



SOCIETA' ITALIANA
 TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS
 Sede legale: fraz. San Giuliano, 2 - 10059 Susa (TO)



MUSINET ENGINEERING S.p.A.
 C.so Svizzera, 185
 10149 TORINO
 Tel. +39 011 5712411
 Fax. +39 011 5712426
 E-mail info@musinet.it
 PEC musinet@legalmail.it

Gruppo SITAF

P.I.lva 08015410015
 Cap. Soc. E. 520.000 i.v.
 Cod. fis.e Reg. Imprese
 TO 08015410015
 R.E.A. Torino 939200

RILOCALIZZAZIONE DELL' AUTOPORTO DI SUSAS

APPROFONDIMENTO SPECIFICO DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA RELAZIONE

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	07/09/2013	Première diffusion / Prima emissione	L. BARBERIS (MUSINET)	C. GIOVANNETTI (MUSINET)	M.BERTI (SITAF)
A	31/10/2013	Revision suite aux commentaires LTF/ Revisione a seguito commenti LTF	L. BARBERIS (MUSINET)	C. GIOVANNETTI (MUSINET) GIOVANNETTI n° 2736	M.BERTI (SITAF)

COD E DOC	P	D	2	C	3	C	M	U	S	0	4	0	0	A
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla		Émetteur / Emittente			Numero			Indice			

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3C	//	//	70	64	03	10	01
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA
-

CUP	C11J05000030001
-----	-----------------

SOMMAIRE / INDICE

RESUME/RIASSUNTO	5
1. PREMESSA	6
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	6
2.1 La normativa a livello nazionale.....	6
2.1.1.1 Normativa regionale.....	13
2.1.1.2 Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria (2004)	13
3. STATO ATTUALE	16
3.1 Caratteristiche meteo-climatiche dell'area	16
3.2 Attuali livelli di inquinamento.....	20
3.3 Analisi del sistema edificato	40
3.4 Conclusioni operative	42
4. ANALISI DEGLI IMPATTI NELLA FASE DI REALIZZAZIONE	43
4.1 Descrizione delle attività	43
4.2 Individuazione dei fattori di impatto	45
4.3 Definizione delle emissioni determinate dalle attività di cantiere.....	54
4.4 Valutazioni modellistiche	56
4.5 Interventi mitigativi per la componente atmosfera.....	58
5. ANALISI DEGLI IMPATTI NELLA FASE DI ESERCIZIO	68
6. CONCLUSIONI.....	69

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Zone di Piano e Zone di Mantenimento dei comuni interessati dall'opera	16
Figura 2 – Caratteristiche della Stazione di Borgone.....	17
Figura 3 – Andamento temperature medie mensili – Stazione di Borgone 1992÷2012	17
Figura 4 – Temperature MAX, MIN, MED annuali – Stazione di Borgone 1992÷2012	18
Figura 5 – Andamento precipitazione media mensile – Stazione di Borgone 1992÷2012.....	18
Figura 6 – Precipitazione annuale – Stazione di Borgone 1992÷2012	18
Figura 7 – Radiazione solare – Stazione di Borgone 1992÷2012.....	19
Figura 8 – Velocità del vento – Stazione di Borgone 1992÷2012	19
Figura 9 – Direzione del vento – Stazione di Borgone 1992÷2012.....	19
Figura 10 – Centralina della Qualità dell'Aria di Susa	22
Figura 11 – Ubicazione postazioni Comune di BARDONECCHIA	23
Figura 12 – Ubicazione postazioni Comune di SALBERTRAND.....	24
Figura 13 – Ubicazione postazioni Comuni di SANT'ANTONINO DI SUSA e CONDOVE	24
Figura 14 – Ubicazione postazioni Comune di SUSA.....	24
Figura 15 – Risultati monitoraggio A32 2010 – SO ₂	27
Figura 16 – Risultati monitoraggio A32 2010 – NO ₂	28
Figura 17 – Risultati monitoraggio A32 2010 – CO.....	29

Figura 18 – Risultati monitoraggio A32 2010 – C6H6.....	30
Figura 19 – Risultati monitoraggio A32 2010 – Pm10.....	31
Figura 20 – Risultati monitoraggio A32 2010 – O3	32
Figura 21 – Risultati monitoraggio A32 2010 – B(a)P	33
Figura 22 – Ubicazione postazioni Comune di BORGONE.....	34
Figura 23 – Sito di installazione della Mezzo Mobile durante la campagna di Borgone di Susa	34
Figura 24 – Risultati monitoraggio BORGONE – C6H6	35
Figura 25 – Risultati monitoraggio BORGONE – CO	35
Figura 26 – Risultati monitoraggio BORGONE – NO2	35
Figura 27 – Risultati monitoraggio BORGONE – O3	36
Figura 28 – Risultati monitoraggio BORGONE – Pm10.....	36
Figura 29 – Risultati monitoraggio BORGONE – SO2.....	36
Figura 30 – IREA 2007 – SAN DIDERO	38
Figura 31 – IREA 2007 – BRUZOLO	39
Figura 32 – Ricettori residenziali SS25 - pk 40+000.....	41
Figura 33 – Ricettori residenziali San Didero.....	41
Figura 34 – Ricettori nel Comune di Bruzolo.....	42
Figura 35 – Ricettori in località Malpasso - Comune di San Giorio di Susa.....	42
Figura 36 – Opera in progetto	43
Figura 37 – Cause di deposizione e rimozione di materiale polverulento su strade asfaltate. 48	
Figura 38 – Attività con potenziale emissione di polveri significativa.....	55
Figura 39 – Attività con potenziale emissione di polveri di media intensità.....	55
Figura 40 – Esempio di corretto svolgimento delle attività di carico con pala meccanica.....	58
Figura 41 – Coefficienti di emissione Pm10 veicoli diesel commerciali pesanti (Copert IV) 60	
Figura 42 – Coefficienti di emissione NOx veicoli diesel commerciali pesanti (Copert IV). 60	
Figura 43 – Coefficienti di emissione NMVOC veicoli diesel commerciali pesanti (Copert IV)	60
Figura 44 – Coefficienti di emissione Pm10 veicoli OFF-ROAD (fonte EMEP/EEA.....	61
Figura 45 – Coefficienti di emissione NOx veicoli OFF-ROAD (fonte EMEP/EEA).....	61
Figura 46 – Coefficienti di emissione NMVOC veicoli OFF-ROAD (fonte EMEP/EEA)....	61
Figura 47 – Esempi di macchine spazzatrici.....	64
Figura 48 – Sistemi di lavaggio dei pneumatici A PRESSIONE.....	65
Figura 49 – Sistemi di lavaggio dei pneumatici A DILUVIO	66
Figura 50 – Localizzazione postazione di monitoraggio	67
Figura 51 – Flussi veicolari attratti dall'Autoporto di San Didero	68

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Soglie di valutazione superiore e inferiore.....	8
Tabella 2 – Tipologie di limiti previste dal D. Lgs. 155/10	9
Tabella 3 – Limiti previsti per l'ozono (O3).....	10
Tabella 4 – Limiti previsti per il Biossido di Zolfo (SO2).....	10
Tabella 5 – Limiti previsti per il Biossido di Azoto (NO2)	11
Tabella 6 – Limiti previsti per gli Ossidi di Azoto (NOx)	11
Tabella 7 – Limiti previsti per il Benzene (C6H6).....	11
Tabella 8 – Limiti previsti per il Monossido di Carbonio (CO).....	11
Tabella 9 – Limiti previsti il Piombo (Pb)	12
Tabella 10 – Limiti previsti per Polveri inalabili (Pm10)	12

Tabella 11 – Limiti previsti per il Pm _{2,5}	12
Tabella 12 – Limiti previsti per Arsenico, Cadmio, Nichel, B(a)P.....	12
Tabella 13 – Concentrazioni rilevate dalla Centraline di Susa	21
Tabella 14 – Rilievi effettuati con mezzi mobili per la verifica delle Emissioni dell' Autostrada A32	23
Tabella 15 – Elenco dei mezzi di cantiere necessari per ciascuna lavorazione.....	44
Tabella 16 – Incidenza della tipologia di inquinanti in funzione delle lavorazioni	46

ALLEGATI

Allegato B - Tavole grafiche

- Allegato B1 Concentrazione MASSIMA GIORNALIERA di PM10
SCENARIO NON MITIGATO
- Allegato B2 Concentrazione MEDIA ANNUALE di PM10
SCENARIO NON MITIGATO
- Allegato B3 Concentrazione MASSIMA GIORNALIERA di PM10
SCENARIO MITIGATO
- Allegato B2 Concentrazione MEDIA ANNUALE di PM10
SCENARIO MITIGATO

RESUME/RIASSUNTO

La note analyse les émissions potentielles liées à la phase de chantier et d'exploitation de l'Autoport de S. Didero.

L'analyse a montré que, en présence de la mise en œuvre correcte des mitigations nécessaires, les niveaux d'impact, pendant la phase de chantier, sur l'atmosphère peuvent être considérés raisonnablement faibles. Au contraire, l'absence des correctes mesures d'atténuation peut entraîner des impacts sur les récepteurs du système anthropiques.

La phase d'exploitation n'a pas démontré d'être critique en raison de la distance des récepteurs des zones touchées par le flux de trafic et pour la fonction de l'Autoport qui, pour le trafic autoroutier, ne représente pas un pôle d'attraction significative.

La presente relazione analizza le potenziali emissioni in atmosfera legate alla realizzazione e all'esercizio del nuovo autoporto in Comune di San Didero.

Le analisi sviluppate hanno evidenziato che, in presenza della corretta implementazione dei presidi necessari, i livelli di impatto in fase di cantiere sulla componente atmosfera possono essere considerati ragionevolmente contenuti. Viceversa l'assenza dei corretti presidi potrebbe determinare impatti anche significativi in corrispondenza del sistema ricettori presente nell'intorno dell'area oggetto di intervento.

In fase di esercizio non sono state evidenziate criticità in ragione sia della distanza di ricettori dalle aree interessate dai flussi veicolari più significativi, sia del fatto che l'opera non rappresenta, per il traffico autostradale, un polo di attrazione, ma semplicemente una possibile "deviazione" con un trascurabile incremento di percorso dei mezzi che già transitano lungo l'Autostrada A32.

1. PREMESSA

La presente relazione rappresenta un approfondimento specifico delle emissioni in atmosfera legate alla fase di cantiere e di esercizio del nuovo Autoporto tra i Comuni di San Didero e Bruzolo.

La necessità dell'intervento nasce dall'interferenza del progetto del collegamento ferroviario Torino-Lione con l'attuale Autoporto di Susa, sito nell'area interclusa tra la A32 e la SS24, nella periferia di Susa, prima che l'autostrada si immetta nella galleria Mompantero.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 La normativa a livello nazionale

La normativa italiana relativa all'inquinamento atmosferico ha subito una radicale revisione attraverso il recepimento della Direttiva 2008/50/CE, avvenuta tramite il D. Lgs. n. 155 del 13/08/2010, che ha abrogato quasi 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 tra le quali, di particolare importanza risultano essere quelle apportate dal D. Lgs. n° 128 del 29/06/2010.

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.

Gli inquinanti che il decreto ritiene opportuno monitorare e per i quali vengono definiti specifici riferimenti normativi sono: biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10, PM2,5, arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

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 dei 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 degli 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. I

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. Nella **Tabella 1** per ognuno degli inquinanti previsti dalla norma, vengono indicate le soglie di valutazione inferiore e superiore.

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.

Le tipologie di limiti previste dal decreto sono sintetizzate nella **Tabella 2** mentre nelle **Tabella 3** ÷ **Tabella 12**, per ogni inquinante, si riportano i limiti applicabili e i rispettivi valori.

Inquinante	Parametro di riferimento	Soglia valutazione superiore	Soglia valutazione inferiore
SO ₂	Protezione della salute umana	60% del val. lim. sulle 24 ore (75 µg/m ³ da non superare più di 3 volte/anno)	40% val. lim. sulle 24 ore (50 µg/m ³ da non superare più di 3 volte/anno)
SO ₂	Protezione della vegetazione	60% del livello critico invernale (12 µg/m ³)	40% del livello critico invernale (8 µg/m ³)
NO ₂	Protezione della salute umana	70 % del val. lim. orario (140 µg/m ³ da non superare più di 18 volte/anno)	50 % del val. lim. orario (100 µg/m ³ da non superare più di 18 volte)
NO ₂	Protezione della salute umana Media annuale	80 % del valore limite annuale (32 µg/m ³)	65% del valore limite annuale (26 µg/m ³)
NOx	Protezione della Vegetazione	80 % del livello critico annuale (24 µg/m ³)	65 % del valore limite critico (19.5 µg/m ³)
Pm10	Media su 24 ore	70 % del valore limite (35 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile)	50 % del valore limite (25 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile)
Pm10	Media annuale	70 % del valore limite (28 µg/m ³)	50 % del valore limite (20 µg/m ³)
Pm2,5	Media annuale	70 % del valore limite (17 µg/m ³)	50 % del valore limite (12 µg/m ³)
Pb	Media annuale	70 % del valore limite (0.35 µg/m ³)	50 % del valore limite (0.25 µg/m ³)
C ₆ H ₆	Media annuale	70 % del valore limite (3.5 µg/m ³)	40 % del valore limite (2.0 µg/m ³)
CO	Media su 8 ore	70 % del valore limite (7 mg/m ³)	50 % del valore limite (5 mg/m ³)
Arsenico	In percentuale del valore obiettivo	60% (3.6 ng/m ³)	40% (2.4 ng/m ³)
Cadmio	In percentuale del valore obiettivo	60% (3 ng/m ³)	40% (2 ng/m ³)
Nichel	In percentuale del valore obiettivo	70% (14 ng/m ³)	50% (10 ng/m ³)
B(a)P	In percentuale del valore obiettivo	60% (0.6 ng/m ³)	40% (0.4 ng/m ³)

Tabella 1 – Soglie di valutazione superiore e inferiore

Tipo di limite	Definizione
Valore limite	Livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, incluse quelle relative alle migliori tecnologie disponibili, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, che deve essere raggiunto entro un termine prestabilito e che non deve essere successivamente superato
Livelli critici	Livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, oltre il quale possono sussistere effetti negativi diretti su recettori quali gli alberi, le altre piante o gli ecosistemi naturali, esclusi gli esseri umani
Valore obiettivo	Livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire, ove possibile, entro una data prestabilita
Esposizione media	Livello medio da determinare sulla base di misurazioni effettuate da stazioni di fondo ubicate in siti fissi di campionamento urbani presso l'intero territorio nazionale e che riflette l'esposizione della popolazione. Permette di calcolare se sono stati rispettati l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione e l'obbligo di concentrazione dell'esposizione
Obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione	Riduzione, espressa in percentuale, dell'esposizione media della popolazione, fissata, in relazione ad un determinato anno di riferimento, al fine di ridurre gli effetti nocivi per la salute umana, da raggiungere, ove possibile, entro una data prestabilita
Obiettivi a lungo termine	Livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente
Soglie di allarme	Livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati
Soglie di informazione	Livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso ed il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive

Tabella 2– Tipologie di limiti previste dal D. Lgs. 155/10

Valori obiettivo			
Finalità	Periodo di mediazione	Valore obiettivo	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
Protezione della salute umana	MEDIA massima giornaliera calcolata su 8 ore	120 µg/m ³ da non superare più di 25 volte per anno civile come media su tre anni	1.1.2010
Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40 (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 18.000 µg/m ³ *h come media su 5 anni	1.1.2010
Obiettivi a lungo termine			
Finalità	Periodo di mediazione	Obiettivo a lungo termine	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
Protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore nell'arco di un anno civile	120 µg/m ³	non definito
Protezione della vegetazione	Da maggio a luglio	AOT40, (calcolato sulla base dei valori di 1 ora) 6.000 µg/m ³ *h	non definito
Soglia di informazione			
Periodo di mediazione		Soglia di informazione	
1 ora		180 µg/m ³	
Soglia di allarme			
Periodo di mediazione		Soglia di allarme	
1 ora		240 µg/m ³	

Tabella 3– Limiti previsti per l'ozono (O₃)

Valori limite			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
1 ora	350 µg/m ³ , da non superare più di 24 volte anno civile	-	-
1 giorno	125 µg/m ³ , da non superare più di 3 volte per anno	-	-
Livello critico			
Livello critico annuale (anno civile)		Livello critico invernale (1° ottobre-31 marzo)	Margine di tolleranza
20 µg/m ³		20 µg/m ³	Nessuno
Soglia di allarme			
Periodo di mediazione		Soglia di allarme	
3 ore		500 µg/m ³	

Tabella 4– Limiti previsti per il Biossido di Zolfo (SO₂)

Valori limite			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
1 ora	200 µg/m ³ , da non superare più di 18 volte per anno civile	50% il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Anno civile	40 µg/m ³	50% il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
Soglia di allarme			
Periodo di mediazione		Soglia di allarme	
3 ore		400 µg/m ³	

Tabella 5– Limiti previsti per il Biossido di Azoto (NO₂)

Livello critico	
Periodo di mediazione	Livello critico
Anno civile	30 µg/m ³

Tabella 6– Limiti previsti per gli Ossidi di Azoto (NO_x)

Valori limite			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
Anno civile	5.0 µg/m ³	5 µg/m ³ (100%) il 13 dicembre 2000, con una riduzione il 1° gennaio 2006 e successivamente ogni 12 mesi di 1 µg/m ³ fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010

Tabella 7– Limiti previsti per il Benzene (C₆H₆)

Valori limite			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
Media max giornaliera calcolata su 8 h	10 mg/m ³	-	-

Tabella 8– Limiti previsti per il Monossido di Carbonio (CO)

Valori limite			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
Anno civile	0.5 µg/m ³	-	-

Tabella 9– Limiti previsti il Piombo (Pb)

Valori limite			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
1 giorno	50 µg/m ³ , da non superare più di 35 volte per anno civile	50% il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2005	
Anno civile	40 µg/m ³	20% il 19 luglio 1999, con una riduzione il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1° gennaio 2005	1° gennaio 2010

Tabella 10– Limiti previsti per Polveri inalabili (Pm10)

Valori limite			
Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale deve essere raggiunto il valore obiettivo
Anno civile	25 µg/m ³	20% l'11 giugno 2008, con riduzione il 1° gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale annua costante fino allo 0% entro il 1/1/15	1° gennaio 2015
Anno civile	20 µg/m ³ Valore indicativo da definire con decreto		1° gennaio 2020
Per il Pm2,5 sono definiti anche degli obiettivi e degli obblighi per l'indicatore di esposizione media			

Tabella 11– Limiti previsti per il Pm2,5

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore obiettivo
Arsenico	Media annuale	6.0 ng/m ³
Cadmio	Media annuale	5.0 ng/m ³
Nichel	Media annuale	20.0 ng/m ³
Benzo(a)pirene	Media annuale	1.0 ng/m ³

Tabella 12– Limiti previsti per Arsenico, Cadmio, Nichel, B(a)P

2.1.1.1 Normativa regionale

Si riportano nel seguito i principali riferimenti normativi della Regione Piemonte relativi all'inquinamento atmosferico:

- Legge Regione Piemonte 7 Aprile 2000 n. 43: Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria.
- Delibera di Giunta Regionale Piemonte 5 agosto 2002 n. 109-6941: Approvazione della Valutazione della qualità dell'aria nella Regione Piemonte. Anno 2001.
- Delibera della Giunta Regionale dell'11 novembre 2002 n. 14-7623: Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000 n. 43, Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria. Aggiornamento dell'assegnazione dei Comuni piemontesi alle Zone 1, 2 e 3. Indirizzi per la predisposizione e gestione dei Piani di Azione.
- Delibera della Giunta Regionale del 28 giugno 2004 n. 19-12878: Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000 n. 43. Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, ex articoli 8 e 9 Decreto legislativo 4 agosto 1999 n. 351.
- Delibera della Giunta Regionale del 18 settembre 2006 n. 66-3859: Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000 n. 43, Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, ex articoli 7, 8 e 9 Decreto legislativo 4 agosto 1999 n. 351. Stralcio di Piano per la mobilità.
- Delibera della Giunta Regionale del 23 ottobre 2006 n. 57 – 4131: Precisazioni e chiarimenti sullo Stralcio di Piano per la mobilità in attuazione della L.R. 7 aprile 2000, n. 43 di cui alla D.G.R. 66-3859 del 18 settembre 2006, nonché rimodulazione delle misure di cui ai paragrafi 2.1.2 e 2.1.3 del medesimo e definizione di ulteriori azioni in materia.
- Deliberazione del Consiglio Regionale dell'11 gennaio 2007 n. 98 – 1247: Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000, n. 43 (Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico). Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, ai sensi degli articoli 8 e 9 decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351. Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento.
- Deliberazione della Giunta Regionale 23 luglio 2007, n. 64-6526: Seconda fase di attuazione dello Stralcio di Piano per la mobilità approvato con D.G.R. n. 66-3859 del 18 settembre 2006, come integrata dalla D.G.R. n. 57-4131 del 23 ottobre 2006.
- Deliberazione della Giunta Regionale del 4 agosto 2009, n. 46-11968: Aggiornamento dello Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento.

2.1.1.2 Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria (2004)

La situazione della qualità dell'aria in Piemonte viene costantemente monitorata dal Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria che negli ultimi anni ha raggiunto un'ottima consistenza e la copertura dell'intero territorio regionale.

Nel 2000, come conseguenza della definizione del Sistema Regionale, così come previsto nella legge regionale n. 43/2000, con la D.G.R. n. 23-610 del 31 luglio 2000 è stata disegnata una rete di postazioni fisse in grado di fornire informazioni puntuali, ma sufficientemente distribuite sul territorio tali da consentire una corretta valutazione dello stato di qualità dell'aria.

Nel documento di prima attuazione del Piano sono stabiliti gli obiettivi generali per la gestione della qualità dell'aria e per la pianificazione degli interventi necessari per il suo miglioramento complessivo, così come i criteri per la zonizzazione del territorio in base ai quali vengono definite tre zone.

Zona 1 a cui vengono assegnati:

- i Comuni con popolazione superiore ai 250.000 abitanti;
- i Comuni con popolazione superiore ai 20.000 abitanti e densità di popolazione (riferita alla superficie edificata dei centri urbani) superiore a 2.500 abitanti/Km²;
- i Comuni capofila di una Conurbazione, ovvero di un'area urbana finitima per la quale deve essere redatto un Piano generale del traffico dell'intera area, così come individuata dalla Regione;
- i Comuni per i quali la valutazione della qualità dell'aria evidenzia il superamento di uno o più valori limite aumentati del margine di tolleranza.

Zona 2 a cui vengono assegnati:

- i Comuni con meno di 20.000 abitanti e densità di popolazione inferiore a 2.500 abitanti/Km², facenti parte di una Conurbazione ovvero di un'area urbana finitima per la quale deve essere redatto un Piano generale del traffico dell'intera area, così come individuata dalla Regione;
- i Comuni per i quali la valutazione della qualità dell'aria stima il superamento di uno o più limiti, ma entro il margine di tolleranza.

Zona 3 a cui vengono assegnati:

- tutti Comuni nei quali si stima che i livelli degli inquinanti siano inferiori ai limiti.

Per ciascuna delle Zone, il Piano definisce le strategie per il controllo della qualità dell'aria adeguate ad assicurare l'informazione al pubblico ed a tutti i soggetti chiamati al governo e alla gestione della sua qualità.

La Valutazione della qualità dell'aria e l'assegnazione dei Comuni alle Zone di Piano vengono aggiornate periodicamente a partire dai dati forniti dal Sistema Regionale di Rilevamento della Qualità dell'Aria (SRRQA), che consente di conoscere costantemente lo stato della qualità dell'aria e dai dati dell'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA), che permette una stima dettagliata delle emissioni sia dal punto di vista delle sorgenti sia dal punto di vista territoriale.

In termini generali, la metodologia di stima utilizzata si basa sulla correlazione tra la quantità di inquinante emessa annualmente per unità di superficie in un determinato comune e le concentrazioni rilevate nel medesimo comune dalle stazioni del SRRQA. La Valutazione ha quindi fornito, per tutti i Comuni del Piemonte, una stima della concentrazione media di un determinato inquinante sul territorio di un Comune. Le cartografie tematiche della Valutazione consentono di confrontare questi valori di concentrazione con cinque classi di criticità ottenute applicando i valori di riferimento previsti dal DM 60/2002: "soglia di

valutazione inferiore”, “soglia di valutazione superiore”, “valore limite”, “valore limite aumentato del margine di tolleranza”.

