

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD

1° LOTTO

Piovene Rocchette - Valle dell'Astico

PROGETTO DEFINITIVO

CUP G21B1 30006 60005

WBS B25.A31N.L1

COMMESSA J16L1

COMMITTENTE



S.p.A. AUTOSTRADA BRESCIA VERONA VICENZA PADOVA
Area Costruzioni Autostradali

CAPO COMMESSA
PER LA PROGETTAZIONE
Dott. Ing. Gabriella Costantini

PRESTATORE DI SERVIZI:
CONSORZIO RAETIA



RAPPRESENTANTE: Dott. Ing. Alberto Scotti

PROGETTAZIONE:
ITALCONSULT

RESPONSABILE DELL'INTERAZIONE
TRA LE PARTI STAZIONI SPECIALISTICHE:
Technital S.p.A. - Dott. Ing. Andrea Renso



Il Responsabile:
Ing. Giovanni Mondello

ELABORATO: **STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE**
Quadro di riferimento ambientale
Atmosfera - Tracciato completo
Studio modellistico dispersione inquinanti in atmosfera

Progressivo Rev.
05 04 07 002 02

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Controllo	Approvazione	SCALA: 1:10.000
00	APRILE 2017	PRIMA EMISSIONE	ITALCONSULT S.RENIERO	ITALCONSULT U.LUGLI	ITALCONSULT G.MONDELLO	NOME FILE: J16L1_050407002_0101_OPD_02_COP.DWG
01	GIUGNO 2017	REVISIONE PER ADEGUAMENTO CARTIGLIO	ITALCONSULT - S.RENIERO	U.LUGLI	G.MONDELLO	CM. PROGR. FG. LIV. REV.
02	LUGLIO 2017	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI	ITALCONSULT - S.RENIERO	U.LUGLI	G.MONDELLO	J16L1_05_04_07_002_0101_OPD_02

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO
PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

Committente:



Progettazione:

CONSORZIO RAETIA



PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
STUDIO MODELLISTICO DISTRIBUZIONE INQUINANTI IN ATMOSFERA

I N D I C E

1	PREMESSA	6
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
3	STATO DELLA QUALITÀ DELL’ARIA ANTE-OPERAM	8
3.1	QUALITA’ ARIA DA RETE DI MONITORAGGIO REGIONALE ARPAV	8
3.2	DATI QUALITA’ ARIA DA CAMPAGNA CON MEZZO MOBILE NELL’AREA OGGETTO DI INTERVENTO	12
3.3	DETERMINAZIONE DEI VALORI DI FONDO ANTE-OPERAM QUALITA’ ARIA	19
3.4	CONCLUSIONI	32
4	MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO: CALMET/CALPUFF	34
4.1	Caratteristiche del MODELLO CALMET	34
4.2	Caratteristiche del MODELLO CALPUFF	35
4.3	Caratteristiche del MODELLO CALPOST	38
5	CARATTERIZZAZIONE METEO CLIMATICA DELL’AREA- MODELLO CALMET 3D ARPAV	39
	Figura 38 Orografia Area - DEM	40
	Figura 41 Uso del Suolo (Corine Land Cover – Fonte: regione Veneto)	41
6	DEFINIZIONE DELLE GRIGLIE DI CALCOLO E RECETTORI	42
	L’area 2 (cfr.	42
	Figura 39 Griglia di calcolo e DTM – Area 1	43
	Figura 40 Griglia di calcolo e DTM – Area 2	43
7	CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE	45
7.1	FLUSSI DI TRAFFICO VEICOLARE	45
	Figura 42 Tratti A31 – Flusso veicolare	46
7.2	FATTORI DI EMISSIONE DEL TRAFFICO VEICOLARE	46
7.3	BOX MODEL – IPOTESI E VERIFICA FLUSSI EMISSIONE	48
7.4	IPOTESI MODELLISTICHE E SCHEMATIZZAZIONE SORGENTI EMISSIVE	51
7.4.1	CARATTERISTICHE E LOCALIZZAZIONI SORGENTI AREA 1	54
	Figura 43 - Localizzazione sorgenti Areali - Area 1 - tratti a cielo aperto presenti dal Km 0 al Km 2,24	55
	Figura 44 - Localizzazione sorgenti Areali - Area 1 - dal Km 3,5 al Km 4,7	55

Figura 45 - Localizzazione sorgenti puntuali - Area 1	56
7.4.2 CARATTERISTICHE E LOCALIZZAZIONI SORGENTI AREA 2	56
7.4.3 CARATTERISTICHE E LOCALIZZAZIONI SORGENTI AREA 3	58
8 ANALISI DEI RISULTATI E VERIFICA DEL RISPETTO DEI LIMITI DI LEGGE – POST-OPERAM	60
AREA1	61
AREA2	62
AREA3	63
9 CONCLUSIONI	66

Indice delle tabelle

Tabella 1: Valori limite di qualità dell’aria (Decreto Lgs. 13 Agosto 2010, n. 155)	7
Tabella 2: Statistiche Concentrazioni inquinanti (NO ₂ ,NOx, PM ₁₀) rilevate nella stazione ARPAV di Schio (VI)	11
Tabella 3: Statistiche Concentrazioni inquinanti (NO ₂ ,NOx, PM ₁₀ , CO) rilevate nei punti PD01, PD02, PD03, PD04 e PD05.....	13
Tabella 4: Statistiche Concentrazioni inquinanti (NO ₂ , NOx, PM ₁₀) rilevate nei punti PD01, PD02, PD03, PD04, PD05 e SCHIO	14
Tabella 5: Concentrazioni di fondo rappresentative per i punti di monitoraggio	32
Tabella 6: Fattore correttivo PIARC - Rinnovo del parco veicolare nel tempo	47
Tabella 7: Fattore correttivo flussi di emissione tra 2015 e 2030	47
Tabella 8: Fattori emissivi COPERT - (highway: ambito autostradale) – Anno 2030	47
Tabella 9: Calcolo della concentrazione all’interno della galleria Cogollo	50
Tabella 10: flussi di emissione in corrispondenza delle uscite dalle gallerie – Calcolo COPERT.....	50
Tabella 11: Concentrazione di NO2 nelle gallerie.....	50
Tabella 12: Caratteristiche di ciascuna sezione oggetto di simulazione per la stima delle emissioni in atmosfera per i diversi inquinanti secondo la metodologia COPERT	52
Tabella 13: Flussi massici di emissione per ciascun tratto sommando il contributo delle due direzioni di marcia.....	52
Tabella 14: Caratteristiche emissive sorgenti areali - Area 1	54
Tabella 15: Caratteristiche emissive sorgenti puntuali – Area 1	54
Tabella 16: Caratteristiche emissive sorgenti areali - Area 2	56
Tabella 17: Caratteristiche emissive sorgenti puntuali – Area 2	57
Tabella 18: Caratteristiche emissive sorgenti areali - Area 3	58
Tabella 19: Caratteristiche emissive sorgenti puntuali – Area 3	58

Tabella 20: Valori di Concentrazione totale e contributi A31 per le sorgenti ricadenti nell'area 1 a 100 m dall'asse del tracciato	64
Tabella 21: Valori di Concentrazione totale e contributi A31 per le sorgenti ricadenti nell'area 2 a 100 m dall'asse del tracciato	65
Tabella 22: Valori di Concentrazione totale e contributi A31 per le sorgenti ricadenti nell'area 3 a 100 m dall'asse del tracciato	65

Indice delle figure

Figura 1 Mappa localizzazione stazioni di monitoraggio qualità dell'aria – Provincia di Vicenza	9
Figura 2 Elenco Stazioni e Inquinanti Monitorati – Provincia di Vicenza	10
Figura 3 Andamento serie storica CO – Stazione ARPAV Schio	11
Figura 4 Localizzazione punti monitoraggio qualità aria	12
Figura 5 Andamento concentrazioni orarie di NO ₂ in corrispondenza dei punti PD01, PD02 e stazione ARPAV di Schio.....	15
Figura 6 Andamento concentrazioni orarie di NO ₂ in corrispondenza dei punti PD03, PD04 e stazione ARPAV di Schio.....	15
Figura 7 Andamento concentrazioni orarie di NO ₂ in corrispondenza del punto PD05 e stazione ARPAV di Schio	16
Figura 8 Andamento concentrazioni orarie di NO _x in corrispondenza dei punti PD03, PD04 e stazione ARPAV di Schio.....	17
Figura 9 Andamento concentrazioni orarie di NO _x in corrispondenza del punto PD05 e stazione ARPAV di Schio	18
Figura 10 Andamento concentrazioni orarie di PM ₁₀ in corrispondenza dei punti PD01, PD02 e stazione ARPAV di Schio.....	18
Figura 11 Andamento concentrazioni orarie di PM ₁₀ in corrispondenza dei punti PD03, PD04 e stazione ARPAV di Schio	19
Figura 12 Andamento concentrazioni orarie di PM ₁₀ in corrispondenza del punto PD05 e stazione ARPAV di Schio.....	19
Figura 13 SCATTER PD01-SCHIO – NO ₂	20
Figura 14 SCATTER PD02-SCHIO – NO ₂	21
Figura 15 SCATTER PD01-PD02 – NO ₂	21
Figura 16 SCATTER PD03-SCHIO – NO ₂	21
Figura 17 SCATTER PD04-SCHIO – NO ₂	22
Figura 18 SCATTER PD03-PD04 – NO ₂	22
Figura 19 SCATTER PD05-SCHIO – NO ₂	23
Figura 20 SCATTER PD01-SCHIO – NO _x	23
Figura 21 SCATTER PD02-SCHIO – NO _x	24

Figura 22	SCATTER PD01-PD02 – NOx	24
Figura 23	SCATTER PD03-SCHIO – NOx.....	25
Figura 24	SCATTER PD04-SCHIO – NOx.....	25
Figura 25	SCATTER PD03-PD04 – NOx	26
Figura 26	SCATTER PD05-SCHIO – NOx.....	26
Figura 27	SCATTER PD01-SCHIO – PM ₁₀	27
Figura 28	SCATTER PD02-SCHIO – PM ₁₀	27
Figura 29	SCATTER PD02-PD01 – PM ₁₀	28
Figura 30	SCATTER PD03-SCHIO – PM ₁₀	28
Figura 31	SCATTER PD04-SCHIO – PM ₁₀	29
Figura 32	SCATTER PD03-PD04 – PM ₁₀	30
Figura 33	SCATTER PD05-SCHIO – PM ₁₀	30
Figura 34	SCATTER Statistiche Punti di Monitoraggio PD – dati SCHIO.....	31
Figura 35	Differenze di dispersione fra modelli a puff (sinistra) e gaussiani tradizionali (destra).....	36
Figura 36	Segmentazione del pennacchio nei modelli a puff.....	36
Figura 37	Schema per un modello a puff con indicazione dei coefficienti di dispersione relativi al puff k	37
Figura 38	Orografia Area - DEM.....	40
Figura 39	Griglia di calcolo e DTM – Area 1.....	43
Figura 40	Griglia di calcolo e DTM – Area 2	43
Figura 41	Griglia di calcolo e DTM – Area 3	44
Figura 42	Tratti A31 – Flusso veicolare	46
Figura 43	- Localizzazione sorgenti Areali - Area 1 - tratti a cielo aperto presenti dal Km 0 al Km 2,24	55
Figura 44	- Localizzazione sorgenti Areali - Area 1 - dal Km 3,5 al Km 4,7	55
Figura 45	- Localizzazione sorgenti puntuali - Area 1.....	56
Figura 46	- Localizzazione sorgenti Areali - Area 2.....	57
Figura 47	- Localizzazione sorgenti puntuali - Area 2.....	58
Figura 48	- Localizzazione sorgenti Areali - Area 3.....	59
Figura 49	- Localizzazione sorgenti puntuali - Area 3.....	59

1 PREMESSA

L’obiettivo del presente documento riguarda l’impatto ambientale sulla componente atmosfera ed in particolare la descrizione dello studio modellistico relativo alla dispersione degli inquinanti in atmosfera rilasciati dal traffico veicolare che interessa il progetto di realizzazione dell’infrastruttura autostradale denominata A31 Valdastico Nord per il tratto Piovene Rocchette- Valle dell’Astico di seguito A31.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La qualità dell’aria, nella normativa italiana, viene tutelata sia in termini di limiti alle emissioni (D.Lgs. 152/2006), ovvero attraverso limiti sulle concentrazioni di inquinanti nel momento in cui essi escono dalla sorgente ed entrano in contatto con l’atmosfera, sia in termini di immissioni (D.Lgs. 155/2010), ovvero le concentrazioni di inquinanti in aria presso i potenziali ricettori, imponendo limiti di concentrazioni per la qualità dell’aria ambiente.

Poiché l’oggetto dello studio riguarda la valutazione del progetto in termini di impatti sulla qualità dell’aria presso i recettori ovvero nei punti di immissione si procede nell’inquadramento normativo dei limiti di qualità dell’aria definiti D.Lgs. 155/2010.

Il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, in attuazione della direttiva Comunitarie 2008/50/CE, relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa, definisce (Allegato XI) i valori limiti e i valori obiettivo per il Biossido di Zolfo, il Biossido di Azoto, gli ossidi di Azoto, il particolato (PM₁₀ e PM_{2.5}), il Piombo, il Benzene e il Monossido di Carbonio. Il decreto abroga di fatto tutto il corpo normativo previgente sulla Qualità dell’aria pur non portando modifiche ai valori limite/obiettivo per gli inquinanti già normati da leggi precedenti. L’allegato XIII definisce invece i valori obiettivo per la protezione della salute umana per Arsenico, Cadmio, Nichel e benzo(a)pirene.

Nella Tabella 1 sono indicati, per gli inquinanti menzionati, il periodo di mediazione, il valore limite e la data entro il quale il limite deve essere raggiunto.

Inquinante	Livello di protezione	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
SO ₂	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per l’anno civile (corrisponde al 99,726 perc.)	1° gennaio 2005
	Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per l’anno civile (corrisponde al 99,178 perc.)	1° gennaio 2005

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Inquinante	Livello di protezione	Periodo di mediazione	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
	Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile e Inverno (1 ottobre – 31 marzo)	20 µg/m ³	-
NO ₂	Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ NO ₂ da non superare più di 18 volte per l'anno civile (corrisponde al 99,794 perc.)	1° gennaio 2010
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³ NO ₂	1° gennaio 2010
NO _x	Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 µg/m ³ NO _x	-
PM ₁₀	Valore limite orario per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per l'anno civile (corrisponde al 90,410 perc.)	1° gennaio 2005
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³	1° gennaio 2005
PM _{2,5}	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	25 µg/m ³	1° gennaio 2015
Pb	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	0,5 µg/m ³	1° gennaio 2005
Benzene	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	5 µg/m ³	1° gennaio 2010
CO	Valore limite per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	1° gennaio 2005
Arsenico	Valore obiettivo per la protezione della salute umana	Riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM10, calcolato come media su un anno civile	6 ng/m ³	31 dicembre 2012
cadmio	Valore obiettivo per la protezione della salute umana		5 ng/m ³	31 dicembre 2012
Nichel	Valore obiettivo per la protezione della salute umana		20 ng/m ³	31 dicembre 2012
Benzo(a)pirene	Valore obiettivo per la protezione della salute umana		1 ng/m ³	31 dicembre 2012

Tabella 1: Valori limite di qualità dell'aria (Decreto Lgs. 13 Agosto 2010, n. 155)

3 STATO DELLA QUALITÀ DELL’ARIA ANTE-OPERAM

In questo paragrafo si descrive lo stato di qualità dell’aria in condizioni ante-operam analizzando i dati resi disponibili dalla rete di monitoraggio ARPAV integrati con i dati raccolti da una specifica campagna di monitoraggio con mezzi mobili condotte dal proponente (Cfr. paragrafo 3.2).

Analizzando ed elaborando statisticamente i dati di qualità dell’aria disponibili si determinano i valori rappresentativi del fondo ante-operam che saranno utilizzati per la quantificazione dell’impatto post-operam dell’opera A31 (Autostrada A 31 Nord Trento Rovigo – Tronco Trento - Valdastico – Piovene Rocchette) sommando al contributo dell’opera in esame simulato mediante modello di ricaduta (CALMET/CALPUFF) il valore di fondo ante-operam.

In particolare per ciascun punto oggetto del monitoraggio con mezzo mobile saranno determinati dei valori rappresentativi del fondo per i diversi inquinanti di interesse, questi valori saranno considerati costanti all’interno dell’area di pertinenza del punto di monitoraggio.

3.1 QUALITÀ ARIA DA RETE DI MONITORAGGIO REGIONALE ARPAV

Come riportato nel documento ARPAV “Il Monitoraggio della Qualità dell’Aria effettuato dalle stazioni fisse Provincia di Vicenza Anno 2014-2015”, in provincia di Vicenza sono presenti otto stazioni che forniscono misure in continuo di dati inerenti la qualità dell’aria.

La mappa con l’ubicazione delle stazioni e l’elenco degli inquinanti monitorati presso ciascuna stazione sono descritti e riportate nelle figure che seguono.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

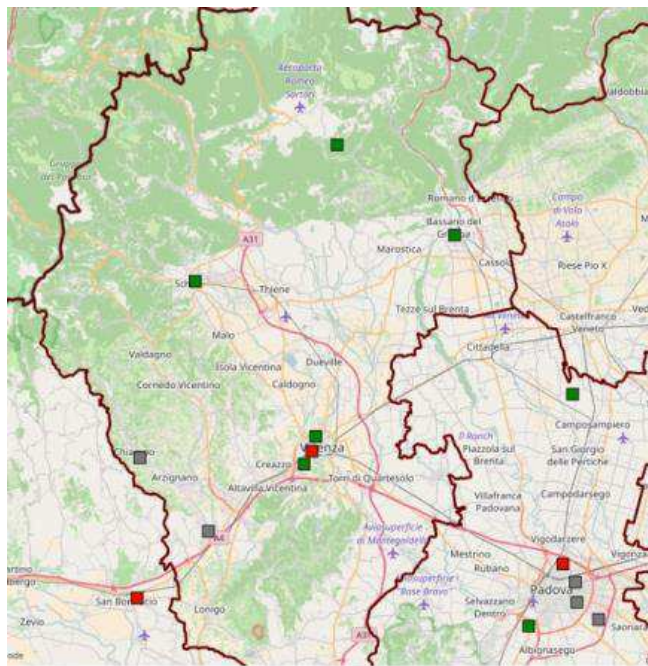


Figura 1 Mappa localizzazione stazioni di monitoraggio qualità dell’aria – Provincia di Vicenza

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Stazione	Operativa dal	Inquinanti monitorati
Asiago Cima Ekar	Luglio 2006	Ossidi di Azoto NO ₂ - NO - NO _x Ozono
Bassano del Grappa Via Muhlacker	Maggio 1996	Ossidi di Azoto NO ₂ - NO - NO _x Ozono PM2.5
Chiampo Via dei Laghi	Giugno 2006	Ossidi di Azoto NO ₂ - NO - NO _x Acido Solfidrico Benzene Toluene Orto-meta-para Xileni
Montebello Vicentino Viale Trento	1998	Ossidi di Azoto NO ₂ - NO - NO _x Acido Solfidrico
Schio Via Vecellio	1985	Ossidi di Azoto NO ₂ - NO - NO _x Ozono Monossido di Carbonio (fino al 31/12/2014) Anidride Solforosa (fino al 31/12/2014) Benzene Toluene Orto-meta-para Xileni PM10 Idrocarburi Policiclici Aromatici IPA Nichel, Cadmio, Piombo, Arsenico
Vicenza Via Baracca - Ferrovieri	Aprile 2008	Ossidi di Azoto NO ₂ - NO - NO _x Monossido di Carbonio Ozono PM10
Vicenza Corso San Felice	Dicembre 2006	Ossidi di Azoto NO ₂ - NO - NO _x Monossido di Carbonio Anidride Solforosa Benzene Toluene Orto-meta-para Xileni PM10
Vicenza Via Tommaseo – Quartiere Italia	Marzo 1998	Ossidi di Azoto NO ₂ - NO - NO _x Ozono PM10 PM2.5 Idrocarburi Policiclici Aromatici IPA Nichel, Cadmio, Piombo, Arsenico

Figura 2 Elenco Stazioni e Inquinanti Monitorati – Provincia di Vicenza

La stazione di monitoraggio della qualità dell’aria considerata maggiormente rappresentativa per l’area di interesse dell’opera A31 è la stazione di fondo urbano di Schio in Provincia di Vicenza. Essa risulta la più vicina all’area di studio (distante solo 8 km dal Comune di Piovene Rocchette e 10 km dalla località Valle dell’Astico).

Nella tabella che segue si riportano i valori statistici rilevati nella stazione di Schio nel corso dell’anno 2016 e per i giorni del 2017 in cui sono state condotte dal proponente dell’opera le indagini di monitoraggio mediante mezzo mobile (campagna di misura dal 3 al 17 Febbraio 2017, campagna dal 21 Febbraio al 3 Marzo 2017 e campagna dal 10 Marzo al 24 Marzo 2017). I dati sono stati forniti e validati da ARPAV Servizio Osservatorio Regionale Aria.

Gli inquinanti che vengono analizzati sono: NO₂, NO_x, PM₁₀ e CO, ovvero quelli di interesse per la determinazione del fondo ante-operam ed oggetto delle successive simulazioni modellistiche di dispersione degli inquinanti in atmosfera per la quantificazione dell’impatto post-operam.

Inquinante	Anno 2016	3-17/02/2017	21/02-8/03 2017	10-24/03 2017
NO₂ (µg/m³)				
Max oraria	123	77	77	105
99,794 perc Max oraria	93	76,27	76,22	101,41
Media Annuale	21,3	32,02	31,5	18,60
Dev.st orarie	17,59	15,91	17,13	27,90
Inquinante	Anno 2016	3-17/02/2017	21/02-8/03 2017	10-24/03 2017
NO_x (µg/m³)				
Max oraria	408	229	125	198
99,794 perc Max oraria	280,42	226,83	124,22	162,77
Media Annuale	31,5	47,33	39,12	32,55
Dev.st orarie	38,78	36,63	25,45	26,35
Inquinante	Anno 2016	3-17/02/2017	21/02-8/03 2017	10-24/03 2017
PM₁₀ (µg/m³)				
Max giornaliera	149	55	94	96
99,794 perc Max giornaliera	45	42,25	74,32	80,94
Media giornaliera	23	30	39,15	52,38
Dev.st giornaliera	17,26	11,70	23,65	28,01

Tabella 2: Statistiche Concentrazioni inquinanti (NO₂,NO_x, PM₁₀) rilevate nella stazione ARPAV di Schio (VI)

Per quanto riguarda il CO, in quanto al momento non sono disponibili i dati orari per il 2016/2017, si riportano i valori della serie storica della massima media mobile 8h per la stazione di Schio. Ai fini della valutazione dell’impatto ambientale sulla componente atmosfera il CO rappresenta il composto meno problematico in quanto i valori sia ante che post-operam sono nettamente al di sotto dei limiti normativi.

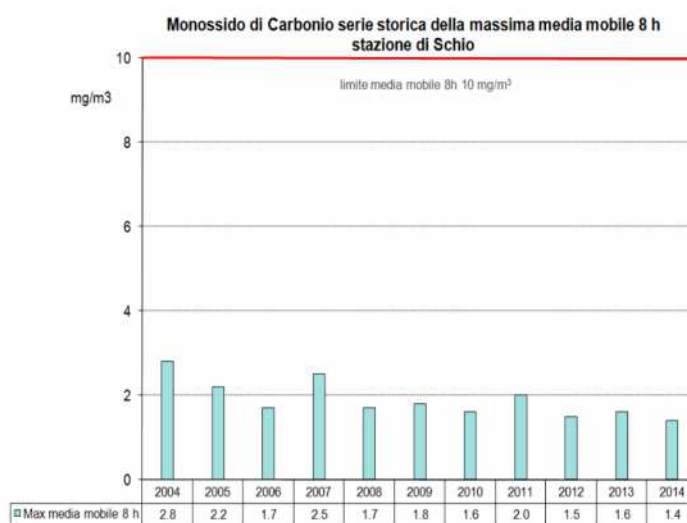


Figura 3 Andamento serie storica CO – Stazione ARPAV Schio

3.2 DATI QUALITA' ARIA DA CAMPAGNA CON MEZZO MOBILE NELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO

Il proponente dell'opera A31 ha condotto nel corso dei primi mesi del 2017 (Febbraio-Marzo) una specifica campagna di monitoraggio mediante mezzo mobile in corrispondenza di 4 punti denominati ATOPD01, ATOPD02, ATOPD03, ATOPD04 e ATOPD05 localizzati come riportato nella figura che segue.

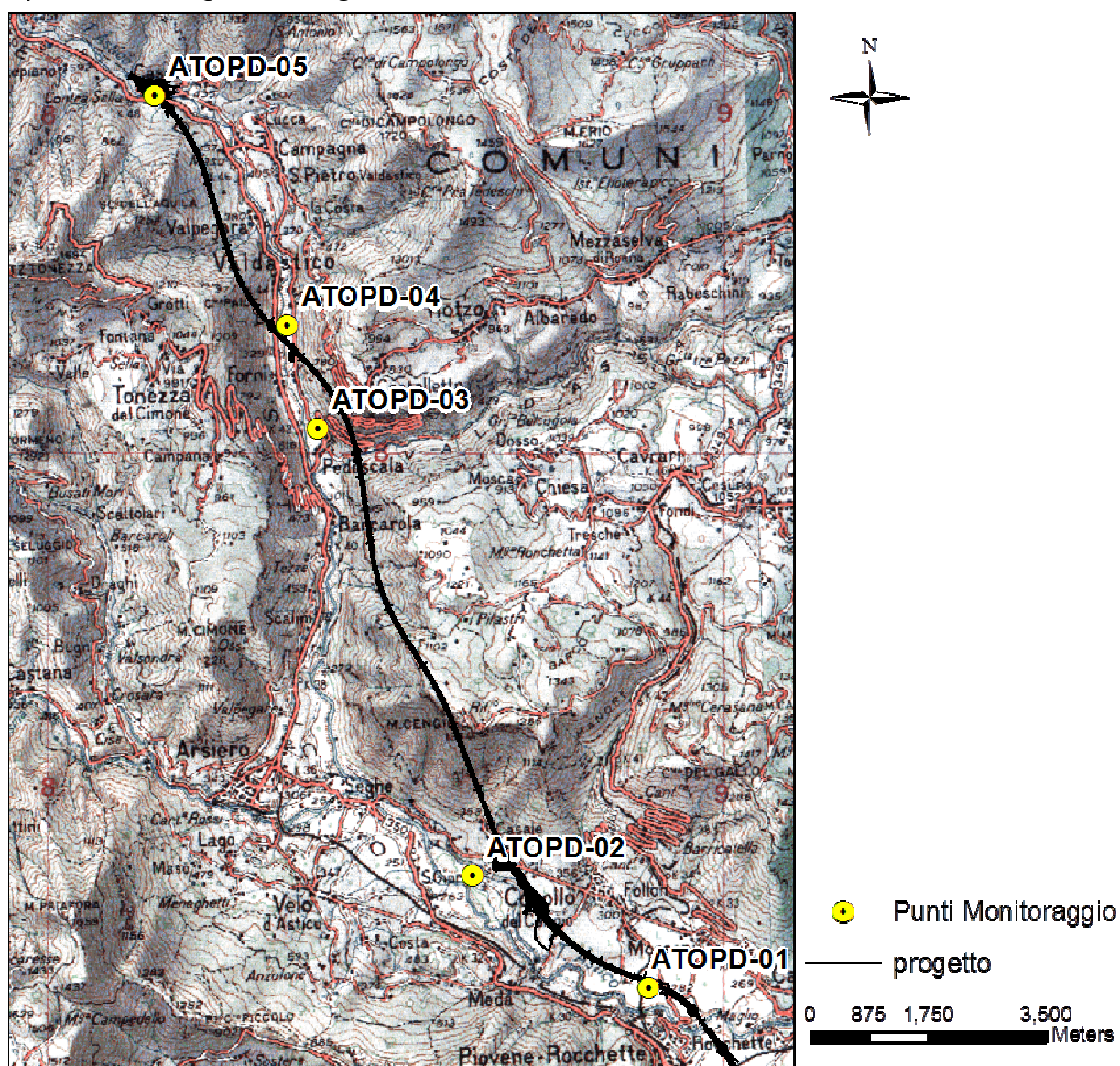


Figura 4 Localizzazione punti monitoraggio qualità aria

Per i dettagli tecnici relativi alle caratteristiche dei monitoraggi ed ai parametri oggetto delle campagne si rimanda al documento "Monitoraggio qualità dell'aria - relazione di fine campagna".

