



REGIONE MOLISE  
ARPA Molise  
Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale  
CAMPOBASSO



PIANO di MONITORAGGIO AMBIENTALE dell'area interessata  
dalla ricadute dell'impianto ENERGONUT S.p.A.

*Delibera di Giunta Regionale 11 maggio 2009, n. 488*

*Determina Dirigenziale 1 luglio 2009, n. 287, così come modificata dalla Determina Dirigenziale 31 luglio 2009, n. 310,  
e dalla Determina Dirigenziale 18 dicembre 2012, n. 368*

CAMPAGNA di MISURA della QUALITÀ dell'ARIA del territorio interessato  
dalle ricadute dell'impianto ENERGONUT S.p.A. sito in POZZILLI (IS)  
tramite il LABORATORIO MOBILE e campionatori diffusivi passivi



SECONDO ANNO di MONITORAGGIO  
dal 3 novembre 2011 al 22 agosto 2012

Rev. 1.3

DATA: MAR2013



 ARPA Molise

Direzione Tecnico Scientifica  
Direzione Generale

Area Funzionale di Monitoraggio e Controllo Ambientale  
Dipartimento Provinciale di ISERNIA

Area Funzionale delle Attività Laboratoristiche  
Dipartimento Provinciale di ISERNIA



## INDICE degli ARGOMENTI

<b>PREMESSA .....</b>	<b>9</b>
<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>11</b>
<b>2. L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO .....</b>	<b>12</b>
2.1 La Normativa di riferimento .....	12
2.2 I principali inquinanti atmosferici.....	14
<b>3. IL LABORATORIO MOBILE .....</b>	<b>16</b>
3.1 Descrizione del laboratorio mobile .....	16
3.2 Strumentazione di analisi .....	16
<b>4. L'AREA DI STUDIO .....</b>	<b>18</b>
4.1 Inquadramento generale del territorio .....	18
4.2 I siti di monitoraggio .....	18
<b>5. DATI METEOROLOGICI .....</b>	<b>20</b>
5.1 Premessa .....	20
5.2 Dati meteorologici acquisiti.....	21
5.3 Trend giornaliero della pressione atmosferica e dell'umidità relativa .....	22
5.4 Valutazione della trend giornaliero della temperatura e della radiazione solare.....	25
5.5 Valutazione del trend delle intensità e delle direzioni dei venti .....	28
5.6 Valutazione del trend delle intensità delle precipitazioni .....	40
5.7 Valutazione delle condizioni di stabilità atmosferica .....	52
5.8 Trend dell'altezza di rimescolamento .....	60
<b>6. VALUTAZIONE DEGLI ANDAMENTI DEGLI INQUINANTI DURANTE IL PERIODO DI MISURA .....</b>	<b>63</b>
6.1 Premessa .....	63
6.2 Inquinanti monitorati.....	63
6.3 Valutazione dei dati della campagna AUTUNNO 2011 (3 novembre ÷ 28 dicembre 2011) .....	64
6.4 Valutazione dei dati della campagna INVERNO 2012 (24 febbraio ÷ 12 aprile 2012).....	80
6.5 Valutazione dei dati della campagna ESTATE 2012 (26 giugno ÷ 22 agosto 2012).....	96
<b>7. VALUTAZIONE STATISTICA DEI TREND DEGLI INQUINANTI .....</b>	<b>112</b>
7.1 Statistica delle concentrazioni medie orarie .....	112
7.2 Statistica delle concentrazioni medie giornaliere.....	114
7.3 Correlazioni qualitative degli andamenti dei livelli medi giornalieri delle PM <sub>10</sub> .....	116
<b>8. VALUTAZIONE DEGLI ANDAMENTI DEI GIORNI TIPO DI NO<sub>2</sub> E PM<sub>10</sub> .....</b>	<b>121</b>
8.1 Premessa .....	121
8.2 Campagna AUTUNNO 2011 (3 novembre ÷ 28 dicembre 2011).....	121
8.3 Campagna INVERNO 2012 (24 febbraio ÷ 12 aprile 2012).....	123
8.4 Campagna ESTATE 2012 (26 giugno ÷ 22 agosto 2012) .....	125
8.5 Confronto dei Giorni Tipo delle campagne Autunno 2011, Inverno ed Estate 2012.....	127
<b>9. VALUTAZIONE DEGLI ANDAMENTI DELLE SETTIMANE TIPO DI NO<sub>2</sub> E PM<sub>10</sub> .....</b>	<b>129</b>
9.1 Premessa .....	129
9.2 Campagna AUTUNNO 2011 (3 novembre ÷ 28 dicembre 2011).....	129
9.3 Campagna INVERNO 2012 (24 febbraio ÷ 12 aprile 2012).....	131
9.4 Campagna ESTATE 2012 (26 giugno ÷ 22 agosto 2012) .....	133
9.5 Confronto delle settimane tipo delle campagne Autunno 2011, Inverno ed Estate 2012.....	135
<b>10. VALUTAZIONE DELLO STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA ATTRAVERSO INDICI SINTETICI .....</b>	<b>137</b>
10.1 Premessa .....	137
10.2 Valutazione dello stato di qualità dell'aria con l'indice IQA adottato dall'ARPA Molise.....	137
<b>11. VALUTAZIONI CONCLUSIVE .....</b>	<b>142</b>
11.1 Sulla valutazione dei trend dei dati meteorologici .....	142
11.2 Sulla valutazione dei trend degli inquinanti.....	142
11.3 Sulla valutazione dello stato di qualità dell'aria .....	147
<b>12. CONCLUSIONI .....</b>	<b>149</b>
<b>13. DATI DELLE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>150</b>
13.1 Dati della campagna AUTUNNO 2011 (3 novembre ÷ 28 dicembre 2011).....	150
13.2 Dati della campagna INVERNO 2012 (24 febbraio ÷ 12 aprile 2012).....	154
13.3 Dati della campagna ESTATE 2012 (26 giugno ÷ 22 agosto 2012).....	158



## INDICE delle TABELLE

Tabella 2.1.1.1: valori limite .....	13
Tabella 2.1.1.2: livelli critici per la protezione della vegetazione .....	13
Tabella 2.1.1.3: soglie di allarme per SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> e O <sub>3</sub> .....	13
Tabella 2.1.1.4: valori obiettivo per As, Cd e Ni .....	13
Tabella 2.1.1.5: criteri per la verifica dei valori limite .....	13
Tabella 2.1.1.6: obiettivi di qualità previsti per le misurazioni indicative .....	13
Tabella 2.1.1.7: indicatori della qualità dell'aria .....	14
Tabella 3.2.6.1: metodi di riferimento della strumentazione di analisi .....	17
Tabella 4.2.2.1: descrizione dei siti di misura .....	19
Tabella 6.3.1.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> .....	64
Tabella 6.3.1.2: indicatori della qualità dell'aria per l'SO <sub>2</sub> .....	65
Tabella 6.3.1.3: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per la media 24h di SO <sub>2</sub> .....	65
Tabella 6.3.1.4: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per il massimo giornaliero della media 1h dell'SO <sub>2</sub> .....	65
Tabella 6.3.2.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	66
Tabella 6.3.2.2: indicatori della qualità dell'aria per l'NO <sub>2</sub> .....	67
Tabella 6.3.2.3: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per il massimo giornaliero della media 1h dell'NO <sub>2</sub> .....	67
Tabella 6.3.3.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di CO .....	68
Tabella 6.3.3.2: indicatori della qualità dell'aria .....	69
Tabella 6.3.3.3: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per il massimo giornaliero della media mobile 8h della CO .....	69
Tabella 6.3.4.1: dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	70
Tabella 6.3.5.1: dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	71
Tabella 6.3.5.2: riepilogo del numero di superamenti di PM <sub>10</sub> .....	72
Tabella 6.3.5.3: indicatori della qualità dell'aria per il PM <sub>10</sub> .....	72
Tabella 6.3.5.4: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per la media 24h di PM <sub>10</sub> .....	72
Tabella 6.3.6.1: dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>2.5</sub> .....	74
Tabella 6.3.6.2: indicatori della qualità dell'aria per il PM <sub>2.5</sub> .....	76
Tabella 6.3.7.1: tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione di PM <sub>10</sub> , calcolati come media sul periodo di campionamento .....	77
Tabella 6.3.8.1: tenori di NH <sub>3</sub> calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo .....	78
Tabella 6.3.9.1: tenori di HCl ed HF calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo .....	79
Tabella 6.4.1.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> .....	80
Tabella 6.4.1.2: indicatori della qualità dell'aria per l'SO <sub>2</sub> .....	81
Tabella 6.4.1.3: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per la media 24h di SO <sub>2</sub> .....	81
Tabella 6.4.1.4: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per il massimo giornaliero della media 1h dell'SO <sub>2</sub> .....	81
Tabella 6.4.2.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	82
Tabella 6.4.2.2: indicatori della qualità dell'aria per l'NO <sub>2</sub> .....	83
Tabella 6.4.2.3: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per il massimo giornaliero della media 1h dell'NO <sub>2</sub> .....	83
Tabella 6.4.3.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di CO .....	84
Tabella 6.4.3.2: indicatori della qualità dell'aria per il CO .....	85
Tabella 6.4.3.3: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per il massimo giornaliero della media 1h della CO .....	85
Tabella 6.4.4.1: dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	86
Tabella 6.4.5.1: dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	87
Tabella 6.4.5.2: riepilogo del numero di superamenti di PM <sub>10</sub> .....	88
Tabella 6.4.5.3: indicatori della qualità dell'aria per il PM <sub>10</sub> .....	88
Tabella 6.4.5.4: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per la media 24h di PM <sub>10</sub> .....	88
Tabella 6.4.6.1: dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>2.5</sub> .....	90
Tabella 6.4.6.2: indicatori della qualità dell'aria per il PM <sub>2.5</sub> .....	92
Tabella 6.4.7.1: tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione di PM <sub>10</sub> , calcolati come media sul periodo di campionamento .....	93
Tabella 6.4.8.1: tenori di NH <sub>3</sub> calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo .....	94
Tabella 6.4.9.1: tenori di HCl ed HF calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo .....	95
Tabella 6.5.1.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> .....	96
Tabella 6.5.1.2: indicatori della qualità dell'aria per l'SO <sub>2</sub> .....	97
Tabella 6.5.1.3: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per la media 24h di SO <sub>2</sub> .....	97
Tabella 6.5.1.4: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per il massimo giornaliero della media 1h dell'SO <sub>2</sub> .....	97
Tabella 6.5.2.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	98
Tabella 6.5.2.2: indicatori della qualità dell'aria per l'NO <sub>2</sub> .....	99
Tabella 6.5.2.3: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per il massimo giornaliero della media 1h dell'NO <sub>2</sub> .....	99
Tabella 6.5.3.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di CO .....	100
Tabella 6.5.3.2: indicatori della qualità dell'aria per il CO .....	101
Tabella 6.5.3.3: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per il massimo giornaliero della media 1h della CO .....	101
Tabella 6.5.4.1: dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	102
Tabella 6.5.5.1: dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	103
Tabella 6.5.5.2: riepilogo del numero di superamenti di PM <sub>10</sub> .....	104
Tabella 6.5.5.3: indicatori della qualità dell'aria per il PM <sub>10</sub> .....	104
Tabella 6.5.5.4: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per la media 24h di PM <sub>10</sub> .....	104
Tabella 6.5.6.1: dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>2.5</sub> .....	106
Tabella 6.5.6.2: indicatori della qualità dell'aria per il PM <sub>2.5</sub> .....	108
Tabella 6.5.7.1: tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione di PM <sub>10</sub> , calcolati come media sul periodo di campionamento .....	109
Tabella 6.5.8.1: tenori di NH <sub>3</sub> calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo .....	110
Tabella 6.5.9.1: tenori di HCl ed HF calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo .....	111
Tabella 7.1.1.1: statistiche per le concentrazioni medie orarie di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> e C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	112
Tabella 7.1.2.1: statistiche per le concentrazioni medie orarie di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> e C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	112
Tabella 7.1.3.1: statistiche per le concentrazioni medie orarie di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> e C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	112
Tabella 7.1.4.1: statistiche per le concentrazioni medie orarie di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> e C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	113
Tabella 7.2.1.1: statistiche per le concentrazioni medie giornaliere SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> e C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	114
Tabella 7.2.2.1: statistiche per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> e C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	114
Tabella 7.2.3.1: statistiche per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> e C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	114
Tabella 7.2.4.1: statistiche per le concentrazioni medie giornaliere di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> e C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	115
Tabella 10.2.1.1: indice della qualità dell'aria IQA dell'ARPA Molise .....	138
Tabella 11.2.5.1: riepilogo del numero di superamenti di PM <sub>10</sub> .....	144
Tabella 11.2.5.2: indicatori della qualità dell'aria per il PM <sub>10</sub> .....	145

Tabella 11.2.5.3: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per la media 24h di PM <sub>10</sub> .....	145
Tabella 13.1.1.1: massimi giornalieri delle medie orarie delle concentrazioni di SO <sub>2</sub> e NO <sub>2</sub> e massime medie mobili di 8h di CO.....	150
Tabella 13.1.2.1: medie giornaliere delle concentrazioni di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , PM <sub>10</sub> e PM <sub>2.5</sub> .....	151
Tabella 13.1.3.1: medie giornaliere di VV, DV, T <sub>ext</sub> , T <sub>extmin</sub> , T <sub>extmax</sub> , SolRad, h, h <sub>cum</sub> , P <sub>atm</sub> , UR%.....	152
Tabella 13.1.4.1: giorni tipo delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	153
Tabella 13.1.5.1: settimane tipo delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	153
Tabella 13.2.1.1: massimi delle medie orarie delle concentrazioni di SO <sub>2</sub> e NO <sub>2</sub> e massime medie mobili di 8h di CO.....	154
Tabella 13.2.2.1: medie giornaliere delle concentrazioni di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , PM <sub>10</sub> e PM <sub>2.5</sub> .....	155
Tabella 13.2.3.1: medie giornaliere di VV, DV, T <sub>ext</sub> , T <sub>extmin</sub> , T <sub>extmax</sub> , SolRad, h, h <sub>cum</sub> , P <sub>atm</sub> , UR%.....	156
Tabella 13.2.4.1: giorni tipo delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	157
Tabella 13.2.5.1: settimane tipo delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	157
Tabella 13.3.1.1: massimi delle medie orarie delle concentrazioni di SO <sub>2</sub> e NO <sub>2</sub> e massime medie mobili di 8h di CO.....	158
Tabella 13.3.2.1: medie giornaliere delle concentrazioni di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , PM <sub>10</sub> e PM <sub>2.5</sub> .....	159
Tabella 13.3.3.1: medie giornaliere di VV, DV, T <sub>ext</sub> , T <sub>extmin</sub> , T <sub>extmax</sub> , SolRad, h, h <sub>cum</sub> , P <sub>atm</sub> , UR%.....	160
Tabella 13.3.4.1: giorni tipo delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	161
Tabella 13.3.5.1: settimane tipo delle concentrazioni di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	161

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 4.2.1.1: dislocazione delle aree di massima ricaduta .....	18
Figura 4.2.2.1: dislocazione dei siti di misura .....	19
Figura 5.3.1.1: medie giornaliere della pressione atmosferica.....	22
Figura 5.3.1.2: medie giornaliere della umidità relativa .....	22
Figura 5.3.2.1: medie giornaliere della pressione atmosferica.....	23
Figura 5.3.2.2: medie giornaliere della umidità relativa .....	23
Figura 5.3.3.1: medie giornaliere della pressione atmosferica.....	24
Figura 5.3.3.2: medie giornaliere della umidità relativa .....	24
Figura 5.4.1.1: minimo e massimo orario e medie giornaliere della temperatura esterna .....	25
Figura 5.4.1.2: medie giornaliere della temperatura esterna e della radiazione solare .....	25
Figura 5.4.2.1: minimo e massimo orario e medie giornaliere della temperatura esterna .....	26
Figura 5.4.2.2: medie giornaliere della temperatura esterna e della radiazione solare .....	26
Figura 5.4.3.1: minimo e massimo orario e medie giornaliere della temperatura esterna .....	27
Figura 5.4.3.2: medie giornaliere della temperatura esterna e della radiazione solare .....	27
Figura 5.5.1.1: rosa delle direzioni e delle intensità dei venti (blowing from) .....	28
Figura 5.5.1.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie delle velocità dei venti.....	28
Figura 5.5.1.3: medie giornaliere delle velocità e delle direzioni dei venti (blowing from) .....	29
Figura 5.5.2.1: rosa delle direzioni e delle intensità dei venti (blowing from) .....	30
Figura 5.5.2.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie delle velocità dei venti.....	30
Figura 5.5.2.3: medie giornaliere delle velocità e delle direzioni dei venti (blowing from) .....	31
Figura 5.5.3.1: rosa delle direzioni e delle intensità dei venti (blowing from).....	32
Figura 5.5.3.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie delle velocità dei venti.....	32
Figura 5.5.3.3: medie giornaliere delle velocità e delle direzioni dei venti (blowing from) .....	33
Figura 5.5.4.1: rosa delle direzioni e delle intensità dei venti (blowing from).....	34
Figura 5.5.4.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie delle velocità dei venti.....	34
Figura 5.5.4.3: rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti - dalle 00:00 alle 09:00 .....	35
Figura 5.5.4.4: rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti - dalle 10:00 alle 11:00 .....	35
Figura 5.5.4.5: rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti - dalle 12:00 alle 18:00 .....	35
Figura 5.5.4.6: rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti - alle 19:00 .....	36
Figura 5.5.4.7: rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti - dalle 20:00 alle 23:00 .....	36
Figura 5.5.5.1: rosa delle direzioni e delle intensità dei venti (blowing from).....	37
Figura 5.5.5.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie delle velocità dei venti.....	37
Figura 5.5.5.3: rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti - dalle 00:00 alle 09:00 .....	38
Figura 5.5.5.4: rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti - dalle 10:00 alle 11:00 .....	38
Figura 5.5.5.5: rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti - dalle 12:00 alle 18:00 .....	38
Figura 5.5.5.6: rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti - alle 19:00 .....	39
Figura 5.5.5.7: rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti - dalle 20:00 alle 23:00 .....	39
Figura 5.6.1.1: rosa delle intensità delle precipitazioni.....	40
Figura 5.6.1.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie delle intensità delle precipitazioni .....	40
Figura 5.6.1.3: distribuzione delle medie giornaliere delle intensità delle precipitazioni .....	41
Figura 5.6.1.4: distribuzione giornaliera delle intensità cumulate delle precipitazioni .....	41
Figura 5.6.2.1: rosa delle intensità delle precipitazioni.....	42
Figura 5.6.2.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie delle intensità delle precipitazioni .....	42
Figura 5.6.2.3: distribuzione delle medie giornaliere delle intensità delle precipitazioni .....	43
Figura 5.6.2.4: distribuzione giornaliera delle intensità cumulate delle precipitazioni .....	43
Figura 5.6.3.1: rosa delle intensità delle precipitazioni.....	45
Figura 5.6.3.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie delle intensità delle precipitazioni .....	45
Figura 5.6.3.3: distribuzione delle medie giornaliere delle intensità delle precipitazioni .....	46
Figura 5.6.3.4: distribuzione giornaliera delle intensità cumulate delle precipitazioni .....	46
Figura 5.6.4.1: rosa delle intensità delle precipitazioni.....	48
Figura 5.6.4.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della intensità delle precipitazioni .....	48
Figura 5.6.5.1: rosa delle intensità delle precipitazioni.....	50
Figura 5.6.5.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della intensità delle precipitazioni .....	50
Figura 5.7.1.1: frequenza e frequenza percentuale delle condizioni di stabilità atmosferica .....	52
Figura 5.7.2.1: frequenza e frequenza percentuale delle condizioni di stabilità atmosferica .....	54
Figura 5.7.3.1: frequenza e frequenza percentuale delle condizioni di stabilità atmosferica .....	56
Figura 5.7.4.1: frequenza e frequenza percentuale delle condizioni di stabilità atmosferica .....	58
Figura 5.8.1.1: minimo e massimo orario e medie giornaliere dell'altezza di rimescolamento.....	60
Figura 5.8.2.1: minimo e massimo orario e medie giornaliere dell'altezza di rimescolamento.....	61
Figura 5.8.3.1: minimo e massimo orario e medie giornaliere dell'altezza di rimescolamento.....	62
Figura 6.3.1.1: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> .....	64
Figura 6.3.1.2: andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> .....	64
Figura 6.3.2.1: andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	66
Figura 6.3.2.2: massimo e minimo giornaliero e media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	66
Figura 6.3.2.3: confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> (AUTUNNO 2011 vs. Rete Regionale QA) .....	67
Figura 6.3.3.1: andamento del massimo giornaliero delle medie mobili di 8h delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO .....	68
Figura 6.3.3.2: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO .....	68
Figura 6.3.4.1: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	70
Figura 6.3.5.1: andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	71
Figura 6.3.5.2: confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> (AUTUNNO 2010 vs. Rete Regionale QA).....	71
Figura 6.3.5.3: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM <sub>10</sub> vs. VV .....	73
Figura 6.3.6.1: andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>2,5</sub> .....	74
Figura 6.3.6.2: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM <sub>2,5</sub> vs. VV .....	74
Figura 6.3.6.3: rapporto della media giornaliera omologhe delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> e PM <sub>2,5</sub> .....	75
Figura 6.3.6.4: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM <sub>2,5</sub> vs. PM <sub>10</sub> .....	75
Figura 6.4.1.1: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> .....	80
Figura 6.4.1.2: andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> .....	80
Figura 6.4.2.1: andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	82
Figura 6.4.2.2: massimo e minimo giornaliero e media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	82
Figura 6.4.2.3: confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> (INVERNO 2011 vs. Rete Regionale QA).....	83

Figura 6.4.3.1: andamento del massimo giornaliero delle medie mobili di 8h delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO .....	84
Figura 6.4.3.2: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO .....	84
Figura 6.4.4.1: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	86
Figura 6.4.5.1: andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	87
Figura 6.4.5.2: confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> (INVERNO 2012 vs. Rete Regionale QA) .....	87
Figura 6.4.5.3: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM <sub>10</sub> vs. VV .....	89
Figura 6.4.6.1: andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>2.5</sub> .....	90
Figura 6.4.6.2: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM <sub>10</sub> vs. VV .....	90
Figura 6.4.6.3: rapporto della media giornaliera omologhe delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> e PM <sub>2.5</sub> .....	91
Figura 6.4.6.4: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM <sub>2.5</sub> vs. PM <sub>10</sub> .....	91
Figura 6.5.1.1: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> .....	96
Figura 6.5.1.2: andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO <sub>2</sub> .....	96
Figura 6.5.2.1: andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	98
Figura 6.5.2.2: massimo e minimo giornaliero e media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	98
Figura 6.5.2.3: confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> (ESTATE 2012 vs. Rete Regionale QA) .....	99
Figura 6.5.3.1: andamento del massimo giornaliero delle medie mobili di 8h delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO .....	100
Figura 6.5.3.2: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO .....	100
Figura 6.5.4.1: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	102
Figura 6.5.5.1: andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	103
Figura 6.5.5.2: confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> (ESTATE 2012 vs. Rete Regionale QA) .....	103
Figura 6.5.5.3: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM <sub>10</sub> vs. VV .....	105
Figura 6.5.6.1: andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>2.5</sub> .....	106
Figura 6.5.6.2: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM <sub>10</sub> vs. VV .....	106
Figura 6.5.6.3: rapporto della media giornaliera omologhe delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> e PM <sub>2.5</sub> .....	107
Figura 6.5.6.4: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM <sub>2.5</sub> vs. PM <sub>10</sub> .....	107
Figura 7.1.4.1: riepilogo delle statistiche per le concentrazioni medie orarie di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> e C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	113
Figura 7.1.4.2: % frequenze cumulative delle concentrazioni medie orarie di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> e C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	113
Figura 7.2.4.1: riepilogo delle statistiche per le concentrazioni medie giornaliere di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> e C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	115
Figura 7.2.4.2: % frequenze cumulative delle concentrazioni medie giornaliere di SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CO, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> e C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> .....	115
Figura 7.3.1.1: medie 24h di PM <sub>10</sub> A1, A3 ed A4 vs. V.RDI del Comune di VASTOGIRARDI (2° anno) .....	116
Figura 7.3.1.2: medie 24h di PM <sub>10</sub> A1, A2, A3 ed A4 vs. V.RDI del Comune di VASTOGIRARDI (1° e 2° anno) .....	116
Figura 7.3.2.1: medie 24h di PM <sub>10</sub> A1, A3 ed A4 vs. IS1 del Comune di ISERNIA (2° anno) .....	117
Figura 7.3.2.2: medie 24h di PM <sub>10</sub> A1, A2, A3 ed A4 vs. IS1 del Comune di ISERNIA (1° e 2° anno) .....	117
Figura 7.3.3.1: medie 24h di PM <sub>10</sub> A1, A3 ed A4 vs. V.FRO1 del Comune di VENAFRO (2° anno) .....	118
Figura 7.3.3.2: medie 24h di PM <sub>10</sub> A1, A2, A3 ed A4 vs. V.FRO1 del Comune di VENAFRO (1° e 2° anno) .....	118
Figura 7.3.4.1: medie 24h di PM <sub>10</sub> A1, A3 ed A4 vs. V.FRO2 del Comune di VENAFRO (2° anno) .....	119
Figura 7.3.4.2: medie 24h di PM <sub>10</sub> A1, A3 ed A4 vs. V.FRO2 del Comune di VENAFRO (1° e 2° anno) .....	119
Figura 7.3.5.1: medie 24h di PM <sub>2.5</sub> vs. PM <sub>10</sub> (2° anno) .....	120
Figura 7.3.5.2: medie 24h di PM <sub>2.5</sub> vs. PM <sub>10</sub> (1° e 2° anno) .....	120
Figura 8.2.1.1: andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	121
Figura 8.2.2.1: andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	122
Figura 8.2.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	122
Figura 8.3.1.1: andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	123
Figura 8.3.2.1: andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	124
Figura 8.3.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	124
Figura 8.4.1.1: andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	125
Figura 8.4.2.1: andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	126
Figura 8.4.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	126
Figura 8.5.1.1: confronto del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	127
Figura 8.5.1.2: variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di NO <sub>2</sub> .....	127
Figura 8.5.2.1: confronto del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	128
Figura 8.5.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di PM <sub>10</sub> .....	128
Figura 9.2.1.1: andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	129
Figura 9.2.2.1: andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	130
Figura 9.2.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	130
Figura 9.3.1.1: andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	131
Figura 9.3.2.1: andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	132
Figura 9.3.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	132
Figura 9.4.1.1: andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	133
Figura 9.4.2.1: andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	134
Figura 9.4.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di NO <sub>2</sub> e PM <sub>10</sub> .....	134
Figura 9.5.1.1: confronto delle settimane tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO <sub>2</sub> .....	135
Figura 9.5.1.2: variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di NO <sub>2</sub> .....	135
Figura 9.5.2.1: confronto delle settimane tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> .....	136
Figura 9.5.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di PM <sub>10</sub> .....	136
Figura 10.2.2.1: andamento dell'indice di qualità dell'aria IQA dell'ARPA Molise .....	139
Figura 10.2.3.1: andamento dell'indice di qualità dell'aria IQA dell'ARPA Molise .....	140
Figura 10.2.4.1: andamento dell'indice di qualità dell'aria IQA dell'ARPA Molise .....	141
Figura 11.2.6.1: rapporto della media giornaliera omologhe delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM <sub>10</sub> e PM <sub>2.5</sub> .....	146

## Premessa

La S.p.A. ENERCONUT di POZZILLI (IS) è un impianto di coincenerimento esistente (art. 2, comma 1, lettera f), D.Lgs. 133/2005) che effettua recupero di rifiuti non pericolosi secondo le procedure ordinarie; l'impianto svolge prevalentemente attività di recupero energetico di CDR, giusta autorizzazione rilasciata dalla Regione MOLISE, ai sensi dell'ex art. 210 del D.Lgs 152/2006, con Determina Dirigenziale 1 luglio 2009, n. 287, modificata ed integrata dalla successiva Determina Dirigenziale 31 luglio 2009, n. 310.

La valutazione dell'impatto ambientale della società ENERCONUT S.p.A. è stata svolta "ex post" nell'ambito della procedura di VIA; il Provvedimento scaturito dalla stessa (D.G.R. 488/2009) ha definito, fra l'altro, indicazioni generali per la programmazione e l'effettuazione di attività di controllo e monitoraggio degli impatti potenzialmente generati dall'impianto. In relazione a ciò, la predetta Determina di autorizzazione ha prescritto l'effettuazione di un Piano di Monitoraggio Ambientale (P.M.A.) della durata di almeno 2 anni, elaborato e condiviso da una pluralità di soggetti pubblici e privati, approvato formalmente dalla Regione MOLISE, con la finalità di assicurare il controllo sugli impatti significativi dell'ambiente eventualmente provocati dall'impianto di coincenerimento.

Con Determina Dirigenziale 18 dicembre 2012, n. 368, è stata aggiornata l'autorizzazione alla gestione rifiuti della S.p.A. ENERCONUT rilasciata dalla Regione MOLISE. In particolare, con la predetta D.D. 368/2012 è stata autorizzato alla S.p.A. ENERCONUT un aumento della quantità annua massima di rifiuti inceneribili da 85000 t a 93500 t (incremento del 10% del quantitativo già autorizzato con D.D. 310/2009). Contestualmente, è stato imposto alla Ditta in parola un vincolo tecnico alla "capacità produttiva" oraria, al fine di garantire l'esercizio dell'impianto nell'ambito di una potenza termica nominale massima non superiore ai 50 MW.

Nell'ambito delle azioni previste dal P.M.A. sono state realizzate, nell'arco del biennio 2010 - 2012, delle campagne di misura della qualità dell'aria; tale attività è stata espletata da ARPA Molise, così come previsto dal "Protocollo di Intesa per l'effettuazione del monitoraggio ambientale dell'area circostante l'impianto di coincenerimento ENERCONUT S.p.A. di POZZILLI", approvato dalla Regione Molise con D.G.R. 7 settembre 2010, n. 374. Nello specifico, sono state espletate le seguenti attività:

- 1) un monitoraggio della qualità dell'aria mediante l'utilizzo di un laboratorio mobile, posizionato nelle zone di massima ricaduta degli inquinanti individuate dal modello scenario previsionale di ricaduta all'uopo predisposto: l'obiettivo del monitoraggio è stato quello di documentare e valutare eventuali incrementi nei livelli di concentrazione degli inquinanti normati, secondo quanto previsto dal D.Lgs. 155/2010;
- 2) un biomonitoraggio tramite l'utilizzo di licheni epifiti, utilizzati come "biomonitor" in un duplice ruolo: come bioindicatori e come bioaccumulatori; tale attività, attuata in collaborazione con l'Università degli Studi di SIENA, ha comportato la costruzione di una rete di monitoraggio tramite l'utilizzo dell'Indice di Biodiversità Lichenica (I.B.L.), nonché la verifica del bioaccumulo di metalli pesanti nei talli di licheni, tramite la tecnica del trapianto;
- 3) una valutazione dei livelli di concentrazione nell'aria ambiente dei microinquinanti organici (PCDD, PCDF, IPA), tramite l'utilizzo di una rete di campionatori passivi (PUFF Disk); anche tale attività è stata attuata in collaborazione con l'Università di SIENA.

Relativamente al primo anno di indagine, l'ARPA Molise, in relazione a quanto previsto dal citato Protocollo d'Intesa, ha trasmesso al Servizio Valutazione, Prevenzione e Tutela dell'Ambiente della Regione MOLISE, per le valutazioni di competenza ed al fine di consentire una celere diffusione al pubblico dei dati, le seguenti Relazioni Tecniche di seguito elencate (consultabili anche sul sito della scrivente Agenzia - [www.arpamolise.it](http://www.arpamolise.it)), descrittive dello stato di qualità dell'aria interessata dalle presunte ricadute dello stabilimento dell'ENERCONUT:

**RELAZIONE 1:** LABORATORIO MOBILE - Campagna di misura della Qualità dell'Aria del territorio interessato dalle ricadute dell'impianto ENERCONUT S.p.A. sito in POZZILLI (IS);

**RELAZIONE 2:** Rete di biomonitoraggio della qualità dell'aria con l'Indice di Biodiversità Lichenica (I.B.L.) nell'area interessata dalle ricadute dell'impianto Energonut S.p.A. sito in Pozzilli (IS);

**RELAZIONE 3:** Piano di monitoraggio ambientale dell'area interessata dalle ricadute dell'impianto Energonut S.p.A. sito in Pozzilli (IS) - Indagine di bioaccumulo;

**RELAZIONE 4:** Analisi dei livelli atmosferici di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) monitorati tramite campionatori passivi (PUFF Disk) e Licheni (Evernia prunastri) nell'area interessata dalle ricadute dell'impianto Energonut S.p.A. sito in Pozzilli (IS);

**RELAZIONE 5:** Analisi dei livelli atmosferici di Policlorodibenzodiossine e Furani (PCDD/PCDF) monitorati tramite campionatori passivi (PUFF Disk) e Licheni (Evernia prunastri) nell'area interessata dalle ricadute dell'impianto Energonut S.p.A. sito in Pozzilli;

Da una valutazione complessiva dei risultati ottenuti è stato possibile trarre, relativamente ad ogni tipologia di attività, le seguenti considerazioni.

Lo studio scaturito dalle campagne di misura della qualità dell'aria mediante utilizzo del laboratorio mobile non ha evidenziato significative alterazioni della qualità dell'aria; in particolare, si è rilevato che:

- 1) relativamente agli inquinanti SO<sub>2</sub>, CO e benzene, la situazione monitorata è esente da particolari criticità;
- 2) i livelli di NO<sub>2</sub> riscontrati si attestano, nel complesso, su valori medio-bassi;
- 3) gli andamenti delle PM<sub>10</sub> sono verosimilmente allineati con i livelli registrati nelle stazioni fisse di ISERNIA e VENAFRO.

L'Indice di Biodiversità Lichenica determinato per la rete di stazioni considerata ha evidenziato livelli di naturalità "alta" e "media" nelle zone collinari esterne all'area dell'agglomerato industriale di POZZILLI; contrariamente, nell'area industriale sono state riscontrate zone a naturalità/alterazione "bassa" e "media", ad evidenza di un certo scadimento della qualità ambientale.

L'analisi del bioaccumulo dei metalli in tracce effettuato su trapianti di licheni epifiti ha evidenziato concentrazioni di metalli estremamente basse e compatibili con la destinazione d'uso del territorio in questione; tuttavia, per alcuni elementi metallici come il mercurio, è stato possibile evidenziare un trend di accumulo "significativo".

Le attività di monitoraggio delle ricadute dei microinquinanti organici hanno evidenziato, nel complesso, livelli analitici inferiori ai limiti di rilevabilità strumentali in tutte le zone indagate, tranne che in una stazione, ubicata a nei pressi della strada che congiunge S. Maria Oliveto (frazione del Comune di POZZILLI) con ROCCARAVINDOLA (frazione del Comune di MONTAQUILA), nella quale si è riscontrata una singolarità per un congenere di Furano (1,2,3,4,7,8 HxCDF). In particolare, tale riscontro è stato confermato anche dalla valutazione delle ricadute dei microinquinanti organici attraverso il bioaccumulo su trapianti lichenici. Inoltre, le attività di monitoraggio delle ricadute di idrocarburi policiclici aromatici hanno evidenziato livelli di contaminazione molto bassi; comunque, in alcune aree indagate, sono stati riscontrati dei valori più elevati.

## 1. Introduzione

Nell'ambito del Piano di Monitoraggio Ambientale redatto ai sensi dell'Autorizzazione ordinaria definitiva per la gestione dell'Impianto di Coincenerimento della Società ENERGONUT S.p.A. di POZZILLI (IS), espressa con Determinazione Dirigenziale 1 luglio 2009, n. 287, così come successivamente modificata dalla Determinazione Dirigenziale 31 luglio 2009, n. 310, dal 3 novembre 2011 al 22 agosto 2012 sono state realizzate le tre campagne di misura della Qualità dell'aria utilizzando un laboratorio mobile, relative al secondo anno di monitoraggio.

Le misure prevedevano anche campagne di monitoraggio di acido cloridrico (HCl), Acido Fluoridrico (HF) ed ammoniaca (NH<sub>3</sub>) con campionatori diffusivi passivi RADIELLO®, nonché la determinazione del Cadmio (Cd), Arsenico (As) e Nichel (Ni) nella frazione del materiale particolato con diametro < 10µm (PM<sub>10</sub>) in conformità alla Norma UNI EN 14902:2005 "Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione di Pb, Cd, As e Ni nella frazione PM<sub>10</sub> del particolato in sospensione".

Il presente documento descrive i risultati delle campagne realizzate con il laboratorio mobile e i dati attenuti dalle campagne effettuate con i campionatori passivi.

La valutazione delle campagne di misura della Qualità dell'Aria nell'area limitrofa alla zona industriale di POZZILLI, in ottemperanza alle prescrizioni della Determina Dirigenziale di autorizzazione dell'impianto ENERGONUT, è stata condotta dal Dipartimento Provinciale di ISERNIA dell'ARPA Molise come previsto dal "Protocollo di Intesa per l'effettuazione di monitoraggio ambientale dell'area circostante l'impianto di coincenerimento ENERGONUT S.p.A. di POZZILLI" del 14 ottobre 2010.

Per il 2° anno di monitoraggio non è stato possibile, a causa di indisponibilità del sito, collocare il laboratorio mobile presso la postazione denominata "A2". Detta stazione, ubicata in località Z.I. del Comune di POZZILLI all'interno del lotto di proprietà della PROMA S.S.A. in prossimità dei capannoni dismessi, comunque, non è rappresentativa dell'area di massima ricaduta omologa; difatti, è collocata in una area di minima ricaduta in posizione SSW rispetto al punto di emissione della S.p.A. ENERGONUT.

## 2. L'inquinamento atmosferico

### 2.1 La Normativa di riferimento

#### 2.1.1 Il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155

Il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" recepisce la Direttiva 2008/50/CE e sostituisce le disposizioni di attuazione della Direttiva 2004/107/CE, istituendo un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente finalizzato a:

- 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;
- garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente.

Il D.Lgs. 155/2010 stabilisce, inoltre:

- i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), monossido di carbonio (CO), piombo (Pb) e particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>);
- i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub> e di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>);
- le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>;
- il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente del particolato con diametro < 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>);
- il valore obiettivo per la concentrazione nell'aria ambiente di arsenico (As), cadmio (Cd), nichel (Ni);
- il valore obiettivo, gli obiettivi a lungo termine, le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono (O<sub>3</sub>).

Nelle seguenti tabelle vengono riassunti i valori limite per SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, CO, Pb, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>, nonché i livelli critici per la protezione della vegetazione per SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>, le soglie di allarme per SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>, le soglie di informazione e di allarme per O<sub>3</sub>, i valori obiettivo per As, Cd e Ni, e i criteri di verifica dei valori limite.

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il valore limite deve essere raggiunto
SO <sub>2</sub>	1 ora	350 µg/Nm <sup>3</sup> , da non superare più di 24 volte per anno civile	-	-
	1 giorno	125 µg/Nm <sup>3</sup> , da non superare più di 3 volte per anno civile	-	-
NO <sub>2</sub>	1 ora	200 µg/Nm <sup>3</sup> , da non superare più di 18 volte per anno civile	-	-
	Anno civile	40 µg/Nm <sup>3</sup>	-	-
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Anno civile	5.0 µg/Nm <sup>3</sup>	-	-
CO	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore <sup>1</sup>	10 mg/Nm <sup>3</sup>	-	-
Pb	Anno civile	0.5 µg/Nm <sup>3</sup>	-	-
PM <sub>10</sub>	1 giorno	50 µg/Nm <sup>3</sup> , da non superare più di 35 volte per anno civile	-	-
	Anno civile	40 µg/Nm <sup>3</sup>	-	-

<sup>1</sup> La massima concentrazione media giornaliera su 8 ore si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base di dati orari ed aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude; la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17:00 del giorno precedente e le ore 01:00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16:00 e le ore 24:00 del giorno stesso.

Inquinante	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data entro la quale il valore limite deve essere raggiunto
PM <sub>2.5</sub>	Anno civile	25 µg/Nm <sup>3</sup>	20% l'11 giugno 2008, con riduzione il 1 gennaio successivo e successivamente ogni 12 mesi secondo una percentuale costante fino a raggiungere lo 0% entro il 1 gennaio 2015	1 gennaio 2015

**Tabella 2.1.1.1:** valori limite

Inquinante	Livello critico annuale	Livello critico invernale (1 ottobre ÷ 31 marzo)	Margine di tolleranza
SO <sub>2</sub>	20 µg/Nm <sup>3</sup>	20 µg/Nm <sup>3</sup>	-
NO <sub>x</sub>	30 µg/Nm <sup>3</sup>	-	-

**Tabella 2.1.1.2:** livelli critici per la protezione della vegetazione

Inquinante	Soglia di allarme <sup>2</sup>	Inquinante	Soglia di allarme <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	500 µg/Nm <sup>3</sup>	O <sub>3</sub>	500 µg/Nm <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub>	400 µg/Nm <sup>3</sup>		

**Tabella 2.1.1.3:** soglie di allarme per SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>

Inquinante	Valore obiettivo <sup>4</sup>
As	6.0 ng/Nm <sup>3</sup>
Cd	5.0 ng/Nm <sup>3</sup>
Ni	20.0 ng/Nm <sup>3</sup>

**Tabella 2.1.1.4:** valori obiettivo per As, Cd e Ni

Parametro	Percentuale richiesta di dati validi
Valori su 1 ora	75% (ovvero 45 minuti)
Valori su 8 ore	75% dei valori (ovvero 6 ore)
Valore massimo giornaliero su 8 ore	75% delle concentrazioni medie consecutive su 8 ore calcolate in base ai dati orari (ossia 18 medie su 8 ore al giorno)
Valori su 24 ore	75% delle medie orarie (ossia almeno 18 valori orari)
MEDIA annuale	90% dei valori di 1 ora o (se disponibile) dei valori di 24 ore nel corso dell'anno

**Tabella 2.1.1.5:** criteri per la verifica dei valori limite

	SO <sub>2</sub> NO <sub>2</sub> NO <sub>x</sub> CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	PM <sub>10</sub> PM <sub>2.5</sub> Pb	O <sub>3</sub> e relativi NO e NO <sub>2</sub>	As Cd Ni
Incertezza	25%	30%	50%	30%	50%
Raccolta minimi di dati	90%	90%	90%	90%	90%
Periodo minimo di copertura	14% <sup>5</sup>	14% <sup>6</sup>	14% <sup>5</sup>	>10% in estate	50%

**Tabella 2.1.1.6:** obiettivi di qualità previsti per le misurazioni indicative

Il D.Lgs. 155/2010, così come modificato dal D.Lgs. 250/2012, definisce all'art. 2, comma 1, lettera u), le **misurazioni indicative**: "misurazione dei livelli degli inquinanti, basate su obiettivi di qualità meno severi di quelli previsti per le misurazioni in siti fissi".