A seguito dell’emanazione del D.M. n. 60/2002 taluni valori limite della qualità dell’aria (SO₂, NO_x, Pm10, Pb, CO e Benzene) vengono radicalmente rivisti sia nel loro valore che nell’indicatore statistico di riferimento; pertanto, come previsto dall’art.6 del D.Lgs. n. 351/1999, la Regione Piemonte ha proceduto alla “Valutazione” della qualità dell’aria sulla base di un documento tecnico predisposto dall’ARPA e all’aggiornamento della zonizzazione del territorio, ai fini della gestione della qualità dell’aria, della pianificazione degli interventi necessari per il suo miglioramento complessivo e della definizione delle strategie per realizzarlo.

Ai fini dell’aggiornamento della nuova zonizzazione, per l’assegnazione dei Comuni alle Zone 1, 2 e 3, è stata data particolare importanza alla situazione di rischio di superamento dei limiti evidenziata dalla Valutazione 2001. Pertanto sono stati considerati anche tutti i Comuni in cui il valore medio di concentrazione per due inquinanti si colloca tra la “soglia di valutazione superiore” ed il “valore limite”. Inoltre è stato richiesto alle Province di individuare eventuali Comuni assegnati alla Zona 3 con caratteristiche e collocazione tali da rendere più razionali ed omogenei gli interventi di riduzione delle emissioni.

Questi due criteri hanno portato ad enucleare i Comuni denominati di Zona 3p in quanto, pur essendo assegnati alla Zona 3, vengono inseriti in Zona di Piano. Sulla base di questi elementi, la D.G.R. n. 19-12878 del 28 giugno 2004 ha aggiornato la zonizzazione. In ogni Provincia l’insieme dei Comuni assegnati alle Zone 1, 2 e 3p formano la Zona di Piano, che rappresenta l’area complessiva per la quale, sulla base degli indirizzi regionali, le Province di concerto con i Comuni interessati, predispongono i Piani di azione (articolo 7 del D.Lgs. n. 351/1999) al fine di ridurre il rischio di superamento dei limiti e delle soglie di allarme stabiliti dal D.M. 2 aprile 2002 n. 60. Tale strategia rientra nell’ambito dei Piani per il miglioramento progressivo dell’aria ambiente che devono essere predisposti affinché sia garantito il rispetto dei limiti stabiliti dallo stesso D.M. 2 aprile 2002 n. 60 (articolo 8 del D.Lgs. n. 351/1999). I Comuni per i quali la Valutazione 2001 ha confermato la regolarità della situazione sono rimasti assegnati alla Zona 3. Pertanto la Zona 3 può essere definita come Zona di Mantenimento.

Nella **Figura 1** si riporta lo stralcio del Piano relativo all’area oggetto di studio da cui si evince che il territorio dei comuni di San Didero e Bruzolo, in cui risulta inserita l’opera, ricadono in Zona 3p (Zona di Piano IT0101) e non presentano superamenti dei limiti normativi.

L’entrata in vigore del 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" (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 216/2010), ha introdotto delle importanti novità nell’ambito del quadro normativo in materia di qualità dell’aria in ambiente. Tra le novità introdotte vi è anche la ridefinizione dalla metodologia di riferimento per la caratterizzazione delle zone (zonizzazione) relativamente all’inquinamento atmosferico, quale presupposto per le successive attività di valutazione e pianificazione. La Regione Piemonte sta provvedendo alla ridefinizione della zonizzazione che, probabilmente, sarà disponibile nel 2013.

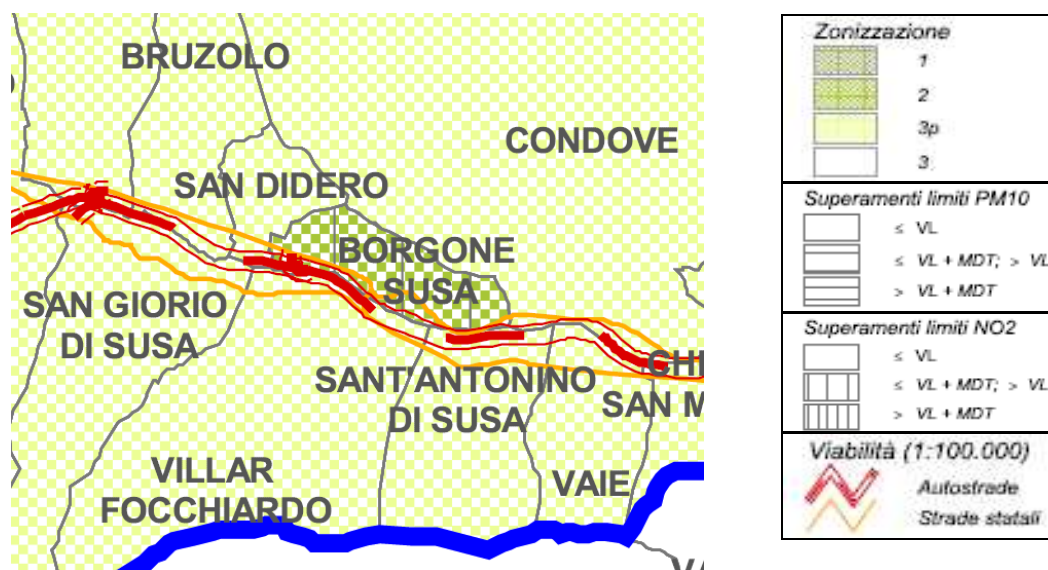


Figura 1 – Zone di Piano e Zone di Mantenimento dei comuni interessati dall'opera

3. STATO ATTUALE

3.1 Caratteristiche meteo-climatiche dell'area

L'analisi delle caratteristiche meteo-climatiche del sito oggetto di analisi è stata sviluppata a partire dai dati reperibili attraverso la Banca dati meteorologica dell'ARPA Piemonte ed in particolare quelli relativi alla stazione di Borgone di Susa.

Nella **Figura 2** si riportano le caratteristiche principali della stazione Borgone mentre la sintesi grafica dei dati analizzati è rappresentata nelle **Figura 3 ÷ Figura 7**.


Gli andamenti della temperatura mensile sono quelli tipici delle aree pedemontane: estati mediamente calde (temperatura media superiore a 20 °C, media massima mensile di poco inferiore a 30 °C, valore massimo assoluto sempre superiore a 30 °C) ed inverni freddi con temperature medie minime mensile inferiori a 0° C e temperature minime assolute pari a circa -10 °C.

I dati pluviometrici rilevati evidenziano un andamento tendenzialmente bimodale, con un massimo principale nel periodo primaverile ed un secondo massimo meno accentuato nel periodo autunnale. In termini assoluti i dati a disposizione indicano un valore medio annuo di precipitazioni contenuto e di poco superiore a 800 mm.

La radiazione solare media giornaliera presenta un andamento caratterizzato da una forte stagionalità con valori massimi (> 20 MJ/m²) nei mesi di giugno e luglio e minimi (< 5 MJ/m²) nel mese di dicembre.

Dal punto di vista anemologico si evidenziano venti abbastanza energici (valore medio mensile pari a circa 2 m/s). La durata delle calme di vento presenta una significativa variazione stagionale risultando più accentuata nei mesi autunnali e minore nei mesi estivi. La direzionalità evidenzia una chiara direzionalità con direzioni preferenziali di provenienza dai settori E, ESE, SE e WNW, NW. I venti in questa zona risultano chiaramente dominati dai fenomeni delle brezze di valle e di monte.

Tipo stazione	TERMOIGRO-PLUVIOANEMOMETRICA CON RADIOMETRO
Codice stazione	143
Quota sito (m)	400
Comune	BORGONE SUSA
Provincia	TO
Bacino	DORA RIPARIA
Località	PONTE DORA
Inizio pubblicazione	10/01/1991
Fine pubblicazione	ATTIVA (da disponibili fino al 30/06/2012)



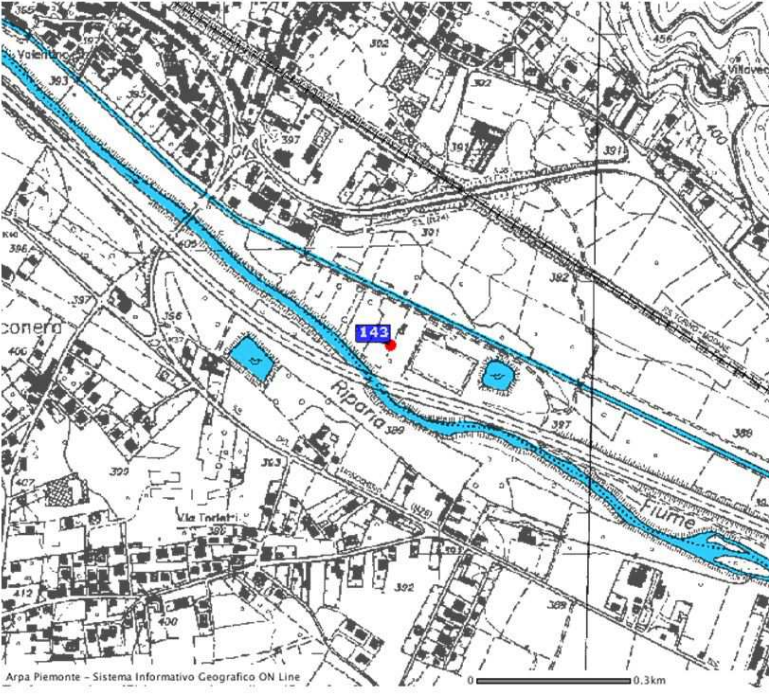


Figura 2 – Caratteristiche della Stazione di Borgone

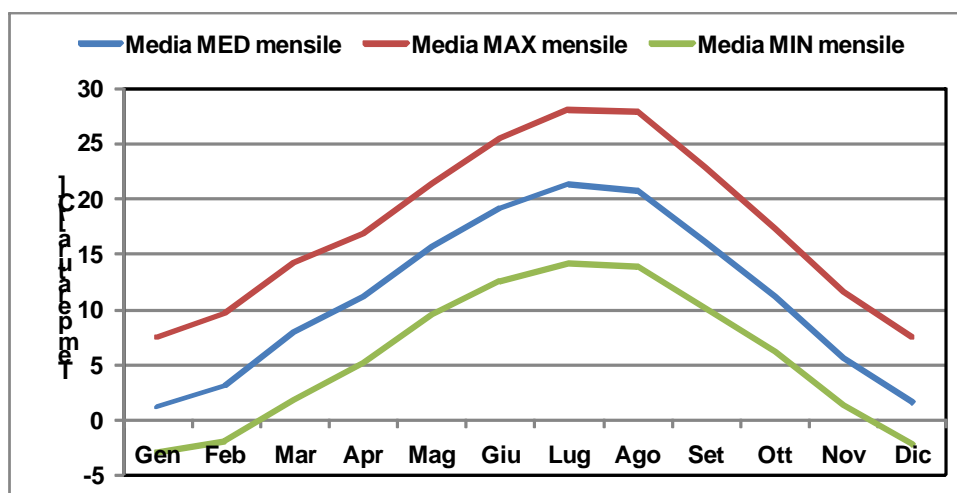


Figura 3 – Andamento temperature medie mensili – Stazione di Borgone 1992-2012

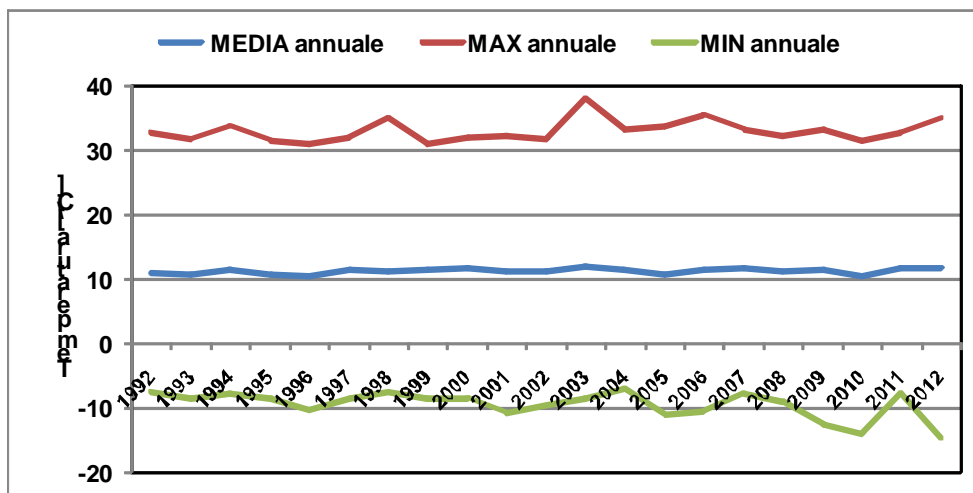


Figura 4 – Temperature MAX, MIN, MED annuali – Stazione di Borgone 1992÷2012

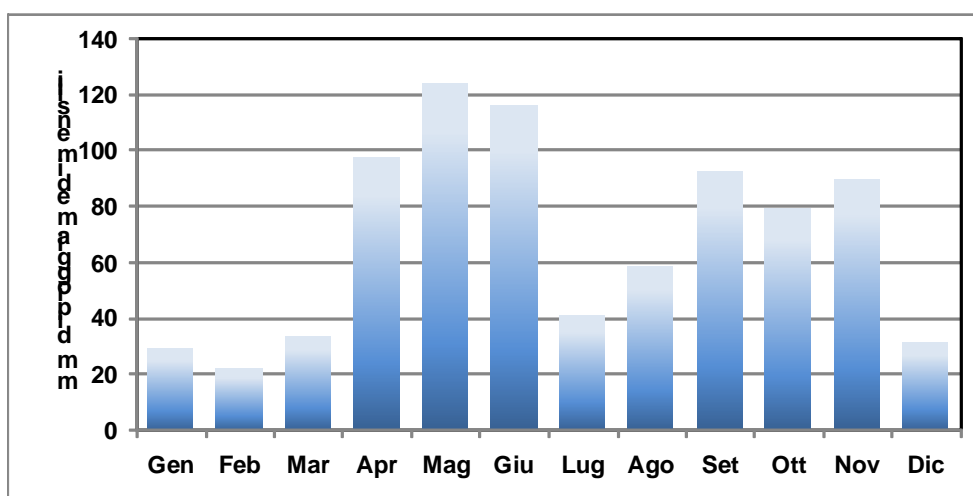


Figura 5 – Andamento precipitazione media mensile – Stazione di Borgone 1992÷2012

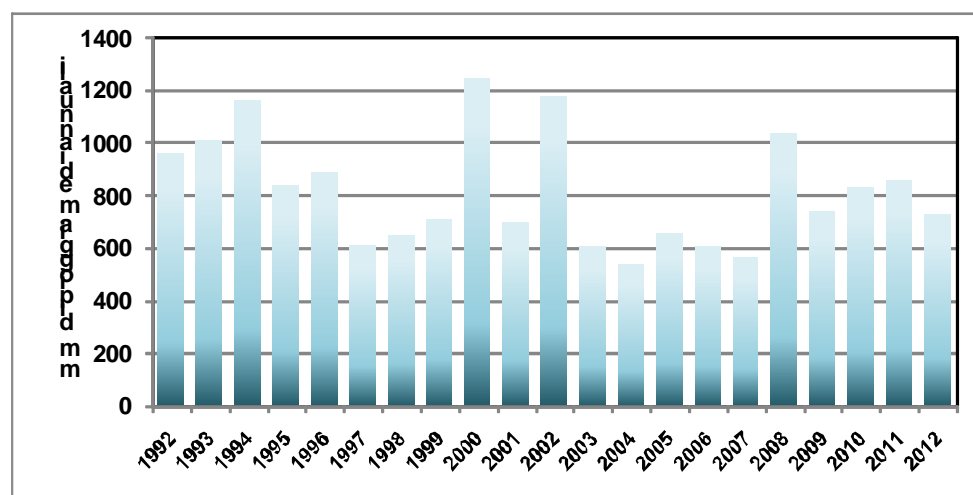


Figura 6 – Precipitazione annuale – Stazione di Borgone 1992÷2012

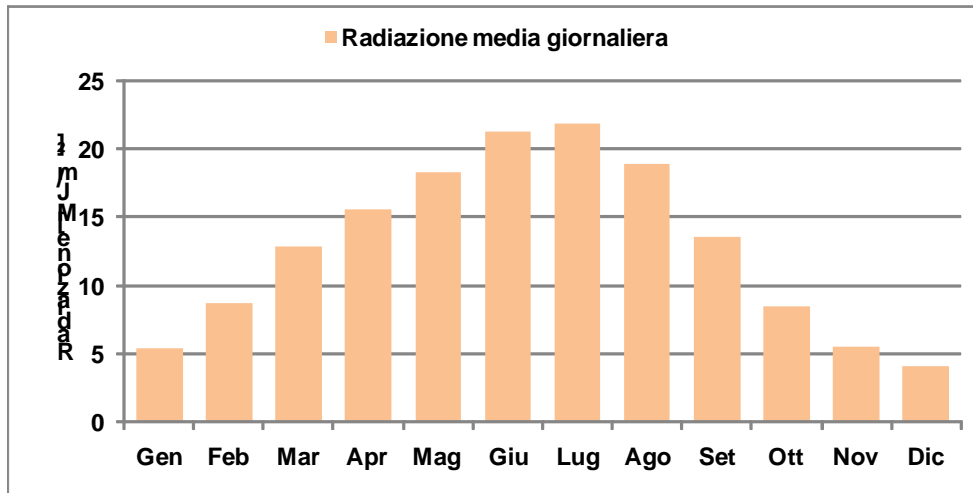


Figura 7 – Radiazione solare – Stazione di Borgone 1992÷2012

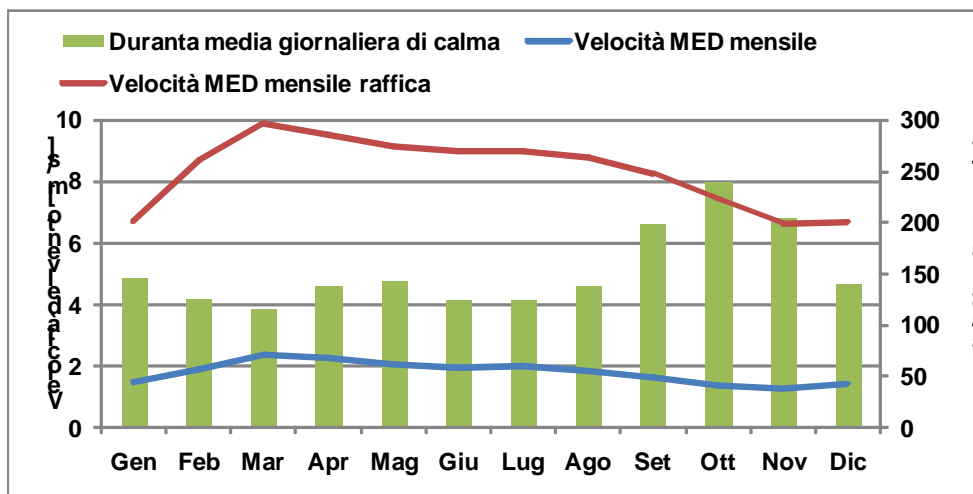


Figura 8 – Velocità del vento – Stazione di Borgone 1992÷2012

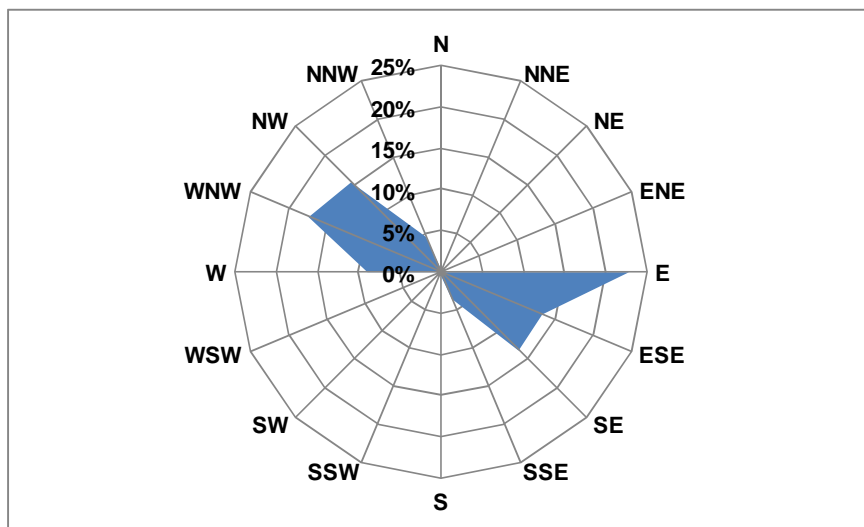


Figura 9 – Direzione del vento – Stazione di Borgone 1992÷2012

3.2 Attuali livelli di inquinamento

Le informazioni di fonte pubblica in grado di fornire indicazioni sulla qualità dell'aria nell'area oggetto di studio sono:

- Dati relativi alla Rete di Monitoraggio della qualità dell'aria della Provincia di Torino - Centralina Fissa di Susa;
- Dati relativi alla Rete di Monitoraggio della qualità dell'aria della Provincia di Torino - Campagne con Mezzo Mobile;
- Inventario Regionale dell'Emissioni.

Centraline della qualità dell'Aria delle Provincia di Torino – Centralina Fissa di Susa

Nelle immediate vicinanze del sito oggetto di approfondimento non risultano presenti Centraline della Qualità dell'Aria, la Centralina maggiormente prossima e che, in qualche misura, può essere considerata rappresentativa delle condizioni di inquinamento della Valle di Susa è la Centralina di Susa di cui si riportano alcune informazioni nella **Figura 10**.

I parametri rilevati dalla Centralina negli ultimi anni ed il confronto con i rispettivi limiti normativi sono sintetizzati nella **Tabella 13**.

Come si può osservare i parametri rilevati, negli ultimi anni, risultano pienamente conformi, con buoni margini di sicurezza, alle prescrizioni normative, ad eccezione dell'Ozono per il quale non risulta ancora rispettato il valore obiettivo per la salvaguardia della popolazione.

