi di cantiere	Autocarri	98,2
AT03	mezzi di cantiere	Autocarri	98,2

**Tabella 26 – Emissioni (g/h) relative agli NOx per le aree funzionali – II stralcio**

Area funzionale	Ambito di lavorazione	Emissioni per unità di tempo totale (g/h)
Complanare carreggiata interna con relative rampe, svincoli e opere di sostegno	Movimento terra, Finiture superficiali, Opere strutturali	<b>857,7</b>
Complanare carreggiata interna con relative rampe, svincoli e opere di sostegno	Movimento terra, Finiture superficiali, Opere strutturali	<b>857,7</b>
Ponte su fosso Pratolungo	Opere strutturali	<b>390,7</b>
Ponte su Via Tiburtina	Opere strutturali	<b>390,7</b>
Ponte sul fiume Aniene	Opere strutturali	<b>390,7</b>
Rampa Inversione nord	Opere strutturali, Finiture superficiali	<b>560,6</b>
Rampa Inversione sud	Opere strutturali, Finiture superficiali	<b>560,6</b>
Asse principale	Movimento terra, Finiture superficiali	<b>467,0</b>

Di seguito si riportano i valori di concentrazione puntuali per i due inquinanti in esame (PM10 e NOx), calcolati in corrispondenza delle tre postazioni ATM\_1, ATM\_2 e ATM\_3 rappresentative delle principali zone esposte alle pressioni delle opere in progetto (Nord/Centro/Sud).

**Tabella 27 – Concentrazioni PM10 e NOx per la configurazione in corso d'opera (Percentile 98\*) – II stralcio**

	NOx calcolato da modello previsionale in fase CO	PM10 calcolato da modello previsionale in fase CO
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
ATM_01	144	67
ATM_02	142	28
ATM_03	149	179
media	145	91

Si evidenzia che la postazione ATM\_03 è situata a circa 15m dall'area di cantiere AT03; la ridotta distanza dalle area di cantiere influenza di conseguenza i valori di concentrazione degli inquinanti che risultano superiori rispetto a quelli nelle altre postazioni.

Come si può notare, anche in questo caso l'impatto della fase di realizzazione degli interventi incide maggiormente sul PM10, legato principalmente alla movimentazione del materiale terroso e alle polveri sollevate dai mezzi sulle piste di cantiere.

Come evidenziato per il I stralcio, è opportuno ricordare che la situazione rappresentata si riferisce a una condizione cautelativa "worst-case scenario" di attività contemporanea di tutte le lavorazioni lungo tutta la tratta di intervento, che non trova riscontro in una singola specifica fase del cronoprogramma. I valori riportati vanno intesi come concentrazioni massime che non saranno superate nelle diverse fasi; inoltre si rimarca il carattere temporaneo del cantiere, per cui l'impatto delle attività per la realizzazione degli interventi avrà una durata limitata.

### **Percorsi dei mezzi di cantiere sulla viabilità ordinaria – area urbana Casal Monastero**

A seguire si riportano le mappe dei valori di concentrazione di NOx e PM10 relative all'impatto del traffico di cantiere nella condizione più gravosa sull'area residenziale di Casal Monastero.

Le mappe evidenziano un moderato impatto sulla componente atmosfera, con valori di NOx inferiori a 20 µg/m<sup>3</sup> e valori di PM10 inferiori a 1,5 µg/m<sup>3</sup> a circa 100 m di distanza dalla sede stradale. Tali valori risultano contenuti rispetto alle concentrazione attualmente presenti.



Figura 35 – Concentrazione NOx – traffico di cantiere area residenziale Casal Monastero



Figura 36 – Concentrazione particolato (PM10) – traffico di cantiere area residenziale Casal Monastero

## 9 MISURE DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI

Si riporta di seguito la descrizione degli interventi e accorgimenti, per lo più di carattere gestionale, previsti per il contenimento e la corretta gestione dei fattori di pressione generati (e generabili) dal progetto sulla componente atmosfera e dei livelli di impatto potenziale.

## 9.1 Fase di esercizio

L'intervento in progetto, con l'introduzione delle due complanari, consente dal punto di vista funzionale un significativo sgravio delle condizioni di esercizio sul GRA nel settore compreso tra gli svincoli 12, 13 e 14, raccogliendo e ridistribuendo il traffico della viabilità attualmente afferente al GRA (via Belmonte in Sabina in corrispondenza dello svincolo di Casal Monastero, la strada statale Tiburtina in corrispondenza dello svincolo Tiburtina, l'autostrada A24 in corrispondenza del nodo Gra-A24) e costituendo collegamenti diretti tra Via Tiburtina e l'arteria autostradale (GRA, A24).

Ciò premesso e considerata, al contempo, la pressoché impossibilità tecnica di prevedere interventi di mitigazione ambientale legati esclusivamente alla realizzazione del progetto e non inseriti in un più ampio e complesso piano di azione ambientale di area vasta, si ritiene che la significatività degli impatti potenziali quantificati sia tale da non richiedere opere e interventi di mitigazione specifici se non misure facenti parte di un più esteso piano di risanamento della qualità dell'aria.

## 9.2 Fase di cantiere

Le principali problematiche indotte dalla fase di realizzazione delle opere in progetto sulla componente ambientale in questione riguardano essenzialmente la produzione di polveri che si manifesta principalmente nelle aree di cantiere e di lavorazione in linea.

Si prevede la necessità di prevedere adeguate misure di mitigazione. La definizione delle misure da adottare per la mitigazione degli impatti generati dalle polveri sui ricettori circostanti le aree di cantiere e di lavorazione è basata sul criterio di impedire il più possibile la fuoriuscita delle polveri dalle stesse aree ovvero, ove ciò non riesca, di trattenerle al suolo impedendone il sollevamento tramite impiego di processi di lavorazione ad umido e pulizia delle strade esterne impiegate dai mezzi di cantiere.

La produzione di polveri generata dai mezzi pesanti su gomma e dalle lavorazioni durante la fase di realizzazione dell'infrastruttura stradale è mitigata preventivamente attraverso i seguenti accorgimenti progettuali:

- Recinzione delle aree di cantiere con tipologici aventi funzione di abbattimento delle polveri e schermatura visiva, di opportuna altezza, definita in base ai ricettori presenti intorno all'area interessata, in grado di limitare all'interno del cantiere le aree di sedimentazione delle polveri e di trattenerne, almeno parzialmente, le polveri aerodisperse;
- Pulizia ad umido dei pneumatici degli autoveicoli in uscita dal cantiere, con l'utilizzo di vasche d'acqua, che potrà inoltre consentire di ridurre lo sporco della viabilità esterna utilizzata; in ogni accesso cantiere/area di deposito/area di lavorazione è prevista una zona apposita per la pulizia ad umido dei pneumatici;
- Irrigazioni periodiche di acqua finemente nebulizzata su tutta l'area interessata dalle lavorazioni, con cadenza e durata regolate in funzione della stagione e delle condizioni meteorologiche;
- Adozione e manutenzione in cantiere di protocolli operativo-gestionali di pulizia dei percorsi stradali utilizzati dai mezzi di lavorazione; inoltre periodiche bagnature delle aree di cantiere non pavimentate e degli eventuali stoccaggi di materiali inerti polverulenti per evitare il sollevamento di polveri;
- Predisposizione di impianti a pioggia per le aree destinate al deposito temporaneo di inerti;
- Asfaltatura della via di accesso al cantiere e riducendo comunque al minimo le superfici non asfaltate;
- Programmazione di sistematiche operazioni di innaffiamento delle viabilità percorse dai mezzi d'opera, mediante l'utilizzo di autobotti;
- Copertura dei carichi che possono essere dispersi nella fase di trasporto dei materiali; i veicoli utilizzati per la movimentazione degli inerti dovranno essere dotati di apposito sistema di copertura del carico durante la fase di trasporto, al fine di garantire l'assenza di fuoriuscite di materiale polveroso o particellare.

### **Impianti di lavaggio delle ruote degli automezzi**

Si tratta di impianti costituiti da una griglia sormontata da ugelli disposti a diverse altezze che spruzzano acqua in pressione con la funzione di lavare le ruote degli automezzi in uscita dai cantieri e dalle aree di lavorazione, per prevenire la diffusione delle polveri, come pure l'imbrattamento della sede stradale all'esterno del cantiere.

### **Bagnatura delle piste e delle aree di cantiere**

Analizzando le emissioni di polvere relative alla fase di cantiere si osserva che la percentuale più consistente proviene dalla stima associata al passaggio dei mezzi sulle piste di cantiere. Su questo tipo di emissione è possibile intervenire effettuando una bagnatura periodica delle piste e delle aree di cantiere realizzare in materiale che viene facilmente sollevato al passaggio dei mezzi. Anche la bagnatura del materiale risultante dagli scavi contribuisce a ridurre l'emissione di polveri, sia durante le operazioni di movimentazione dei cumuli, sia per effetto dell'azione del vento.

## 10 CONCLUSIONI

Il presente documento contiene la valutazione dell'impatto atmosferico dell'intervento relativo ai lavori di ampliamento e potenziamento del Grande Raccordo Anulare e dello svincolo GRA – Tiburtina con la realizzazione di rampe di inversione, complanari alle careggiate esterna e interna e alcune connessioni con la viabilità locale.

Il presente studio specialistico è stato finalizzato alla valutazione degli impatti atmosferici potenzialmente correlati alla realizzazione e all'esercizio dell'infrastruttura di progetto.

Il processo di valutazione degli impatti è stato supportato dall'analisi quantitativa dei fattori di pressione ambientale introdotti dal progetto e degli impatti potenziali e residui, sviluppata mediante l'implementazione di specifica modellistica numerica di tipo diffusionale.

La metodologia di lavoro ha previsto diverse fasi operative e applicative volte dapprima alla definizione dello stato qualitativo dell'aria e delle condizioni meteorologiche del sito e, successivamente, alla quantificazione delle emissioni previste in fase di cantiere e di esercizio e all'applicazione della conseguente modellistica diffusionale in grado di fornire stime previsionali relative agli indicatori di qualità dell'aria (concentrazioni di inquinanti).

Il tratto di intervento presenta criticità già allo stato attuale per quanto riguarda il particolato PM2.5 e gli ossidi di azoto, e lo scenario di criticità è confermato per lo stato di progetto limitatamente a suddetti inquinanti. Gli interventi in progetto non rappresentano dunque significative variazioni rispetto allo stato attuale per quanto riguarda il rispetto dei limiti normativi.

Tale situazione va analizzata con misure rientranti all'interno di un piano di risanamento della qualità dell'aria più esteso rispetto al singolo tratto preso in esame e in maniera coordinata.

Relativamente alla fase di cantiere sono stati indicati accorgimenti per contenere il sollevamento di polveri.