Le misurazioni e le altre tecniche utilizzate per la valutazione della qualità dell'aria ambiente devono rispettare gli obiettivi di qualità previsti all'Allegato I del D.Lgs. 155/2010. In particolare, per le

<sup>2</sup> Le soglie devono essere misurate su tre ore consecutive, presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 Km<sup>2</sup> oppure pari all'estensione dell'intera zona o dell'intera zona o dell'intero agglomerato se tale zona o agglomerato sono meno estesi.

<sup>3</sup> Per l'applicazione dell'art. 10, comma 1, del D.Lgs. 155/2010 deve essere misurato o previsto un superamento per 3 ore consecutive.

<sup>4</sup> Il valore obiettivo è riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione di PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

<sup>5</sup> Misurazione effettuata in un giorno variabile di ogni settimana dell'anno in modo tale che le misurazioni siano uniformemente distribuite nell'arco dell'anno oppure effettuate per otto settimane distribuite equamente nell'arco dell'anno.

<sup>6</sup> Misurazione effettuata in un giorno fisso scelto a caso di ogni settimana dell'anno in modo tale che le misurazioni siano uniformemente distribuite nell'arco dell'anno oppure effettuata per otto settimane distribuite equamente nell'arco dell'anno.

misurazioni indicative effettuate mediante stazioni di misurazione mobili si applicano gli obiettivi di qualità previsti dalla Tabella 2.1.1.6.

Di seguito sono riportati, per i principali inquinanti normati (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>), degli indicatori qualitativi dello stato di salubrità dell'aria individuati con il seguente criterio:

- si assegna giudizio "scadente" se il livello della concentrazione nell'aria ambiente dell'inquinante supera il rispettivo limite di legge;
- si assegna giudizio "buono" se il livello della concentrazione nell'aria ambiente dell'inquinante è inferiore, o al più uguale, alla rispettiva soglia di valutazione superiore (Allegato II del D.Lgs. 155/2010);
- negli altri casi, il giudizio espresso è "accettabile".

Agenti inquinanti	BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) media 24h	≤75	76÷125	>125
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) max media 1h	≤125	126÷350	>350
Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) max media 1h	≤140	141÷200	>200
Ossido di carbonio (CO) (mg/Nm <sup>3</sup> ) media 8h	≤7	8÷10	>10
Ozono (O <sub>3</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) media 8h	≤120	-	>120
Ozono (O <sub>3</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) max media 1h	≤120	121÷180	>180
Polveri fini (PM <sub>10</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) media 24h	≤35	36÷50	>50
Polveri fini (PM <sub>10</sub> ) superamenti annuali media 24h	≤35	-	>35
Polveri fini (PM <sub>10</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) media annuale	≤28	29÷40	>40
Polveri fini (PM <sub>2.5</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) media annuale	≤17	18÷28	>28

Tabella 2.1.1.7: indicatori della qualità dell'aria

## 2.2 I principali inquinanti atmosferici

I principali inquinanti che si trovano nell'aria possono essere divisi schematicamente in due tipologie: inquinanti primari ed inquinanti secondari. I primi vengono emessi nell'atmosfera direttamente da sorgenti di emissione antropogeniche o naturali, mentre gli altri si formano in atmosfera in seguito a reazioni chimiche che coinvolgono altre specie, primarie o secondarie.

Si descrivono di seguito le caratteristiche degli inquinanti atmosferici misurati con laboratorio mobile.

### 2.2.1 Il Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

La presenza in aria di biossido di zolfo è da ricondursi alla combustione di combustibili fossili contenenti zolfo. Dal 1970 ad oggi la tecnologia ha reso disponibili combustibili a basso tenore di zolfo, il cui utilizzo è stato imposto dalla normativa. Le concentrazioni di biossido di zolfo sono così rientrate nei limiti legislativi previsti. In particolare, in questi ultimi anni, grazie al passaggio al gas naturale come combustibile negli impianti di riscaldamento, le concentrazioni si sono ulteriormente ridotte.

### 2.2.2 Gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>)

Gli ossidi di azoto (NO e NO<sub>2</sub>) vengono emessi direttamente in atmosfera a seguito di tutti i processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, ecc...), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati.

Nel caso del traffico veicolare, le quantità più elevate di questi inquinanti si osservano quando i veicoli sono a regime di marcia sostenuta e in fase di accelerazione, poiché la produzione di NO<sub>x</sub> aumenta all'aumentare del rapporto aria/combustibile, cioè quando è maggiore la disponibilità di ossigeno per la combustione. Al momento dell'emissione gran parte degli ossidi di azoto è in forma di NO, con un rapporto NO/NO<sub>2</sub> decisamente a favore del primo. Si stima che il contenuto di NO<sub>2</sub> nelle emissioni sia tra il 5 e il 10% del totale degli ossidi di azoto.

Il monossido di azoto non è soggetto a normativa, in quanto, alle concentrazioni tipiche misurate in aria ambiente, non provoca effetti dannosi sulla salute e sull'ambiente; se ne misurano comunque i livelli in quanto, attraverso la sua ossidazione in NO<sub>2</sub> e la sua partecipazione ad altri processi fotochimici, contribuisce alla produzione di ozono troposferico (O<sub>3</sub>).

### 2.2.3 *Il monossido di carbonio (CO)*

Il monossido di carbonio (CO) ha origine da processi di combustione incompleta di composti contenenti carbonio. È un gas la cui origine, soprattutto nelle aree urbane, è da ricondursi prevalentemente al traffico veicolare, soprattutto alimentati a benzina, in particolare quando sono in fase di decelerazione e di traffico congestionato. Le sue concentrazioni, pertanto, sono strettamente legate ai flussi di traffico in prossimità della zona in cui avviene il prelievo e gli andamenti giornalieri di tale inquinante rispecchiano quelli del traffico, raggiungendo i massimi valori in concomitanza delle ore di punta a inizio e fine giornata, soprattutto nei giorni feriali. Durante le ore centrali della giornata i valori tendono a calare, grazie anche ad una migliore capacità dispersiva dell'atmosfera.

### 2.2.4 *Il materiale particolato aerodisperso (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>)*

Il particolato atmosferico aerodisperso è costituito da una miscela di particelle solide e liquide, di diverse caratteristiche chimico-fisiche e diverse dimensioni. Esse possono avere origine primaria, cioè emesse direttamente in atmosfera da processi naturali o antropici, o secondaria, cioè formate in atmosfera a seguito di reazioni chimiche e di origine prevalentemente antropica.

Le principali sorgenti naturali sono l'erosione ed il risollevarimento del suolo, incendi, pollini, spray marino, eruzioni vulcaniche; le sorgenti antropiche sono riconducibili principalmente a processi di combustione (traffico autoveicolare, uso di combustibili, emissioni industriali).

L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è chiamato MPTS (Materiale Particolato Totale Sospeso). Al fine di valutare l'impatto del particolato sulla salute umana si distinguono: una frazione in grado di penetrare nelle prime vie respiratorie (naso, faringe, laringe) e una frazione in grado di giungere fino alle parti inferiori dell'apparato respiratorio (trachea, bronchi, alveoli polmonari). La prima corrisponde a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 10µm (PM<sub>10</sub>), la seconda a particelle con diametro aerodinamico inferiore a 2.5µm (PM<sub>2.5</sub>).

### 3. Il laboratorio mobile

#### 3.1 Descrizione del laboratorio mobile

Gli analizzatori installati sul laboratorio mobile utilizzato per lo studio, sono del tutto simili a quelli presenti nelle stazioni fisse della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria, questo permette di effettuare un confronto diretto tra il sito di misura e le centraline fisse. Tali apparecchiature rispondono alle caratteristiche previste dalla normativa vigente (D.P.C.M. 28 marzo 1983, D.P.R. 24 maggio 1988, D.M. 60/2002, D.Lgs. 155/2010).

La strumentazione montata sul laboratorio mobile è di seguito riportata:

- 1) n. 1 analizzatore di ossidi di azoto (NO – NO<sub>2</sub> – NO<sub>x</sub>) THERMO SCIENTIFIC 42i;
- 2) n. 1 analizzatore di anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) THERMO SCIENTIFIC 43i;
- 3) n. 1 analizzatore di monossido di carbonio (CO) THERMO SCIENTIFIC 48i;
- 4) n. 1 analizzatore di BTEX ORION BTX2000, detector PID;
- 5) n. 1 analizzatore di polveri PM<sub>10</sub> UNITEC LSPM10 completo di campionatore sequenziale di particolato TCR TECORA Sentinel PM;
- 6) n. 1 analizzatore di polveri PM<sub>2.5</sub> UNITEC LSPM10;
- 7) n. 1 stazione meteorologica UNITEC MET3000 composta da sensori meteorologici per la misura della direzione e intensità del vento, della temperatura, dell'umidità relativa e della pressione atmosferica;
- 8) n. 1 sonda di campionamento degli inquinanti gassosi ORION SA3000;
- 9) n. 2 sonde di campionamento di polveri complete di teste di prelievo per il PM<sub>10</sub> e per il PM<sub>2.5</sub>.

#### 3.2 Strumentazione di analisi

##### 3.2.1 Analizzatore di ossidi di azoto

L'analizzatore di ossidi di azoto THERMO SCIENTIFIC 42i è uno strumento analitico per la misura, in continuo ed in automatico, delle concentrazioni di monossido di azoto, biossido di azoto ed ossidi totali di azoto in aria ambiente.

L'analizzatore opera in conformità al metodo di riferimento indicato nell'Allegato XI, §1, sezione II, del D.M. 2 aprile 2002, n. 60 (ISO 7996:1985 "Ambient Air. Determination of the mass concentration of nitrose oxides – Chemiluminescence Method") ed è conforme alle specifiche di cui all'Allegato II, appendice 10, punto 5.2, del D.P.C.M. 28 marzo 1983.

Lo strumento è munito di certificazione TÜV che ne attesta la conformità alla normativa UNI EN 14211:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza" di cui all'Allegato VI, §A, punto 2, del D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155.

##### 3.2.2 Analizzatore di biossido di zolfo

L'analizzatore di biossido di zolfo THERMO SCIENTIFIC 43i è uno strumento analitico per la misura, in continuo ed in automatico, delle concentrazioni di biossido di zolfo in aria ambiente.

L'analizzatore opera in conformità al metodo di riferimento indicato nell'Allegato XI, §1, sezione I, del D.M. 2 aprile 2002, n. 60 (Draft International Standard ISO/DIS 10498.2.ISO:1999 "Ambient Air. Determination of sulphur dioxide - Ultraviolet fluorescence method") ed è conforme alle specifiche di cui all'Allegato II, appendice 10, punto 5.1, del D.P.C.M. 28 marzo 1983.

Lo strumento è munito di certificazione TÜV che ne attesta la conformità alla normativa UNI EN 14212:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di zolfo mediante fluorescenza ultravioletta" di cui all'Allegato VI, §A, punto 1, del D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155.

##### 3.2.3 Analizzatore di monossido di carbonio

L'analizzatore di monossido di carbonio THERMO SCIENTIFIC 48i è uno strumento analitico per la misura, in continuo ed in automatico, delle concentrazioni di monossido di carbonio in aria ambiente.

L'analizzatore opera in conformità al metodo di riferimento indicato nell'Allegato XI, §1, sezione VII, del D.M. 2 aprile 2002, n. 60, ed è conforme alle specifiche di cui all'Allegato II, appendice 10, punto 5.4, del D.P.C.M. 28 marzo 1983.

Lo strumento è munito di certificazione TÜV che ne attesta la conformità alla normativa UNI EN 14626:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva" di cui all'Allegato VI, §A, punto 7, del D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155.

### 3.2.4 Analizzatore di BTX

L'analizzatore di BTX ORION BTX2000 è uno strumento analitico per la misura, in continuo ed in automatico, delle concentrazioni di benzene, toluene, etibenzene, m- e p-xilene e o-xilene in aria ambiente, per mezzo di un rilevatore non distruttivo a fotoionizzazione PID.

L'analizzatore opera in conformità al metodo di riferimento indicato nell'Allegato XI, §1, sezione VI, del D.M. 2 aprile 2002, n. 60.

### 3.2.5 Analizzatori di polveri

Gli analizzatori polveri PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> UNITEC LSPM10 sono strumenti analitici per la misura, in continuo ed in automatico, delle concentrazioni di polveri PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>.

L'unità ottica LSPM10 è stata testata e certificata come equivalente, e quindi conforme al D.M. 2 aprile 2002, n. 60, dall'Istituto Inquinamento Atmosferico del C.N.R. di ROMA (prot. 136/2005 del 30 maggio 2005).

La testa di prelievo per il PM<sub>10</sub> è conforme alla normativa europea UNI EN 12341:1999 "Qualità dell'aria. Determinazione del particolato in sospensione PM10. metodi di riferimento e procedimento per prove in campo atte a dimostrare l'equivalenze dei metodi di misurazione rispetto ai metodi di riferimento" di cui all'Allegato VI, §A, punto 4, del D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155.

Il campionatore gravimetrico sequenziale di particolato TCR TECORA Sentinel PM, in testa all'unità ottica LSPM10 per la misura delle concentrazioni di polveri PM<sub>10</sub>, è munito di certificazione TÜV che ne attesta la conformità alla normativa 12341:1999 "Qualità dell'aria. Determinazione del particolato in sospensione PM10. metodi di riferimento e procedimento per prove in campo atte a dimostrare l'equivalenze dei metodi di misurazione rispetto ai metodi di riferimento" di cui all'Allegato VI, §A, punto 4, del D.Lgs. 13 agosto 2010, n. 155.

La testa di prelievo per il PM<sub>2.5</sub> è conforme alla normativa europea UNI EN 12341:1999 "Qualità dell'aria. Determinazione del particolato in sospensione PM10. metodi di riferimento e procedimento per prove in campo atte a dimostrare l'equivalenze dei metodi di misurazione rispetto ai metodi di riferimento".

### 3.2.6 Riepilogo dei metodi di riferimento

Di seguito sono riepilogati i metodi di riferimento della strumentazione di analisi presente sul laboratorio mobile.

Analizzatore	Modello	Metodo di riferimento	Conformità al D.M. 60/2002	Conformità al D.Lgs. 155/2010
NO, NO <sub>2</sub> e NO <sub>x</sub>	THERMO SCIENTIFIC 42i	UNI EN 14211:2005		
SO <sub>2</sub>	THERMO SCIENTIFIC 43i	UNI EN 14212:2005		
CO	THERMO SCIENTIFIC 48i	UNI EN 14626:2005		
Benzene	ORION BTX2000	Allegato 6 D.M. 25.11.1994		
PM <sub>10</sub>	Unità ottica LSPM10	UNI EN 12341:1999		
	Campionatore sequenziale TCR TECORA Sentinel PM	UNI EN 12341:1999		
PM <sub>2.5</sub>	Unità ottica LSPM10	UNI EN 12341:1999		

**Tabella 3.2.6.1:** metodi di riferimento della strumentazione di analisi

## 4. L'area di studio

### 4.1 Inquadramento generale del territorio

Il sito interessato dall'impianto ENERGONUT S.p.A. si trova nel Consorzio per lo sviluppo Industriale ISERNIA – VENAFRO del Comune di POZZILLI (IS), località "Cerqueto", via dell'Energia, ad Ovest della Strada Statale 85 Venafrana. Ai fini del piano di monitoraggio ambientale, la porzione di territorio interessata per il monitoraggio della qualità dell'aria e delle ricadute al suolo è quella compresa nel raggio di 5 km dal sito dell'Impianto. L'area di studio, pertanto, interessa, oltre al Comune di POZZILLI, parte dei territori comunali di VENAFRO, FILIGNANO, MONTAQUILA, MONTERODUNI e MACCHIA D'ISERNIA. Quest'ultimo comune, in particolare, ne fa parte solamente per una porzione molto limitata del suo territorio. Tutti i comuni dell'area vasta appartengono alla provincia di ISERNIA.

L'area individuata include tutta la zona industriale di POZZILLI, che è caratterizzata da una morfologia prevalentemente pianeggiante con un'altitudine media di circa 220 m s.l.m..

### 4.2 I siti di monitoraggio

#### 4.2.1 Valutazioni modellistiche

Dalle risultanze della valutazione modellistica delle ricadute al suolo degli inquinanti emessi dall'impianto di coincenerimento, proposta dalla società ENERGONUT S.p.A. nell'ambito del Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale, sono state individuate, all'interno dell'area vasta, quattro aree interessate dalle massime ricadute al suolo degli inquinati, contraddistinte dalle sigle A1, A2, A3 ed A4.

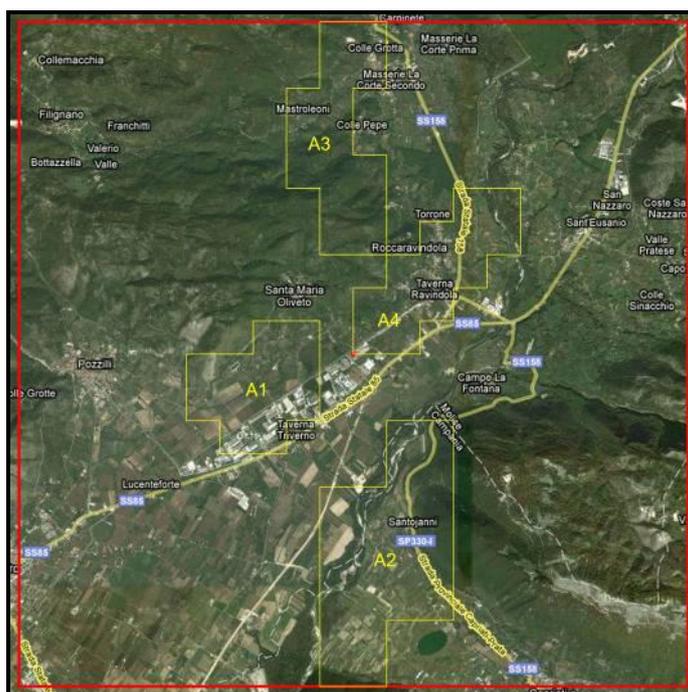


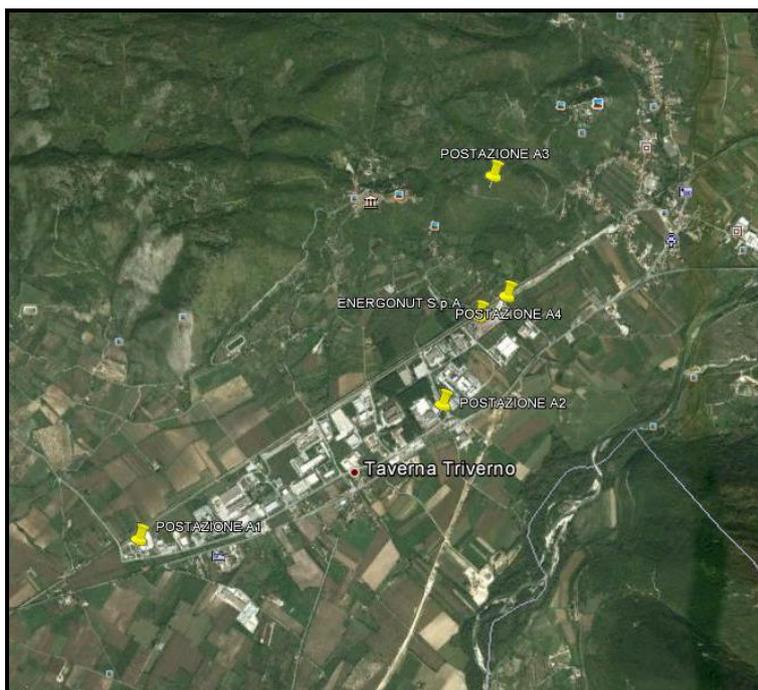
Figura 4.2.1.1: dislocazione delle aree di massima ricaduta

#### 4.2.2 I siti di misura

La posizione delle stazioni di campionamento è stata discussa nell'ambito del Tavolo Tecnico e di concerto con le Istituzioni presenti nell'ambito del tavolo stesso.

La scelta dei siti idonei per il posizionamento del laboratorio mobile ha tenuto conto non solo delle indicazioni fornite della predetta valutazione modellistica, ma anche di fattori quali la disponibilità di una fornitura elettrica, la protezione della stazione da atti vandalici e la distanza dalle fonti di impatto antropico di tipo locale.

Sulla base di tali premesse, sono state concordate le seguenti stazioni di campionamento.



**Figura 4.2.2.1:** dislocazione dei siti di misura

Postazione	Località	Latitudine	Longitudine
A1	Comune: POZZILLI (IS) Località: Z.I. POZZILLI – Sede del Consorzio per il Nucleo di Sviluppo Industriale ISERNIA – VENAFRO, in posizione SW rispetto al punto di emissione	41° 29' 52" N	14° 04' 49" E
A2	Comune: POZZILLI (IS) Località: Z.I. POZZILLI – all'interno del lotto di proprietà della PROMA S.S.A. in prossimità dei capannoni dismessi, in posizione SSW rispetto al punto di emissione	41° 30' 27" N	14° 06' 27" E
A3	Comune: MONTAQUILA (IS) Località: fraz. di ROCCARAVINDOLA – nelle prossimità dell'impianto di sollevamento del Comune di MONTAQUILA, in posizione NNE rispetto al punto di emissione	41° 30' 54" N	14° 06' 47" E
A4	Comune: POZZILLI (IS) Località: Z.I. POZZILLI – all'interno del lotto di proprietà della ENERCONUT S.p.A., in posizione ENE rispetto al punto di emissione	41° 31' 22" N	14° 07' 14" E

**Tabella 4.2.2.1:** descrizione dei siti di misura

Le stazioni A1, A2, A3 ed A4 ricadono nelle aree omologhe individuate dallo studio modellistico delle ricadute al suolo degli inquinanti emessi dall'impianto di coincenerimento, presentato dalla Ditta ENERCONUT S.p.A. nell'ambito del Procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale. In particolare, il posizionamento della postazione A3 nella frazione di ROCCARAVINDOLA è stato concordato con il Responsabile dell'Ufficio Tecnico del Comune di MONTAQUILA. Al contrario, la postazione A2 non ricade all'interno dell'area omologa, poiché:

- 1) l'area individuata dallo studio si sviluppa quasi interamente in Regione CAMPANIA
- 2) la porzione di area ricadente nel MOLISE è fortemente interessata dalla presenza dell'arteria stradale della SS 85 e da un impianto di frantumazione inerti;
- 3) non è garantita una idonea fornitura elettrica.

## 5. Dati meteorologici

### 5.1 Premessa

La totalità dei fenomeni di inquinamento atmosferico avviene nella porzione più bassa dell'atmosfera chiamata "Planetary Boundary Layer" o PBL. Il PBL comprende la parte di troposfera nella quale la struttura del campo anemologico risente dell'influenza della superficie terrestre e si estende fino a oltre 1 km di altezza. I livelli di concentrazione degli inquinanti atmosferici in un sito dipendono dalla quantità e dalle modalità di emissione degli inquinanti stessi nell'area, ma anche la situazione meteorologica influisce sia sulle condizioni di dispersione e di accumulo degli inquinanti, sia sulla formazione di alcune sostanze nell'atmosfera stessa. E' importante che i livelli di concentrazione osservati, soprattutto durante una campagna di breve durata, siano valutati alla luce delle condizioni meteorologiche verificatesi nel periodo del monitoraggio. Le caratteristiche diffusive dell'atmosfera fanno sì che le polveri e gli inquinanti in generale risentano fortemente della meteorologia del momento.

I più importanti fattori meteorologici che interessano i fenomeni di inquinamento atmosferico sono:

- 1) il vento orizzontale (velocità e direzione), generato dalla componente geostrofica e modificato dal contributo delle forze di attrito del terreno e da effetti meteorologici locali, come brezze marine, di monte e di valle, circolazioni urbano-rurali, ecc...;
- 2) le precipitazioni atmosferiche;
- 3) la stabilità atmosferica, che è un indicatore della turbolenza atmosferica alla quale si devono i rimescolamenti dell'aria e quindi il processo di diluizione degli inquinanti;
- 4) la quota sul livello del mare;
- 5) le inversioni termiche che determinano l'altezza di rimescolamento del PBL<sup>1</sup>;
- 6) i movimenti atmosferici verticali dovuti a sistemi baroclini od orografici.

L'intensità del vento è il fattore che più influenza il trasporto e la diffusione atmosferica degli inquinanti su scala locale; inoltre le precipitazioni atmosferiche svolgono un ruolo notevole in quanto contribuiscono a dilavare l'aria dai contaminanti presenti. Generalmente le zone urbane ed industriali sono le più soggette ai fenomeni di inquinamento, specialmente se sono collocate in aree dove sono presenti dei naturali impedimenti alla circolazione dell'aria (ad esempio le valli chiuse da montagne, che presentano sempre problemi di ristagno per la ridotta ventilazione atmosferica); oppure, allo stesso modo le aree localizzate in avvallamenti o depressioni del terreno. Di solito le concentrazioni dei contaminanti dell'aria sono minori quando il vento è moderato e l'atmosfera è instabile nei bassi strati. Al contrario, le concentrazioni degli inquinanti sono elevate in presenza di nebbia persistente, in assenza di vento o quando si è in presenza di inversioni termiche.

Le inversioni termiche sono dei fenomeni atmosferici che impediscono il normale rimescolamento delle masse d'aria: in genere, la temperatura dell'aria decresce man mano che aumenta l'altezza (circa 7°C per Km) e questo fa sì che le masse d'aria più calde, essendo meno dense, salgano e si sostituiscono all'aria più fredda che scende. Dal momento che questa aria calda è anche quella più inquinata perché si trova nella zona delle maggiori emissioni inquinanti, ne risulta un rimescolamento dei vari strati della troposfera che porta ad una diminuzione della concentrazione dei contaminanti atmosferici. In alcuni casi, però, a causa dell'inversione termica, si possono formare degli strati d'aria più calda a qualche decina o centinaia di metri d'altezza, per cui lo strato sottostante non sale e ristagna al suolo; ciò comporta inevitabili processi di accumulo delle sostanze inquinanti. Le inversioni termiche si formano solitamente nelle notti limpide subito dopo il tramonto, a causa del rapido raffreddamento del terreno (che a sua volta provoca un rapido raffreddamento dell'aria con cui è a contatto). Questo fenomeno è detto inversione termica di tipo radiativo e in genere termina col riscaldamento mattutino della superficie terrestre; se questo non avviene gli inquinanti si possono accumulare anche per più giorni consecutivi, con tutti i problemi che ciò comporta.

La stabilità atmosferica assume un ruolo fondamentale nella dispersione degli inquinanti. Nella troposfera la temperatura normalmente decresce all'aumentare dell'altitudine. Il profilo di temperatura di riferimento per valutare il comportamento delle masse d'aria è quello osservato per una particella d'aria che si innalza espandendosi adiabaticamente. Quando il profilo reale coincide con quello di riferimento, una

---

<sup>1</sup> Lo strato di rimescolamento è influenzato da processi sinottici e alla mesoscala che producono moti verticali e avvezioni orizzontali ove si diffondono tutti gli inquinanti e, in particolare, le polveri che possono essere considerate come un buon indicatore dello stato di inquinamento. I processi che influenzano il rimescolamento sono la turbolenza meccanica determinata dal vento negli strati più vicini alla superficie e la turbolenza termica risultato del trasferimento di calore dalla superficie o del raffreddamento radiativo di strati d'aria più elevati dell'atmosfera. L'altezza di rimescolamento (mixing height) risente della struttura verticale dell'atmosfera che presenta variazioni nelle 24 ore (ciclo giorno - notte) e stagionali (stagione calda - fredda). Tale altezza agisce come la parete mobile di un contenitore: in corrispondenza di basse altezze del mixing layer, polveri ed altri inquinanti hanno così a disposizione un volume più piccolo per la loro dispersione e ciò favorisce di conseguenza un aumento della loro concentrazione.

particella d'aria (a qualsiasi altezza venga portata) si trova in equilibrio indifferente, cioè non ha alcuna tendenza né a salire né a scendere (atmosfera neutra). Quando la temperatura decresce con l'altezza più velocemente del profilo di riferimento, le particelle d'aria ad ogni quota si trovano in una condizione instabile perché se vengono spostate sia verso il basso che verso l'alto continuano il loro movimento nella medesima direzione allontanandosi dalla posizione di partenza. Se invece la temperatura decresce con l'altezza più lentamente del profilo adiabatico, o addirittura aumenta (situazione detta di inversione termica), le particelle d'aria sono inibite sia nei movimenti verso l'alto che verso il basso e la situazione è detta stabile. Condizioni neutre si verificano tipicamente durante le transizioni notte/giorno, in presenza di copertura nuvolosa, o con forte vento. Condizioni instabili si verificano quando il trasporto di calore dal suolo verso l'alto è notevole, come accade nelle giornate assolate. Le condizioni stabili, che si verificano tipicamente nelle limpide notte continentali con vento debole, sono le più favorevoli ad un ristagno ed accumulo degli inquinanti.

## 5.2 Dati meteorologici acquisiti

I dati sono stati acquisiti da una centralina meteorologica che è composta da sensori che rilevano informazioni circa:

- 1) velocità del vento  $VV$  [m/s];
- 2) direzione del vento  $DV$  [ $^{\circ}$ N - direzione di provenienza];
- 3) temperatura esterna  $T_e$  [ $^{\circ}$ C];
- 4) precipitazioni  $h$  [mm/h]
- 5) pressione atmosferica  $P$  [mbar];
- 6) umidità relativa  $UR$  [%]
- 7) radiazione solare  $RAD$  [ $W/m^2$ ].

### 5.3 Trend giornaliero della pressione atmosferica e dell'umidità relativa

#### 5.3.1 Campagna AUTUNNO 2011 (3 novembre ÷ 28 dicembre 2011)

Si riportano di seguito il trend giornaliero del campo barico e dell'andamento idrometrico registrati durante la campagna AUTUNNO 2011.

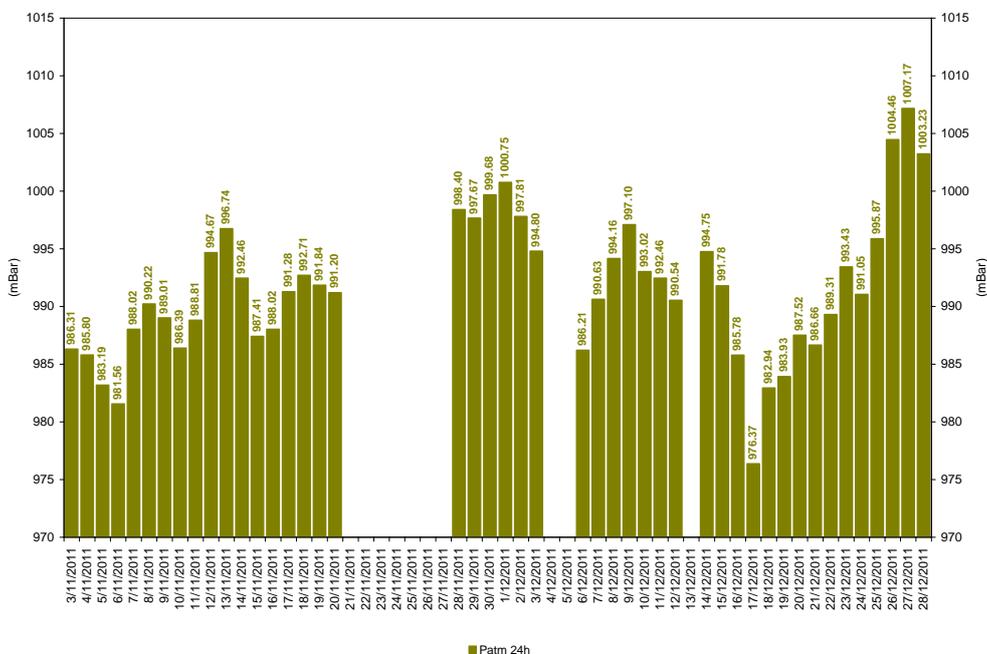


Figura 5.3.1.1: medie giornaliere della pressione atmosferica

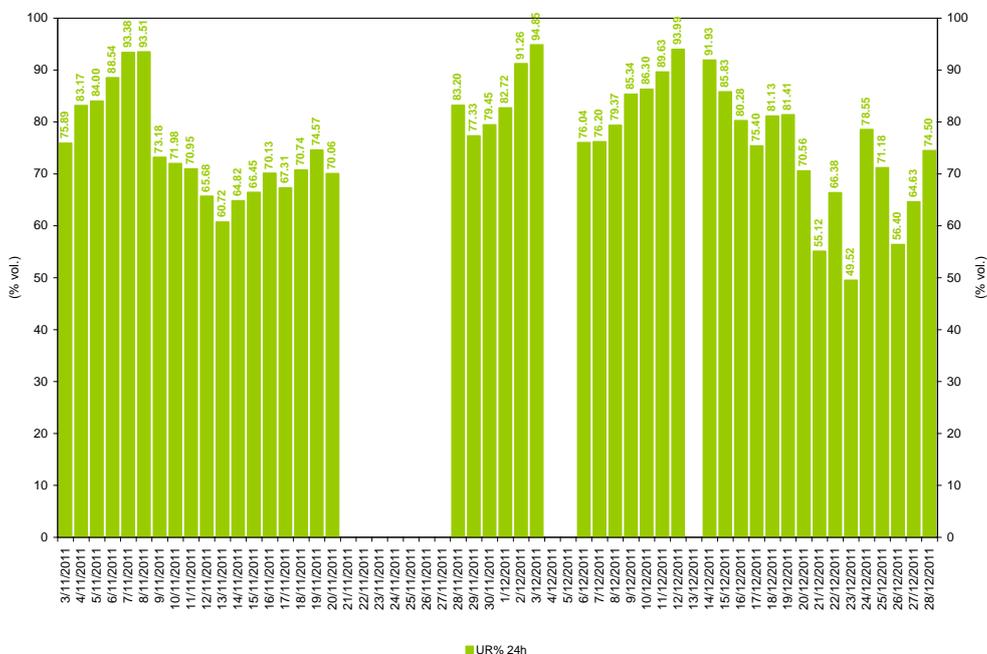


Figura 5.3.1.2: medie giornaliere della umidità relativa

### 5.3.2 Campagna INVERNO 2012 (24 febbraio ÷ 12 aprile 2012)

Si riportano di seguito il trend giornaliero del campo barico e dell'andamento idrometrico registrati durante la campagna INVERNO 2012.

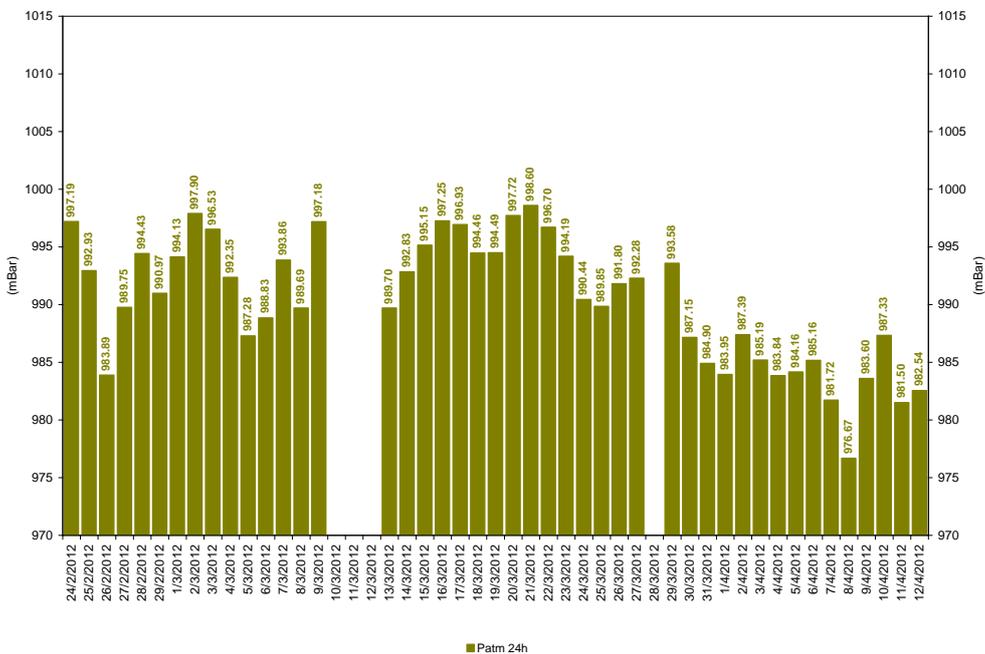


Figura 5.3.2.1: medie giornaliere della pressione atmosferica

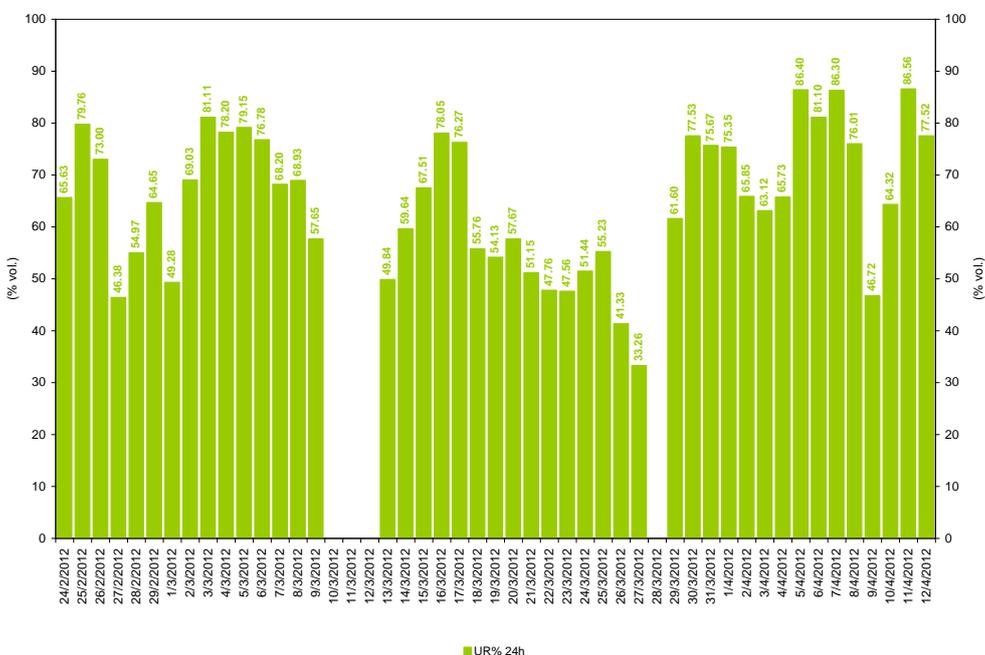


Figura 5.3.2.2: medie giornaliere della umidità relativa

### 5.3.3 Campagna ESTATE 2012 (26 giugno ÷ 22 agosto 2012)

Si riportano di seguito il trend giornaliero del campo barico e dell'andamento idrometrico registrati durante la campagna ESTATE 2012.