INQ	Parametro e limite normativo	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
NO ₂	Concentrazione media annuale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	25	22	34	25	29	24	21	22	24	23
	Valore limite concentrazione media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Superamenti valore limite di soglia concentrazione max oraria di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Numero di superamenti consentiti	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Pm10	Concentrazione media annuale [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	31	34	30	29	30	22	25	21	22	23
	Valore limite concentrazione media annua [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Superamenti valore limite di soglia concentrazione media giornaliera di 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5	59	42	43	40	27	39	16	21	24
	Numero di superamenti consentiti	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
CO	Concentrazione media annuale [mg/m^3]	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	-	-
	Valore limite concentrazione media annua [mg/m^3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Superamenti valore limite 10 mg/m^3 come media massima su 8 h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Numero di superamenti consentiti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O ₃	Numero superamenti soglia di informazione	34	85	62	14	52	11	9	1	0	0
	Soglia di informazione 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media oraria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Valore obiettivo: superamenti soglia concentrazione media su 8 h di 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41	76	77	48	57	66	53	42	31	36
	Numero di superamenti consentiti	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

Tabella 13– Concentrazioni rilevate dalla Centraline di Susa

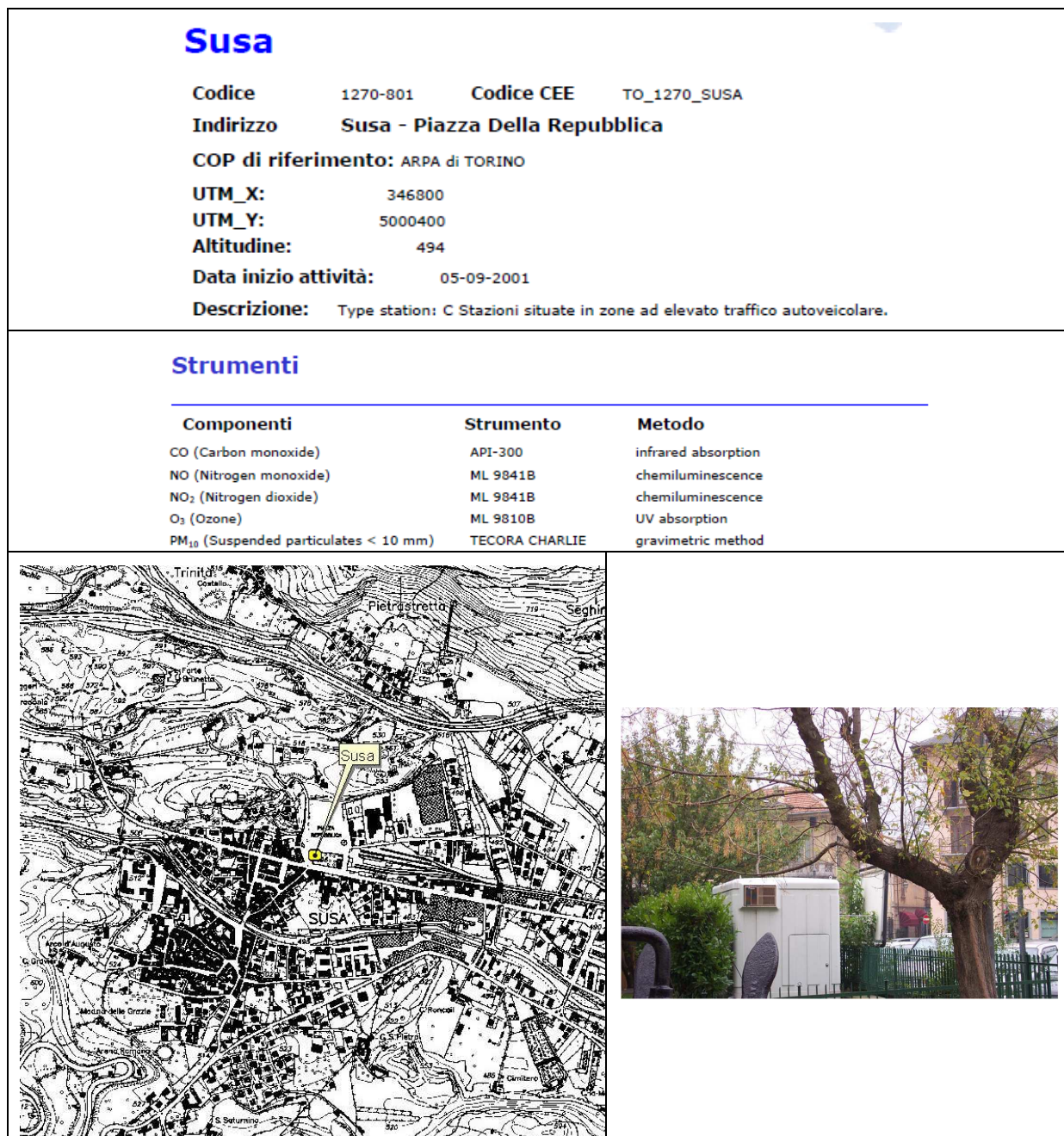


Figura 10 – Centralina della Qualità dell'Aria di Susa

Centraline della qualità dell'Aria delle Provincia di Torino – Campagne con mezzi mobili

L'Arpa Piemonte, nella gestione ed analisi della qualità dell'aria, oltre che della rete di Centraline fisse dispone di un mezzo mobile con cui periodicamente vengono effettuate campagne di monitoraggio finalizzate a documentare i livelli di inquinamento in situazioni specifiche. Rispetto al progetto oggetto di studio di particolare interesse risultano la campagna svolta nel 2010 finalizzata allo studio delle emissioni associate all'Autostrada A32 Torino-

Bardonecchia e la campagna effettuata nel Comune di Borgone di Susa nei mesi di novembre e dicembre 2011.

La prima campagna, Autostrada A32, è stata realizzata a seguito della sottoscrizione di un Protocollo d'Intesa tra SITAF Spa, Regione Piemonte, Provincia di Torino, Comunità Montana Alta Valle di Susa, Comunità Montana Bassa Valle di Susa e Val Cenischia e Arpa Piemonte per la realizzazione di una valutazione ambientale della qualità dell'aria lungo l'Autostrada A32. I rilievi sono stati effettuati in corrispondenza di 7 postazioni alcune delle quali prossime al tracciato autostradale, altre all'interno delle aree abitate. L'elenco dei rilievi svolti è sintetizzato in **Tabella 14** mentre l'ubicazione delle postazioni è riportata nelle **Figura 11 ÷ Figura 14**.

Mese	Data spostamento postazioni Q.Aria	Inizio campagna misura	Fine campagna misura	MM Musinet	MM Arpa	Cabina armadio
gennaio	18/12/2009	01/01/2010	31/01/2010	Condove	Sant'Antonino di Susa	A32-Km 18 Condove
febbraio	01/02/2010	02/02/2010	28/02/2010	Bardonecchia	--	A32-Bardonecchia
marzo	01/03/2010	02/03/2010	30/03/2010	A32-Susa (c/o SITAF)	--	A32-Salbertrand
aprile	31/03/2010	01/04/2010	29/04/2010	Condove	Sant'Antonino di Susa	A32-Km 18 Condove
maggio	30/04/2010	01/05/2010	30/05/2010	Bardonecchia	--	A32-Bardonecchia
giugno	31/05/2010	01/06/2010	29/06/2010	A32-Susa (c/o SITAF)	--	A32-Salbertrand
luglio	30/06/2010	01/07/2010	29/07/2010	Condove	Sant'Antonino di Susa	A32-Susa (c/o SITAF)
agosto	30/07/2010	31/07/2010	30/08/2010	Bardonecchia	--	A32-Bardonecchia
settembre	31/08/2010	01/09/2010	29/09/2010	A32-Susa (c/o SITAF)	--	A32-Salbertrand
ottobre	30/09/2010	01/10/2010	28/10/2010	Condove	Sant'Antonino di Susa	A32-Susa (c/o SITAF)
novembre	29/10/2010	30/10/2010	29/11/2010	Bardonecchia	--	A32-Bardonecchia
dicembre	30/11/2010	01/12/2010	31/12/2010	A32-Susa (c/o SITAF)	--	A32-Salbertrand

Tabella 14– Rilievi effettuati con mezzi mobili per la verifica delle Emissioni dell'Autostrada A32



Figura 11 – Ubicazione postazioni Comune di BARDONECCHIA



Figura 12 – Ubicazione postazioni Comune di SALBERTRAND



Figura 13 – Ubicazione postazioni Comuni di SANT'ANTONINO DI SUSA e CONDOVE



Figura 14 – Ubicazione postazioni Comune di SUSA

Si riportano nel seguito gli esiti delle attività di monitoraggio relativamente ai differenti inquinanti posti sotto osservazione.

Biossido di Zolfo – SO₂

I dati rilevati confermano la non problematicità di questo inquinante. In tutti i siti di indagine i valori sia giornalieri sia orari sono ampiamente al di sotto dei limiti normativi.

I risultati delle campagne effettuate sono rappresentati graficamente nella **Figura 15**.

Biossido di Azoto – NO₂

Le concentrazioni misurate non hanno evidenziato particolari criticità. Il limite orario di 200 µg/m³ è stato rispettato in tutte le postazioni e in tutte le campagne (valore massimo orario rilevato pari 136 µg/m³ nella Centralina di Sant'Antonino di Susa). I dati a disposizione non consentono un confronto rigoroso con il limite relativo alla concentrazione media annuale, alcune elaborazioni svolte dall'ARPA Piemonte basate sul confronto tra le misure effettuate nelle postazioni mobili e quelle relative alle centraline fisse della rete, hanno in ogni caso evidenziato un sostanziale rispetto anche di questo parametro anche se, in alcune postazioni, con limitati margini di sicurezza (Condove Km 18 A32, media annuale stimata pari a 39 µg/m³, Susa c/o piazzale SITAF media annuale stimata pari a 37 µg/m³).

I risultati delle campagne effettuate sono rappresentati graficamente nella **Figura 16**.

Monossido di Carbonio – CO

I dati misurati confermano, generalmente, la non criticità di tale inquinante, tendenza evidenziata anche da tutte le centraline della rete di Qualità dell'Aria della Provincia di Torino. Fa eccezione un episodio avvenuto nel mese di gennaio a Condove, il fatto che i superamenti non si sono ripetuti conferma l'ipotesi che si sia tratto di un evento contingente e tale da non destare particolari preoccupazioni.

I risultati delle campagne effettuate sono rappresentati graficamente nella **Figura 17**.

Benzene – C₆H₆

La normativa italiana per il Benzene prevede solo un valore limite riferito alla media annuale (pari a 5 µg/m³). I dati a disposizione, per la loro durata temporale, non consentono un confronto rigoroso con tale parametro. Le elaborazioni svolte dall'ARPA Piemonte basate sul confronto tra le misure effettuate nelle postazioni mobili e quelle relative alle centraline fisse della rete, hanno permesso di stimare i valori di concentrazione media annuale che in tutti i casi risultano ampiamente inferiori ai limiti normativi. La concentrazione massima oraria è stata registrata nella postazione di Bardonecchia ed è risultata pari a 20 µg/m³.

I risultati delle campagne effettuate sono rappresentati graficamente nelle **Figura 18**.

Polveri Inalabili - Pm₁₀

Le campagne di monitoraggio effettuate hanno evidenziato in tutti i siti di monitoraggio, ad eccezione della postazione ubicata a Bardonecchia, superamenti del limite di 50 µg/m³ come media giornaliera (16% dei valori a Condove, 27% a Sant'Antonino di Susa, 5% a Susa c/o Piazzale SITAF). Anche in questo caso i dati a disposizione non consentono un confronto rigoroso con i limiti normativi relativi alla media annua, ma le elaborazioni effettuate dall'ARPA Piemonte e basate sul confronto tra le concentrazioni registrate dalle postazioni mobili e le centraline fisse consentono di ipotizzare il rispetto del limite con mediamente buoni margini di sicurezza (medie annuali stimate pari a 11 µg/m³ per la postazione di Bardonecchia, 25 µg/m³ per la postazione di Susa, 31 µg/m³ per la postazione di Condove e 32 µg/m³ per la postazione di Sant'Antonino di Susa).

I risultati delle campagne effettuate sono rappresentati graficamente nelle **Figura 19**.

Ozono - O₃

I rilievi effettuati hanno evidenziato, nella maggior parte delle postazioni, durante i mesi estivi e in analogia alle postazioni della Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria della Provincia di Torino, dei superamenti del valore obiettivo per la salute umana ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da valutarsi come media su 8 ore). L'unica postazione in cui non si sono verificate superamenti è quella di Susa presso la sede SITAF, fenomeno riconducibile alla presenza di concentrazioni significative di ossidi di azoto di origine autoveicolare in grado di consumare l'ozono mediante processi di reazione fotochimica.

I risultati delle campagne effettuate sono rappresentati graficamente nelle **Figura 20**.

Benzo(a)Pirene - BaP

Il D.Lgs. 155/10 definisce come limite di riferimento per tale inquinante il valore di concentrazione media annuale di $1 \text{ ng}/\text{m}^3$. Anche in questo caso le elaborazioni effettuate hanno consentito di ricostruire tale valore a partire dai dati disponibili relativi a 4 mesi di misura attraverso il confronto con i dati registrati dalle centraline fisse. Le stime svolte hanno evidenziato un superamento del limite normativo per i siti di Condove e Sant'Antonino di Susa. I superamenti, con ogni probabilità, sono riconducibili alle emissioni di B(a)P associate alla combustione di legna per uso di riscaldamento domestico.

I risultati delle campagne effettuate sono rappresentati graficamente nelle **Figura 21**.

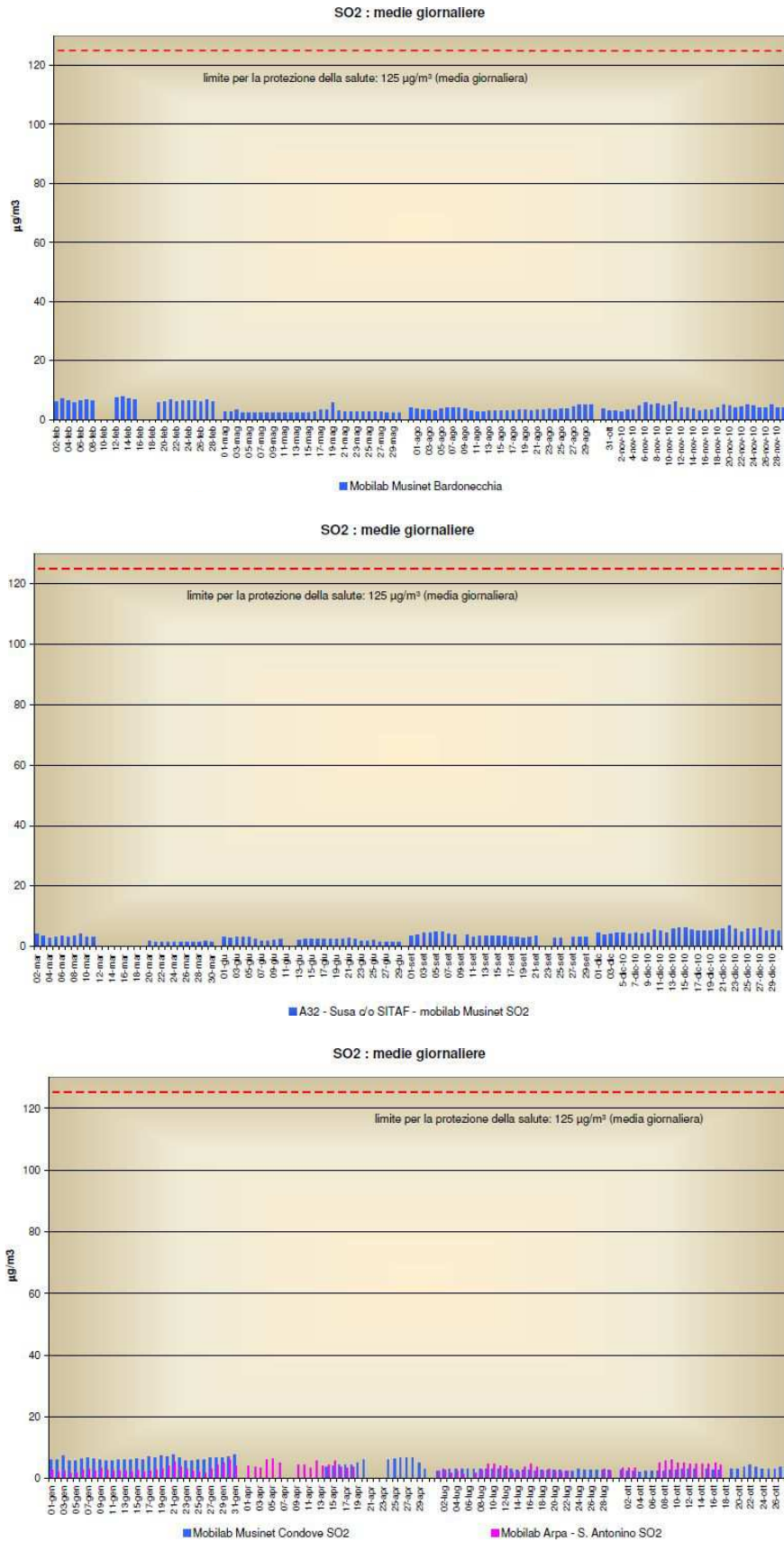


Figura 15 – Risultati monitoraggio A32 2010 – SO2

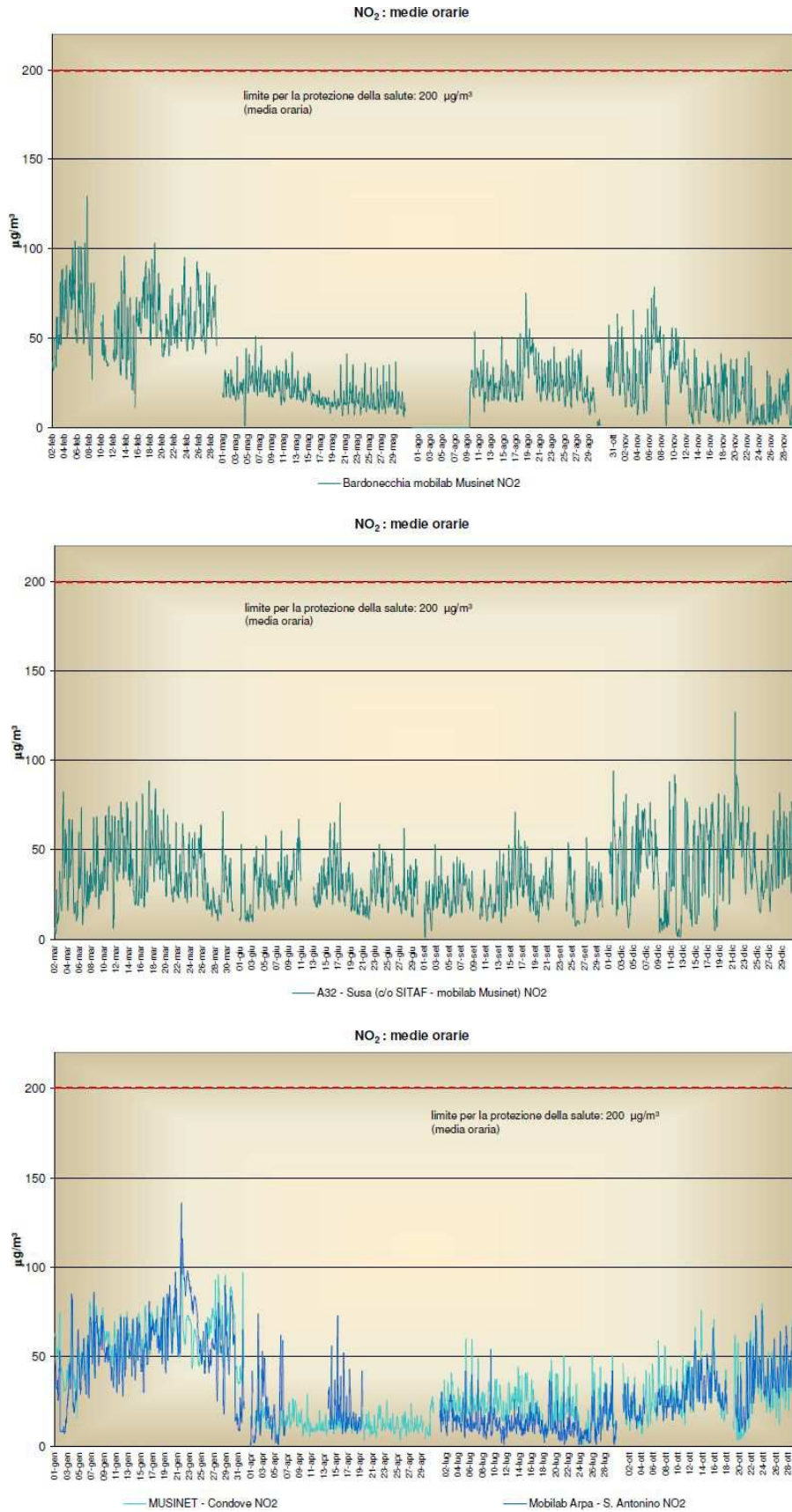


Figura 16 – Risultati monitoraggio A32 2010 – NO₂

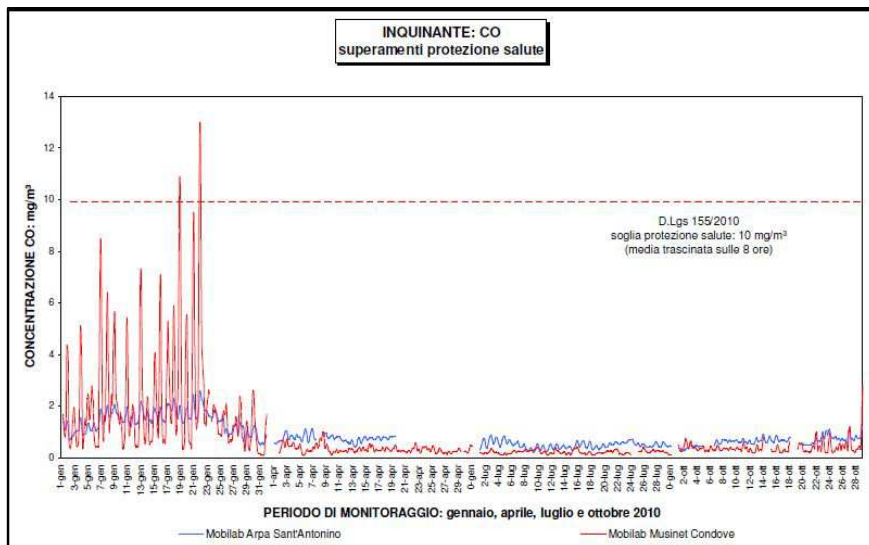
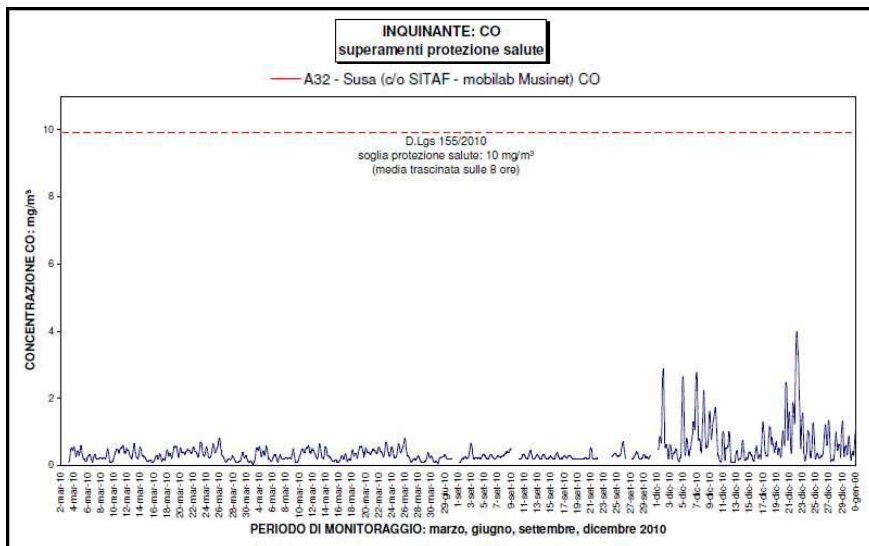
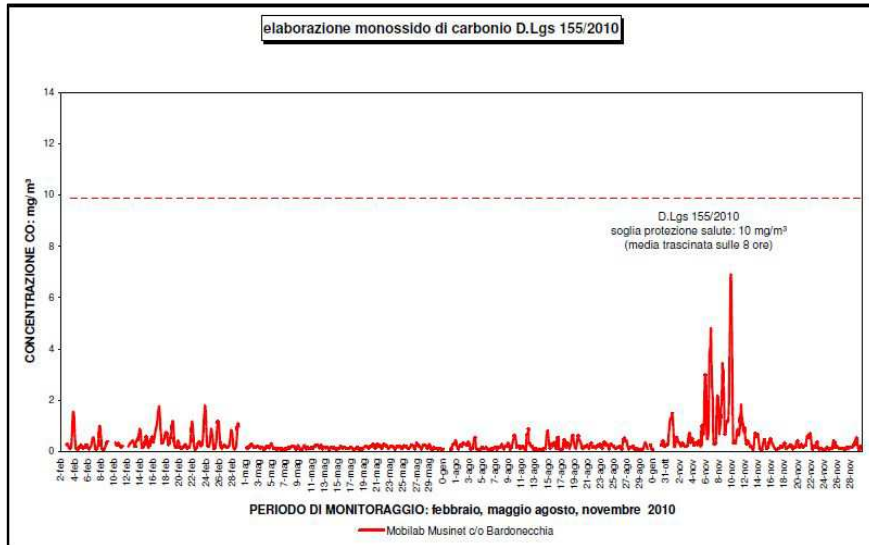