In questa sezione si riportano le grandezze statistiche di interesse ottenute elaborando i dati orari degli inquinanti oggetto delle simulazioni modellistiche ovvero: NO₂, NO_x, PM₁₀ e CO.

Nella tabella che segue si riportano le statistiche rilevate durante tre campagne temporali di monitoraggio in corrispondenza dei 5 punti di indagine.

Inquinante	3-17/02/2017		21/02-8/03 2017		10-24/03 2017
NO₂ (µg/m³)	PD01	PD02	PD03	PD04	PD05
Max oraria	75,82	75,93	81,62	83,79	53,35
Media oraria	32,20	23,37	38,33	29,20	19,60
Dev.st orarie	14,67	14,68	16,95	18,23	10,93
99,794 perc Max oraria	73,17	65,77	81,47	78,65	53,21
Inquinante	3-17/02/2017		21/02-8/03 2017		10-24/03 2017
NO_x (µg/m³)	PD01	PD02	PD03	PD04	PD05
Max oraria	177,82	179,74	104,07	149,36	93,06
Media oraria	45,18	33,15	41,49	35,26	22,73
Dev.st orarie	30,41	26,56	19,37	24,77	13,42
99,794 perc Max oraria	152,98	160,43	102,20	124,90	83,80
Inquinante	3-17/02/2017		21/02-8/03 2017		10-24/03 2017
PM₁₀ (µg/m³)	PD01	PD02	PD03	PD04	PD05
Max giornaliera	31,20	46,12	90,20	47,50	81,78
Media giornaliera	21,41	23,90	31,50	19,51	38,10
Dev.st giornaliera	9,13	9,94	23,77	11,61	22,26
90.410 perc Max giornaliera	29,55	31,03	62,87	34,46	60,54
Inquinante	3-17/02/2017		21/02-8/03 2017		10-24/03 2017
CO (µg/m³)	PD01	PD02	PD03	PD04	PD05
Max oraria	1,17	1,15	2,79	1,71	2,24
Media 8h	1,08	0,96	1,05	1,49	2,19

Tabella 3: Statistiche Concentrazioni inquinanti (NO₂, NO_x, PM₁₀, CO) rilevate nei punti PD01, PD02, PD03, PD04 e PD05

Nella tabella che segue si riportano insieme le statistiche delle concentrazioni di NO₂, NO_x e PM₁₀ rilevate contemporaneamente nei punti PD e nella stazione ARPAV di Schio (VI).

Analizzando le statistiche in generale si osserva come per gli NO₂ si hanno per le massime orarie e il 99,794-esimo percentile delle massime orarie in PD01 e PD02 valori in linea con quanto rilevato nella stazione ARPAV, per PD03 e PD04 si hanno valori leggermente superiori, mentre per PD05 i valori di concentrazione risultano significativamente inferiori. Per quanto concerne gli NO_x anche per questo inquinante i valori statistici dei punti di monitoraggio sono confrontabili con i dati della stazione fissa di Schio.

Analizzando le statistiche sulle polveri si rileva come i 5 punti di monitoraggio registrano valori leggermente inferiori rispetto a quanto rilevato nella centralina di Schio.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

Inquinante	3-17/02/2017			21/02-8/03 2017			10-24/03 2017	
NO₂ (µg/m³)	PD01	PD02	SCHIO	PD03	PD04	SCHIO	PD05	SCHIO
Max oraria	75,82	75,93	77	81,62	83,79	77	53,35	105,00
Media oraria	32,20	23,37	32,02	38,33	29,20	31,5	19,60	27,90
Dev,st orarie	14,67	14,68	15,91	16,95	18,23	17,13	10,93	18,60
99,794 perc Max oraria	73,17	65,77	76,27	81,47	78,65	76,22	53,21	101,41
Inquinante	3-17/02/2017			21/02-8/03 2017			10-24/03 2017	
NO_x (µg/m³)	PD01	PD02	SCHIO	PD03	PD04	SCHIO	PD05	SCHIO
Max oraria	177,82	179,74	229	104,07	149,36	125	93,06	198,00
Media oraria	45,18	33,15	47,33	41,49	35,26	39,12	22,73	32,55
Dev,st orarie	30,41	26,56	36,63	19,37	24,77	25,45	13,42	26,35
99,794 perc Max oraria	152,98	160,43	226,83	102,20	124,90	124,22	83,80	162,77
Inquinante	3-17/02/2017			21/02-8/03 2017			10-24/03 2017	
PM₁₀ (µg/m³)	PD01	PD02	SCHIO	PD03	PD04	SCHIO	PD05	SCHIO
Max giornaliera	31,20	46,12	55	90,20	47,50	94	81,78	96,00
Media giornaliera	21,41	23,90	30	31,50	19,51	39,15	38,10	52,38
Dev,st giornaliera	9,13	9,94	11,70	23,77	11,61	23,65	22,26	28,01
90,410 perc Max giornaliera	29,55	31,03	42,25	62,87	34,46	74,32	60,54	80,94

Tabella 4: Statistiche Concentrazioni inquinanti (NO₂, NO_x, PM₁₀) rilevate nei punti PD01, PD02, PD03, PD04, PD05 e SCHIO

Nelle figure che seguono si riportano gli andamenti delle concentrazioni di NO₂, NO_x e PM₁₀ rilevate in contemporanea durante le due campagne nei punti di monitoraggio con mezzo mobile e nel punto della stazione fissa ARPAV di Schio (VI).

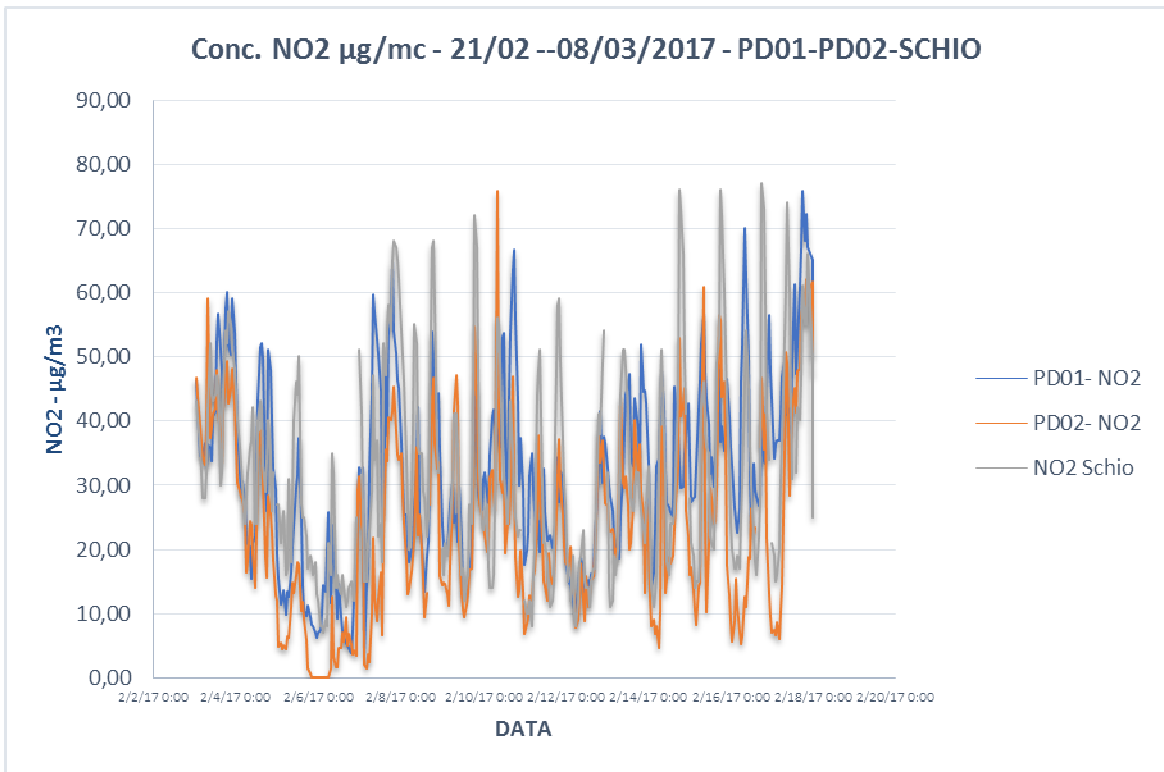


Figura 5 Andamento concentrazioni orarie di NO₂ in corrispondenza dei punti PD01, PD02 e stazione ARPAV di Schio

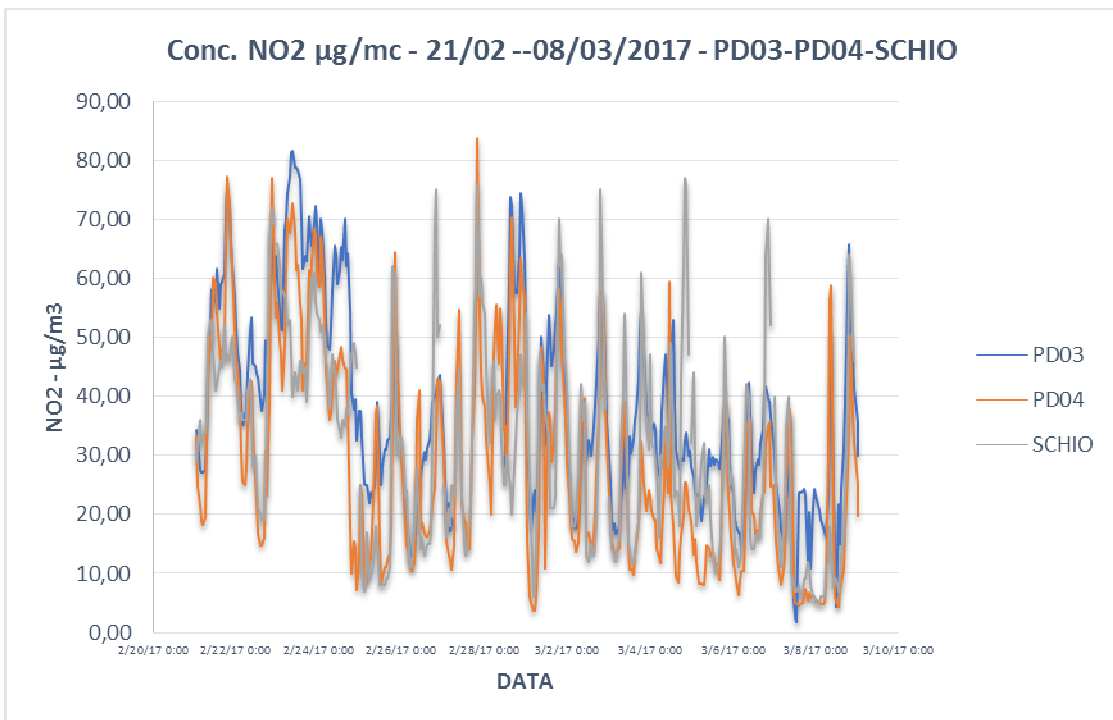


Figura 6 Andamento concentrazioni orarie di NO₂ in corrispondenza dei punti PD03, PD04 e stazione ARPAV di Schio

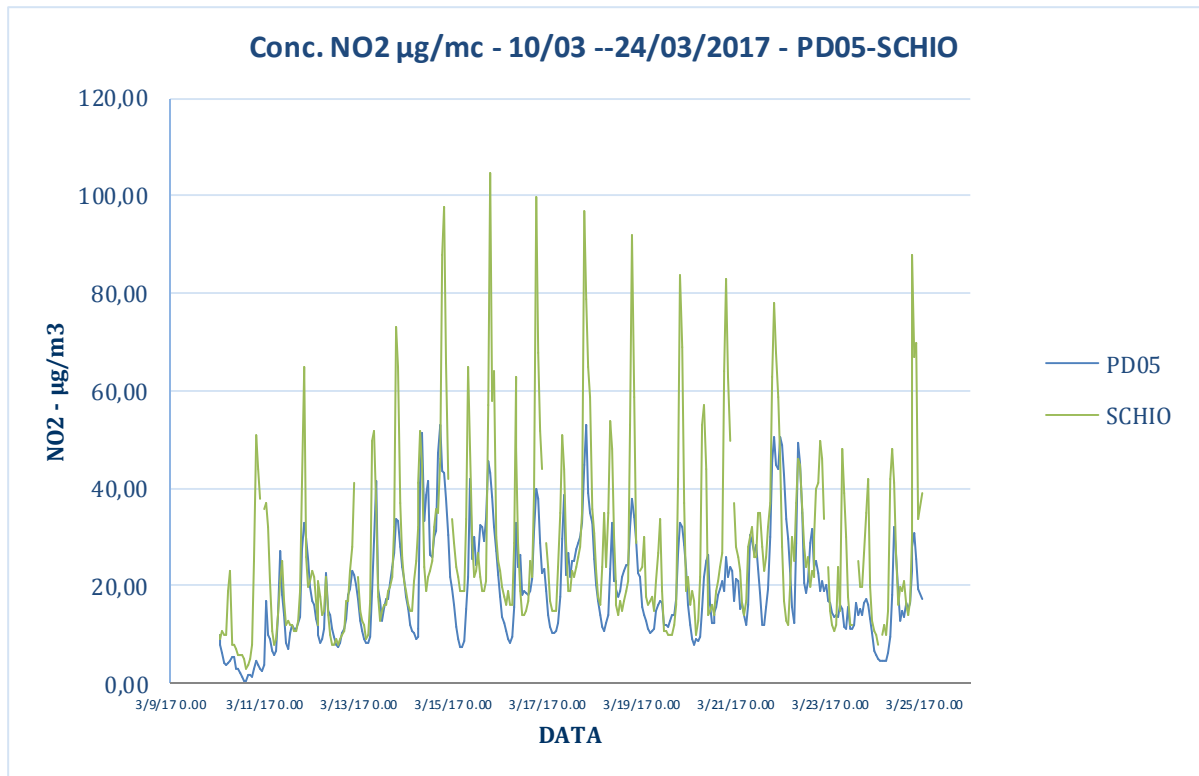


Figura 7 Andamento concentrazioni orarie di NO2 in corrispondenza del punto PD05 e stazione ARPAV di Schio

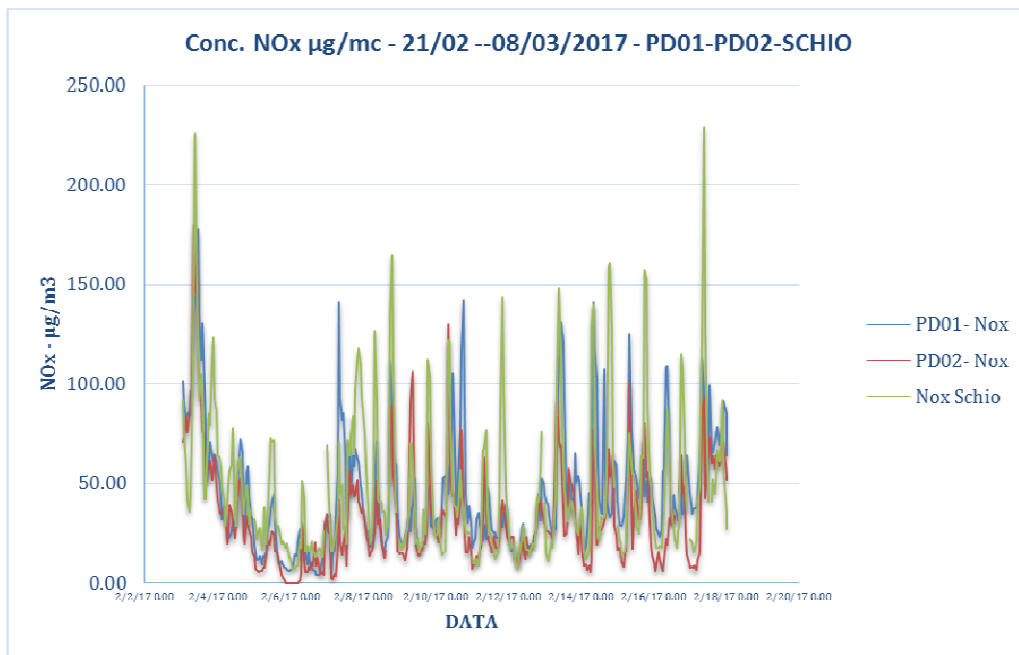


Figura 8 Andamento concentrazioni orarie di NOx in corrispondenza dei punti PD01, PD02 e stazione ARPAV di Schio

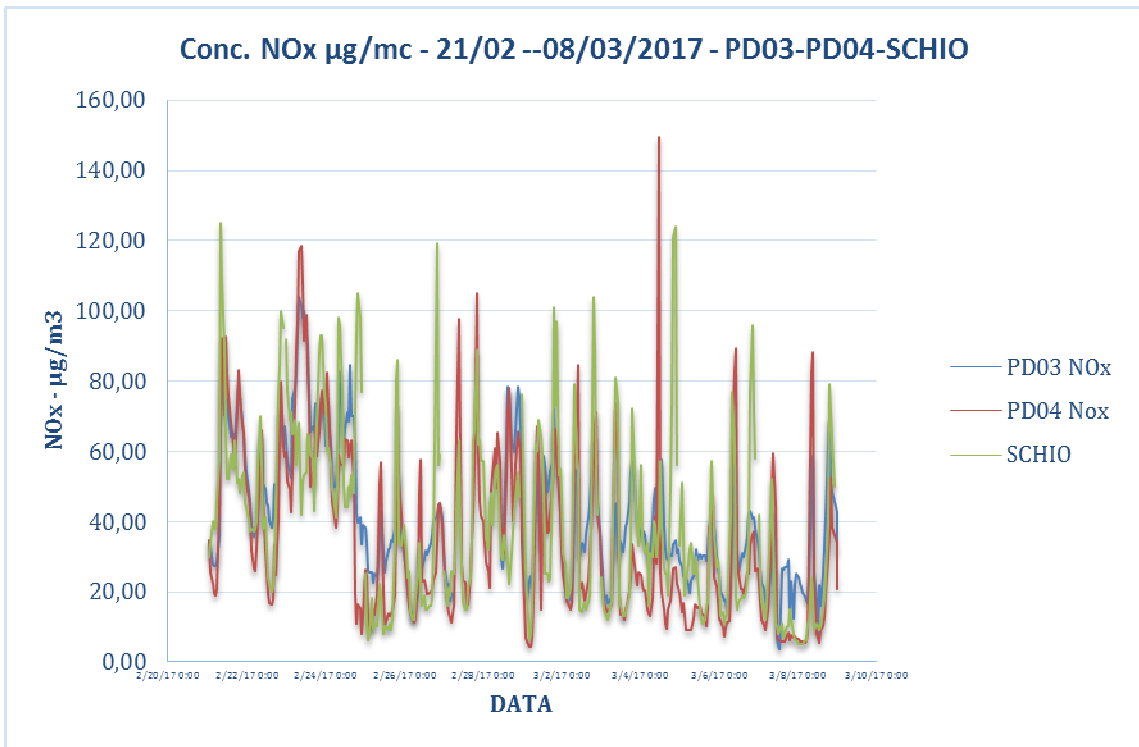


Figura 8 Andamento concentrazioni orarie di NOx in corrispondenza dei punti PD03, PD04 e stazione ARPAV di Schio

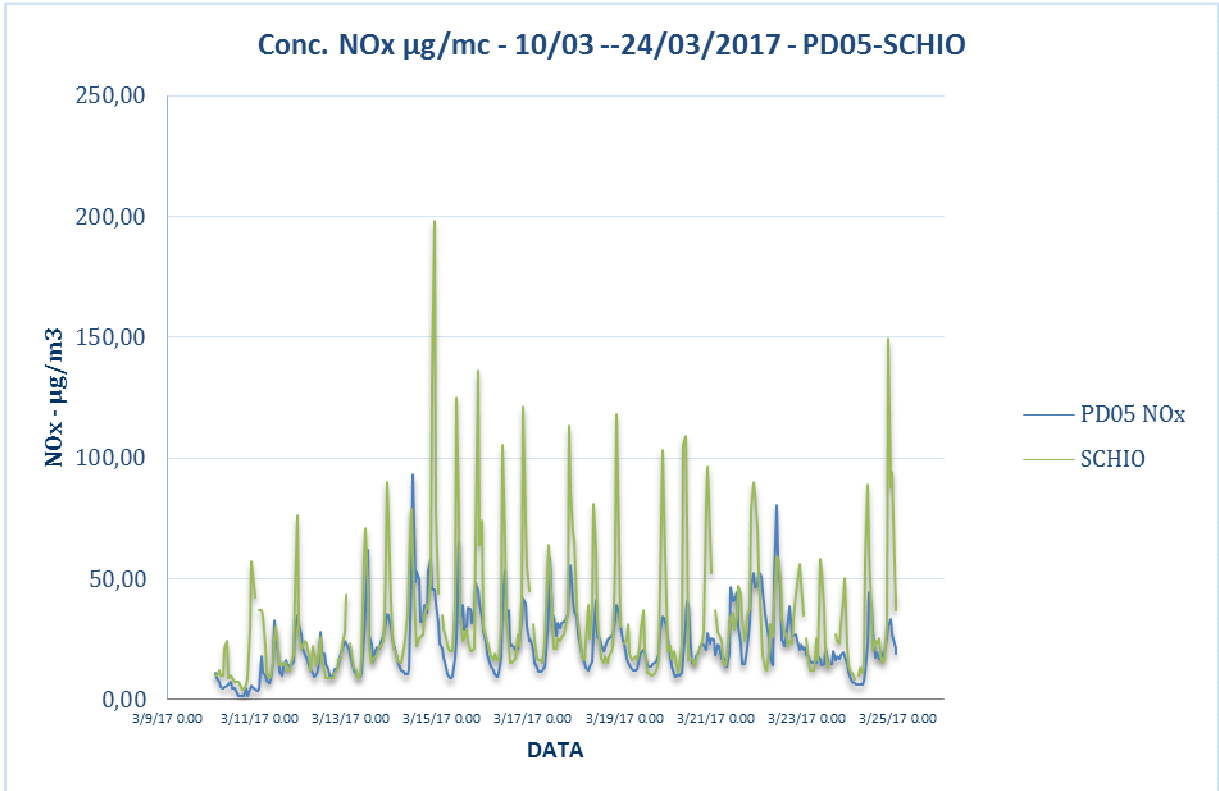


Figura 9 Andamento concentrazioni orarie di NOx in corrispondenza del punto PD05 e stazione ARPAV di Schio

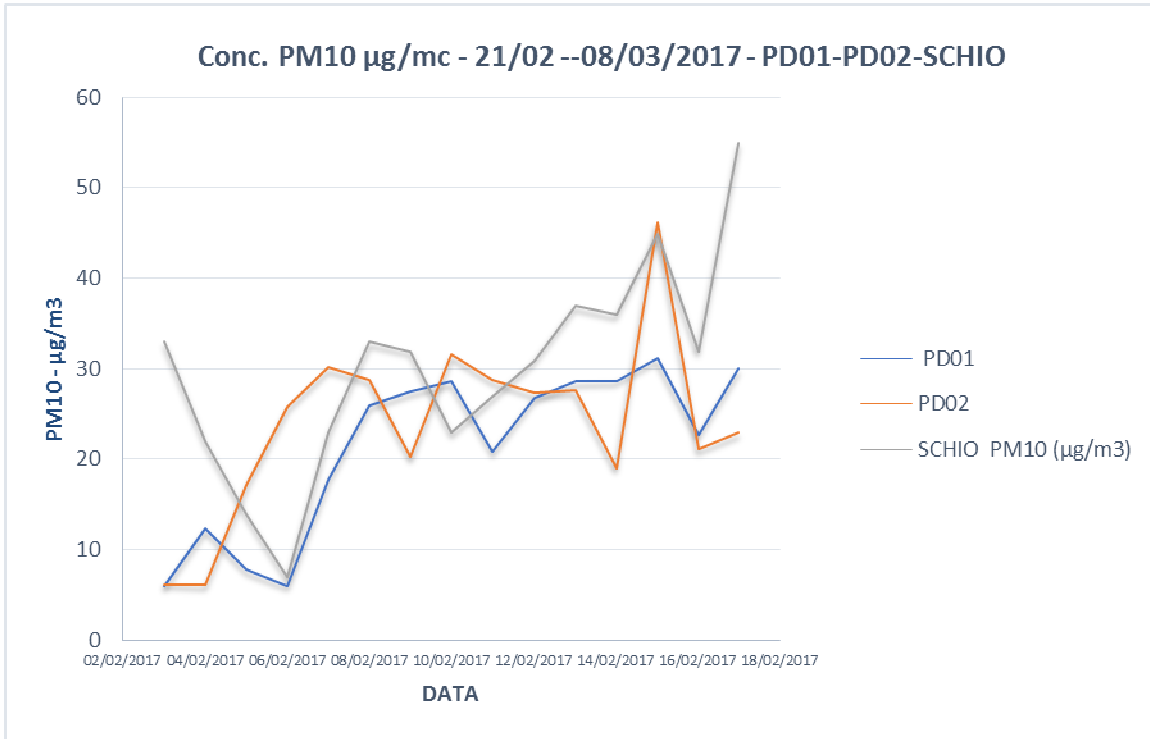


Figura 10 Andamento concentrazioni orarie di PM₁₀ in corrispondenza dei punti PD01, PD02 e stazione ARPAV di Schio

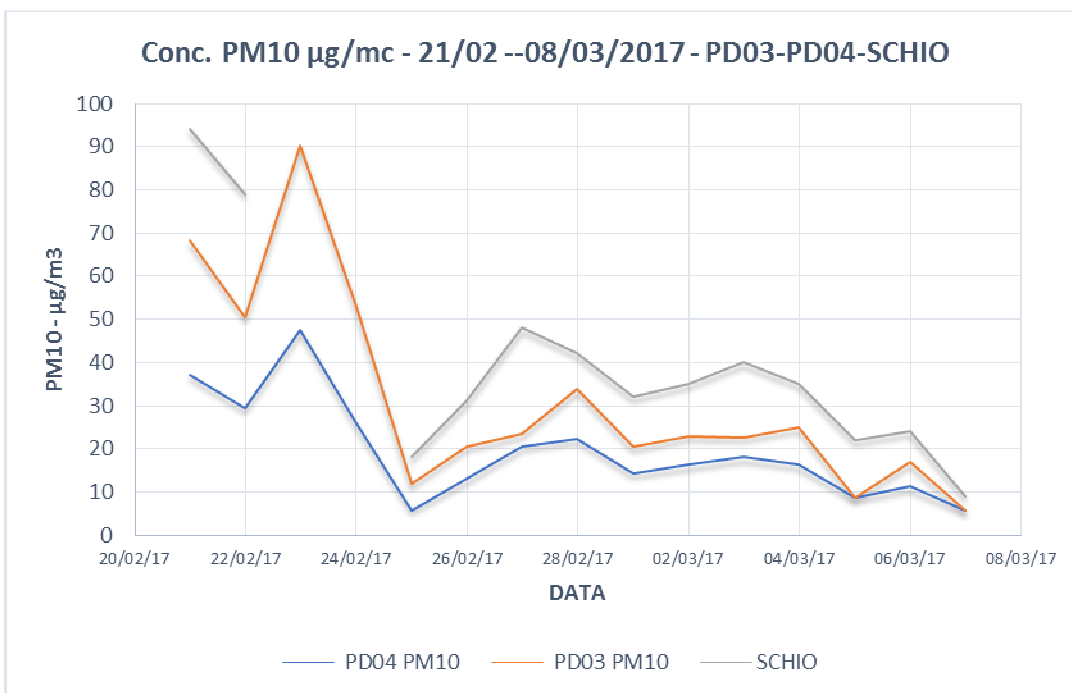


Figura 11 Andamento concentrazioni orarie di PM₁₀ in corrispondenza dei punti PD03, PD04 e stazione ARPAV di Schio

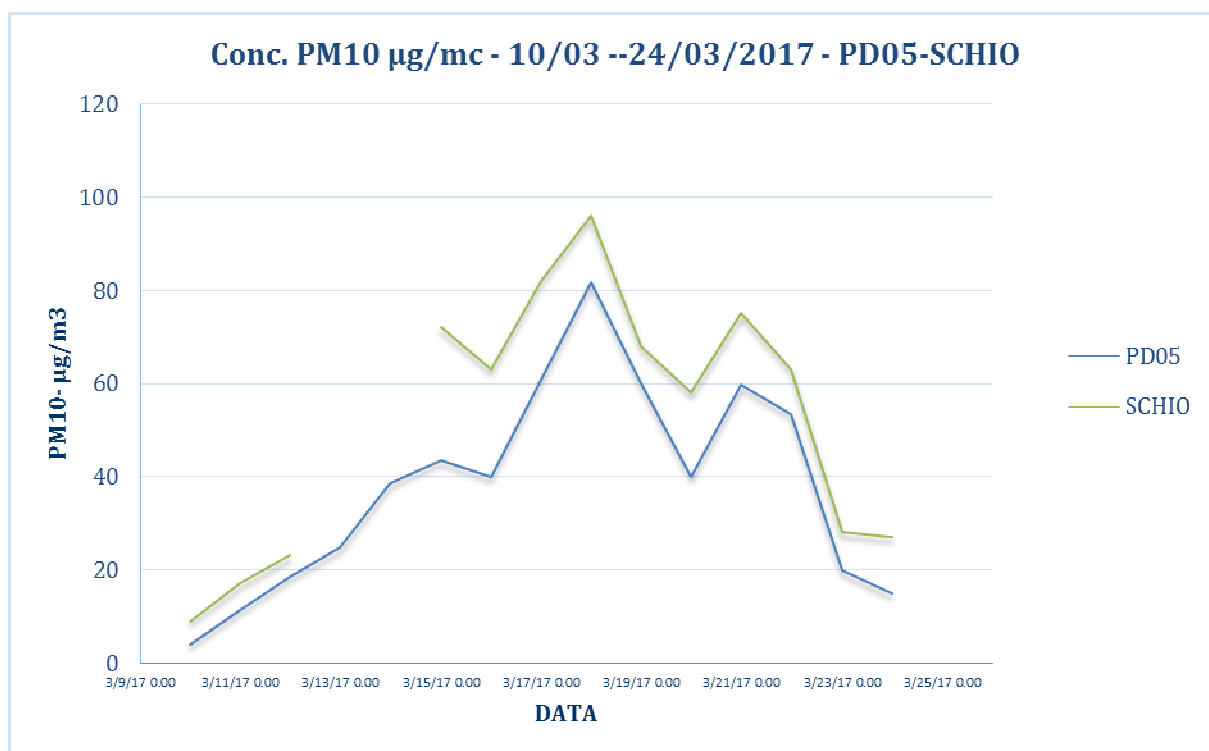


Figura 12 Andamento concentrazioni orarie di PM₁₀ in corrispondenza del punto PD05 e stazione ARPAV di Schio

3.3 DETERMINAZIONE DEI VALORI DI FONDO ANTE-OPERAM QUALITA' ARIA

Dopo avere analizzato nei paragrafi precedenti i valori delle concentrazioni rilevate dalla stazione fissa di monitoraggio ARPAV della qualità dell'aria di Schio (VI) e i dati delle campagne di monitoraggio con mezzo mobile condotte dal proponente, si procede in questa sezione nell'elaborazione statistica dei dati al fine di stimare le concentrazioni dei diversi inquinanti rappresentativi del fondo ante-operam per ciascun punto di monitoraggio.