Ing. Franco Bertellino



## ALLEGATO I – CENTRALINA DATI INQUINANTI DI ARPA LAZIO

 ARPALAZIO <small>AGENZIA REGIONALE PROTEZIONE AMBIENTALE DEL LAZIO</small>	<b>SCHEDA TECNICA – STAZIONE DI RILEVAMENTO TIBURTINA</b>	 Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente
--	---	--

LOCALIZZAZIONE	
NOME STAZIONE / CODICE	TIBURTINA (RM) - 55
ZONA DI APPARTENENZA	AGGLOMERATO DI ROMA - IT1215
COMUNE	ROMA
COORDINATE GEOGRAFICHE	LATITUDINE : 41,910268 LONGITUDINE : 12,548854
ALTITUDINE (mslm)	26
CLASSIFICAZIONE DELLA STAZIONE DI RILEVAMENTO	
TIPOLOGIA DI STAZIONE	URBANA DI TRAFFICO

STRUMENTAZIONE	
INQUINANTE	STRUMENTO
NO <sub>x</sub> – OSSIDI DI AZOTO	200A API
PM <sub>10</sub> – MATERIALE PARTICOLATO	MP101MC
PM <sub>10</sub> – MATERIALE PARTICOLATO	MP101MC (IST.)

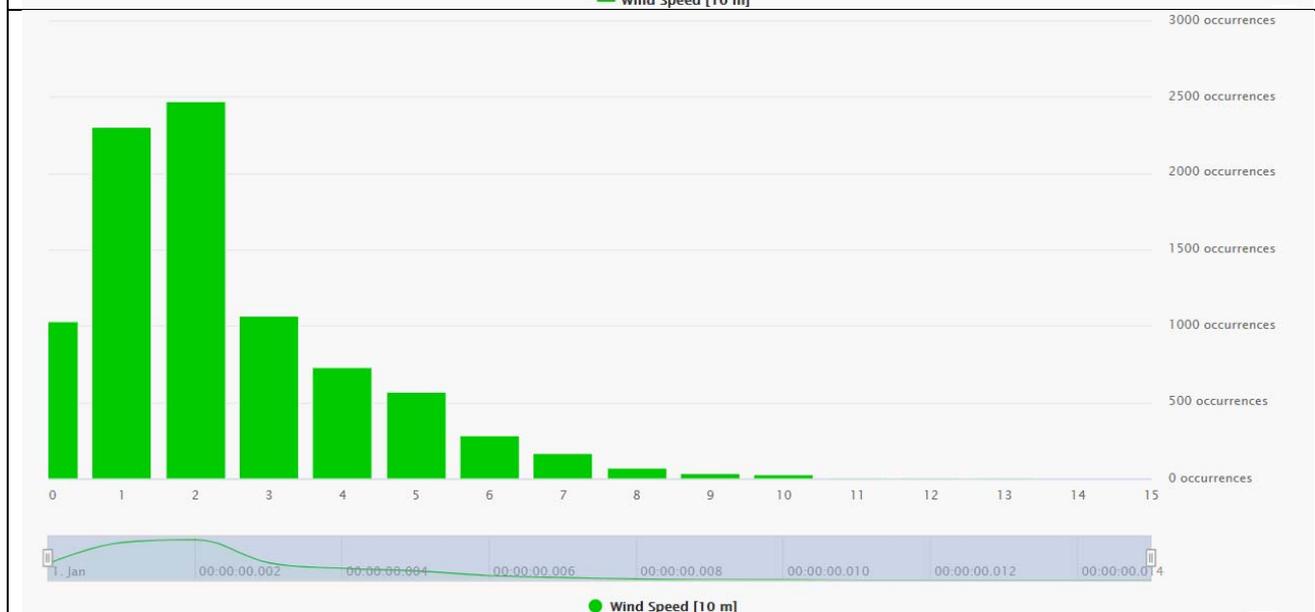
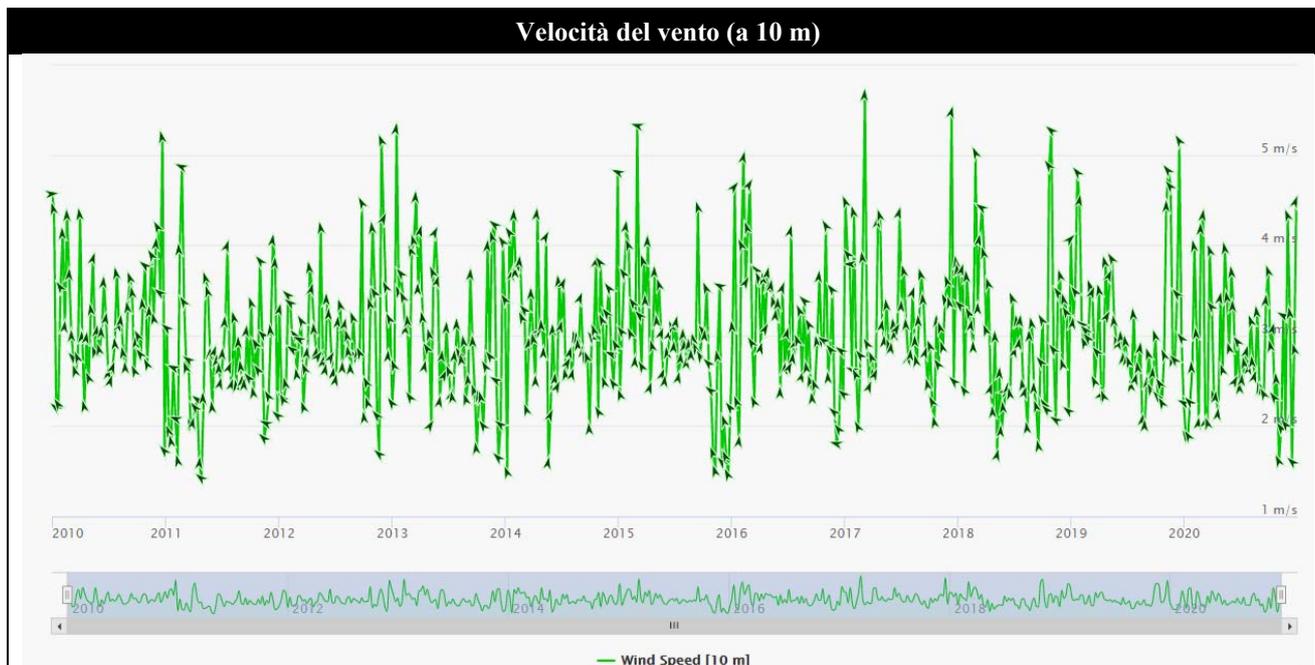
MAPPA	FOTO
	

Servizio qualità dell'aria e monitoraggio degli agenti fisici

Data di aggiornamento: Maggio 2020

## ALLEGATO II – METEOROLOGIA LOCALE

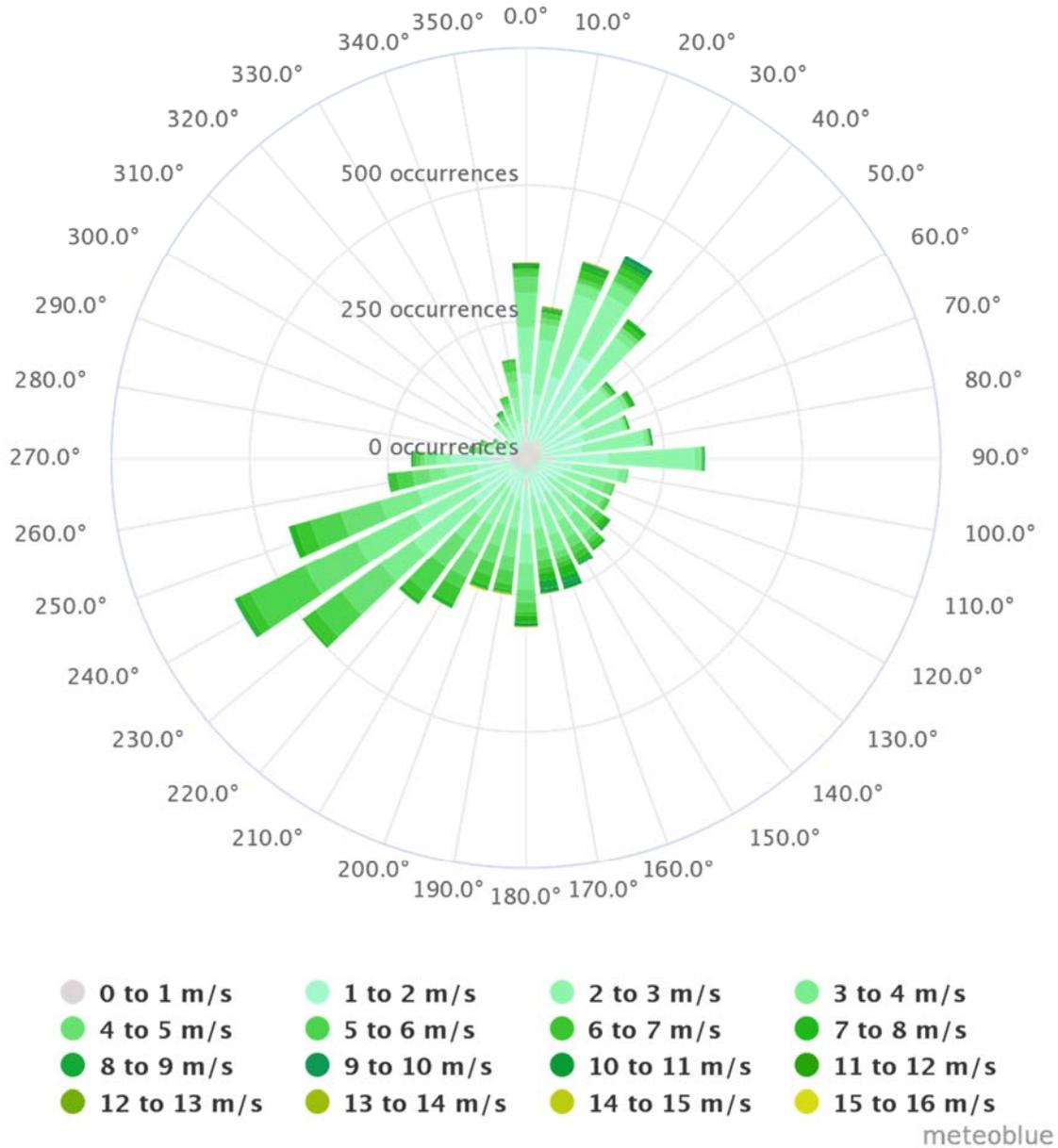
Località	Latitudine	Longitudine
Casal Monastero	41,922787	12,580714
<b>Periodo di analisi</b>	Dal 01-01-2010 al 31-12-2020	



I valori di velocità del vento sono tendenzialmente compresi tra 1 e 3 m/s.