Figura 17 – Risultati monitoraggio A32 2010 – CO

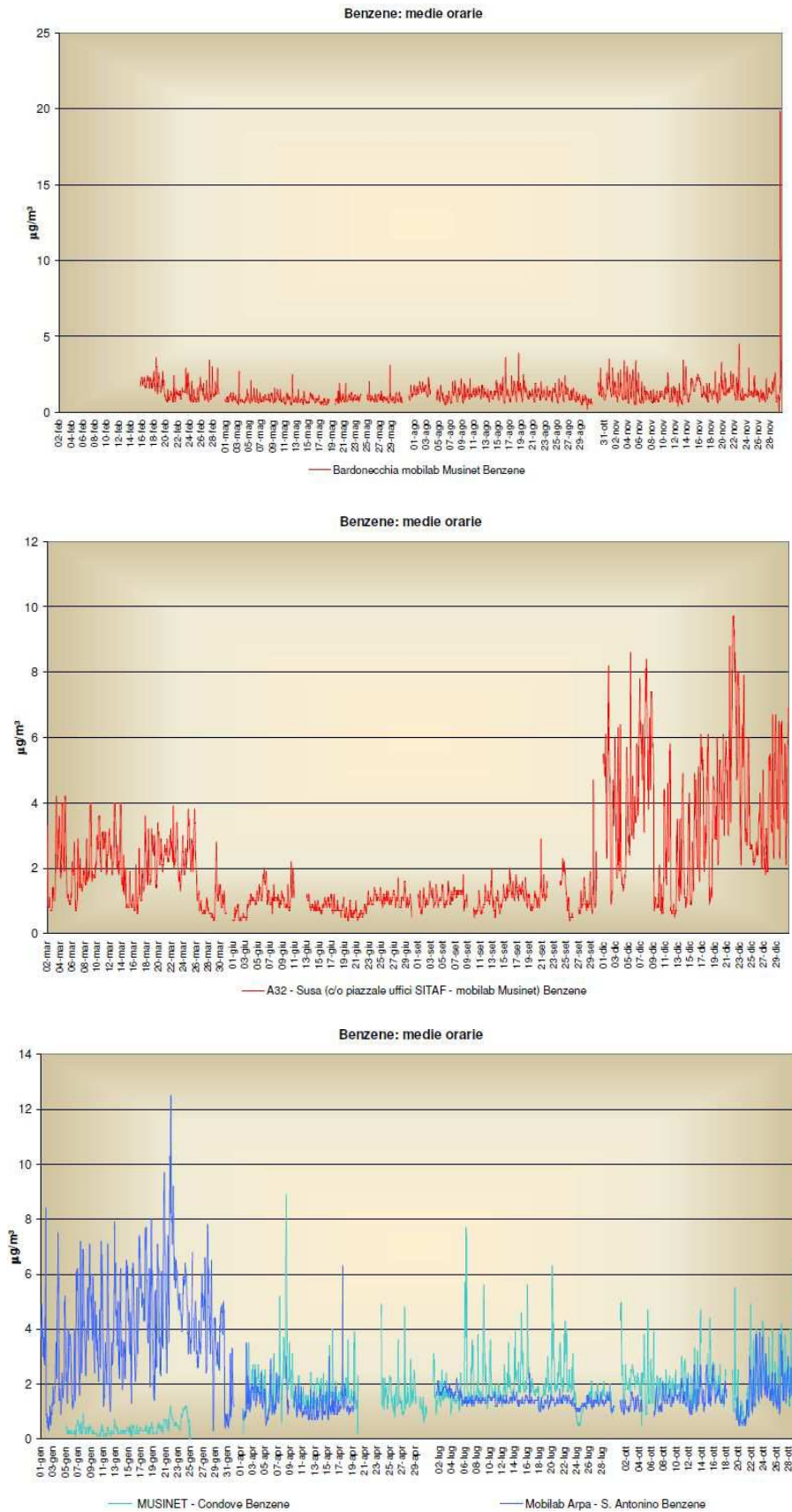


Figura 18 – Risultati monitoraggio A32 2010 – C6H6

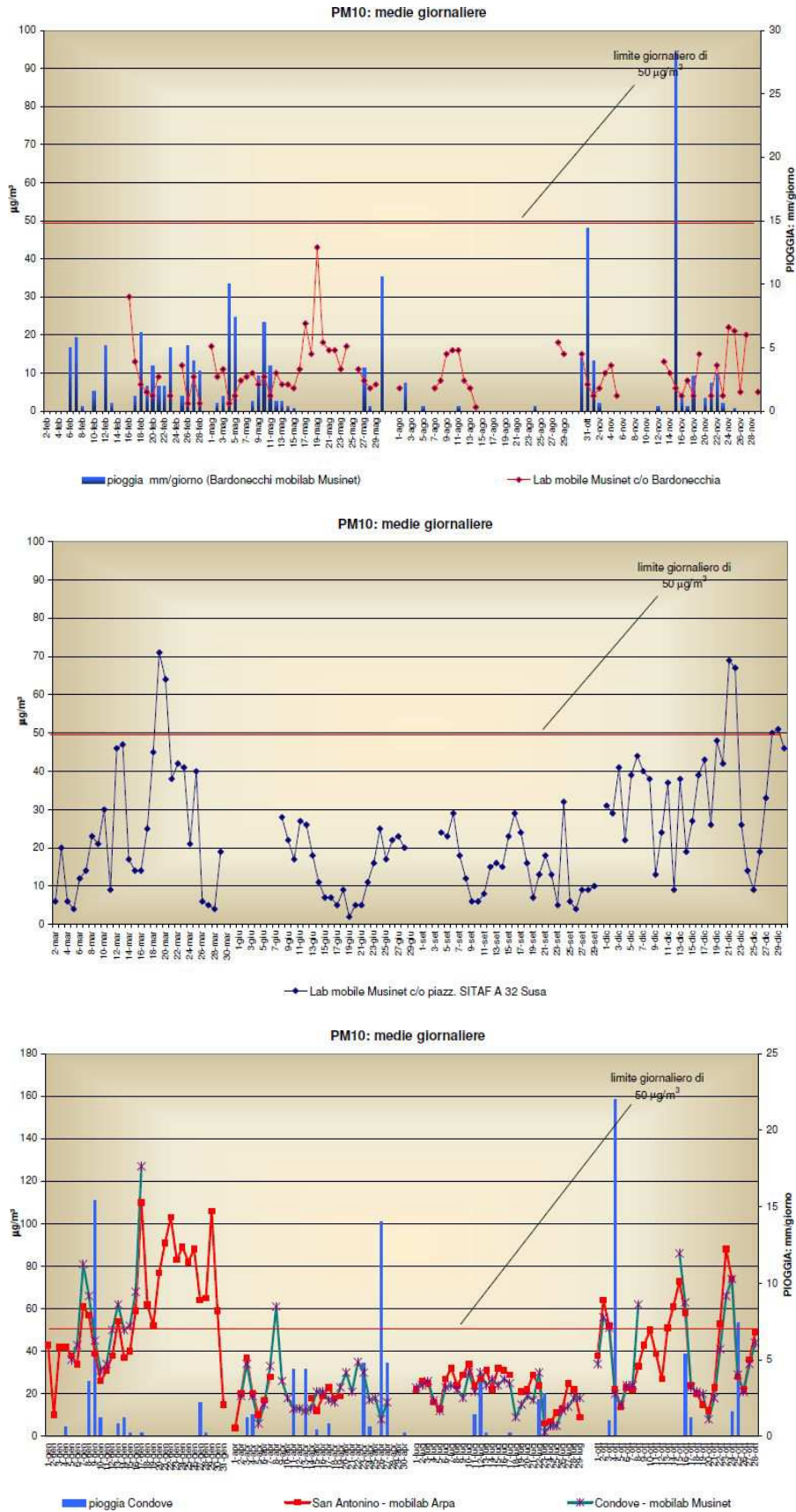


Figura 19 – Risultati monitoraggio A32 2010 – Pm10

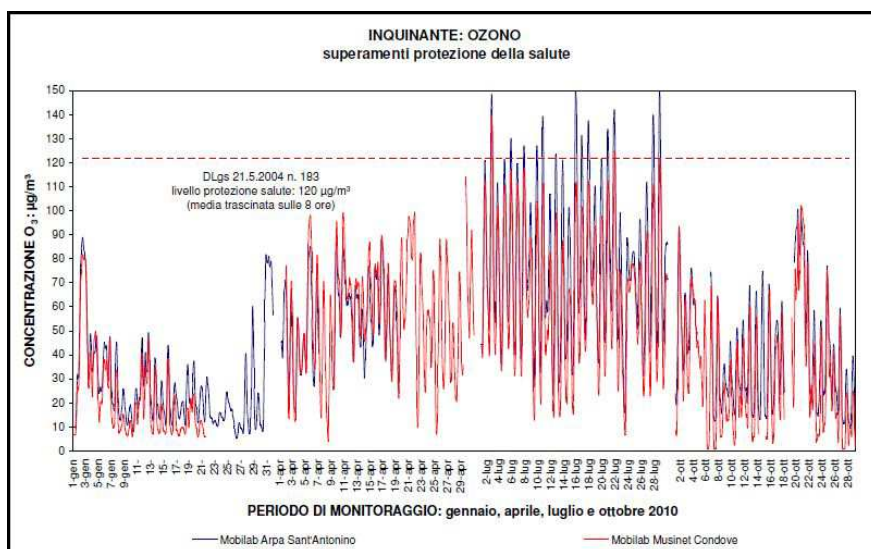
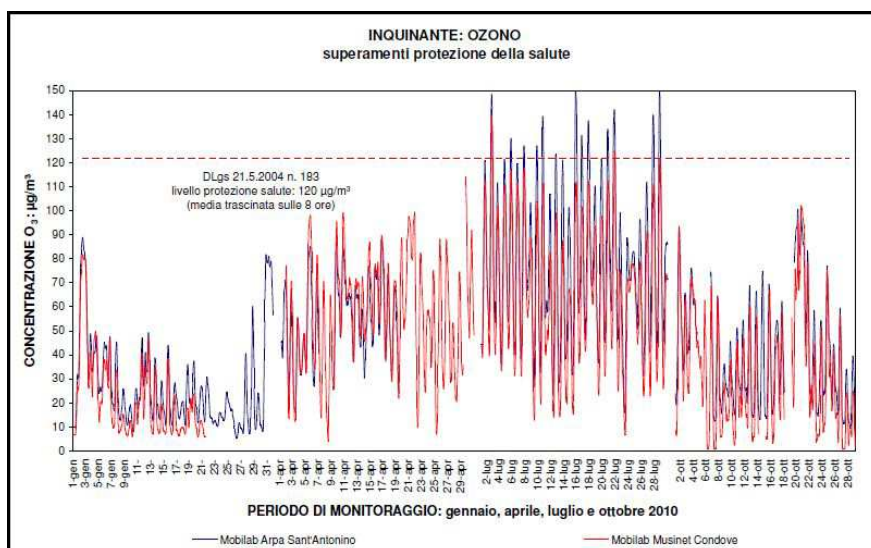
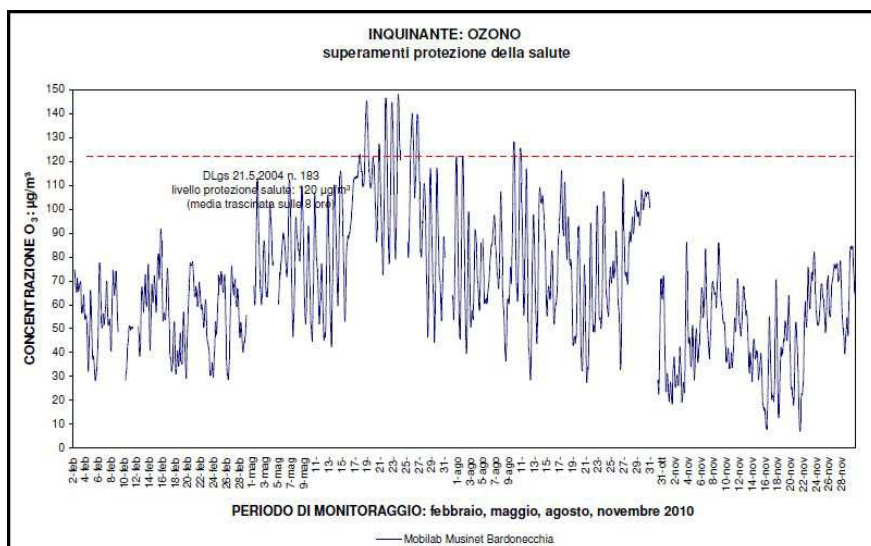


Figura 20 – Risultati monitoraggio A32 2010 – O₃

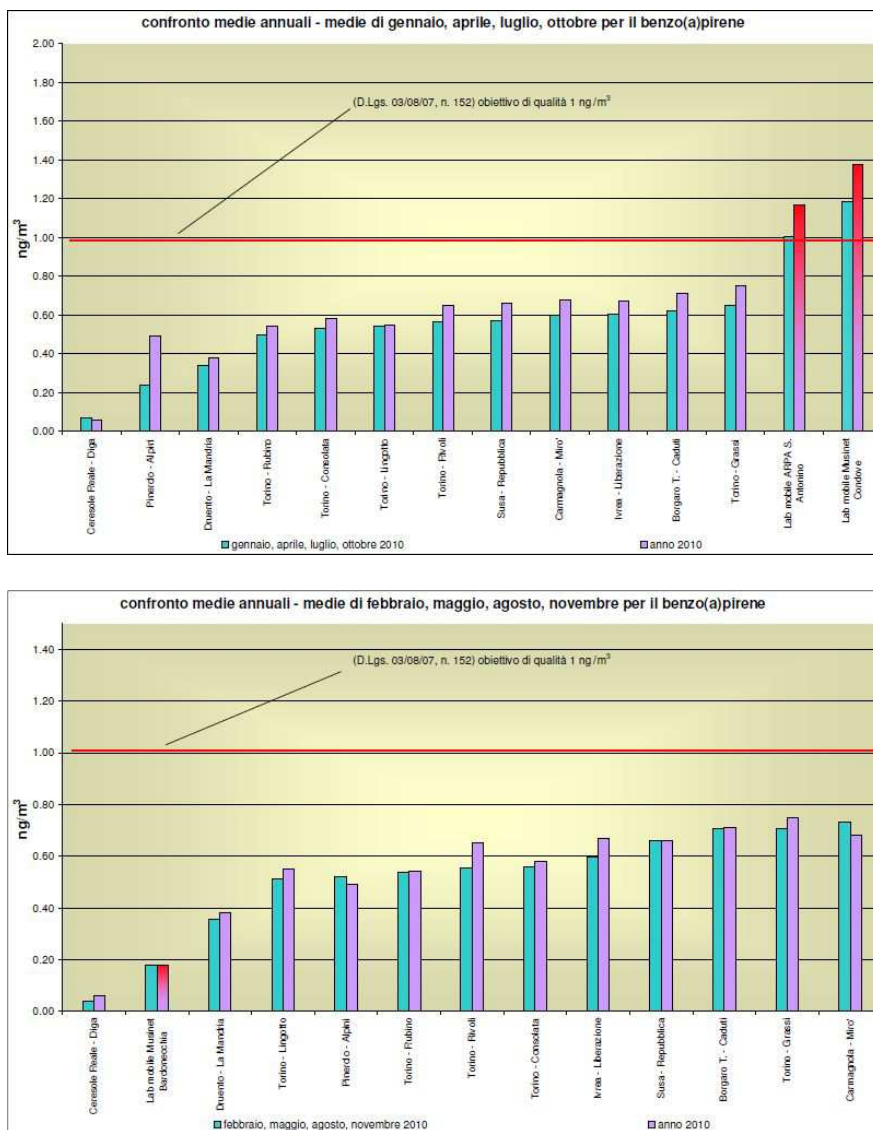


Figura 21 – Risultati monitoraggio A32 2010 – B(a)P

La seconda campagna, Borgone di Susa, è stata svolta dal 15 novembre 2011 al 15 dicembre 2011, con lo scopo di monitorare, su richiesta del Comune di Borgone, i livelli di inquinamento nella zona del centro urbano interessato dal transito di veicoli pesanti.

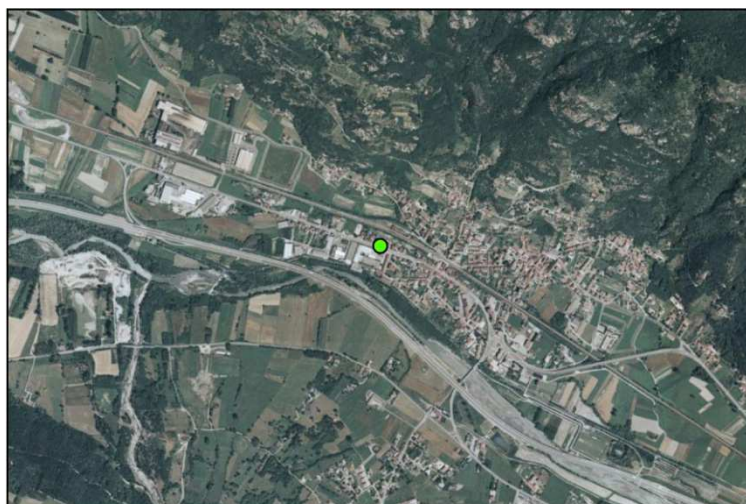
Nelle **Figura 22** e **Figura 23** si riportano rispettivamente l'ubicazione della postazione e la documentazioni fotografica della posizione di installazione.

I valori rilevati sono sintetizzati graficamente nelle **Figura 24** ÷ **Figura 29**.

I risultati dei rilievi indicano una qualità dell'aria in linea con quanto registrato nelle stazioni di fondo suburbano presenti nella rete di monitoraggio della Provincia di Torino.

Durante il periodo di misura sono stati rispettati i valori limite pre la protezione umana previsti dalla vigente normativa relativamente al Biossido di Zolfo, al Monossido di Carbonio, al Biossido di Azoto, al Benzene e all'Ozono. L'unico inquinante che ha evidenziato una qualche criticità è il Pm10, durante i 30 giorni di monitoraggio sono stati registrati 22 superamenti della concentrazione limite giornaliera ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$), il dato è in linea con quanto

registrato nelle altre centraline di fondo suburbano ed i valori misurati risultano significativamente inferiori a quanto misurato nelle aree urbane.



● Cabina SITAF ● Laboratorio Mobile ARPA ● Laboratorio Mobile Musinet

Figura 22 – Ubicazione postazioni Comune di BORGONE



Figura 23 – Sito di installazione della Mezzo Mobile durante la campagna di Borgone di Susa

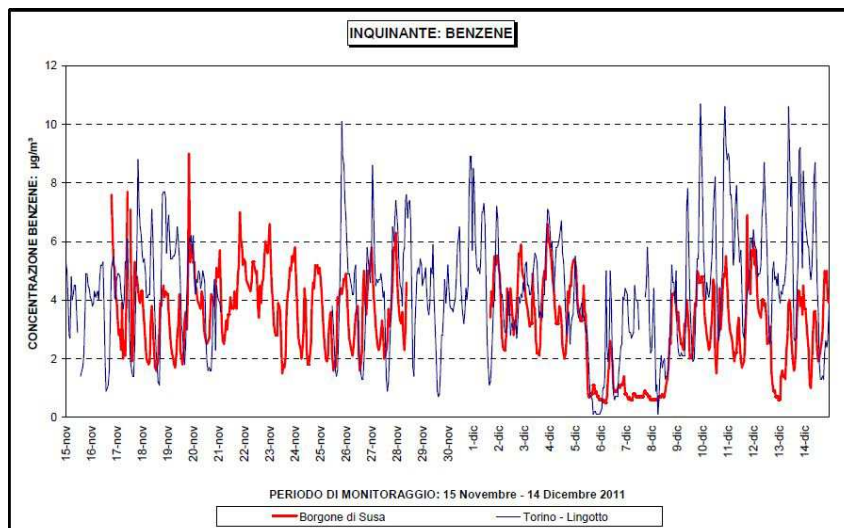


Figura 24 – Risultati monitoraggio BORGONE – C6H6

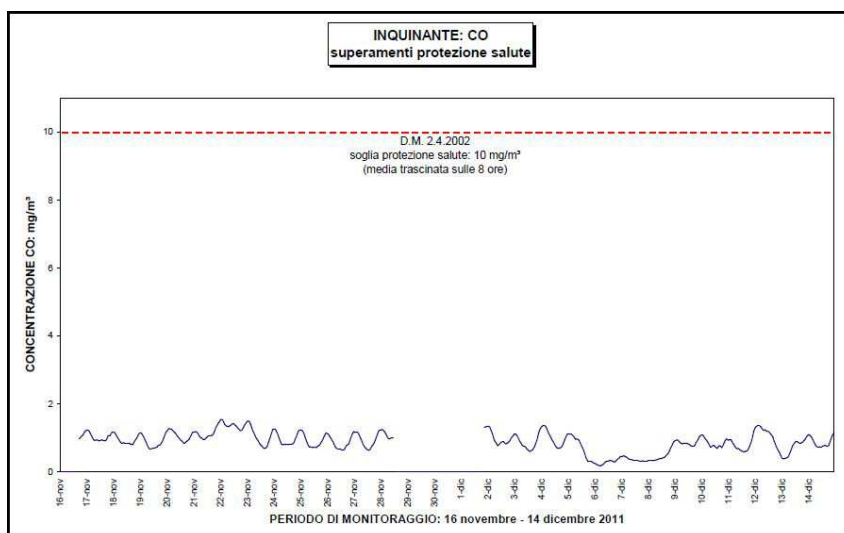


Figura 25 – Risultati monitoraggio BORGONE – CO

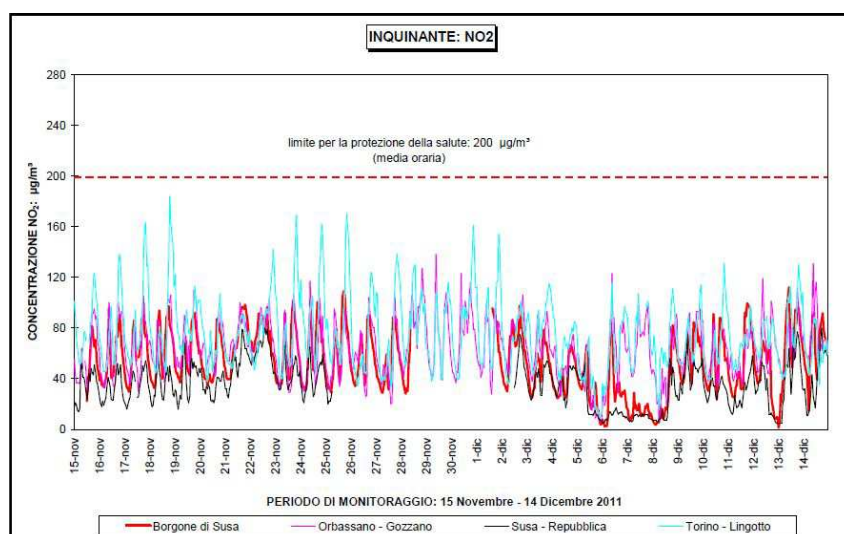


Figura 26 – Risultati monitoraggio BORGONE – NO2

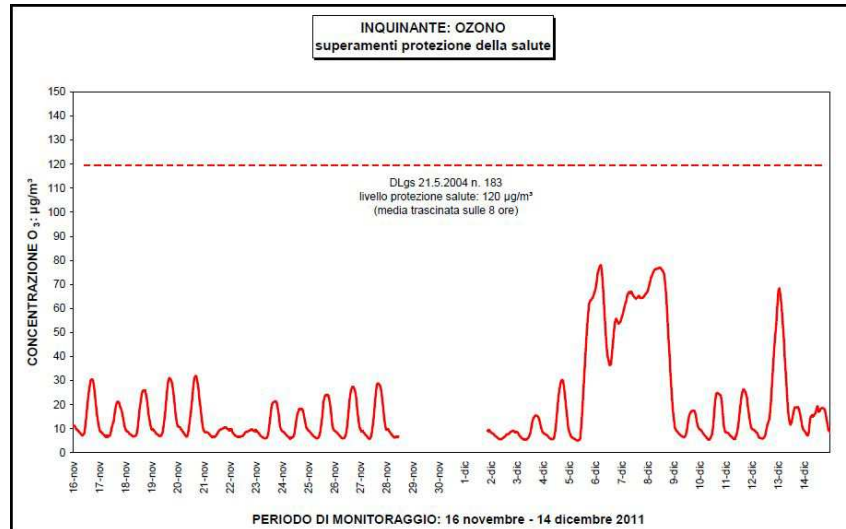


Figura 27 – Risultati monitoraggio BORGONE – O3

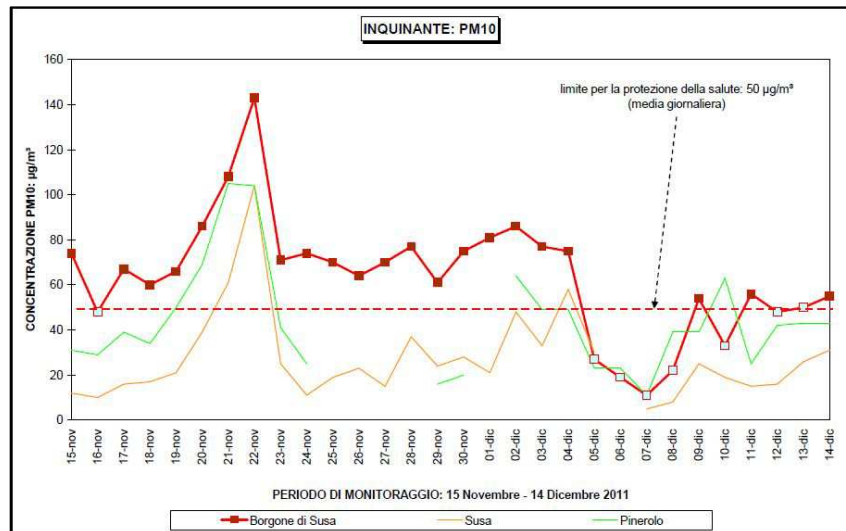


Figura 28 – Risultati monitoraggio BORGONE – Pm10

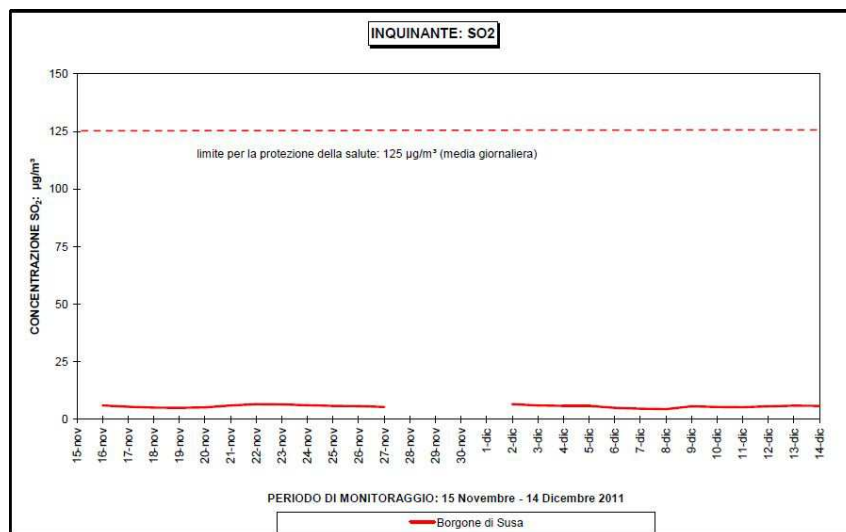


Figura 29 – Risultati monitoraggio BORGONE – SO2

Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA)

Ulteriori indicazioni sulla qualità dell'aria ed in particolare sul carico emissivo posso essere desunte dall'analisi del "Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera (IREA)"

L'inventario rappresenta uno degli strumenti conoscitivi previsti dalla vigente normativa per la gestione della qualità dell'aria e risulta particolarmente efficace per individuare i settori maggiormente sensibili su cui indirizzare le misure e gli interventi per la riduzione delle emissioni inquinanti che devono essere implementati dai diversi livelli di governo per l'attuazione dei Piani di azione e dei Piani o Programmi per il miglioramento della qualità dell'aria.