In particolare visto che la durata delle campagne di misura con mezzo mobile è limitata nel tempo (qualche settimana) e il data set delle osservazioni non è sufficiente per la determinazione dei parametri statistici fissati dai limiti normativi, come ad esempio il 99,794-esimo percentile max orarie di 1 anno per gli NO₂, si procede in una analisi e confronto statistico al fine di estrapolare dei valori di fondo ante-operam presso i punti di monitoraggio che siano rappresentativi di un periodo temporale più lungo (Anno 2016).

Nelle figure che seguono si riportano gli scattergrammi dei dati di qualità dell'aria rilevati in contemporanea nei punti PD01, PD02, PD03, PD04, PD05 e nella stazione di monitoraggio

ARPAV di Schio, al fine di verificare la sussistenza di qualche correlazione lineare tra i dati di ARPAV a Schio e i dati nei punti di interesse PD01, PD02, PD03, PD04, PD05.

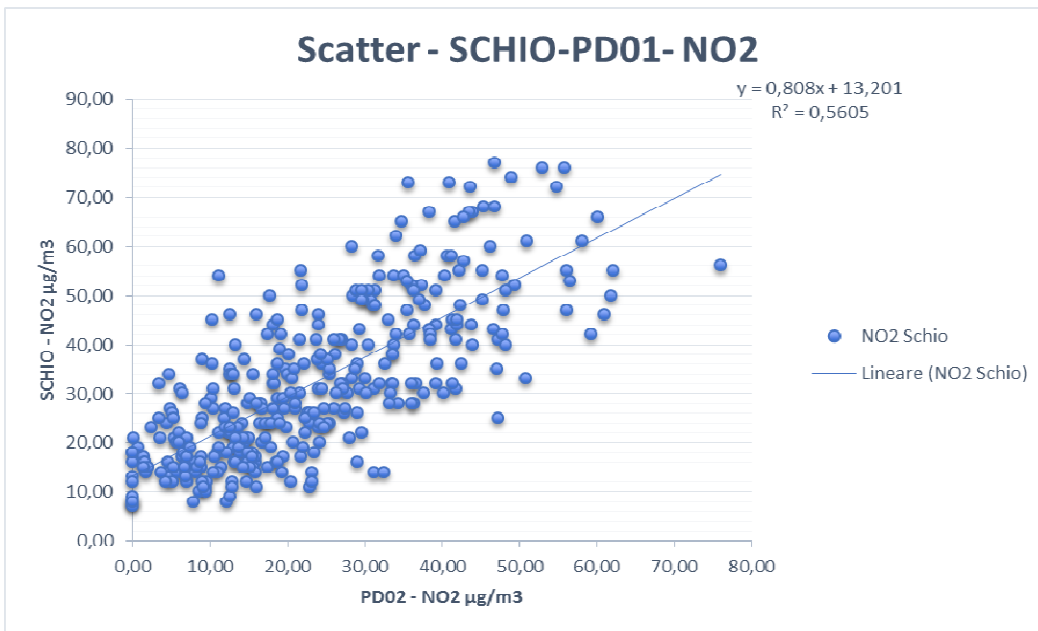


Figura 13 SCATTER PD01-SCHIO – NO₂

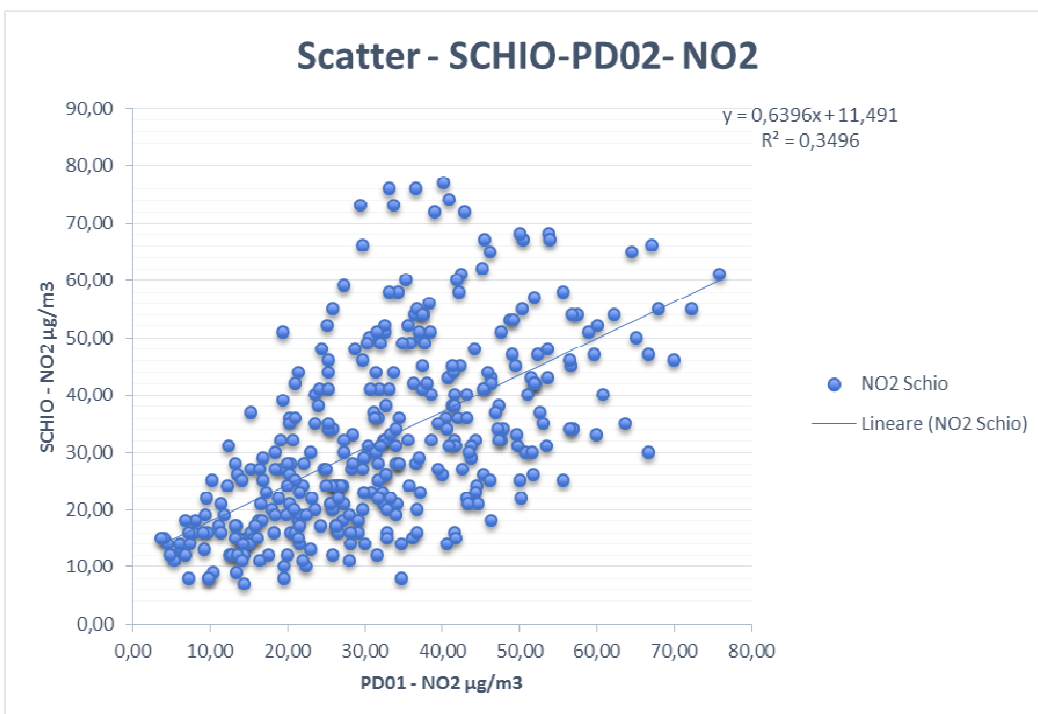


Figura 14 SCATTER PD02-SCHIO – NO₂

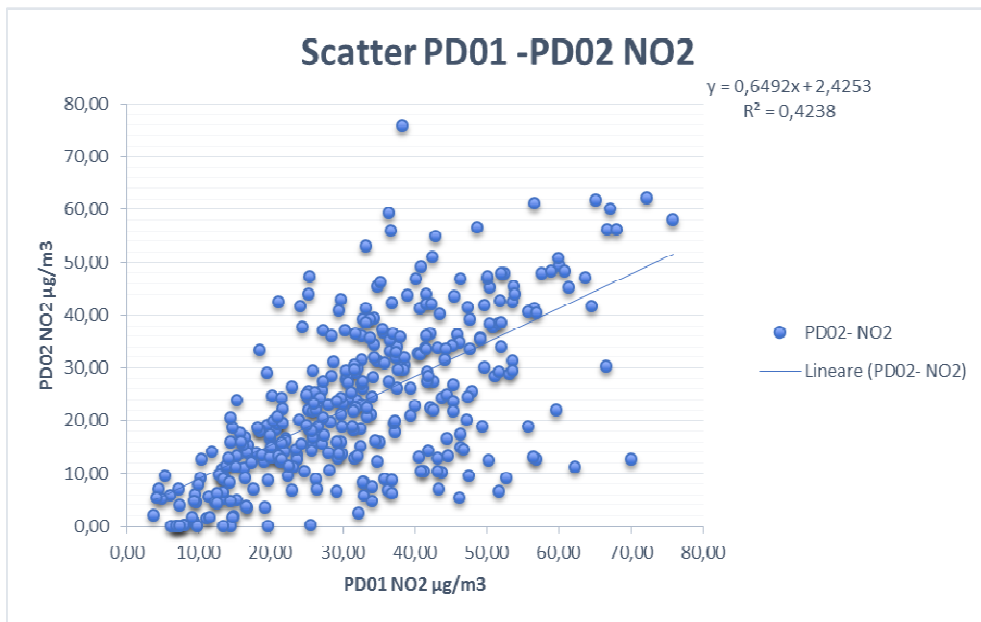


Figura 15 SCATTER PD01-PD02 – NO₂

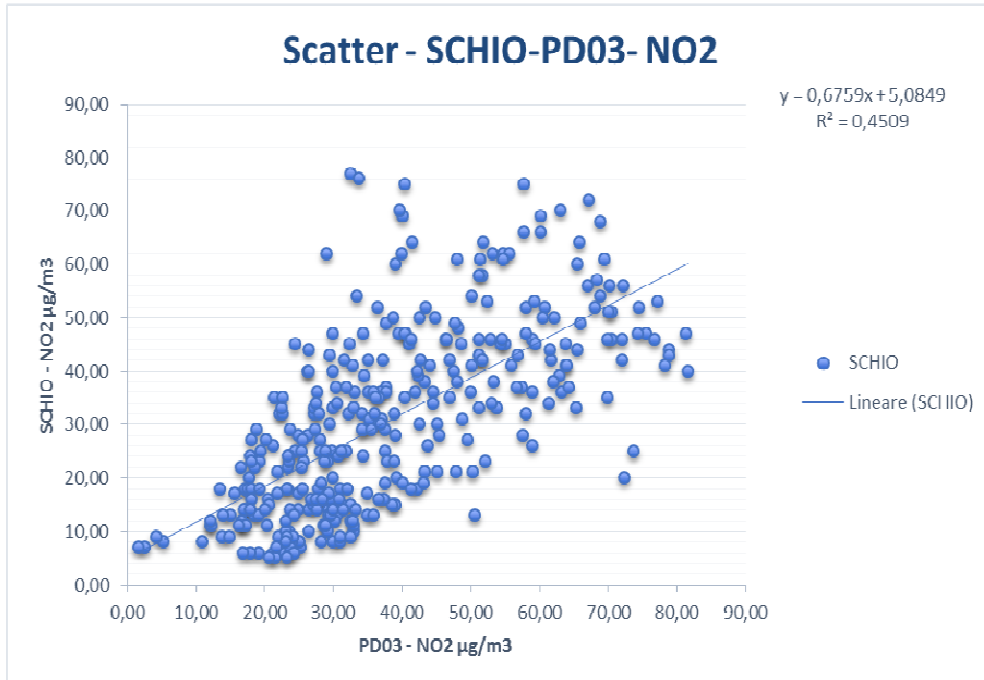


Figura 16 SCATTER PD03-SCHIO – NO₂

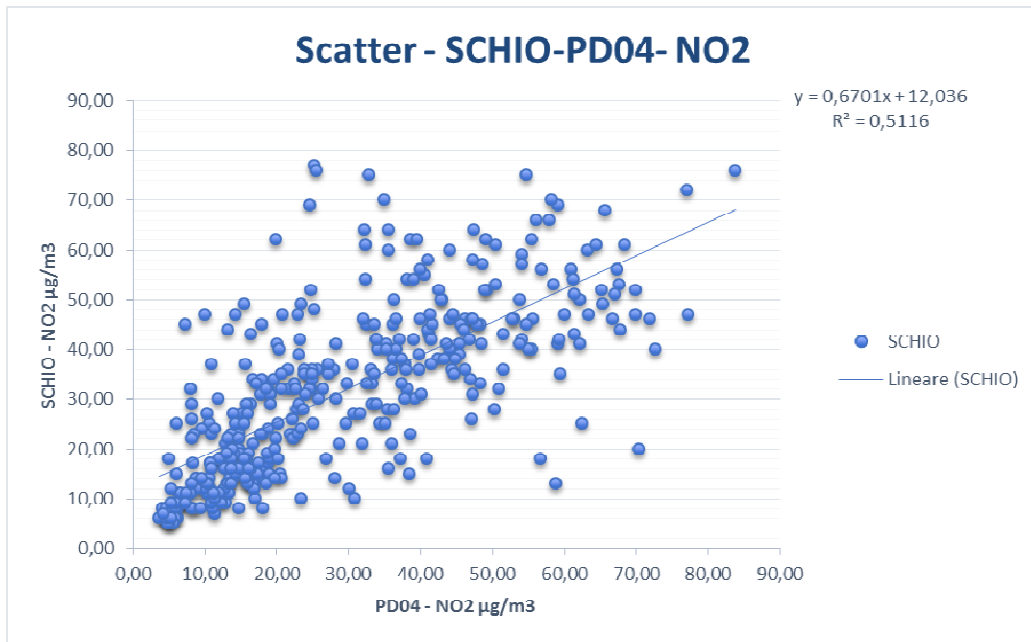


Figura 17 SCATTER PD04-SCHIO – NO₂

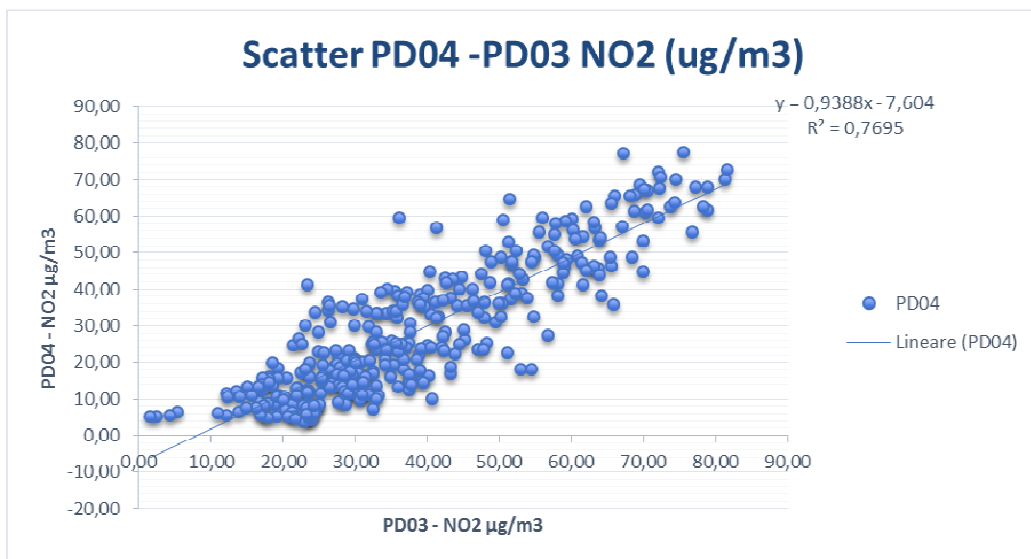


Figura 18 SCATTER PD03-PD04 – NO₂

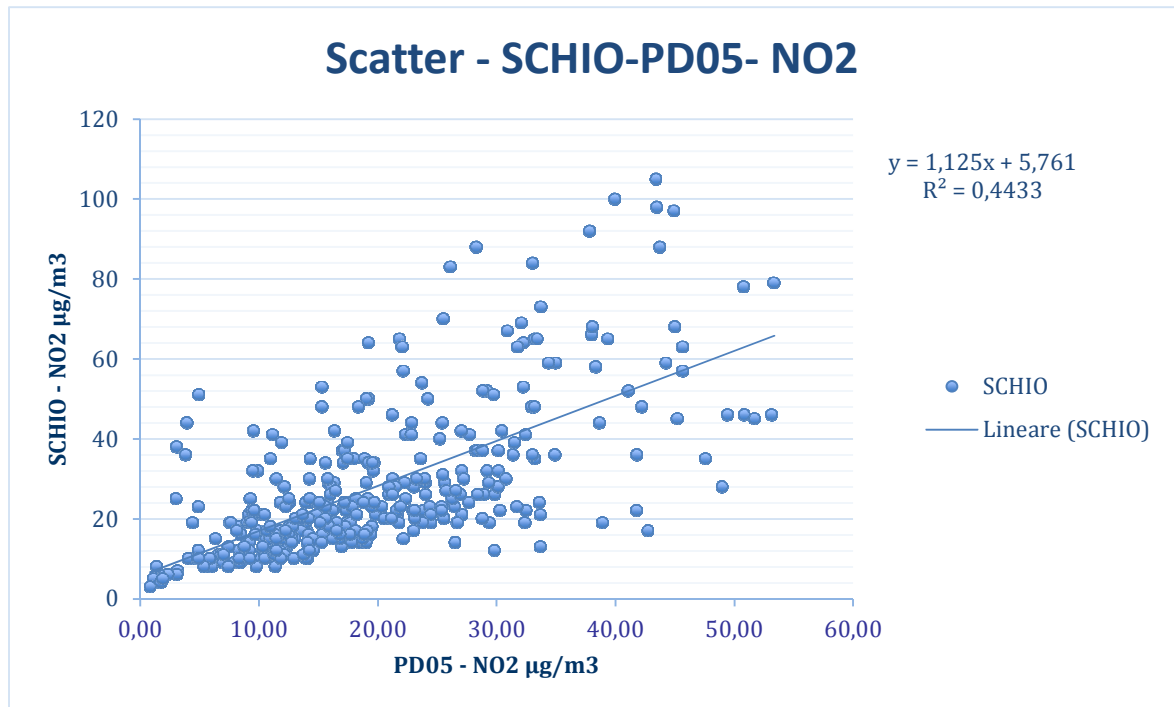


Figura 19 SCATTER PD05-SCHIO – NO₂