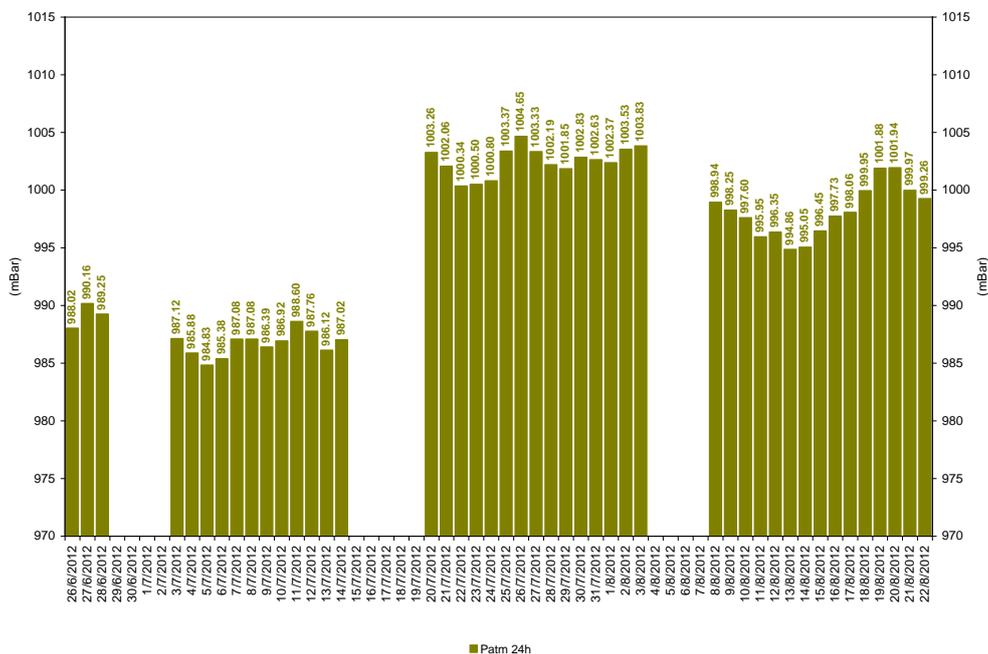


Figura 5.3.3.1: medie giornaliere della pressione atmosferica

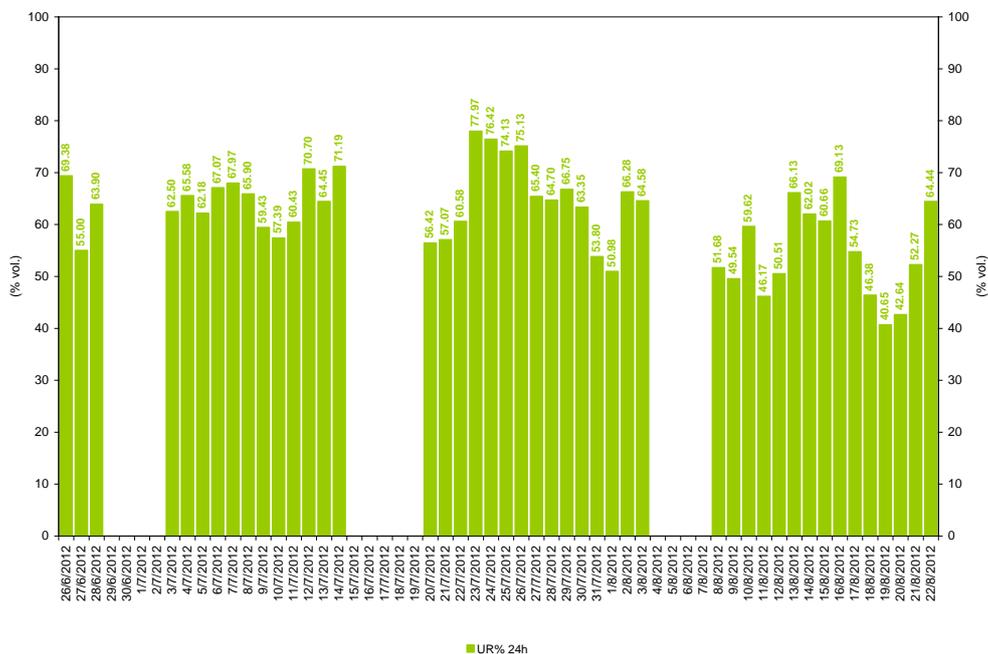


Figura 5.3.3.2: medie giornaliere della umidità relativa

## 5.4 Valutazione della trend giornaliero della temperatura e della radiazione solare

### 5.4.1 Campagna AUTUNNO 2011 (3 novembre ÷ 28 dicembre 2011)

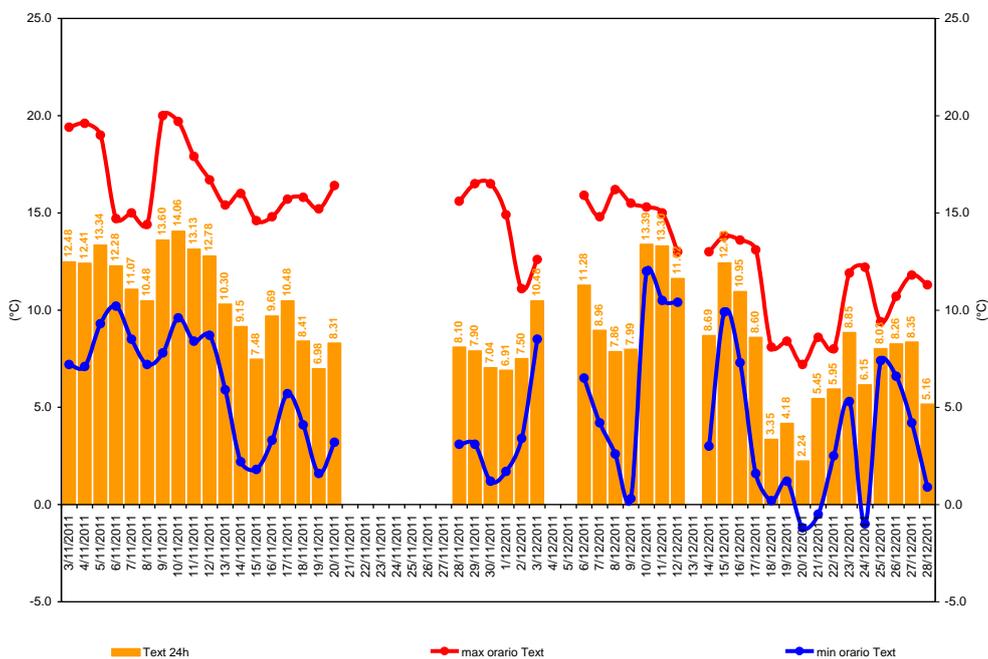


Figura 5.4.1.1: minimo e massimo orario e medie giornaliere della temperatura esterna

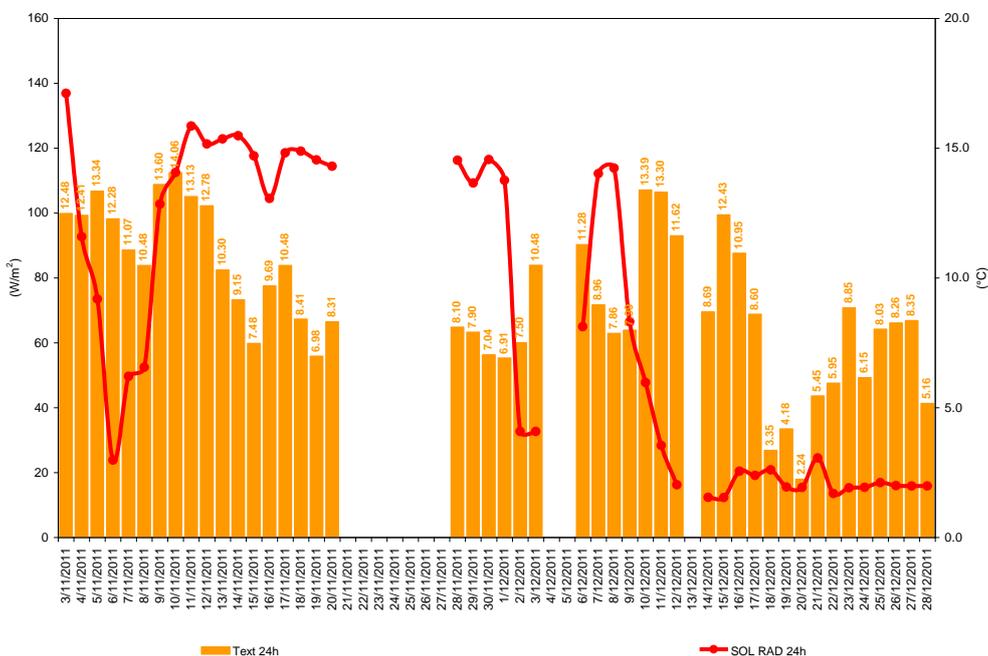


Figura 5.4.1.2: medie giornaliere della temperatura esterna e della radiazione solare

La temperatura media sul periodo di misura è stata di 9.21°C; la temperatura massima oraria è stata di 12.0°C rilevata nella giornata del 20 novembre 2011, mentre il valore orario minimo è stato di -1.20°C il 20 dicembre 2010.

Durante l'intervallo della campagna è stata registrata una radiazione solare media pari a 101.64 W/m<sup>2</sup>.

### 5.4.2 Campagna INVERNO 2012 (24 febbraio ÷ 12 aprile 2012)

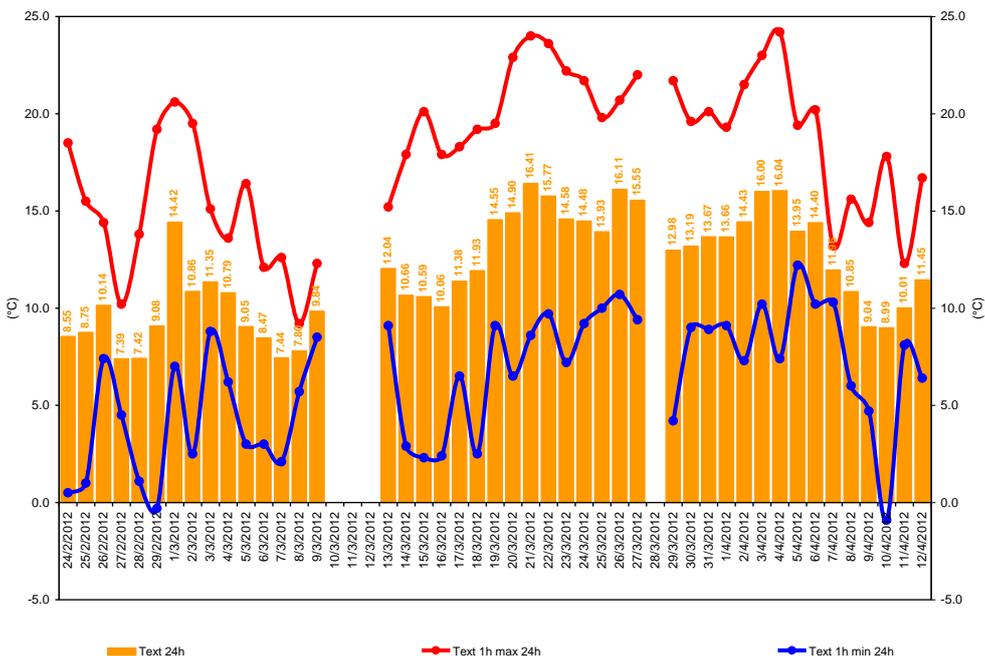


Figura 5.4.2.1: minimo e massimo orario e medie giornaliere della temperatura esterna

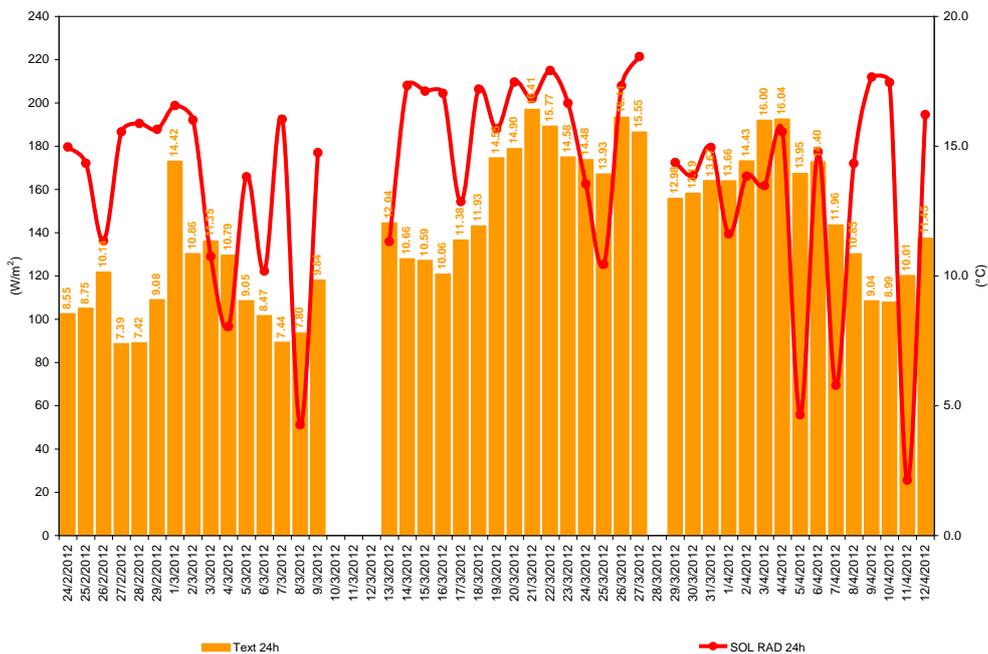


Figura 5.4.2.2: medie giornaliere della temperatura esterna e della radiazione solare

La temperatura media sul periodo di misura è stata di 11.89°C; la temperatura massima oraria è stata di 24.200°C rilevata nella giornata del 4 aprile 2012, mentre il valore orario minimo è stato di -0.90°C il 10 aprile 2012.

Durante l'intervallo della campagna è stata registrata una radiazione solare media pari a 166.94 W/m<sup>2</sup>.

5.4.3 Campagna ESTATE 2012 (26 giugno ÷ 22 agosto 2012)

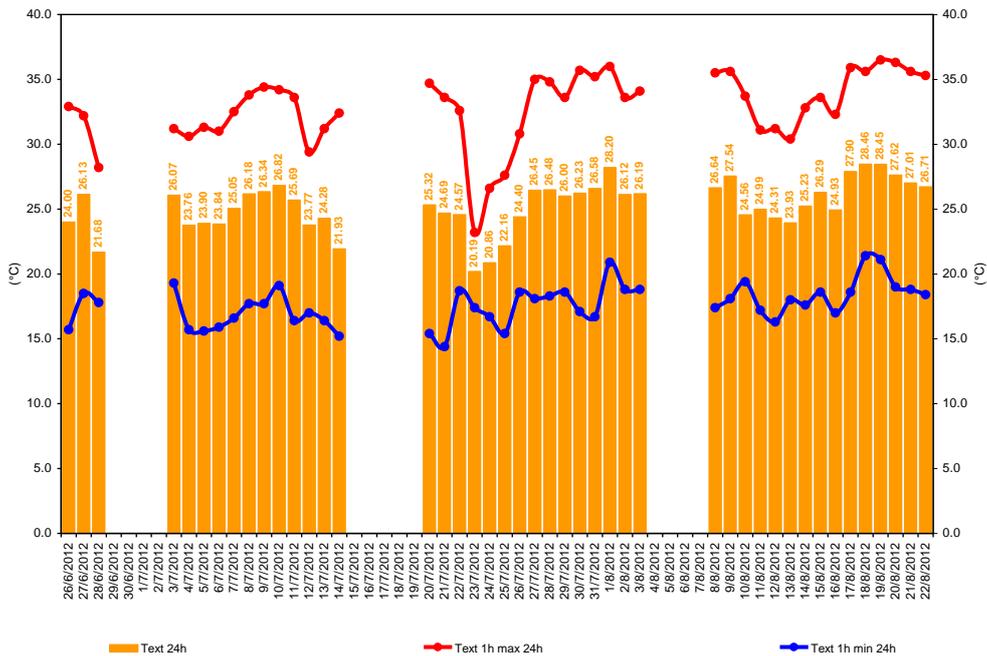


Figura 5.4.3.1: minimo e massimo orario e medie giornaliere della temperatura esterna

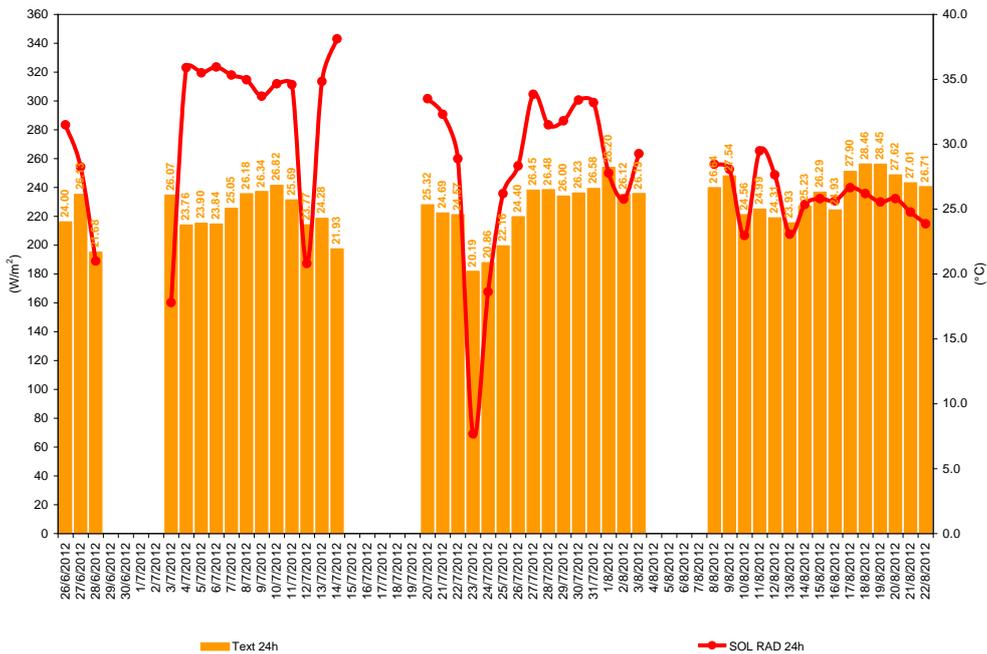


Figura 5.4.3.2: medie giornaliere della temperatura esterna e della radiazione solare

La temperatura media sul periodo di misura è stata di 25.37°C; la temperatura massima oraria è stata di 36.50°C rilevata nella giornata del 19 agosto 2012, mentre il valore orario minimo è stato di 14.40°C il 21 luglio 2012.

Durante l'intervallo della campagna è stata registrata una radiazione solare media pari a 258.20 W/m².

## 5.5 Valutazione del trend delle intensità e delle direzioni dei venti

### 5.5.1 Campagna AUTUNNO 2011 (3 novembre ÷ 28 dicembre 2011)

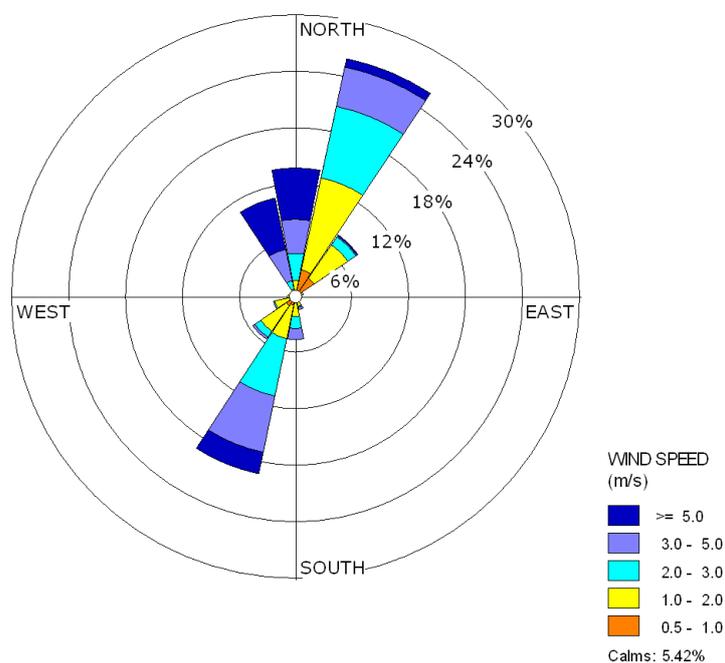


Figura 5.5.1.1: rosa delle direzioni e delle intensità dei venti (blowing from)

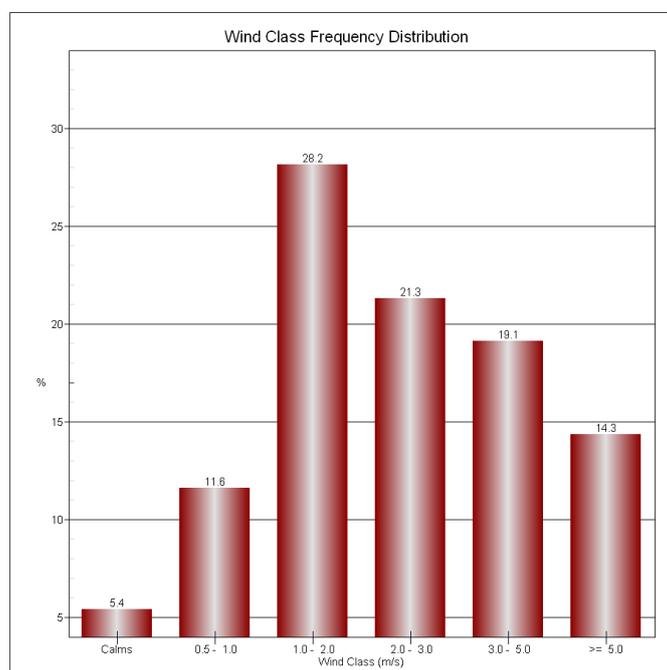


Figura 5.5.1.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie delle velocità dei venti

Le direzioni dei venti predominanti provengono prevalentemente dal quadrante settentrionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da NNE, N e NNW, e dal quadrante meridionale, con una maggiore frequenza da SSW. L'intensità media dei venti è 2.64 m/s. I venti più sostenuti, oltre i 5.0 m/s, sono prevalentemente provenienti rispettivamente da NNW, N, SSW e NNE, mentre le classi instabili, molto più frequenti, si trovano associate ai venti deboli provenienti dai quadranti settentrionale, occidentale e meridionale. L'incidenza delle calme è del 5.42%.

Dalla distribuzione oraria delle frequenze delle velocità dei venti si può notare come la classe di vento che ha soffiato più a lungo è quella che va da 1.0 a 2.0 m/s.

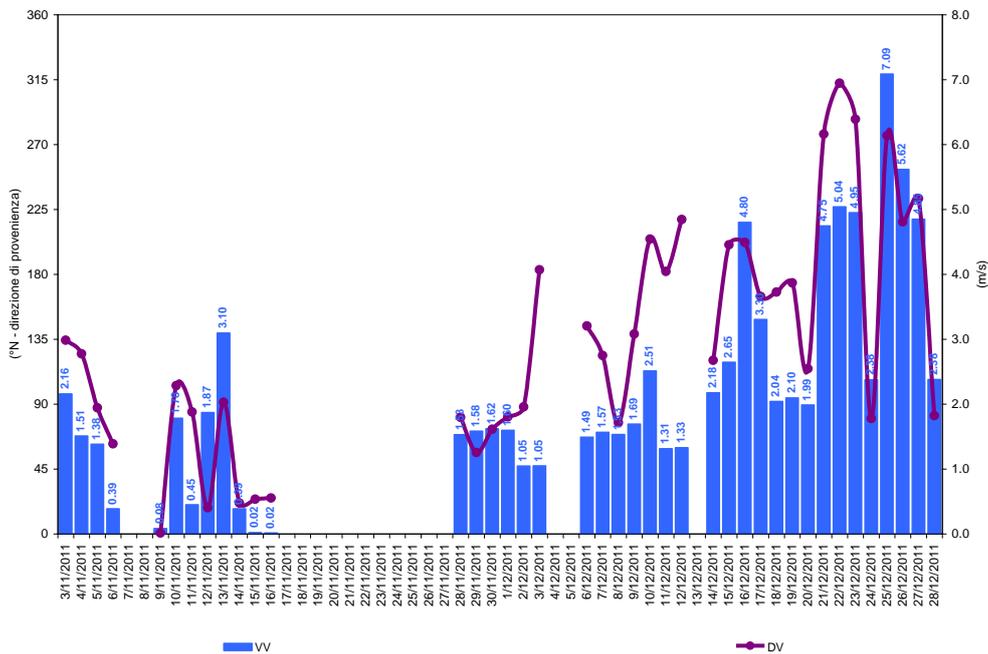


Figura 5.5.1.3: medie giornaliere delle velocità e delle direzioni dei venti (blowing from)

5.5.2 Campagna INVERNO 2012 (24 febbraio ÷ 12 aprile 2012)

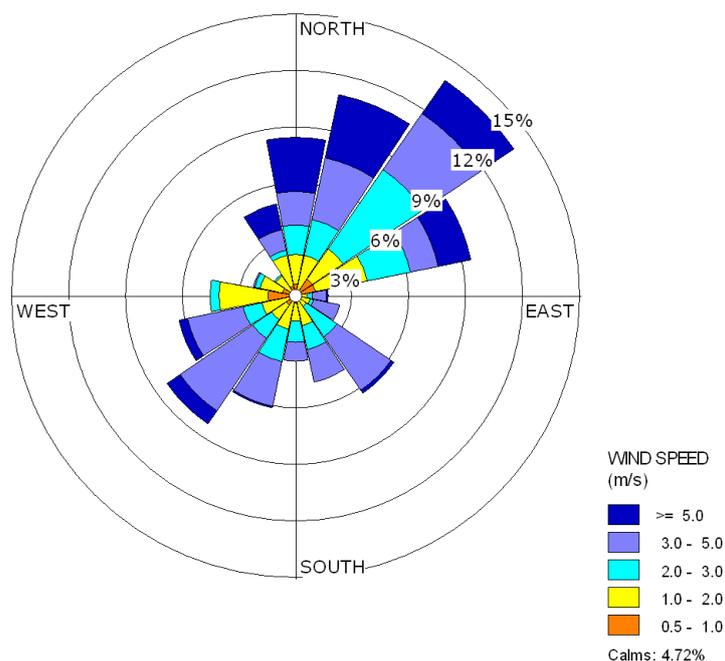


Figura 5.5.2.1: rosa delle direzioni e delle intensità dei venti (blowing from)

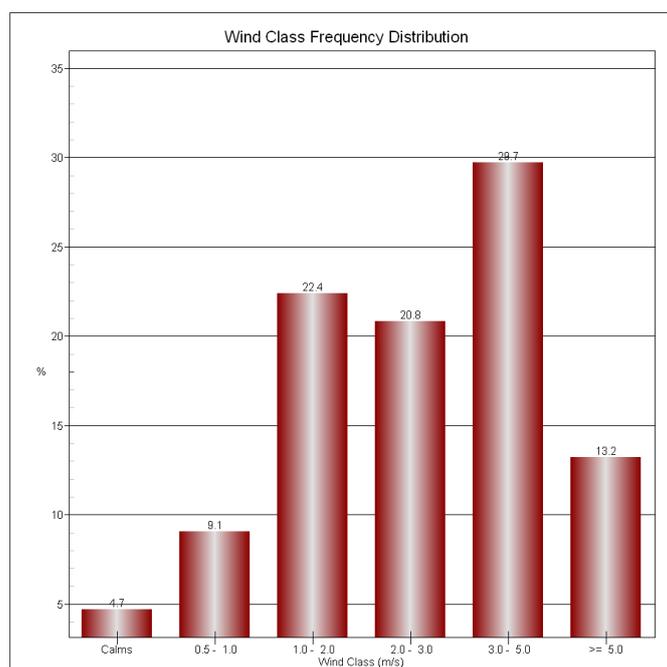


Figura 5.5.2.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie delle velocità dei venti

I venti predominanti provengono prevalentemente dal quadrante settentrionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da NE, NNE, N e NNW, dal quadrante orientale, con una maggiore frequenza da ENE, dal quadrante meridionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da SW SE e SSW, e dal quadrante occidentale, con una maggiore frequenza da WSW. L'intensità media dei venti è 2.89 m/s. I venti più sostenuti, oltre i 5.0 m/s, sono prevalentemente provenienti da NNE, N, NE, NNW ed ENE, mentre le classi instabili, molto più frequenti, si trovano associate ai venti deboli provenienti dai quadranti settentrionale, occidentale, meridionale ed orientale. L'incidenza delle calme è del 4.27%.

Dalla distribuzione oraria delle frequenze delle velocità dei venti si può notare come la classe di vento che ha soffiato più a lungo è quella che va da 3.0 a 5.0 m/s.

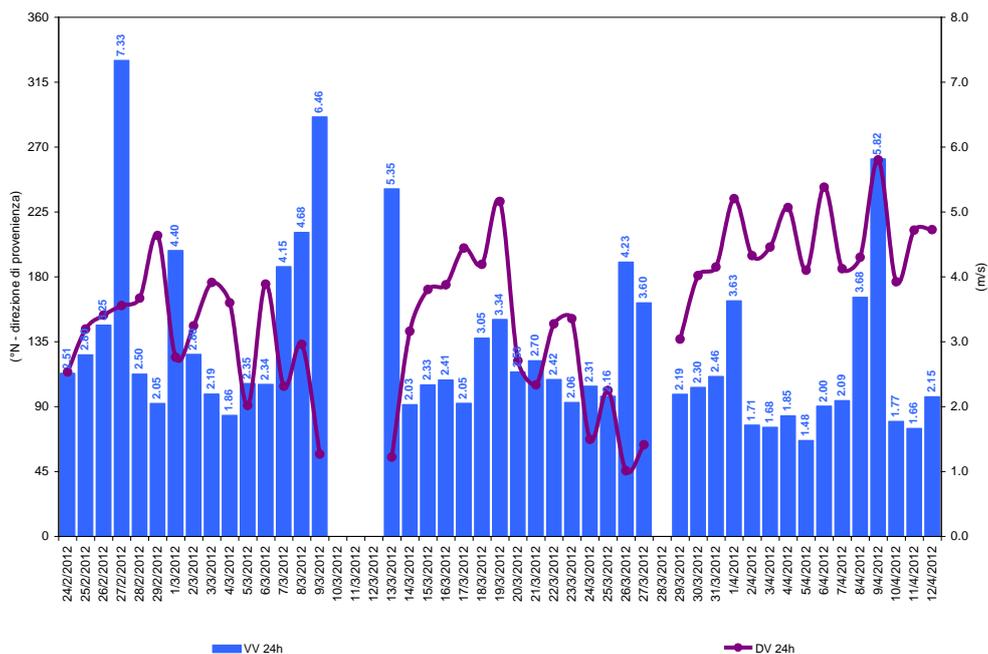


Figura 5.5.2.3: medie giornaliere delle velocità e delle direzioni dei venti (blowing from)

5.5.3 Campagna ESTATE 2012 (26 giugno ÷ 22 agosto 2012)

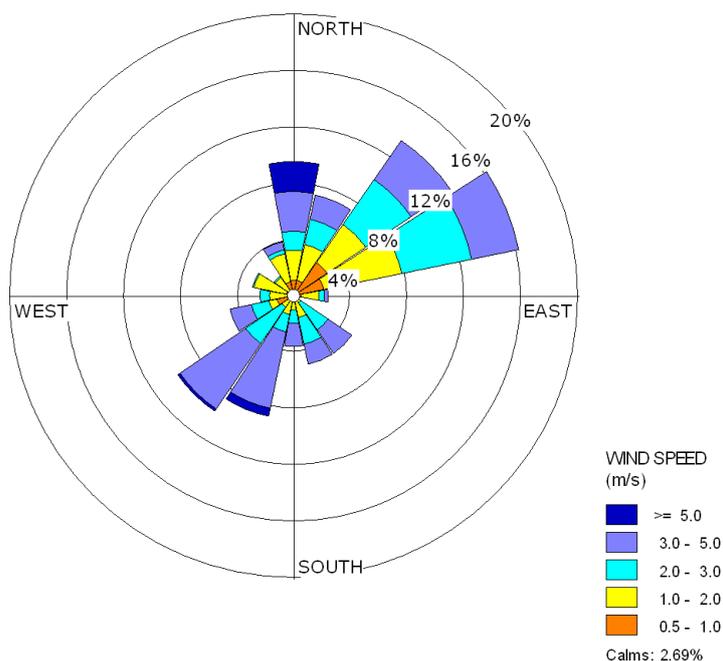


Figura 5.5.3.1: rosa delle direzioni e delle intensità dei venti (blowing from)

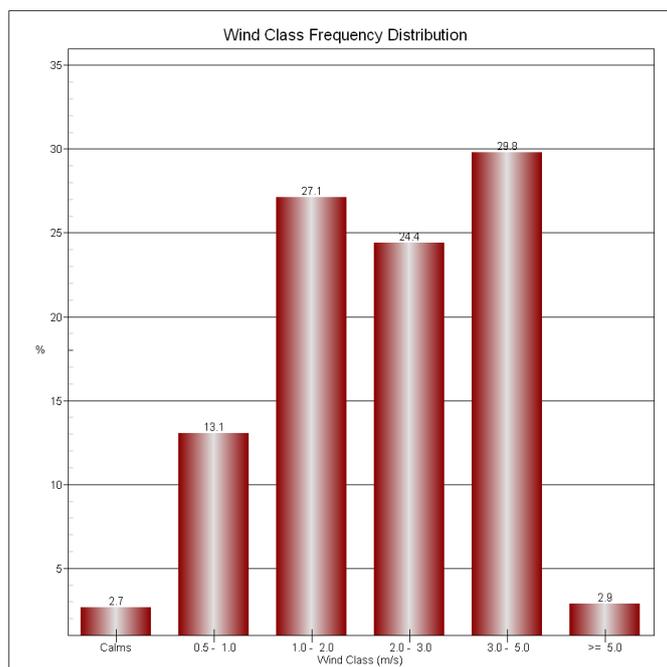


Figura 5.5.3.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie delle velocità dei venti

I venti predominanti provengono prevalentemente dal quadrante settentrionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da NE, N e NE dal quadrante orientale, con una maggiore frequenza da ENE, e dal quadrante meridionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da SW e SSW. L'intensità media dei venti è 2.35 m/s. I venti più sostenuti, oltre i 5.0 m/s, sono prevalentemente provenienti da N, SSW e SW, mentre le classi instabili, molto più frequenti, si trovano associate ai venti deboli provenienti dai quadranti settentrionale, occidentale, meridionale ed orientale. L'incidenza delle calme è del 4.27%.

Dalla distribuzione oraria delle frequenze delle velocità dei venti si può notare come la classe di vento che ha soffiato più a lungo è quella che va da 3.0 a 5.0 m/s.

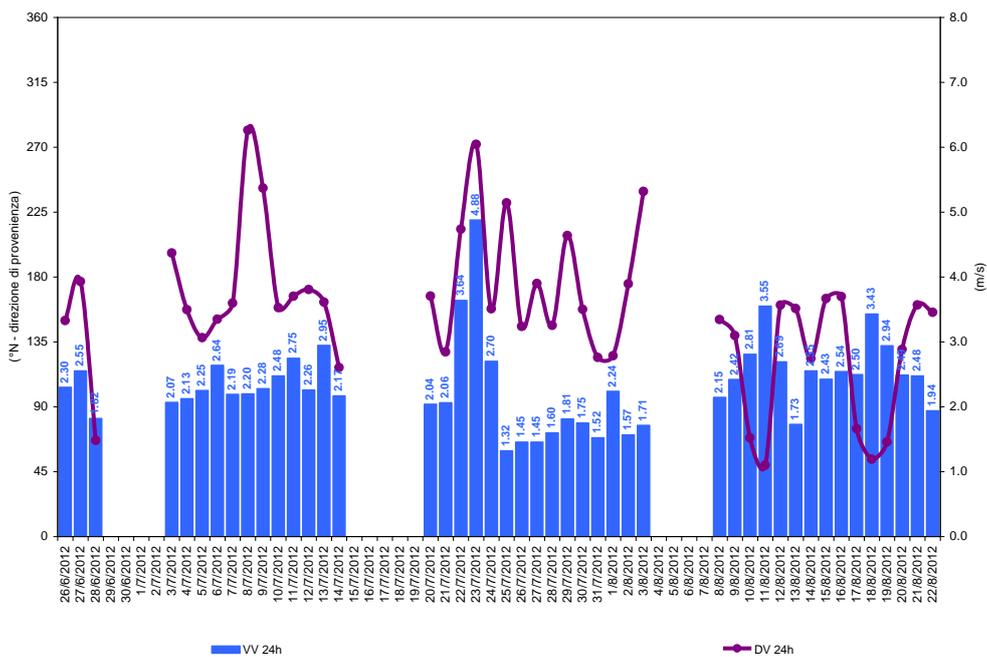
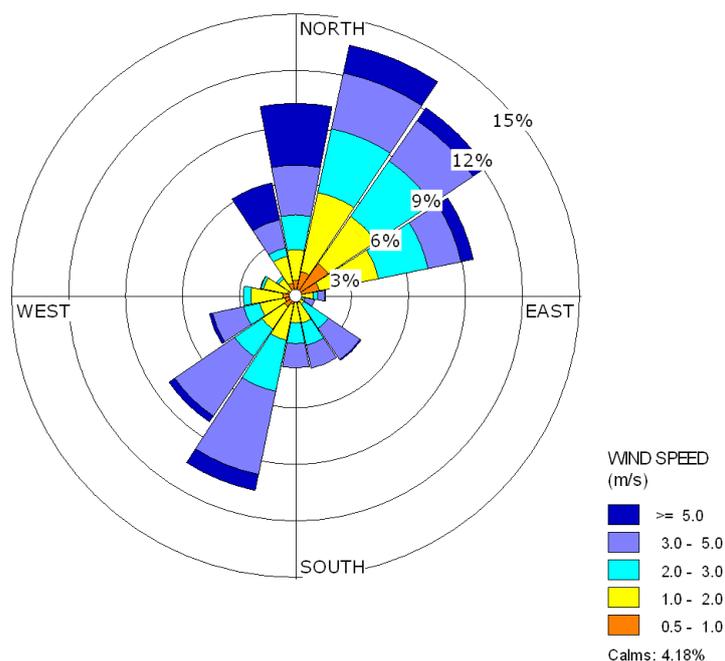
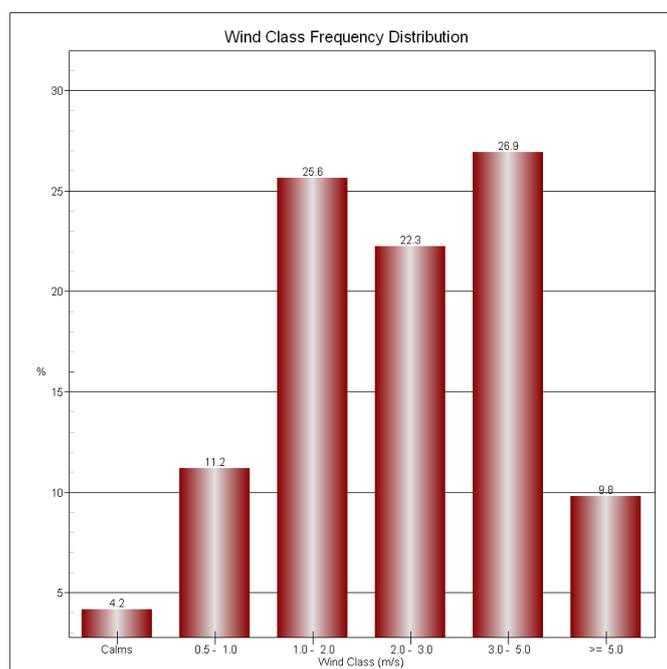


Figura 5.5.3.3: medie giornaliere delle velocità e delle direzioni dei venti (blowing from)

### 5.5.4 Dati cumulativi delle Campagne del 2° anno di monitoraggio



**Figura 5.5.4.1:** rosa delle direzioni e delle intensità dei venti (blowing from)



**Figura 5.5.4.2:** istogramma delle distribuzioni delle medie orarie delle velocità dei venti

I venti predominanti provengono prevalentemente dal quadrante settentrionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da NNE, NE, N e NNW dal quadrante orientale, con una maggiore frequenza da ENE, e dal quadrante meridionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da SSW e SW. L'intensità media dei venti è 2.63 m/s. I venti più sostenuti, oltre i 5.0 m/s, sono prevalentemente provenienti da N, NNW, NNE, NE SSW, ENE e SW, mentre le classi instabili, molto più frequenti, si trovano associate ai venti deboli provenienti dai quadranti settentrionale, occidentale, meridionale ed orientale. L'incidenza delle calme è del 4.18%.

Dalla distribuzione oraria delle frequenze delle velocità dei venti si può notare come la classe di vento che ha soffiato più a lungo è quella che va da 3.0 a 5.0 m/s.