Le stime effettuate riguardano le sorgenti classificate secondo la nomenclatura SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution) e sono riferite agli inquinanti metano (CH₄), monossido di carbonio (CO), anidride carbonica (CO₂), protossido di azoto (N₂O), ammoniaca (NH₃), composti organici volatili non metanici (COVNM), ossidi di azoto (NO_x), anidride solforosa (SO₂) e polveri sottili (PM₁₀).

Nella Regione Piemonte la realizzazione dell'Inventario è effettuata dal Settore Regionale Risanamento Acustico ed Atmosferico della Regione coadiuvato dal Consorzio per il Sistema Informativo CSI-Piemonte, che sulla base della metodologia CORINAIR ha realizzato l'analisi dei requisiti e delle informazioni necessarie per la stima delle emissioni.

La prima versione dell'inventario regionale è riferita all'anno 1997. Sono stati realizzati inoltre aggiornamenti per gli anni 2001, 2005 e 2007.

Nel presente studio si è ritenuto opportuno analizzare i dati relativi all'anno 2007 inerenti al Comune di San Didero e Bruzolo.

L'analisi dei dati è stata sintetizzata in forma tabellare e attraverso grafici (**Figura 30-Figura 31**). In particolare si riporta:

- emissioni assolute per macrosettore in forma tabellare;
- distribuzione percentuale delle emissioni per ogni inquinante in funzione dei macrosettori);
- emissioni complessive per ogni inquinante.

Come si può osservare, relativamente al Comune di San Didero, le emissioni per gli inquinanti CO₂, CO e NO_x sono dominate dalla tipologia "Processi Produttivi", e nella fattispecie dalle acciaierie presenti nel territorio comunale. Nell'interpretare questo dato occorre considerare l'anno di riferimento dell'Inventario, ossia il 2007, oggi infatti gli stabilimenti funzionano a regime ridotto e, pertanto, è ragionevole attendersi una riduzione di tali emissioni. Per gli altri inquinanti, in particolare per le polveri, un contributo non trascurabile deriva dalle emissioni associate al trasporto su strada. Si segnala infine la presenza di emissioni determinate dalle Attività agricole particolarmente evidenti per l'Ammoniaca, il Metano e il Protossido di Azoto.

Per ciò che concerne il Comune di Bruzolo i dati evidenziano una distribuzione dominata, per ciò che concerne CO, NO_x e Pm, dalle emissioni di origine veicolare, viceversa l'ammoniaca, il protossido di azoto ed il metano il contributo più significativo e determinato dalle sorgenti riconducibili alle attività agricole.

Macrosettore	NH3 t/anno	CO2 kt/anno	CO2eq kt/anno	NMVOC t/anno	CH4 t/anno	CO t/anno	NOx t/anno	SO2 t/anno	PM10 t/anno	N2O t/anno
02 - Combustione non ind.	1.0E-05	1.1E+00	1.1E+00	1.3E+00	3.4E-01	7.7E+00	1.5E+00	1.7E-01	7.8E-01	2.3E-02
03 - Combustione nell'industria	0.0E+00	2.2E+00	2.3E+00	1.4E-01	1.0E-01	7.6E-01	2.6E+00	4.0E-01	5.2E-02	1.1E-01
04 - Processi produttivi	0.0E+00	2.9E+01	2.9E+01	6.6E-01	1.2E-01	1.4E+03	9.0E+02	9.7E-01	1.1E+00	6.1E-02
05 - Estraz. e distrib. combust.	0.0E+00	0.0E+00	5.8E-02	8.8E-02	2.8E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
06 - Uso di solventi	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
07 - Trasporto su strada	1.3E-01	1.4E+00	1.4E+00	3.7E+00	2.0E-01	2.3E+01	6.1E+00	2.3E-01	1.0E+00	3.9E-02
08 - Altre sorg. Mobili/macchinari	5.0E-05	1.9E-02	2.2E-02	6.6E-02	1.3E-03	1.6E-01	2.4E-01	3.4E-03	3.6E-02	7.3E-03
10 - Agricoltura	1.9E+00	0.0E+00	1.7E-01	2.6E-03	4.7E+00	0.0E+00	1.1E-02	0.0E+00	4.0E-03	2.2E-01
11 - Altre sorg.i e assorbimenti	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.2E+00	0.0E+00	4.5E-02	0.0E+00	0.0E+00	9.1E-03	0.0E+00
TOTALE	2.1E+00	3.4E+01	3.4E+01	1.6E+01	8.2E+00	1.4E+03	9.1E+02	1.8E+00	3.0E+00	4.6E-01

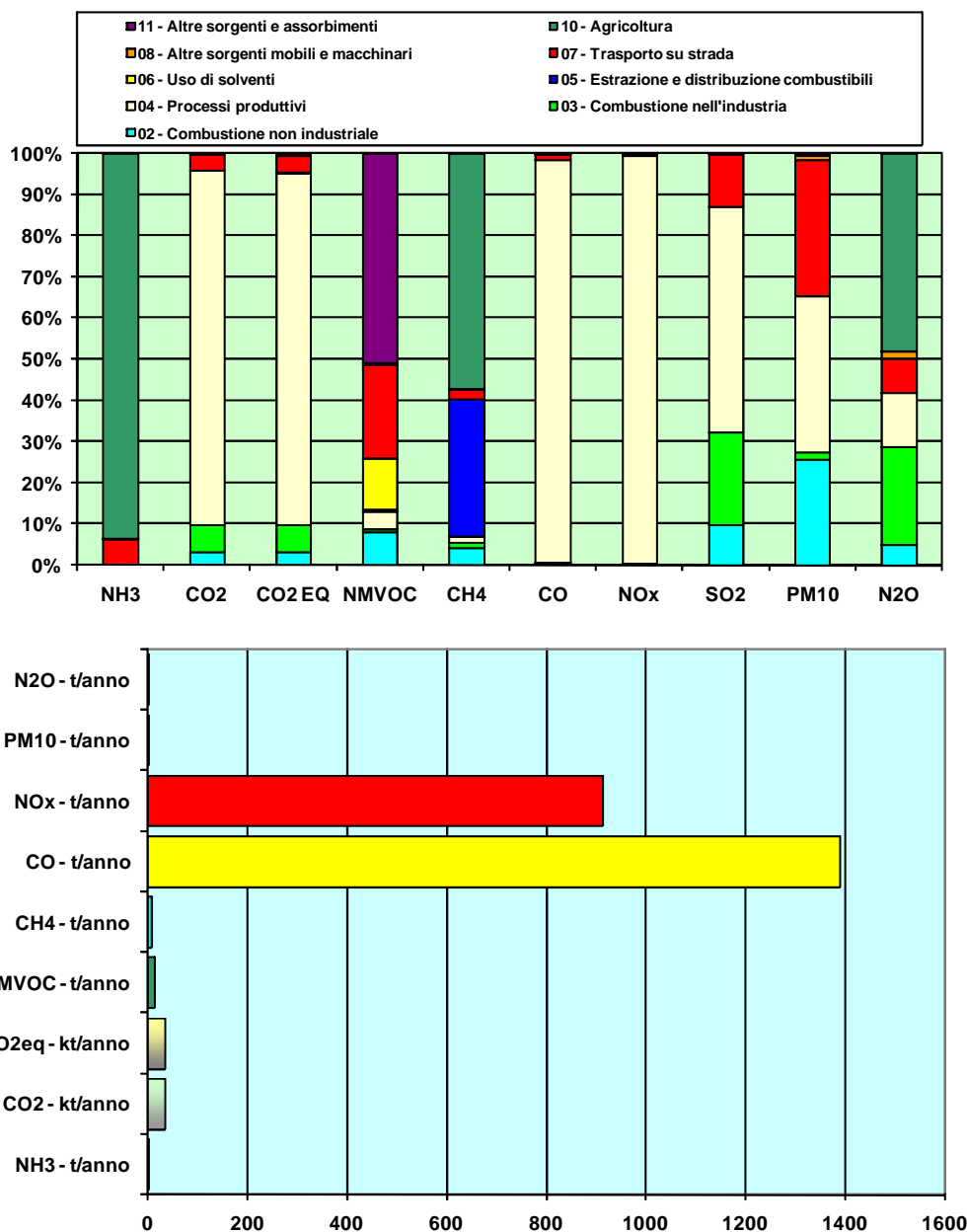


Figura 30 – IREA 2007 – SAN DIDERO

Macrosettore	NH3 t/anno	CO2 kt/anno	CO2eq kt/anno	NMVOC t/anno	CH4 t/anno	CO t/anno	NOx t/anno	SO2 t/anno	PM10 t/anno	N2O t/anno
02 - Combustione non ind.	9.0E-05	2.9E+00	2.9E+00	3.9E+00	1.2E+00	2.4E+01	3.5E+00	5.7E-01	2.0E+00	5.2E-02
03 - Combustione nell'industria	0.0E+00	3.1E+00	3.1E+00	1.9E-01	1.4E-01	1.0E+00	3.6E+00	5.5E-01	7.2E-02	1.5E-01
04 - Processi produttivi	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	4.6E-01	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
05 - Estraz. e distrib. combust.	0.0E+00	0.0E+00	2.3E-01	1.5E+00	1.1E+01	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
06 - Uso di solventi	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.9E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
07 - Trasporto su strada	4.2E-01	3.9E+00	4.0E+00	9.0E+00	5.2E-01	6.2E+01	1.8E+01	6.7E-01	2.8E+00	1.1E-01
08 - Altre sorg. Mobili/macchinari	2.6E-04	9.6E-02	1.1E-01	2.7E-01	6.0E-03	6.8E-01	1.2E+00	1.7E-02	1.8E-01	3.7E-02
10 - Agricoltura	1.1E+01	0.0E+00	1.0E+00	2.3E-02	3.1E+01	0.0E+00	5.4E-02	0.0E+00	3.3E-02	1.3E+00
11 - Altre sorg.i e assorbimenti	0.0E+00	0.0E+00	1.9E-03	2.1E+01	8.8E-02	1.2E-01	0.0E+00	0.0E+00	2.4E-02	0.0E+00
TOTALE	1.2E+01	1.0E+01	1.1E+01	4.5E+01	4.3E+01	8.7E+01	2.6E+01	1.8E+00	5.1E+00	1.7E+00

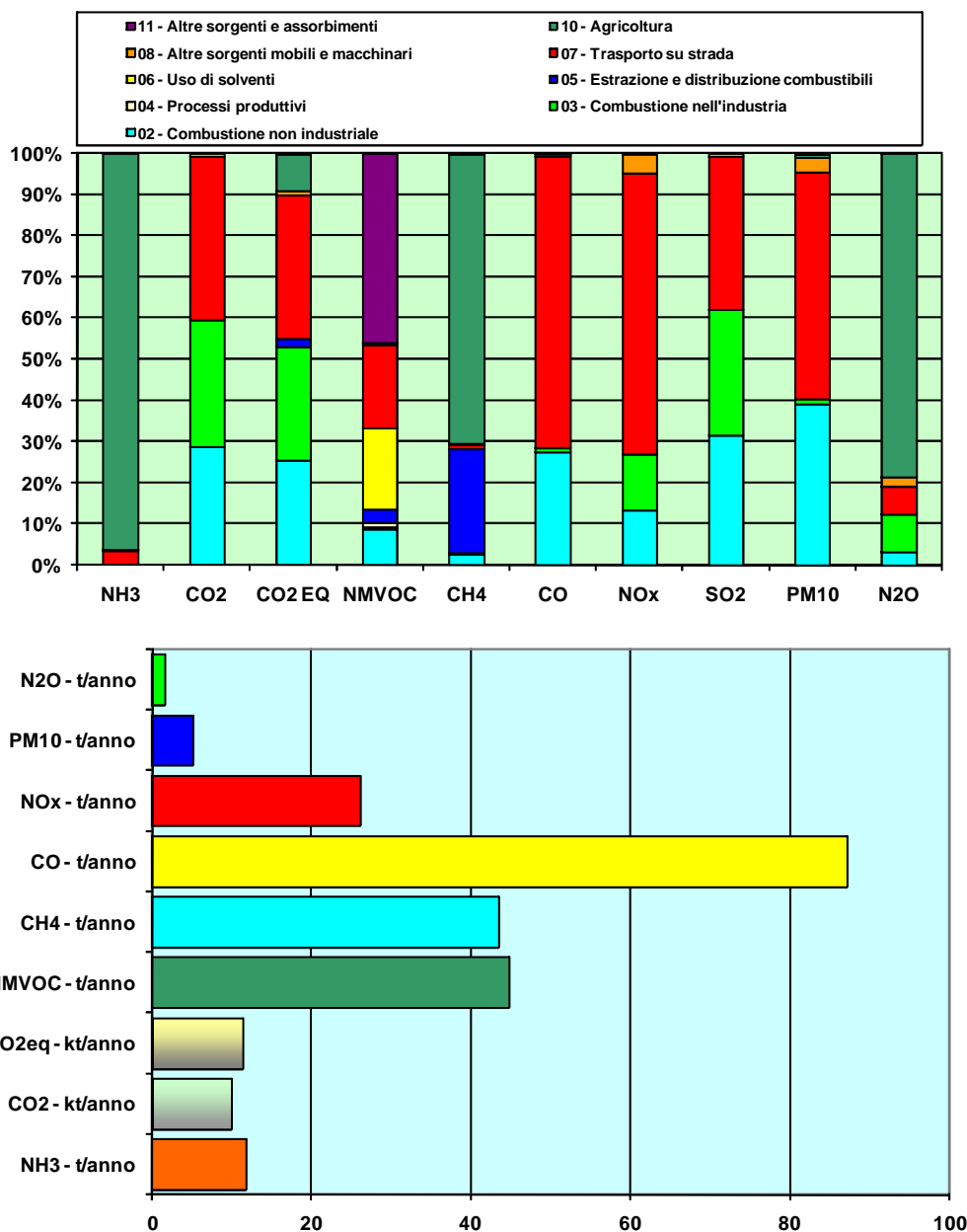


Figura 31 – IREA 2007 – BRUZOLO

3.3 Analisi del sistema edificato

La caratterizzazione del sistema insediativo potenzialmente coinvolto dai potenziali impatti sulla componente atmosfera di costruzione ed esercizio dell'Autoporto San Didero è stata svolta integrando le informazioni della cartografia tecnica di progetto con i dati desunti dalla CTR Piemonte in scala 1:10.000 e da specifici sopralluoghi svolti nel mese di febbraio 2013.

In particolare è stato svolto un censimento dei ricettori presenti all'interno dell'ambito di potenziale interazione delle attività di cantiere, con maggiore dettaglio per gli edifici più vicini al perimetro del cantiere. Sono state rilevate le principali caratteristiche del sistema edificato quali la destinazione d'uso, l'altezza dei fabbricati, la condizione di fruizione (abitato, disabitato), lo stato di conservazione, ecc.

L'area oggetto di intervento è localizzata nel territorio comunale di San Didero nei pressi dell'Acciaieria Beltrame a cavallo con il Comune Di Bruzolo.

Interferiscono con il progetto dell'Autoporto alcuni edifici privati ormai fatiscenti e che verranno abbattuti.

I ricettori residenziali maggiormente significativi sono localizzati lungo la Strada Statale 25 del Moncenisio, circa alla progressiva km 40+000, in prossimità della rotonda che collegherà l'infrastruttura in progetto alla viabilità locale. In particolare trattasi di edifici a 2/3 piani f.t. nel Comune di San Didero ad uso misto residenziale/commerciale (**Figura 32**).

Sempre nel Comune di San Didero ma all'estremità del buffer di studio di 250 m si segnalano altri due edifici residenziali a 3 piani f.t. uno dei quali parzialmente disabitato (**Figura 33**).

Nel Comune di Bruzolo si segnala in particolare la presenza di una palazzina residenziale a 3 piani fuori terra ed alcuni edifici produttivi/commerciali all'estremità dell'area di studio di 500 m nei pressi delle Acciaierie Beltrame (**Figura 34**).

All'estremità Sud dell'area di studio si trova una zona residenziali in località Malpasso nel Comune di San Giorio di Susa lungo la S.S.24.



Figura 32 – Ricettori residenziali SS25 - pk 40+000

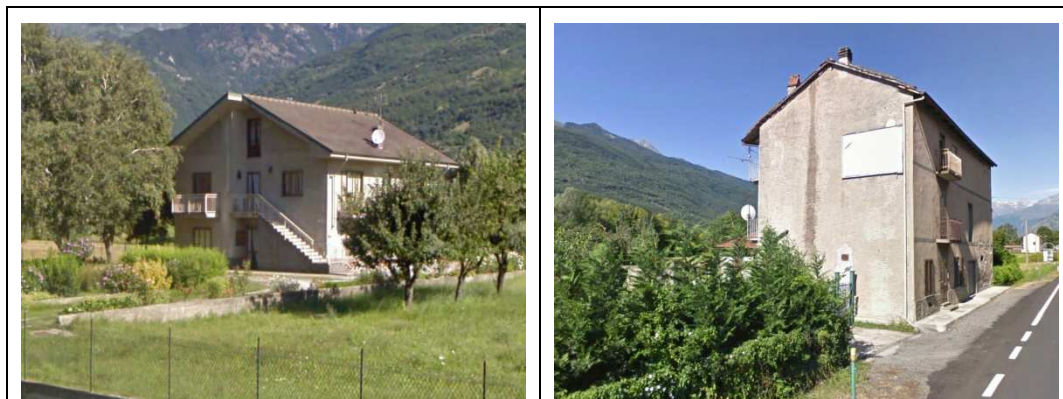


Figura 33 – Ricettori residenziali San Didero



Figura 34 – Ricettori nel Comune di Bruzolo



Figura 35 – Ricettori in località Malpasso - Comune di San Giorio di Susa

3.4 Conclusioni operative

I dati a disposizione indicano che le attività oggetto di studio si svilupperanno in un contesto caratterizzato da condizioni meteo climatiche mediamente favorevoli alla dispersione e conseguente diluizione degli inquinanti, in ragione di un regime anemologico mediamente energetico e di un regime pluviometrico caratterizzato da un discreto livello di precipitazioni. Si segnala inoltre l'assenza di situazioni di confinamento tipiche delle aree urbane densamente edificate.

I livelli di inquinamento attualmente presenti, valutati sulla base dei dati di fonte pubblica forniti dalla Rete di Monitoraggio della Qualità dell'Aria e dall'Inventario Regionale delle Emissioni, evidenziano livelli di alterazione della qualità dell'aria mediamente conformi alla prescrizioni normative ma abbastanza significativi in ragione della presenza di viabilità ad elevato flusso di traffico.

Dal punto di vista del sistema ricevente potenzialmente interessato dalle alterazioni della qualità dell'aria l'ambito di studio risulta caratterizzato da un edificato sparso che si sviluppa prevalentemente lungo la SS25.

4. Analisi degli impatti nella fase di realizzazione

4.1 Descrizione delle attività

L'attività oggetto di studio riguarda la realizzazione dell'Autoporto San Didero collocato nell'omonimo Comune al confine con il Comune di Bruzolo lungo l'Autostrada A32.

L'autoporto si svilupperà per una superficie complessiva di 68.000 mq a cavallo dei Comuni S. Didero e Bruzolo. Nell'area sarà presente un'area destinata a Truck Station, un parcheggio per i mezzi pesanti, un'area di servizio ed un nuovo posto di controllo centralizzato (PCC). Il collegamento alla viabilità esistente avviene sia mediante la A32 sia dalla SS25 del Moncenisio attraverso la realizzazione di una intersezione a rotatoria (**Figura 36**).

L'accesso all'Autoporto sarà garantito sia in direzione Torino che in direzione Bardonecchia attraverso la realizzazione di corsie di accelerazione/decelerazione.