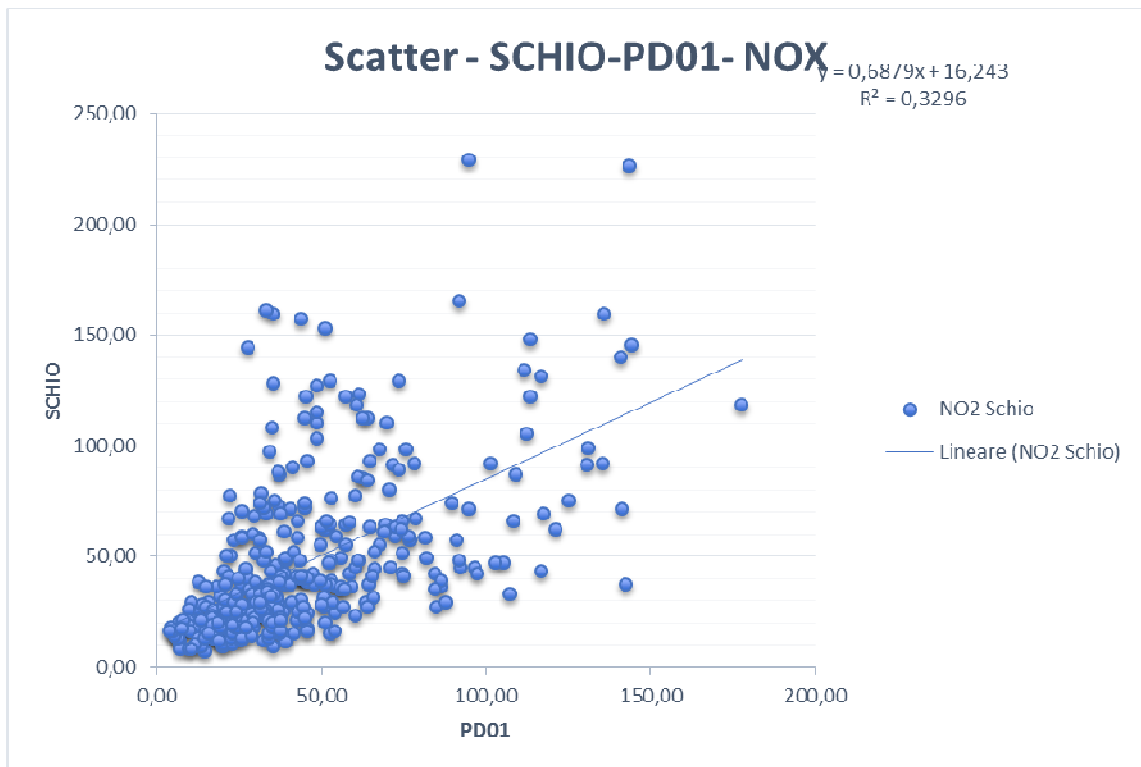


Figura 20 SCATTER PD01-SCHIO – NO_x

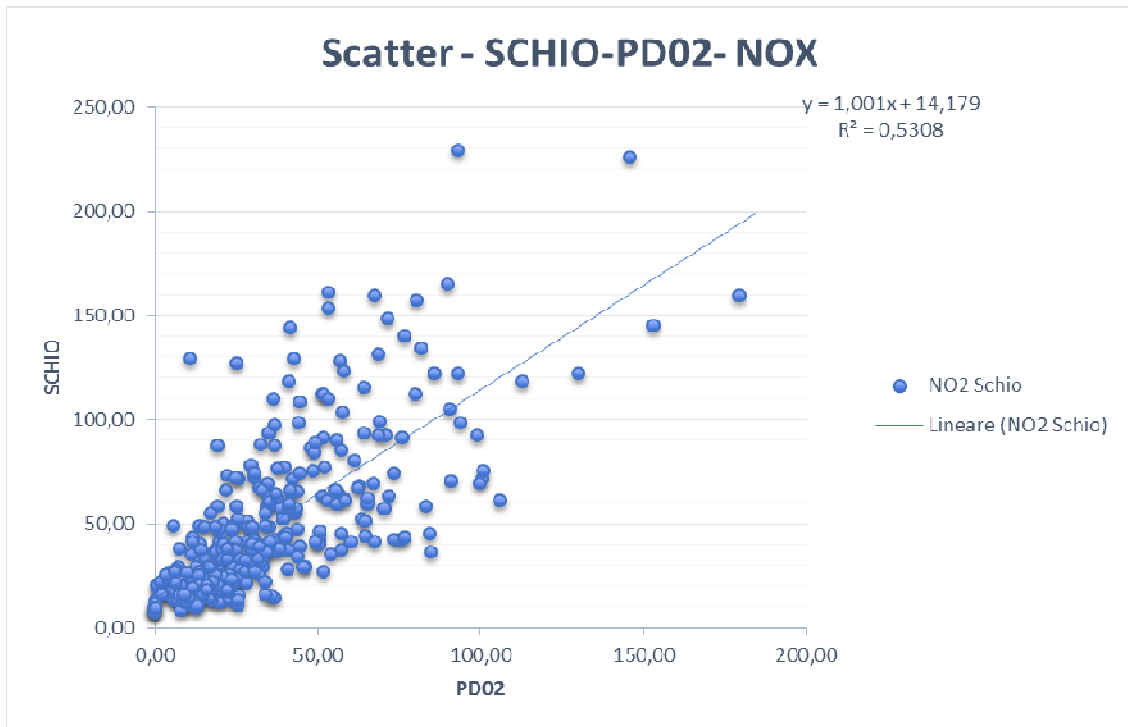


Figura 21 SCATTER PD02-SCHIO – NOx

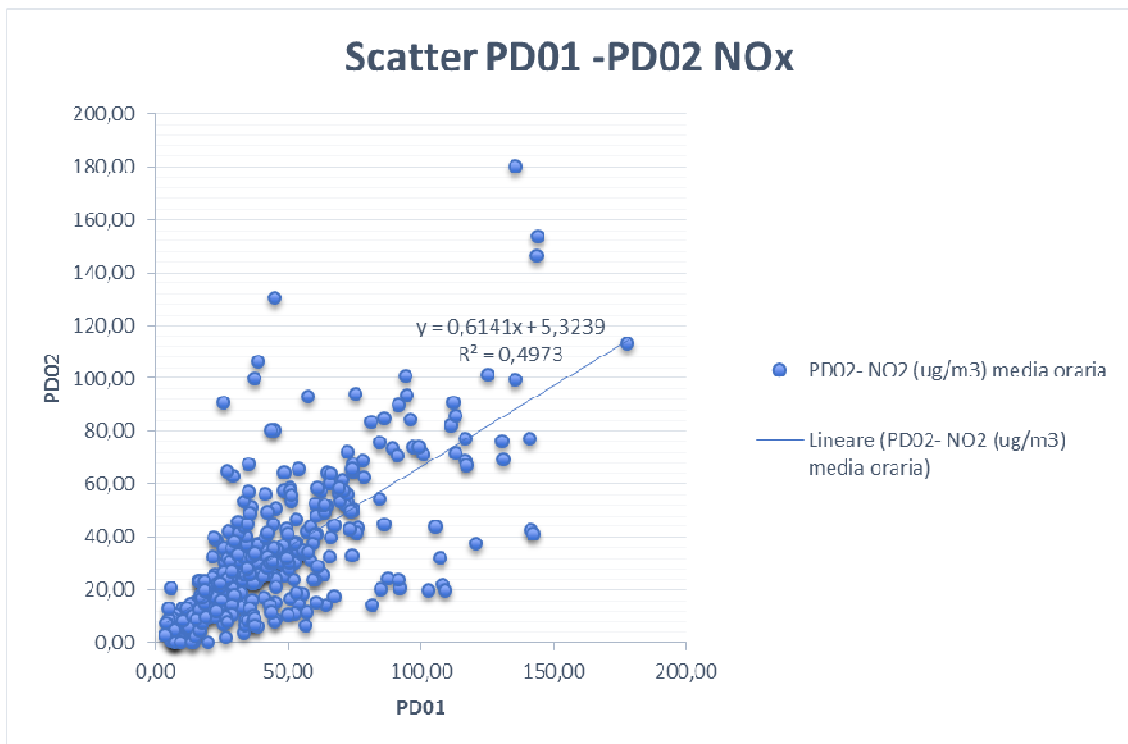


Figura 22 SCATTER PD01-PD02 – NOx

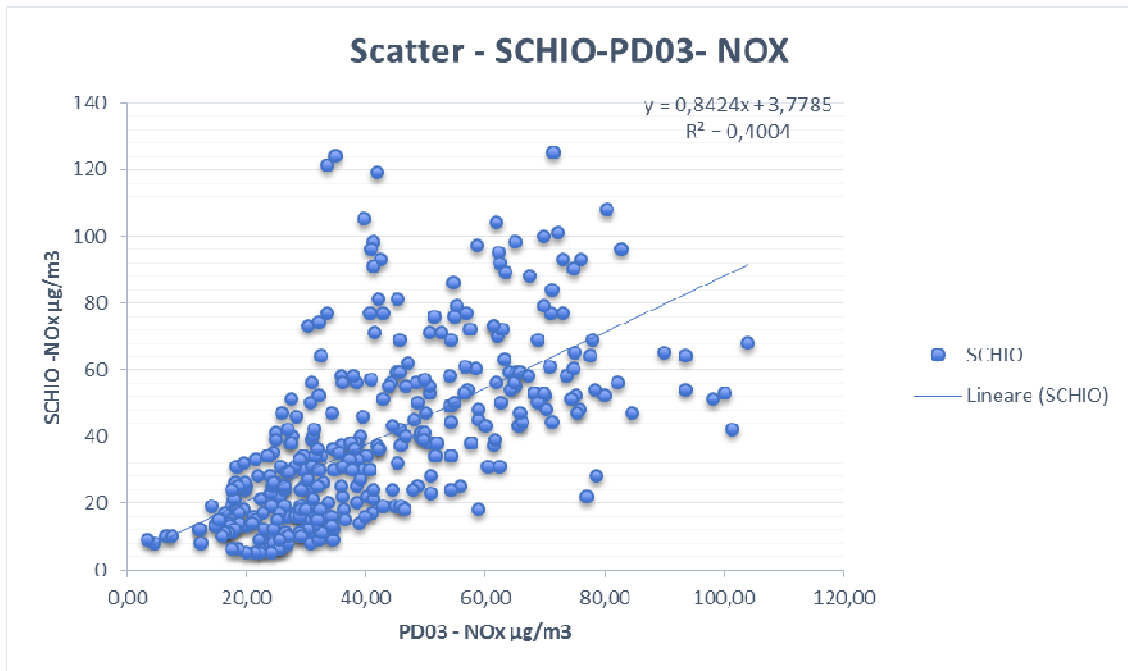


Figura 23 SCATTER PD03-SCHIO – NOx

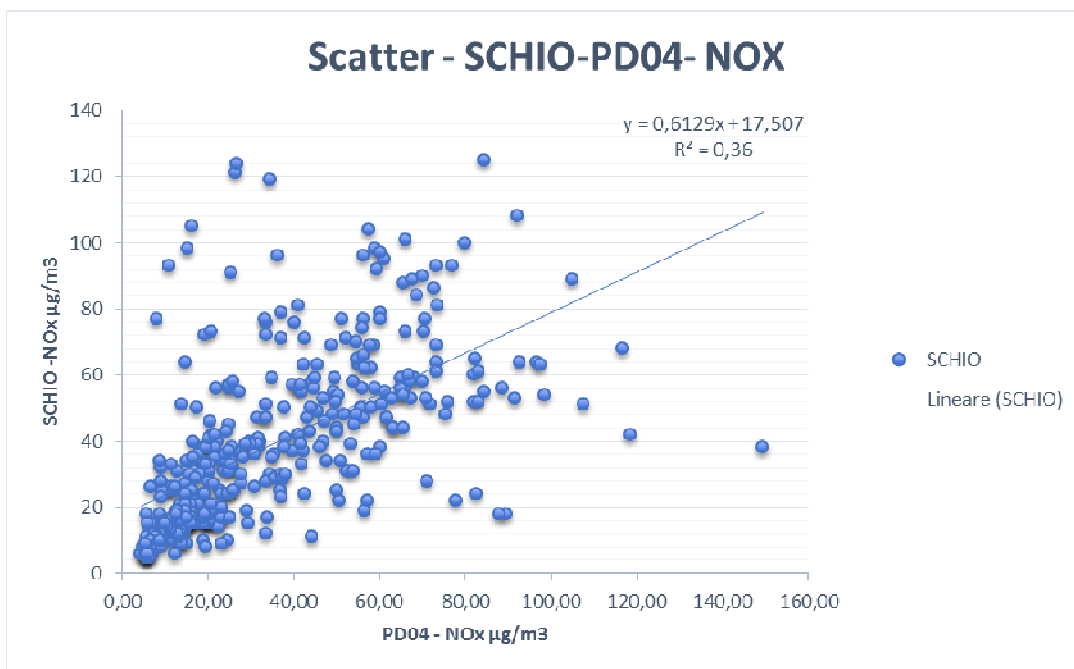


Figura 24 SCATTER PD04-SCHIO – NOx

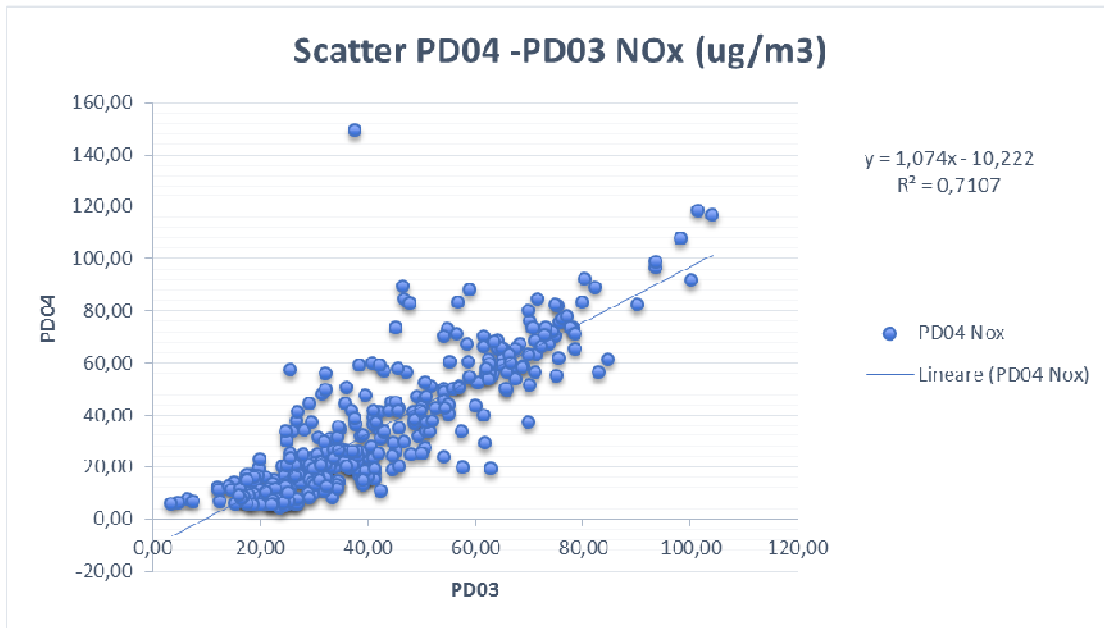


Figura 25 SCATTER PD03-PD04 – NOx

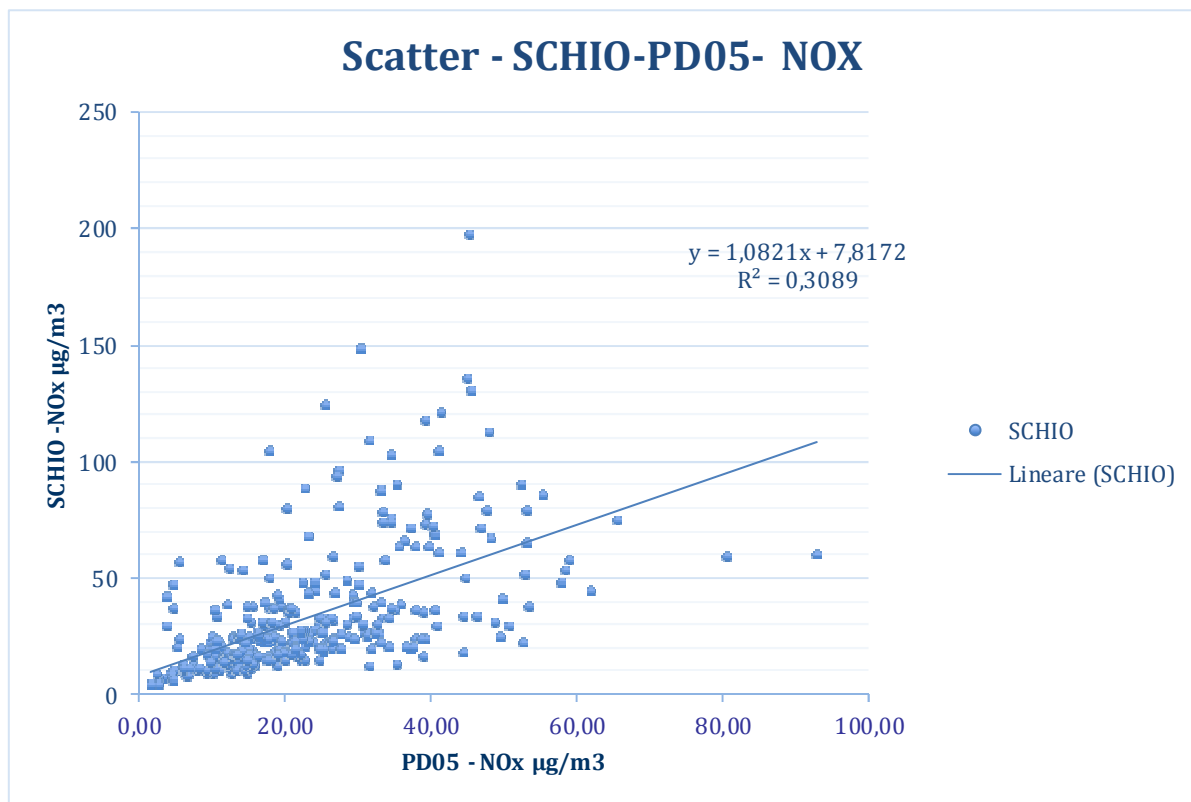


Figura 26 SCATTER PD05-SCHIO – NOx

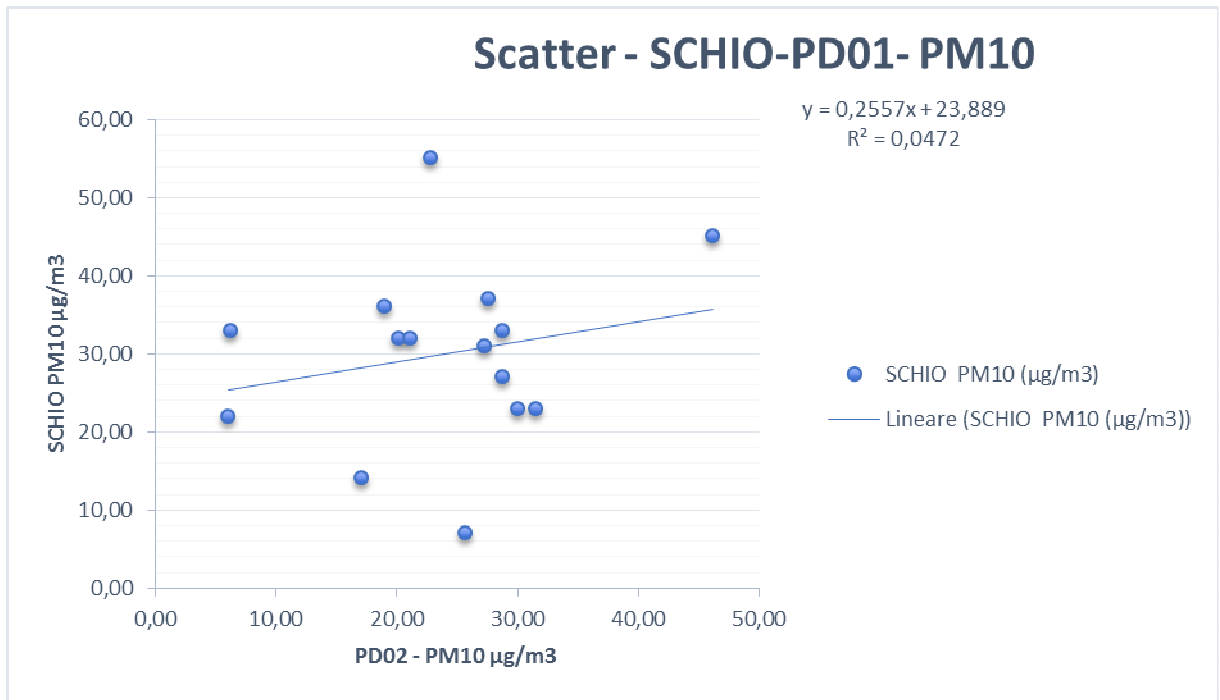


Figura 27 SCATTER PD01-SCHIO – PM₁₀

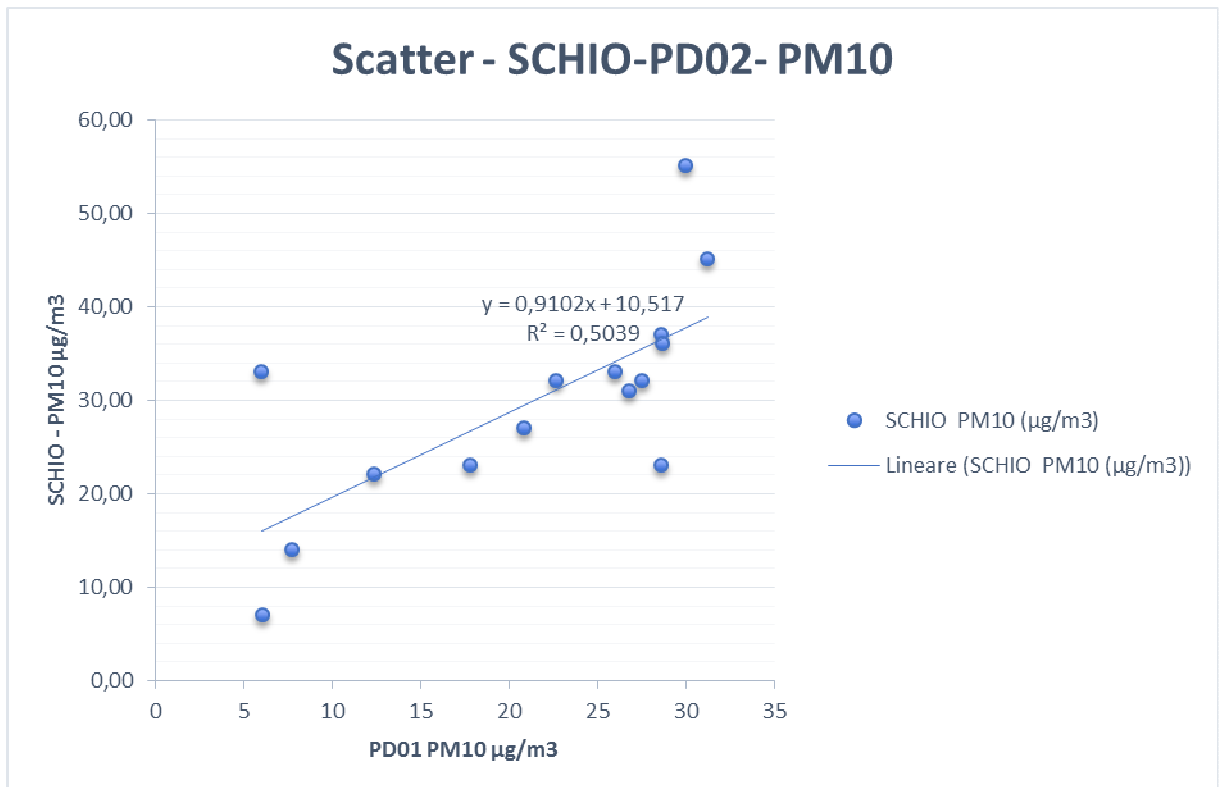


Figura 28 SCATTER PD02-SCHIO – PM₁₀

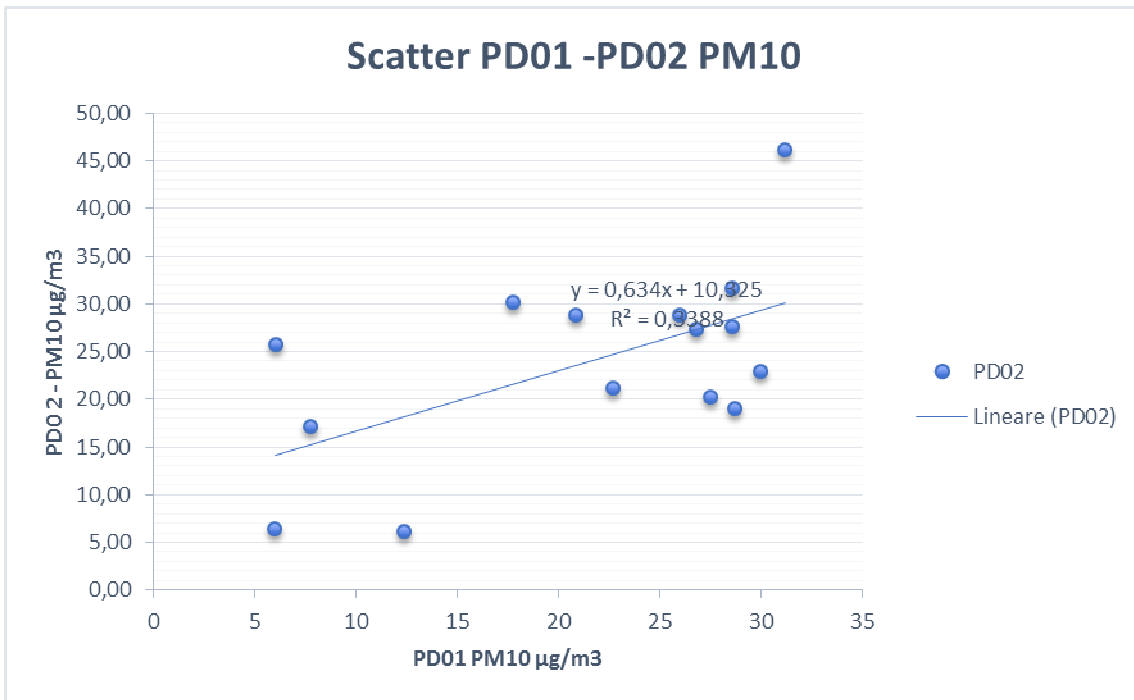


Figura 29 SCATTER PD02-PD01 – PM₁₀

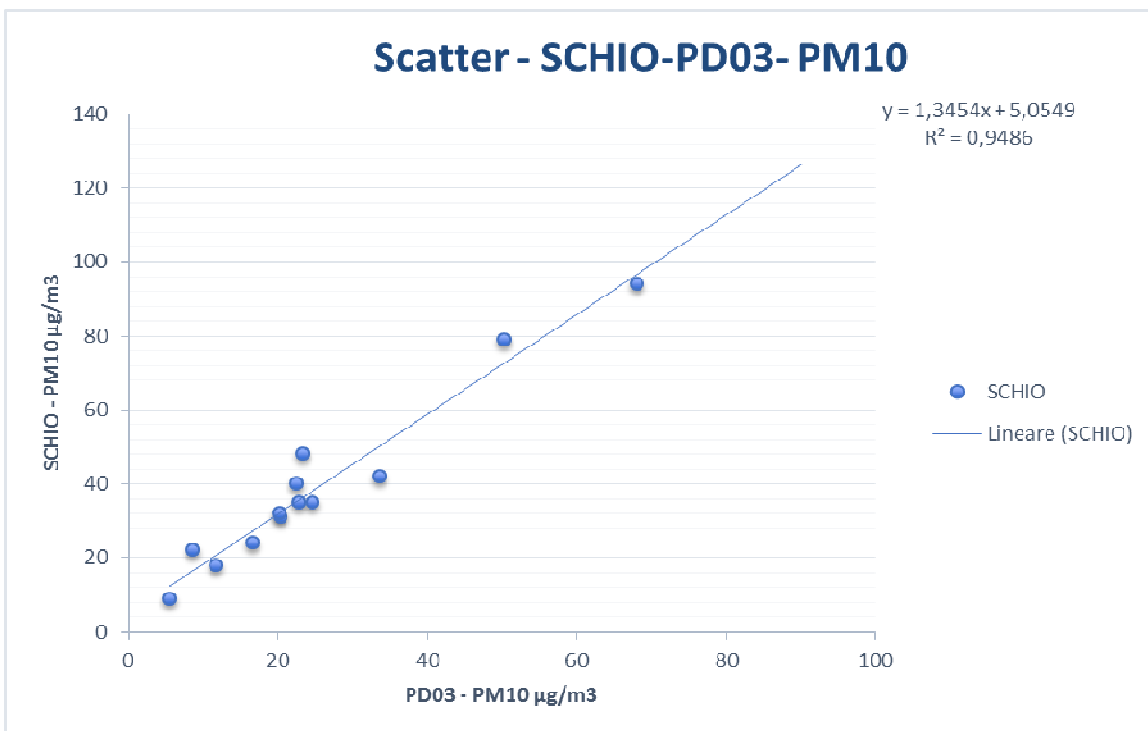


Figura 30 SCATTER PD03-SCHIO – PM₁₀

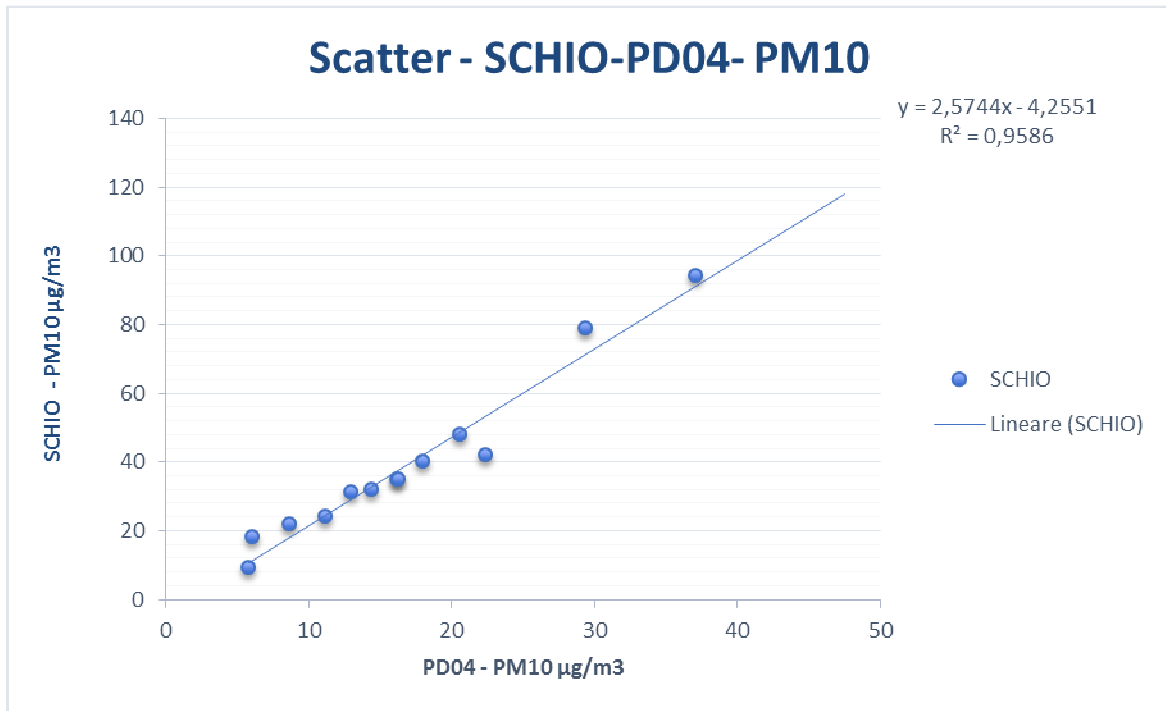


Figura 31 SCATTER PD04-SCHIO – PM₁₀

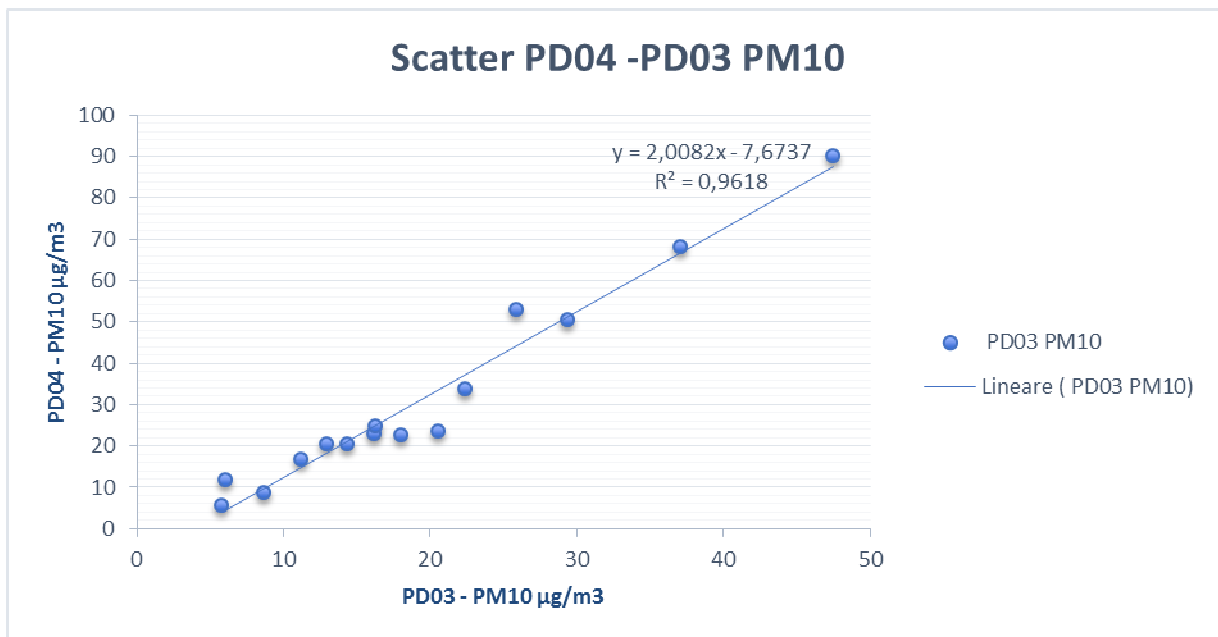


Figura 32 SCATTER PD03-PD04 – PM₁₀

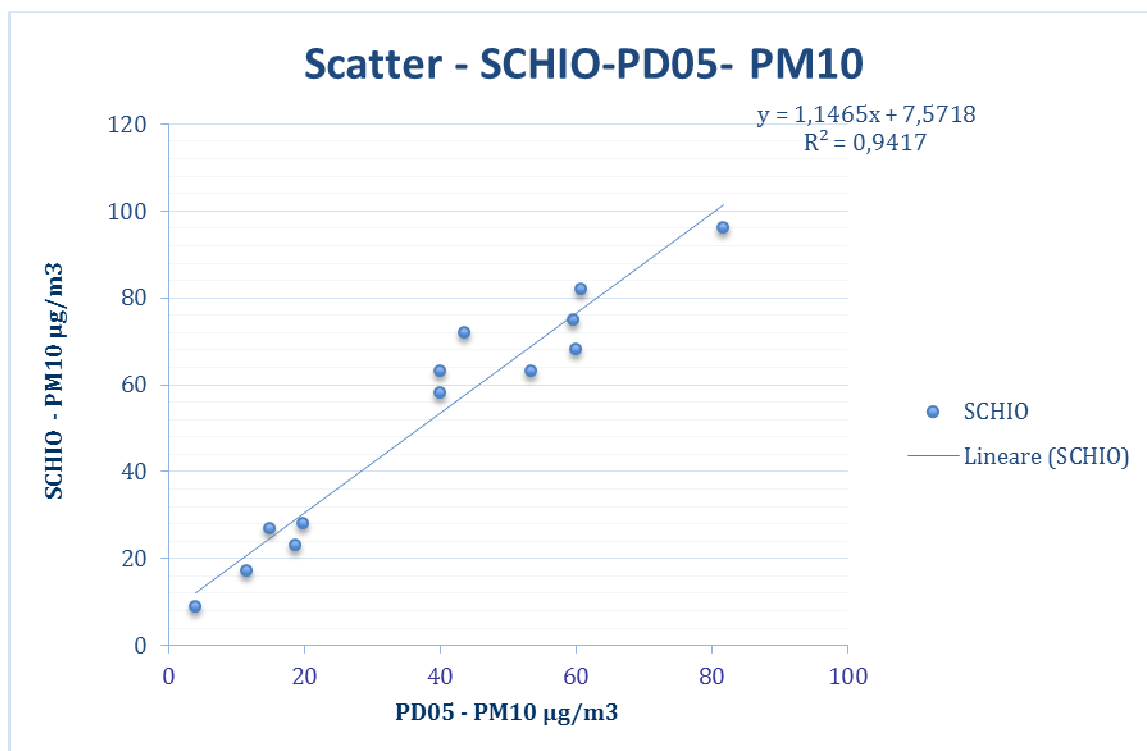


Figura 33 SCATTER PD05-SCHIO – PM₁₀

Analizzando gli scattergrammi tra le osservazioni orarie/giornaliere di NO₂, NO_x e PM₁₀ in corrispondenza di ciascun punto di indagine con i dati rilevati nel medesimo periodo dalla stazione fissa ARPAV di Schio si osserva come non esistano correlazioni di tipo lineare, fatta eccezione per il PM₁₀ in corrispondenza dei punti PD03, PD04 e PD05.