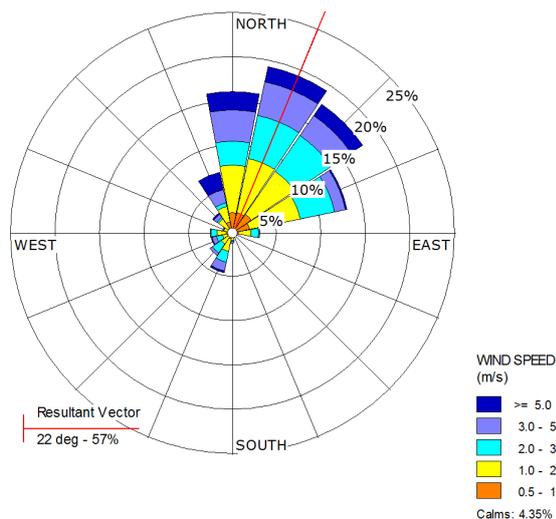


Figura 5.5.4.3: rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti – dalle 00:00 alle 09:00

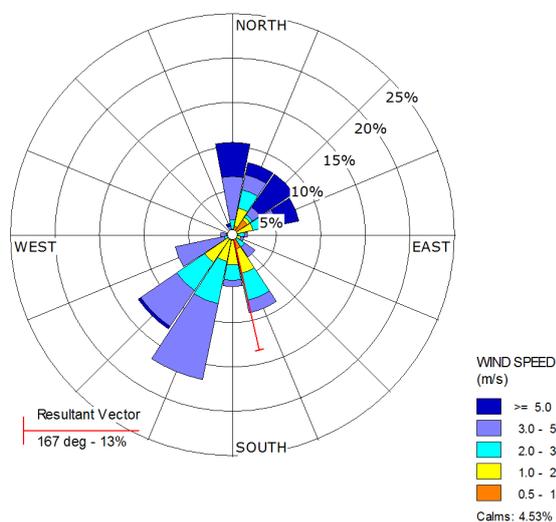


Figura 5.5.4.4: rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti – dalle 10:00 alle 11:00

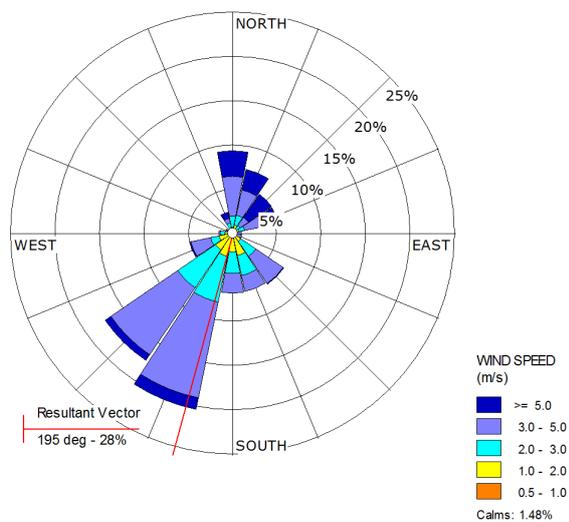
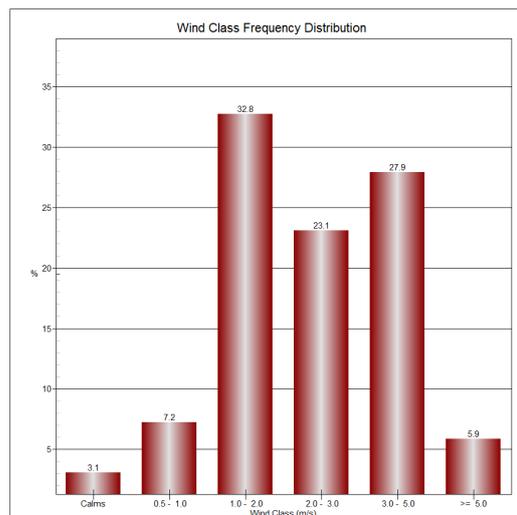
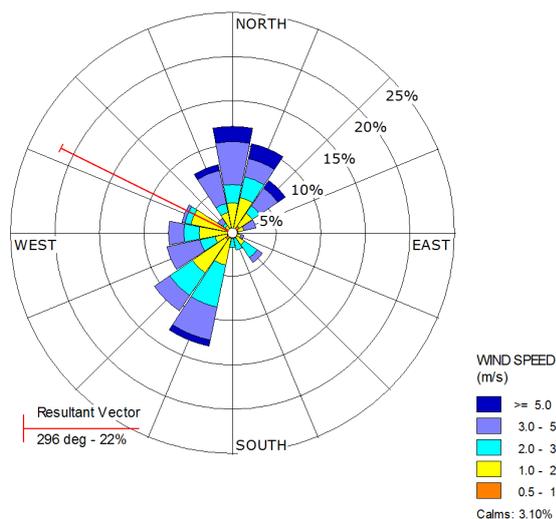
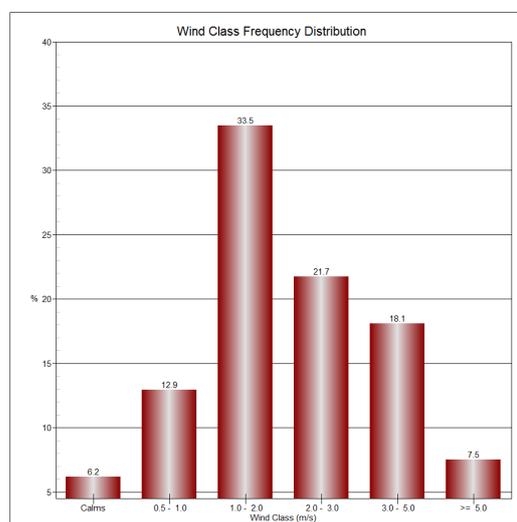
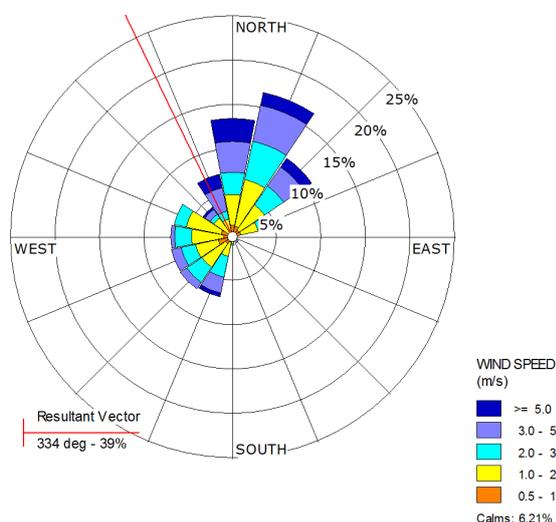


Figura 5.5.4.5: rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti – dalle 12:00 alle 18:00



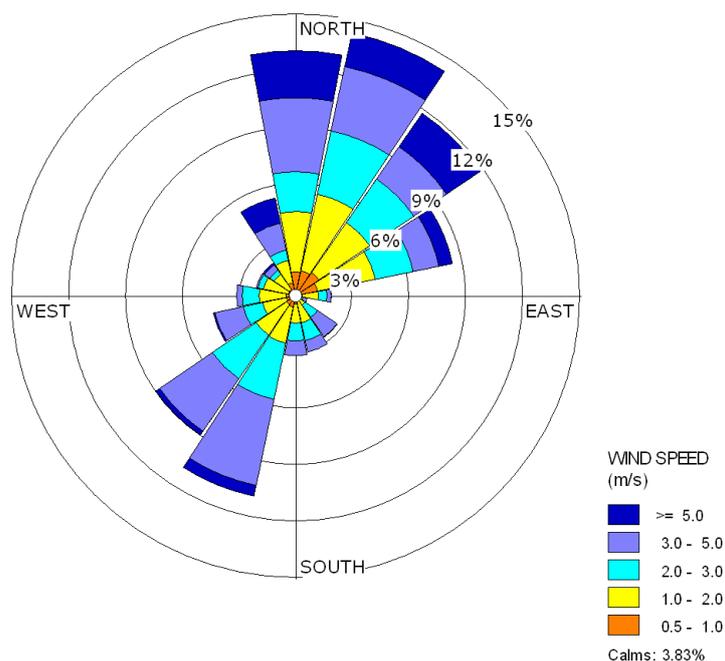
**Figura 5.5.4.6:** rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti - alle 19:00



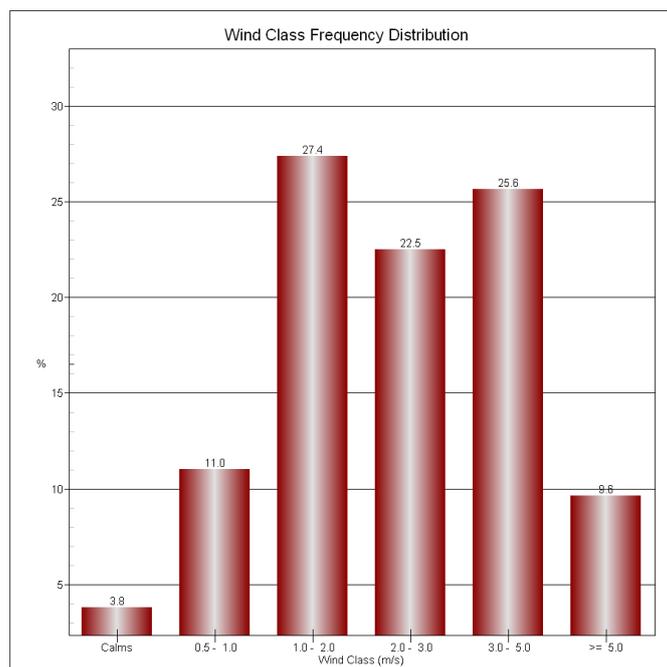
**Figura 5.5.4.7:** rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti - dalle 20:00 alle 23:00

Durante le ore notturne e nel primo mattino, il vento proviene prevalentemente dal quadrante settentrionale con una maggiore frequenza da NNE; prevalgono le classi di vento con intensità < di 3.0 m/s. Nelle ore centrali della giornata, la direzione del vento compie una rotazione di circa 180° in senso orario ed il vento spira prevalentemente da SSW; prevale la classe di vento con intensità che va da 3.0 a 5.0 m/s.

### 5.5.5 Dati cumulativi delle Campagne del 1 e del 2° anno di monitoraggio



**Figura 5.5.5.1:** rosa delle direzioni e delle intensità dei venti (blowing from)



**Figura 5.5.5.2:** istogramma delle distribuzioni delle medie orarie delle velocità dei venti

I venti predominanti provengono prevalentemente dal quadrante settentrionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da NNE, N e NE, dal quadrante orientale, con una maggiore frequenza da ENE e NNW, e dal quadrante meridionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da SW e SSW. L'intensità media del vento è 2.60 m/s. I venti più sostenuti, oltre i 5.0 m/s, sono prevalentemente provenienti da N, NNE, NNW, NNE e SSW, mentre le classi instabili, molto più frequenti, si trovano associate ai venti deboli provenienti dai quattro quadranti. L'incidenza delle calme è del 3.83%.

Dalla distribuzione oraria delle frequenze della velocità del vento si può notare come la classe di vento che ha soffiato più a lungo è quella che va da 1.0 a 2.0 m/s.

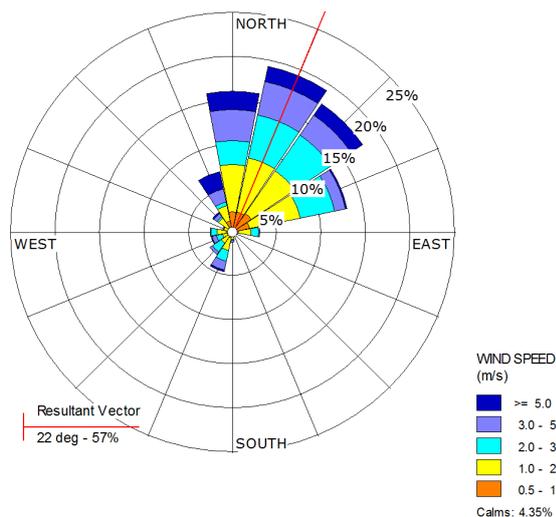


Figura 5.5.5.3: rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti – dalle 00:00 alle 09:00

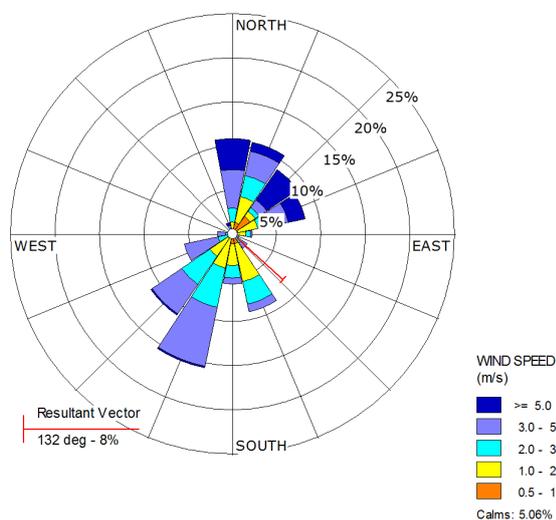


Figura 5.5.5.4: rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti – dalle 10:00 alle 11:00

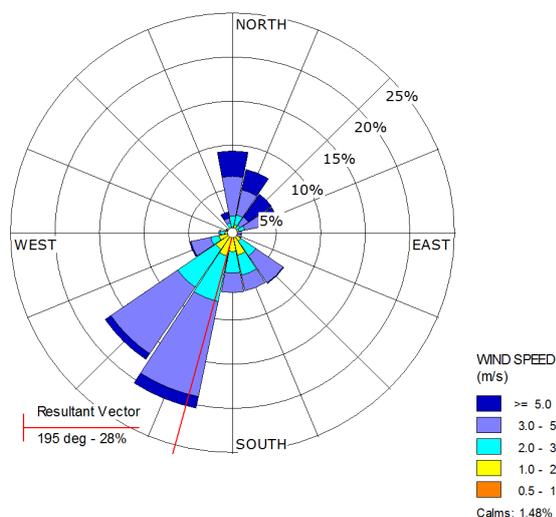
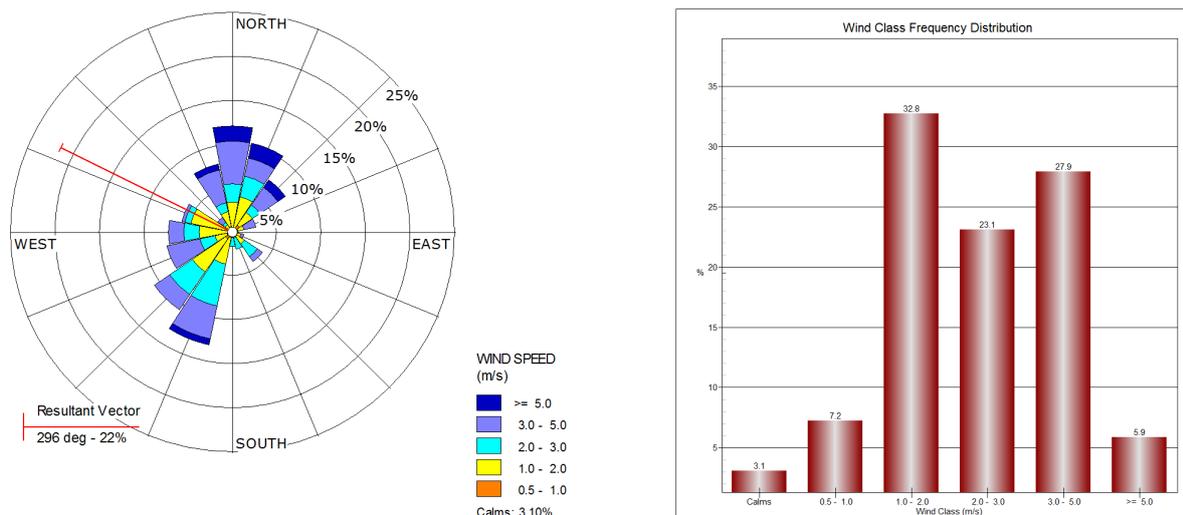
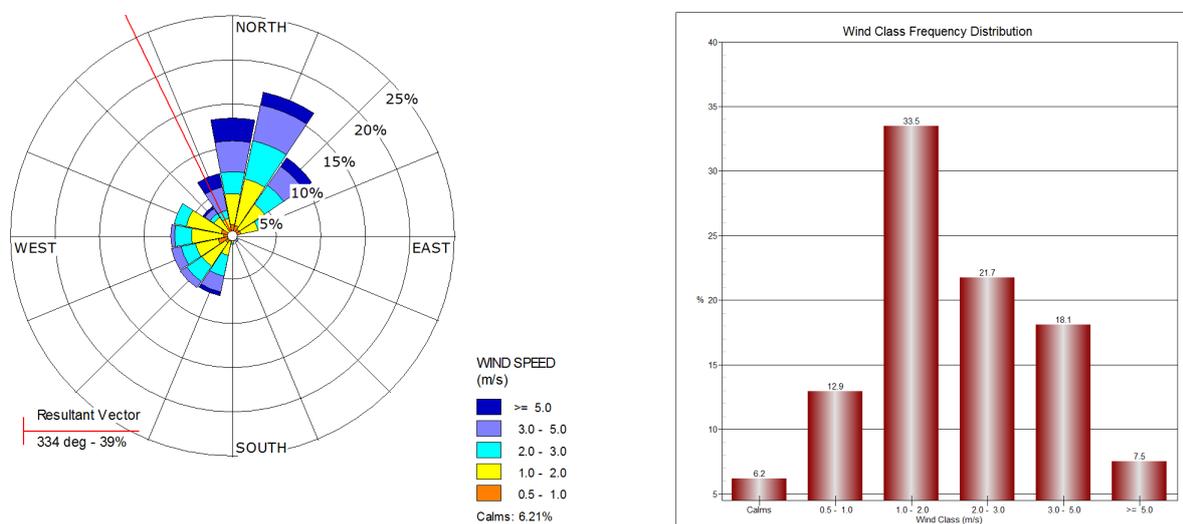


Figura 5.5.5.5: rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti – dalle 12:00 alle 18:00



**Figura 5.5.5.6:** rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti – alle 19:00



**Figura 5.5.5.7:** rosa e istogramma delle distribuzioni delle direzioni e delle intensità dei venti – dalle 20:00 alle 23:00

Durante le ore notturne e nel primo mattino, il vento proviene prevalentemente dal quadrante settentrionale con una maggiore frequenza da NNE; prevalgono le classi di vento con intensità < di 3.0 m/s. Nelle ore centrali della giornata, la direzione del vento compie una rotazione di circa 180° in senso orario ed il vento spira prevalentemente da SSW; prevale la classe di vento con intensità che va da 3.0 a 5.0 m/s.

## 5.6 Valutazione del trend delle intensità delle precipitazioni

### 5.6.1 Campagna AUTUNNO 2011 (3 novembre ÷ 28 dicembre 2011)

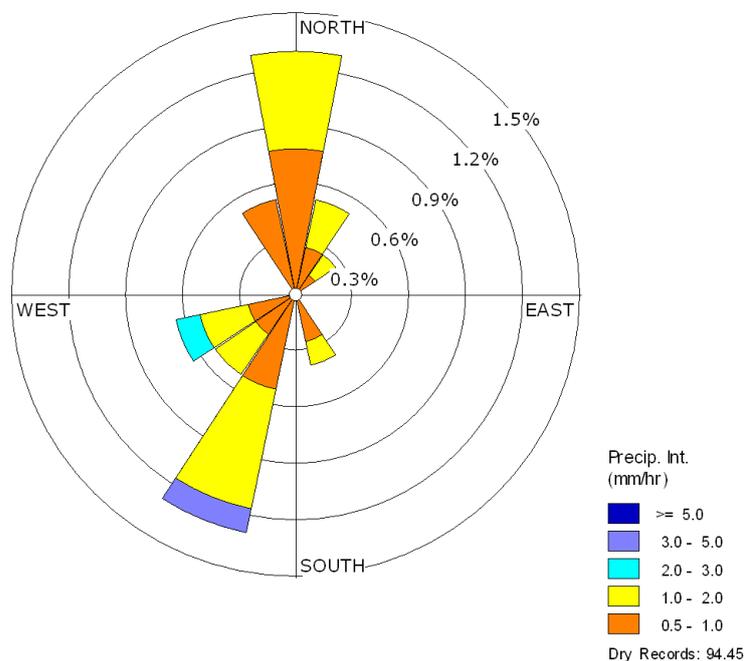


Figura 5.6.1.1: rosa delle intensità delle precipitazioni

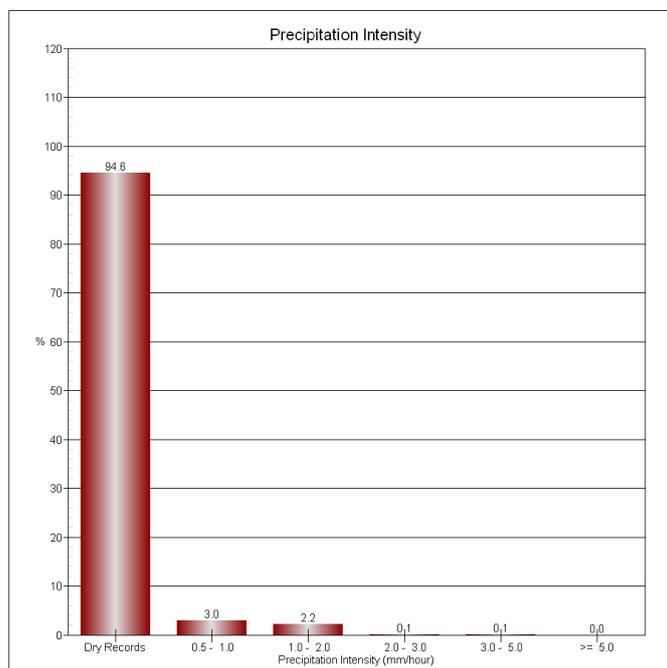


Figura 5.6.1.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie delle intensità delle precipitazioni

Le direzioni del vento prevalenti in concomitanza di precipitazioni piovose provengono per la maggior parte dai quadranti settentrionali e meridionali. L'intensità media delle precipitazioni è 0.05 mm/h. L'incidenza delle ore secche è del 94.45%.

Dalla distribuzione oraria della intensità delle precipitazioni si può notare come la classe di piovosità più ricorrente è quella che va da 0.5 a 1.0 mm/h.

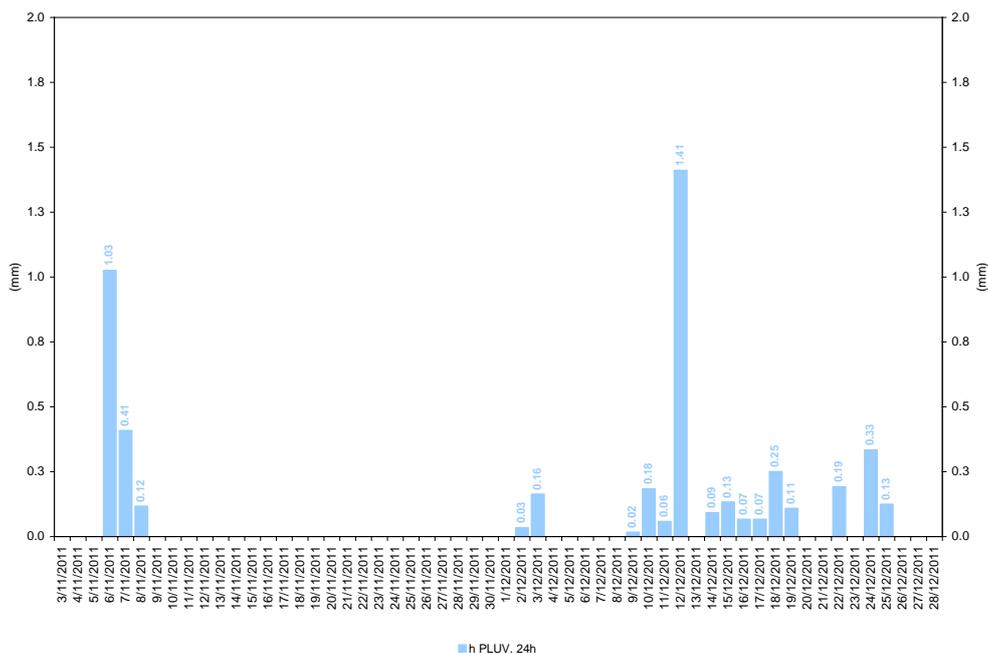


Figura 5.6.1.3: distribuzione delle medie giornaliere delle intensità delle precipitazioni

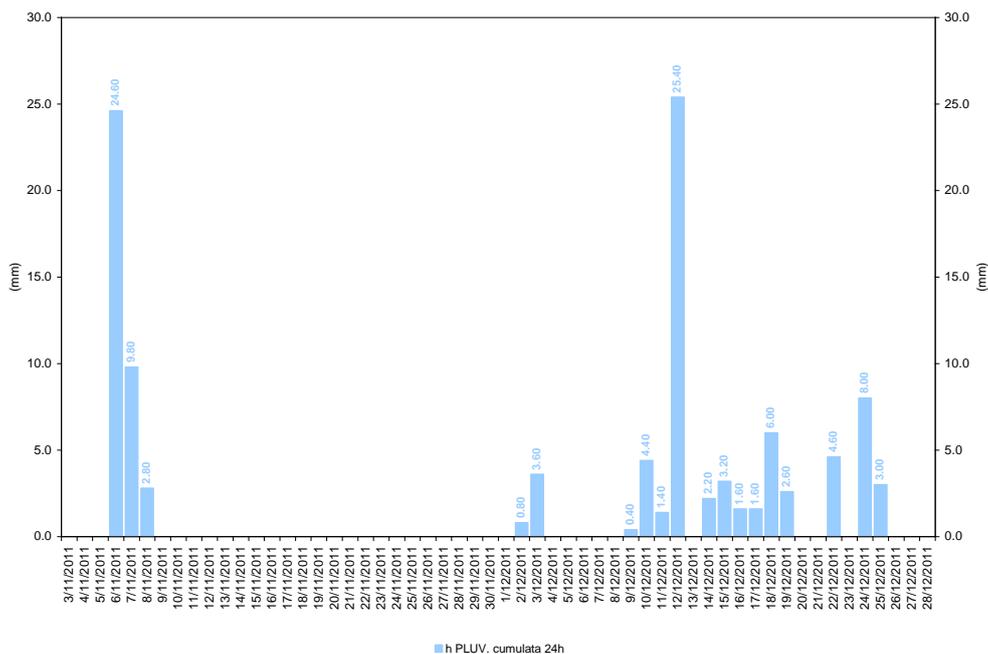


Figura 5.6.1.4: distribuzione giornaliera delle intensità cumulate delle precipitazioni

5.6.2 Campagna INVERNO 2012 (24 febbraio ÷ 12 aprile 2012)

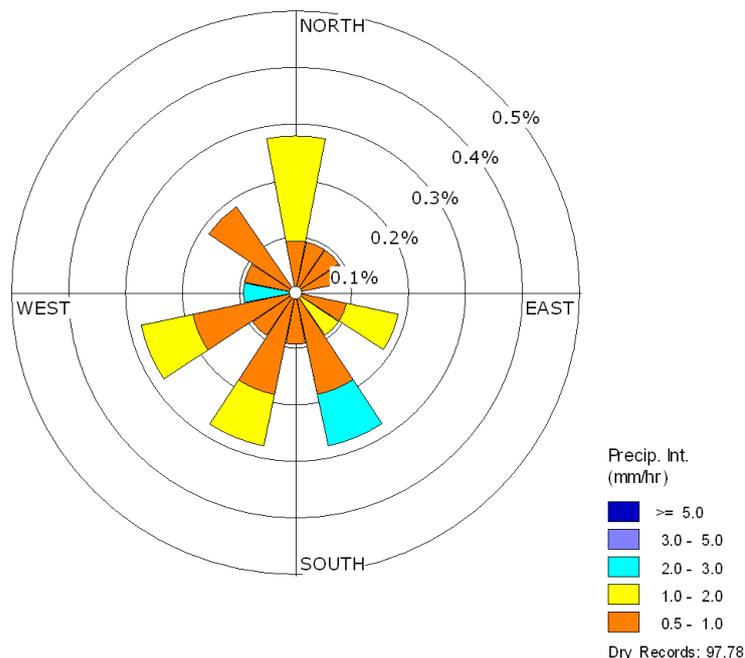


Figura 5.6.2.1: rosa delle intensità delle precipitazioni

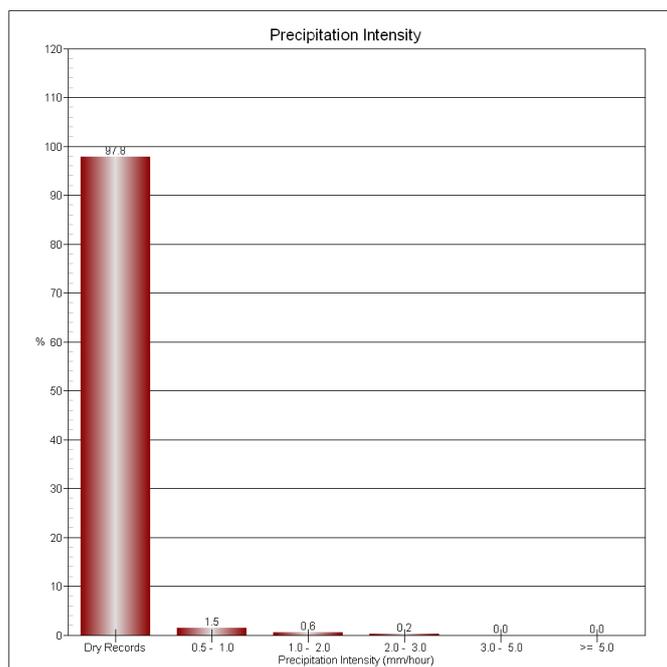


Figura 5.6.2.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie delle intensità delle precipitazioni

Le direzioni del vento prevalenti in concomitanza di precipitazioni piovose provengono per la maggior parte dai quadranti settentrionali, meridionali ed occidentali. L'intensità media delle precipitazioni è 0.02 mm/h. L'incidenza delle ore secche è del 97.78%.

Dalla distribuzione oraria della intensità delle precipitazioni si può notare come la classe di piovosità più ricorrente è quella che va da 0.5 a 1.0 mm/h.

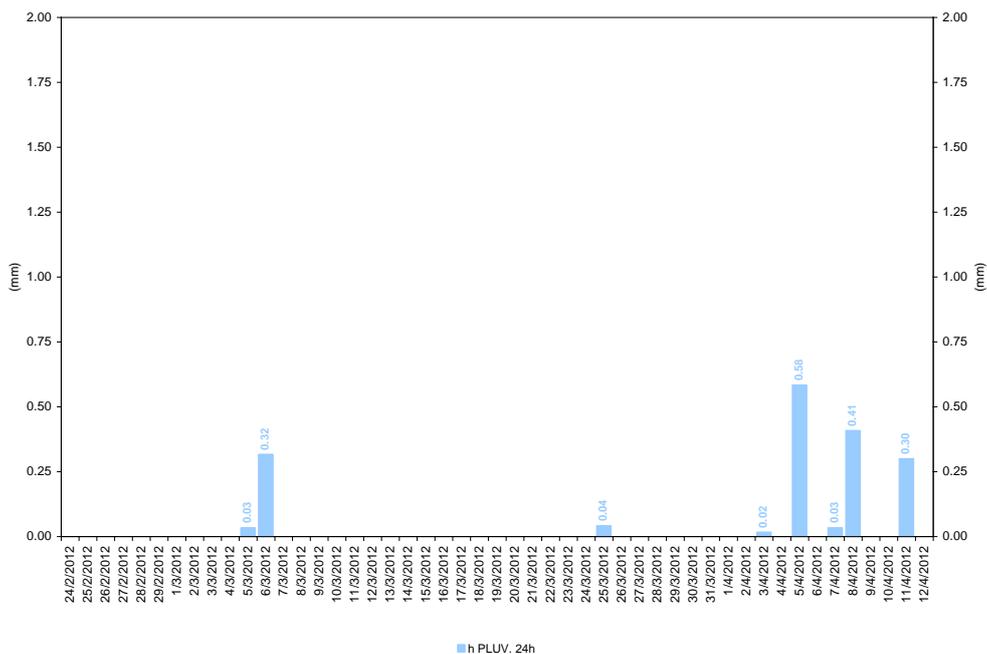


Figura 5.6.2.3: distribuzione delle medie giornaliere delle intensità delle precipitazioni

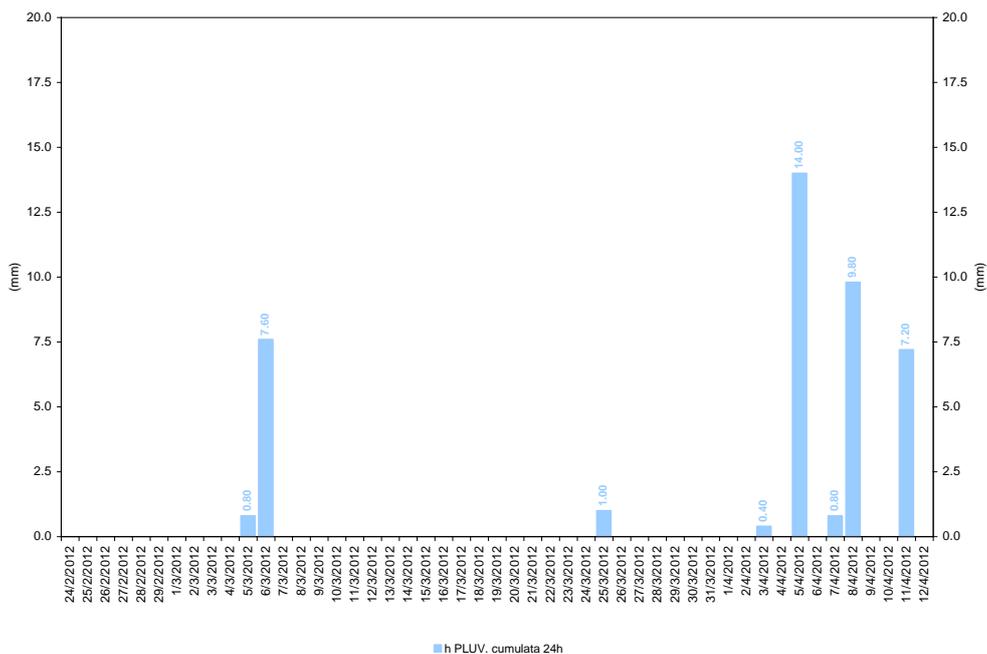


Figura 5.6.2.4: distribuzione giornaliera delle intensità cumulate delle precipitazioni



5.6.3 Campagna ESTATE 2012 (26 giugno ÷ 22 agosto 2012)

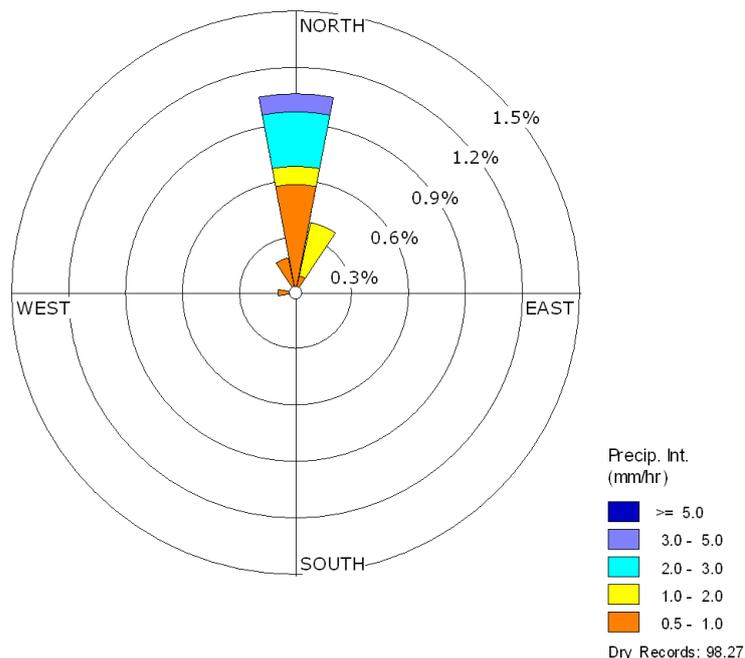


Figura 5.6.3.1: rosa delle intensità delle precipitazioni

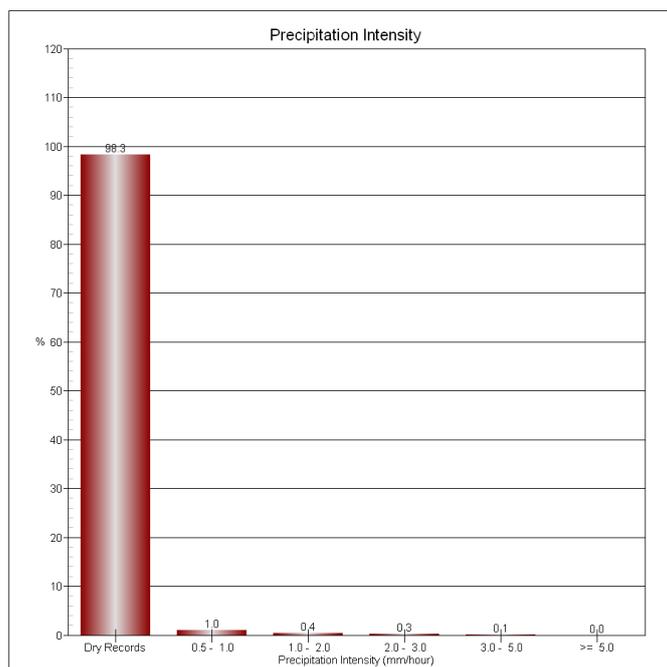


Figura 5.6.3.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie delle intensità delle precipitazioni

Le direzioni del vento prevalenti in concomitanza di precipitazioni piovose provengono per la maggior parte dai quadranti settentrionali. L'intensità media delle precipitazioni è 0.02 mm/h. L'incidenza delle ore secche è del 98.27%.

Dalla distribuzione oraria della intensità delle precipitazioni si può notare come la classe di piovosità più ricorrente è quella che va da 0.5 a 1.0 mm/h.

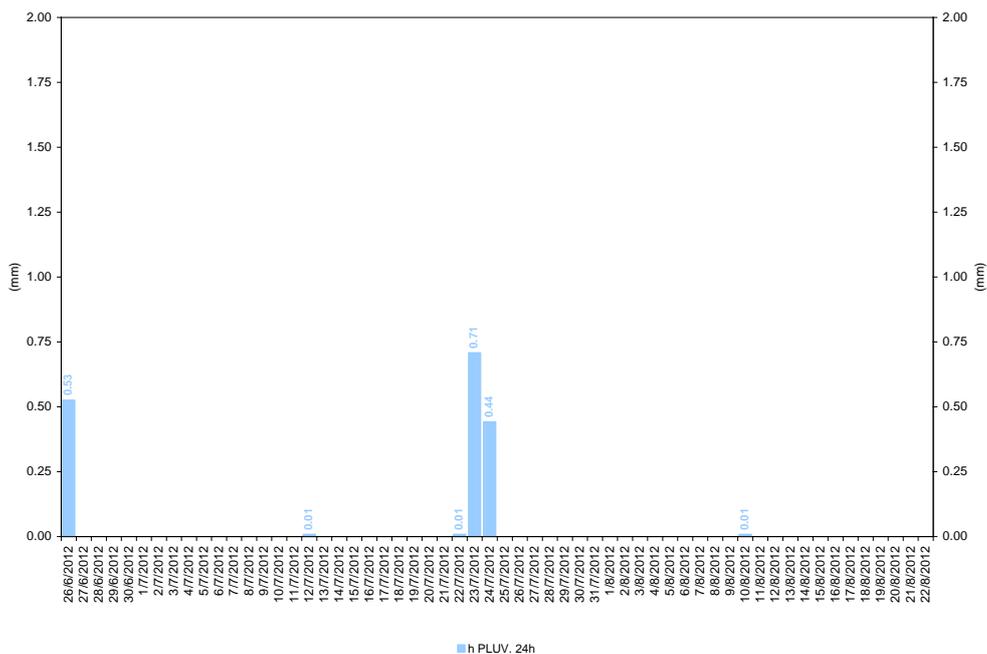


Figura 5.6.3.3: distribuzione delle medie giornaliere delle intensità delle precipitazioni

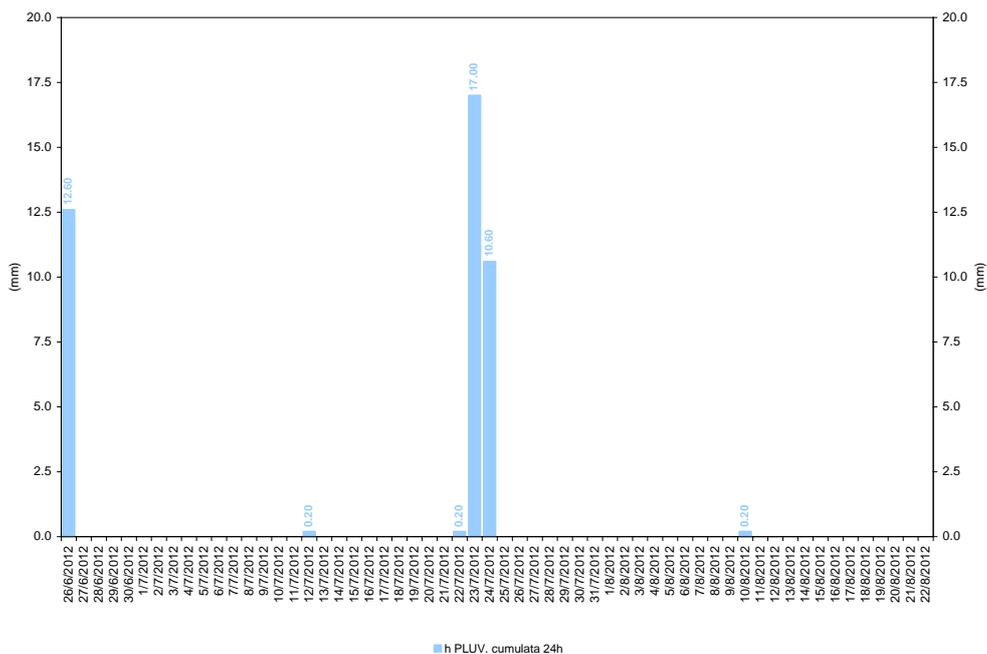
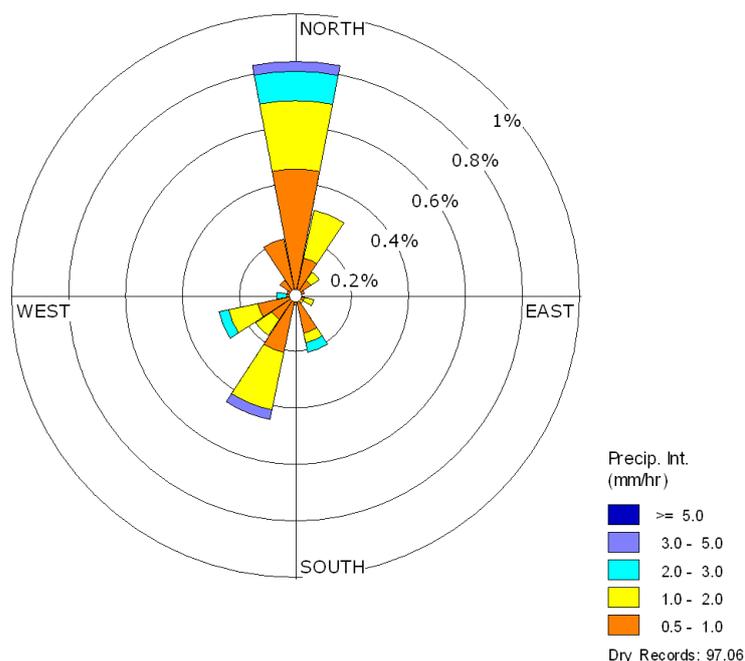


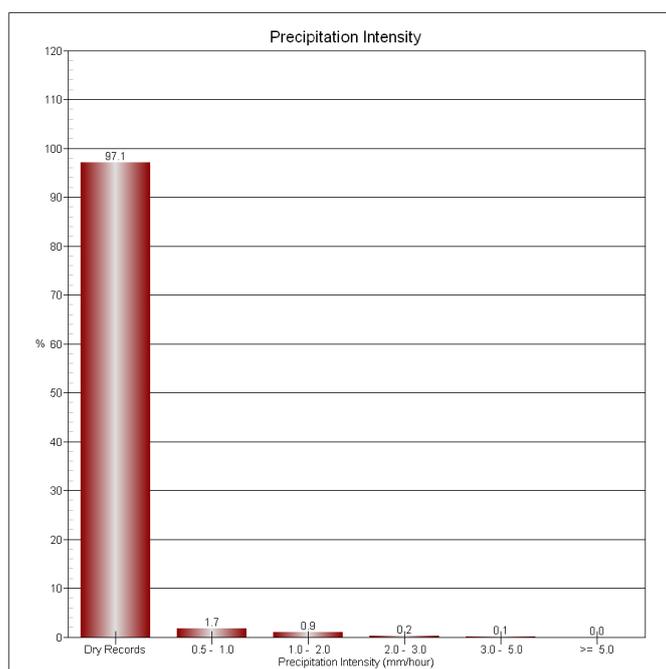
Figura 5.6.3.4: distribuzione giornaliera delle intensità cumulate delle precipitazioni



### 5.6.4 Dati cumulativi delle Campagne del 2° anno di monitoraggio



**Figura 5.6.4.1:** rosa delle intensità delle precipitazioni



**Figura 5.6.4.2:** istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della intensità delle precipitazioni

Le direzioni del vento prevalenti in concomitanza di precipitazioni piovose provengono per la maggior parte dai quadranti settentrionali e meridionali. L'intensità media delle precipitazioni è 0.03 mm/h. L'incidenza delle ore secche è del 97.06%.

Dalla distribuzione oraria della intensità delle precipitazioni si può notare come la classe di piovosità più ricorrente è quella che va da 0.5 a 1.0 mm/h.