0 to 1 m/s	1 to 2 m/s	2 to 3 m/s	3 to 4 m/s	4 to 5 m/s	5 to 6 m/s	6 to 7 m/s	7 to 8 m/s	8 to 9 m/s	9 to 10 m/s	10 to 11 m/s	11 to 12 m/s	12 to 13 m/s	13 to 14 m/s	14 to 15 m/s	15 to 16 m/s
11,7	26,2	28,2	12,1	8,3	6,5	3,3	1,9	0,9	0,4	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0

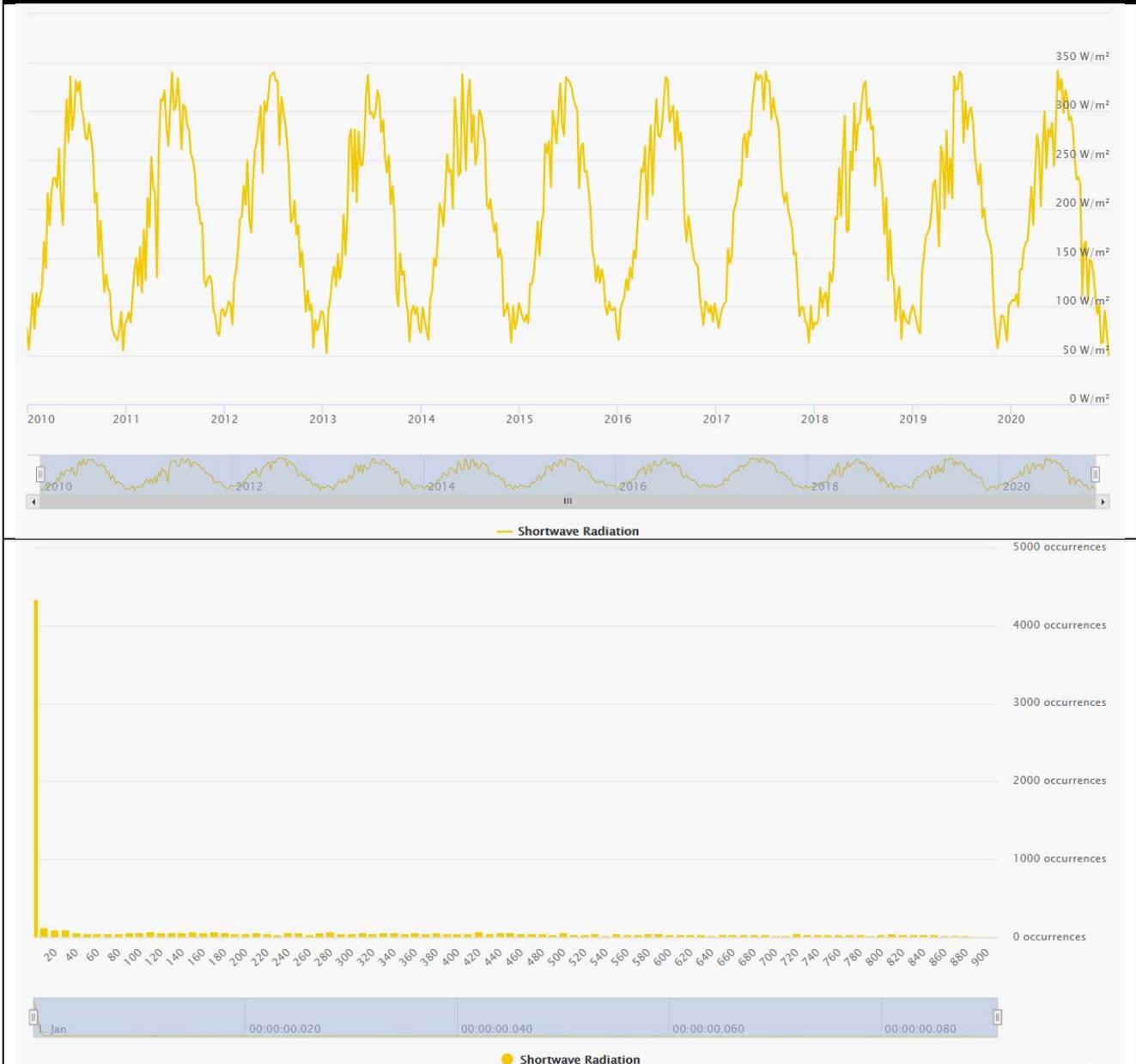
**Rosa dei venti (a 10 m)**



I valori di velocità del vento sono tendenzialmente compresi tra 1 e 3 m/s.  
I venti rivelano direzioni prevalenti SW, N e NE.

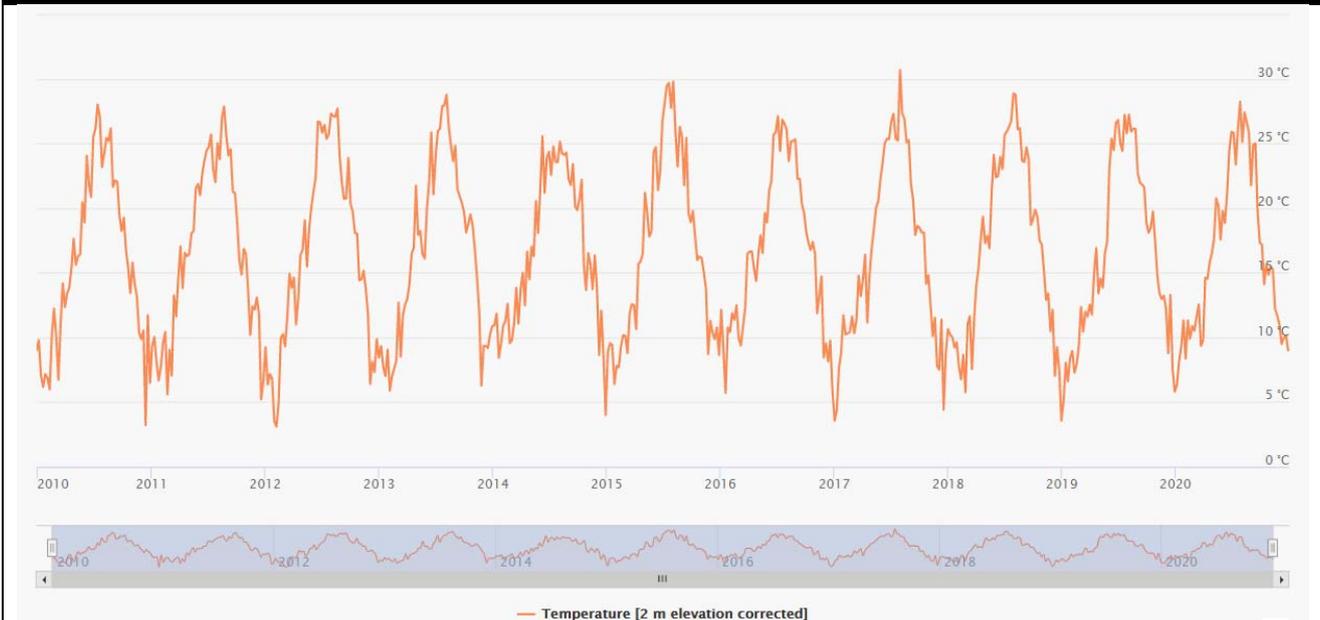
0 to 1 m/s	1 to 2 m/s	2 to 3 m/s	3 to 4 m/s	4 to 5 m/s	5 to 6 m/s	6 to 7 m/s	7 to 8 m/s	8 to 9 m/s	9 to 10 m/s	10 to 11 m/s	11 to 12 m/s	12 to 13 m/s	13 to 14 m/s	14 to 15 m/s	15 to 16 m/s	direzione	occorrenze totali	occorrenze %
72	82	85	62	30	11	3	3	0	0	4	4	1	0	0	0	0.0°	357	4,1
26	90	101	29	11	9	2	5	2	1	0	0	2	1	0	0	10.0°	279	3,2
33	122	157	19	4	7	14	8	4	3	0	1	0	2	0	0	20.0°	374	4,3
45	163	123	24	5	15	13	6	9	8	0	0	0	0	0	0	30.0°	411	4,7
41	124	108	13	8	1	9	8	2	0	0	0	0	0	0	0	40.0°	314	3,6
27	91	65	5	2	5	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	50.0°	202	2,3
40	78	80	8	1	1	4	6	2	0	0	0	0	0	0	0	60.0°	220	2,5
28	81	75	5	1	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	70.0°	196	2,2
22	80	114	6	3	2	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	80.0°	231	2,6
52	96	157	11	1	1	1	1	1	2	1	0	0	0	0	0	90.0°	324	3,7
20	66	83	14	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100.0°	187	2,1
22	50	51	27	13	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	110.0°	168	1,9
23	44	59	29	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120.0°	170	1,9
10	42	52	35	18	15	6	6	4	1	1	0	0	0	0	0	130.0°	190	2,2
33	44	53	41	14	7	9	4	2	0	0	0	0	0	0	0	140.0°	207	2,4
16	52	58	35	19	13	11	8	3	2	1	0	0	0	0	0	150.0°	218	2,5
22	66	57	33	12	10	8	18	11	6	6	1	0	0	0	0	160.0°	250	2,8
20	49	59	37	24	14	9	14	15	2	5	1	1	0	0	0	170.0°	250	2,8
55	81	57	48	23	17	7	12	1	1	5	1	0	1	0	1	180.0°	310	3,5
20	56	52	52	27	25	11	4	1	0	1	0	0	1	2	0	190.0°	252	2,9
17	52	57	40	34	24	19	6	2	0	0	0	0	0	1	2	200.0°	254	2,9
12	49	74	59	49	23	31	8	0	1	0	0	0	0	0	0	210.0°	306	3,5
8	50	76	50	62	58	19	6	2	0	0	0	0	0	0	0	220.0°	331	3,8
33	84	135	73	88	58	24	5	0	0	0	0	0	0	0	0	230.0°	500	5,7
25	69	132	115	104	111	20	7	3	1	0	0	0	0	0	0	240.0°	587	6,7
25	78	100	71	75	57	28	12	0	1	0	0	0	0	0	0	250.0°	447	5,1
26	62	59	29	31	28	13	2	1	1	0	0	0	0	0	0	260.0°	252	2,9
64	71	27	21	8	7	5	1	3	1	0	0	0	0	0	0	270.0°	208	2,4
28	36	19	4	9	1	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	280.0°	104	1,2
28	34	9	7	3	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	290.0°	88	1,0
27	18	12	3	2	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	300.0°	67	0,8
11	16	14	4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310.0°	49	0,6
27	26	21	5	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	320.0°	84	1,0
16	30	21	12	8	5	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	330.0°	97	1,1
20	37	28	11	8	10	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	340.0°	118	1,3
35	33	44	28	19	17	4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	350.0°	182	2,1
0 to 1 m/s	1 to 2 m/s	2 to 3 m/s	3 to 4 m/s	4 to 5 m/s	5 to 6 m/s	6 to 7 m/s	7 to 8 m/s	8 to 9 m/s	9 to 10 m/s	10 to 11 m/s	11 to 12 m/s	12 to 13 m/s	13 to 14 m/s	14 to 15 m/s	15 to 16 m/s	<b>TOT</b>	8784	100,0
1029	2302	2474	1065	729	573	286	166	75	34	28	8	4	5	3	3	8784		
11,7	26,2	28,2	12,1	8,3	6,5	3,3	1,9	0,9	0,4	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	100,0		