In generale non è possibile applicare una correlazione di tipo lineare alle osservazioni orarie o giornaliere tra i punti di monitoraggio PD e la stazione di SCHIO.

Analizzando e plottando lo scattergramma dei valori statistici (media, massimo, deviazione standard e percentili) rilevati in corrispondenza dei punti PD e della stazione ARPAV di SCHIO si rileva un buon andamento di tipo lineare con un coefficiente R² accettabile come riportato nella figura che segue.

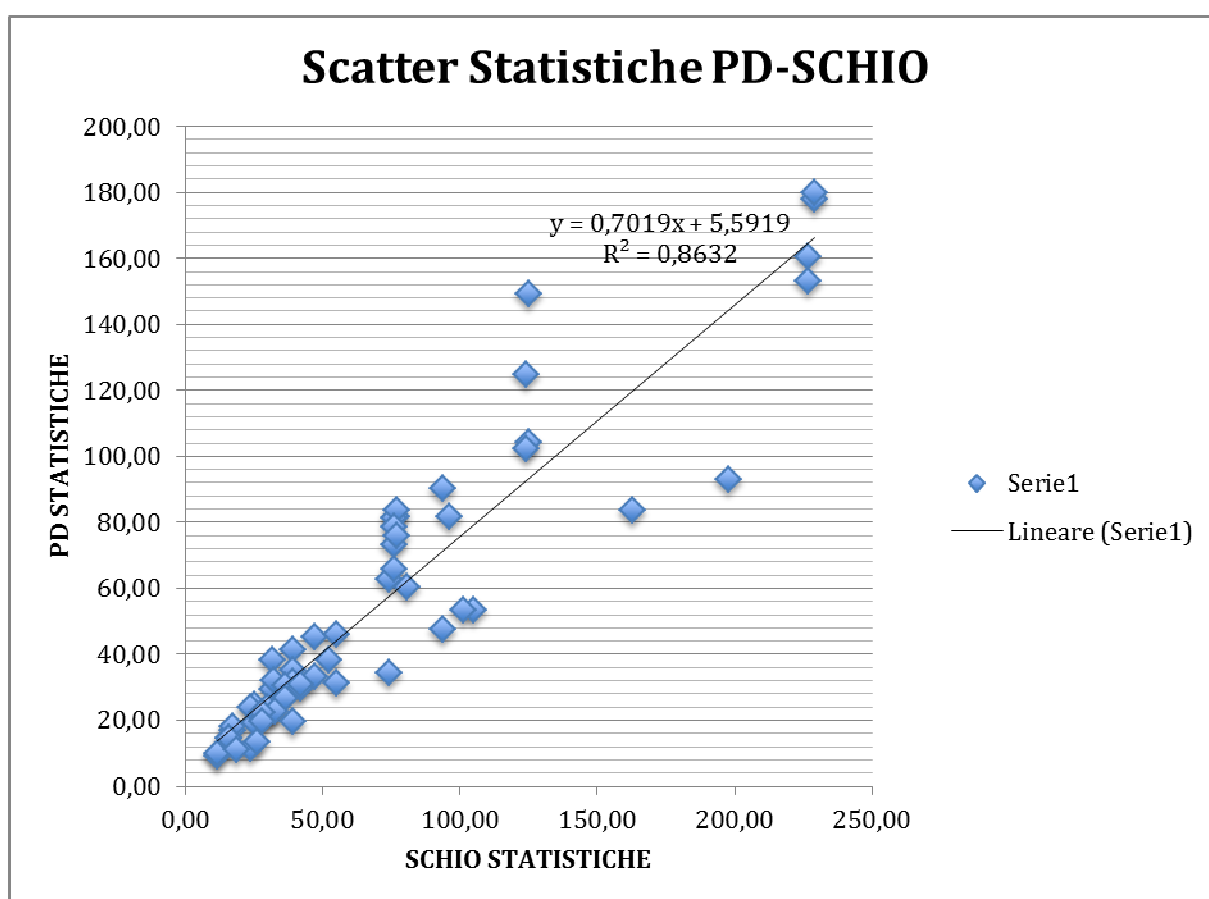


Figura 34 SCATTER Statistiche Punti di Monitoraggio PD – dati SCHIO

Pertanto al fine di quantificare le grandezze statistiche rappresentative degli NO₂, NO_x e PM₁₀ è possibile applicare una correlazione di tipo lineare in grado di correlare le grandezze statistiche quantificate sul lungo periodo (Anno 2016) in corrispondenza della stazione di ARPAV Schio con le medesime grandezze statistiche rilevate per le brevi campagne di analisi in corrispondenza dei punti PD.

In tal senso si procede attraverso la semplice correlazione lineare:

$$\text{grandezza_stat_PDx_annuale} = (\text{grandezza_stat_PDx_periodo} * \text{grandezza_stat_SCHIO_anno2016}) / \text{grandezza_stat_SCHIO_periodo}$$

dove:

grandezza_stat= parametro statistico rappresentativo del limite di legge

- 99,794-esimo percentile massime orarie NO₂,NO_x
- Media annua NO₂, NO_x, PM₁₀
- 90,410-esimo percentile massime su media gionaliera PM₁₀

PDx: identificativo punto di monitoraggio (PD01,PD02,PD03,PD04,PD05)

Periodo = periodo temporale campagna mezzo mobile:

- 03/02 al 17/02/2017
- 21/02 al 08/03/2017
- 10/03 al 24/03/2017

Nella tabella che segue si riportano i valori statistici rappresentativi del fondo ante-operam stimati per i 5 punti di monitoraggio localizzati lungo il tracciato dell’A31.

Inquinante	Fondo				
NO₂ (µg/m³)	PD01	PD02	PD03	PD04	PD05
Max oraria	121,11	121,30	130,37	133,85	62,50
Media Annua Limite 40 µg/m ³	21,41	15,54	25,87	19,71	14,96
Dev,st orarie	16,22	16,23	17,40	18,71	10,34
99,794 perc Max oraria Limite 200 µg/m ³	89,21	80,19	99,39	95,95	48,80
Inquinante	Fondo				
NOX (µg/m³)	PD01	PD02	PD03	PD04	PD05
Max oraria	316,81	320,24	339,67	487,52	191,75
Media Annua	30,07	22,06	33,41	28,39	22,00
Dev,st orarie	32,19	28,12	29,51	37,73	19,75
99,794 perc Max oraria	189,12	198,33	230,69	281,94	144,36
Inquinante	Fondo				
PM₁₀ (µg/m³)	PD01	PD02	PD03	PD04	PD05
Max giornaliera	84,52	124,95	142,97	75,29	126,93
Media annua Limite 40 µg/m ³	16,41	18,32	18,50	11,46	16,73
Dev,st giornaliera	13,46	14,66	17,34	8,47	13,72
90,410 perc Max giornaliera Limite 50 µg/m ³	31,47	33,05	38,07	20,86	33,66

Tabella 5: Concentrazioni di fondo rappresentative per i punti di monitoraggio

3.4 CONCLUSIONI

Analizzando i valori di fondo determinati per punti di interesse si osserva come i valori per tutti gli inquinanti siano al di sotto dei limiti normativi vigenti. Al fine di determinare l’impatto nello scenario post-operam dell’opera nei paragrafi successivi si procederà nel sommare ai valori di fondo i contributi determinati dalla nuova infrastruttura ottenuti mediante studio modellistico di dispersione. Poiché il numero dei punti a disposizione è molto limitato, non si procede nell’interpolazione statistica dei valori di fondo stimati per ciascun punto, ma si è preferito procedere nel definire per ciascun punto di indagine un area di pertinenza all’interno della quale la concentrazione di fondo rappresentativa per un

generico inquinante è da ritenersi costante.

Le Tavole (J16L1_050407003_0101_0PD) riportano per ciascuna area i valori statistici rappresentativi del fondo.

Nella figura che segue si riporta l'estensione delle 5 aree di pertinenza per la rappresentazione delle concentrazioni di fondo ante-operam ai fini della simulazione modellistica.

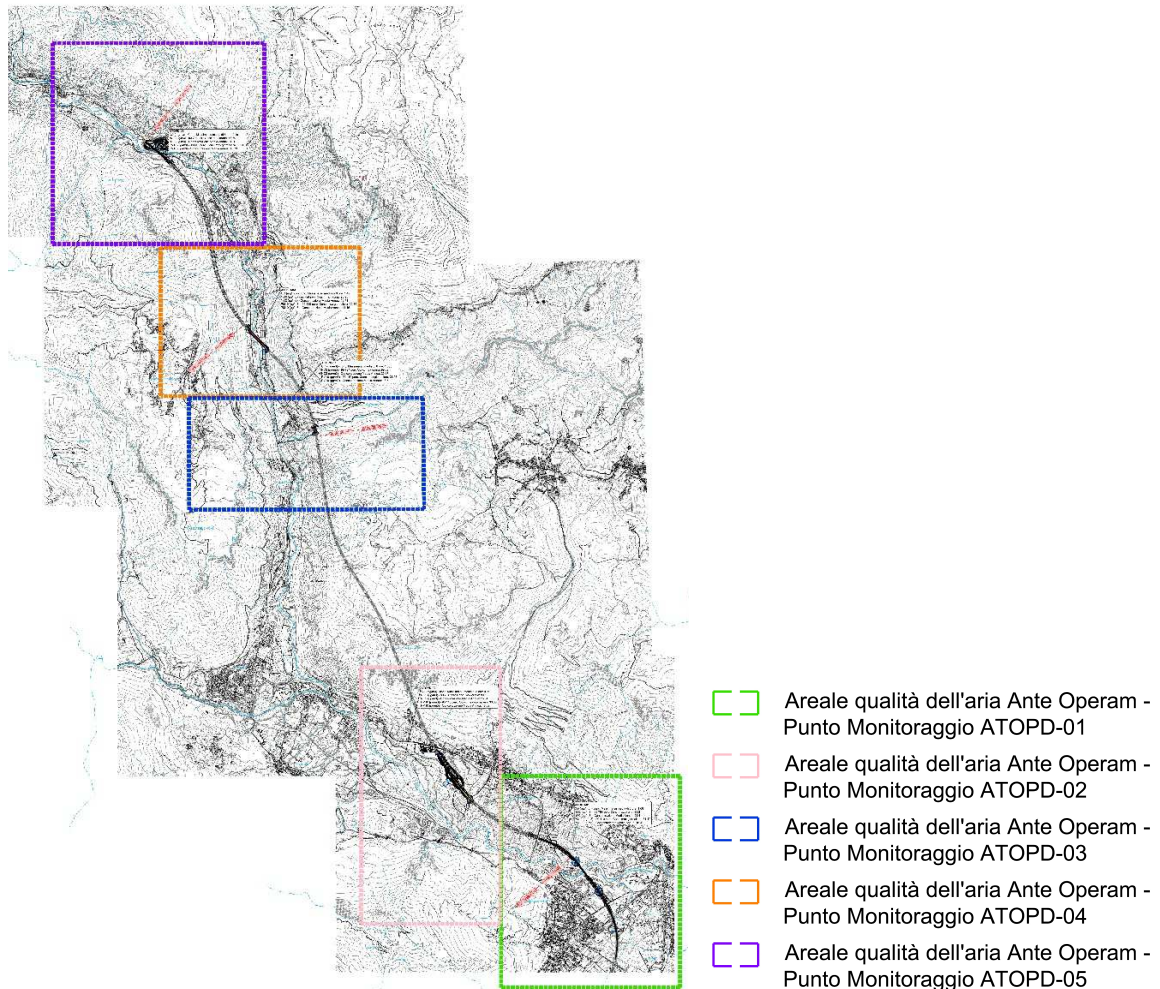


Figura 36 Localizzazione ed estensione aree di pertinenza rappresentative del fondo per i punti di monitoraggio PD01, PD02, PD03, PD04, PD 05

4 MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO: CALMET/CALPUFF

La simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera grazie all’ausilio di modelli matematici permette di stimare quantitativamente l’impatto sulla componente ambientale atmosfera delle emissioni rilasciate dall’opera in progetto sul territorio circostante.

La simulazione della dispersione delle emissioni oggetto del presente studio è stata effettuata utilizzando CALPUFF (Scire J.S. et al. 2000a), modello Gaussiano a puff sviluppato da Earth Tech Inc., associato a un modello meteorologico diagnostico per la ricostruzione di campi di vento, temperatura e pressione su aree ad orografia complessa CALMET (SCIRE et al., 2000b) e ad un postprocessore (CALPOST) per l’analisi dati degli output forniti dal modello.

CALPUFF è stato adottato da U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA) nelle proprie linee guida sulla modellistica per la qualità dell’aria (40 CFR Part 51 Appendix W - Novembre 2005) come uno dei modelli preferiti in condizioni di simulazione long-range oppure per condizioni locali caratterizzate da condizioni meteorologiche complesse, ad esempio orografia complessa e calme di vento. Inoltre il modello appartiene alla tipologia di modelli descritti al paragrafo 3.1.2 della linea guida RTI CTN_ACE 4/2001 “Linee guida per la selezione e l’applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell’aria”, Agenzia Nazionale per la Protezione dell’Ambiente, Centro Tematico Nazionale — Aria Clima Emissioni, 2001. Ne risulta quindi che il modello CALPUFF è quindi uno dei tra i modelli più utilizzati e universalmente riconosciuti come supporto per gli studi di impatto ambientale.

4.1 Caratteristiche del MODELLO CALMET

CALMET, CALifornian METereological model, è un modello meteorologico, dotato di modulo diagnostico di vento, inizializzabile attraverso dati da stazioni (superficiali e in quota) e in grado di ricostruire i campi 3D di vento e temperatura e 2D dei parametri della turbolenza. Infatti CALMET produce dati orari o sub-orari di vento e temperatura, variabili nello spazio tridimensionale sulla griglia di calcolo e considerando la complessità dello terreno. Inoltre, prendendo in considerazione gli effetti avvertivi, il modello produce anche parametri orari o sub-orari di meteorologia a microscala, variabili nello spazio bidimensionale sulla griglia di calcolo, quali:

- Flusso di calore sensibile;
- Velocità di attrito di superficie;
- Lunghezza di Monin-Obukhov;

- Velocità di Deardorff, o scala della velocità convettiva;
- Altezza di rimescolamento;
- Temperatura osservata nei radiosondaggi;
- Classi di stabilità Pasquill-Gifford-Turner (PGT);
- Tasso della precipitazioni (opzionale).

Queste variabili sono applicabili allo strato limite planetario terrestre attraverso il metodo del bilancio energetico alla superficie, applicabile anche allo strato limite planetario sull'acqua, attraverso il metodo Coupled Ocean-Atmosphere Response Experiment (COARE) oppure con base nel modello Offshore and Coastal Dispersion (OCS), utilizzando la differenza di temperatura tra aria e mare e tenendo in considerazione gli effetti delle caratteristiche della superficie e delle proprietà di dispersione atmosferica. Il modello CALMET permette simulazioni con una risoluzione spaziale che varia tra decine di metri (microscala) e centinaia di chilometri (mesoscala); CALMET permette anche simulazioni in condizioni di stagnazione o stabilità (il modello in questo caso non simula l'avvezione ma considera la turbolenza o l'alterazione del flusso secondo la complessità del terreno); permette la regolazione dell'altezza dell'acqua e la modellazione degli effetti delle onde.

PRTMET è invece il postprocessore in grado di estrarre dal file binario prodotto in uscita da CALMET tutte le variabili meteorologiche orarie 2-D (pioggia, classe di stabilità, etc.) e 3-D (vento e temperatura), le variabili micrometeorologiche (altezza di miscelamento, vel. attrito, lung. Di Monin- Obukhov, etc.), nonché i parametri geofisici (rugosità, categorie di uso-suolo, quote orografiche, etc.)

4.2 *Caratteristiche del MODELLO CALPUFF*

CALPUFF, CALifornian PUFF model [SCIRE et al., 2000a] è un modello a puff multistrato non stazionario in grado di simulare il trasporto, la trasformazione e la deposizione atmosferica di inquinanti in condizioni meteo variabili non omogenee e non stazionarie. CALPUFF può utilizzare i campi meteo tridimensionali prodotti da specifici pre-processor (CALMET) oppure, nel caso di applicazioni semplificate, fa uso di misure rilevate da singole centraline meteo.

I modelli a segmenti o puff partono dalle medesime equazioni dei modelli gaussiani, ma da differenti condizioni iniziali, ipotizzando la dispersione di “nuvolette” di inquinante a concentrazione nota e di forma assegnata (gaussiana o “slug”), e permettono di riprodurre in modo semplice la dispersione in atmosfera di inquinanti emessi in condizioni non omogenee e non stazionarie, superando quindi alcune limitazioni dei classici modelli gaussiani fra cui ISC3. L'emissione viene discretizzata in una serie di singoli puff. Ognuna di queste unità viene trasportata all'interno del dominio di calcolo per un certo intervallo di tempo ad opera del

campo di vento in corrispondenza del baricentro del puff in un determinato istante. In questo modo, al variare della direzione del vento, il modello a puff segue con maggiore precisione la traiettoria effettiva dell’emissione rispetto all’approccio tradizionale dove è l’intero plume a cambiare direzione insieme al vento. La differenza tra i due metodi è raffigurata nell’immagine seguente.

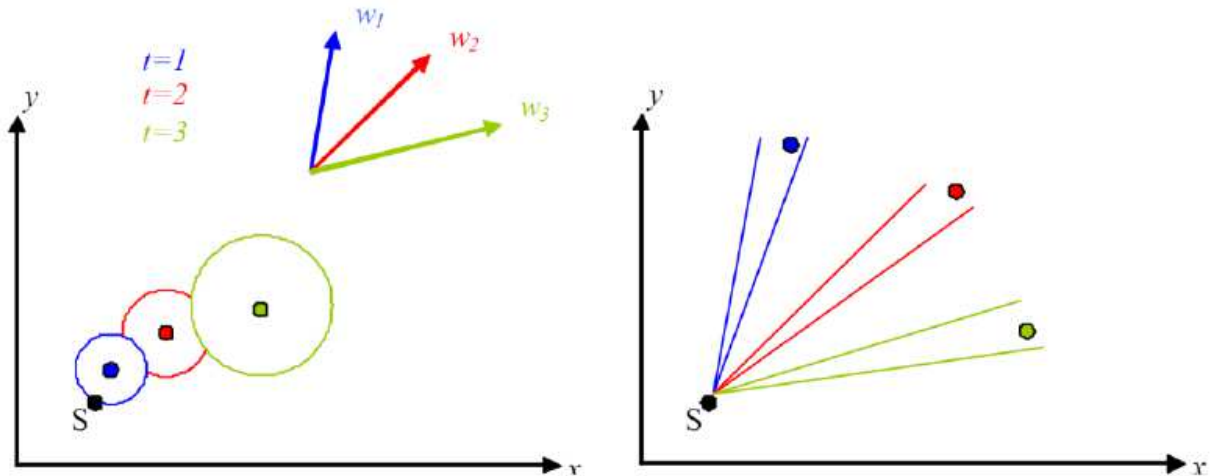


Figura 35 Differenze di dispersione fra modelli a puff (sinistra) e gaussiani tradizionali (destra)

Ogni segmento produce un campo di concentrazioni al suolo calcolato secondo la formula gaussiana e solo il segmento più prossimo al punto recettore contribuisce a stimare la concentrazione nel recettore stesso. La Figura 36 illustra la procedura descritta. La concentrazione totale ad un certo istante viene calcolata sommando i contributi di ogni singolo puff.

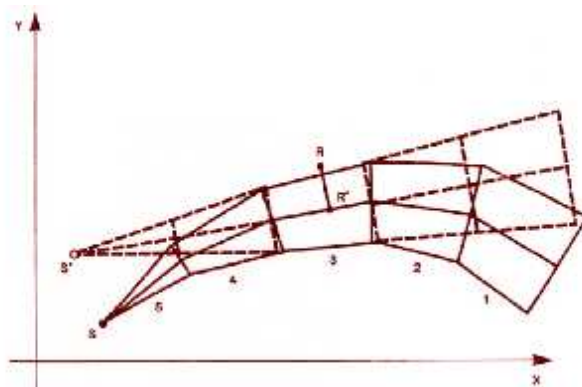


Figura 36 Segmentazione del pennacchio nei modelli a puff.

A differenza di quanto avviene nel modello gaussiano standard, non si fa l'ipotesi che la diffusione lungo la direzione di moto del pennacchio, x, sia trascurabile rispetto allo

spostamento. Questo fa sì che, da un lato, nell'equazione, che descrive questo modello, la velocità del vento non compaia più esplicitamente e, dall'altro lato, che il modello possa essere usato anche per le situazioni di vento debole o di calma. La concentrazione al suolo nel punto recettore è la somma dei contributi (Δc) di tutti i puff. L'espressione del modello a puff è la seguente (Zannetti, 1990):

$$\Delta c = \frac{\Delta M}{(2\pi)^{3/2} \sigma_h^2 \sigma_z^2} \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(x_p - x_r)^2}{\sigma_h^2}\right] \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(y_p - y_r)^2}{\sigma_h^2}\right] \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(z_p - z_r)^2}{\sigma_z^2}\right] \quad (7)$$

dove:

$\Delta M = Q \Delta t$	massa emessa nell'intervallo di tempo t [Kg]
x_p, y_p, z_p	coordinate del baricentro dell'i-esimo puff [m]
x_r, y_r, z_r	coordinate del punto recettore [m]
σ_h, σ_z	coefficienti di dispersione orizzontale e verticale [m], determinabili come visto nella precedente sezione

I puff emessi si muovono nel tempo sul territorio: il centro del puff viene trasportato dal campo di vento tridimensionale mentre la diffusione causata dalla turbolenza atmosferica provoca l'allargamento del puff ed è descritta dai coefficienti di dispersione istantanei. I coefficienti di dispersione nelle tre direzioni sono funzione, come nel caso del modello gaussiano, della distanza (o tempo di percorrenza) e delle caratteristiche dispersive dell'atmosfera.

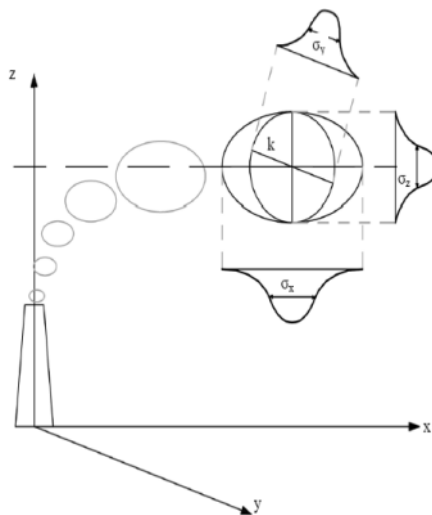


Figura 37 Schema per un modello a puff con indicazione dei coefficienti di dispersione relativi al puff k

Gli algoritmi di CALPUFF consentono di considerare opzionalmente diversi fattori, quali:

- l'effetto scia generato dagli edifici prossimi alla sorgente (building downwash) o allo stesso camino di emissione (stack-tip down wash),

- la fase transizionale del pennacchio,
- la penetrazione parziale del plume rise in inversioni in quota,
- gli effetti di lungo raggio quali deposizione secca e umida,
- le trasformazioni chimiche,
- lo share verticale del vento,
- il trasporto sulle superfici d’acqua,
- la presenza di orografia complessa o di zone costiere.

In riferimento all’ultimo punto, l’effetto del terreno viene schematizzato dividendo il flusso in due componenti, una di ascensione, con alterazione del tasso di diffusione, e un’altra di contorno, deflessione o divisione attorno agli ostacoli. Come per CALMET, le simulazioni con il modello CALPUFF sono raccomandate in una scala che può variare da una decina di metri (vicino al campo) a una centinaia di chilometri (trasporto su lunga distanza) dalle sorgenti. Il modello permette la divisione orizzontale e verticale dell puff.

CALPUFF utilizza inoltre diverse possibili formulazioni per il calcolo dei coefficienti di dispersione.

Per simulare al meglio le condizioni reali di emissione, il modello permette di configurare le sorgenti attraverso sorgenti puntiformi, lineari, areali e volumetriche.

La trattazione matematica del modello è piuttosto complessa e si rinvia al manuale tecnico di CALPUFF per ulteriori approfondimenti (Scire et al., 2011).

4.3 *Caratteristiche del MODELLO CALPOST*

CALPOST è invece il postprocessore preposto all’estrazione dai file binari prodotti in uscita da CALPUFF delle concentrazioni e/o dei flussi di deposizione e del numero di superamenti di una prefissata soglia sulla base di differenti intervalli di mediazione temporali. Quindi, la funzione di questo post processore è quella di analizzare l’output di CALPUFF in modo da estrarre i risultati desiderati e schematizzarli in un formato idoneo ad una buona visualizzazione. Infatti, attraverso CALPOST, si ottengono matrici che riportano i valori di ricaduta calcolati per ogni nodo della griglia definita, relativi alle emissioni di singole sorgenti e per l’insieme di esse. Tali risultati possono essere elaborati attraverso un qualsiasi software di visualizzazione grafica dei risultati delle simulazioni (come ad es. il SURFER o sistemi GIS).

L’uso di questo sistema di modellazione CALMET/CALPUFF, in combinazione con gli altri componenti collegati, permette di valutare gli impatti cumulativi, variabili nel tempo e nello spazio, di sorgenti multiple non-stazionarie e stimarne il contributo individuale. Il sistema CALMET/CALPUFF è specialmente raccomandato per la valutazione della dispersione e del trasporto degli inquinanti compresi nelle emissioni a lungo termine, provenienti per

esempio da sorgenti industriali, potendo anche essere usato nella modellazione di effetti diversi come quelli degli incendi forestali e della dispersione di materiale radioattivo.