5.6.5 Dati cumulativi delle Campagne del 1° e del 2° anno di monitoraggio

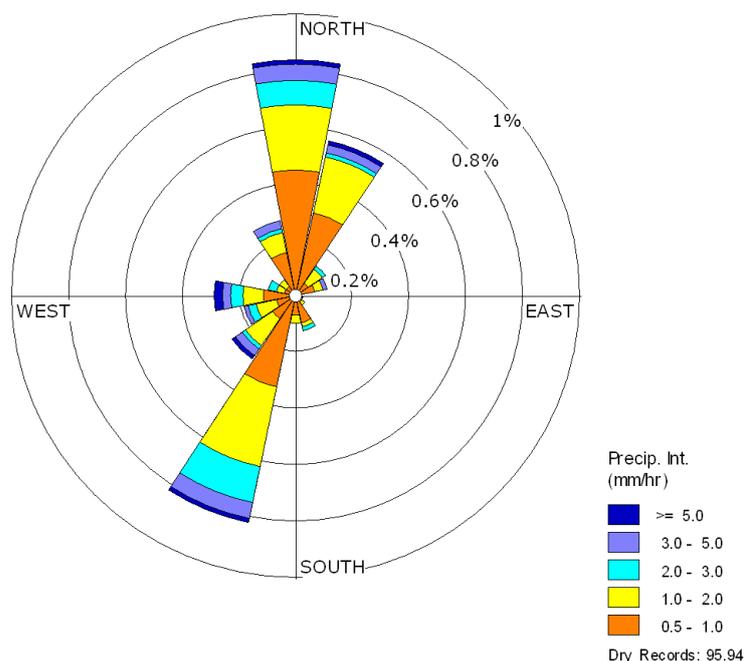


Figura 5.6.5.1: rosa delle intensità delle precipitazioni

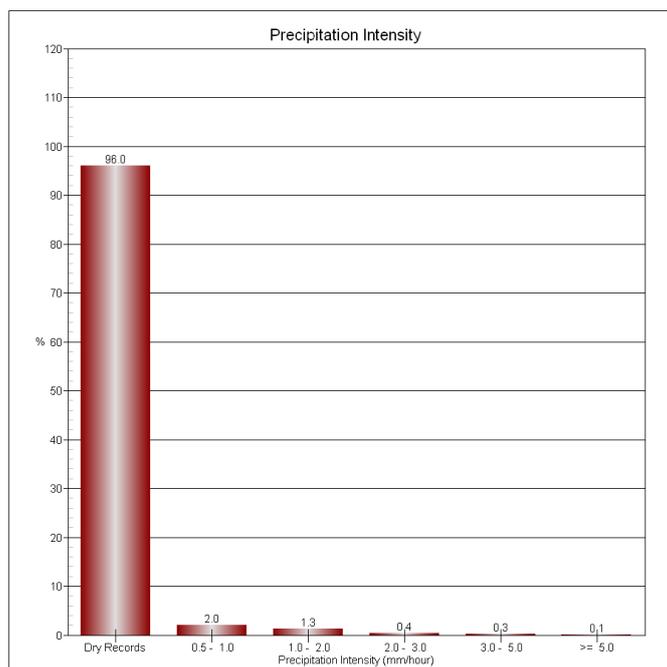


Figura 5.6.5.2: istogramma delle distribuzioni delle medie orarie della intensità delle precipitazioni

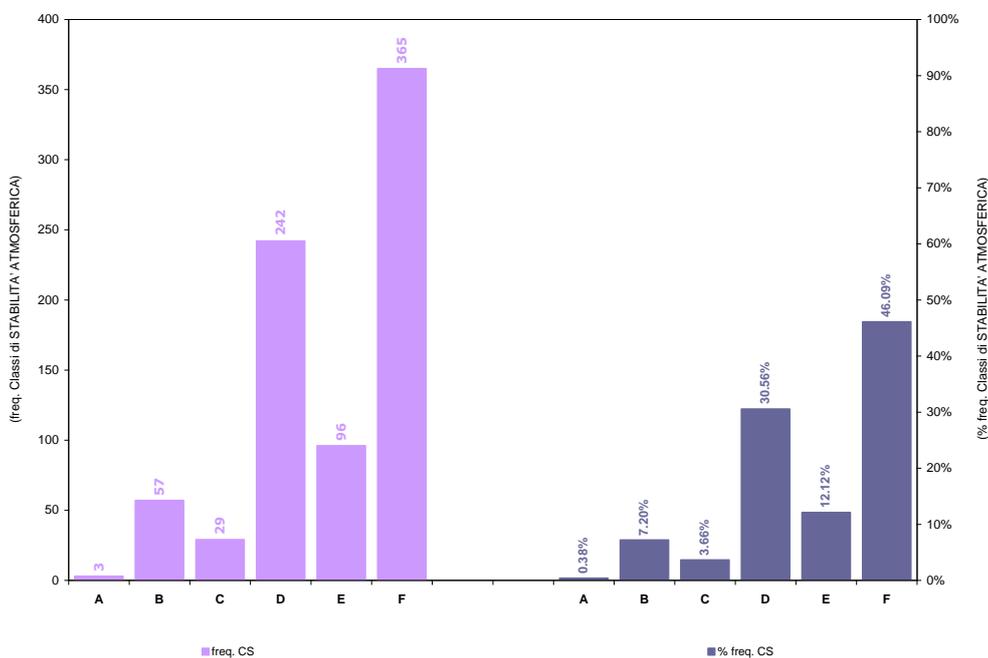
Le direzioni del vento prevalenti in concomitanza di precipitazioni piovose provengono per la maggior parte dai quadranti settentrionali e meridionali. L'intensità media delle precipitazioni è 0.05 mm/h. L'incidenza delle ore secche è del 95.94%.

Dalla distribuzione oraria della intensità delle precipitazioni si può notare come la classe di piovosità più ricorrente è quella che va da 0.5 a 1.0 mm/h.



## 5.7 Valutazione delle condizioni di stabilità atmosferica

### 5.7.1 Campagna AUTUNNO 2011 (3 novembre ÷ 28 dicembre 2011)



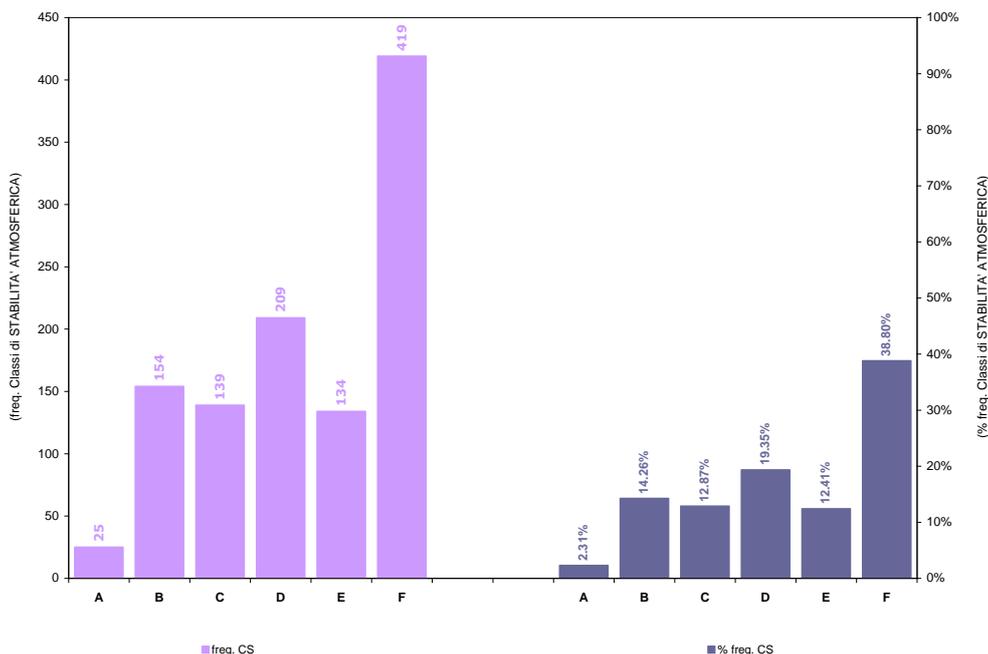
**Figura 5.7.1.1:** frequenza e frequenza percentuale delle condizioni di stabilità atmosferica

Le condizione più frequenti sono quelle di:

- neutralità, associata a situazioni stabili o convettive prossime all'adiabaticità, rappresentative di situazioni diurne o notturne con cielo coperto e vento;
- stabilità, associata ad assenza di turbolenza termodinamica con cielo sereno ed intensità della velocità del vento bassa, relative a situazioni esclusivamente notturne.



### 5.7.2 Campagna INVERNO 2012 (24 febbraio ÷ 12 aprile 2012)



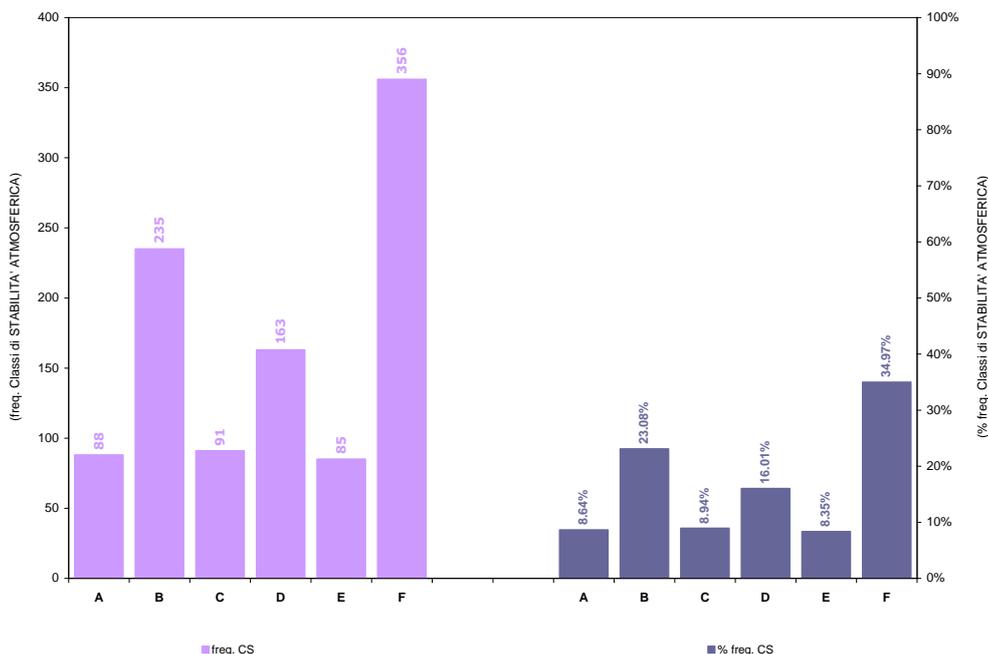
**Figura 5.7.2.1:** frequenza e frequenza percentuale delle condizioni di stabilità atmosferica

Le condizioni più frequenti sono quelle di:

- instabilità convettiva con intensità della radiazione solare mediamente moderata o leggera ed intensità della velocità del vento media o elevata;
- neutralità, associata a situazioni stabili o convettive prossime all'adiabaticità, rappresentative di situazioni diurne o notturne con cielo coperto e vento;
- stabilità, associata ad assenza di turbolenza termodinamica con cielo coperto ed intensità della velocità del vento bassa, relative a situazioni esclusivamente notturne;
- stabilità, associata ad assenza di turbolenza termodinamica con cielo sereno ed intensità della velocità del vento bassa, relative a situazioni esclusivamente notturne.



### 5.7.3 Campagna ESTATE 2012 (26 giugno ÷ 22 agosto 2012)



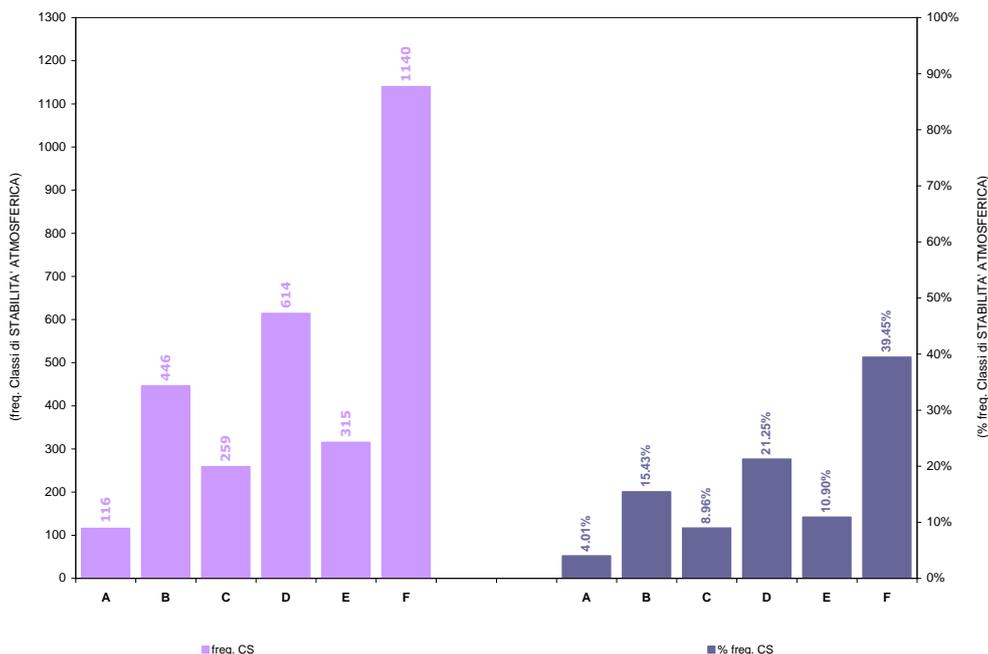
**Figura 5.7.3.1:** frequenza e frequenza percentuale delle condizioni di stabilità atmosferica

Le condizione più frequenti sono quelle di:

- instabilità convettiva con intensità della radiazione solare mediamente moderata ed intensità della velocità del vento media;
- neutralità, associata a situazioni stabili o convettive prossime all'adiabaticità, rappresentative di situazioni diurne o notturne con cielo coperto e vento;
- stabilità, associata ad assenza di turbolenza termodinamica con cielo sereno ed intensità della velocità del vento bassa, relative a situazioni esclusivamente notturne.



### 5.7.4 Dati cumulativi delle Campagne del 2° anno di monitoraggio



**Figura 5.7.4.1:** frequenza e frequenza percentuale delle condizioni di stabilità atmosferica

Le condizione più frequenti sono quelle di:

- instabilità convettiva con intensità della radiazione solare mediamente moderata ed intensità della velocità del vento media;
- neutralità, associata a situazioni stabili o convettive prossime all'adiabaticità, rappresentative di situazioni diurne o notturne con cielo coperto e vento;
- stabilità, associata ad assenza di turbolenza termodinamica con cielo sereno ed intensità della velocità del vento bassa, relative a situazioni esclusivamente notturne.



## 5.8 Trend dell'altezza di rimescolamento

### 5.8.1 Campagna AUTUNNO 2011 (3 novembre ÷ 28 dicembre 2011)

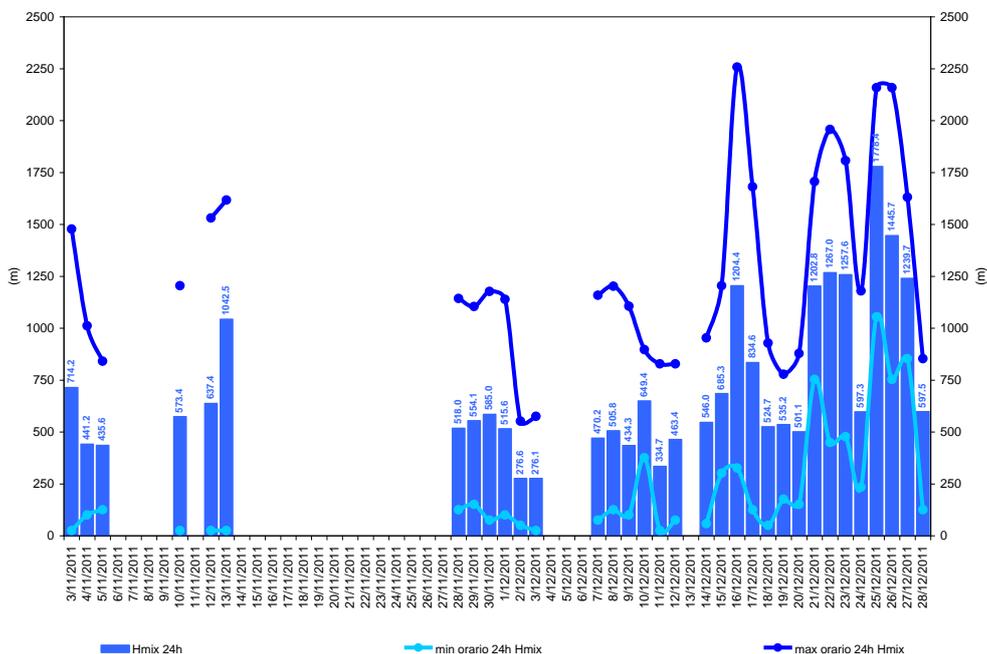
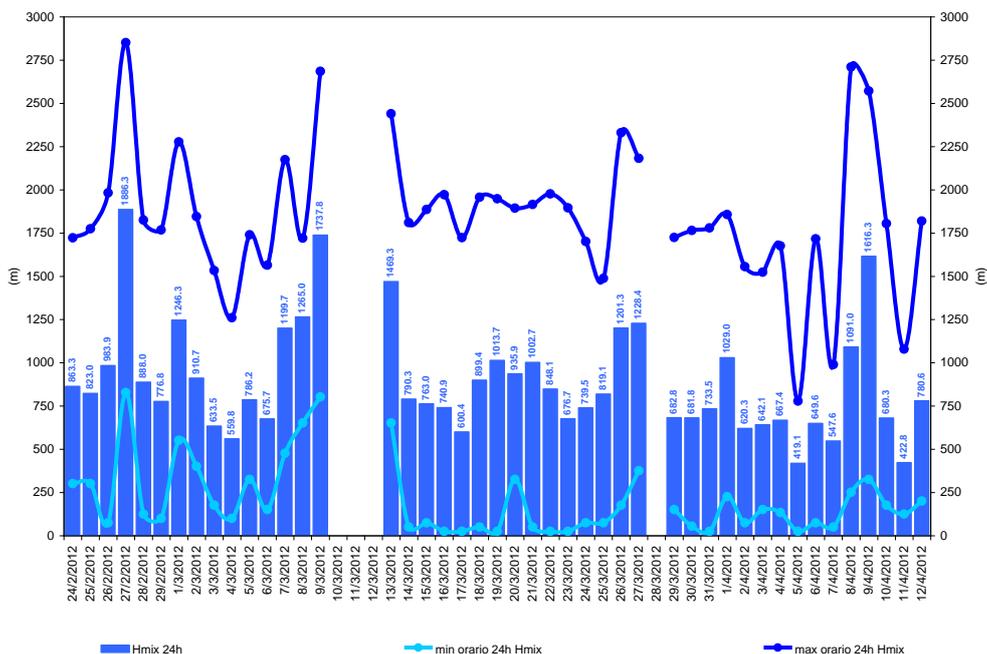


Figura 5.8.1.1: minimo e massimo orario e medie giornaliere dell'altezza di rimescolamento

In figura è riportato il trend giornaliero delle altezze di rimescolamento calcolate con il processore ARPA\_PBL, un programma dedicato alla ricostruzione dei parametri che caratterizzano la turbolenza del Planetary Boundary Layer (strato limite planetario) a partire dalle misure meteorologiche ottenute dalla stazione meteorologiche del laboratorio mobile.

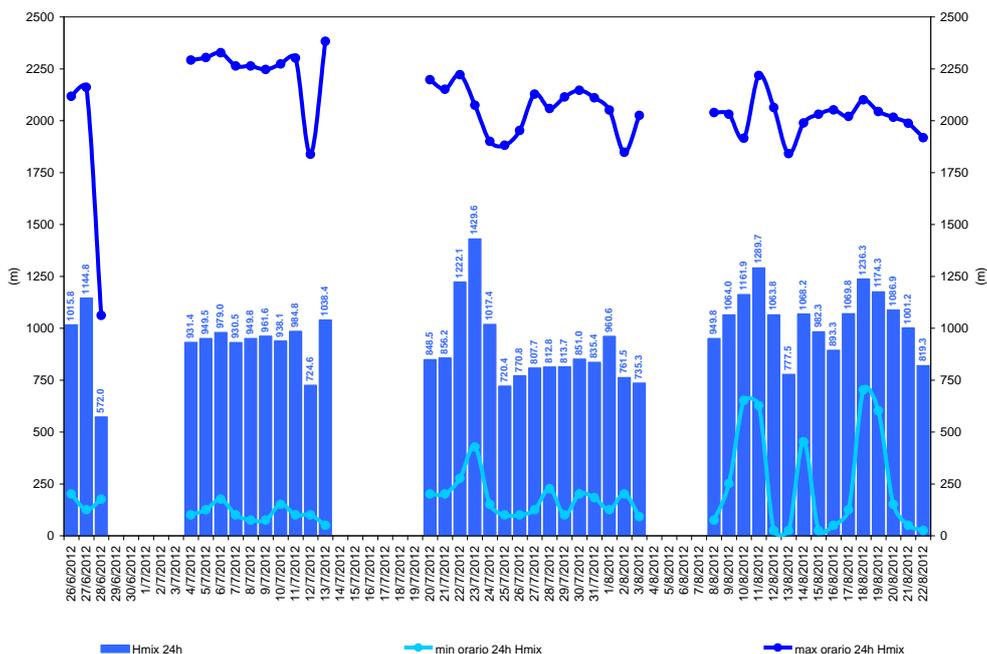
### 5.8.2 Campagna INVERNO 2012 (24 febbraio ÷ 12 aprile 2012)



**Figura 5.8.2.1:** minimo e massimo orario e medie giornaliere dell'altezza di rimescolamento

In figura è riportato il trend giornaliero delle altezze di rimescolamento calcolate con il processore ARPA\_PBL, un programma dedicato alla ricostruzione dei parametri che caratterizzano la turbolenza del Planetary Boundary Layer (strato limite planetario) a partire dalle misure meteorologiche ottenute dalla stazione meteorologiche del laboratorio mobile.

### 5.8.3 Campagna ESTATE 2012 (26 giugno ÷ 22 agosto 2012)



**Figura 5.8.3.1:** minimo e massimo orario e medie giornaliere dell'altezza di rimescolamento

In figura è riportato il trend giornaliero delle altezze di rimescolamento calcolate con il processore ARPA\_PBL, un programma dedicato alla ricostruzione dei parametri che caratterizzano la turbolenza del Planetary Boundary Layer (strato limite planetario) a partire dalle misure meteorologiche ottenute dalla stazione meteorologiche del laboratorio mobile.

## 6. Valutazione degli andamenti degli inquinanti durante il periodo di misura

### 6.1 Premessa

La normativa in materia di qualità dell'aria pone due tipologie di limiti da rispettare: uno a breve termine (media oraria, media massima giornaliera calcolata su 8 ore, media giornaliera) ed uno a lungo termine (media annuale). Tenendo presente questo aspetto è stata effettuata la valutazione dei dati riportati nei paragrafi successivi.

Le valutazioni riportate in merito al rispetto dei limiti a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Le valutazioni riportate in merito ai principale inquinanti primari<sup>1</sup> hanno un carattere locale e quindi sono da riferirsi solo al sito di monitoraggio; per gli inquinanti secondari<sup>2</sup> e per quelli a larga diffusione, quali le polveri sottili, i risultati possono considerarsi un buon indicatore della qualità dell'aria di una ampia porzione di territorio.

L'evoluzione temporale dei diversi inquinanti monitorati è rappresentata nelle figure di seguito riportate con l'utilizzo di grafici relativi a:

- 1) concentrazioni medie orarie e/o massimo giornaliero delle medie orarie: evoluzione oraria dell'inquinante nel periodo di misura;
- 2) concentrazioni medie 8h: ogni valore è ottenuto come media tra l'ora i-esima e le 7 ore precedenti;
- 3) concentrazioni medie giornaliere: evoluzione giornaliera dell'inquinante ottenuta mediando i valori delle concentrazioni dalle ore 0:00 alle ore 24:00 dello stesso giorno;

Si fa inoltre presente che l'ora a cui sono associati i dati si riferisce all'ora solare, e che le concentrazioni sono normalizzate a 20°C e 101.3 KPa.

### 6.2 Inquinanti monitorati

Come già accennato nel §3, i dati sono stati acquisiti da analizzatori che rilevano informazioni circa:

- 1) biossido di zolfo SO<sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ];
- 2) biossido di azoto NO<sub>2</sub> [ $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ];
- 3) monossido di carbonio CO [ $\text{mg}/\text{Nm}^3$ ];
- 4) benzene C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> [ $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ];
- 5) particolato con diametro < 10  $\mu\text{m}$  PM<sub>10</sub> [ $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ];
- 6) particolato con diametro < 2.5  $\mu\text{m}$  PM<sub>2.5</sub> [ $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ].

<sup>1</sup> Gli inquinanti primari sono quelle sostanze presenti nelle emissioni e che intervengono direttamente sulla salute umana. Essi sono: monossido di carbonio, monossido di azoto, idrocarburi, biossido di zolfo, particolato.

<sup>2</sup> Gli inquinanti secondari sono le sostanze frutto di reazioni tra inquinanti primari o tra inquinanti primari e i componenti naturali dell'atmosfera.

### 6.3 Valutazione dei dati della campagna AUTUNNO 2011 (3 novembre ÷ 28 dicembre 2011)

#### 6.3.1 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore limite	
						orario di µg/Nm <sup>3</sup>	di 350 giornaliero di 125 µg/Nm <sup>3</sup>
A4	03.11.2011	20.11.2011	0.10	1.69	3.40	-	-
A1	28.11.2011	12.12.2011	2.20	3.93	7.20	-	-
A3	14.12.2011	28.12.2011	0.10	2.63	10.90	-	-

Tabella 6.3.1.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>

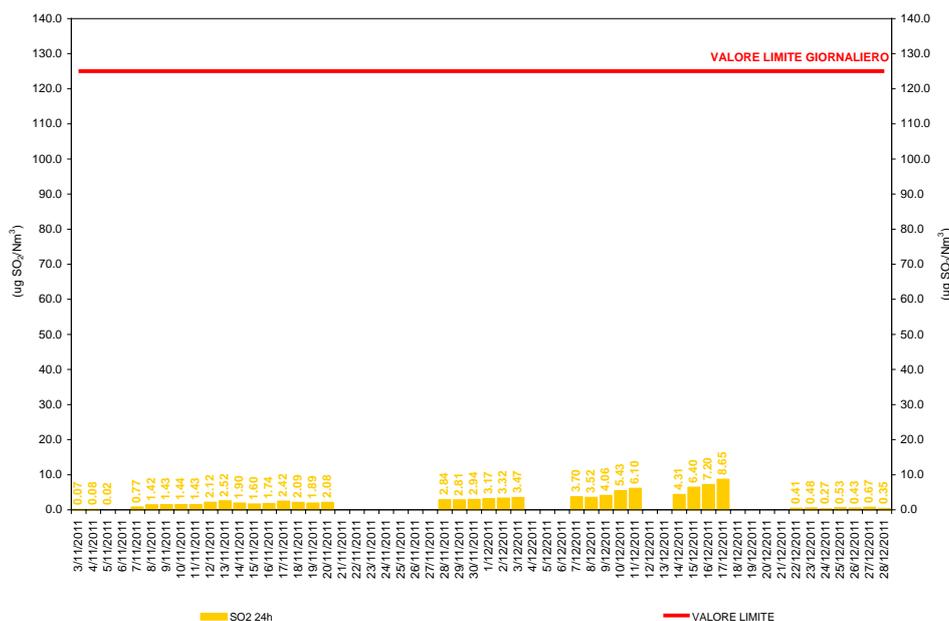


Figura 6.3.1.1: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>

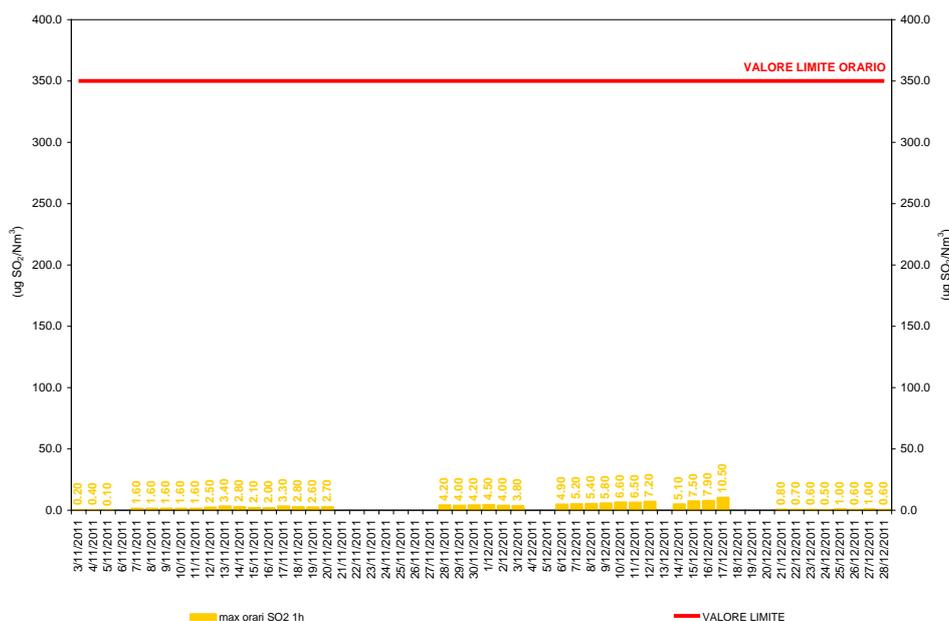


Figura 6.3.1.2: andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>

Le concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub> sono estremamente basse, ampiamente al di sotto del limite di legge. Nel confronto con i valori limite, le concentrazioni di SO<sub>2</sub> non hanno mai superato la soglia di allarme e né i valori limite per la protezione della salute umana, sia quello orario, sia quello sulle 24 ore. Infine, per l'SO<sub>2</sub> lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante la campagna AUTUNNO 2011 e descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è sempre "buono" per tutto il periodo di osservazione.

Agenti inquinanti	BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) media 24h	≤75	76÷125	>125
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) max media 1h	≤125	126÷350	>350

**Tabella 6.3.1.2:** indicatori della qualità dell'aria per l'SO<sub>2</sub>

Mese	Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato	domenica
novembre	A4	03.11.2011	20.11.2011	<del>01</del>	<del>02</del>	<del>03</del>	<del>04</del>	<del>05</del>	<del>06</del>	
				07	08	09	10	11	12	13
				14	15	16	17	18	19	20
				<del>21</del>	<del>22</del>	<del>23</del>	<del>24</del>	<del>25</del>	<del>26</del>	<del>27</del>
				28	29	30				
dicembre	A1	28.11.2011	12.12.2011	<del>01</del>	<del>02</del>	<del>03</del>	<del>04</del>			
				05	06	07	08	09	10	11
				12						
				<del>13</del>	<del>14</del>	<del>15</del>	<del>16</del>	<del>17</del>	<del>18</del>	
				19	20	21	22	23	24	25
dicembre	A3	14.12.2011	24.12.2011	<del>26</del>	<del>27</del>	<del>28</del>	<del>29</del>	<del>30</del>	<del>31</del>	

**Tabella 6.3.1.3:** indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per la media 24h di SO<sub>2</sub>

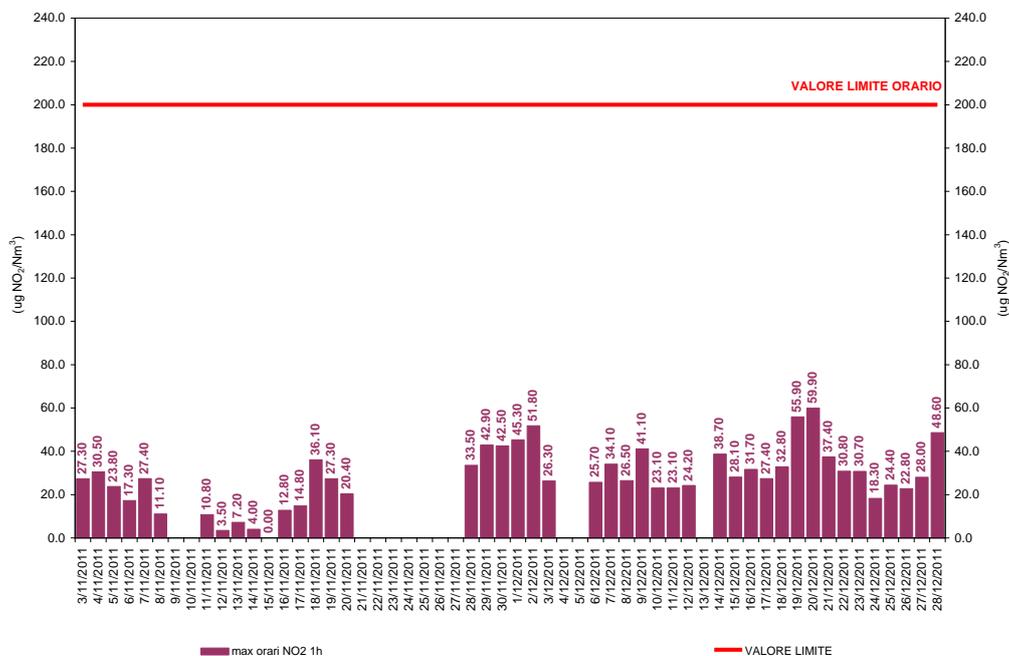
Mese	Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato	domenica
novembre	A4	03.11.2011	20.11.2011	<del>01</del>	<del>02</del>	<del>03</del>	<del>04</del>	<del>05</del>	<del>06</del>	
				07	08	09	10	11	12	13
				14	15	16	17	18	19	20
				<del>21</del>	<del>22</del>	<del>23</del>	<del>24</del>	<del>25</del>	<del>26</del>	<del>27</del>
				28	29	30				
dicembre	A1	28.11.2011	12.12.2011	<del>01</del>	<del>02</del>	<del>03</del>	<del>04</del>			
				05	06	07	08	09	10	11
				12						
				<del>13</del>	<del>14</del>	<del>15</del>	<del>16</del>	<del>17</del>	<del>18</del>	
				19	20	21	22	23	24	25
dicembre	A3	14.12.2011	24.12.2011	<del>26</del>	<del>27</del>	<del>28</del>	<del>29</del>	<del>30</del>	<del>31</del>	

**Tabella 6.3.1.4:** indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per il massimo giornaliero della media 1h dell'SO<sub>2</sub>

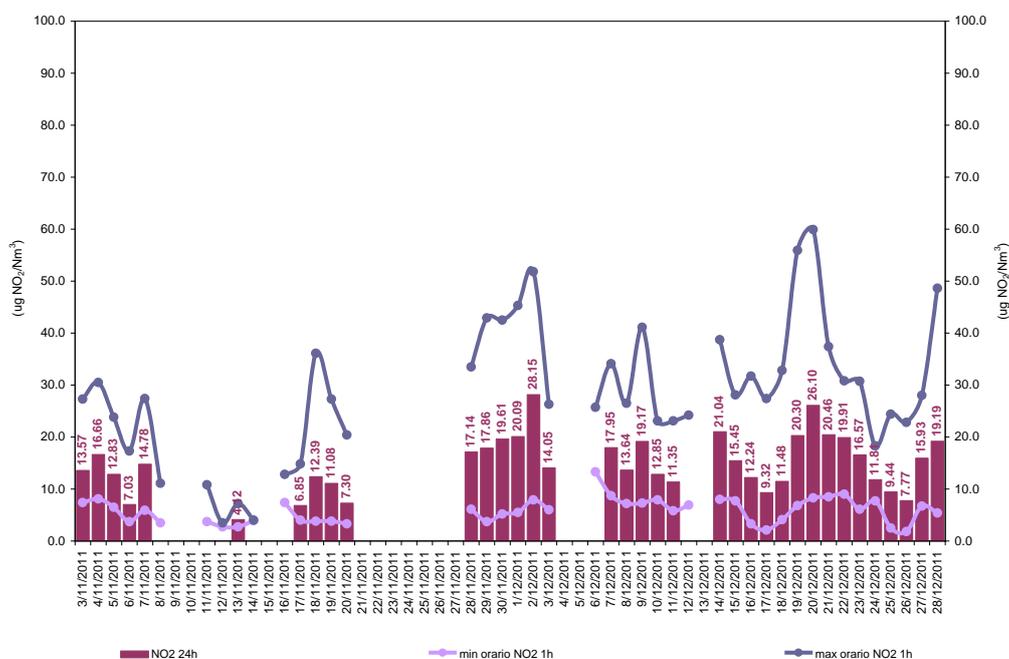
### 6.3.2 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore limite orario di 200 µg/Nm <sup>3</sup>
A4	03.11.2011	20.11.2011	2.70	10.23	36.10	-
A1	28.11.2011	12.12.2011	3.70	17.33	51.80	-
A3	14.12.2011	28.12.2011	1.80	15.81	59.90	-

**Tabella 6.3.2.1:** dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>



**Figura 6.3.2.1:** andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>



**Figura 6.3.2.2:** massimo e minimo giornaliero e media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>

Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>, le indagini effettuate mostrano assenza di episodi acuti per superamento della soglia di allarme (superamento per 3 ore consecutive del valore di 400 µg/Nm<sup>3</sup>);

inoltre, dall'andamento del massimo giornaliero delle medie orarie, si evince che le concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> sono sempre al di sotto del valore limite orario di 200 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente.

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 14.65 µg/Nm<sup>3</sup>, ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 40 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Dal confronto dei dati medi giornalieri di NO<sub>2</sub> registrati nella campagna AUTUNNO 2011 e nelle stazioni della rete regionale della qualità dell'aria, emerge che i livelli di concentrazioni del massimo giornaliero delle medie orarie osservate nelle postazioni A1, A3 ed A4 sono superiori a quelli registrati nella stazione fissa di VASTOGIRARDI e, comunque, generalmente inferiori ai livelli di concentrazione osservati nelle stazioni V.FO1 e V.FO2 di VENAFRO e IS1 di ISERNIA.

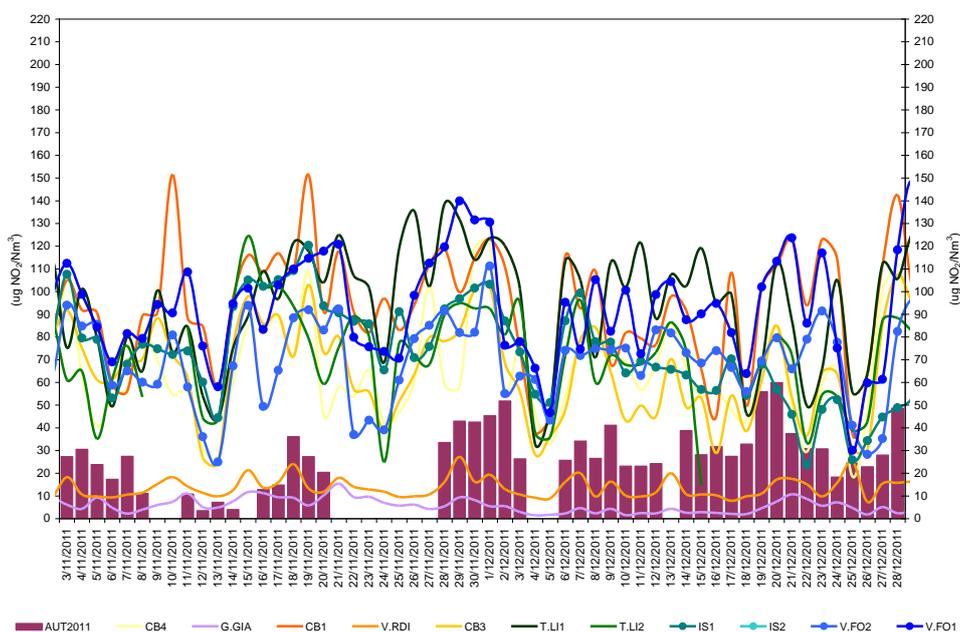


Figura 6.3.2.3: confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> (AUTUNNO 2011 vs. Rete Regionale QA)

Agenti inquinanti	BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE
Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) max media 1h	≤140	141÷200	>200

Tabella 6.3.2.2: indicatori della qualità dell'aria per l'NO<sub>2</sub>

Mese	Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato	domenica	
novembre	A4	03.11.2011	20.11.2011		01	02	03	04	05	06	
				07	08	09	10	11	12	13	
				14	15	16	17	18	19	20	
				21	22	23	24	25	26	27	
dicembre	A1	28.11.2011	12.12.2011	28	29	30		01	02	03	04
				05	06	07	08	09	10	11	
				12							
				13	14	15	16	17	18		
dicembre	A3	14.12.2011	24.12.2011	19	20	21	22	23	24	25	
				26	27	28	29	30	31		

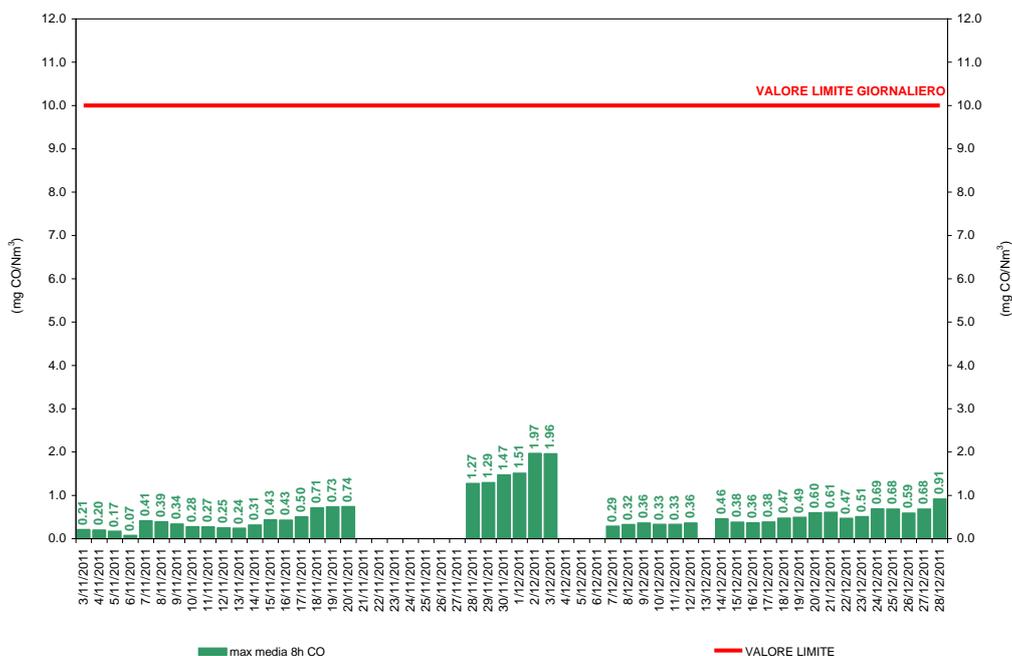
Tabella 6.3.2.3: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per il massimo giornaliero della media 1h dell'NO<sub>2</sub>

Infine, per l'NO<sub>2</sub> lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante la campagna AUTUNNO 2011 e descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è sempre "buono" per tutto il periodo di osservazione.