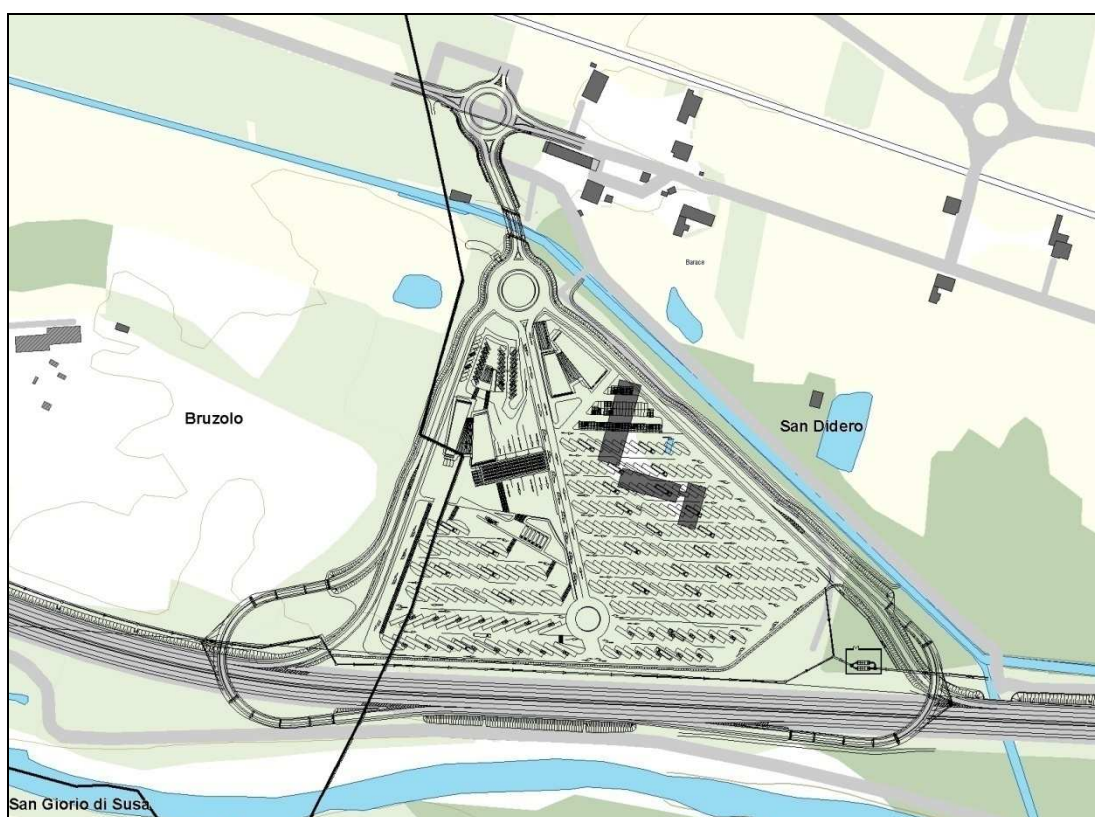


Figura 36 – Opera in progetto

La durata delle cantiere è stimata in circa un anno (351 giorni) e le attività previste riguardano:

- Bonifica bellica;
- Indagini archeologiche;
- Installazione del Cantiere;
- Demolizione fabbricati esistenti;
- Realizzazione rilevati piazzale;
- Realizzazione fabbricato petrolifera;
- Realizzazione fabbricato SITAF;

- Prolungamento tombini;
- Prolungamento sottopassi;
- Sovrappasso rampa uscita;
- Sovrappasso rampa ingresso;
- Realizzazione rilevati autostradali;
- Realizzazione impianti trattamento liquidi;
- Realizzazione impianti fabbricati;
- Realizzazione impianti esterni (illuminazione, TED) ;
- Realizzazione pavimentazioni;
- Esecuzione finiture (segnaletica, isole di traffico);
- Interventi di ripristino e sistemazioni a verde.

Nella **Tabella 15** si riporta l'elenco dei macchinari che si prevede impiegare per lo svolgimento delle singole lavorazioni.

Lavorazione	Mezzo	Orario di lavoro
Demolizioni		
Demolizione fabbricati e opere in c.a.	Pala caricatrice + escavatore+ martellone + idrodemolitrice	8h/gg
Trasporto	Autocarro	8h/gg
Movimenti terra		
Scavi, livellamenti, realizzazione rilevati	Pala caricatrice + escavatore + grader	8h/gg
Trasporto	Autocarro	8h/gg
Opere d'arte (muri di sostegno, impalcati)		
Getti di CLS	Autobetoniera + autopompa	24h/gg
Eventuali perforazioni	Perforatrice	24h/gg
Realizzazione sovrappassi strallati	Gru/Autogru	24h/gg
Realizzazione fabbricati		
Getti di CLS	Autobetoniera + autopompa	8h/gg
Movimentazione materiali	Gru/ Autogru	8h/gg
Pavimentazioni		
Stesa strati conglomerato bituminoso	Autocarro + finitrice + rullo	8h/gg
Finiture		
Impianti	Autocarro + gruetta	8h/gg

Tabella 15– Elenco dei mezzi di cantiere necessari per ciascuna lavorazione

4.2 Individuazione dei fattori di impatto

Il cantiere determinerà inevitabilmente degli impatti sulla componente atmosfera associati alle emissioni di sostanze inquinanti nell'aria a seguito dello svolgimento delle attività.

Gli inquinanti immessi nell'ambiente possono essere sostanzialmente ricondotti a due tipologie:

- le emissioni di motori ossia quelle causate dai processi di combustione e di abrasione dei motori (diesel, benzina, gas) dei macchinari operanti all'interno del cantiere normalmente composte da polveri, NOX, COV, CO, CO₂;
- le emissioni non di motori, ossia determinate dai processi di lavoro meccanici (fisici) e termico-chimici che comportano la formazione, lo sprigionamento e/o il ri-sollevamento di polveri, polveri fini, fumo e/o sostanze gassose.

Nella **Tabella 16** ripresa dalla direttiva "Protezione dell'aria sui cantieri edili" dell'Ufficio Federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio di Berna in vigore dal 1/09/02 edizione 2009, viene indicata l'incidenza di emissione delle diverse sostanze inquinanti in funzione di alcune tipologie di lavorazioni.

Analizzando le indicazioni fornite dalla tabella in funzione delle tipologie di lavorazioni necessarie per la realizzazione di un'opera civile si evince che gli impatti maggiormente rilevanti risultano associati alle produzioni di polveri e di sostanze inquinanti da motori; viceversa risultano sostanzialmente trascurabili le emissioni non da motori di natura diversa rispetto al particolato.

LAVORAZIONE	Emissioni non di motori		Emissioni di motori		
	Polveri	COV, gas	NOX, Pm, COV,...		
Installazioni generali di cantiere: segnatamente infrastrutture viarie	A	B	M		
Lavori di dissodamento (abbattimento e sradicamento di alberi)	M	B	M		
Demolizioni, smantellamento e rimozioni	A	B	M		
Misure di sicurezza dell'opera: perforazione, calcestruzzo a proiezione	M	B	M		
Impermeabilizzazioni di opere interrato e di ponti	M	A	B		
Lavori di sterro (incl. lavori esterni e lavori in terreno coltivabile, drenaggio)	A	B	A		
Scavo generale	A	B	A		
Opere idrauliche, sistemazione di corsi d'acqua	A	B	A		
Strati di fondazione ed estrazione di materiale	A	B	A		
Pavimentazioni	M	A	A		
Posa binari	M	B	A		
Calcestruzzo gettato in opera	B	B	M		
Lavori sotterranei: scavi	A	M	A		
Lavori di finitura per tracciati, segnatamente demarcazioni di superfici del traffico	B	A	B		
Opere in calcestruzzo semplice e calcestruzzo armato	B	B	M		
Ripristino e protezione di strutture in calcestruzzo, carotaggio e lavori di fresatura	A	B	B		
Opere in pietra naturale e pietra artificiale	M	B	B		
Coperture: impermeabilizzazioni in materiali plastici ed elastici	B	A	B		
Sigillature e isolazioni speciali	B	A	B		
Intonaci di facciate: intonaci, opere da gessatore	M	M	B		
Opere da pittore (esterne/interne)	M	A	B		
Pavimenti, rivestimenti di pareti e soffitti in vario materiale	M	M	B		
Pulizia dell'edificio	M	M	B		
A	elevata /molto elevata	M	Media	B	ridotta

Tabella 16– Incidenza della tipologia di inquinanti in funzione delle lavorazioni

Analisi e descrizione dei fenomeni

In base alle attività necessarie alla realizzazione dell'opera è possibile ipotizzare che i fenomeni che potrebbero, se non adeguatamente controllati, determinare significative emissioni di sostanze inquinanti ed in particolare di polveri, sono:

- presenza e movimentazione di mezzi lungo piste e piazzali asfaltati e non;
- trasporto di materiale;
- stoccaggio di materiale;
- realizzazioni di pali/paratie;
- demolizione di manufatti;
- emissioni da macchinari.

Piste e piazzali pavimentati e non pavimentati

Le cause che originano emissioni diffuse di polveri da parte di una pista o di un piazzale di cantiere non pavimentati e/o pavimentati sono le seguenti:

- presenza dell'agente materiale di pericolo:
 - presenza, nello strato superficiale di materiale costituente il piazzale o la pista non pavimentata, di materiale di dimensioni aerodispersibili (in genere si intende presenza di silt, $d < 75 \mu\text{m}$);
 - presenza, nello strato superficiale di materiale costituente il piazzale o la pista non pavimentata, di materiale soggetto a comminuzione vista la natura e la quantità delle attività di trasporto materiale o movimento mezzi che lo sollecitano;
- dispersione, da parte di mezzi, di materiale che, comminuto a causa dell'urto e del passaggio di altri mezzi si modifica in forma disponibile all'aerodispersione (secondaria);
- trasporto e deposizione, da parte del vento e della pioggia, di materiale dai terreni confinanti con la pista o con il piazzale. Il materiale viene poi aerodisperso o ricomminuto ed aerodisperso da parte delle cause di aerodispersione presenti.
- presenza di cause di aerodispersione:
 - passaggio di mezzi (numero, massa e velocità);
 - trasporto, erosione e trasporto, da parte di correnti d'aria e vento.

L'entità del problema è variabile in funzione:

- della situazione geologica locale;
- del livello di attività sul sito;
- dell'estensione della copertura vegetativa nel sito;
- della distribuzione granulometrica e del contenuto di umidità del materiale costitutivo di piste e piazzali non pavimentati o del materiale perso su piste e piazzali pavimentati;
- della formazione di una crosta superficiale sul materiale costitutivo di piste e piazzali non pavimentati;
- del regime pluviometrico, dell'umidità e della temperatura ambientale del sito;
- delle modalità organizzative e logistiche delle attività sul sito.

Nel seguito per alcuni fenomeni specifici di rilascio e dispersione di polveri in presenza di piste/piazzali vengono analizzate le formulazioni proposte dall' EPA (U.S. Environmental Protection Agency) e riportate nell' "AP 42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emission Factors".

Piste di cantiere – non asfaltate

Quando un veicolo percorre una strada non pavimentata, le forze trasmesse dalle ruote sulla superficie della strada causano la polverizzazione del materiale. Le particelle di materiale vengono sollevate dalla rotazione dei pneumatici e disperse dai vortici turbolenti che si creano

al di sotto del veicolo. La scia di turbolenza generata in direzione opposta a quella di marcia continua ad agire sulla pavimentazione stradale anche dopo che il veicolo è transitato.

La quantità di polveri emesse varia linearmente con il volume di traffico in transito e dipende fortemente dalla percentuale di limo, cioè di particelle caratterizzate da un diametro minore di 75 µm, contenute nel materiale superficiale presente sulla pista di cantiere.

La stima delle emissioni di polveri in Kg per Km è basata su una equazione sperimentale:

$$E = 0.423 \left(\frac{s}{12} \right)^{0.9} \left(\frac{W}{3} \right)^{0.45} \quad [\text{kg/km}]$$

dove:

s percentuale di contenuto di limo [%];

W peso medio dei veicoli circolanti [ton].

Transito di mezzi di cantiere su strade asfaltate

Una significativa emissione, qualora non adeguatamente controllata, può derivare dal trasporto dei materiali su strade asfaltate, a causa dei fenomeni di risollveamento innescati dai veicoli in transito in presenza di superfici non pulite.

Nella **Figura 37** tratta dall' "AP 42" dell'EPA, sono schematizzati le principali cause di deposizione e rimozione delle polveri su strade asfaltate.

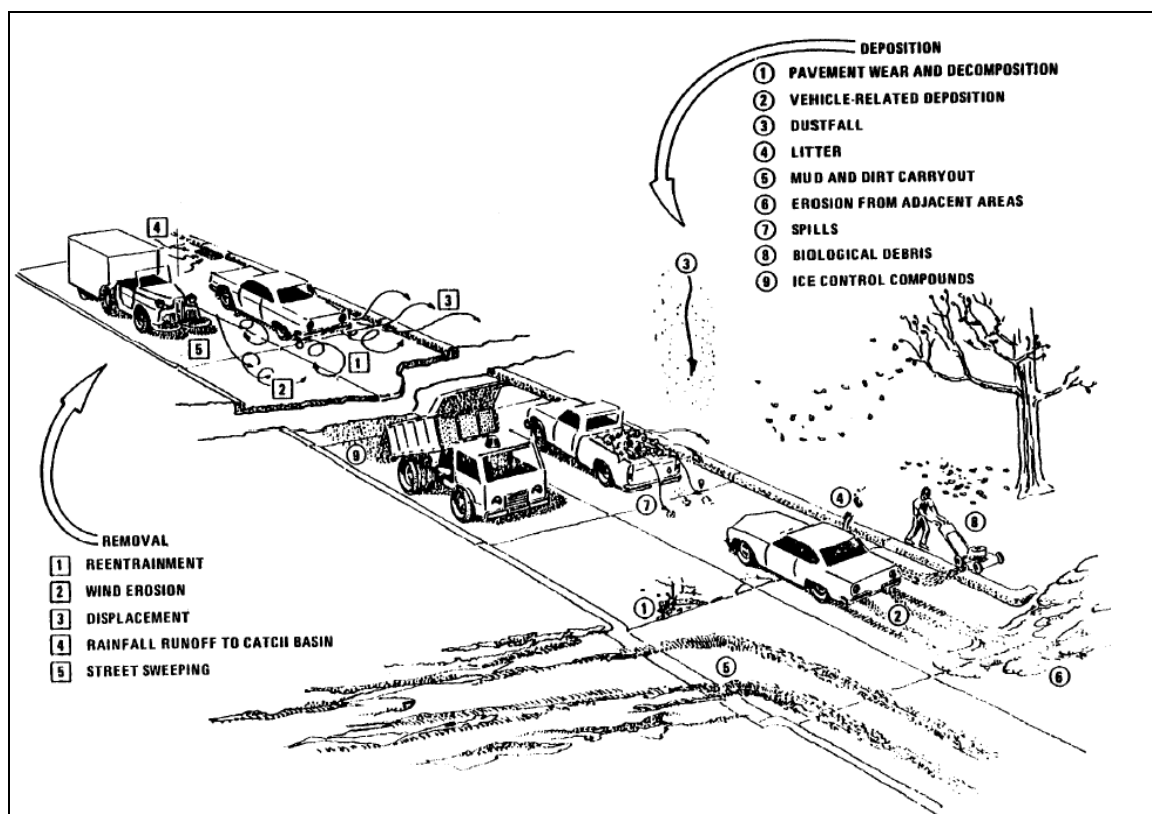


Figura 37 – Cause di deposizione e rimozione di materiale polverulento su strade asfaltate

Anche tale fenomeno è stato quantificato dall'EPA attraverso lo sviluppo di una formulazione empirica che correla i quantitativi di polvere emessi con il peso dei veicoli in transito e il

quantitativo di silt (polveri con diametro uguale o inferiore ai 75 µm) presente sul manto stradale e la velocità di transito dei veicoli.

$$E = 0.62(sL)^{0.91}(W)^{1.02} \text{ [kg/km]}$$

In cui:

E: emissione di polveri espressa in g per Km percorso;

sL: quantitativo di silt presente sulla superficie stradale (g/m²);

W: peso medio dei veicoli che transitano lungo la strada (tons).

Trasporto di materiale

La movimentazione del materiale all'interno di un'area di cantiere può avvenire in modo discontinuo o continuo. Le movimentazioni discontinue sono normalmente attuate mediante autocarri viceversa lo strumento di più frequente impiego per le movimentazioni continue è rappresentato dai nastri trasportatori.

Le problematiche legate alla movimentazione discontinua mediante autocarri sono sostanzialmente state analizzate nel paragrafo relativo alle piste e ai piazzali, in quanto la principale sorgente di emissioni associata a tale tipologia di movimentazione è ascrivibile ai fenomeni di risollevario determinati dal transito di mezzi pesanti o su superfici non asfaltate o su superfici asfaltate non pulite. In presenza di superfici asfaltate il transito dei mezzi pesanti, se non adeguatamente controllati (pulizia pneumatici, perdite di carico), può rappresentare una fonte significativa di materiale depositato sul manto stradale potenzialmente aereodisperso da ulteriori transiti.

Non si analizzano le problematiche legate alla movimentazioni in continuo in quanto non si prevede l'impiego di tale tecnologia durante le fasi di cantiere oggetto di analisi.

Stoccaggio di materiale

Lo stoccaggio di materiali da cantiere, materie prime, additivi, smarino può essere concettualmente diviso nelle seguenti tipologie:

- stoccaggio in cumuli all'aperto;
- stoccaggio in sacchi e sacche per grandi masse di materiale;
- stoccaggio in silos e depositi;
- stoccaggio in imballaggi per materiali pericolosi.

Lo stoccaggio all'esterno in cumuli è utilizzato per grandi quantità di materiali solidi ed è funzionale:

- alla costituzione di riserve di materiali ubicate tra il luogo dove il materiale è estratto e l'impianto che lo deve processare;
- alla costituzione di sistemi polmone tra due operazioni distinte che operano in tempi diversi o con diverse quantità di materiale;
- alla necessità di miscelare diverse tipologie di materiali;
- alla necessità di omogeneizzare un flusso di materiale;

- alla necessità di effettuare un trasferimento di materiale tra un sistema di trasporto continuo ed uno discontinuo o viceversa.

Gli stoccaggi in cumuli in sistemi chiusi sono previsti per i materiali a granulometria fine e che non devono inumidirsi.

Un cumulo è considerato attivo quando il materiale viene continuamente alimentato e ripreso dal cumulo. Un cumulo è considerato inattivo quando non viene alimentato o ripreso del materiale per lunghi periodi.

Tutte le tipologie di cumuli, considerando lo stoccaggio in cumuli come sistema composto da un cumulo attivo e dai sistemi/attività di alimentazione e ripresa possono essere cause di ingenti emissioni di polveri.

La generazione di emissioni di polveri da operazioni di stoccaggio in cumuli è dovuta:

- alle attività di formazione di un nuovo cumulo:
 - il vento o l'aria richiamata intercettano il flusso di materiale in caduta separando e disperdendo la parte di materiale a granulometria fine da quella grossolana;
 - nel momento in cui il materiale in caduta raggiunge un cumulo si forma una nube di polvere;
- all'azione erosiva del vento su un cumulo formato.

In presenza di sistemi di stoccaggio chiusi le emissioni di polveri si possono verificare esclusivamente nelle fasi di carico e scarico.

L'inventario delle emissioni definito dall'EPA e precedentemente citato fornisce una formulazione empirica per stimare i quantitativi di polveri emessi da un'area di deposito.

La quantità di emissione delle aree deposito dipende dal volume movimentato dello stoccaggio, dal grado di umidità degli inerti, dal contenuto di frazione fine e dall'età dell'accumulo.

Le fasi iniziali di conferimento all'area di deposito di nuovo materiale sono caratterizzate dal massimo potenziale di impatto: le particelle più fini possono essere facilmente disperse in atmosfera sia ad opera del vento, sia durante la movimentazione del materiale. Quando gli accumuli sono formati, il potenziale di dispersione si riduce decisamente a causa dell'aggregazione e della cementificazione delle particelle fini determinate dall'umidità; l'eventuale successiva esposizione a piogge contribuisce a mantenere umido l'ammasso di inerti.

La quantità di emissione E di materiale particolato originata dalle fasi di formazione dello stoccaggio può essere stimata con il ricorso alla seguente formulazione:

$$E = \frac{k0.0016 \left(\frac{u}{2.2} \right)^{1.3}}{\left(\frac{M}{2} \right)^{1.4}}$$

dove:

- E fattore di emissione espresso come kg/Mg movimentati;
 k coefficiente correlato alle dimensioni del particolato (per il Pm10 pari a 0.35);
 U velocità media del vento [m/s];
 M contenuto di umidità del materiale [%].

L'equazione indicata è applicabile all'interno dei seguenti campi di variabilità dei parametri influenti: frazione fine 0,44-19%, contenuto di umidità 0,25-4,8%, velocità del vento 0,6-6,7 m/s.

In assenza di movimentazione del materiale stoccato l'unica fonte di emissione è determinata dall'azione di erosione/risollevamento e aerodispersione ad opera del vento. Anche per tale fenomeno l'EPA fornisce delle formulazioni semi-empiriche in grado di stimare i quantitativi emessi.

Gli studi sperimentali svolti in questo campo evidenziano che, affinché si verifichino fenomeni di erosione con risollevamento di polveri, è necessario che la velocità minima del vento sia superiore a 5 m/s a 10 cm sopra il suolo o a 10 m/s a 7 m di altezza dalla superficie esposta. E' altresì documentato che l'emissione di polveri ha un rapido decadimento e un tempo di dimezzamento di vita di pochi minuti. In altre parole il materiale che compone lo strato superficiale del terreno è caratterizzato da una disponibilità limitata di materiale fine erodibile e trasportabile a distanza.

Il calcolo del fattore di emissione richiede in primo luogo la stima della velocità del vento in prossimità del suolo. Convenzionalmente viene assunta una altezza di 15 cm e viene utilizzata la tipica distribuzione logaritmica che definisce il profilo di velocità del vento nei bassi strati dell'atmosfera:

$$u(z) = \left(\frac{u^*}{0.4} \right) \times \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) \quad (z > z_0)$$

dove:

u = velocità del vento all'altezza z dal terreno [cm/s]

u* = velocità di attrito [cm/s]

z = altezza al disopra della superficie [cm]

z₀ = rugosità superficiale [cm]

0.4 = costante di von Karman (adimensionale).

Le velocità di attrito u* e la rugosità superficiale z₀ dipendono dalla superficie interessata dal campo anemologico e possono essere determinati sperimentalmente.

Il fattore di emissione di materiale particolato conseguente a fenomeni di erosione superficiale ad opera del vento può essere espresso in g/m² con la seguente equazione:

$$E_{Pm10} = 0.5 \sum_{i=1}^n P_i \quad [\text{g/m}^2]$$

dove:

n = numero di eventi su base annuale

P_i = potenziale di erosione corrispondente alla velocità massima del vento raggiunta durante l'evento.

Il potenziale di erosione per una superficie asciutta è dato da:

$$P = 58(u^* - u_{t^*})^2 + 25(u^* - u_{t^*})$$

dove:

u^* = velocità di attrito [m/s]

u_{t^*} = velocità di attrito limite [m/s], ossia la velocità di attrito al di sopra della quale possono verificarsi fenomeni di risollevarimento delle polveri, è strettamente correlato al tipo di suolo presente (tale parametro in presenza di aree di cantiere non asfaltate risulta pari a circa 1 m/s).

Realizzazione di paratie/pali

Nei cantieri deputati alla realizzazione di opere civili risulta frequente l'impiego di macchinari (macchine per micropali ed idrofresce) in grado di realizzare perforazioni o scavi a sezione obbligata ad esempio per la realizzazione di micropali o di diaframmi.

Dal punto di vista della possibilità di generare particolati aerodispersi sotto forma di polveri (comminuzione del materiale costitutivo del mezzo perforato fino a dimensioni aerodinamiche – granulometriche adatte) occorre distinguere tra:

- perforazioni in roccia o in materiali duri (cemento, calcestruzzo);
- perforazioni o trivellazioni in terreni.

Nelle prime l'azione disgregante degli utensili produce sempre uno sfrido, rimosso pneumaticamente o idraulicamente dal foro in esecuzione, costituito essenzialmente da polveri.

Nelle seconde, tra cui le trivellazioni ad umido o con fanghi/ fanghi bentonitici di terreni per la realizzazione di confinamenti, la natura del terreno consente l'uso di utensili che disgregano meno il mezzo perforato. Nelle trivellazioni di terreni, a meno di quelle per l'esecuzione di sondaggi geognostici, la perforatrice è idraulica e lavora sempre umido ed in circolazione inversa: il fango iniettato funge sia da stabilizzante delle pareti del foro, sia da elemento di creazione della torbida a fondo foro che viene poi ripresa al centro dei doppi utensili fresanti ed evacuata in condotta.

Indipendentemente dalla specifica tipologia di foro eseguita, in tema di gestione delle emissioni di polvere fuggitive, valgono per le perforazioni i seguenti principi:

- minimizzare la quantità di polvere prodotta ovvero generare uno sfrido costituito da particelle di dimensioni più grossolane possibili;
- in caso di produzione di sfrido di dimensioni aerodispersibili risulta necessario:
- utilizzare tecniche per confinare le polveri all'interno del circuito di evacuazione dello sfrido (che può operare a secco o ad umido);
- utilizzare tecniche per abbattere le polveri prima del termine del circuito di evacuazione dello sfrido;
- gestire tecniche e procedure in modo da minimizzare le perdite dal circuito di evacuazione dello sfrido a boccaforo e a valle del circuito di abbattimento (batteria

finale di separazione polveri, in caso di evacuazione pneumatica, circuito di separazione tra il fluido di evacuazione dello sfrido e lo sfrido stesso, in caso di evacuazione dello sfrido idraulica).

Nello specifico le idrofresce:

- producono uno sfrido grossolano (anche di dimensioni decimetriche) e sono particolarmente soggette a sostituzione degli utensili usurati;
- lo sfrido è per natura della macchina evacuato ad umido o meglio prodotto ad umido e confinato in un circuito interno di evacuazione essenzialmente costituito da condotte;
- la messa a dimora dello sfrido dopo evacuato avviene solitamente in vasconi dove il materiale rimane comunque umido.