5 CARATTERIZZAZIONE METEO CLIMATICA DELL’AREA- MODELLO CALMET 3D ARPAV

I dati orari elaborati da modello CALMET sono stati forniti dal dipartimento regionale per la sicurezza del territorio ARPAV Servizio Meteorologico di Teolo. I dati forniti da ARPAV consentono di studiare la dispersione degli inquinanti all’interno di un campo di moto 3D con una risoluzione spaziale elevata, questo aspetto risulta essere di fondamentale importanza nel caso sia presente una orografia complessa come quella dell’area di studio interessata dall’A31.

Il dominio di calcolo meteorologico (meteorological grid) del modello meteorologico 3D per il 2016 è caratterizzato da griglia di calcolo rettangolare con estensione pari a 14 x 20 km e con passo di 250 m. L’angolo Sud-Ovest del reticolo di riferimento è stato posizionato nel punto di coordinate UTM Fuso 32 N pari a E = 678750 m, N = 5067750 m, in modo da comprendere tutta l’area interessata dal progetto in esame .

La risoluzione verticale della griglia di calcolo è stata definita con 10 strati (20 m, 60 m, 120 m, 200 m, 300 m, 500 m, 750 m, 1000 m, 2000 m, 3000 m) fino ad un’altezza del dominio di 3000 m dal piano campagna, come mostrato nella figura seguente.

Il dominio di calcolo è stato caratterizzato attraverso le caratteristiche geofisiche dell’area:

- Orografia
- Uso del suolo

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

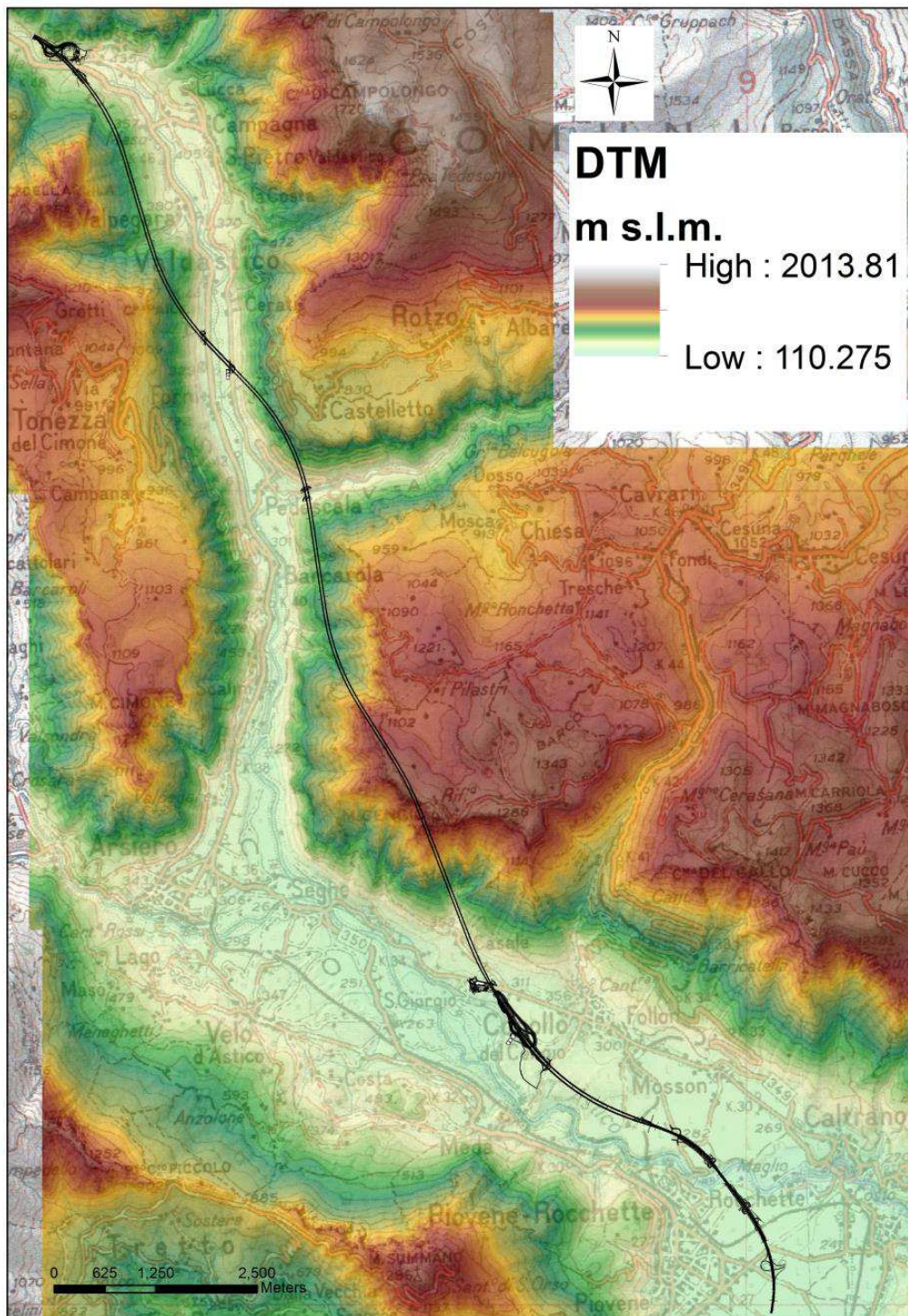


Figura 38 Orografia Area - DEM

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

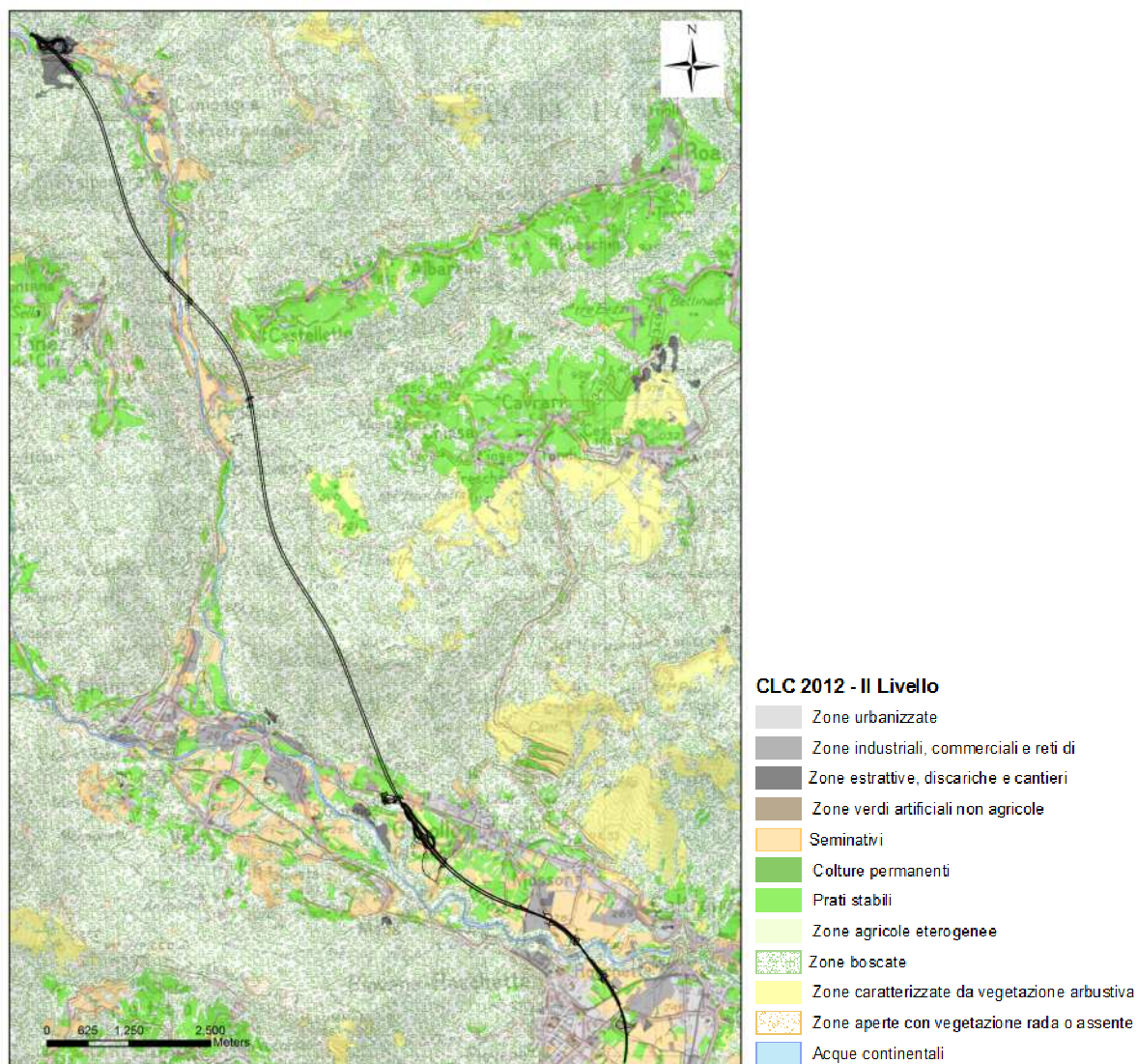


Figura 41 Uso del Suolo (Corine Land Cover – Fonte: regione Veneto)

6 DEFINIZIONE DELLE GRIGLIE DI CALCOLO E RECETTORI

La definizione dell'estensione e del numero di punti appartenenti alla griglia di calcolo utilizzata nelle simulazioni rappresenta una fase delicata in cui occorre stabilire il giusto compromesso tra velocità di calcolo e rappresentatività del fenomeno della ricaduta degli inquinanti rilasciati dalle sorgenti.

Per tale motivo, nell'ottica della stima relativa alle emissioni in atmosfera dovute al transito dei veicoli, all'interno dell'area di interesse sono state prese in esame 3 aree di studio, centrate su tutti i tratti a cielo aperto (trincea, rilevato, viadotto), con particolare attenzione ai punti di discontinuità delle gallerie.

in particolare:

L'area 1 (cfr.

- **Figura 39)** ha estensione 6 x 6 km e comprende il tratto di autostrada dal km 0 al km 4,66 (ingresso galleria Cogollo, lato Sud)

L'area 2 (cfr.

- **Figura 40)** ha estensione 5 x 5 km e comprende il tratto di autostrada dal km 11,2 (uscita galleria Cogollo, lato Nord) al km 13,7 (ingresso galleria San Pietro, lato Sud)

L'area 3 (cfr.

- **Figura 41)** ha estensione 4 x 4 km e comprende il tratto di autostrada dal km 17,15 al km 18 (uscita galleria San Pietro fino al termine dell'autostrada in progetto).

I recettori, in corrispondenza dei quali sono state calcolate le concentrazioni degli inquinanti al suolo, appartengono a una griglia regolare di punti con un passo di 100 m. Complessivamente il numero totale di recettori è pari a 3721 per l'area 1, 2601 per l'area 2 e 1681 per l'area 3.

A ciascun punto della griglia di calcolo è stata assegnata la quota sul livello del mare derivata dal DTM (Modello Digitale del Terreno) della Regione Veneto con una risoluzione spaziale di 5 m.

Nelle figure che seguono si riportano l'estensione e la localizzazione delle aree di studio, delle griglie di calcolo utilizzate nelle simulazioni modellistiche ed il modello digitale del terreno.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

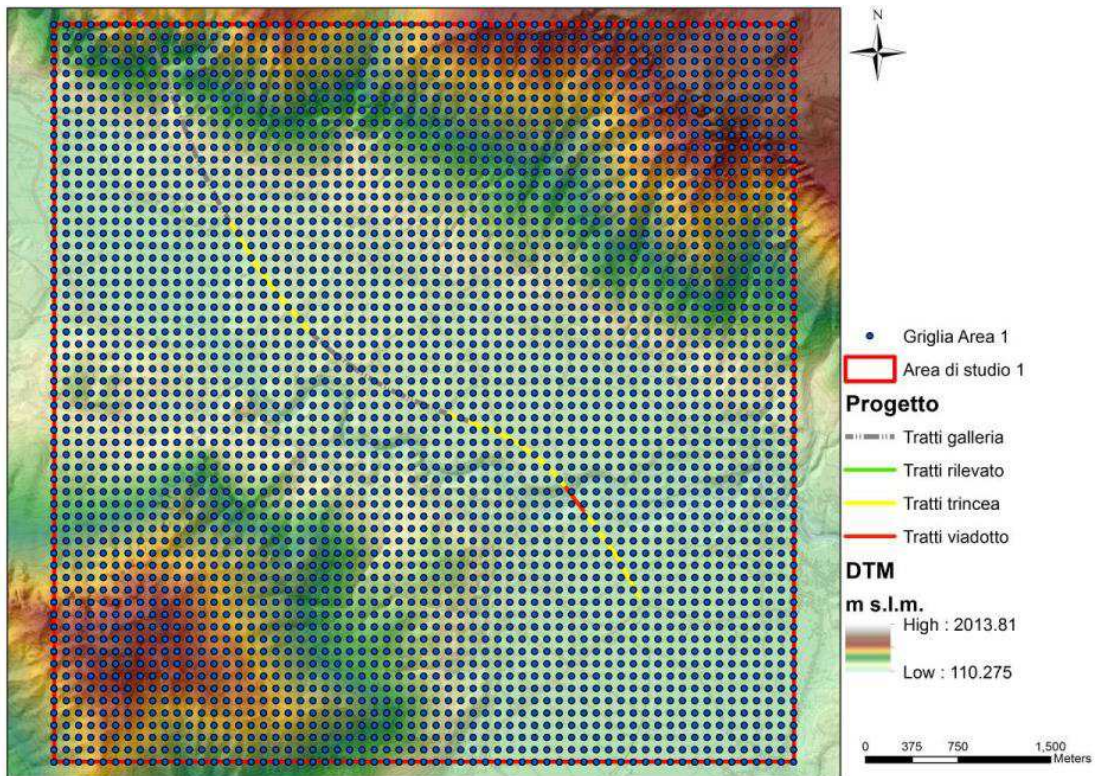


Figura 39 Griglia di calcolo e DTM – Area 1

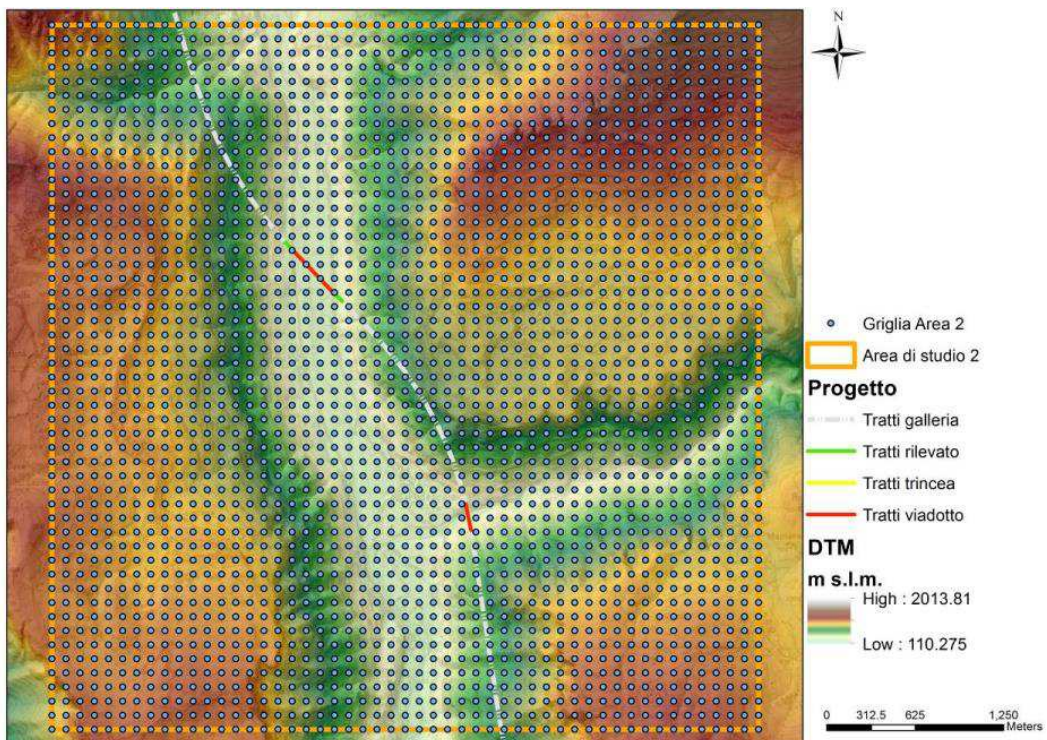


Figura 40 Griglia di calcolo e DTM – Area 2

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

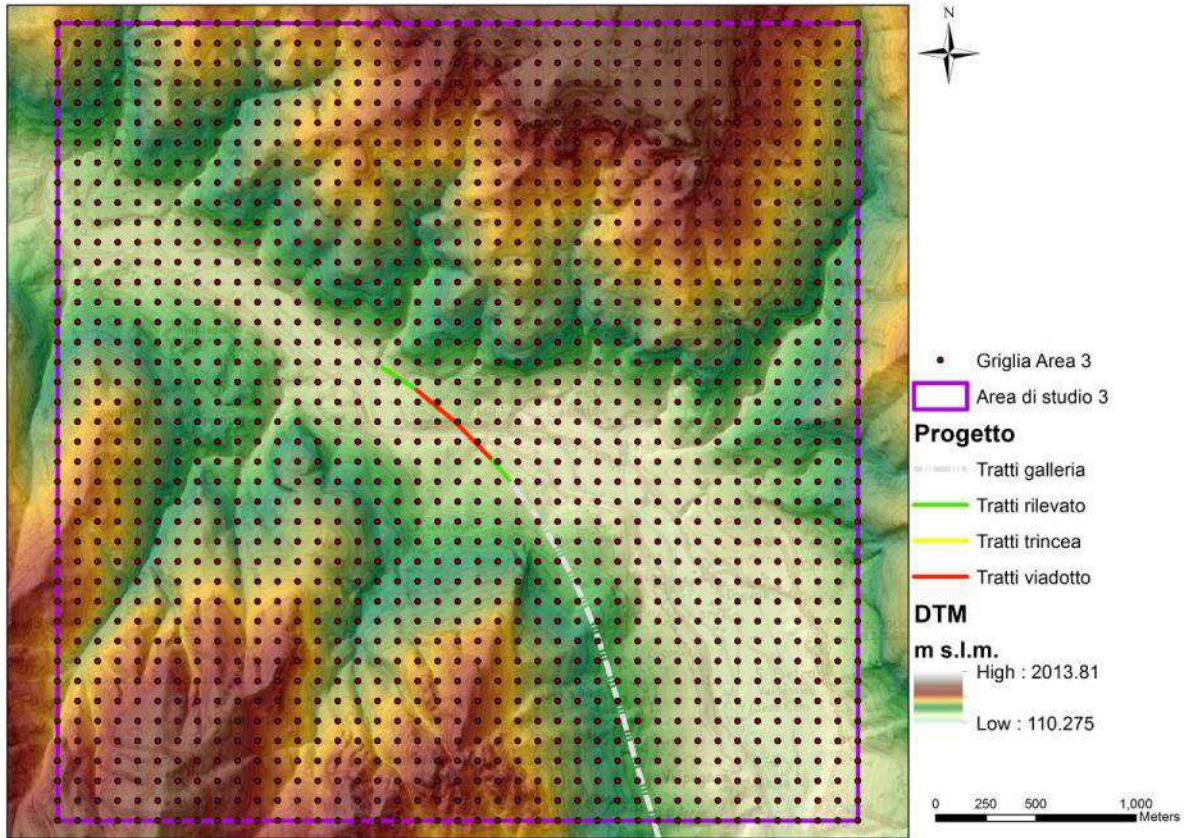


Figura 41 Griglia di calcolo e DTM – Area 3

7 CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE

7.1 FLUSSI DI TRAFFICO VEICOLARE

I flussi di traffico che interessano l’infrastruttura stradale A31 sono stati caratterizzati distinguendo i veicoli leggeri da quelli pesanti e i flussi relativi al traffico diurno da quello notturno. I flussi sono stati quantificati in modo differente per ciascuna delle sezioni che si generano a partire dallo svincolo Cogollo:

- Tratta 1: Piovene Rocchette – Svincolo Cogollo;
- Tratta 2: Svincolo Cogollo –Valle dell’Astico.

I flussi veicolari utilizzati per la stima delle emissioni di inquinanti in atmosfera e della loro dispersione sono stati forniti dallo specifico studio trasportistico e fanno riferimento allo scenario futuro al 2030 come riportato nella tabella che segue:

Tratto elementare A31	Veicoli/h per senso di marcia		Mezzi pesanti
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)	%
Piovene Rocchette - Cogollo	910	154	26,30%
Cogollo - Valle dell’Astico	867	147	27,10%

Tabella 6: Flussi traffico veicolare al 2030

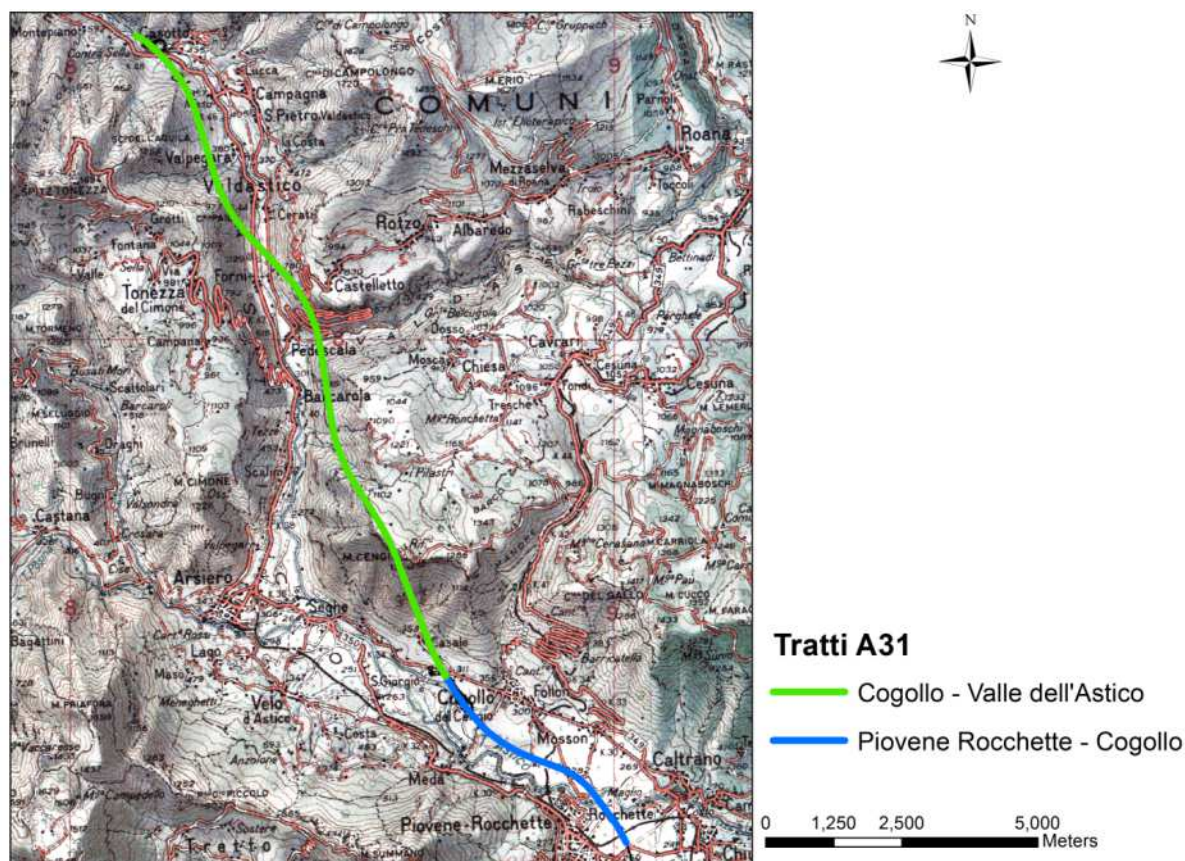


Figura 42 Tratti A31 – Flusso veicolare

7.2 FATTORI DI EMISSIONE DEL TRAFFICO VEICOLARE

In questa sezione si procede nella quantificazione delle emissioni di inquinanti, in termini di portate massiche, che vengono rilasciate in atmosfera dal traffico veicolare che transita nell’opera A31. Al fine di quantificare le emissioni si fa riferimento a banche dati di fattori di emissione specifiche per il parco veicolare che interessa l’infrastruttura stradale.

In particolare si è fatto riferimento ai dati forniti dalla banca dati “COPERT 4 – Stima delle emissioni da trasporto stradale”, acquisite dalla Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINANet – ISPRA¹), per le emissioni da traffico autostradale.

Si precisa che nella definizione dei flussi emissivi sono state adottate le seguenti ipotesi:

- le emissioni sono riferite al parco veicolare italiano caratteristico per l’area centro settentrionale (Parco veicolare fornito dalle statistiche ACI per il 2015²)
- le emissioni sono stimate ipotizzando come anno di riferimento il 2030 e sono ottenute adottando un fattore correttivo temporale al 2030 così come indicato dalla

¹ <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp/>

² <http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche/dati-e-statistiche/autoritratto/autoritratto-2015.html>

metodologia PIARC³, che permette di ipotizzare le emissioni dei veicoli per gli anni futuri, influenzati dal rinnovo del parco veicolare caratterizzato da standard di emissione più severi (Cfr. Tabella 6).

TABLE 11 - INFLUENCING FACTOR (FT) FOR PASSENGER CARS, TECHNOLOGY STANDARD A					
ft	CO		NO _x		Opacity
Passenger cars	Gasoline	Diesel	Gasoline	Diesel	Diesel
2010	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2015	0.75	0.74	0.65	0.76	0.55
2020	0.58	0.65	0.44	0.52	0.29
2025	0.46	0.60	0.30	0.40	0.17
2030	0.40	0.57	0.22	0.35	0.13

Tabella 6: Fattore correttivo PIARC - Rinnovo del parco veicolare nel tempo

Nel caso in esame, avendo considerato un parco veicolare al 2015 è stato calcolato il seguente fattore correttivo che permette di calcolare le emissioni dal 2015 al 2030.

Anno	CO		NO _x		PM
	benzina	diesel	benzina	diesel	diesel
2010	1	1	1	1	1
2015	0,75	0,74	0,65	0,76	0,55
2030	0,4	0,57	0,22	0,35	0,13
2015-2030	0,53	0,77	0,34	0,46	0,24

Tabella 7: Fattore correttivo flussi di emissione tra 2015 e 2030

Per le emissioni di CO e NO_x/NO₂ da autovetture è stato considerato un fattore correttivo medio pesato sul parco veicolare medio al 2015 (stime ACI 2015) che è costituito per il 39,7% da veicoli a gasolio e per il restante 60,3% da veicoli a benzina (considerando anche i veicoli ibridi), mentre per il PM è stato utilizzato per tutti i veicoli il fattore correttivo diesel. Per i mezzi pesanti è stato considerato il fattore correttivo solo del diesel.

Area Centro -Nord	CO 2030 g/km H	NO ₂ 2030 g/km H	PM ₁₀ 2030 g/km H
Passenger Cars	0,576	0,050	0,005
Heavy Duty Trucks	0,894	0,260	0,038

Tabella 8: Fattori emissivi COPERT - (highway: ambito autostradale) – Anno 2030

³ ROAD TUNNELS: VEHICLE EMISSIONS AND AIR DEMAND FOR VENTILATION - PIARC

Le simulazioni dell'impatto generato dall'A31 sulla componente atmosfera in condizioni post-operam sono state condotte per i seguenti inquinanti: NO₂, CO e PM10.

Per quanto riguarda gli NO_x, in quanto non disponibili dati orari di Ozono per la simulazione della conversione cinetica da NO_x a NO₂, non si è proceduto nelle simulazioni modellistiche post-operam. Tuttavia analizzando il rapporto tra le concentrazioni di NO₂/NO_x osservato dalla stazione di monitoraggio ARPA di Schio, si osserva un valore simile al rapporto tra i fattori di emissione COPERT di NO₂/NO_x.