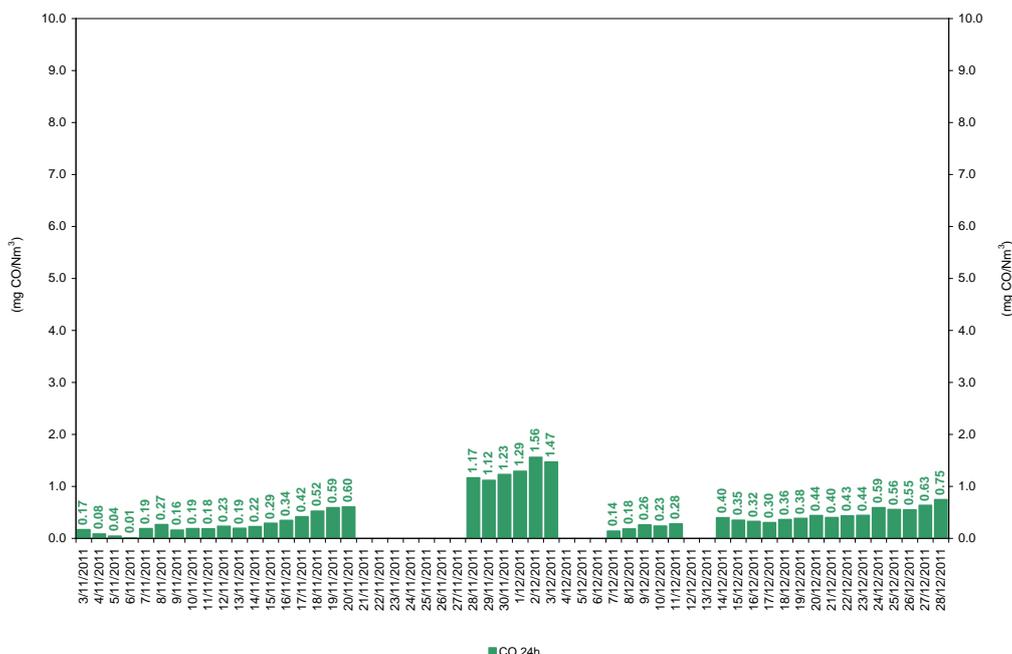
### 6.3.3 Monossido di carbonio (CO)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore giornaliero di 10 mg/Nm <sup>3</sup>
A4	03.11.2011	20.11.2011	0.01	0.260	0.920	-
A1	28.11.2011	12.12.2011	0.06	0.760	2.350	-
A3	14.12.2011	28.12.2011	0.240	0.460	1.00	-

**Tabella 6.3.3.1:** dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di CO



**Figura 6.3.3.1:** andamento del massimo giornaliero delle medie mobili di 8h delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO



**Figura 6.3.3.2:** andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO

Le indagini effettuate mostrano che i massimi giornalieri delle medie mobili di 8h del CO sono ampiamente al di sotto del valore limite giornaliero di 10 mg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente.

Infine, per il CO lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante la campagna AUTUNNO 2011 e descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è sempre "buono" per tutto il periodo di osservazione.

Agenti inquinanti	BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE
Ossido di carbonio (CO) (mg/Nm <sup>3</sup> ) media 8h	≤7	8÷10	>10

**Tabella 6.3.3.2:** indicatori della qualità dell'aria

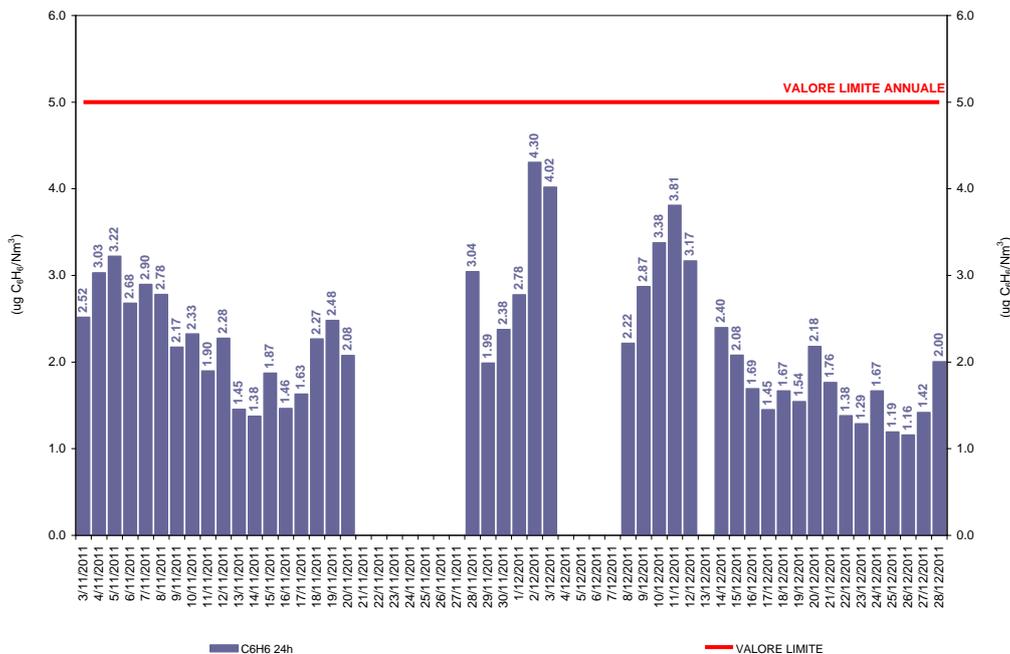
Mese	Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato	domenica
novembre	A4	03.11.2011	20.11.2011	<del>01</del>	<del>02</del>	03	04	05	06	
				07	08	09	10	11	12	13
				14	15	16	17	18	19	20
				<del>21</del>	<del>22</del>	<del>23</del>	<del>24</del>	<del>25</del>	<del>26</del>	<del>27</del>
dicembre	A1	28.11.2011	12.12.2011	28	29	30	01	02	03	04
				05	06	07	08	09	10	11
				12						
				<del>13</del>	14	15	16	17	18	
dicembre	A3	14.12.2011	24.12.2011	19	20	21	22	23	24	25
				<del>26</del>	<del>27</del>	<del>28</del>	<del>29</del>	<del>30</del>	<del>31</del>	

**Tabella 6.3.3.3:** indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per il massimo giornaliero della media mobile 8h della CO

### 6.3.4 Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )
A4	03.11.2011	20.11.2011	0.70	2.75	5.00
A1	28.11.2011	12.12.2011	0.70	3.05	9.40
A3	14.12.2011	24.12.2011	0.60	1.66	4.20

**Tabella 6.3.4.1:** dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>



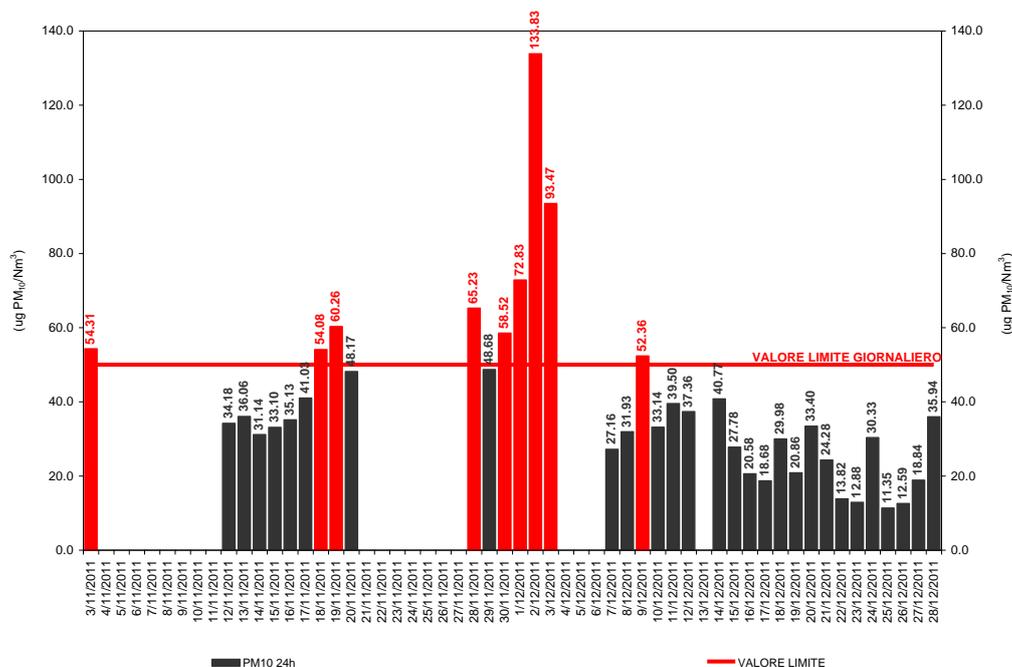
**Figura 6.3.4.1:** andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 2.36 µg/Nm<sup>3</sup>, al di sotto del valore limite annuale di 5 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

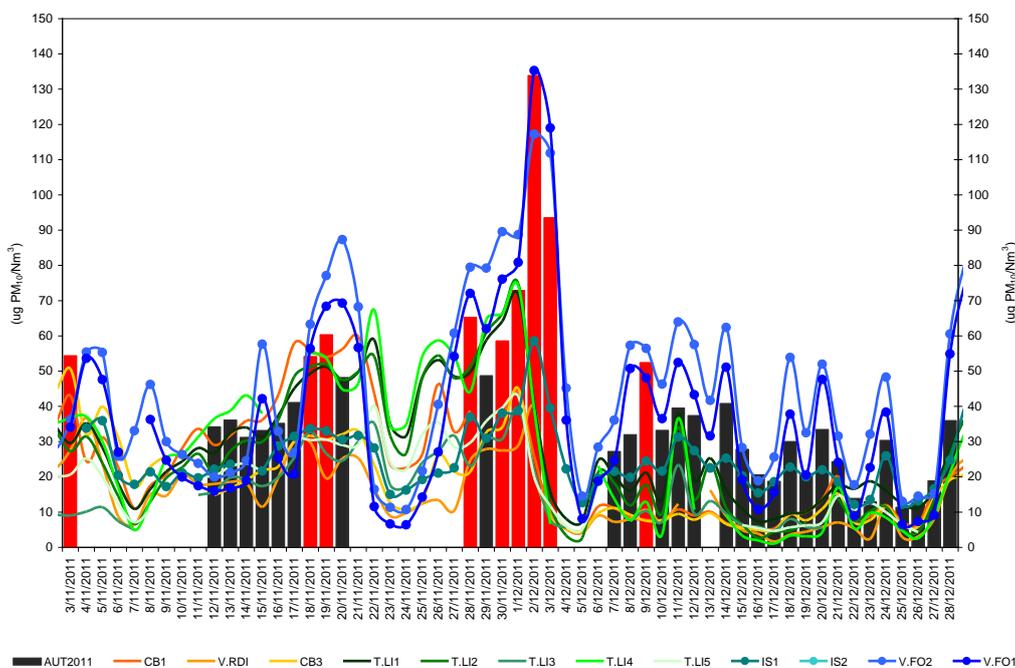
### 6.3.5 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore giornaliero di 50 µg/Nm <sup>3</sup>
A4	03.11.2011	20.11.2011	31.14	42.75	60.26	3
A1	28.11.2011	12.12.2011	27.16	57.83	133.83	6
A3	14.12.2011	28.12.2011	11.35	23.47	40.77	-

**Tabella 6.3.5.1:** dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>



**Figura 6.3.5.1:** andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>



**Figura 6.3.5.2:** confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> (AUTUNNO 2010 vs. Rete Regionale QA)

Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>, le indagini effettuate mostrano che si sono verificati 9 superamenti del valore limite giornaliero di PM<sub>10</sub> su complessivi 43 giorni di osservazioni.

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Numero progressivo superamento	Data	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
A4	03.11.2011	20.11.2011	1	03.11.2011	54.31
			2	18.11.2011	54.08
			3	19.11.2011	60.26
			4	28.11.2011	65.23
			5	30.11.2011	58.52
A1	28.11.2011	12.12.2011	6	01.12.2011	72.83
			7	02.12.2011	133.83
			8	03.12.2011	93.47
			9	09.12.2011	52.36
A3	14.12.2011	24.12.2011	-	-	-

**Tabella 6.3.5.2:** riepilogo del numero di superamenti di PM<sub>10</sub>

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 39.32 µg/Nm<sup>3</sup>, prossimo al valore limite annuale di 40 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Dal confronto dei dati medi giornalieri di PM<sub>10</sub> registrati nella campagna AUTUNNO 2011 e nelle stazioni della rete regionale della qualità dell'aria, emerge che i livelli di concentrazioni osservati nelle postazioni A1, A3 ed A4 sono allineati con quelli registrati nelle stazioni fisse della rete di monitoraggio; in particolare, i valori misurati nelle postazioni sono superiori a quelli registrati nelle stazioni fissi di VASTOGIRARDI ed IS1 di ISERNIA, e, comunque, confrontabili con i livelli di concentrazione osservati nelle stazioni V.FO1 e V.FO2 di VENAFRO.

Inoltre, per il PM<sub>10</sub> lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante la campagna AUTUNNO 2011 e descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è generalmente sostenibile; in particolare, per tutto il periodo di osservazione:

- relativamente alla media 24h, considerato che per 11 giorni (pari al 25.58% del periodo di osservazione) la media 24h del PM<sub>10</sub> è stata invalidata per insufficienza di dati orari, la frequenza della classe di giudizio "buono" è 37.21%, mentre quella della classe di giudizio "accettabile" è 18.60%;
- relativamente alla media periodo, è "accettabile".

Agenti inquinanti	BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE
Polveri fini (PM <sub>10</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) media 24h	≤35	36÷50	>50
Polveri fini (PM <sub>10</sub> ) superamenti annuali media 24h	≤35	-	>35
Polveri fini (PM <sub>10</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) media annuale	≤28	29÷40	>40

**Tabella 6.3.5.3:** indicatori della qualità dell'aria per il PM<sub>10</sub>

Mese	Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato	domenica				
novembre	A4	03.11.2011	20.11.2011		01	02	03	04	05	06				
				07	08	09	10	11	12	13				
				14	15	16	17	18	19	20				
				21	22	23	24	25	26	27				
				28	29	30								
				dicembre	A1	28.11.2011	12.12.2011				01	02	03	04
								05	06	07	08	09	10	11
								12						
									13	14	15	16	17	18
								19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29					30	31					

**Tabella 6.3.5.4:** indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per la media 24h di PM<sub>10</sub>

Infine, dal confronto delle concentrazioni medie giornaliere dell'inquinante particolato con l'intensità del vento, si evince che l'andamento dei livelli giornalieri di PM<sub>10</sub> è anticorrelato con la media giornaliera della velocità del vento (VV); inoltre, gli incrementi di PM<sub>10</sub> sono sicuramente riconducibili alla contemporaneità di venti deboli, generalmente sotto i 3.0 m/s.

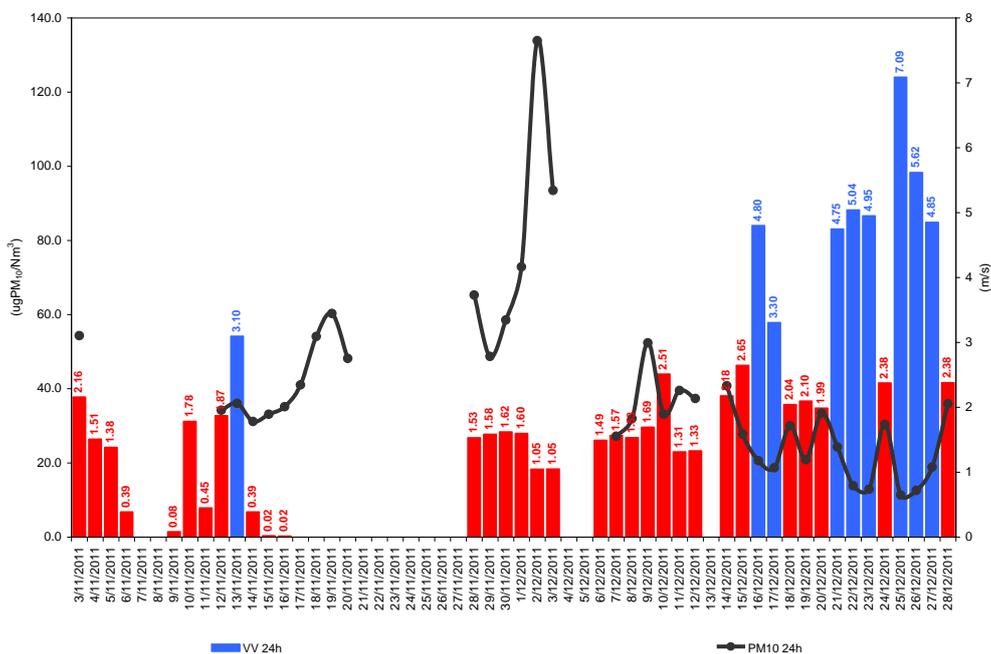
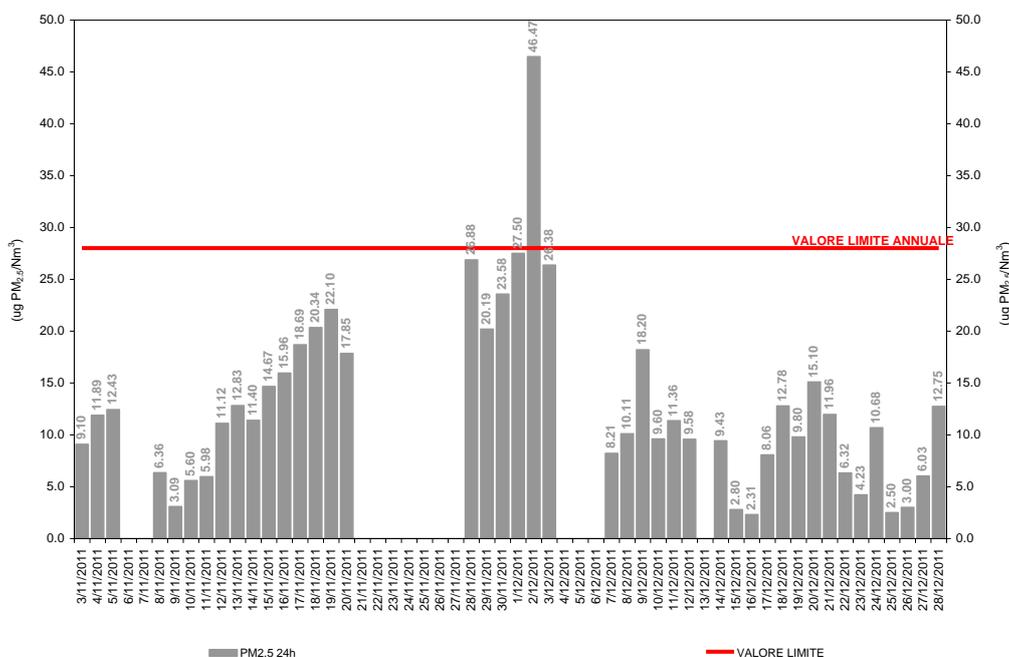


Figura 6.3.5.3: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM<sub>10</sub> vs. VV

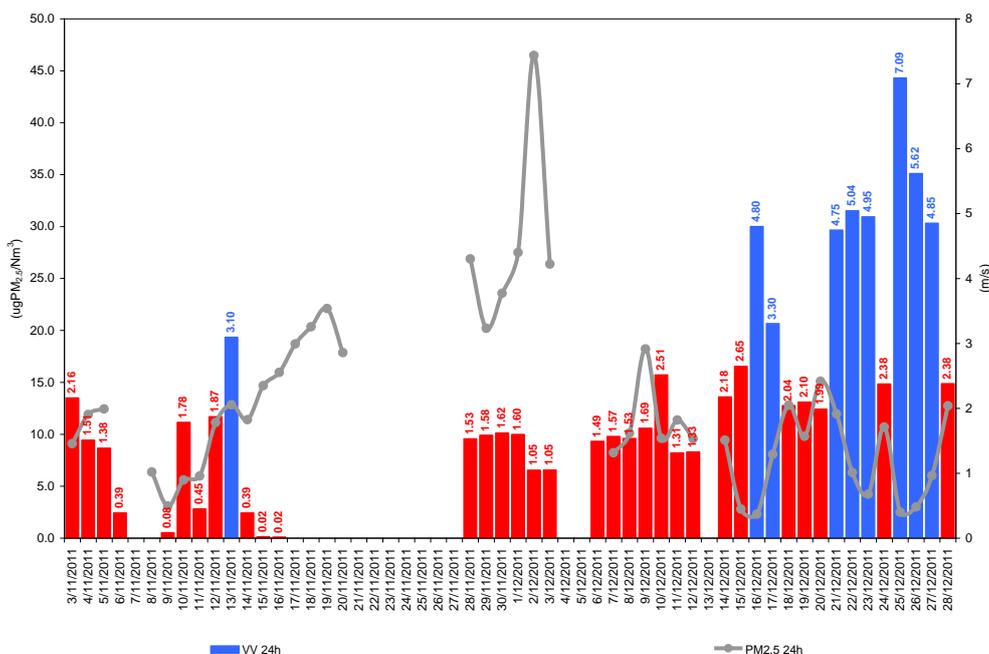
### 6.3.6 Materiale particolato con diametro < 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )
A4	03.11.2011	20.11.2011	3.09	12.46	22.10
A1	28.11.2011	12.12.2011	8.21	19.84	46.47
A3	14.12.2011	28.12.2011	2.31	7.85	15.10

**Tabella 6.3.6.1:** dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub>



**Figura 6.3.6.1:** andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub>



**Figura 6.3.6.2:** confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM<sub>2.5</sub> vs. VV

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 12.82 µg/Nm<sup>3</sup>, ampiamente al di sotto del valore limite annuale per il 2011 di 28 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla

normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Dal confronto delle concentrazioni medie giornaliere dell'inquinante particolato con l'intensità del vento, si evince che l'andamento dei livelli giornalieri di PM<sub>2.5</sub> è anticorrelato con la media giornaliera della velocità del vento (VV); inoltre, gli incrementi di PM<sub>2.5</sub> sono sicuramente riconducibili alla contemporaneità di venti deboli, generalmente sotto i 3.0 m/s.

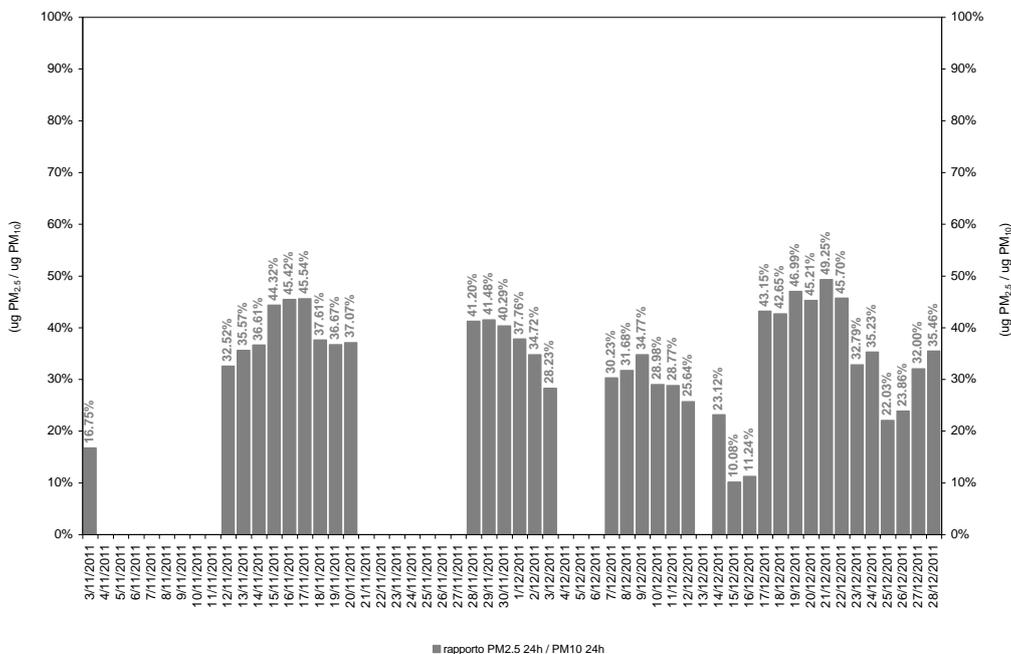


Figura 6.3.6.3: rapporto della media giornaliera omologhe delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>

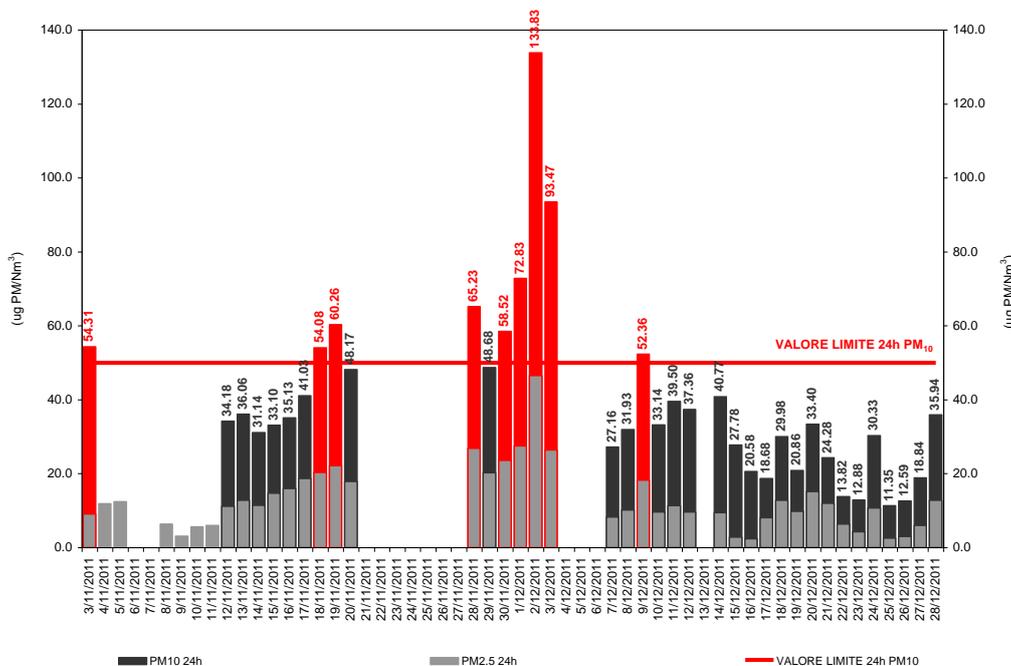


Figura 6.3.6.4: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM<sub>2.5</sub> vs. PM<sub>10</sub>

Durante l'intero periodo di monitoraggio, si è osservato un valore medio del rapporto delle concentrazioni medie giornaliere omologhe di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> pari a 0.34; pertanto, essendo detto rapporto uno strumento qualitativo per valutare quanto pesa la componente più fine rispetto al totale (nelle PM<sub>10</sub> sono contenute

tutte le polveri con diametro inferiore a  $10\mu\text{m}$  e quindi anche le  $\text{PM}_{2.5}$ , si può osservare che, mediamente, il contributo delle PM inalabili più grossolane (con diametro superiore a  $2.5\mu\text{m}$ ) è preponderante.

Infine, per il  $\text{PM}_{2.5}$  lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante la campagna AUTUNNO 2011 e descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è "buono" per tutto il periodo di osservazione.

Agenti inquinanti	BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE
Polveri fini ( $\text{PM}_{2.5}$ ) ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ) media annuale	$\leq 17$	$18 \div 28$	$> 28$

**Tabella 6.3.6.2:** indicatori della qualità dell'aria per il  $\text{PM}_{2.5}$

### 6.3.7 Cadmio (Cd), Arsenico (As) e Nichel (Ni) nella frazione di PM<sub>10</sub>

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Cd (ng/Nm <sup>3</sup> )	As (ng/Nm <sup>3</sup> )	Ni (ng/Nm <sup>3</sup> )
A4	03.11.2011	20.11.2011	<5.0	<5.0	6.7
A1	28.11.2011	12.12.2011	<5.0	<5.0	<5.0
A3	14.12.2011	24.12.2011	<5.0	<5.0	8.9

**Tabella 6.3.7.1:** tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione di PM<sub>10</sub>, calcolati come media sul periodo di campionamento

I tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolati come media sui singoli periodi di campionamento, sono estremamente bassi e, generalmente, al di sotto del limite della rilevabilità strumentale, e, comunque, sono sempre inferiori ai rispettivi valori obiettivo annuali imposti dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

### 6.3.8 Ammoniaca (NH<sub>3</sub>) con campionatori passivi RADIELLO®

Postazione	Inizio esposizione	Fine esposizione	NH <sub>3</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
A4	03.11.2011	20.11.2011	-
A1	28.11.2011	12.12.2011	2.1
A3	14.12.2011	24.12.2011	<1.0

**Tabella 6.3.8.1:** tenori di NH<sub>3</sub> calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo

I tenori di NH<sub>3</sub><sup>1</sup>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-TWA<sup>2</sup> di 17 mg/m<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Si precisa che la predetta valutazione è da ritenersi puramente indicativa, in quanto la valutazione dello stato di salubrità dell'aria attraverso i TLV si applica esclusivamente agli ambienti confinati di lavoro.

<sup>1</sup> AMMONIA (NH<sub>3</sub>)  
EXPOSURE LIMITS

- ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 25 ppm / 17 mg/Nm<sup>3</sup> as TWA; 35 ppm / 24 mg/Nm<sup>3</sup> as STEL;
- NIOSH Recommended Exposure Limit (REL): 25 ppm / 18 mg/Nm<sup>3</sup> as TWA; 35 ppm / 27 mg/Nm<sup>3</sup> as STEL
- NIOSH Immediately Dangerous to Life or Health Concentration (IDLH): 300 ppm / 228 mg/Nm<sup>3</sup>

fonte: UNITED STATES DEPARTMENT of LABOR, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (<http://osha.gov>)

<sup>2</sup> I TLV, ovvero "valori limite di soglia", sono le concentrazioni ambientali delle sostanze chimiche aerodisperse al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa rimanere esposta ripetutamente giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza nessun effetto negativo per la salute. I loro valori limite sono espressi solitamente in parti per milioni (ppm), e vengono aggiornati nel tempo, con l'avanzare della ricerca scientifica nel settore dell'igiene del lavoro.

Ne esistono 3 varianti.

- TLV-TWA (*time-weighted average*): esprime la concentrazione limite, calcolata come media ponderata nel tempo (8 ore / 40 ore settimanali), alla quale tutti i lavoratori possono essere esposti, giorno dopo giorno, senza effetti avversi per la salute per la vita lavorativa.
- TLV-STEL (*short-term exposure limit*): esprime il valore Massimo consentito per esposizioni brevi (non oltre i 15 minuti) ed occasionali (non oltre 4 esposizioni nelle 24 ore, intervallate almeno da un'ora di distanza l'una dall'altra).
- TLV-C (*ceiling*): esprime la concentrazione che non deve essere superata durante qualsiasi momento dell'esposizione lavorativa.

fonte: ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists "TLVs and BEIs. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. Biological Exposure Indices", Cincinnati (OHIO), 1999.

### 6.3.9 Acido Cloridrico (HCl) ed Acido Fluoridrico (HF) con campionatori passivi RADIELLO®

Postazione	Inizio esposizione	Fine esposizione	HCl ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	HF ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )
A4	03.11.2011	20.11.2011	<1.0	1.4
A1	28.11.2011	12.12.2011	1.3	<1.0
A3	14.12.2011	24.12.2011	<1.0	<1.0

**Tabella 6.3.9.1:** tenori di HCl ed HF calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo

I tenori di HCl<sup>1</sup>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-C<sup>2</sup> di 7 mg/m<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH. I tenori di HF<sup>3</sup>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-C di 2.6 mg/m<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH. Si precisa che la predetta valutazione è da ritenersi puramente indicativa, in quanto la valutazione dello stato di salubrità dell'aria attraverso i TLV si applica esclusivamente agli ambienti confinati di lavoro.

<sup>1</sup> HYDROGEN CHLORIDE (HCl)

#### EXPOSURE LIMITS

- ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 5 ppm / 7 mg/Nm<sup>3</sup> as ceiling
  - NIOSH Recommended Exposure Limit (REL): 5 ppm / 7 mg/Nm<sup>3</sup> as ceiling
- fonte: UNITED STATES DEPARTMENT of LABOR, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (<http://osha.gov>)

<sup>2</sup> I TLV, ovvero "valori limite di soglia", sono le concentrazioni ambientali delle sostanze chimiche aerodisperse al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa rimanere esposta ripetutamente giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza nessun effetto negativo per la salute. I loro valori limite sono espressi solitamente in parti per milioni (ppm), e vengono aggiornati nel tempo, con l'avanzare della ricerca scientifica nel settore dell'igiene del lavoro.

Ne esistono 3 varianti.

- TLV-TWA (*time-weighted average*): esprime la concentrazione limite, calcolata come media ponderata nel tempo (8 ore / 40 ore settimanali), alla quale tutti i lavoratori possono essere esposti, giorno dopo giorno, senza effetti avversi per la salute per la vita lavorativa.
- TLV-STEL (*short-term exposure limit*): esprime il valore Massimo consentito per esposizioni brevi (non oltre i 15 minuti) ed occasionali (non oltre 4 esposizioni nelle 24 ore, intervallate almeno da un'ora di distanza l'una dall'altra).
- TLV-C (*ceiling*): esprime la concentrazione che non deve essere superata durante qualsiasi momento dell'esposizione lavorativa.

fonte: ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists "TLVs and BEIs. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. Biological Exposure Indices", Cincinnati (OHIO), 1999.

<sup>3</sup> HYDROGEN FLUORIDE (HF)

#### EXPOSURE LIMITS

- ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 3 ppm / 2.6 mg/Nm<sup>3</sup> as ceiling
  - NIOSH Recommended Exposure Limit (REL): 3 ppm / 2.5 mg/Nm<sup>3</sup> TWA; 6 ppm / 5 mg/Nm<sup>3</sup> as STEL;
- fonte: UNITED STATES DEPARTMENT of LABOR, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (<http://osha.gov>)

## 6.4 Valutazione dei dati della campagna INVERNO 2012 (24 febbraio ÷ 12 aprile 2012)

### 6.4.1 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore limite	
						orario di µg/Nm <sup>3</sup>	di 350 giornaliero di 125 µg/Nm <sup>3</sup>
A4	24.02.2012	09.03.2012	0.90	1.78	6.50	-	-
A1	13.03.2012	27.03.2012	0.50	1.87	4.00	-	-
A3	29.03.2012	12.04.2012	0.20	0.61	2.00	-	-

Tabella 6.4.1.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>

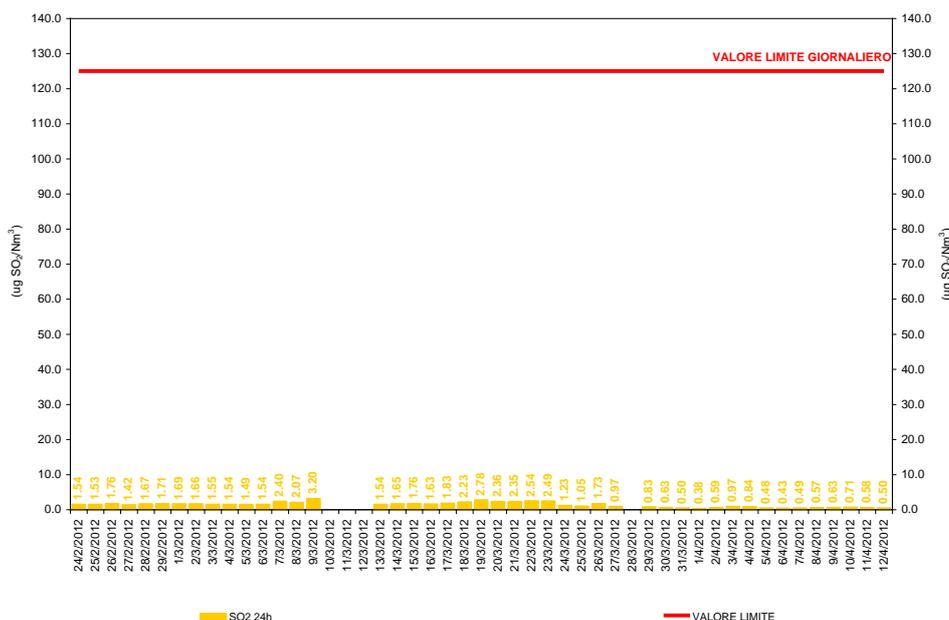


Figura 6.4.1.1: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>

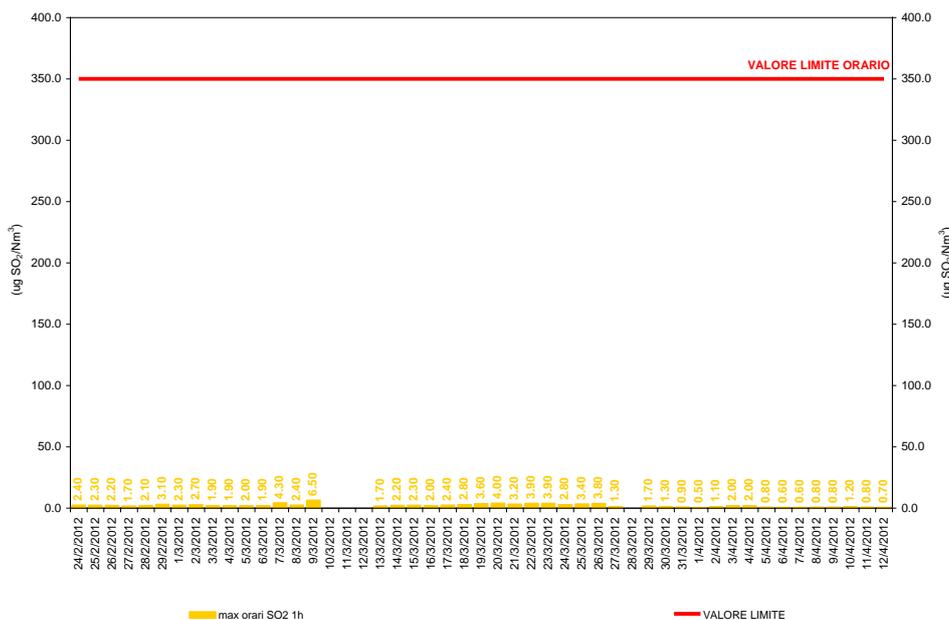


Figura 6.4.1.2: andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>

Le concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub> sono estremamente basse, ampiamente al di sotto del limite di legge. Nel confronto con i valori limite, le concentrazioni di SO<sub>2</sub> non hanno mai superato la soglia di allarme e né i valori limite per la protezione della salute umana, sia quello orario, sia quello sulle 24 ore. Infine, per l'SO<sub>2</sub> lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante la campagna INVERNO 2012 e descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è sempre "buono" per tutto il periodo di osservazione.

Agenti inquinanti	BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) media 24h	≤75	76÷125	>125
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) max media 1h	≤125	126÷350	>350

**Tabella 6.4.1.2:** indicatori della qualità dell'aria per l'SO<sub>2</sub>

Mese	Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato	domenica
febbraio	A4	24.02.2012	09.03.2012	<del>20</del>	<del>21</del>	<del>22</del>	<del>23</del>	24	25	26
				27	28	29				
							01	02	03	04
marzo	A1	13.03.2012	27.03.2012	05	06	07	08	09	<del>10</del>	<del>11</del>
				<del>12</del>	13	14	15	16	17	18
				19	20	21	22	23	24	25
				26	27	<del>28</del>				
aprile	A3	29.03.2012	12.04.2012				29	30	31	
										01
				02	03	04	05	06	07	08
				09	10	11	12	<del>13</del>	<del>14</del>	<del>15</del>

**Tabella 6.4.1.3:** indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per la media 24h di SO<sub>2</sub>

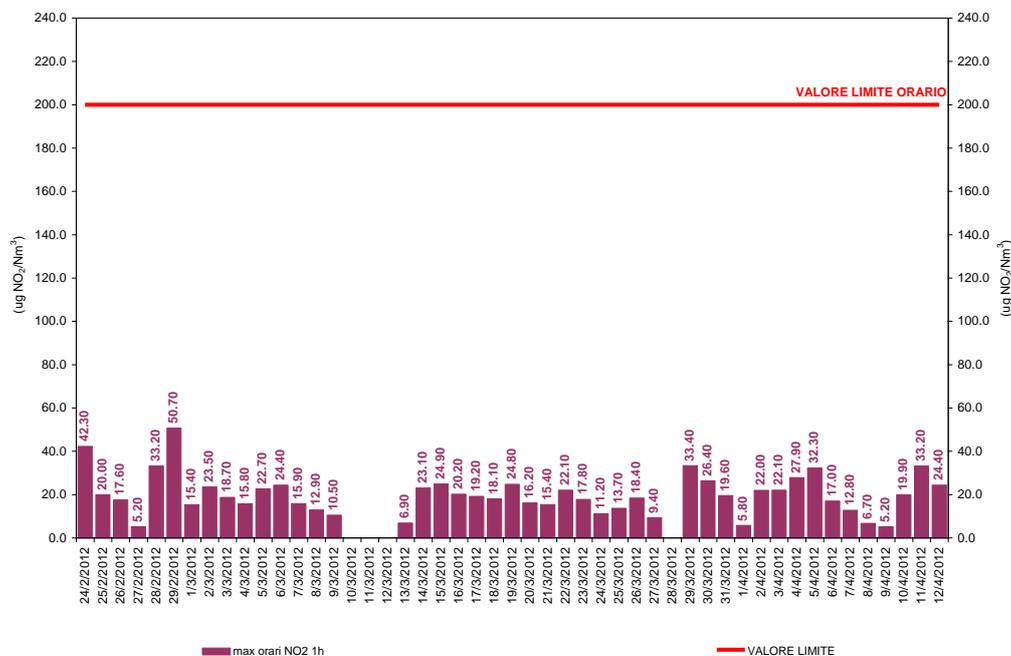
Mese	Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato	domenica
febbraio	A4	24.02.2012	09.03.2012	<del>20</del>	<del>21</del>	<del>22</del>	<del>23</del>	24	25	26
				27	28	29				
							01	02	03	04
marzo	A1	13.03.2012	27.03.2012	05	06	07	08	09	<del>10</del>	<del>11</del>
				<del>12</del>	13	14	15	16	17	18
				19	20	21	22	23	24	25
				26	27	<del>28</del>				
aprile	A3	29.03.2012	12.04.2012				29	30	31	
										01
				02	03	04	05	06	07	08
				09	10	11	12	<del>13</del>	<del>14</del>	<del>15</del>

**Tabella 6.4.1.4:** indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per il massimo giornaliero della media 1h dell'SO<sub>2</sub>

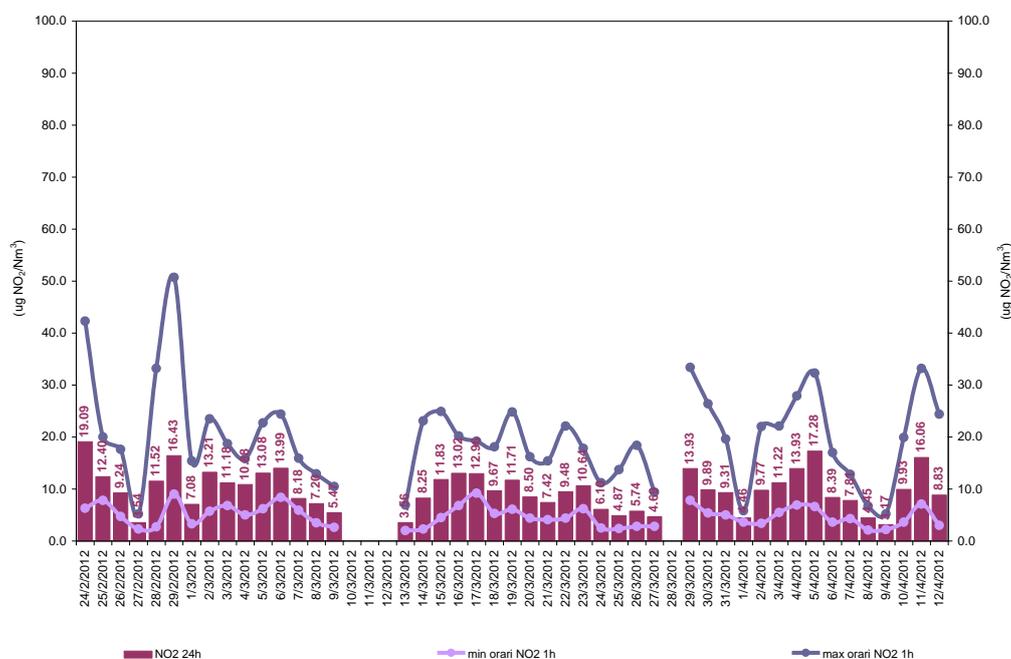
### 6.4.2 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore limite orario di 200 µg/Nm <sup>3</sup>
A4	24.02.2012	09.03.2012	2.30	10.83	50.70	-
A1	13.03.2012	27.03.2012	2.00	8.56	24.90	-
A3	29.03.2012	12.04.2012	2.10	9.89	33.40	-

**Tabella 6.4.2.1:** dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>



**Figura 6.4.2.1:** andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>



**Figura 6.4.2.2:** massimo e minimo giornaliero e media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>

Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>, le indagini effettuate mostrano assenza di episodi acuti per superamento della soglia di allarme (superamento per 3 ore consecutive del valore di 400 µg/Nm<sup>3</sup>);

inoltre, dall'andamento del massimo giornaliero delle medie orarie, si evince che le concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> sono ampiamente al di sotto del valore limite orario di 200 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente.