### Radiazione solare oraria

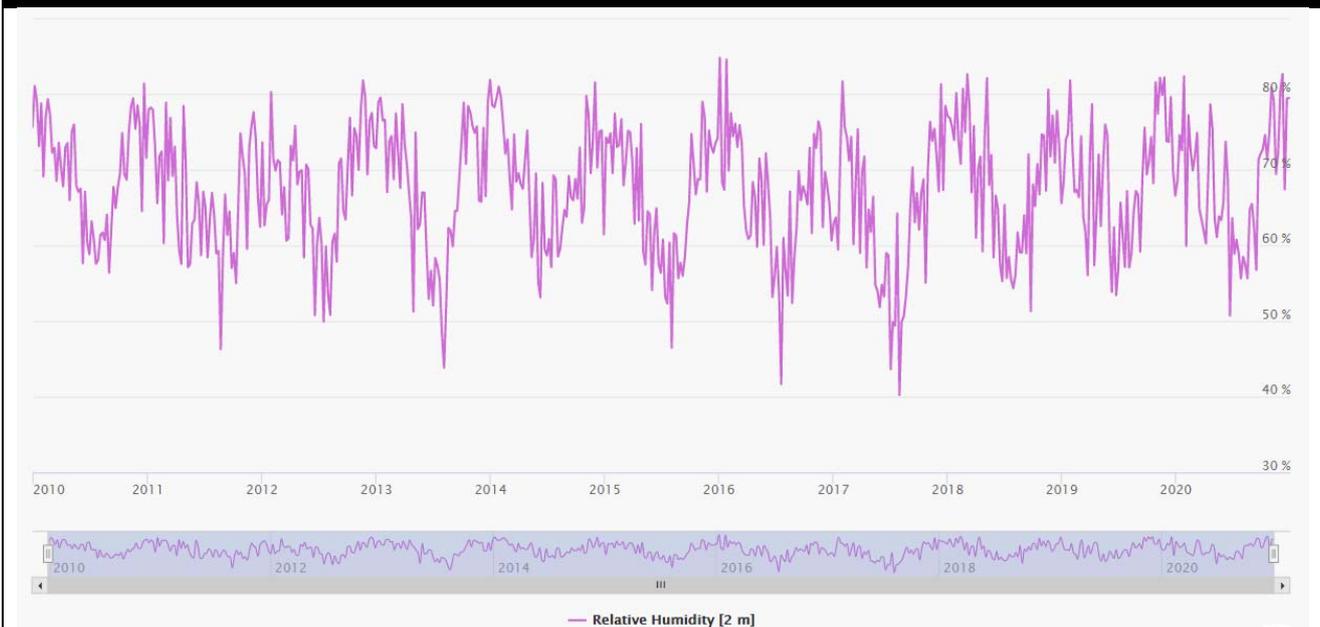


La radiazione solare oraria risulta mediamente compresa tra 200 e 350  $W/m^2$  in periodo estivo.

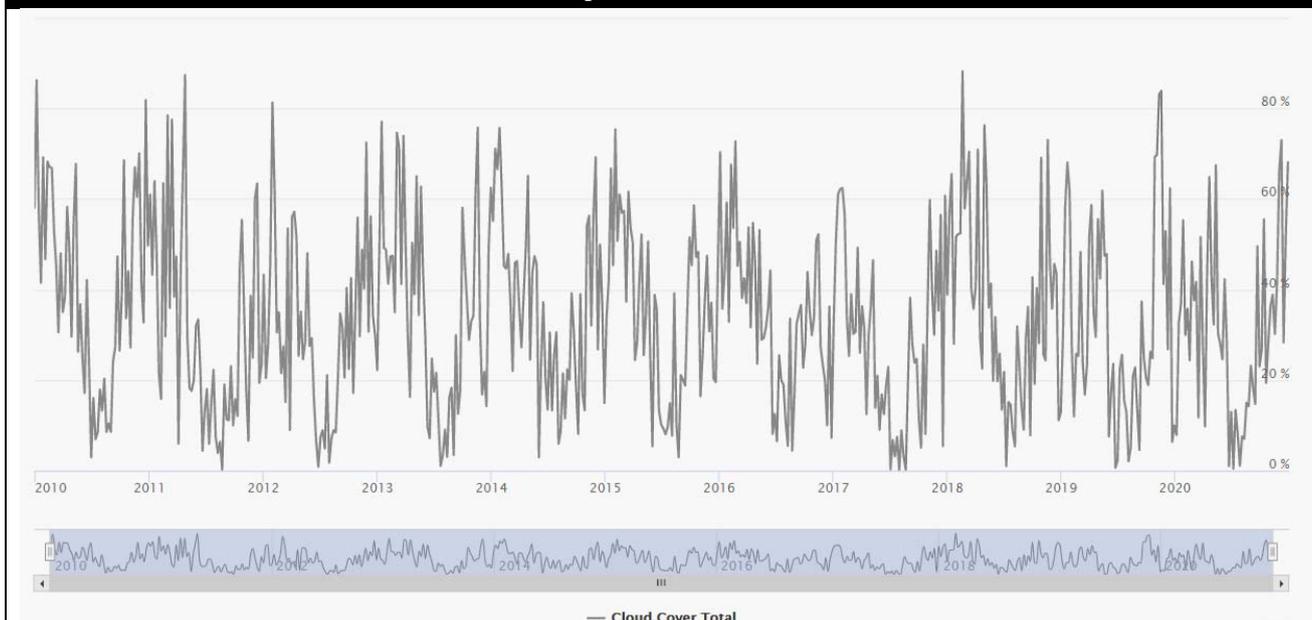
### Temperatura



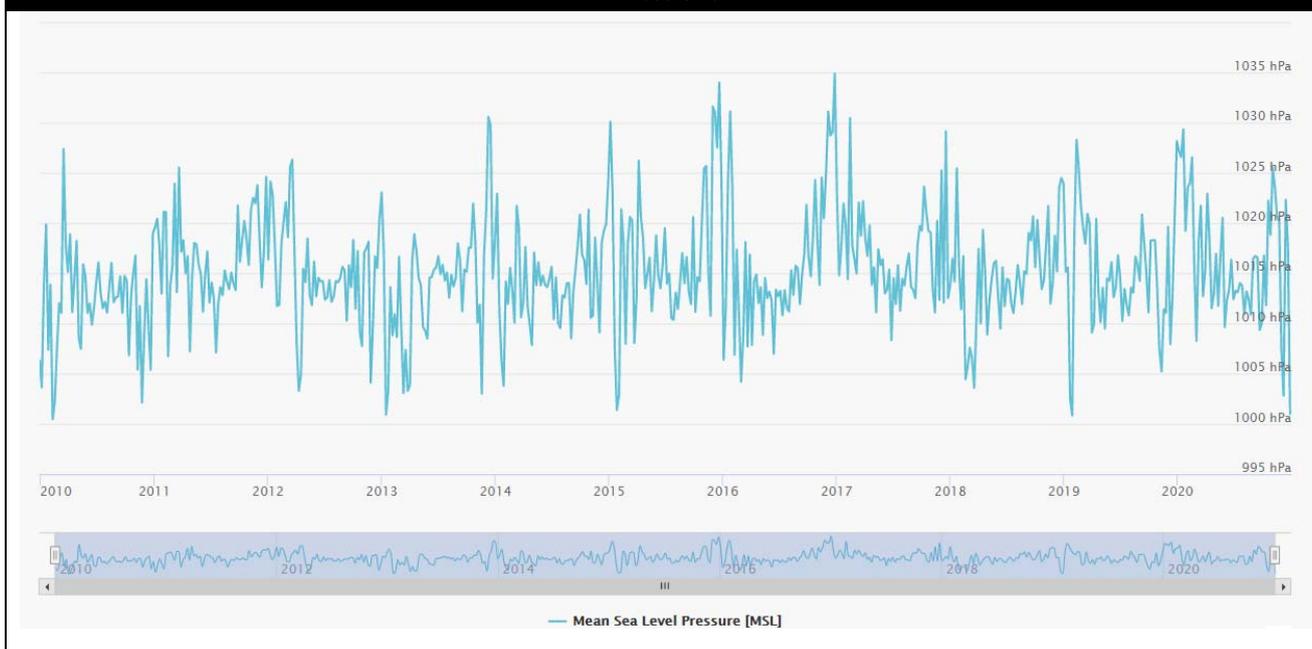
### Umidità relativa



### Copertura nuvolosa



### Pressione



#### **Determinazione della classe di stabilità di Pasquill**

Periodo di analisi: dal 2010 al 2020;

Radiazione solare media (periodo estivo): compresa fra 200 e 350 W/m<sup>2</sup>

Vento: valore medio 3,0 m/s con direzioni prevalenti SW, N e NE.

Pertanto la zona in esame si può classificare come classe B/C (moderatamente/leggermente instabile), che per la normativa TA Luft si traduce in classe IV o III/2. Cautelativamente si assume la classe III/2.

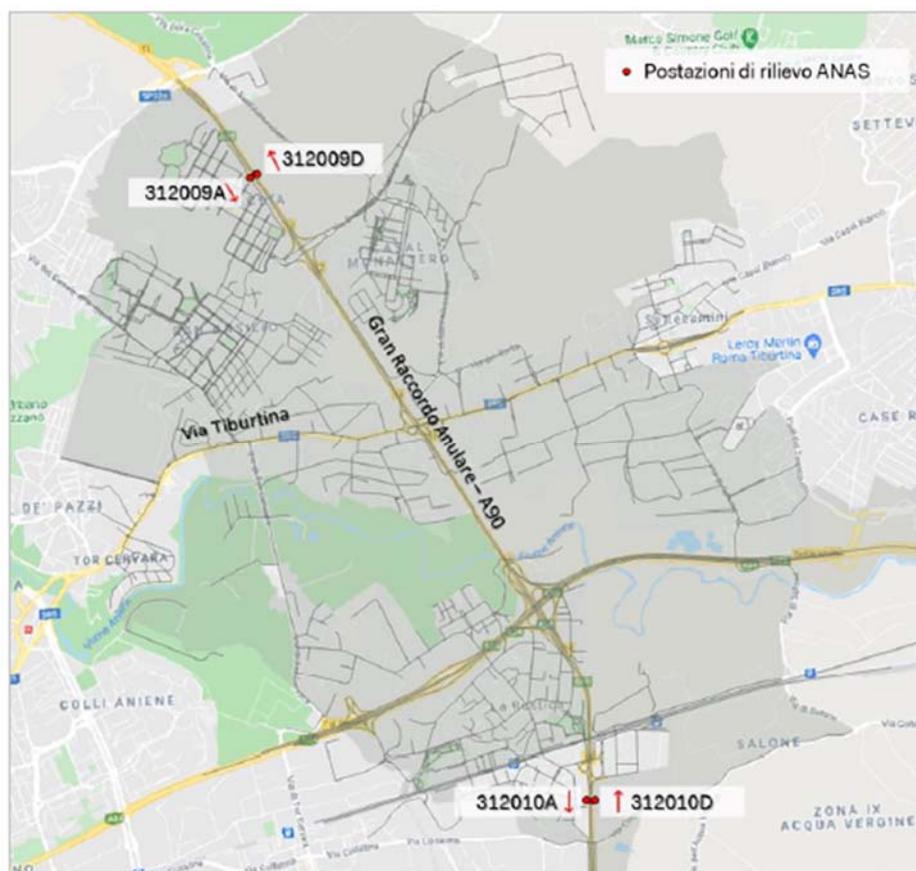
## ALLEGATO III – VOLUMI DI TRAFFICO

### Dati di riferimento:

- Monitoraggio ANAS post. 312009
- Systematica, Studio di impatto del traffico – Analisi trasportistica GRA-Interventi tra svincolo Casal Monastero e A24

Allo scopo di modellizzare il traffico su tutti i tratti stradali di interesse sono stati utilizzati i dati dello studio trasportistico eseguito da SYSTEMATICA s.r.l. nel 2020 per il presente progetto, a cui si rimanda.