Di conseguenza, per tale tipologia di macchinario, il problema emissivo si pone:

- all'atto di instestaggio della testa fresante nel terreno;
- nelle modalità di evacuazione dello smarino messo a dimora in cantiere (attività di per se non propria della attività ma più legata alla movimentazione materiali).

Riguardo alle perforatrici per micropali occorre tener presente che:

- producono sfrido grossolano;
- lavorano ad umido con fanghi o additivi schiumogeni (stabilizzanti del foro) ed a boccaforo producono un getto di terra umida utilizzato in genere come terra in cantiere.

Di conseguenza, per le perforatrici per micropali, il problema emissivo si pone:

- nell'attenzione posta alla gestione della terra umida prodotta;
- nell'eventuale attivazione di sistema di aspirazione alla cappa aspirante calabile a ridosso di boccaforo per la gestione degli aerosol di terra ed acqua.

Demolizione di manufatti

La necessità di operare interventi di demolizione di manufatti può determinare significative emissioni di polveri. I quantitativi di polveri emessi dipendono fortemente dal metodo di abbattimento e dalla modalità di gestione dei detriti. La polvere prodotta durante un'attività di demolizione non è solo quella che viene dispersa a partire dalla zona di contatto tra l'utensile di abbattimento e l'elemento da demolire a causa della loro interazione ma anche e soprattutto quella:

- che è presente sulla superficie dei detriti che si producono durante l'attività di demolizione e che viene dispersa durante la caduta del detrito a causa del richiamo d'aria dovuto al materiale in fase di caduta;
- che viene dispersa a causa della successiva caduta di detriti al suolo o su un cumulo di detriti precedentemente prodotto.

Le caratteristiche del metodo di abbattimento che sono foriere di una maggior produzione di polveri sono:

- area di impatto utensile – elemento da demolire: a pari energia maggiore è l'area di contatto tra l'utensile e l'elemento da demolire maggiore è la produzione incontrollata

di sfrido di piccole dimensioni (a pari tipologia di utensile maggiore è l'affilatura minore è l'area di impatto),

- dimensione dello sfrido (maggiore è la dimensione minore è l'area superficiale su cui la polvere deposta si può disperdere),
- altezza di caduta: a pari quantità di flusso di materiale in caduta ed a pari dimensione dello stesso, minore è l'altezza di caduta minore è il richiamo d'aria minore è l'energia di impatto suolo o su un cumulo di materiale.

Tra i metodi utilizzati quelli che garantiscono emissioni più contenute prevedono impiego di taglio ad umido che, in generale, oltre ad operare in presenza di significativi quantitativi di acqua erogati al punto di contatto utensile-elemento da abbattere, consentono una miglior efficienza di bagnatura del detrito e consentono di produrre detriti di elevate dimensioni.

Viceversa le emissioni maggiori si verificano in presenza di metodi a secco che tendono a produrre detriti di piccole dimensioni (esplosivi e martelloni).

Un'ulteriore fonte di emissioni polverulenti è rappresentata dalla movimentazione dalla gestione dei detriti sia in fase di produzione degli stessi sia durante il loro conferimento nelle aree deputate allo stoccaggio. Nella fase di produzione le emissioni risultano particolarmente significative in presenza di cicli di rimozione delle macerie che prevedono fasi di trasferimento con caduta di materiale non controllata sia in termini di altezza sia in termini di possibilità di dispersione e di materiale caratterizzato da bassi livelli di umidità. Inoltre in presenza di operazioni ad umido, taglio con idrodemolitrice o impiego di bagnatura durante le attività, la presenza di torbide non correttamente gestite può rappresentare una significativa fonte di emissione secondaria. L'acqua di processo, infatti, risulta caratterizzata da un elevato quantitativo di polveri in sospensione, in particolare fini, che può essere trasportato dal percolamento del liquido che, una volta evaporato, determina depositi facilmente oggetto di fenomeni di risospensione ad opera del vento o del transito veicolare.

Nella fase di trasporto le emissioni sono quelle tipiche del trasporto di materiali descritte nei paragrafi precedenti, anche in questo caso una maggior dimensione ed un minor di umidità delle macerie può determinare un significativo incremento delle emissioni.

4.3 Definizione delle emissioni determinate dalle attività di cantiere

In ragione della complessità e varietà dei fenomeni presenti si è preferito procedere alla quantificazione delle emissioni attraverso l'analisi di una campagna di monitoraggio svolta in corrispondenza di un cantiere che, seppur relativo alla realizzazione di un centro commerciale con parcheggio sotterraneo, presenta tipologie di attività analoghe a quelle relative all'opera oggetto di studio (movimentazione su piste non asfaltate, realizzazione di pali/paratie, ...).

Gli esiti della campagna di misura, depurati dai livelli di fondo dell'area in cui sono state svolte le misure, hanno documentato un contributo in termini di concentrazioni di Pm10 a bordo cantiere differenziato in funzione della tipologia di attività che si svolgevano.

In particolare in presenza di attività caratterizzate da un significativo transito di mezzi e movimentazione di terre (attività di scavo, attività movimentazione terre/macerie con mezzi pesanti in transito su aree non asfaltate, cfr. **Figura 38**) il contributo delle attività alle concentrazioni di fondo a bordo cantiere è risultato essere pari a 20÷40 µg/m³.

Viceversa in presenza di attività che richiedevano un minor numero di transiti veicolari e/o movimentazione di terre (Getti di calcestruzzo, posa prefabbricati, perforazioni, cfr. **Figura**

39) il contributo delle attività alle concentrazioni di fondo a bordo cantiere è risulta essere pari a $10\div 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figura 38 – Attività con potenziale emissione di polveri significativa



Figura 39 – Attività con potenziale emissione di polveri di media intensità

Ovviamente le concentrazioni indicate dipendono da una grande varietà di fattori in particolare condizioni meteorologiche e modalità di gestione delle attività e devono essere considerati come ordini di grandezza orientativi. Si ritiene inoltre opportuno sottolineare che il cantiere oggetto di rilievi era caratterizzato da un discreto livello di attenzione alle problematiche ambientali in materia di inquinamento atmosferico evidente dall'impiego di macchinari di recente immatricolazione e con buoni livelli di manutenzione, periodico ricorso

ad attività di bagnatura, corretta gestione delle piste interne. L'assenza di tali presidi di base avrebbe sicuramente determinato livelli di polverosità a bordo cantiere significativamente superiori.

4.4 Valutazioni modellistiche

Al fine di avere alcune indicazioni quantitative delle potenziali interazioni con il sistema ricettore prossimo al cantiere si è ritenuto opportuno svolgere delle valutazioni modellistiche. Le analisi si sono concentrate sull'inquinante che, in base all'analisi dei fenomeni in gioco, a quanto indicato dalla direttiva "Protezione dell'aria sui cantieri edili" dell'Ufficio Federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio di Berna in vigore dal 1/09/02 edizione 2009" (cfr. paragrafo 4.2) e alle evidenze sperimentali associate alla realizzazione di opere similari, risulta maggiormente critico ossia il Pm10. Per ciò che concerne gli altri inquinanti, determinati prevalentemente dalle emissioni delle macchine operatrici presenti in cantiere, in ragione dell'ubicazione del sito di attività (intercluso tra due arterie stradali caratterizzate da significativi flussi veicolari), non sono prevedibili significativi incrementi rispetto alla situazione attuale.

Modello di calcolo

Le analisi previsionali della dispersione degli inquinanti sono state sviluppate con il modello Breeze ISC GIS Pro versione 5.2.1 della Trinity Consultant.

ISC è un modello per la simulazione della dispersione in atmosfera degli inquinanti primari, cioè sostanze che non vengono formate da reazioni chimiche in atmosfera (come ad esempio l'ozono), ma vengono esclusivamente emesse dalle sorgenti. ISC può essere utilizzato per valutare la concentrazione atmosferica di inquinanti emessi da diverse tipologie di sorgenti e per il calcolo delle deposizioni al suolo.

L'*Industrial Source Complex* (ISC) consente la simulazione di sorgenti di varia natura in ambito industriale. In particolare, il modello è in grado di gestire sorgenti puntuali, areali, lineari e di volume.

L'algoritmo è basato sull'equazione gaussiana che descrive la concentrazione dell'inquinante al suolo, in un punto generico posto sottovento rispetto alla sorgente, di coordinate x, y, z con origini alla base della sorgente stessa. L'equazione di base è:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\mu\sigma_y\sigma_z} e^{\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}} \cdot \left[e^{\frac{-(z-h)^2}{2\sigma_z^2}} + e^{\frac{-(z+h)^2}{2\sigma_z^2}} \right]$$

dove:

$C(x, y, z)$ = concentrazione stimata in mg/m³;

Q = intensità di emissione in mg/s;

μ = velocità media del vento (m/s) alla quota di emissione;

σ_y e σ_z = deviazioni standard della distribuzione orizzontale e verticale della concentrazione espressa in m;

h = altezza di emissione dal suolo espressa in m.

Nel caso di sorgenti areali viene eseguita un'integrazione numerica dell'equazione definita per sorgenti puntuali.

Il modello consente di differenziare i coefficienti relativi ai parametri dispersivi in funzione delle classi di stabilità e delle caratteristiche dell'ambito territoriale in particolare per ciò che concerne la rugosità superficiale. Nello specifico vengono definite due tipologie: urbana e rurale. Nell'implementazione del modello tale opzione è stata accuratamente valutata in base alle caratteristiche degli ambiti spaziali di interazione delle sorgenti simulate.

Scenario meteorologico

Le valutazioni sono state sviluppate con un approccio rigorosamente short-time, ossia sono state ricostruite, ora per ora, le concentrazioni determinate dall'attività oggetto di verifica su di un intero anno solare. L'impiego di un tale approccio richiede la disponibilità di un set di dati meteo in grado di fornire, per un intero anno, l'andamento ora per ora dei parametri richiesti del modello di simulazione per ricostruire in contesto meteorologico in cui si viene a determinare l'emissione. Nel caso specifico sono stati utilizzati i dati relativi alla ricostruzione dei campi di vento forniti dalla Banca Dati della Provincia di Torino relativi al punto maggiormente prossimo all'area di studio.

Scenario emissivo

La definizione delle emissioni di polveri da parte di un cantiere risulta molto complessa, in ragione dell'elevato numero di fenomeni in grado di contribuire alla produzione e dispersione di materiale particolato e al numero di variabili che, per ogni singolo fenomeno, possono condizionare i quantitativi di materiale emesso. Esistono in letteratura numerose formulazioni, le più famose e utilizzate fornite dall'US Environmental Protection Agency, che, per singoli fenomeni (ad esempio transito lungo viabilità, realizzazione di cumuli, ecc) sono in grado di fornire i quantitativi di polveri emesse. L'impiego di tali algoritmi richiede, però, un livello di dettaglio progettuale molto avanzato e la disponibilità di informazioni di contorno spesso difficilmente reperibili (ad esempio contenuto di silt nelle piste di cantiere, tasso di umidità dei terreni...).

Coerente al livello di dettaglio dei dati progettuali disponibili si è deciso di approcciare il problema in modo diverso definendo delle concentrazioni a bordo cantiere in funzione delle quali tarare le sorgenti di emissioni utilizzate all'interno del modello.

La definizione delle concentrazioni a bordo cantiere è stata effettuata a partire dall'esperienza maturata dalla scrivente società in occasione delle numerose campagne di monitoraggio svolte (cfr. paragrafo 4.3). I dati a disposizione consentono di stimare concentrazioni a bordo cantiere, relativamente al parametro media giornaliera, comprese tra 20 e 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a seconda che le attività vengano svolte ponendo in essere tutti gli accorgimenti necessari alla riduzione delle emissioni di polveri (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) o in assenza di particolari attenzioni (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

In base alle suddette considerazioni sono state sviluppate due valutazioni modellistiche, la prima relativa ad uno scenario non mitigato (concentrazioni a bordo cantiere di 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e la seconda ad uno scenario mitigato (concentrazioni a bordo cantiere pari a 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Nel paragrafo seguente sono descritti nel dettaglio gli interventi che dovranno essere posti in essere per garantire le concentrazioni ipotizzate per lo scenario mitigato.

Risultati delle valutazioni

I risultati sono sintetizzati nell'Allegato B in cui si riportano le curve isoplete dei seguenti parametri:

- Allegato B1: Concentrazione massima giornaliera Pm10 scenario NON MITIGATO;
- Allegato B2: Concentrazione media annuale Pm10 scenario NON MITIGATO;

- Allegato B3: Concentrazione massima giornaliera Pm10 scenario MITIGATO;
- Allegato B4: Concentrazione media annuale Pm10 scenario MITIGATO.

Le valutazioni relative allo scenario non mitigato evidenziano livelli di impatto significativi e tali da determinare un livello di alterazione della qualità dell'aria tale da non risultare compatibile con le indicazioni normative. Le concentrazioni massime giornaliere in corrispondenza degli edifici maggiormente prossimi all'area di cantiere (edifici residenziali/commerciali lungo la SS 25), nella configurazione non mitigata, risultano superiori a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre relativamente al parametro di media annuale i quantitativi di Pm10 risultano compresi tra 5 e $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'analisi degli scenari mitigati, invece, evidenzia livelli di alterazione compatibili con le indicazioni normative e tali da non risultare critici per le popolazioni esposte. In corrispondenza dei ricettori maggiormente esposti le concentrazioni massime giornaliere risultano inferiori a $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre il valore media annuale si attesta al di sotto dei $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

4.5 Interventi mitigativi per la componente atmosfera

Interventi di carattere generale

L'obiettivo di minimizzare le emissioni di polveri sarà perseguito attraverso una capillare formazione delle maestranze finalizzata ad evitare comportamenti che possono determinare l'innescò di fenomeni di produzione e dispersione dei polveri. Si riporta nel seguito l'elenco delle principali prescrizioni a cui gli operatori dovranno attenersi:

- spegnimento dei macchinari durante le fasi di non attività;
- transito a velocità molto contenute dei mezzi nelle aree non asfaltate al fine di ridurre al minimo i fenomeni di risospensione del particolato;
- copertura dei carichi durante le fasi di trasporto;
- adeguato utilizzo delle macchine movimento terra limitando le altezze di caduta del materiale movimentato e ponendo attenzione nelle fasi di carico dei camion a posizionare la pala in maniera adeguata rispetto al cassone (cfr. Figura 40).

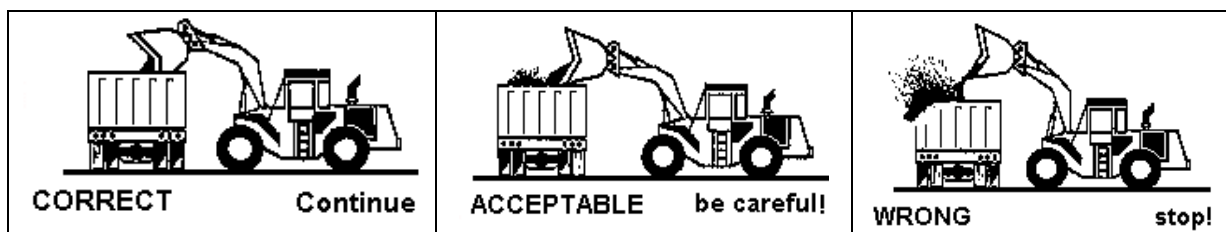


Figura 40 – Esempio di corretto svolgimento delle attività di carico con pala meccanica

Un ulteriore intervento di carattere generale e gestionale riguarda la definizione esecutiva del lay-out di cantiere che dovrà porre attenzione nell'ubicare eventuali impianti potenzialmente oggetto di emissioni polverulenti, per quanto possibile, in aree non immediatamente prossime ai ricettori. Inoltre le aree di cantiere in cui possono innescarsi fenomeni di risollevarimento in presenza di vento forte e dispersione delle polveri (aree di stoccaggio, anche temporaneo, di materiali sciolti, aree non asfaltate) dovranno essere protette con schermature

antivento/antipolvere realizzate ad hoc o, disponendo in maniera adeguata schermi già previsti per altri scopi (barriere antirumore, container, recinzione del cantiere,).

Adeguata scelta delle macchine operatrici

L'Unione Europea ha avviato da alcuni decenni una politica di riduzione delle emissioni di sostanze inquinanti da parte dei autoveicoli e, più in generale, di tutti i macchinari dotati di motori alimentati da combustibili. Tale politica si è concretizzata attraverso l'emanazione di direttive che impongono alle case costruttrici di autoveicoli emissioni di inquinanti via via più contenute. Nelle **Figura 41 ÷ Figura 43** si riportano i coefficienti di emissione forniti dal modello COPERT IV relativamente ai veicoli commerciali pesanti alimentati a diesel e circolanti ad una velocità di 50 Km/h.

Come si può osservare l'impiego di veicoli conformi alla direttiva Euro IV e V garantisce, relativamente al Pm10, una riduzione delle emissioni pari mediamente al 95% rispetto alle emissioni dei veicoli Pre Euro e superiori all'80% rispetto ai veicoli Euro III. Relativamente agli Ossidi di Azoto la riduzione tra veicoli PreEuro e Euro V risulta pari a circa l'80%, mentre il confronto tra Euro IV e Euro V evidenzia una diminuzione delle emissioni superiore al 40%. Molto significativa risulta anche la riduzione dei NMVOC che, confrontando veicoli PreEuro e Euro V, risulta superiore al 98%. Analogamente, per i veicoli OFF ROAD, le direttive 97/68/EC e 2004/26/EC, prescrivono una riduzione delle emissioni in tre "stage", lo stage III risulta obbligatorio, in funzione della potenza dei macchinari, per mezzi omologati tra il 1/07/05 e il 1/01/07 (**Figura 44 ÷ Figura 46**). Anche in questo caso, considerando macchinari di potenza intermedia (75-560 kW), intervallo in cui ricadono buona parte delle macchine tipiche da cantiere, si assiste ad una riduzione delle emissioni molto significativa, (confrontando Stage III e macchine senza specifica omologazione: Pm10 - 80%, NO_x = -76%, NMVOC= -60/-70%). Alla luce di quanto riportato al fine di contenere le emissioni dovrà essere privilegiato l'impiego di macchinari di recente costruzione.

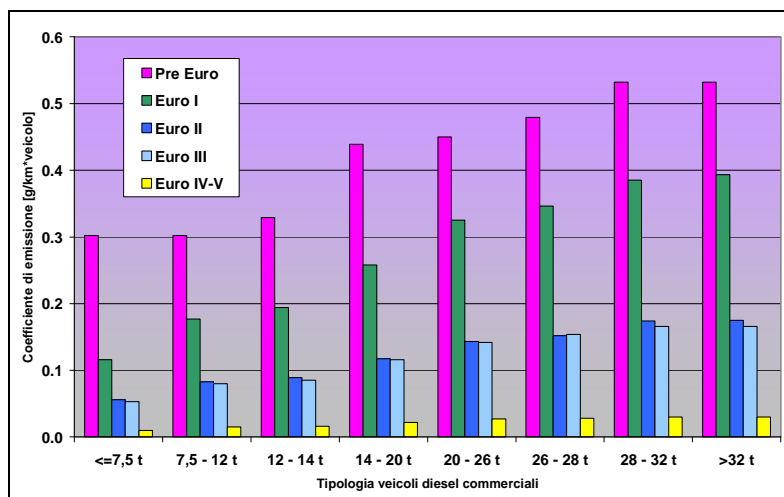


Figura 41 – Coefficienti di emissione Pm10 veicoli diesel commerciali pesanti (Copert IV)

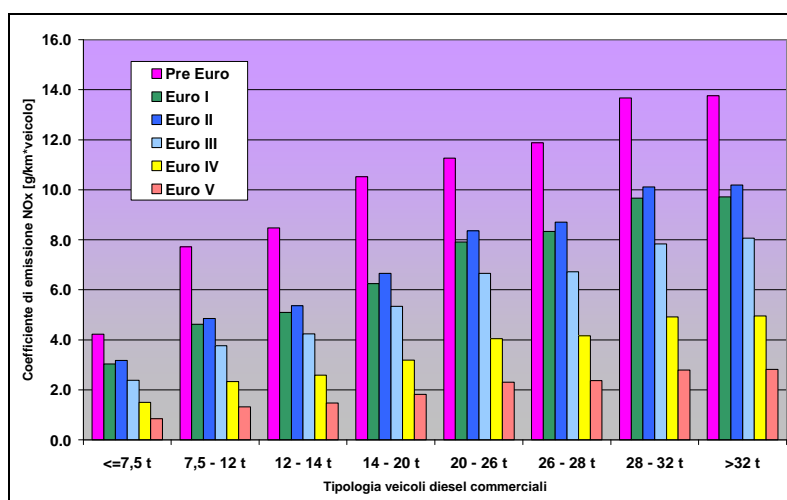


Figura 42 – Coefficienti di emissione NOx veicoli diesel commerciali pesanti (Copert IV)

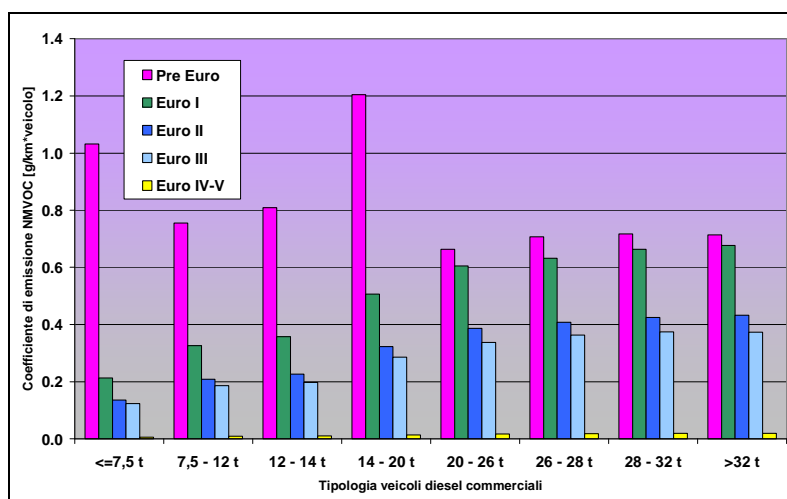


Figura 43 – Coefficienti di emissione NMVOC veicoli diesel commerciali pesanti (Copert IV)

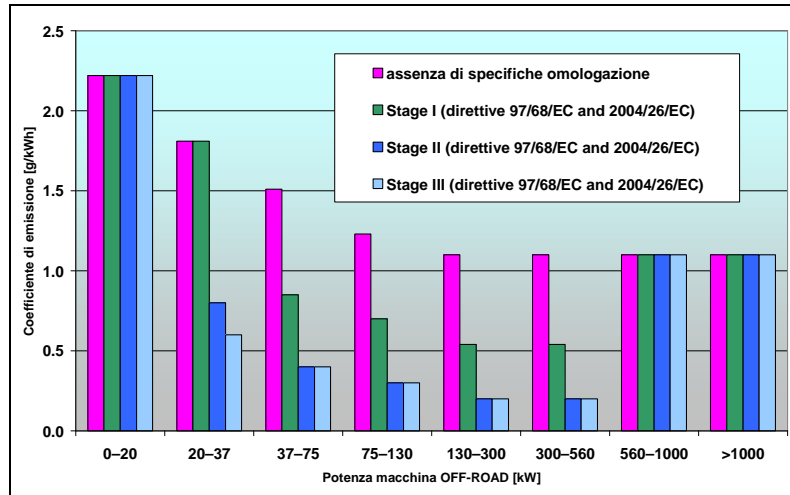


Figura 44 – Coefficienti di emissione Pm10 veicoli OFF-ROAD (fonte EMEP/EEA)

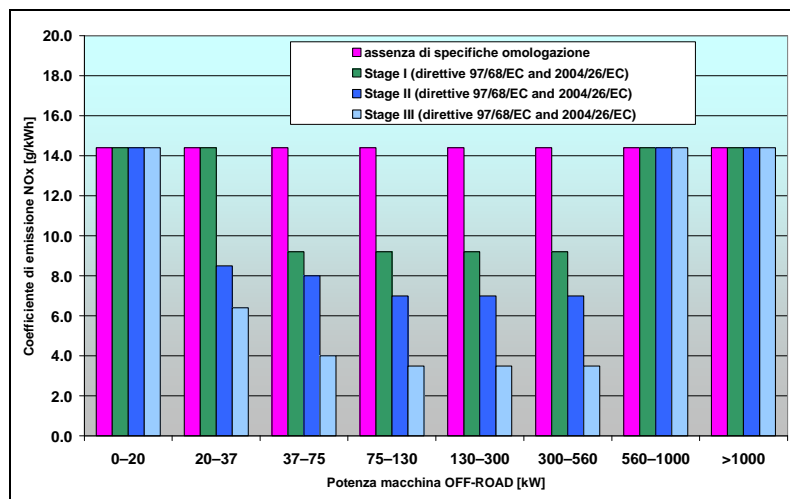


Figura 45 – Coefficienti di emissione NOx veicoli OFF-ROAD (fonte EMEP/EEA)

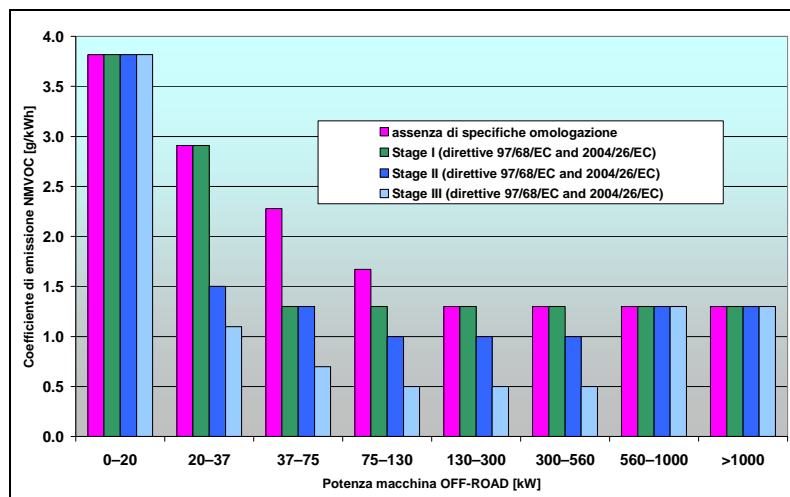


Figura 46 – Coefficienti di emissione NMVOC veicoli OFF-ROAD (fonte EMEP/EEA)

Impianti di bagnatura

Il principale sistema di mitigazione dell'emissione e dispersione di polveri a seguito di attività di cantiere è rappresentato dall'impiego di sistemi di bagnatura delle aree di lavorazione.