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 9.76 µg/Nm<sup>3</sup>, ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 40 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Dal confronto dei dati medi giornalieri di NO<sub>2</sub> registrati nella campagna INVERNO 2012 e nelle stazioni della rete regionale della qualità dell'aria, emerge che i livelli di concentrazioni del massimo giornaliero della media oraria osservati nelle postazioni A1, A3 ed A4 sono superiori a quelli registrati nella stazione fissa di VASTOGIRARDI e, comunque, inferiori ai livelli di concentrazione osservati nelle stazioni V.FO1 e V.FO2 di VENAFRO e IS1 di ISERNIA.

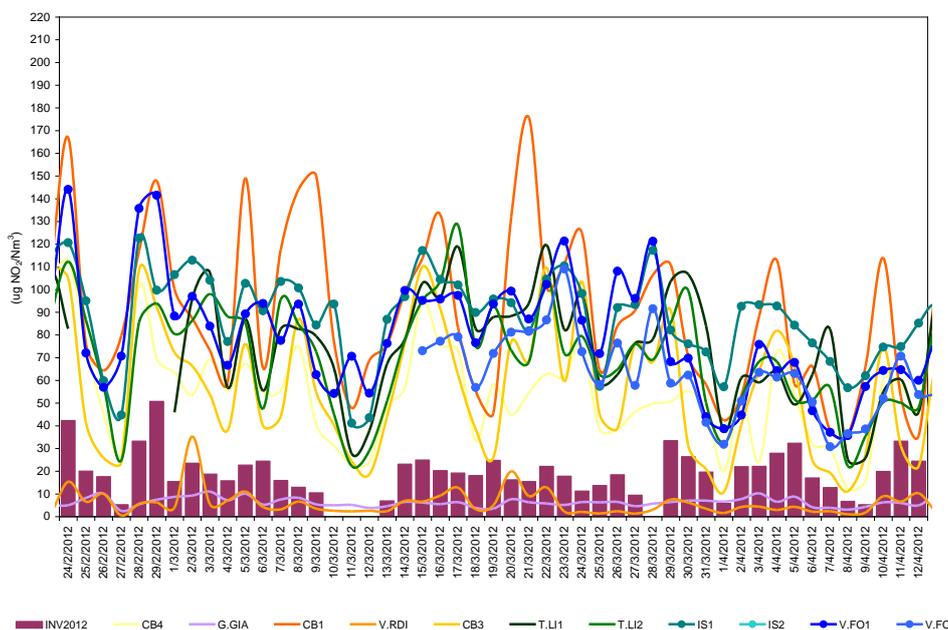


Figura 6.4.2.3: confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> (INVERNO 2011 vs. Rete Regionale QA)

Agenti inquinanti	BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE
Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) max media 1h	≤140	141÷200	>200

Tabella 6.4.2.2: indicatori della qualità dell'aria per l'NO<sub>2</sub>

Mese	Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato	domenica
febbraio	A4	24.02.2012	09.03.2012	20	21	22	23	24	25	26
				27	28	29	01	02	03	04
marzo	A1	13.03.2012	27.03.2012	05	06	07	08	09	10	11
				12	13	14	15	16	17	18
aprile	A3	29.03.2012	12.04.2012	19	20	21	22	23	24	25
				26	27	28	29	30	31	01
				02	03	04	05	06	07	08
				09	10	11	12	13	14	15

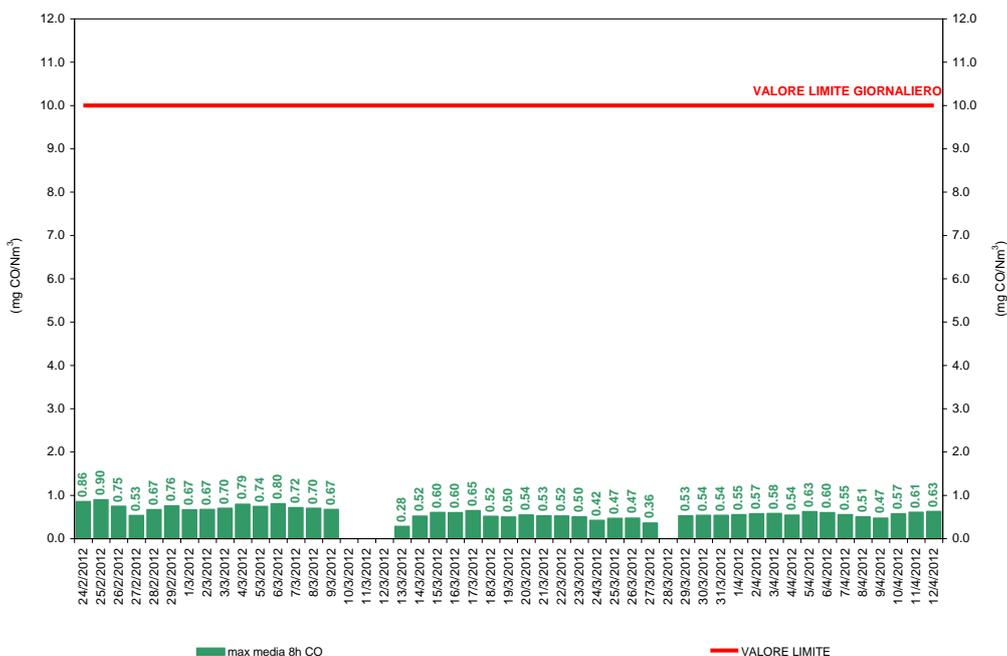
Tabella 6.4.2.3: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per il massimo giornaliero della media 1h dell'NO<sub>2</sub>

Infine, per l'NO<sub>2</sub> lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante la campagna INVERNO 2012 e descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è sempre "buono" per tutto il periodo di osservazione.

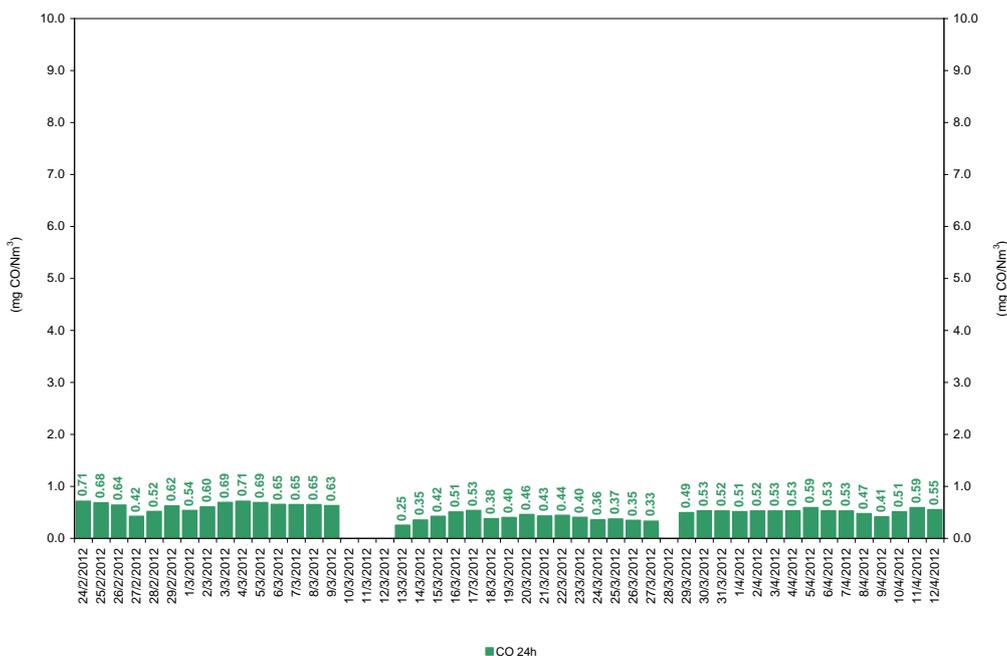
### 6.4.3 Monossido di carbonio (CO)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore giornaliero di 10 mg/Nm <sup>3</sup>
A4	24.02.2012	09.03.2012	0.37	0.63	1.08	-
A1	13.03.2012	27.03.2012	0.22	0.40	1.05	-
A3	29.03.2012	12.04.2012	0.35	0.52	0.71	-

**Tabella 6.4.3.1:** dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di CO



**Figura 6.4.3.1:** andamento del massimo giornaliero delle medie mobili di 8h delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO



**Figura 6.4.3.2:** andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO

Le indagini effettuate mostrano che i massimi giornalieri delle medie mobili di 8h del CO sono ampiamente al di sotto del valore limite giornaliero di 10 mg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente.

Infine, per il CO lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante la campagna INVERNO 2012 e descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è sempre "buono" per tutto il periodo di osservazione.

Agenti inquinanti	BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE
Ossido di carbonio (CO) (mg/Nm <sup>3</sup> ) media 8h	≤7	8÷10	>10

**Tabella 6.4.3.2:** indicatori della qualità dell'aria per il CO

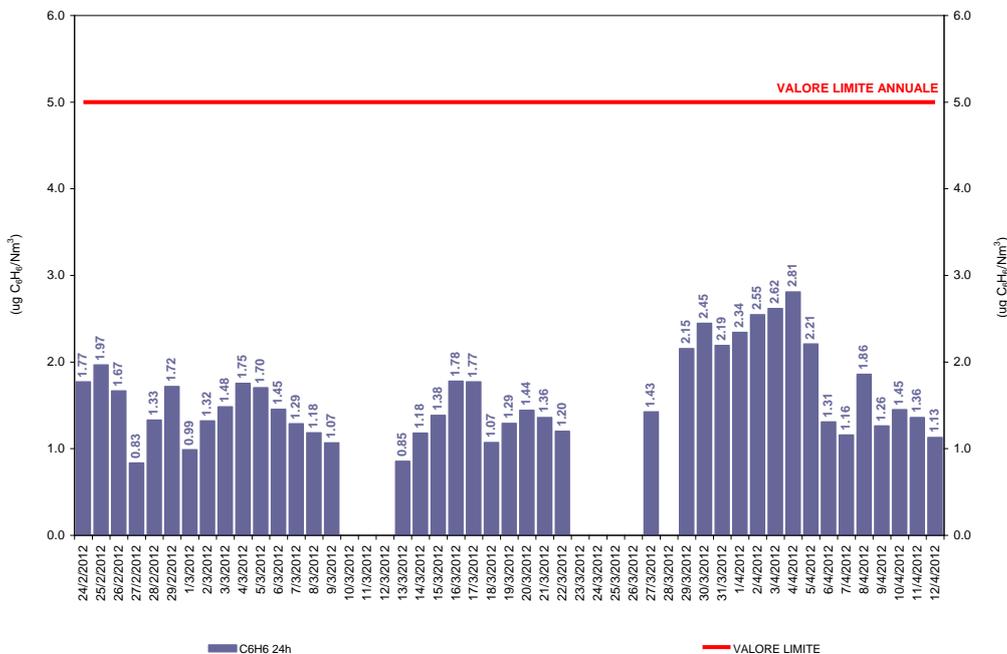
Mese	Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato	domenica
febbraio	A4	24.02.2012	09.03.2012	<del>20</del>	<del>21</del>	<del>22</del>	<del>23</del>	24	25	26
				27	28	29				
							01	02	03	04
				05	06	07	08	09	<del>10</del>	<del>11</del>
marzo	A1	13.03.2012	27.03.2012	<del>12</del>	13	14	15	16	17	18
				19	20	21	22	23	24	25
				26	27	<del>28</del>				
							29	30	31	
aprile	A3	29.03.2012	12.04.2012							01
				02	03	04	05	06	07	08
				09	10	11	12	<del>13</del>	<del>14</del>	<del>15</del>

**Tabella 6.4.3.3:** indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per il massimo giornaliero della media 1h della CO

#### 6.4.4 Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )
A4	24.02.2012	09.03.2012	0.60	1.44	4.00
A1	13.03.2012	27.03.2012	0.60	1.32	4.40
A3	29.03.2012	12.04.2012	0.20	1.88	4.00

**Tabella 6.4.4.1:** dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>



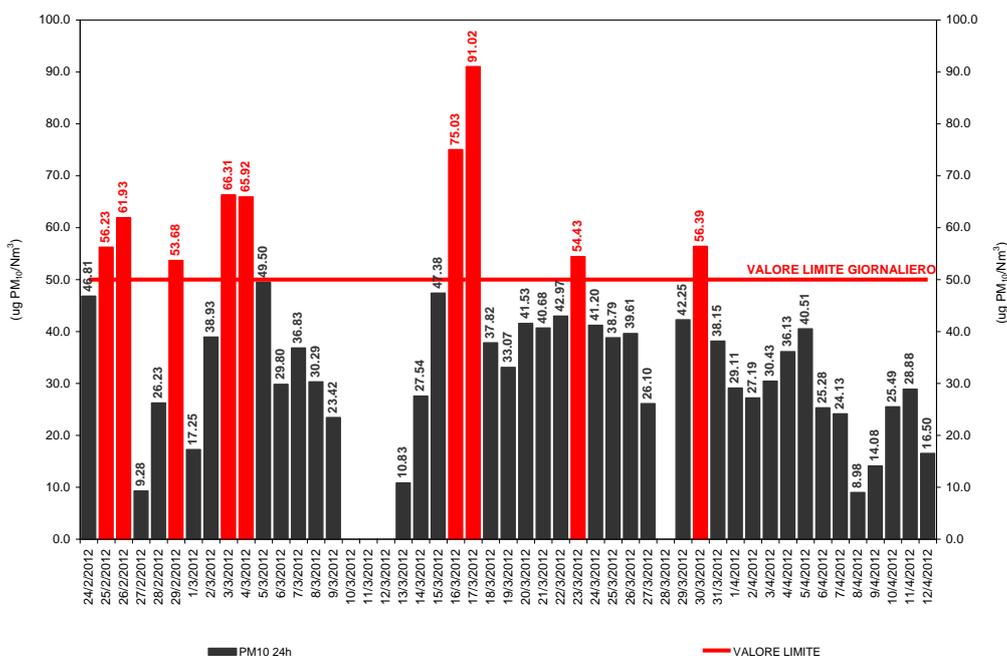
**Figura 6.4.4.1:** andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 1.58 µg/Nm<sup>3</sup>, ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 5 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

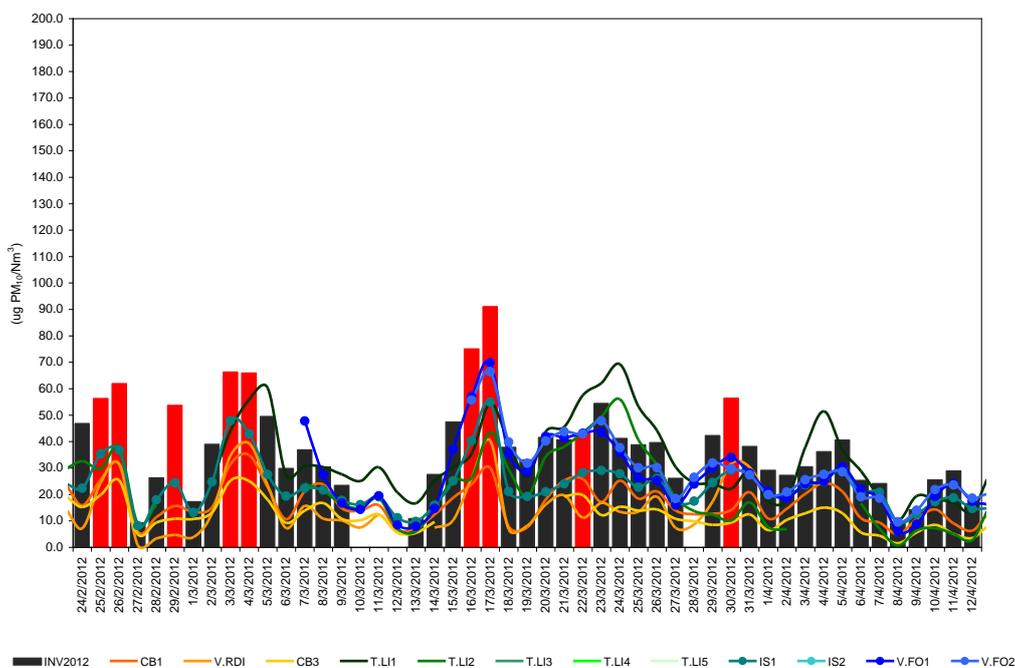
### 6.4.5 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore giornaliero di 50 µg/Nm <sup>3</sup>
A4	24.02.2012	09.03.2012	9.28	40.83	66.31	5
A1	13.03.2012	27.03.2012	10.83	43.20	91.02	3
A3	29.03.2012	12.04.2012	8.98	29.57	56.39	1

**Tabella 6.4.5.1:** dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>



**Figura 6.4.5.1:** andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>



**Figura 6.4.5.2:** confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> (INVERNO 2012 vs. Rete Regionale QA)

Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>, le indagini effettuate mostrano che si sono verificati 9 superamenti del valore limite giornaliero di PM<sub>10</sub> su complessivi 45 giorni di osservazioni.

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Numero progressivo superamento	Data	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
A4	24.02.2012	09.03.2012	1	25.02.2012	56.23
			2	26.02.2012	61.83
			3	29.02.2012	53.68
			4	03.03.2012	66.31
			5	04.03.2012	65.92
A1	13.03.2012	27.03.2012	6	16.03.2012	75.03
			7	17.03.2012	91.02
			8	24.03.2012	54.43
A3	29.03.2012	12.04.2012	9	30.03.2012	56.39

**Tabella 6.4.5.2:** riepilogo del numero di superamenti di PM<sub>10</sub>

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 37.86 µg/Nm<sup>3</sup>, prossimo al valore limite annuale di 40 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Dal confronto dei dati medi giornalieri di PM<sub>10</sub> registrati nella campagna INVERNO 2012 e nelle stazioni della rete regionale della qualità dell'aria, emerge che i livelli di concentrazioni osservati nelle postazioni A1, A3 ed A4 sono allineati con quelli registrati nelle stazioni fisse della rete di monitoraggio; in particolare, i valori misurati nelle postazioni sono superiori a quelli registrati nella stazione fissa di VASTOGIRARDI, IS1 di ISERNIA e V.FO1 e V.FO2 di VENAFRO.

Inoltre, per il PM<sub>10</sub> lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante la campagna INVERNO 2012 e descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è generalmente sostenibile; in particolare, per tutto il periodo di osservazione:

- relativamente alla media 24h, la frequenza della classe di giudizio "buono" è 44.44%, mentre quella della classe di giudizio "accettabile" è 35.56%;
- relativamente alla media periodo, è "accettabile".

Agenti inquinanti	BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE
Polveri fini (PM <sub>10</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) media 24h	≤35	36÷50	>50
Polveri fini (PM <sub>10</sub> ) superamenti annuali media 24h	≤35	-	>35
Polveri fini (PM <sub>10</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) media annuale	≤28	29÷40	>40

**Tabella 6.4.5.3:** indicatori della qualità dell'aria per il PM<sub>10</sub>

Mese	Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato	domenica
febbraio	A4	24.02.2012	09.03.2012	<del>20</del>	<del>21</del>	<del>22</del>	<del>23</del>	24	25	26
				27	28	29				
				05	06	07	08	09	10	11
marzo	A1	13.03.2012	27.03.2012	<del>12</del>	13	14	15	16	17	18
				19	20	21	22	23	24	25
				26	27	28				
aprile	A3	29.03.2012	12.04.2012				29	30	31	
				02	03	04	05	06	07	08
				09	10	11	12	13	14	15

**Tabella 6.4.5.4:** indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per la media 24h di PM<sub>10</sub>

Infine, dal confronto delle concentrazioni medie giornaliere dell'inquinante particolato con l'intensità del vento, si evince che l'andamento dei livelli giornalieri di PM<sub>10</sub> è anticorrelato con la media giornaliera della velocità del vento (VV); inoltre, gli incrementi di PM<sub>10</sub> sono sicuramente riconducibili alla contemporaneità di venti deboli, generalmente sotto i 3.0 m/s.

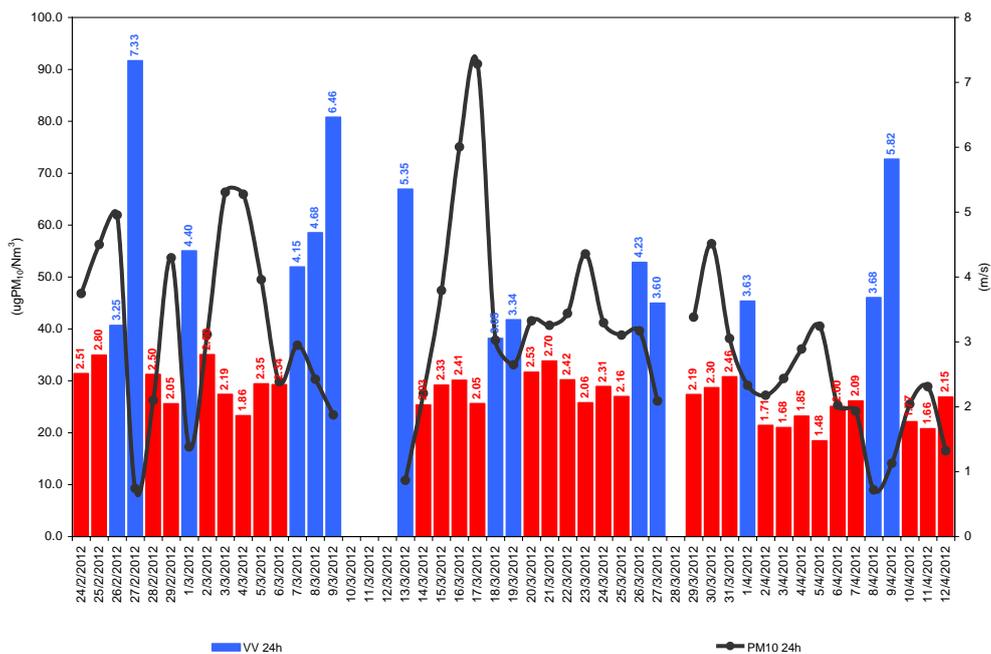
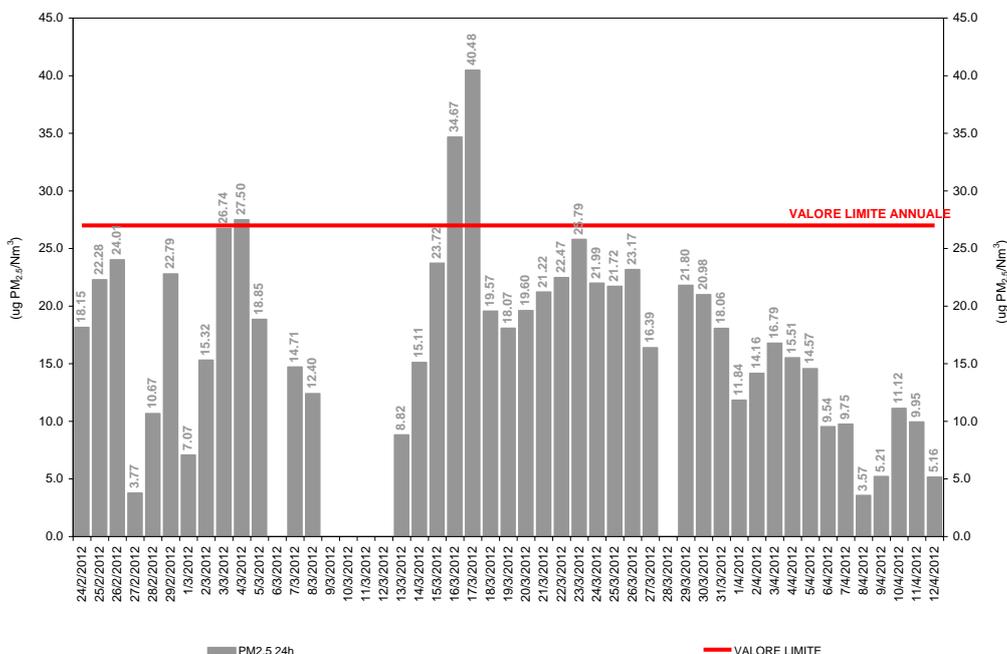


Figura 6.4.5.3: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM<sub>10</sub> vs. VV

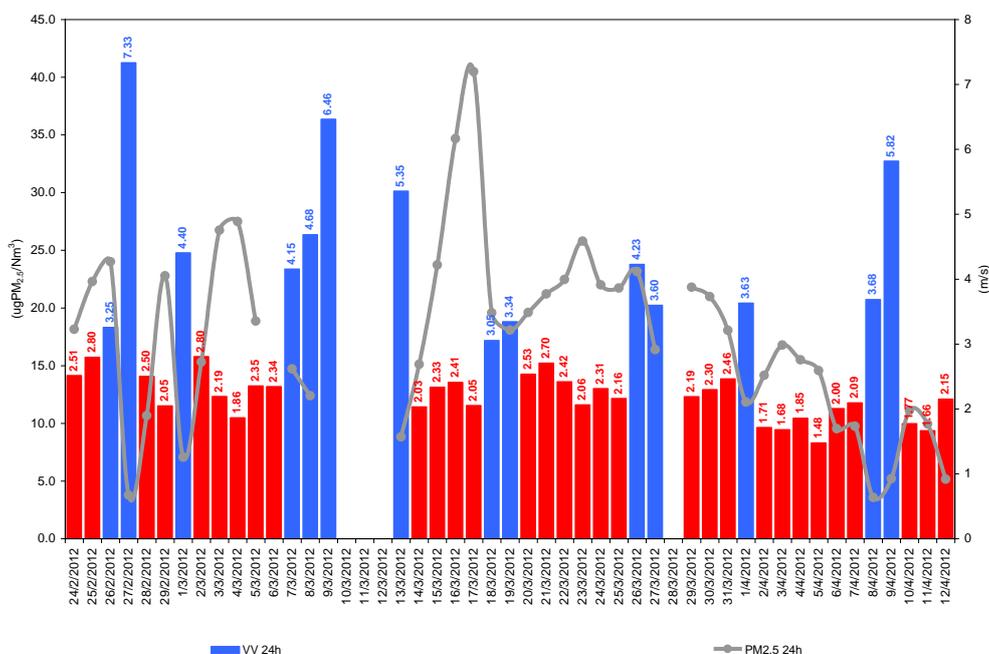
### 6.4.6 Materiale particolato con diametro < 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )
A4	24.02.2012	09.03.2012	3.77	17.25	27.50
A1	13.03.2012	27.03.2012	8.82	22.19	40.48
A3	29.03.2012	12.04.2012	3.57	12.53	21.80

**Tabella 6.4.6.1:** dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub>



**Figura 6.4.6.1:** andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub>



**Figura 6.4.6.2:** confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM<sub>10</sub> vs. VV

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 17.28 µg/Nm<sup>3</sup>, ampiamente al di sotto del valore limite annuale per il 2012 di 27 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla

normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Dal confronto delle concentrazioni medie giornaliere dell'inquinante particolato con l'intensità del vento, si evince che l'andamento dei livelli giornalieri di PM<sub>2.5</sub> è anticorrelato con la media giornaliera della velocità del vento (VV); inoltre, gli incrementi di PM<sub>2.5</sub> sono sicuramente riconducibili alla contemporaneità di venti deboli, generalmente sotto i 3.0 m/s.

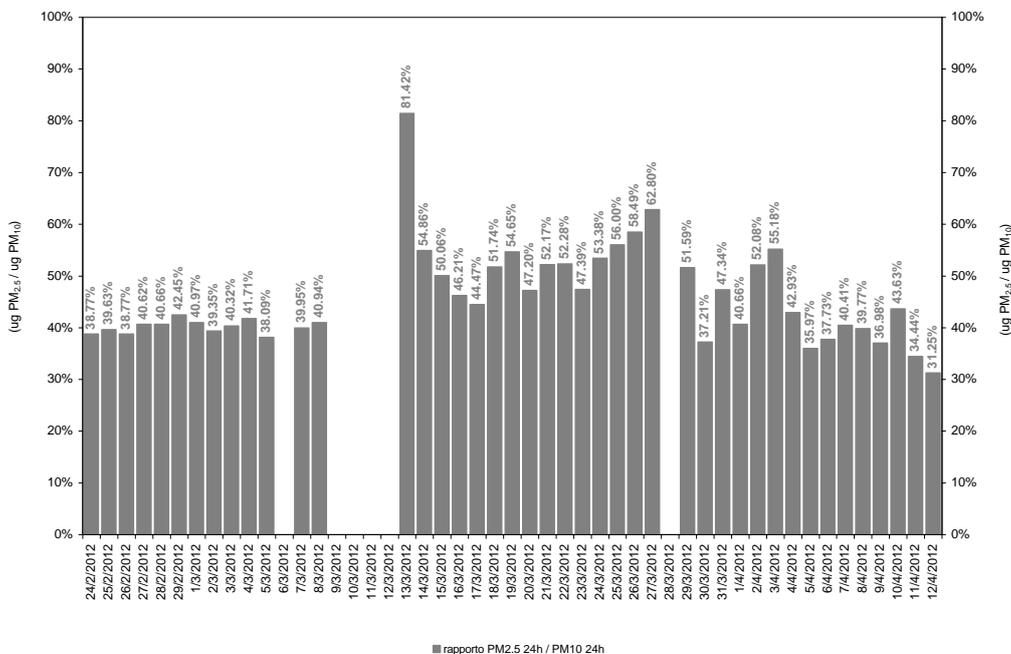


Figura 6.4.6.3: rapporto della media giornaliera omologhe delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>

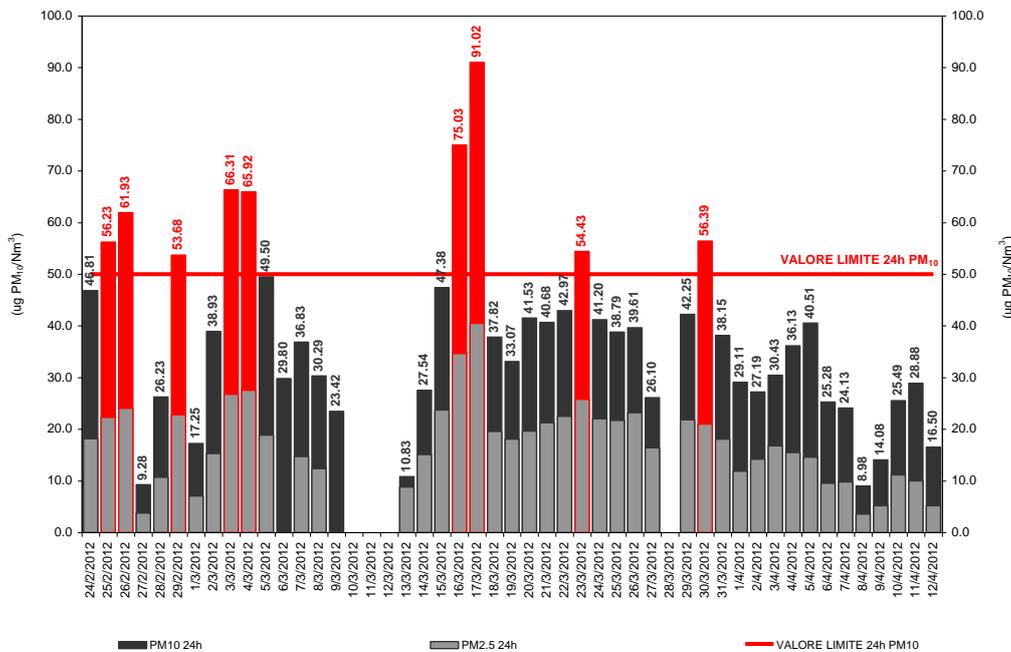


Figura 6.4.6.4: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM<sub>2.5</sub> vs. PM<sub>10</sub>

Durante l'intero periodo di monitoraggio, si è osservato un valore medio del rapporto delle concentrazioni medie giornaliere omologhe di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub> pari a 0.46; pertanto, essendo detto rapporto uno strumento qualitativo per valutare quanto pesa la componente più fine rispetto al totale (nelle PM<sub>10</sub> sono contenute

tutte le polveri con diametro inferiore a  $10\mu\text{m}$  e quindi anche le  $\text{PM}_{2.5}$ , si può osservare che, mediamente, il contributo delle PM inalabili più grossolane (con diametro superiore a  $2.5\mu\text{m}$ ) è pari a quello delle PM più sottili (con diametro inferiore a  $2.5\mu\text{m}$ ).

Infine, per il  $\text{PM}_{2.5}$  lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante la campagna INVERNO 2012 e descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è "buono" per tutto il periodo di osservazione.

<b>Agenti inquinanti</b>	<b>BUONA</b>	<b>ACCETTABILE</b>	<b>SCADENTE</b>
Polveri fini ( $\text{PM}_{2.5}$ ) ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ) media annuale	$\leq 17$	$18 \div 27$	$> 27$

**Tabella 6.4.6.2:** indicatori della qualità dell'aria per il  $\text{PM}_{2.5}$

#### 6.4.7 Cadmio (Cd), Arsenico (As) e Nichel (Ni) nella frazione di PM<sub>10</sub>

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Cd (ng/Nm <sup>3</sup> )	As (ng/Nm <sup>3</sup> )	Ni (ng/Nm <sup>3</sup> )
A4	24.02.2012	09.03.2012	<5.0	<5.0	<5.0
A1	13.03.2012	27.03.2012	<5.0	<5.0	<5.0
A3	29.03.2012	12.04.2012	<5.0	<5.0	<5.0

**Tabella 6.4.7.1:** tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione di PM<sub>10</sub>, calcolati come media sul periodo di campionamento

I tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolati come media sui singoli periodi di campionamento, sono estremamente bassi e al di sotto del limite della rilevabilità strumentale, e, comunque, sono sempre inferiori ai rispettivi valori obiettivo annuali imposti dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

#### 6.4.8 Ammoniac (NH<sub>3</sub>) con campionatori passivi RADIELLO®

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	NH <sub>3</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
A4	24.02.2012	02.03.2012	5.4
A4	02.03.2012	09.03.2012	8.4
A1	13.03.2012	27.03.2012	16.2
A3	29.03.2012	06.04.2012	16.7
A3	06.04.2012	12.04.2012	15.6

**Tabella 6.4.8.1:** tenori di NH<sub>3</sub> calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo

I tenori di NH<sub>3</sub><sup>1</sup>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-TWA<sup>2</sup> di 17 mg/m<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Si precisa che la predetta valutazione è da ritenersi puramente indicativa, in quanto la valutazione dello stato di salubrità dell'aria attraverso i TLV si applica esclusivamente agli ambienti confinati di lavoro.

<sup>1</sup> AMMONIA (NH<sub>3</sub>)  
EXPOSURE LIMITS

- ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 25 ppm / 17 mg/Nm<sup>3</sup> as TWA; 35 ppm / 24 mg/Nm<sup>3</sup> as STEL;
- NIOSH Recommended Exposure Limit (REL): 25 ppm / 18 mg/Nm<sup>3</sup> as TWA; 35 ppm / 27 mg/Nm<sup>3</sup> as STEL
- NIOSH Immediately Dangerous to Life or Health Concentration (IDLH): 300 ppm / 228 mg/Nm<sup>3</sup>

fonte: UNITED STATES DEPARTMENT of LABOR, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (<http://osha.gov>)

<sup>2</sup> I TLV, ovvero "valori limite di soglia", sono le concentrazioni ambientali delle sostanze chimiche aerodisperse al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa rimanere esposta ripetutamente giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza nessun effetto negativo per la salute. I loro valori limite sono espressi solitamente in parti per milioni (ppm), e vengono aggiornati nel tempo, con l'avanzare della ricerca scientifica nel settore dell'igiene del lavoro.  
Ne esistono 3 varianti.

- TLV-TWA (*time-weighted average*): esprime la concentrazione limite, calcolata come media ponderata nel tempo (8 ore / 40 ore settimanali), alla quale tutti i lavoratori possono essere esposti, giorno dopo giorno, senza effetti avversi per la salute per la vita lavorativa.
- TLV-STEL (*short-term exposure limit*): esprime il valore Massimo consentito per esposizioni brevi (non oltre i 15 minuti) ed occasionali (non oltre 4 esposizioni nelle 24 ore, intervallate almeno da un'ora di distanza l'una dall'altra).
- TLV-C (*ceiling*): esprime la concentrazione che non deve essere superata durante qualsiasi momento dell'esposizione lavorativa.

fonte: ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists "TLVs and BEIs. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. Biological Exposure Indices", Cincinnati" (OHIO), 1999.

#### 6.4.9 Acido Cloridrico (HCl) ed Acido Fluoridrico (HF) con campionatori passivi RADIELLO®

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	HCl ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	HF ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )
A4	24.02.2012	02.03.2012	3.9	3.0
A4	02.03.2012	09.03.2012	3.2	2.2
A1	13.03.2012	27.03.2012	1.5	1.9
A3	29.03.2012	06.04.2012	1.5	2.2
A3	06.04.2012	12.04.2012	1.4	1.6

**Tabella 6.4.9.1:** tenori di HCl ed HF calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo

I tenori di HCl<sup>1</sup>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-C<sup>2</sup> di 7 mg/m<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH. I tenori di HF<sup>3</sup>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-C di 2.6 mg/m<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH. Si precisa che la predetta valutazione è da ritenersi puramente indicativa, in quanto la valutazione dello stato di salubrità dell'aria attraverso i TLV si applica esclusivamente agli ambienti confinati di lavoro.

<sup>1</sup> HYDROGEN CHLORIDE (HCl)

##### EXPOSURE LIMITS

- ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 5 ppm / 7 mg/Nm<sup>3</sup> as ceiling
  - NIOSH Recommended Exposure Limit (REL): 5 ppm / 7 mg/Nm<sup>3</sup> as ceiling
- fonte: UNITED STATES DEPARTMENT of LABOR, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (<http://osha.gov>)

<sup>2</sup> I TLV, ovvero "valori limite di soglia", sono le concentrazioni ambientali delle sostanze chimiche aerodisperse al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa rimanere esposta ripetutamente giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza nessun effetto negativo per la salute. I loro valori limite sono espressi solitamente in parti per milioni (ppm), e vengono aggiornati nel tempo, con l'avanzare della ricerca scientifica nel settore dell'igiene del lavoro.

Ne esistono 3 varianti.

- TLV-TWA (*time-weighted average*): esprime la concentrazione limite, calcolata come media ponderata nel tempo (8 ore / 40 ore settimanali), alla quale tutti i lavoratori possono essere esposti, giorno dopo giorno, senza effetti avversi per la salute per la vita lavorativa.
- TLV-STEL (*short-term exposure limit*): esprime il valore Massimo consentito per esposizioni brevi (non oltre i 15 minuti) ed occasionali (non oltre 4 esposizioni nelle 24 ore, intervallate almeno da un'ora di distanza l'una dall'altra).
- TLV-C (*ceiling*): esprime la concentrazione che non deve essere superata durante qualsiasi momento dell'esposizione lavorativa.

fonte: ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists "TLVs and BEIs. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. Biological Exposure Indices", Cincinnati (OHIO), 1999.