Sono stati inoltre utilizzati per confronto i dati delle stazioni automatiche di monitoraggio del traffico presenti sulla rete ANAS, ed in particolare le stazioni presenti nel tratto di interesse per il presente studio.



**Figura 37 – Postazioni stazioni di rilievo ANAS**

Dai dati provenienti dalla rete ANAS di monitoraggio si ricava un dato di TGM bidirezionale nella tratta di interesse di circa 115.200 veicoli, che risulta congruente con i dati presentati nel Piano Urbano della Mobilità di Roma, che stima un flusso nelle ore di punta di circa 8000 veicoli/h nella tratta del GRA di interesse per il presente studio.

I dati di traffico sono stati resi disponibili nel seguente formato.

Moto	Auto	Auto + rimorchio	Furgoni	Camion <7,5 m	Camion > 7,5 m	Autotreni	Autoarticolati	Autobus	Moto	Auto	Auto + rimorchio	Furgoni	Camion <7,5 m	Camion > 7,5 m	Autotreni	Autoarticolati	Autobus
0	595	7	78	5	6	1	21	2	1	1422	14	165	1	2	0	5	1
0	306	6	59	6	10	1	24	1	1	1002	19	119	3	2	0	4	1
0	175	5	46	17	15	1	24	4	1	578	15	60	3	2	0	4	0
0	159	7	61	22	20	3	32	2	0	401	8	42	3	2	0	4	0
0	280	16	139	53	30	5	53	5	0	357	8	48	5	2	0	4	1
2	1092	57	423	93	43	12	80	11	1	545	17	100	11	7	0	9	4
1	2751	74	1104	169	62	19	85	14	1	788	24	175	12	10	1	7	5
1	3416	32	926	127	45	12	72	16	1	1035	26	221	12	9	0	7	10
0	2899	25	724	87	36	12	66	11	2	1674	45	378	17	11	0	9	11
0	2523	22	701	96	44	21	91	12	3	2677	55	503	21	8	1	7	6
0	1950	25	720	92	42	24	108	9	3	3346	56	552	21	10	0	8	4
0	1741	21	684	83	40	21	112	7	3	3659	52	518	17	7	1	10	3
0	1810	22	656	77	37	18	111	8	3	3705	55	501	9	5	1	11	2
0	1998	24	637	71	33	15	100	8	3	2789	37	416	7	5	1	10	3
0	2088	28	689	74	34	13	85	7	2	2192	31	329	6	5	1	10	4
0	2351	21	679	71	31	14	77	7	4	2779	39	369	8	3	1	11	3
0	2670	10	647	53	26	11	69	9	3	3300	35	374	6	4	1	14	3
0	3389	6	503	36	17	9	56	6	3	3600	44	403	6	3	0	10	4
0	3616	5	365	21	12	9	52	5	1	3368	45	373	7	3	0	11	4
1	2849	4	344	13	8	9	50	5	2	2957	38	331	5	4	0	10	5
0	2119	10	286	12	10	10	57	3	2	2319	25	254	4	4	0	11	3
1	1300	16	185	9	8	15	60	2	1	1610	18	196	4	5	0	13	3
1	992	12	130	6	5	7	40	2	1	1351	14	163	3	5	5	59	3
1	947	10	113	6	5	3	24	2	1	1134	11	128	4	4	3	41	3

Si sono elaborati i dati in modo portare i dati in formato settimanale, suddiviso nei due periodi di riferimento diurno e notturno.

*Tabella 28 – Traffico diurno e notturno (postazione ANAS 312009A)*

Postazione di rilievo ANAS 312009A (direzione Roma Sud)			
Veicoli leggeri diurno (veh/h)	Veicoli leggeri notturno (veh/h)	Veicoli pesanti diurno (veh/h)	Veicoli pesanti notturno (veh/h)
2890	765	195	77

*Tabella 29 – Traffico diurno e notturno (postazione ANAS 312009D)*

Postazione di rilievo ANAS 312009D (direzione Roma Nord)			
Veicoli leggeri diurno (veh/h)	Veicoli leggeri notturno (veh/h)	Veicoli pesanti diurno (veh/h)	Veicoli pesanti notturno (veh/h)
3104	715	199	88

*Tabella 30 – Analisi risultati veicoli leggeri*

Postazione di rilievo ANAS 312009A		Postazione di rilievo ANAS 312009D	
Veicoli leggeri diurno (%)	Veicoli leggeri notturno (%)	Veicoli leggeri diurno (%)	Veicoli leggeri notturno (%)
79,1	20,9	81,3	18,7

**Tabella 31 – Analisi risultati veicoli pesanti**

Postazione di rilievo ANAS 312009A		Postazione di rilievo ANAS 312009D	
Veicoli pesanti diurno (%)	Veicoli pesanti notturno (%)	Veicoli pesanti diurno (%)	Veicoli pesanti notturno (%)
71,6	28,4	69,4	30,6

A partire dai dati ANAS sopra riportati, lo studio trasportistico fornisce per ogni arco stradale di interesse per il presente studio i volumi di traffico, utilizzando un sofisticato modello previsionale (software PTV Visum).

Vengono analizzati i seguenti scenari:

- Stato di fatto: rappresenta lo scenario presente al momento attuale; rappresenta la situazione Ante Operam.
- Scenario di riferimento (adeguamento Tiburtina a 3 corsie): si riferisce alla situazione della rete stradale dopo l’adeguamento di Via Tiburtina con tre corsie di senso di marcia a carreggiata separata (in fase di realizzazione non ad opera di Anas).
- Scenario di Progetto (II Fase funzionale) Soluzione Base: rappresenta la situazione della rete stradale in seguito al completamento degli interventi in progetto; riguarda il progetto complessivo (I e II fase funzionale) ed include il GRA potenziato e l’adeguamento dello Svincolo Tiburtina. Costituisce lo scenario Post Operam.

Lo scenario di riferimento e lo scenario di progetto considerano come orizzonte temporale di analisi l’anno 2030, con relativa espansione della domanda. Il tasso di crescita del traffico viene calcolato a partire dall’evoluzione dei dati di popolazione residente nel Comune di Roma.

Le velocità vengono determinate sulla base della gerarchia stradale riportata di seguito.



**Figura 38 – Gerarchia stradale della rete**

Stato di fatto



Figura 39 – flussogramma veicoli leggeri ora di punta



Figura 40 – flussogramma veicoli pesanti ora di punta

A partire dai valori simulati dell'ora di punta e dai fattori di correzione viene calcolato il Traffico Giornaliero Medio nelle diverse sezioni.

	Viabilità	Tratta	Km	TGM Veicoli leggeri	TGM Veicoli pesanti
01	A90	A monte svincolo 12	Km 27 + 900	107.257	4.745
02	A90	Tra svincolo 12 e 13	Km 28 +900	122.943	5.143
03	A90	Tra svincolo 13 e 14	Km 30 + 100	155.714	4.538
04	A90	Tra svincolo 13 e 14	Km 31 + 000	155.714	4.538
05	A90	A valle svincolo 14	Km 32 + 300	120.314	4.255
<b>Svincoli</b>					
06	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 28 + 100	4.014	160
07	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 28 + 500	21.214	415
08	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Nord - Uscita	Km 28 + 500	11.114	360
09	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 28 +100	12.643	217
10	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 29 + 700	7.357	38
11	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Ingresso (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	4.457	198
12	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Uscita (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	11.371	472
13	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 30 + 000	24.243	339
14	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Uscita	Km 30 + 000	14.743	245
15	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Ingresso (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	1.014	104
16	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Uscita (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	17.514	38
17	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 29 + 700	8.457	813
18	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 31 + 200	34.443	716
19	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 31 + 400	17.400	708
20	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 32 + 000	429	9
21	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Nord – Uscita	Km 32 + 000	24.729	632
22	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 31 + 400	43.514	915
<b>Via Tiburtina</b>					
23	Via Tiburtina	A monte svincolo 13 - A90	-	42.757	280
24	Via Tiburtina	A valle svincolo 13 - A90	-	38.800	2.742

*Figura 41 – TGM bidirezionale stato di fatto*

**Scenario di riferimento (adeguamento Tiburtina a 3 corsie)**

Lo scenario di riferimento simula la rete stradale dopo l’adeguamento dello svincolo di Casal e l’adeguamento di Via Tiburtina con tre corsie di senso di marcia a carreggiata separata (Categoria D). È anche stata effettuata la proiezione della domanda all’anno 2030.



**Figura 42 – flussogramma veicoli leggeri ora di punta**



**Figura 43 – flussogramma veicoli pesanti ora di punta**

A partire dai valori simulati dell’ora di punta e dai fattori di correzione viene calcolato il Traffico Giornaliero Medio nelle diverse sezioni. L’ubicazione delle postazioni utilizzate corrisponde a quella presentata nello scenario dello stato di fatto.

	Viabilità	Tratta	Km	TGM Veicoli leggeri	TGM Veicoli pesanti
01	A90	A monte svincolo 12	Km 27 + 900	107.029	4.764
02	A90	Tra svincolo 12 e 13	Km 28 +900	107.029	4.764
03	A90	Tra svincolo 13 e 14	Km 30 + 100	157.157	4.434
04	A90	Tra svincolo 13 e 14	Km 31 + 000	157.157	4.434
05	A90	A valle svincolo 14	Km 32 + 300	119.686	4.179
<b>Svincoli</b>					
06	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 28 + 100	-	-
07	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 28 + 500	-	-
08	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Nord - Uscita	Km 28 + 500	-	-
09	A90 - Svincolo 12	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 28 +100	-	-
10	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 29 + 700	10.286	179
11	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Ingresso (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	13.171	509
12	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Uscita (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	9.171	472
13	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 30 + 000	29.300	123
14	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Uscita	Km 30 + 000	11.157	264
15	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Ingresso (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	7.157	198
16	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Uscita (Rampa Zona di scambio)	Km 29 + 800	30.386	387
17	A90 - Svincolo 13	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 29 + 700	7.286	764
18	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Uscita	Km 31 + 200	33.857	613
19	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 31 + 400	17.829	708
20	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Sud – Ingresso	Km 32 + 000	443	9
21	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Nord – Uscita	Km 32 + 000	23.086	651
22	A90 - Svincolo 14	A90 Direzione Nord – Ingresso	Km 31 + 400	44.971	1.010
<b>Via Tiburtina</b>					
23	Via Tiburtina	A monte svincolo 13 - A90	-	114.271	2.754
24	Via Tiburtina	A valle svincolo 13 - A90	-	57.643	2.576

*Nota: Lo svincolo 12 non presenta flussi di traffico dato che in questo scenario non sono ancora collegate le rampe agli interventi su Via Belmonte in Sabina.*

**Figura 44 – TGM bidirezionale scenario di riferimento**

**Scenario di progetto (II fase funzionale) Soluzione Base**

Lo Scenario di Progetto II Fase funzionale - Soluzione base rappresenta lo scenario complessivo di realizzazione degli interventi e prevede il potenziamento dell'Autostrada A90 (GRA) con l'inserimento di una complanare per ogni senso di marcia e due rampe di inversione tra gli svincoli 12 e 13, e 13 e 14 e l'adeguamento dello Svincolo Tiburtina.