L'impiego di sistemi di bagnatura agisce sostanzialmente su due versanti:

- riduzione del potenziale emissivo;
- trasporto al suolo delle particelle di polveri aerodisperse.

La riduzione dei quantitativi emessi avviene attraverso l'opera di coesione che la presenza di acqua svolge nei confronti delle particelle di polveri potenzialmente oggetto di fenomeni di risospensione presenti su suolo.

Il trasporto al suolo delle particelle aerodisperse avviene, viceversa, attraverso i medesimi meccanismi che consentono la rimozione delle polveri in atmosfera ad opera delle precipitazioni, ossia rain-out (le particelle fungono da nucleo di condensazione per gocce di "pioggia"), wash-out (le particelle vengono inglobate nelle gocce di "pioggia" già esistenti prima della loro caduta), sweep-out (le particelle sono intercettate dalle "gocce" nella fase di caduta). Tra i tre meccanismi quelli che presentano la maggiore efficacia sono i primi due.

La definizione del sistema di bagnatura risulta fortemente condizionato dalla tipologia di sorgente che si desidera contenere e dalle sue modalità di emissione. In presenza di fenomeni di risollevarimento quali quelli determinati dalla presenza di cumuli di materiale o dal transito di mezzi su piste non asfaltate l'obiettivo della bagnatura sarà prevalentemente quello di ridurre il potenziale emissivo; viceversa in presenza di attività in cui le polveri immesse in atmosfera sono "create" dall'attività stessa (ad esempio opere di demolizione) le attività di bagnatura dovranno garantire la deposizione al suolo delle polveri prodotte.

Nel primo caso (riduzione del potenziale emissivo) l'attività di bagnatura potrà avvenire mediante diversi sistemi:

- autobotti;
- impianti mobili ad uso manuale (serbatoio collegati a lance);
- impianti fissi del tutto analoghi a quelli utilizzati per le attività di irrigazione.

Nel secondo caso (trasporto al suolo delle particelle di polveri aerodisperse) gli impianti saranno costituiti da sistemi di nebulizzazione, ossia da sistemi in grado di proiettare in atmosfera, anche a distanze di alcune decine di metri, acqua nebulizzata in grado di intercettare le particelle aerodisperse.

L'efficacia dei sistemi di bagnatura può essere incrementata prevedendo l'impiego di additivi. Anche in questo caso la tipologia di sostanze da aggiungere all'acqua dipenderà dalla tipologia di effetto che si intende ottenere. Nel caso di bagnature finalizzate alla riduzione dei potenziali emissivi dovranno essere impiegate sostanze che aumentano le capacità coesive dell'acqua, ad esempio cloruro di calcio, cloruro di magnesio, cloruro di sodio che hanno anche le caratteristiche di assorbire l'umidità atmosferica. Viceversa, per aumentare la capacità di trasporto al suolo di particelle aerodisperse, dovranno essere impiegati additivi che riducendo i legami intermolecolari dell'acqua ne facilitano la nebulizzazione (sapori). L'impiego di tali additivi ha la controindicazione di determinare un potenziale carico inquinante relativamente alle acque sotterranee e, per tale ragione, il loro impiego è molto limitato.

Nel caso oggetto di studio le sorgenti di polvere sono rappresentate prevalentemente dal transito di mezzi su piste di cantiere non asfaltate e dal risollevarsi delle polveri ad opera di eventuali fenomeni anemologici di particolare intensità. Per il contenimento di tali tipologie di emissioni risultano necessari adeguati sistemi di bagnatura finalizzati alla diminuzione del potenziale emissivo. Tra le tipologie di impianti sarebbe più opportuno privilegiare l'impiego di impianti fissi. I periodi e i quantitativi di acqua andranno definiti in base all'effettive esigenze che si riscontreranno in fase operativa e saranno strettamente correlati alle condizioni meteo-climatiche. Ad esempio non dovranno essere previste bagnature in presenza di precipitazioni atmosferiche mentre la loro frequenza andrà incrementata in concomitanza di prolungati periodi di siccità o in previsione di fenomeni anemologici di particolare intensità.

Mitigazioni specifiche per le opere di demolizione

Il contenimento delle emissioni durante le fasi di demolizione può essere garantito attraverso:

- adeguata scelta e corretta implementazione del ciclo di abbattimento;
- corretta gestione delle macerie.

Per quanto riguarda il sistema di demolizione sono sicuramente da preferire sistemi ad umido che garantiscano:

- tagli precisi con piccola zona di impatto utensile-elemento da appattare;
- produzione di macerie di significative dimensioni;
- erogazione di acqua al punto di impatto con aumento di efficienza della bagnatura in quanto l'acqua viene erogata nella zona dove viene massimizzata la possibilità di interazione tra l'acqua ed i detriti prodotti.

In quest'ottica particolarmente adeguata risulta la scelta dell'idrodemolitrice. Più problematico potrebbe risultare l'impiego del martellone che andrà utilizzato in associazione a sistemi di bagnatura (lance o cannoni nebulizzatori) od a sistemi di confinamento della zona in fase di demolizione (recinzioni con reti antivento, isolamento con teloni sostenuti da impalacature o sollevatori). Al fine di non vanificare i benefici associati all'impiego di operazioni ad umido le torbide prodotte dalla fase di demolizione (caratterizzata da elevata concentrazione di polveri fini) andranno adeguatamente gestite evitando un loro percolamento incontrollato in particolare verso aree interessate dal transito di mezzi.

Nella gestione delle macerie dovrà essere posta particolare cura a:

- evitare cadute dall'alto incontrollate dei detriti: utilizzo di baie di stoccaggio con tramogge di scarico e aree di carico macerie più confinate;
- evitare movimentazione di macerie con basso tasso di umidità;
- buone pratiche nelle fasi di carico e trasporto delle macerie (ad esempio corretto posizionamento della benna nel cassone, copertura dei carichi, ...).

Sistemi di lavaggio dei pneumatici e pulizia strade

Una fonte di emissione di polveri che può risultare, se non adeguatamente controllata, particolarmente significativa è quella determinata da deposizione e successiva risospensione di materiale sulla viabilità ordinaria in prossimità dell'area di cantiere ad opera dei mezzi in uscita dal cantiere stesso. Tale sorgente può essere praticamente annullata prevedendo

adeguati presidi ossia impianti di lavaggio dei pneumatici dei veicoli pesanti in uscita dal cantiere e periodiche attività di spazzatura delle viabilità prossime all'area di intervento.

Per ciò che concerne gli impianti di lavaggio ruote esistono sostanzialmente due tipologie:

- impianti di lavaggio in pressione;
- impianti di lavaggio a diluvio.

Le caratteristiche delle due tecnologie sono sintetizzate nelle schede riportate in **Figura 48** ÷ **Figura 49**.

Per ciò che concerne le attività di spazzatura esse potranno essere svolte da macchinari dotati di sistemi di spazzole rotanti e bagnati cui è applicato anche un sistema di aspirazione montati stabilmente su veicoli commerciali (camion di piccole/medie dimensioni o veicoli ad hoc) o applicabili in caso di necessità a mezzi da cantiere (**Figura 47**). In fase esecutiva andrà predisposto un piano di lavaggio che individui la frequenza delle attività anche in funzione delle condizioni meteo-climatiche e dell'intensità delle attività nell'area di cantiere.



Figura 47 – Esempi di macchine spazzatrici

<p><i>Obiettivo della mitigazione</i></p>	<p>Pulire i pneumatici, i parafranghi e i telai dei mezzi pesanti che transitano nelle aree di cantiere per evitare che depositino materiale sulla viabilità pubblica che potrebbe essere facilmente comminuto e risollevato dal transito dei veicoli.</p>
<p><i>Principio di funzionamento</i></p>	<p>Sistema di lavaggio mediante getti di acqua in pressione erogati da ugelli nebulizzatori e lavatori.</p>
<p><i>Caratteristiche tecnologiche di massima (ipotizzando sistemi di lavaggio ad alta pressione facilmente smontabili ed in grado di lavare un coppia di pneumatici alla volta)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Occupazione in pianta: ~ 6 x 3 m + eventuali rampe di accesso e uscita + eventuale serbatoio in esterno. • Necessità di un serbatoio d'acqua (7.5 m³ - 40 m³). • Normalmente non necessità di allacciamento alla fogna per la presenza di sistemi di ricircolo dell'acqua dopo processo di depurazione per sedimentazione eventualmente favorita dalla presenza di flocculanti e raschiatori. • Necessità di scavo solo in presenza di serbatoio al di sotto dell'impianto e non fuori terra. • Possibile dotazione di sistemi a fotocellula per l'attivazione degli ugelli. • Necessità di allacciamento alla rete elettrica (potenza necessaria 10÷20 kW). • Numero di ugelli: 70÷250. • Per garantire maggiore efficacia al sistema di lavaggio: separare ingresso e uscita, evitare la possibilità di by passare il sistema di lavaggio, prevedere zona in ghiaia a valle del lavaggio per favorire l'asciugatura.
	

Figura 48 – Sistemi di lavaggio dei pneumatici A **PRESSIONE**

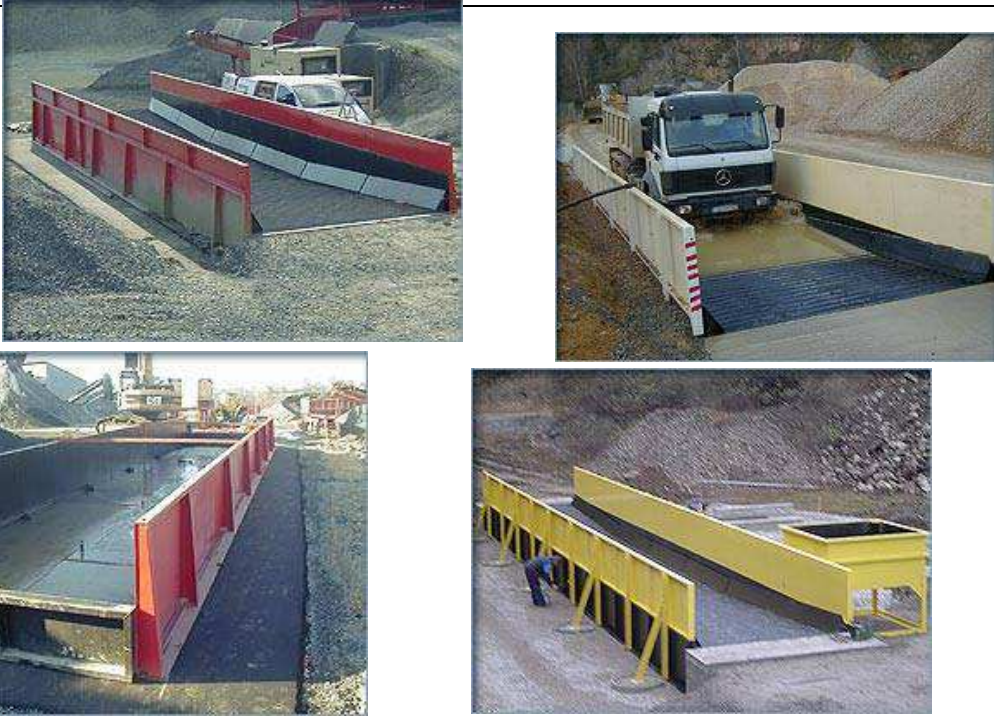
<p><i>Obiettivo della mitigazione</i></p>	<p>Pulire i pneumatici, i parafranghi e i telai dei mezzi pesanti che transitano nelle aree di cantiere per evitare che depositino materiale sulla viabilità pubblica che potrebbe essere facilmente comminato e risollevato dal transito dei veicoli.</p>
<p><i>Principio di funzionamento</i></p>	<p>Sistema di lavaggio mediante attraversamento di vasca d'acqua con fondo adeguatamente sagomato per favorire la rimozione del materiale adeso ai pneumatici.</p>
<p><i>Caratteristiche tecnologiche di massima (ipotizzando sistemi di lavaggio a bacino)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Occupazione in pianta: ~ 15 x 4 m + eventuali rampe di accesso e uscita. • Necessità di periodico ricambio dell'acqua e pulizia. • Non necessità di allacciamenti alla linea elettrica.
	

Figura 49 – Sistemi di lavaggio dei pneumatici A DILUVIO

Piano di monitoraggio ambientale

Un importante strumento per il controllo degli impatti dell'opera oggetto di studio è rappresentato dalla possibilità di svolgere rilievi strumentali finalizzati a verificare l'effettiva

entità degli impatti in fase di realizzazione ed esercizio. Qualora le verifiche evidenziassero la presenza di alterazioni non compatibili sarà possibile predisporre interventi mitigativi integrativi.

Nella caso specifico le attività di monitoraggio, per i dettagli delle quali si rimanda al Piano di Monitoraggio Ambientale, saranno svolte in corrispondenza del ricettore che, in ragione della sua distanza dal sito, potrà essere interessato dagli impatti più significativi, ossia l'edificio residenziale/commerciale sito lungo la SS 25 (cfr **Figura 50**).

Gli inquinanti oggetto di monitoraggio saranno:

- rilievo degli inquinanti da traffico: NO, NO₂, SO₂, CO, O₃, BTEX, PTS, PM₁₀; PM_{2.5};
- monitoraggio delle polveri: PTS, PM₁₀; PM_{2.5}.

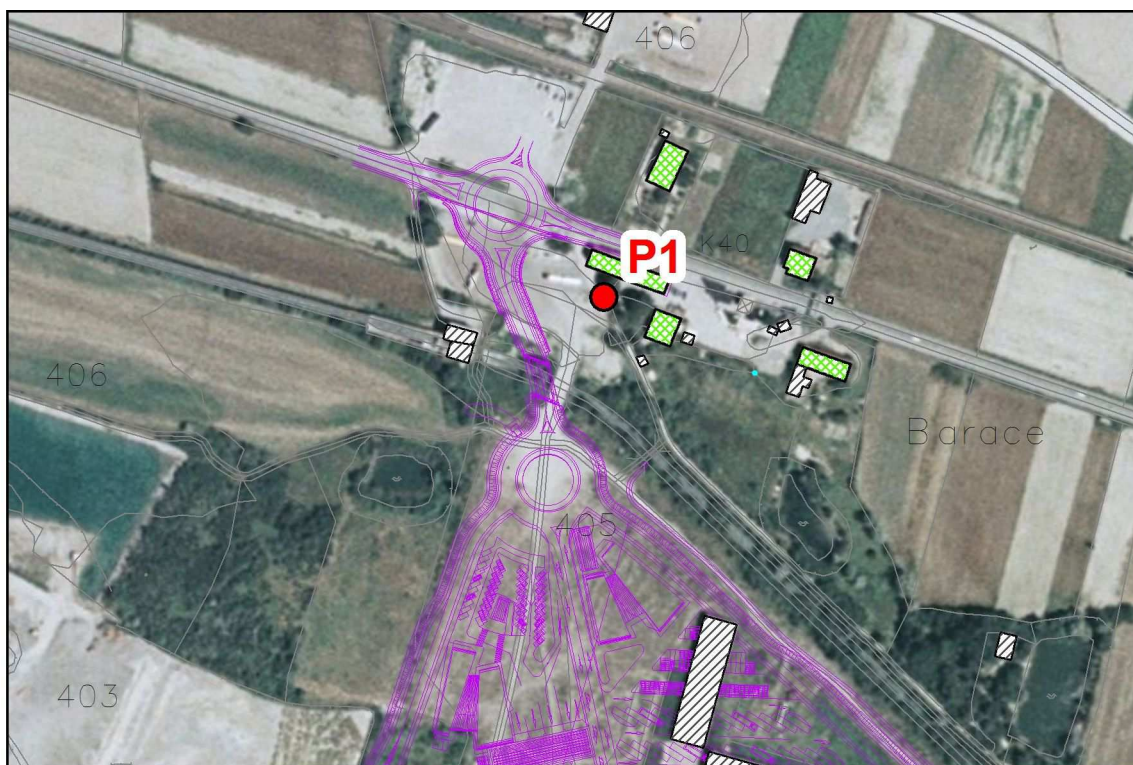


Figura 50 – Localizzazione postazione di monitoraggio

5. ANALISI DEGLI IMPATTI NELLA FASE DI ESERCIZIO

Gli impatti sulla componente atmosfera associati all'esercizio dell'opera derivano dalle emissioni associate a flussi veicolari che saranno attratti dai servizi offerti dall'Autoporto. Nella **Figura 51** si riporta la stima dei flussi veicolari in ingresso e uscita dal futuro Autoporto. Come si può osservare il flusso massimo nell'ora di punta (7.30-8.30) è pari a 135 veicoli totali di cui 40 pesanti. In termini di TGM infrasettimanale il flusso, in transito sulla A32, attratto dal nuovo Autoporto sarà pari a 1720 veicoli di cui 770 pesanti. Per ciò che riguarda la SS25, interessata esclusivamente da una quota parte (stimata nel 25%) del flusso associato agli addetti che operano all'interno dell'Autoporto, il TGM stimato risulta pari a 80 veicoli/giorno.

In situazioni di emergenza (forti nevicate, incidenti nel tunnel del Frejus) per le quali si prevede una periodicità di 5/10 volte all'anno si potrà verificare un'attrazione aggiuntiva di veicoli pesanti provenienti dall'autostrada pari a circa 450 veicoli/giorno.

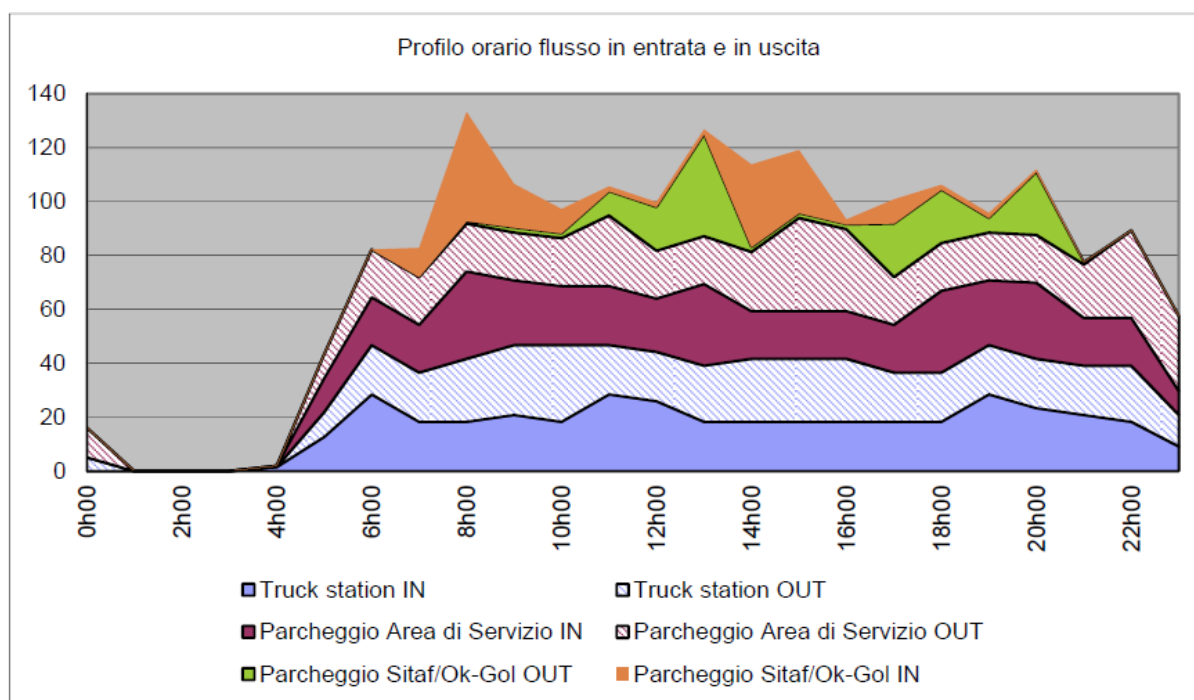


Figura 51 – Flussi veicolari attratti dall'Autoporto di San Didero

In termini quantitativi gli impatti possono essere ragionevolmente considerati trascurabili.

Dal punto di vista globale non si assiste ad un aumento delle emissioni, ma semplicemente ad una loro rilocalizzazione: infatti l'entrata in esercizio del nuovo Autoporto comporterà la dismissione dell'attuale Autoporto di Susa.

Dal punto di vista locale i maggiori flussi si verificheranno in ingresso e in uscita dalla A32, in un'area che dista mediamente più di 100 m dagli edifici residenziali maggiormente prossimi all'Autoporto, distanza oltre la quale le concentrazioni di inquinante emesse dai veicoli risultano ragionevolmente trascurabili. Si ritiene, inoltre, opportuno sottolineare che tali flussi non rappresentano un flusso aggiuntivo rispetto ai flussi circolanti lungo l'autostrada ma semplicemente un lieve incremento dello sviluppo lineare dei percorsi dei

suddetti mezzi che, invece di procedere lungo l'Autostrada, ne escono temporaneamente per poi rientrarvi.

Relativamente alla SS25, il flusso associato agli addetti che opereranno nell'autoporto risulta del tutto trascurabile rispetto agli attuali flussi veicolari; esso è infatti pari a 80 veicoli/giorno a fronte di un TGM compreso tra 5.000 e 10.000 veicoli, come testimoniato da rilievi del 2002 contenuti nel "Database dati di traffico infrastrutture di trasporto stradale" della Provincia di Torino.

6. CONCLUSIONI

Le analisi sviluppate hanno evidenziato che, in presenza della corretta implementazione dei presidi necessari, i livelli di impatto in fase di cantiere sulla componente atmosfera possono essere considerati ragionevolmente contenuti. Viceversa l'assenza dei corretti presidi potrebbe determinare impatti anche significativi in corrispondenza del sistema ricettori presente nell'intorno dell'area oggetto di intervento.

In fase di esercizio non sono state evidenziate criticità in ragione sia della distanza di ricettori dalle aree interessate dai flussi veicolari più significativi, sia del fatto che l'opera non rappresenta, per il traffico autostradale, un polo di attrazione, ma semplicemente una possibile "deviazione" con un trascurabile incremento di percorso dei mezzi che già transitano lungo l'Autostrada A32.

ALLEGATI

Allegato B - Tavole grafiche