Il rapporto tra la concentrazione massima su media oraria in atmosfera tra NO₂ e NO_x, registrata per la stazione di Schio nel 2016, è pari a 0,3, mentre il rapporto tra il fattore emissivo COPERT degli NO₂ e degli NO_x (considerando i flussi emissivi al 2014 distinti per settore ed un valore medio pesato tra autovetture e i mezzi pesanti) è pari a 0,31.

Pertanto concludendo si possono assumere le simulazioni di NO₂ come rappresentative anche degli NO_x.

7.3 BOX MODEL – IPOTESI E VERIFICA FLUSSI EMISSIONE

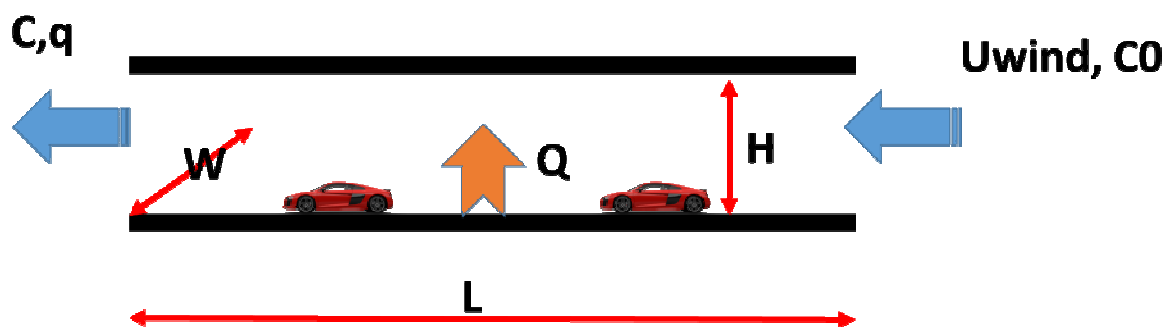
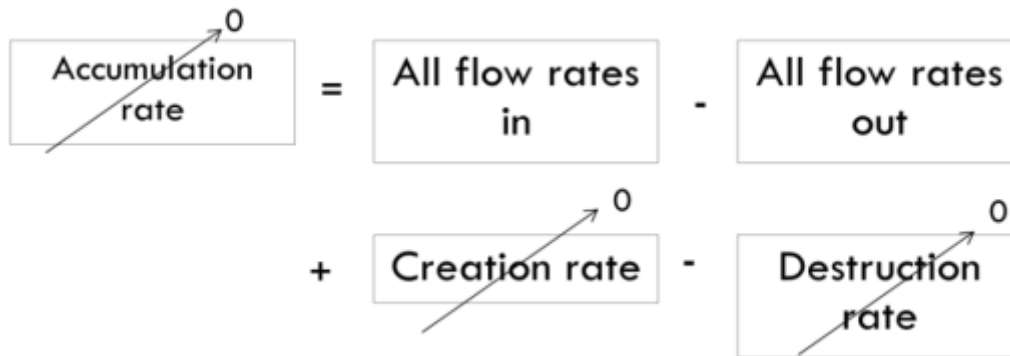
Al fine di caratterizzare le emissioni rilasciate in corrispondenze delle gallerie si è utilizzato un modello a box (fase perfettamente miscelata) in grado di stimare, in condizioni stazionarie e conservative, le concentrazioni dei diversi inquinanti che si generano all'interno della galleria.

Le ipotesi che stanno alla base del modello box sono le seguenti:

- Fase perfettamente miscelata
- Condizioni di emissione e ingresso di aria in galleria stazionarie nel tempo
- Flusso di traffico stazionario pari a valori riportati in tabella
- Flusso di emissione stazionario pari a valori riportati in tabella
- Assenza di fenomeni di abbattimento
- Galleria di dimensione W e Lunghezza L con vento in ingresso Uwind
- Concentrazione uniforme all'interno della galleria determinata dai fenomeni di turbolenza C [g/mc]
- Velocità del vento in ingresso costante uwind [m/sec]
- Concentrazione di fondo CO in ingresso costante
- Emissione di inquinanti Q [g/sec], emissione per unità di superficie $q=Q/A_{emiss}$ [g/sec-mq]

- $A_{emiss} = W * L$ area sorgente emissiva[mq]
- A area sezione galleria [mq]

Risolviendo l'equazione di bilancio di massa nelle ipotesi semplificative adottate



- Portata in Ingresso – Portata in Uscita = 0
- Portata in Ingresso = $u_{wind} * W * H * C_0 + q * L$
- Portata in Uscita = $u_{wind} * W * H * C$

Sostituendo si ottiene l'equazione per la stima della concentrazione all'interno della galleria C

- $C = C_0 + (q * L) / (u_{wind} * H)$
- $q = C * (u_{wind} * W * H) = C_0 * u_{wind} * W * H + Q$

La portata massica di un generico inquinante che esce dal portale è pari alla somma della portata emessa all'interno Q con la portata determinata dall'aria in ingresso a concentrazione C0.

Nella Tabella che segue si riportano, a titolo esemplificativo, i calcoli per la Galleria Cogollo ipotizzando un flusso di aria in ingresso pari a 200 mc/sec a cui corrisponde una velocità in ingresso di aria pari a circa 2 m/sec.

Parametro	Valore	UdM
Sezione tunnel	92,74	m2
W	12,6	m
L	6528	m
H	8	m
A	82252,8	m ²
u	2	m/sec
C0=b	30	micro/mc
NO2	1,68E-01	g/sec
q	2,04E-06	g/sec-m ²
c	863,84	micro/mc
Uportal	2	m/sec
qportal	0,16	g/sec

Tabella 9: Calcolo della concentrazione all'interno della galleria Cogollo

Al fine di quantificare le emissioni in corrispondenza delle uscite delle gallerie (tunnel portal) si è ipotizzato che la velocità del flusso di aria in uscita sia pari alla velocità dell'aria in ingresso non essendoci sistemi di ventilazione forzata in regime di traffico non congestionato. Di seguito si riportano i valori attesi dei flussi di emissione in corrispondenza delle uscite dalle gallerie.

TRATTO	Lunghezza		flusso NO2 diurno	flusso NO2 notturno
	m	km	g/s	g/s
Galleria S. Agata 1	100,21	0,10	2,67E-03	4,51E-04
Galleria S. Agata 2	1306,50	1,31	3,48E-02	5,88E-03
Galleria Cogollo	6528,06	6,53	1,68E-01	2,85E-02
Galleria Pedescala	1696,74	1,70	4,37E-02	7,41E-03
Galleria San Pietro	3470,27	3,47	8,94E-02	1,52E-02

Tabella 10: flussi di emissione in corrispondenza delle uscite dalle gallerie – Calcolo COPERT

Nella tabella che segue si riportano le stime di concentrazione di NO₂ nelle gallerie, nel periodo diurno.

Galleria	Flusso stima COPERT	Q portal	Concentrazione Stazionaria
	g/s	g/s	ug/m ³
Galleria S. Agata 1	0,003	0,008	47,09
Galleria S. Agata 2	0,035	0,035	197,11
Galleria Cogollo	0,168	0,160	863,84
Galleria Pedescala	0,044	0,050	310,08
Galleria San Pietro	0,089	0,088	466,34

Tabella 11: Concentrazione di NO₂ nelle gallerie

Si ipotizza che in condizioni stazionarie le portate di emissione che si generano all’interno della galleria siano totalmente rilasciate in corrispondenza dei tunnel portal.

7.4 IPOTESI MODELLISTICHE E SCHEMATIZZAZIONE SORGENTI EMISSIVE

Il tracciato oggetto di studio è stato suddiviso in archi stradali (sezioni) caratterizzati da flussi di traffico e ipotesi emissive omogenee. Tutte le sezioni stradali a cielo aperto sono state simulate come sorgenti areali con larghezza pari alla larghezza della carreggiata.

Le sezioni a cielo aperto sono state simulate come sorgenti areali rappresentate da uno o più quadrilateri, a seconda della geometria della strada stessa.

Le sezioni oggetto delle simulazioni sono caratterizzate da una larghezza pari a 30 m e flusso emissivo complessivo considerando il traffico complessivo bidirezionale. Per ciascuna tipologia stradale è stata assegnata una quota media sul terreno come riportato nelle tavole di progetto (NASTRI ASFALTO 2D.dwg).

Per quanto concerne la simulazione delle emissioni in corrispondenza delle uscite dalle gallerie (tunnel portal) si è ipotizzato, come descritto al capitolo 7.3, che in condizioni stazionarie tutte le emissioni generate all’interno della galleria siano rilasciate in corrispondenza dell’uscita della stessa e si è proceduto nella caratterizzazione della sorgente come segue:

- Stima dell’emissione interna alla galleria tenendo conto della sua lunghezza media (tra i due sensi di marcia) e del numero di veicoli circolanti;
- Definizione di una sorgente puntuale virtuale in corrispondenza dell’uscita della galleria di diametro 6 m, velocità 1 m/s e temperatura pari a 15 °C, a cui viene assegnata l’emissione dell’intero tratto di galleria, altezza pari alla metà dell’altezza della galleria.

Di seguito si riportano per ciascuna sezione oggetto della simulazione i dettagli della stima delle emissioni in atmosfera per i diversi inquinanti secondo la metodologia COPERT.

Si riepilogano nella tabella seguente le caratteristiche di ciascuna sezione oggetto di simulazione.

TRATTO	Lunghezza		Flusso Veicoli TOT/h per senso di MARCIA		% mezzi pesanti
	m	km	diurno	Notturmo	
Trincea	839	0,84	910,00	154,00	26,30%
Viadotto Piovene	262	0,26	910,00	154,00	26,30%
Trincea	951	0,95	910,00	154,00	26,30%
Galleria S. Agata 1	100	0,10	910,00	154,00	26,30%
Trincea	87	0,09	910,00	154,00	26,30%
Galleria S.agata 2	1306	1,31	910,00	154,00	26,30%

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

TRATTO	Lunghezza		Flusso Veicoli TOT/h per senso di MARCIA		% mezzi pesanti
	m	km	diurno	Notturmo	
Trincea	1115	1,11	910,00	154,00	26,30%
Galleria Cogollo	6528	6,53	867,00	147,00	27,10%
Viadotto Assa	201	0,20	867,00	147,00	27,10%
Galleria Pedescala	1697	1,70	867,00	147,00	27,10%
Rilevato	89	0,09	867,00	147,00	27,10%
Viadotto Settecà	422	0,42	867,00	147,00	27,10%
Rilevato	81	0,08	867,00	147,00	27,10%
Galleria San Pietro	3470	3,47	867,00	147,00	27,10%
Rilevato	148	0,15	867,00	147,00	27,10%
Viadotto Molino	501	0,50	867,00	147,00	27,10%
Rilevato	203	0,20	867,00	147,00	27,10%

Tabella 12: Caratteristiche di ciascuna sezione oggetto di simulazione per la stima delle emissioni in atmosfera per i diversi inquinanti secondo la metodologia COPERT

Nella tabella che segue si riportano i valori dei flussi massici di emissione per ciascun tratto sommando il contributo delle due direzioni di marcia:

TRATTO	Flussi somma di entrambe direzioni Nord/sud					
	CO		NO ₂		PM	
	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
	g/h	g/h	g/h	g/h	g/h	g/h
Trincea	1006,5	170,3	160,6	27,2	20,4	3,5
Viadotto Piovene	314,5	53,2	50,2	8,5	6,4	1,1
Trincea	1141,4	193,2	182,2	30,8	23,2	3,9
Galleria S. Agata 1	120,3	20,4	19,2	3,2	2,4	0,4
Trincea	104,7	17,7	16,7	2,8	2,1	0,4
Galleria S.agata 2	1568,1	265,4	250,3	42,4	31,8	5,4
Trincea	1337,8	226,4	213,5	36,1	27,1	4,6
Galleria Cogollo	7493,7	1270,6	1210,3	205,2	154,4	26,2
Viadotto Assa	230,6	39,1	37,2	6,3	4,8	0,8
Galleria Pedescala	1947,7	330,2	314,6	53,3	40,1	6,8
Rilevato	101,9	17,3	16,5	2,8	2,1	0,4
Viadotto Settecà	484,2	82,1	78,2	13,3	10,0	1,7
Rilevato	93,4	15,8	15,1	2,6	1,9	0,3
Galleria San Pietro	3983,6	675,4	643,4	109,1	82,1	13,9
Rilevato	170,1	28,8	27,5	4,7	3,5	0,6
Viadotto Molino	575,5	97,6	92,9	15,8	11,9	2,0
Rilevato	233,1	39,5	37,7	6,4	4,8	0,8

Tabella 13: Flussi massici di emissione per ciascun tratto sommando il contributo delle due direzioni di marcia

Si riportano nei paragrafi che seguono, per ciascuna area di studio, le caratteristiche di ciascun tratto stradale inserito nelle simulazioni modellistiche e simulato come sorgente areale o puntuale. Si precisa che per i tratti a cielo aperto il flusso emissivo è pari a quello bidirezionale. Per i tratti in galleria, ciascuna sorgente, posizionata in uscita dalle gallerie sarà caratterizzata dal flusso emissivo relativo pari alla metà del flusso bidirezionale calcolato in quanto rappresentativa di un solo senso di marcia.

7.4.1 CARATTERISTICHE E LOCALIZZAZIONI SORGENTI AREA 1

In Tabella 14 si riepilogano le caratteristiche di ciascun tratto stradale inserito nelle simulazioni modellistiche nell'area di studio 1 e simulato come sorgente areale (tratti a cielo aperto), mentre in Tabella 15 si riepilogano le caratteristiche delle sorgenti puntuali (uscite gallerie).

Tratto	Area	Quota	Flusso CO		Flusso NO ₂		Flusso PM ₁₀	
			(g/s/m ²)		(g/s/m ²)		(g/s/m ²)	
	m ²	m	(6-22)	(22-6)	(6-22)	(22-6)	(6-22)	(22-6)
Trincea1	25139	255	1,11E-05	1,88E-06	1,77E-06	3,00E-07	2,26E-07	3,82E-08
Viadotto1 (Piovene)	7850	264	1,11E-05	1,88E-06	1,78E-06	3,01E-07	2,26E-07	3,82E-08
Trincea2	28507	271	1,11E-05	1,88E-06	1,78E-06	3,00E-07	2,26E-07	3,82E-08
Trincea3	2618	278	1,11E-05	1,88E-06	1,77E-06	3,00E-07	2,25E-07	3,82E-08
Trincea4	33422	294	1,11E-05	1,88E-06	1,77E-06	3,00E-07	2,26E-07	3,82E-08

Tabella 14: Caratteristiche emissive sorgenti areali - Area 1

Tratto	Altezza	Quota	Flusso CO		Flusso NO ₂		Flusso PM ₁₀	
			(g/s)		(g/s)		(g/s)	
	m	m	(6-22)	(22-6)	(6-22)	(22-6)	(6-22)	(22-6)
S,Agata1_PN	3	275	1,67E-02	2,83E-03	2,67E-03	4,51E-04	3,39E-04	5,73E-05
S,Agata1_PP	3	277	1,67E-02	2,83E-03	2,67E-03	4,51E-04	3,39E-04	5,73E-05
S,Agata2_PN	4	278	2,18E-01	3,69E-02	3,48E-02	5,88E-03	4,42E-03	7,48E-04
S,Agata2_PP	4	300	2,18E-01	3,69E-02	3,48E-02	5,88E-03	4,42E-03	7,48E-04
Cogollo_PN	4	288	1,04E+00	1,76E-01	1,68E-01	2,85E-02	2,14E-02	3,64E-03

Tabella 15: Caratteristiche emissive sorgenti puntuali – Area 1

Nelle figure seguenti si riportano le sorgenti inserite nelle simulazioni modellistiche.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

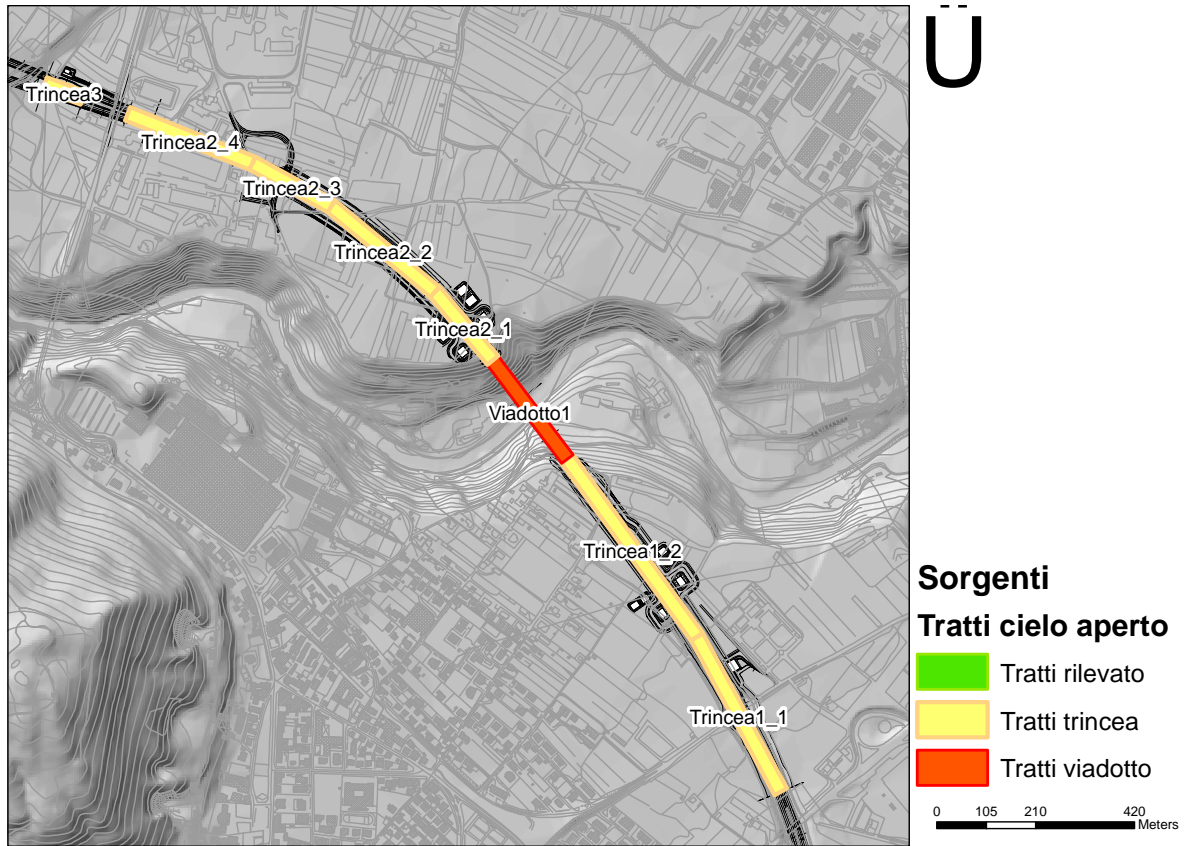


Figura 43 - Localizzazione sorgenti Areali - Area 1 - tratti a cielo aperto presenti dal Km 0 al Km 2,24

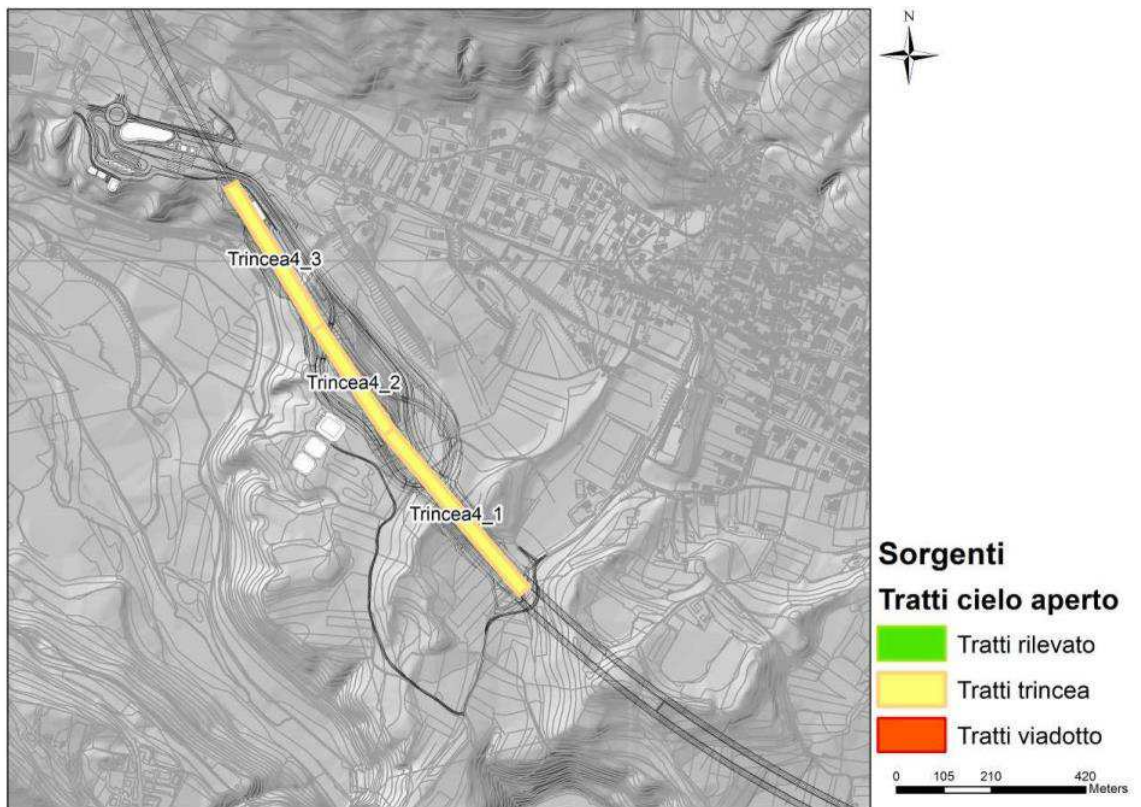


Figura 44 - Localizzazione sorgenti Areali - Area 1 - dal Km 3,5 al Km 4,7

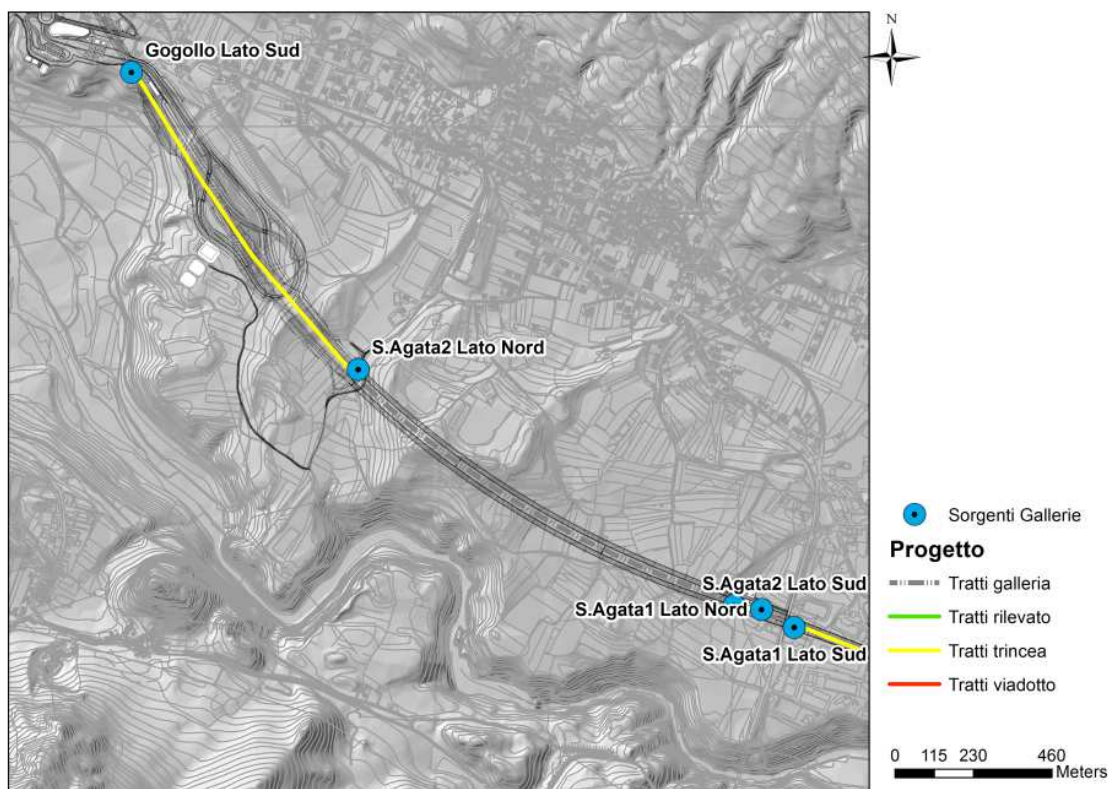


Figura 45 - Localizzazione sorgenti puntuali - Area 1

7.4.2 CARATTERISTICHE E LOCALIZZAZIONI SORGENTI AREA 2

In Tabella 14 si riepilogano le caratteristiche di ciascun tratto stradale inserito nelle simulazioni modellistiche nell’area di studio 1 e simulato come sorgente areale (tratti a cielo aperto), mentre in Tabella 17 si riepilogano le caratteristiche delle sorgenti puntuali (uscite gallerie).

Tratto	Area m ²	Quota m	Flusso CO		Flusso NO ₂		Flusso PM ₁₀	
			(g/s/m ²)		(g/s/m ²)		(g/s/m ²)	
			(6-22)	(22-6)	(6-22)	(22-6)	(6-22)	(22-6)
Viadotto 2 (Assa)	6026	352	1,06E-05	1,80E-06	1,72E-06	2,91E-07	2,19E-07	3,71E-08
Rilevato 1	2663	331	1,06E-05	1,80E-06	1,72E-06	2,91E-07	2,19E-07	3,71E-08
Viadotto3 (Settecà)	12659	332	1,06E-05	1,80E-06	1,72E-06	2,91E-07	2,19E-07	3,71E-08
Rilevato 2	2441	335	1,06E-05	1,80E-06	1,72E-06	2,91E-07	2,19E-07	3,71E-08

Tabella 16: Caratteristiche emissive sorgenti areali - Area 2

Tratto	Altezza m	Quota m	Flusso CO		Flusso NO ₂		Flusso PM ₁₀	
			(g/s)		(g/s)		(g/s)	
			(6-22)	(22-6)	(6-22)	(22-6)	(6-22)	(22-6)
Cogollo_PP	4	352	1,04E+00	1,76E-01	1,68E-01	2,85E-02	2,14E-02	3,64E-03
Pedescala_PP	3	352	2,71E-01	4,59E-02	4,37E-02	7,41E-03	5,57E-03	9,45E-04
Pedescala_PN	3	331	2,71E-01	4,59E-02	4,37E-02	7,41E-03	5,57E-03	9,45E-04

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

Tratto	Altezza	Quota	Flusso CO		Flusso NO ₂		Flusso PM ₁₀	
			(g/s)		(g/s)		(g/s)	
	m	m	(6-22)	(22-6)	(6-22)	(22-6)	(6-22)	(22-6)
SanPietroPN	4	335	5,53E-01	9,38E-02	8,94E-02	1,52E-02	1,14E-02	1,93E-03

Tabella 17: Caratteristiche emissive sorgenti puntuali – Area 2

Nelle figure seguenti si riportano le sorgenti inserite nelle simulazioni modellistiche.