**Figura 45 – flussogramma veicoli leggeri**



**Figura 46 – flussogramma veicoli pesanti**

Seguendo il procedimento di elaborazione riportato nel paragrafo *Determinazione delle emissioni degli autoveicoli* si ottengono per ciascun arco stradale del tratto analizzato i dati di traffico espressi in veicoli/ora su base settimanale, suddivisi nei due periodi di riferimento diurno e notturno.

A seguire si riportano le sezioni di calcolo e i risultati ottenuti in riferimento allo scenario dello stato di fatto (ante operam), allo scenario di riferimento e allo scenario di progetto (post operam).

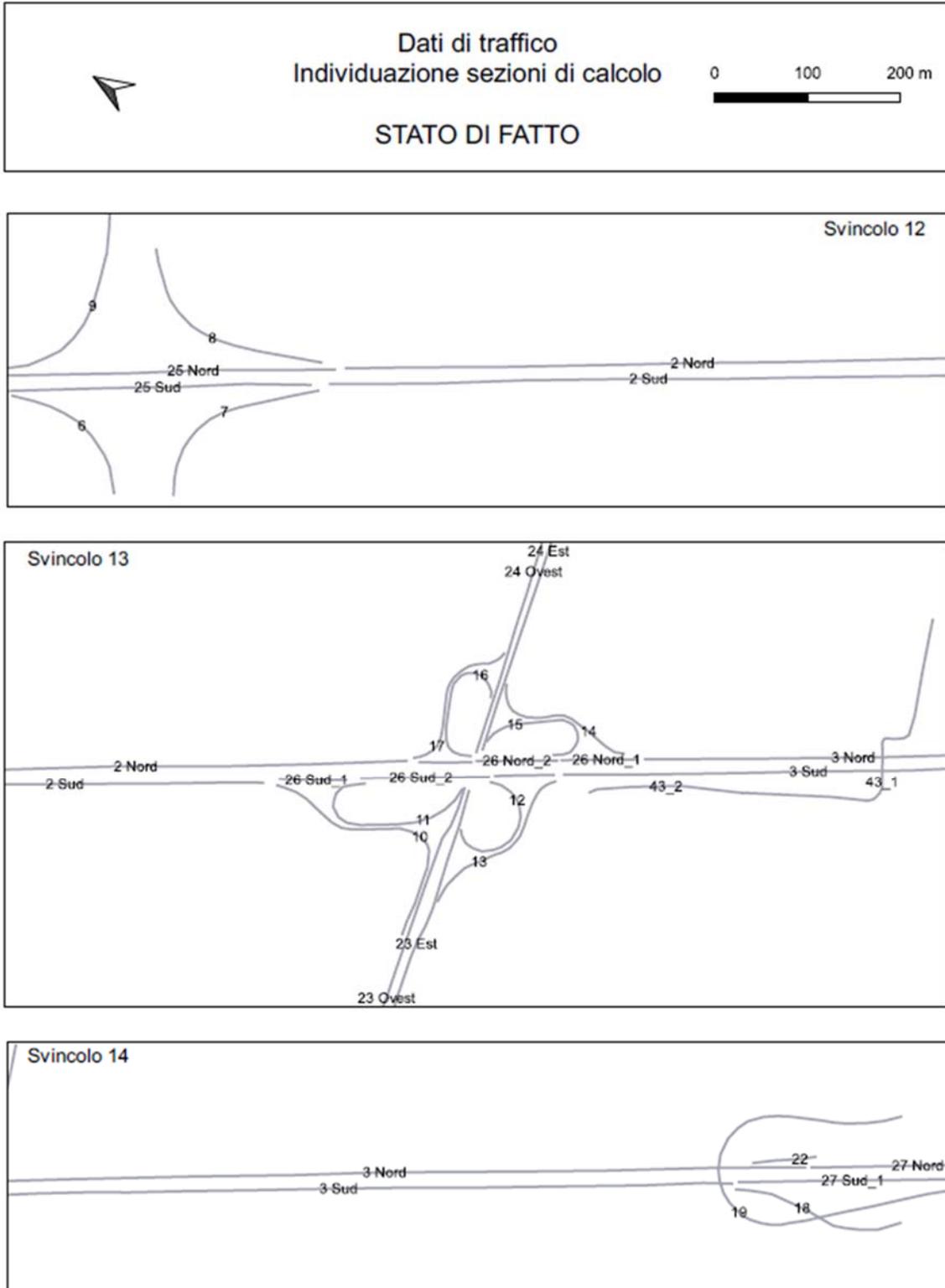


Figura 47 – Sezioni di calcolo per lo scenario dello stato di fatto (utilizzate anche per lo scenario di riferimento)

**Tabella 32 – Dati di traffico scenario stato di fatto**

ID sezione	Viabilità	Tratta	veicoli totali	% veicoli pesanti
			Veicoli/ora	%
	<b>GRA</b>			
25 Sud	A90	in corrispondenza dello svincolo 12 - direzione Roma sud	2124	4,08
25 Nord	A90	in corrispondenza dello svincolo 12 - direzione Roma nord	1835	5,12
2 Sud	A90	Tra svincolo 12 e 13 - direzione Roma sud	3024	3,48
2 Nord	A90	Tra svincolo 12 e 13 - direzione Roma nord	2313	4,71
26 Sud_1	A90	in corrispondenza dello svincolo 13 - direzione Roma sud	2716	3,82
26 Sud_2	A90	in corrispondenza dello svincolo 13 - direzione Roma sud	2910	3,85
26 Sud_3	A90	in corrispondenza dello svincolo 13 - direzione Roma sud	2416	3,82
26 Nord_1	A90	in corrispondenza dello svincolo 13 - direzione Roma nord	2612	2,73
26 Nord_2	A90	in corrispondenza dello svincolo 13 - direzione Roma nord	2658	2,85
26 Nord_3	A90	in corrispondenza dello svincolo 13 - direzione Roma nord	1927	3,85
3 Sud	A90	Tra svincolo 13 e 14 - direzione Roma sud	3441	3,12
3 Nord	A90	Tra svincolo 13 e 14 - direzione Roma nord	3236	2,52
27 Sud_1	A90	in corrispondenza dello svincolo 14 - direzione Roma sud	1976	3,93
27 Nord	A90	in corrispondenza dello svincolo 14 - direzione Roma nord	1385	3,17
	<b>Svincoli</b>			
6	A90 - Svincolo 12	A90 direzione sud - uscita	174	3,83
7	A90 - Svincolo 12	A90 direzione sud - ingresso	901	1,92
8	A90 - Svincolo 12	A90 direzione nord - uscita	478	3,14
9	A90 - Svincolo 12	A90 direzione nord - ingresso	536	1,69
10	A90 - Svincolo 13	A90 direzione sud - uscita	308	0,51
11	A90 - Svincolo 13	A90 direzione sud - ingresso (rampa zona di scambio)	194	4,25
12	A90 - Svincolo 13	A90 direzione sud - uscita (rampa zona di scambio)	493	3,99
13	A90 - Svincolo 13	A90 direzione sud - ingresso	1024	1,38
14	A90 - Svincolo 13	A90 direzione nord - uscita	625	1,63
15	A90 - Svincolo 13	A90 direzione nord - ingresso (rampa zona di scambio)	47	9,30
16	A90 - Svincolo 13	A90 direzione nord - uscita (rampa zona di scambio)	731	0,22
17	A90 - Svincolo 13	A90 direzione nord - ingresso	386	8,77
18	A90 - Svincolo 14	A90 direzione sud - uscita	1465	2,04
19	A90 - Svincolo 14	A90 direzione sud - ingresso	755	3,91
20	A90 - Svincolo 14	A90 direzione sud - ingresso	18	2,05
	<b>Via Tiburtina</b>			
23 Ovest	Via Tiburtina	A monte svincolo 13 - A90 - direzione Roma centro	882	0,66
23 Est	Via Tiburtina	A monte svincolo 13 - A90 - direzione Tivoli	911	0,64
24 Ovest	Via Tiburtina	A valle svincolo 13 - A90 - direzione Roma centro	858	7,30
24 Est	Via Tiburtina	A valle svincolo 13 - A90 - direzione Tivoli	873	5,91
	<b>Via Sabatino Gianni</b>			
43_1	Via Sabatino Gianni	Direzione ovest	95	0,82
43_2	Via Sabatino Gianni	Direzione ovest	43	0,00

**Tabella 33 – Dati di traffico scenario di riferimento (adeguamento Tiburtina a 3 corsie)**

ID sezione	Viabilità	Tratta	veicoli totali	% veicoli pesanti
			Veicoli/ora	%
	<b>GRA</b>			
25 Sud	A90	in corrispondenza dello svincolo 12 - direzione Roma sud	2444	3,91
25 Nord	A90	in corrispondenza dello svincolo 12 - direzione Roma nord	2214	4,65
2 Sud	A90	Tra svincolo 12 e 13 - direzione Roma sud	2444	3,91
2 Nord	A90	Tra svincolo 12 e 13 - direzione Roma nord	2214	4,65
26 Sud_1	A90	in corrispondenza dello svincolo 13 - direzione Roma sud	2008	4,39
26 Sud_2	A90	in corrispondenza dello svincolo 13 - direzione Roma sud	2578	4,24
26 Sud_3	A90	in corrispondenza dello svincolo 13 - direzione Roma sud	2176	4,12
26 Nord_1	A90	in corrispondenza dello svincolo 13 - direzione Roma nord	2857	2,72
26 Nord_2	A90	in corrispondenza dello svincolo 13 - direzione Roma nord	3164	2,72
26 Nord_3	A90	in corrispondenza dello svincolo 13 - direzione Roma nord	1881	3,71
3 Sud	A90	Tra svincolo 13 e 14 - direzione Roma sud	3400	2,83
3 Nord	A90	Tra svincolo 13 e 14 - direzione Roma nord	3333	2,66
27 Sud_1	A90	in corrispondenza dello svincolo 14 - direzione Roma sud	1964	3,59
27 Nord	A90	in corrispondenza dello svincolo 14 - direzione Roma nord	1592	2,95
	<b>Svincoli</b>			
6	A90 - Svincolo 12	A90 direzione sud - uscita	-	-
7	A90 - Svincolo 12	A90 direzione sud - ingresso	-	-
8	A90 - Svincolo 12	A90 direzione nord - uscita	-	-
9	A90 - Svincolo 12	A90 direzione nord - ingresso	-	-
10	A90 - Svincolo 13	A90 direzione sud - uscita	436	1,71
11	A90 - Svincolo 13	A90 direzione sud - ingresso (rampa zona di scambio)	570	3,72
12	A90 - Svincolo 13	A90 direzione sud - uscita (rampa zona di scambio)	402	4,89
13	A90 - Svincolo 13	A90 direzione sud - ingresso	1226	0,42
14	A90 - Svincolo 13	A90 direzione nord - uscita	476	2,31
15	A90 - Svincolo 13	A90 direzione nord - ingresso (rampa zona di scambio)	306	2,69
16	A90 - Svincolo 13	A90 direzione nord - uscita (rampa zona di scambio)	1282	1,26
17	A90 - Svincolo 13	A90 direzione nord - ingresso	335	9,49
18	A90 - Svincolo 14	A90 direzione sud - uscita	1436	1,78
19	A90 - Svincolo 14	A90 direzione sud - ingresso	772	3,82
20	A90 - Svincolo 14	A90 direzione sud - ingresso	19	1,99
	<b>Via Tiburtina</b>			
23 Ovest	Via Tiburtina	A monte svincolo 13 - A90 - direzione Roma centro	2348	2,67
23 Est	Via Tiburtina	A monte svincolo 13 - A90 - direzione Tivoli	2528	2,06
24 Ovest	Via Tiburtina	A valle svincolo 13 - A90 - direzione Roma centro	1180	5,46
24 Est	Via Tiburtina	A valle svincolo 13 - A90 - direzione Tivoli	1330	3,23
	<b>Via Sabatino Gianni</b>			
43_1	Via Sabatino Gianni	Direzione ovest	95	0,82
43_2	Via Sabatino Gianni	Direzione ovest	43	0,00

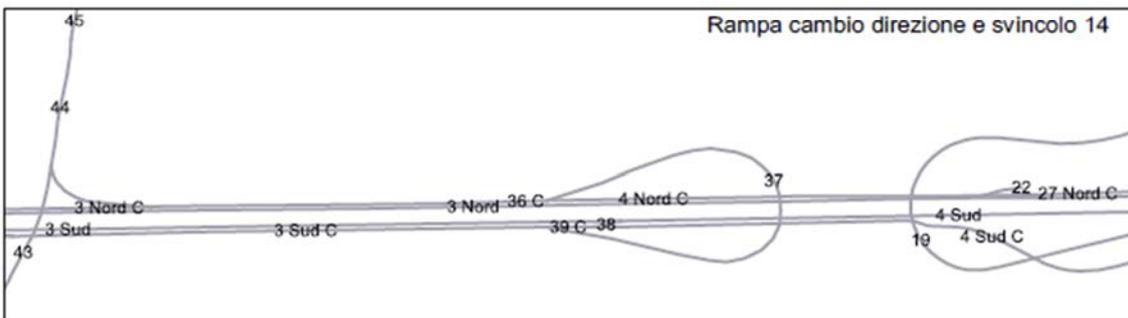
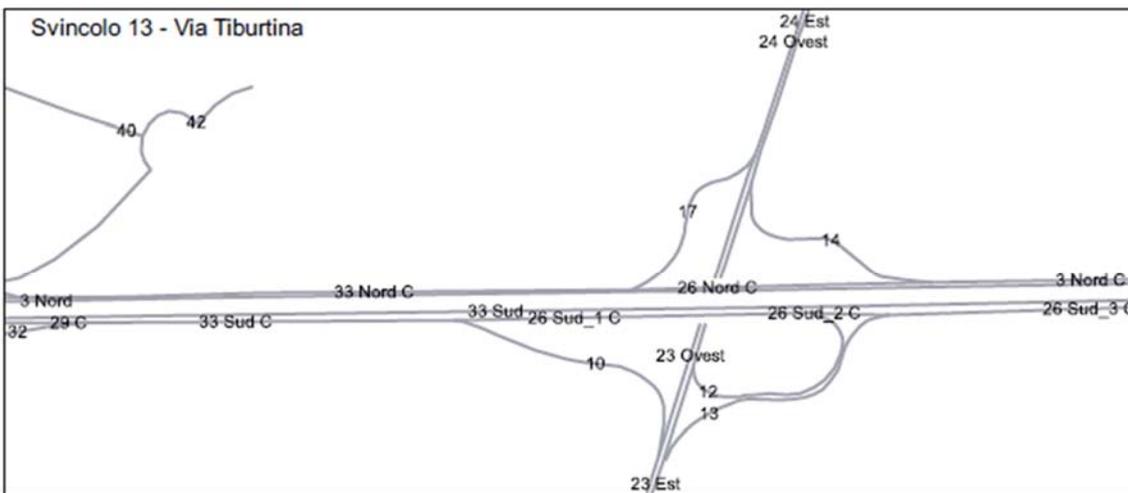
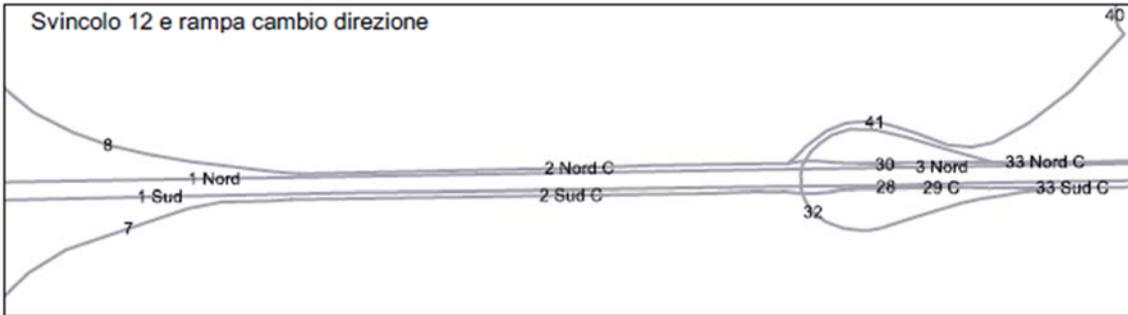
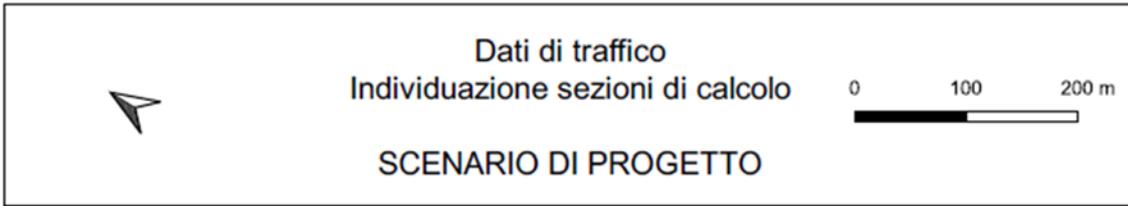


Figura 48 – Sezioni di calcolo per lo scenario di progetto

**Tabella 34 – Dati di traffico scenario di progetto**

ID sezione	Viabilità	Tratta	veicoli totali	% veicoli pesanti
			Veicoli/ora	%
	<b>GRA</b>			
1 Sud	A90	A monte svincolo 12	1707	3,63
1 Nord	A90	A monte svincolo 12	385	6,45
33 Sud	A90	Tra rampa cambio dir e svincolo 13 - direzione Roma sud	2430	3,03
3 Sud	A90	Tra svincolo 13 e 14 - direzione Roma sud	1556	3,89
3 Nord	A90	Tra svincolo 13 e 14 - direzione Roma nord	653	6,29
4 Sud	A90	Tra svincolo 13 e 14 - direzione Roma sud	2148	3,75
	<b>Complanari</b>			
1 Sud C	A90 - complanare	A monte svincolo 12	723	5,04
1 Nord C	A90 - complanare	A monte svincolo 12	2104	3,83
2 Sud C	A90 - complanare	Tra svincolo 12 e 13 - direzione Roma sud	1505	3,81
2 Nord C	A90 - complanare	Tra svincolo 12 e 13 - direzione Roma nord	2030	4,43
29 C	A90 - complanare	A valle rampa 3 - direzione sud	782	5,85
31 C	A90 - complanare	A monte rampa 22 - direzione nord	1762	4,22
33 Sud C	A90 - complanare	Tra rampa cambio dir e svincolo 13 - direzione Roma sud	1472	4,11
33 Nord C	A90 - complanare	Tra rampa cambio dir e svincolo 13 - direzione Roma nord	2452	3,63
26 Sud_1 C	A90 - complanare	in corrispondenza dello svincolo 13 - direzione Roma sud	547	8,21
26 Sud_2 C	A90 - complanare	in corrispondenza dello svincolo 13 - direzione Roma sud	92	25,14
26 Sud_3 C	A90 - complanare	in corrispondenza dello svincolo 13 - direzione Roma sud	1392	2,51
26 Nord C	A90 - complanare	in corrispondenza dello svincolo 13 - direzione Roma nord	1945	2,19
3 Sud C	A90 - complanare	Tra svincolo 13 e rampa cambio dir - direzione Roma sud	2266	2,12
3 Nord C	A90 - complanare	Tra svincolo 13 e rampa cambio dir - direzione Roma nord	2297	2,63
39 C	A90 - complanare	Tra rampa cambio dir e rampa 11	1990	2,41
36 C	A90 - complanare	Tra rampa 15 e rampa cambio dir - direzione Roma nord	3069	2,00
4 Sud C	A90 - complanare	Tra rampa cambio dir e svincolo 14 - direzione Roma sud	1398	2,05
27 Nord C	A90 - complanare	Tra rampa cambio dir e svincolo 14 - direzione Roma nord	749	0,72
	<b>Svincoli</b>			
6	A90 - Svincolo 12	A90 direzione sud - uscita	113	0,68
7	A90 - Svincolo 12	A90 direzione sud - ingresso	895	2,34
8	A90 - Svincolo 12	A90 direzione nord - uscita	287	5,94
9	A90 - Svincolo 12	A90 direzione nord - ingresso	361	2,15
10	A90 - Svincolo 13	A90 direzione sud - uscita	925	1,68
12	A90 - Svincolo 13	A90 direzione sud - uscita (rampa zona di scambio)	419	5,18
13	A90 - Svincolo 13	A90 direzione sud - ingresso	1264	0,92
14	A90 - Svincolo 13	A90 direzione nord - uscita	351	4,86
17	A90 - Svincolo 13	A90 direzione nord - ingresso	507	9,03
19	A90 - Svincolo 14	A90 direzione sud - ingresso	583	5,32
22	A90 - Svincolo 14	A90 direzione nord - ingresso	2043	2,69
28	rampa 3	complanare - A90 direzione sud - ingresso	723	1,61
30	rampa 22	complanare - A90 direzione nord - uscita	269	6,05
32	rampa cambio direzione	Rampa cambio direzione	690	2,13
34	rampa 8	A90 direzione sud - uscita	874	1,51
35	rampa 15	A90 direzione nord - uscita	772	0,10
37	rampa 10	Rampa cambio direzione	276	0,00
38	rampa 11	complanare - A90 direzione sud - ingresso	592	3,28
40	rampa 20	collegamento rotatoria - Via Acuto	296	0,00

41	rampa 21	complanare - direzione nord - ingresso	355	0,00
42	rampa di collegamento	collegamento rotatoria - Via Armenise	59	0,00
	<b>Via Tiburtina</b>			
23 Ovest	Via Tiburtina	A monte svincolo 13 - A90 - direzione Roma centro	1427	2,88
23 Est	Via Tiburtina	A monte svincolo 13 - A90 - direzione Tivoli	1912	1,58
24 Ovest	Via Tiburtina	A valle svincolo 13 - A90 - direzione Roma centro	1151	6,20
24 Est	Via Tiburtina	A valle svincolo 13 - A90 - direzione Tivoli	1278	4,61
	<b>Via Sabatino Gianni</b>			
43	Via Sabatino Gianni	direzione ovest	491	0,16
44	Via Sabatino Gianni	direzione est - a monte dell'uscita per la zona industriale	290	0,00
45	Via Sabatino Gianni	direzione est - a valle dell'uscita per la zona industriale	10	0,00