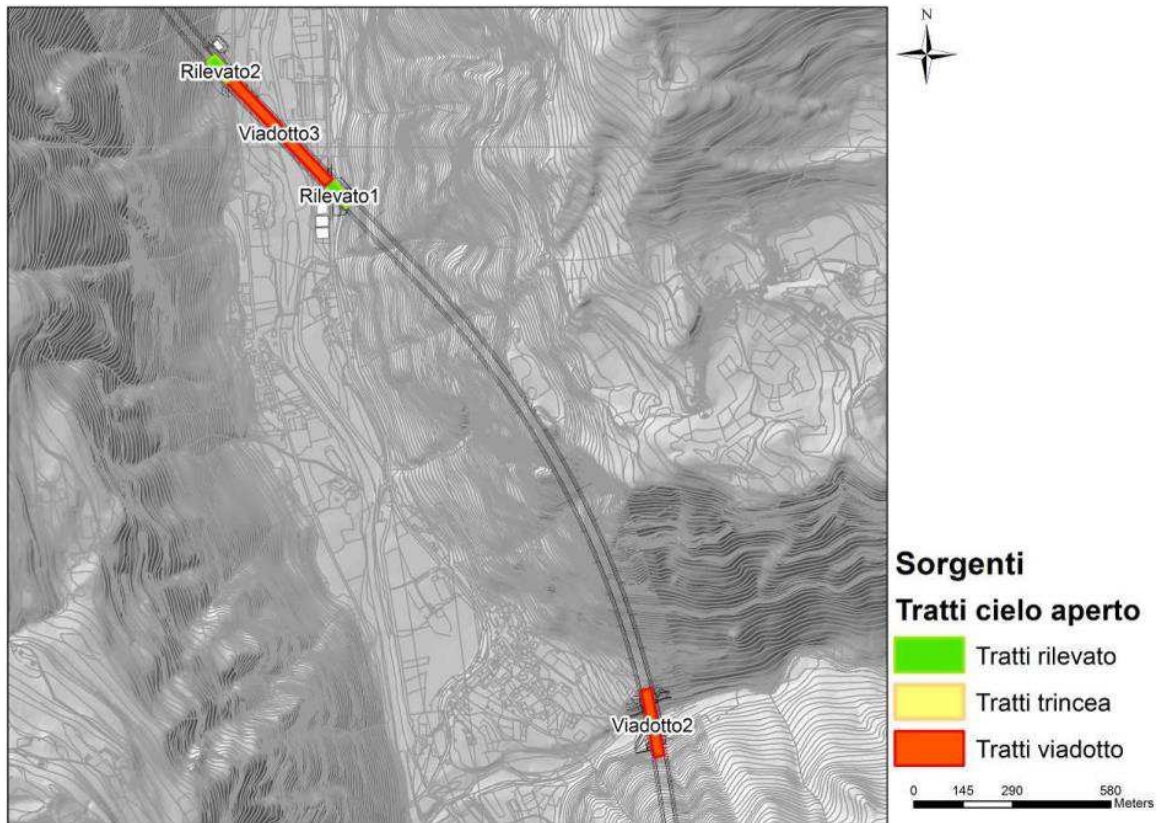


Figura 46 - Localizzazione sorgenti Areali - Area 2

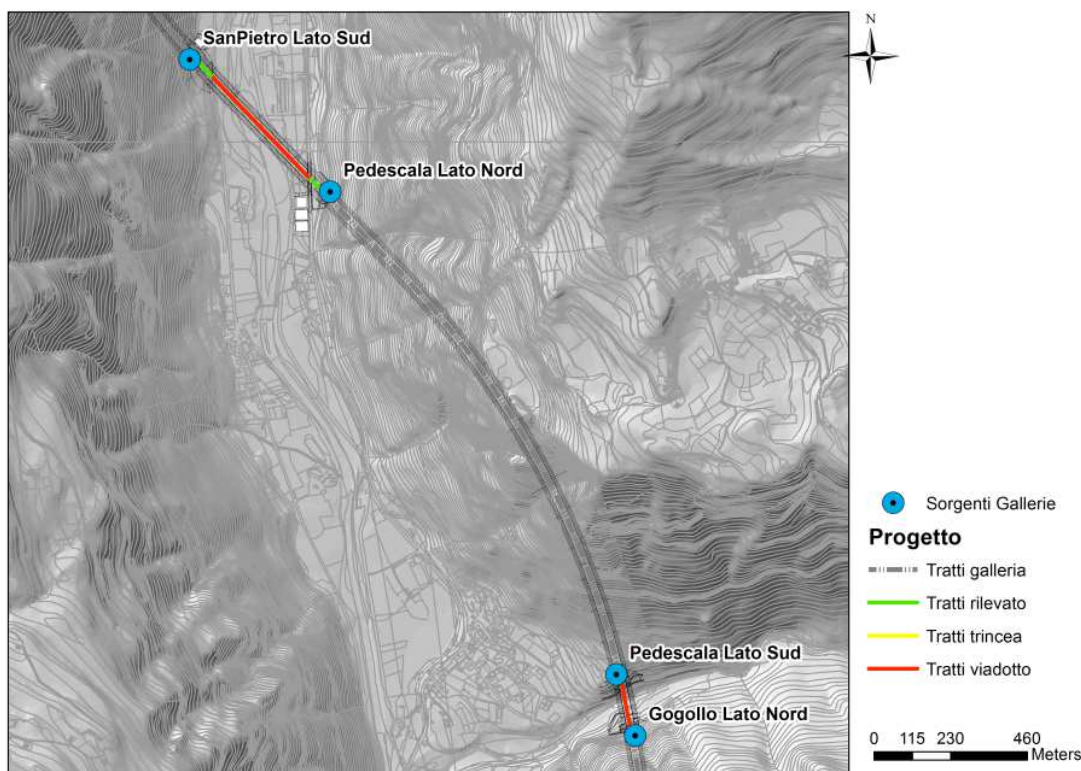


Figura 47 - Localizzazione sorgenti puntuali - Area 2

7.4.3 CARATTERISTICHE E LOCALIZZAZIONI SORGENTI AREA 3

In Tabella 18 si riepilogano le caratteristiche di ciascun tratto stradale inserito nelle simulazioni modellistiche nell’area di studio 1 e simulato come sorgente areale (tratti a cielo aperto), mentre in Tabella 19 Tabella 17 si riepilogano le caratteristiche delle sorgenti puntuali (uscite gallerie).

Tratto	Area m ²	Quota m	Flusso CO		Flusso NO ₂		Flusso PM ₁₀	
			(g/s/m ²)		(g/s/m ²)		(g/s/m ²)	
			(6-22)	(22-6)	(6-22)	(22-6)	(6-22)	(22-6)
Rilevato3	4445	410	1,06E-05	1,80E-06	1,72E-06	2,91E-07	2,19E-07	3,71E-08
Viadotto Molino	15034	417	1,06E-05	1,80E-06	1,72E-06	2,91E-07	2,19E-07	3,71E-08
Rilevato4	6091	424	1,06E-05	1,80E-06	1,72E-06	2,91E-07	2,19E-07	3,71E-08

Tabella 18: Caratteristiche emissive sorgenti areali - Area 3

Tratto	Altezza m	Quota m	Flusso CO		Flusso NO ₂		Flusso PM ₁₀	
			(g/s)		(g/s)		(g/s)	
			(6-22)	(22-6)	(6-22)	(22-6)	(6-22)	(22-6)
SanPietroPN	4	408	5,53E-01	9,38E-02	8,94E-02	1,52E-02	2,14E-02	3,64E-03

Tabella 19: Caratteristiche emissive sorgenti puntuali – Area 3

Nelle figure seguenti si riportano le sorgenti inserite nelle simulazioni modellistiche.

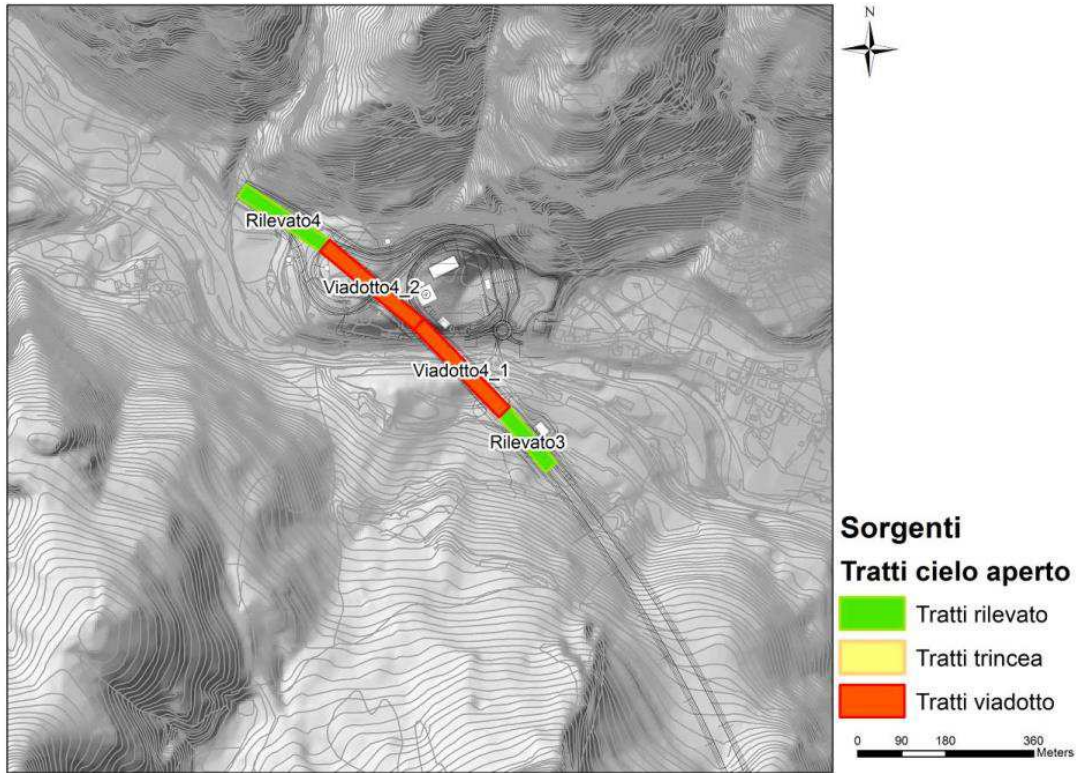


Figura 48 - Localizzazione sorgenti Areali - Area 3

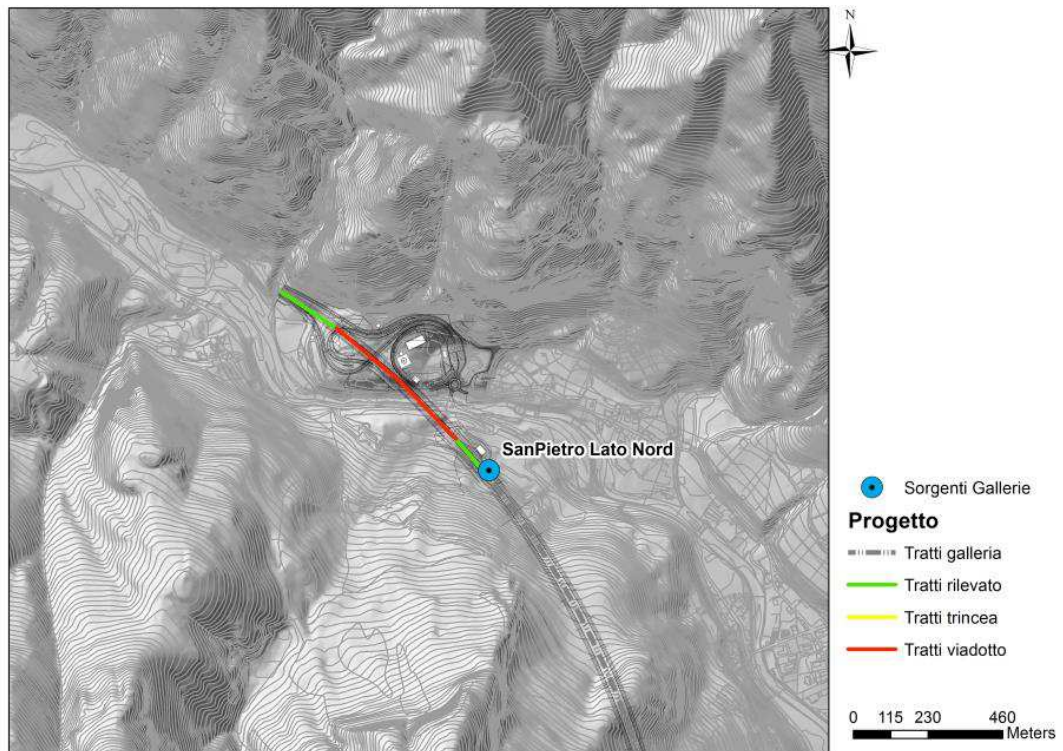


Figura 49 - Localizzazione sorgenti puntuali - Area 3

8 ANALISI DEI RISULTATI E VERIFICA DEL RISPETTO DEI LIMITI DI LEGGE – POST-OPERAM

Di seguito si descrivono i risultati delle simulazioni modellistiche di dispersione degli inquinanti in atmosfera emessi dall’infrastruttura stradale A31; in particolare si procede nella verifica dell’impatto ambientale sulla componente atmosfera nello scenario post-operam, ottenuto sommando alle concentrazioni attese contributo della sola opera in esame i valori di concentrazione di fondo stimati come descritto nel paragrafo 3.3.

I risultati delle simulazioni modellistiche nello scenario post-operam sono rappresentati come mappe raster di distribuzione spaziale delle concentrazioni al suolo (1,7 m - altezza media recettore umano) dei diversi inquinanti dove gli intervalli di concentrazione sono riportati con una specifica scala di colori.

Poiché per alcuni inquinanti, come PM₁₀ e NO₂, la normativa di riferimento fissa il numero di volte che la concentrazione limite può essere superata in un anno; i risultati e le relative mappe rappresentano quindi il corrispondente percentile della concentrazione massima nell’intervallo temporale fissato:

- Per le PM₁₀, la concentrazione limite giornaliera può essere superata per 35 volte in un anno, che corrisponde al 90,410° percentile delle concentrazioni su media giornaliera;
- Per gli NO₂ la concentrazione limite oraria può essere superata per 18 volte in un anno, che corrisponde al 99,794° percentile delle concentrazioni su media oraria.

I valori annuali sono invece mediati sull’anno completo, mentre per il CO è stata considerata la media sulle 8 ore.

Nelle tavole (da Tavola J16L1_050407004_0101_OPD-004-0101 alla tavola J16L1_050407004_0101_OPD-004-0405) si riportano le mappe delle distribuzioni spaziali di concentrazioni degli inquinanti al suolo nello scenario post-operam, rappresentative dei valori di concentrazione calcolate su diverse medie temporali (orarie, giornaliere e ed annuali) in coerenza con i limiti sulla qualità dell’aria definiti dal Decreto Lgs. 155/2010. In questo modo è possibile rilevare eventuali criticità e superamenti dei limiti sulla qualità dell’aria.

Le mappe sono rappresentative della qualità dell’aria attesa nello scenario post-operam, sommando al fondo esistente, valutato attraverso specifiche campagne di monitoraggio (cfr. paragrafo 3.3), il contributo atteso dall’esercizio dell’autostrada A31. In particolare le somme sono state effettuate considerando come concentrazione di fondo ante-operam le medie temporali (99,794° percentile della concentrazione massima su media oraria per gli NO₂,

90,410° percentile della concentrazione massima su media giornaliera per il PM₁₀, concentrazioni medie annuali per NO₂ e PM₁₀) in coerenza con i limiti sulla qualità dell'aria definiti dal Decreto Lgs. 155/2010, calcolate per NO₂ e PM₁₀ tramite correlazione con i dati della centralina di Schio. Solo per il CO è stato sommato al contributo dell'A31, espresso come concentrazione massima su media di 8 ore, il massimo valore massimo su media di 8 ore registrato nell'area nei punti di monitoraggio.

Inoltre per ciascun punto di monitoraggio sono state individuate delle aree di pertinenza in cui si assumono concentrazioni rappresentative del fondo ante-operam costante come indicato nelle planimetrie di concentrazione degli inquinanti nello stato di fatto:

- PD01 e PD02 nell'area di studio 1 (cfr. Tavole J16L1_050407003_0101_OPD-Tav. 1, J16L1_050407003_0101_OPD-Tav. 2)
- PD03 e PD04 nell'area di studio 2 (cfr. Tavole J16L1_050407003_0101_OPD-Tav. 3; J16L1_050407003_0101_OPD-Tav. 4)
- Nell'area 3, in mancanza di punti di monitoraggio è stato sommato il fondo misurato al punto PD04 che risulta il più vicino.
- **Risulta inoltre in corso un'integrazione, i cui risultati verranno restituiti con un report integrativo appena disponibili, a conferma della modellazione svolta.**

Analizzando i risultati delle simulazioni si può constatare come la distribuzione spaziale delle concentrazioni degli inquinanti al suolo sia fortemente influenzata dall'orografia dell'area. In generale le aree maggiormente impattate sono quelle limitrofe all'uscita delle gallerie (tunnel portal) in quanto si concentrano le emissioni di lunghi tratti stradali, tuttavia si rileva come anche nelle condizioni post-operam l'estensione degli impatti sia limitata e non si determina il superamento dei limiti normativi in corrispondenza dei recettori sensibili.

Di seguito si descrivono in dettaglio i risultati ottenuti per le 3 aree di interesse:

AREA1

- **Per nessun inquinante si prevedono presso i recettori sensibili, nello scenario post-operam, concentrazioni al suolo superiori ai limiti normativi vigenti.**
- L'estensione spaziale dell'impatto dell'infrastruttura stradale è limitato a circa 500 m dall'asse stradale.
- Le aree residenziali del Comune di Piovene Rocchette e di Cogollo del Cengio, poste ai lati e a distanze superiori ai 500 m, risentono in maniera marginale dell'impatto dell'opera sulla componente qualità dell'aria.
- Le emissioni determinate dai tunnel portal delle gallerie S. Agata 1 e S. Agata 2 generano un impatto trascurabile sull'area. Sommando le concentrazioni di fondo rappresentative del punto di monitoraggio ATOPD01 si ottengono valori massimi al

suolo decisamente inferiori ai limiti normativi.

- Per quanto riguarda la sorgente di emissione rappresentata dall'uscita sud della galleria Cogollo, si evidenziano incrementi di concentrazione non trascurabili nelle immediate vicinanze ma che non determinano nello scenario post-operam nessun superamento dei limiti normativi in corrispondenza dei potenziali recettori presenti. Nel dettaglio, sommando ai valori di fondo ante-operam rappresentativi del punto di monitoraggio ATOPD02 il contributo della sorgente (Cogollo sud), si osserva come a 50 m dalla sorgente, le concentrazioni del 99,794° percentile della concentrazione oraria e media annuale di NO₂ raggiungono rispettivamente 150 µg/m³ (valore limite 200 µg/m³) e 21 µg/m³ (valore limite 40 µg/m³) mentre per PM₁₀ le concentrazioni del 90,4° percentile della concentrazione giornaliera e media annuale raggiungono rispettivamente 35 µg/m³ (valore limite 50 µg/m³) e 19 µg/m³ (valore limite 40 µg/m³). La concentrazione media su 8 ore di CO è pari a 1,3 mg/m³ (valore limite 10 mg/m³).

AREA2

- **Per nessun inquinante si prevedono presso i recettori sensibili, nello scenario post-operam, concentrazioni al suolo superiori ai limiti normativi vigenti.**
- L'estensione spaziale dell'impatto dell'infrastruttura stradale è limitato a circa 500 m dall'asse stradale.
- L'area maggiormente impattata risulta localizzata a ridosso del viadotto denominato Assa dove sono presenti i tunnel portal della galleria Pedescala (Lato sud) e Cogollo (Lato Nord). Ai fini del calcolo dell'impatto post-operam si considerano come concentrazioni rappresentative del fondo ante-operam quelle caratteristiche del punto di monitoraggio ATOPD03. Per quanto concerne il 99,794° percentile della concentrazione oraria di NO₂ l'area di superamento del limite normativo di 200 µg/m³ si estende per circa 160 m in direzione est dall'uscita della galleria Cogollo e non interessa alcun recettore sensibile. A 200 m lungo la direzione maggiormente impattata (direzione est) dall'asse del tracciato le concentrazioni del 99,794° percentile della concentrazione oraria e media annuale di NO₂ raggiungono rispettivamente 178 µg/m³ (valore limite 200 µg/m³) e 28 µg/m³ (valore limite 40 µg/m³), mentre per PM₁₀ le concentrazioni del 90,4° percentile della concentrazione giornaliera e media annuale raggiungono rispettivamente 39 µg/m³ (valore limite 50 µg/m³) e 19 µg/m³ (valore limite 40 µg/m³). La concentrazione media su 8 ore di CO è pari a 1,3 mg/m³ (valore limite 10 mg/m³).
- L'impatto post-operam nell'area a ridosso dell'uscita della galleria Pedescala Nord e San Pietro Sud (in prossimità del viadotto Settecà) caratterizzata dal fondo misurato

nel punto di monitoraggio ATOPD04, risulta più limitato e non presenta alcun superamento del limite normativo. A 50 m lungo la direzione maggiormente impattata (direzione ovest) dall'uscita della galleria San Pietro (Lato Sud) le concentrazioni del 99,794° percentile della concentrazione oraria e media annuale di NO₂ raggiungono rispettivamente 162 µg/m³ (valore limite 200 µg/m³) e 23 µg/m³ (valore limite 40 µg/m³), mentre per PM₁₀ le concentrazioni del 90,4° percentile della concentrazione giornaliera e media annuale raggiungono rispettivamente 22 µg/m³ (valore limite 50 µg/m³) e 12 µg/m³ (valore limite 40 µg/m³). La concentrazione media su 8 ore di CO è pari a 1,8 mg/m³ (valore limite 10 mg/m³).

AREA3

- **Per nessun inquinante si prevedono presso i recettori sensibili, nello scenario post-operam, concentrazioni al suolo superiori ai limiti normativi vigenti.**
- L'estensione spaziale dell'impatto dell'infrastruttura stradale è limitato a circa 500 m dall'asse stradale.
- L'area maggiormente impattata in condizioni post-operam risulta localizzata a ridosso dell'uscita della galleria San Pietro (Lato Nord) e caratterizzata da valori rappresentativi del fondo ante-operam così come misurato in corrispondenza del punto di monitoraggio ATOPD05. Per quanto concerne il 99,794° percentile della concentrazione oraria di NO₂ l'area di superamento del limite normativo di 200 µg/m³ è molto limitata e si estende per circa 50 m in direzione sud dall'uscita della galleria e non interessa alcun recettore sensibile. A 100 m lungo la direzione maggiormente impattata (direzione sud) dall'uscita della galleria le concentrazioni del 99,794° percentile della concentrazione oraria e media annuale di NO₂ raggiungono rispettivamente 180 µg/m³ (valore limite 200 µg/m³) e 24 µg/m³ (valore limite 40 µg/m³), mentre per PM₁₀ le concentrazioni del 90,4° percentile della concentrazione giornaliera e media annuale raggiungono rispettivamente 22 µg/m³ (valore limite 50 µg/m³) e 12 µg/m³ (valore limite 40 µg/m³). La concentrazione media su 8 ore di CO è pari a 1,7 mg/m³ (valore limite 10 mg/m³).

Le tabelle seguenti riportano i contributi (in termini di concentrazione degli inquinanti al suolo) della sola infrastruttura di progetto, del fondo ante-operam misurato e della concentrazione attesa futura nello scenario post-operam (ottenuta sommando il contributo dell'opera A31 e i valori di fondo ante-operam) differenziati per le diverse sezioni dell'A31 in corrispondenza dei punti di massima ricaduta a 100 m dall'asse del tracciato.

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

AREA 1		NO ₂		PM ₁₀		CO
		99.794 perc Conc. max oraria µg/m ³	Concentrazio ne Media Annua µg/m ³	90.410 perc. Conc. max giornaliera µg/m ³	Concentrazio ne Media Annua µg/m ³	conc. Masima su media di 8 ore mg/m ³
FONDO	PD01	89,21	21,41	31,47	16,41	1,08
Fondo + A31	Trincea 1	115,2	25,8	32,3	17	1,2
	Viadotto Piovene	115,4	26,1	32,4	17	1,2
	Trincea 2	109,5	23,8	32	16,7	1,2
	Trincea 3	105,5	23,7	31,9	16,7	1,2
FONDO	PD02	80,19	15,54	33,05	18,32	0,96
Fondo + A31	Trincea 4 (Galleria S.agata 2 Nord)	104,2	18,6	33,6	18,7	1,1
	Uscita Galleria (cogollo Sud)	131,5	19,4	34,1	18,8	1,2
A31						
A31	Trincea 1	26,0	4,4	0,8	0,6	0,1
	Viadotto Piovene	26,2	4,7	0,9	0,6	0,1
	Trincea 2	20,3	2,4	0,5	0,3	0,1
	Trincea 3	16,3	2,3	0,4	0,3	0,1
	Trincea 4 (Galleria S.agata 2 Nord)	24,0	3,1	0,6	0,4	0,1
	Uscita Galleria (Cogollo Sud)	51,3	3,9	1,1	0,5	0,2

Tabella 20: Valori di Concentrazione totale e contributi A31 per le sorgenti ricadenti nell'area 1 a 100 m dall'asse del tracciato

AREA 2		NO ₂		PM ₁₀		CO
		99.794 perc Conc. max oraria µg/m ³	Concentrazio ne Media Annua µg/m ³	90.410 perc. Conc. max giornaliera µg/m ³	Concentrazio ne Media Annua µg/m ³	conc. Masima su media di 8 ore mg/m ³
FONDO	PD03	99,39	25,87	38,07	18,5	1,055
Fondo + A31	galleria Cogollo (uscita Nord)	274,9	32,2	39,9	19,3	1,6
	Viadotto Assa (galleria Pescescala Sud)	174,4	30,2	39	19,1	1,3
FONDO	PD04	95,95	19,71	20,86	11,46	1,49
Fondo + A31	Rilevato (galleria Pescescala Nord)- Viadotto settecà - Rilevato	150,4	25,9	22	12,3	1,7

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

AREA 2		NO ₂		PM ₁₀		CO
		99.794 perc Conc. max oraria µg/m ³	Concentrazio ne Media Annua µg/m ³	90.410 perc. Conc. max giornaliera µg/m ³	Concentrazio ne Media Annua µg/m ³	conc. Masima su media di 8 ore mg/m ³
	Uscita Galleria (San Pietro sud)	161,4	22	21,5	11,7	1,8
A31						
A31	galleria Cogollo (uscita Nord)	175,5	6,3	1,8	0,8	0,5
	Viadotto Assa (galleria Pescescala Sud)	75,0	4,3	0,9	0,6	0,2
	Rilevato (galleria Pescescala Nord)- Viadotto settecà - Rilevato	54,5	6,2	1,1	0,8	0,2
	Uscita Galleria (San Pietro sud)	65,5	2,3	0,6	0,2	0,3

Tabella 21: Valori di Concentrazione totale e contributi A31 per le sorgenti ricadenti nell'area 2 a 100 m dall'asse del tracciato

AREA 3		NO ₂		PM ₁₀		CO
		99.794 perc Conc. max oraria µg/m ³	Concentrazio ne Media Annua µg/m ³	90.410 perc. Conc. max giornaliera µg/m ³	Concentrazio ne Media Annua µg/m ³	conc. Masima su media di 8 ore mg/m ³
FONDO	PD05	48,80	14,96	33,66	16,73	1,49
Fondo + A31	Uscita Galleria (San Pietro Nord)	114,9	18,26	34,36	17,13	1,7
	Rilevato - Viadotto -Molino	84,8	18,46	34,26	17,13	1,6
A31						
A31	Uscita Galleria (San Pietro Nord)	66,1	3,3	0,7	0,4	0,2
	Rilevato - Viadotto -Molino	36,0	3,5	0,6	0,4	0,1

Tabella 22: Valori di Concentrazione totale e contributi A31 per le sorgenti ricadenti nell'area 3 a 100 m dall'asse del tracciato

9 CONCLUSIONI

Analizzando le distribuzioni spaziali delle concentrazioni di PM₁₀, CO e NO₂ al suolo in condizioni post-operam si rileva come non ci sia superamento dei limiti normativi e pertanto si conclude come l'impatto sulla qualità dell'aria dell'opera A31 sia da ritenersi accettabile.