## ALLEGATO IV – DETERMINAZIONE DATI DI EMISSIONE

### FASE DI CANTIERE

#### EMISSIONI GAS DI SCARICO

#### MEZZI MECCANICI DI CANTIERE - SORGENTI PUNTUALI

Atmospheric Emission Inventory Guidebook dell'EEA

EMEP-CORINAIR Emission Inventory Guidebook, 2007 – Group 8: Other mobile sources and machinery

Macchina	Tipologia di inquinante	Potenza massima del motore HP (kW)	Load Factor LF*	Fattore di emissione medio EFi (g/kWh)	Emissioni per unità di tempo (g/h)
Pala meccanica	PM10	170	0,15	0,2	5,1
Escavatore	PM10	75	0,15	0,3	3,4
Autocarro	PM10	187	0,15	0,2	5,6
Motolivellatrice	PM11	134	0,15	0,2	4,0
Rullo compattatore	PM10	53	0,15	0,4	3,2
Asfaltatrice	PM10	78	0,15	0,3	3,5
Scarificatrice	PM11	185	0,15	0,2	5,6
Macchina per pali	PM10	126	0,15	0,3	5,7
Autobetoniera	PM10	80	0,15	0,3	3,6
Autopompa per calcestruzzo	PM10	80	0,15	0,3	3,6
Autogrù	PM10	275	0,15	0,2	8,3
Perforatrice	PM10	126	0,15	0,3	5,7
Cestelli mobili	PM10	50	0,15	0,4	3,0

*\*cicli standard ISO DP 8178, categoria di riferimento C1-Diesel Powered off road industrial equipment*

Macchina	Tipologia di inquinante	Potenza massima del motore HP (kW)	Load Factor LF*	Fattore di emissione medio EFi (g/kWh)	Emissioni per unità di tempo (g/h)
Pala meccanica	NOx	170	0,15	3,5	89,3
Escavatore	NOx	75	0,15	3,5	39,4
Autocarro	NOx	187	0,15	3,5	98,2
Motolivellatrice	NOx	134	0,15	3,5	70,4
Rullo compattatore	NOx	53	0,15	4,0	31,8
Asfaltatrice	NOx	78	0,15	3,5	41,0
Scarificatrice	NOx	185	0,15	3,5	97,1
Macchina per pali	NOx	126	0,15	3,5	66,2
Autobetoniera	NOx	80	0,15	3,5	42,0
Autopompa per calcestruzzo	NOx	80	0,15	3,5	42,0
Autogrù	NOx	275	0,15	3,5	144,4
Perforatrice	NOx	126	0,15	3,5	66,2
Cestelli mobili	NOx	50	0,15	4,0	30,0

*\*cicli standard ISO DP 8178, categoria di riferimento C1-Diesel Powered off road industrial equipment*

## EMISSIONI DI POLVERE

Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense E.P.A., AP-42, Fifth Edition, Compilation of air pollutant emission factors, Volume I, Stationary Points and Area Sources

### Unpaved Roads

Mezzi su piste di cantiere (escavatori, pale gommate, dumper)

k (PM10)	a (PM10)	b (PM10)	s (%)	Tara peso veicoli (ton)	Fattore di conversione
1,5	0,9	0,45	4	12	281,9

	W* (ton)	E (lb/VMT)	E (g/VKT**)	veicoli/h	km percorsi	E (g/h)	Note
Autocarro	23	1,40	393,4	2	0,3	236,0	ipotesi di 2 viaggi/ora per il trasporto di materiale, tratto all'interno del cantiere di 300 m
*riferimento al peso operativo della macchina							
**VKT veicolo chilometro viaggiato							

## Aggregate Handling and Storage Piles

### Cumuli di terra, carico e scarico

Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense E.P.A., AP-42, Fifth Edition, Compilation of air pollutant emission factors, Volume I, Stationary Points and Area Sources

k (PM10)	U (m/s)	M (%)	E (kg/ton)	ton materiale movimentate all'ora	E (kg/h)	E (g/h)
0,35	3	2,5	0,0006	50	0,0307	30,7

## Wind erosion

### Azione eolica sui cumuli in stoccaggio temporaneo

Linee Guida di ARPA Toscana per la valutazione delle polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti

Fattore di emissione areale EFi (kg/m <sup>2</sup> )	Superficie dell'area movimentata* (m <sup>2</sup> )	movimentazioni/h	rateo emissivo orario PM10 Ei (kg/h)	rateo emissivo orario PM10 Ei (g/h)
0,0000079	0,014	2	2,212E-07	0,00022
*superficie ricavata dalle tonnellate di materiale movimentate all'ora				

## Attività di escavazione

### Rimozione terreno di copertura (Bulldozing)

Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense E.P.A., AP-42, Fifth Edition, Compilation of air pollutant emission factors, Volume I, Stationary Points and Area Sources

sL (%)	M (%)	Fattore di emissione E (kg/ora)	numero di ore lavorative giornaliere (h/giorno)	Emissione giornaliera (kg/giorno)	Emissione oraria (g/h)
4	10	0,11	10	1,07	107,5

### Determinazione emissioni per ambiti di lavorazione

L'emissione per ciascun ambito di lavorazione è ottenuta sommando i valori relativi alle singole sorgenti di inquinamento presenti per effettuare quell'attività, calcolati come dettagliato nelle tabelle precedenti.

La suddivisione in ambiti di lavorazione è finalizzata a semplificare l'attribuzione di un valore di emissione alle fasi funzionali degli interventi in progetto.

Ambito di lavorazione	Tipologia di inquinante	Sorgenti di inquinamento	Macchinari	Emissioni per unità di tempo totale (g/h)
OPERE STRUTTURALI	PM10	mezzi pesanti	Macchina per pali, autopompa per calcestruzzo, autobetoniera, autogrù, perforatrice, cestelli mobili	29,8
MOVIMENTO TERRA	PM10	mezzi pesanti, attività di escavazione	Escavatori, pale, autocarri, motolivellatrice	125,6
FINITURE SUPERICIALI	PM10	mezzi pesanti	Asfaltatrice, rullo compressore, scarificatrice	12,2

Ambito di lavorazione	Tipologia di inquinante	Sorgenti di inquinamento	Macchinari	Emissioni per unità di tempo totale (g/h)
OPERE STRUTTURALI	NOx	mezzi pesanti	Macchina per pali, autopompa per calcestruzzo, autobetoniera, autogrù, perforatrice, cestelli mobili	390,7
MOVIMENTO TERRA	NOx	mezzi pesanti	Escavatori, pale, autocarri, motolivellatrice	297,2
FINITURE SUPERICIALI	NOx	mezzi pesanti	Asfaltatrice, rullo compressore, scarificatrice	169,9

## ALLEGATO V – UBICAZIONE POSTAZIONI RICETTORE

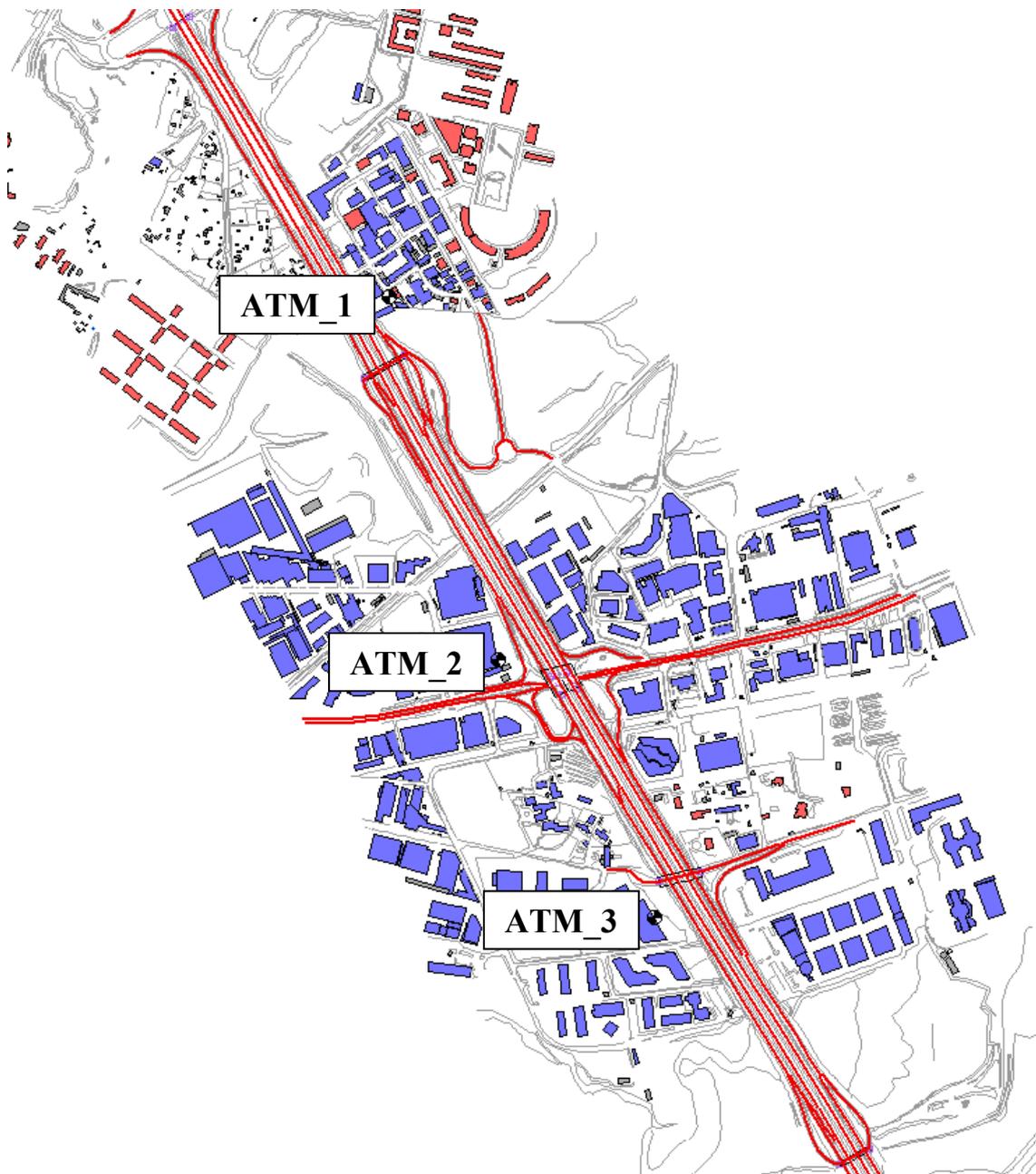


Figura 49 – Ubicazione postazioni ricettore per il calcolo puntuale

Tabella 35 – Caratteristiche postazioni ricettore

ID postazione	Area di analisi	Altezza (m)	Coordinate UTM
ATM_1	Nord	4m	300782 m E 4645944 m N
ATM_2	Centro	4m	300994 m E 4645201 m N
ATM_3	Sud	4m	301283 m E 4644677 m N