<sup>3</sup> HYDROGEN FLUORIDE (HF)

##### EXPOSURE LIMITS

- ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 3 ppm / 2.6 mg/Nm<sup>3</sup> as ceiling
  - NIOSH Recommended Exposure Limit (REL): 3 ppm / 2.5 mg/Nm<sup>3</sup> TWA; 6 ppm / 5 mg/Nm<sup>3</sup> as STEL;
- fonte: UNITED STATES DEPARTMENT of LABOR, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (<http://osha.gov>)

## 6.5 Valutazione dei dati della campagna ESTATE 2012 (26 giugno ÷ 22 agosto 2012)

### 6.5.1 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore limite	
						orario di µg/Nm <sup>3</sup>	350 giornaliero di 125 µg/Nm <sup>3</sup>
A4	26.06.2012	14.07.2012	0.40	1.35	2.50	-	-
A1	20.07.2012	03.08.2012	0.10	0.12	1.00	-	-
A3	08.08.2012	22.08.2012	0.10	0.56	2.00	-	-

Tabella 6.5.1.1: dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>

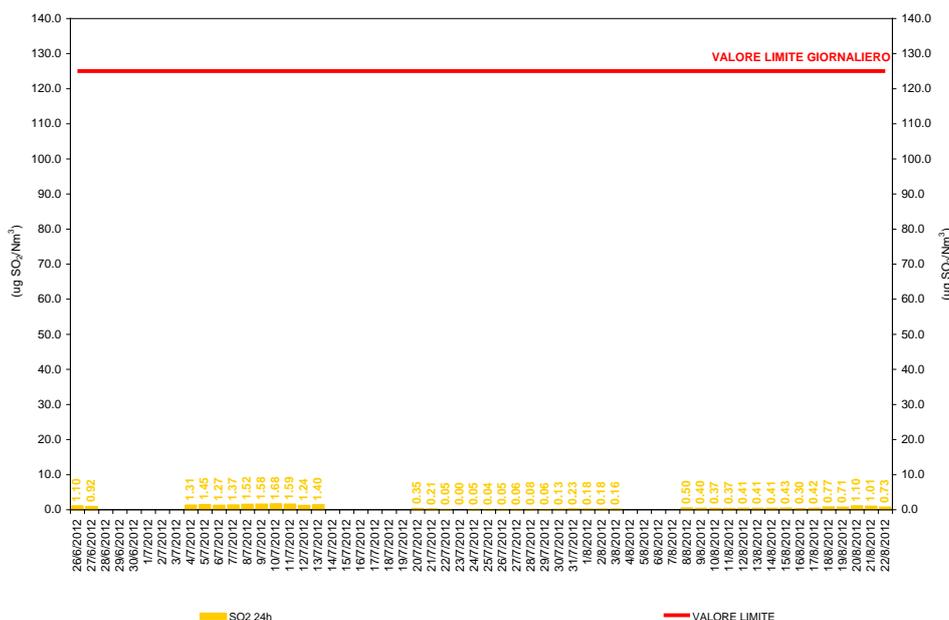


Figura 6.5.1.1: andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>

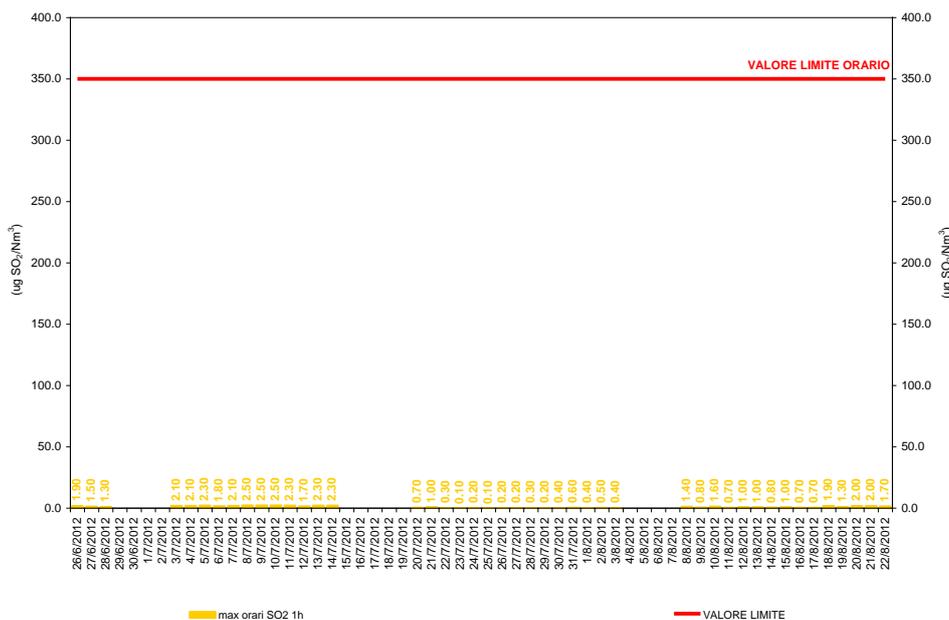


Figura 6.5.1.2: andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>

Le concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub> sono estremamente basse, ampiamente al di sotto del limite di legge. Nel confronto con i valori limite, le concentrazioni di SO<sub>2</sub> non hanno mai superato la soglia di allarme e né i valori limite per la protezione della salute umana, sia quello orario, sia quello sulle 24 ore. Infine, per l'SO<sub>2</sub> lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante la campagna ESTATE 2012 e descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è sempre "buono" per tutto il periodo di osservazione.

Agenti inquinanti	BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) media 24h	≤75	76÷125	>125
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) max media 1h	≤125	126÷350	>350

**Tabella 6.5.1.2:** indicatori della qualità dell'aria per l'SO<sub>2</sub>

Mese	Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato	domenica
giugno	A4	26.06.2012	14.07.2012	<del>25</del>	<del>26</del>	<del>27</del>	<del>28</del>	<del>29</del>	<del>30</del>	<del>01</del>
				02	03	04	05	06	07	08
luglio	A1	20.07.2012	03.08.2012	09	10	11	12	13	14	15
				<del>16</del>	<del>17</del>	<del>18</del>	<del>19</del>	<del>20</del>	<del>21</del>	<del>22</del>
				23	24	25	26	27	28	29
agosto	A3	08.08.2012	22.08.2012	30	31	01	02	03	04	05
				<del>06</del>	<del>07</del>	<del>08</del>	<del>09</del>	<del>10</del>	<del>11</del>	<del>12</del>
				13	14	15	16	17	18	19
				20	21	22	23	24	25	26

**Tabella 6.5.1.3:** indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per la media 24h di SO<sub>2</sub>

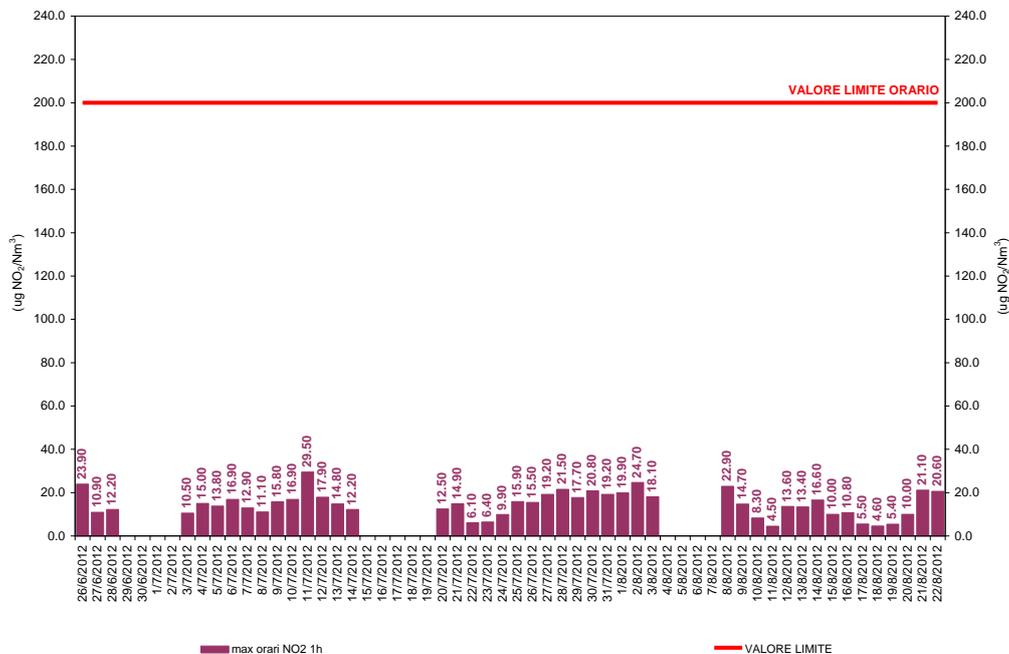
Mese	Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato	domenica
giugno	A4	26.06.2012	14.07.2012	<del>25</del>	<del>26</del>	<del>27</del>	<del>28</del>	<del>29</del>	<del>30</del>	<del>01</del>
				02	03	04	05	06	07	08
luglio	A1	20.07.2012	03.08.2012	09	10	11	12	13	14	15
				<del>16</del>	<del>17</del>	<del>18</del>	<del>19</del>	<del>20</del>	<del>21</del>	<del>22</del>
				23	24	25	26	27	28	29
agosto	A3	08.08.2012	22.08.2012	30	31	01	02	03	04	05
				<del>06</del>	<del>07</del>	<del>08</del>	<del>09</del>	<del>10</del>	<del>11</del>	<del>12</del>
				13	14	15	16	17	18	19
				20	21	22	23	24	25	26

**Tabella 6.5.1.4:** indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per il massimo giornaliero della media 1h dell'SO<sub>2</sub>

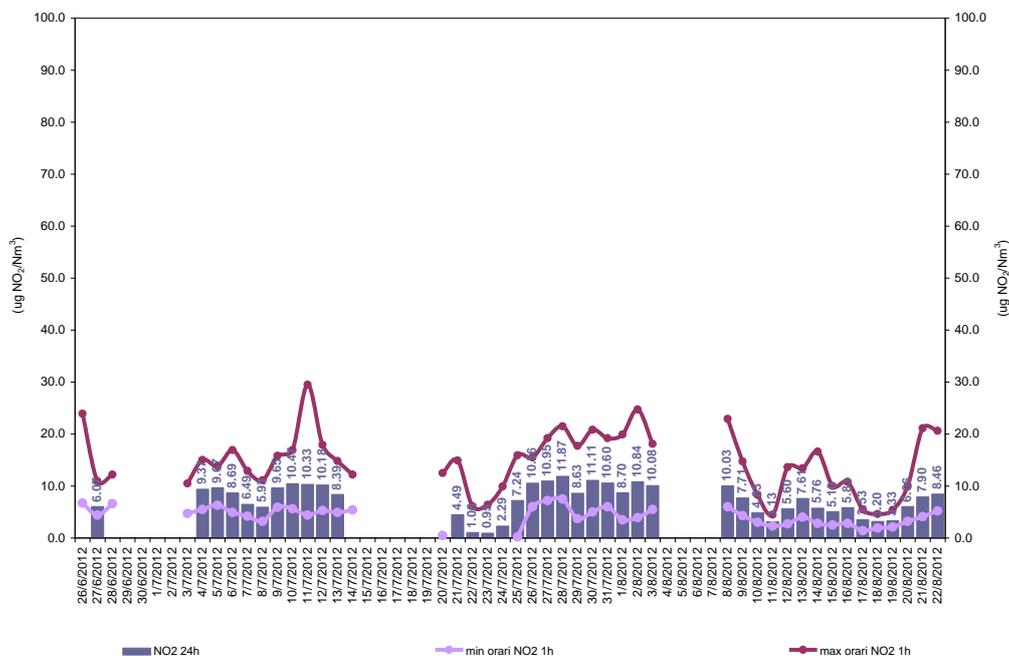
### 6.5.2 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore limite orario di 200 µg/Nm <sup>3</sup>
A4	26.06.2012	14.07.2012	3.20	8.71	29.50	-
A1	20.07.2012	03.08.2012	0.10	8.29	24.70	-
A3	08.08.2012	22.08.2012	1.40	5.88	22.90	-

**Tabella 6.5.2.1:** dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>



**Figura 6.5.2.1:** andamento del massimo giornaliero delle medie orarie delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>



**Figura 6.5.2.2:** massimo e minimo giornaliero e media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>

Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>, le indagini effettuate mostrano assenza di episodi acuti per superamento della soglia di allarme (superamento per 3 ore consecutive del valore di 400 µg/Nm<sup>3</sup>);

inoltre, dall'andamento del massimo giornaliero delle medie orarie, si evince che le concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> sono ampiamente al di sotto del valore limite orario di 200 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente.

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 7.54 µg/Nm<sup>3</sup>, ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 40 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Dal confronto dei dati medi giornalieri di NO<sub>2</sub> registrati nella campagna ESTATE 2012 e nelle stazioni della rete regionale della qualità dell'aria, emerge che i livelli di concentrazioni del massimo giornaliero della media oraria osservati nelle postazioni A1, A3 ed A4 sono superiori a quelli registrati nella stazione fissa di VASTOGIRARDI e, comunque, inferiori ai livelli di concentrazione osservati nelle stazioni V.FO1 e V.FO2 di VENAFRO e IS1 di ISERNIA..

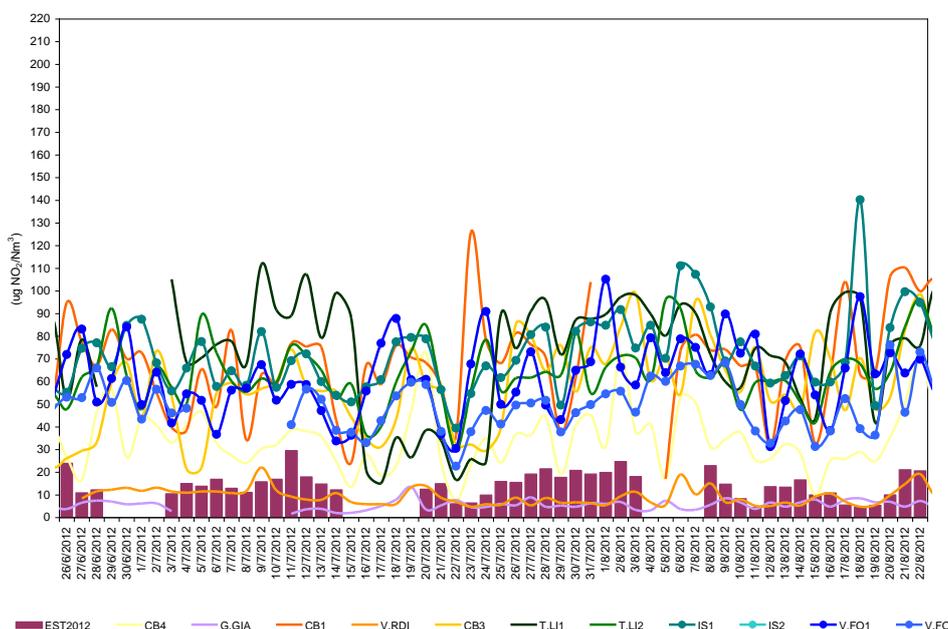


Figura 6.5.2.3: confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> (ESTATE 2012 vs. Rete Regionale QA)

Agenti inquinanti	BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE
Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) max media 1h	≤140	141÷200	>200

Tabella 6.5.2.2: indicatori della qualità dell'aria per l'NO<sub>2</sub>

Mese	Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato	domenica
giugno	A4	26.06.2012	14.07.2012	25	26	27	28	29	30	01
				02	03	04	05	06	07	08
luglio	A1	20.07.2012	03.08.2012	09	10	11	12	13	14	15
				16	17	18	19	20	21	22
agosto	A3	08.08.2012	22.08.2012	23	24	25	26	27	28	29
				30	31	01	02	03	04	05
agosto	A3	08.08.2012	22.08.2012	06	07	08	09	10	11	12
				13	14	15	16	17	18	19
agosto	A3	08.08.2012	22.08.2012	20	21	22	23	24	25	26

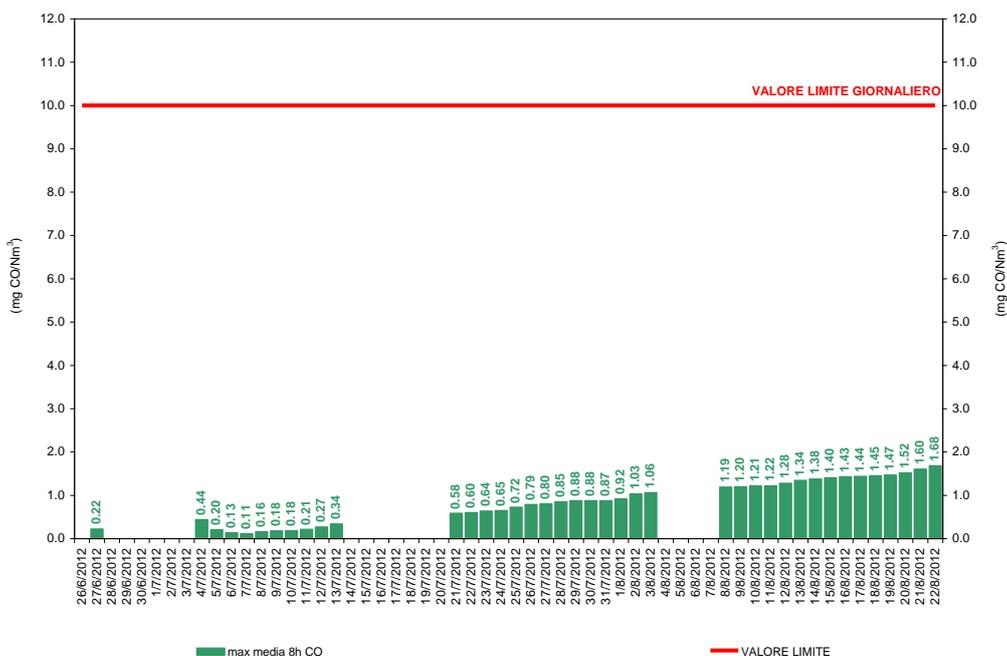
Tabella 6.5.2.3: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per il massimo giornaliero della media 1h dell'NO<sub>2</sub>

Infine, per l'NO<sub>2</sub> lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante la campagna ESTATE 2012 e descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è sempre "buono" per tutto il periodo di osservazione.

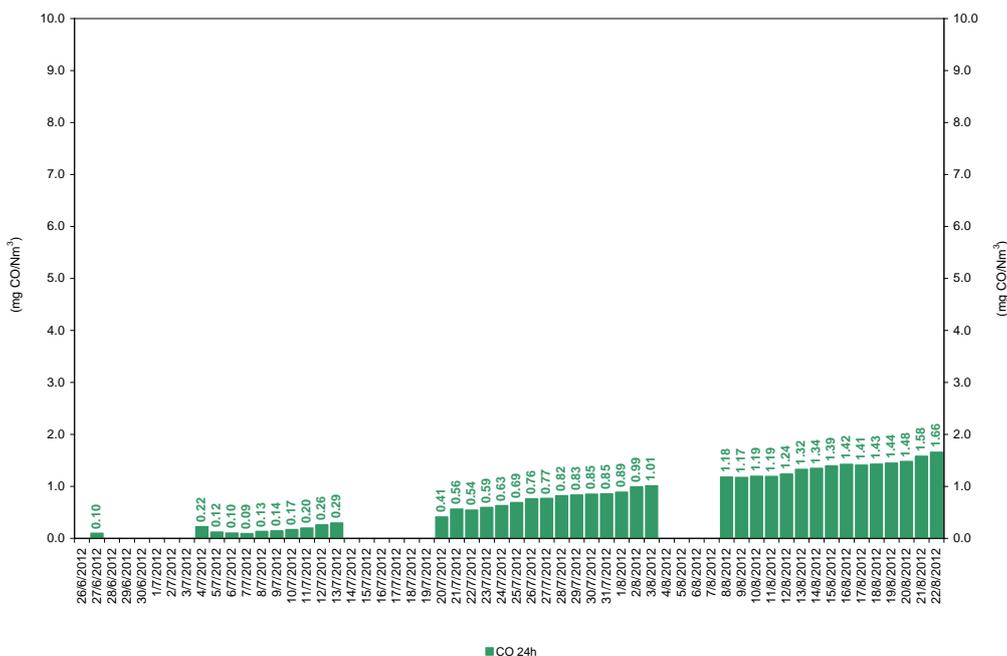
### 6.5.3 Monossido di carbonio (CO)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Media ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Max ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	N. superamenti del valore giornaliero di 10 $\text{mg}/\text{Nm}^3$
A4	26.06.2012	14.07.2012	0.01	0.18	0.68	-
A1	20.07.2012	03.08.2012	0.10	0.75	1.09	-
A3	08.08.2012	22.08.2012	1.10	1.36	1.71	-

**Tabella 6.5.3.1:** dati riepilogativi per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di CO



**Figura 6.5.3.1:** andamento del massimo giornaliero delle medie mobili di 8h delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO



**Figura 6.5.3.2:** andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di CO

Le indagini effettuate mostrano che i massimi giornalieri delle medie mobili di 8h del CO sono ampiamente al di sotto del valore limite giornaliero di 10 mg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente.

Infine, per il CO lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante la campagna ESTATE 2012 e descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è sempre "buono" per tutto il periodo di osservazione.

Agenti inquinanti	BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE
Ossido di carbonio (CO) (mg/Nm <sup>3</sup> ) media 8h	≤7	8÷10	>10

**Tabella 6.5.3.2:** indicatori della qualità dell'aria per il CO

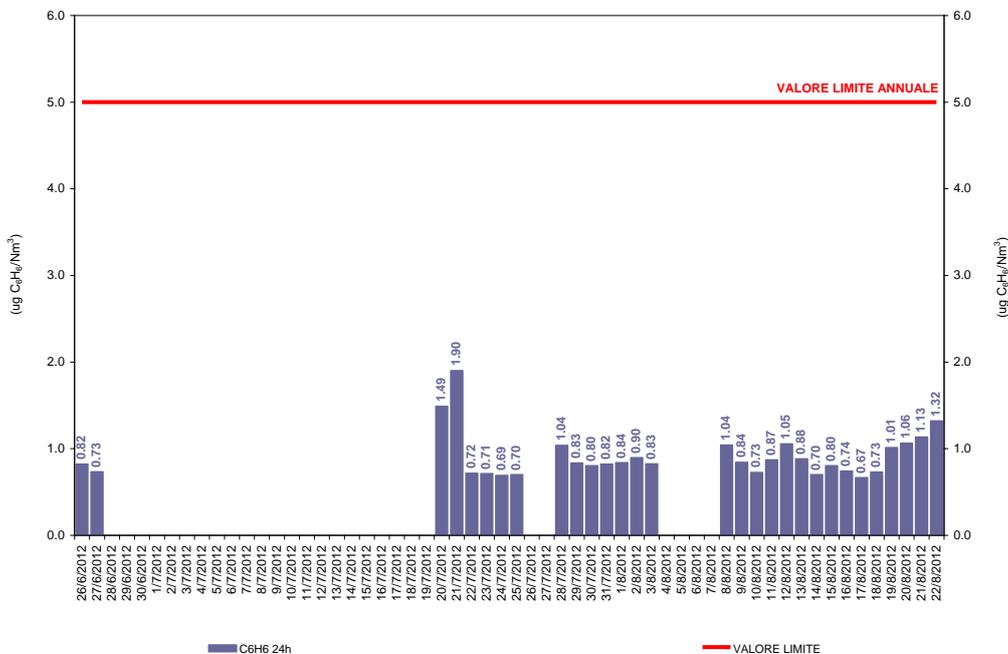
Mese	Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato	domenica
giugno	A4	26.06.2012	14.07.2012	<del>25</del>	<del>26</del>	27	28	29	30	01
				02	03	04	05	06	07	08
luglio	A1	20.07.2012	03.08.2012	09	10	11	12	13	14	15
				<del>16</del>	<del>17</del>	<del>18</del>	<del>19</del>	20	21	22
				23	24	25	26	27	28	29
				30	31					
agosto	A3	08.08.2012	22.08.2012			01	02	03	04	05
				<del>06</del>	<del>07</del>	08	09	10	11	12
				13	14	15	16	17	18	19
				20	21	22	23	24	25	26

**Tabella 6.5.3.3:** indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per il massimo giornaliero della media 1h della CO

### 6.5.4 Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )
A4	26.06.2012	14.07.2012	0.60	0.93	2.10
A1	20.07.2012	03.08.2012	0.50	0.94	3.30
A3	08.08.2012	22.08.2012	0.10	0.91	1.90

**Tabella 6.5.4.1:** dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>



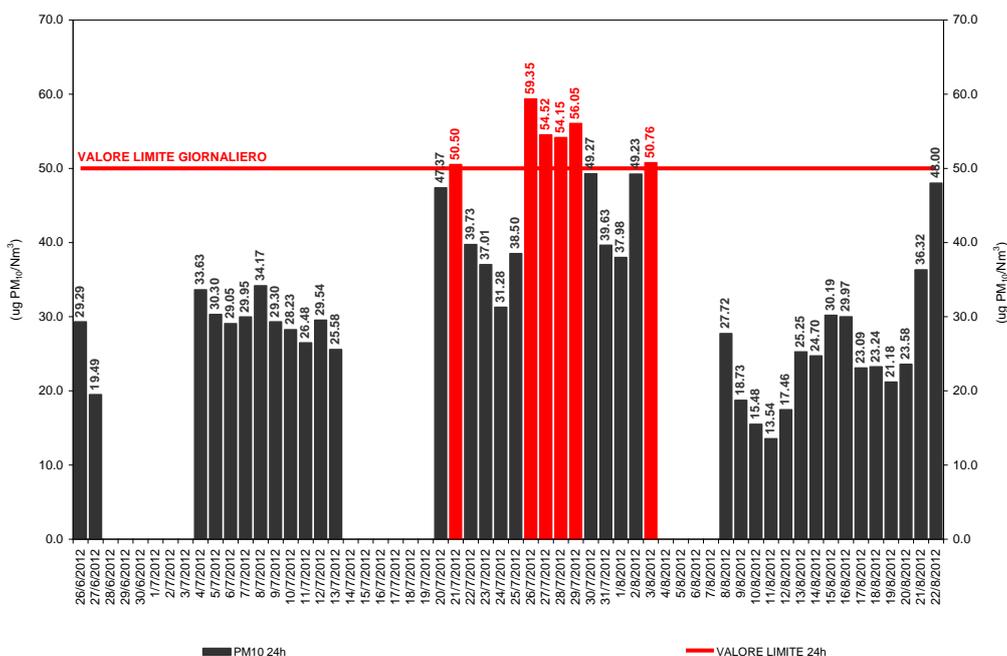
**Figura 6.5.4.1:** andamento delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 0.93 µg/Nm<sup>3</sup>, ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 5 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

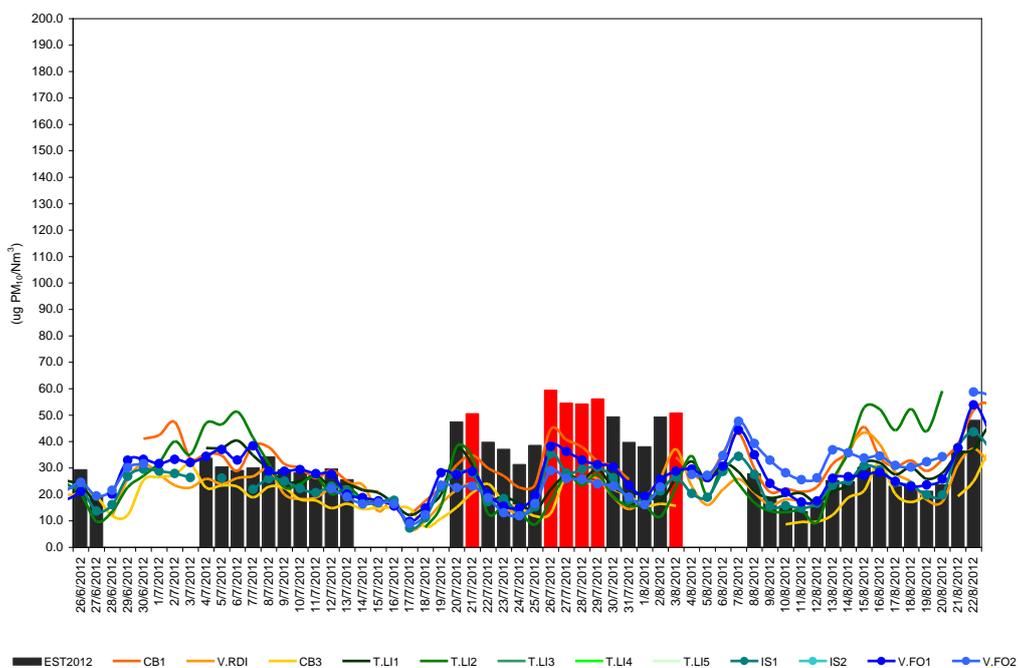
### 6.5.5 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )	N. superamenti del valore giornaliero di 50 µg/Nm <sup>3</sup>
A4	26.06.2012	14.07.2012	19.49	28.75	34.17	-
A1	20.07.2012	03.08.2012	31.28	46.35	59.35	6
A3	08.08.2012	22.08.2012	13.54	25.23	48.00	-

**Tabella 6.5.5.1:** dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>



**Figura 6.5.5.1:** andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>



**Figura 6.5.5.2:** confronto delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> (ESTATE 2012 vs. Rete Regionale QA)

Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>, le indagini effettuate mostrano che si sono verificati 6 superamenti del valore limite giornaliero di PM<sub>10</sub> su complessivi 49 giorni di osservazioni.

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Numero progressivo superamento	Data	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
A4	26.06.2012	14.07.2012	-	-	-
			1	21.07.2012	50.50
			2	26.07.2012	59.35
A1	20.07.2012	03.08.2012	3	27.07.2012	54.52
			4	28.07.2012	54.15
			5	29.07.2012	55.05
			6	03.08.2012	50.76
A3	08.08.2012	22.08.2012	-	-	-

**Tabella 6.5.5.2:** riepilogo del numero di superamenti di PM<sub>10</sub>

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 33.78 µg/Nm<sup>3</sup>, ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 40 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Dal confronto dei dati medi giornalieri di PM<sub>10</sub> registrati nella campagna ESTATE 2012 e nelle stazioni della rete regionale della qualità dell'aria, emerge che i livelli di concentrazioni osservati nelle postazioni A1, A3 ed A4 sono allineati con quelli registrati nelle stazioni fisse della rete di monitoraggio; in particolare, i valori misurati nelle postazioni sono superiori a quelli registrati nella stazione fissa di VASTOGIRARDI, e, comunque, confrontabili con quelli registrati dalla stazione fissa di IS1 di ISERNIA e V.FO1 e V.FO2 di VENAFRO durante le campagne A4 ed A3, e superiori durante la campagna A1.

Inoltre, per il PM<sub>10</sub> lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante la campagna ESTATE 2012 e descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è generalmente sostenibile; in particolare, per tutto il periodo di osservazione:

- relativamente alla media 24h, considerato che per 7 giorni (pari al 14.29% del periodo di osservazione) la media 24h del PM<sub>10</sub> è stata invalidata per insufficienza di dati orari, la frequenza della classe di giudizio "buono" è 57.14%, mentre quella della classe di giudizio "accettabile" è 16.33%;
- relativamente alla media periodo, è "accettabile".

Agenti inquinanti	BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE
Polveri fini (PM <sub>10</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) media 24h	≤35	36÷50	>50
Polveri fini (PM <sub>10</sub> ) superamenti annuali media 24h	≤35	-	>35
Polveri fini (PM <sub>10</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) media annuale	≤28	29÷40	>40

**Tabella 6.5.5.3:** indicatori della qualità dell'aria per il PM<sub>10</sub>

Mese	Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato	domenica
giugno	A4	26.06.2012	14.07.2012	25	26	27	28	29	30	01
				02	03	04	05	06	07	08
luglio	A1	20.07.2012	03.08.2012	09	10	11	12	13	14	15
				16	17	18	19	20	21	22
				23	24	25	26	27	28	29
				30	31					
agosto	A3	08.08.2012	22.08.2012	01	02	03	04	05		
				06	07	08	09	10	11	12
				13	14	15	16	17	18	19
				20	21	22	23	24	25	26

**Tabella 6.5.5.4:** indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per la media 24h di PM<sub>10</sub>

Infine, dal confronto delle concentrazioni medie giornaliere dell'inquinante particolato con l'intensità del vento, si evince che l'andamento dei livelli giornalieri di PM<sub>10</sub> è anticorrelato con la media giornaliera della

velocità del vento (VV); inoltre, gli incrementi di PM<sub>10</sub> sono sicuramente riconducibili alla contemporaneità di venti deboli, generalmente sotto i 3.0 m/s.

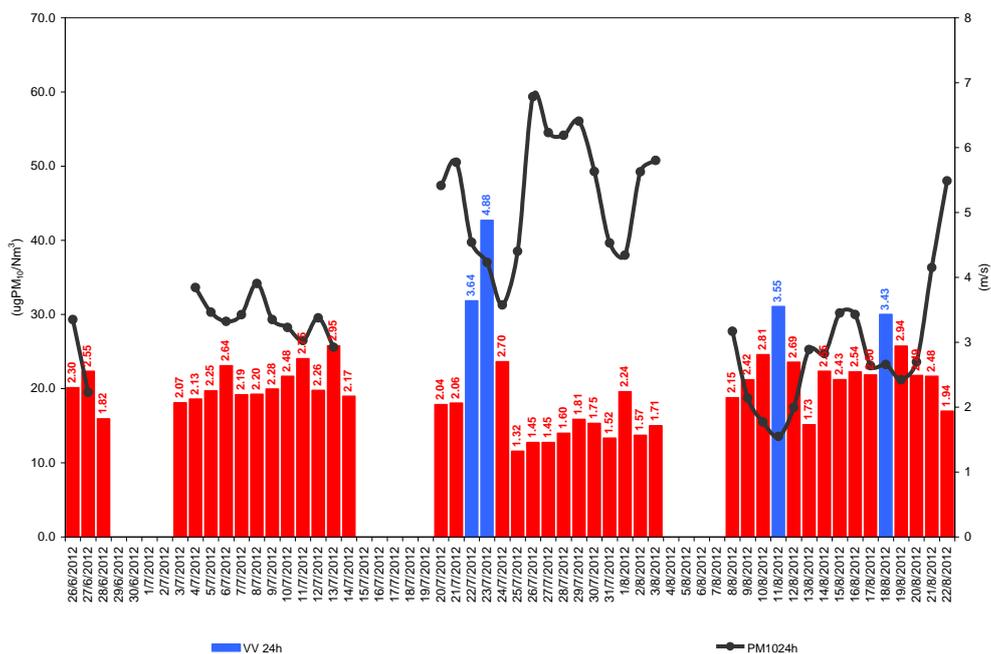
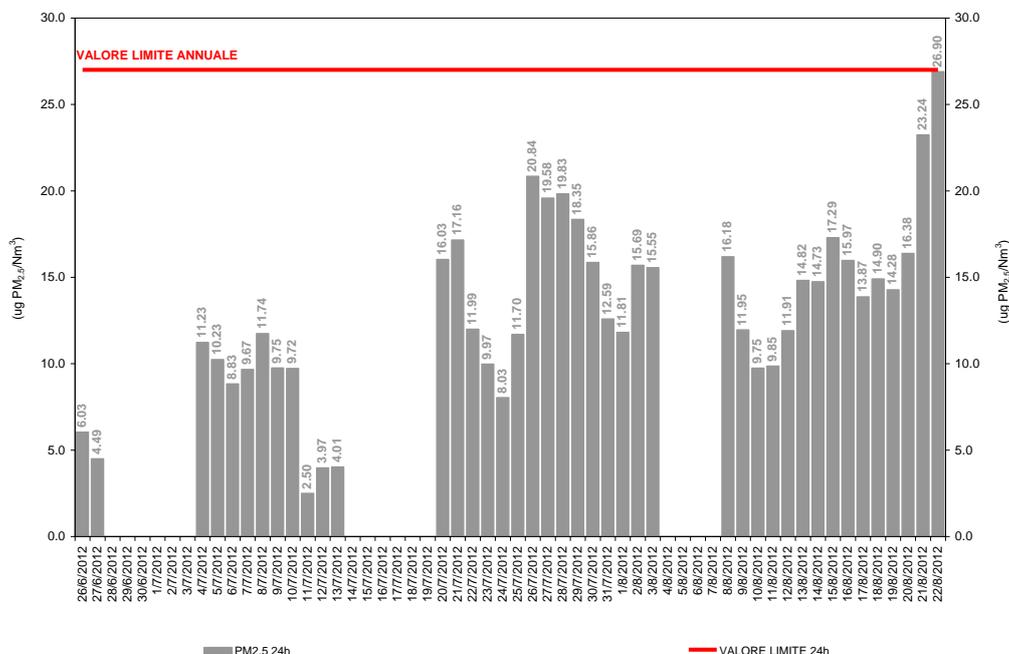


Figura 6.5.5.3: confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM<sub>10</sub> vs. VV

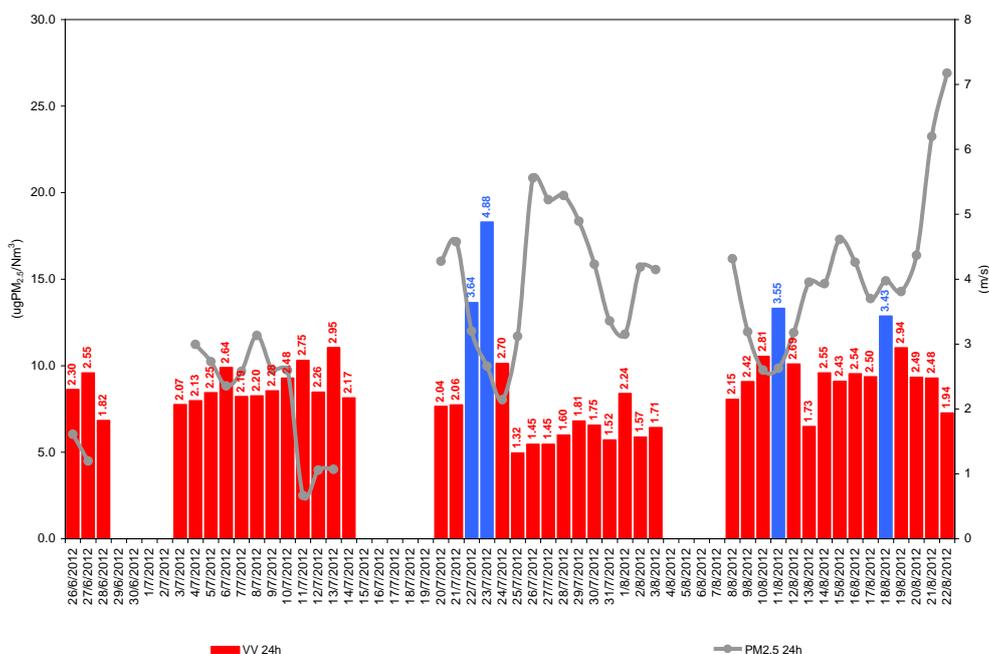
### 6.5.6 Materiale particolato con diametro < 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>)

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Min (µg/Nm <sup>3</sup> )	Media (µg/Nm <sup>3</sup> )	Max (µg/Nm <sup>3</sup> )
A4	26.06.2012	14.07.2012	2.50	7.68	11.74
A1	20.07.2012	03.08.2012	8.03	15.00	20.84
A3	08.08.2012	22.08.2012	9.75	15.47	26.90

**Tabella 6.5.6.1:** dati riepilogativi delle medie giornaliere delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub>



**Figura 6.5.6.1:** andamento della media giornaliera delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub>



**Figura 6.5.6.2:** confronto delle concentrazioni medie giornaliere: PM<sub>10</sub> vs. VV

Il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub> dell'intero periodo è risultato pari a 13.07 µg/Nm<sup>3</sup>, ampiamente al di sotto del valore limite annuale per il 2012 di 27 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla

normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Infine, dal confronto delle concentrazioni medie giornaliere dell'inquinante particolato con l'intensità del vento, si evince che l'andamento dei livelli giornalieri di  $PM_{2.5}$  è anticorrelato con la media giornaliera della velocità del vento (VV); inoltre, gli incrementi di  $PM_{2.5}$  sono sicuramente riconducibili alla contemporaneità di venti deboli, generalmente sotto i 3.0 m/s.

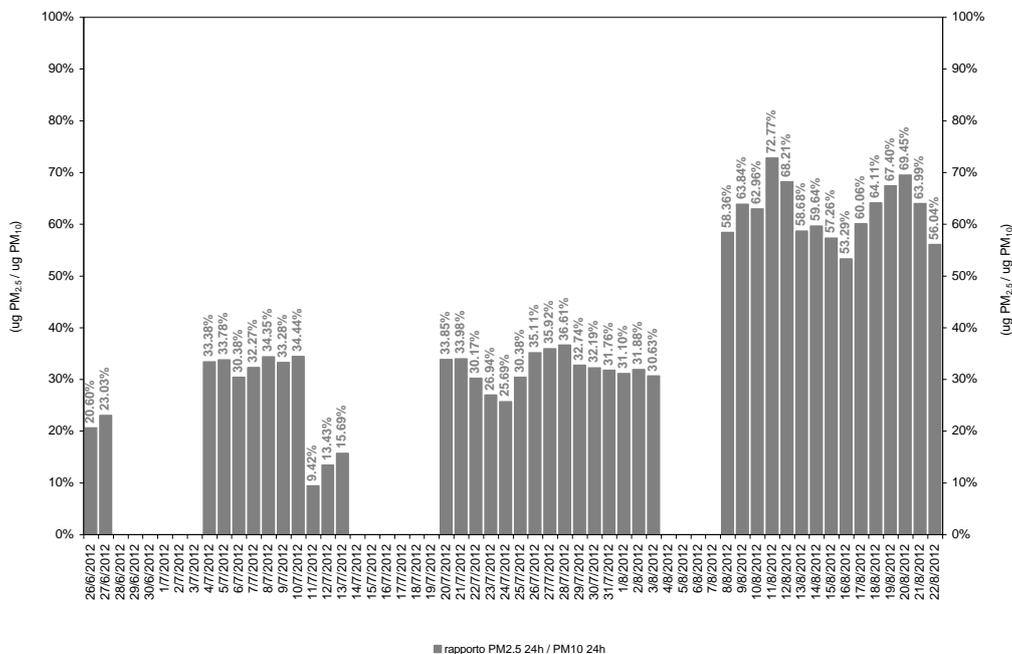


Figura 6.5.6.3: rapporto della media giornaliera omologhe delle concentrazioni nell'aria ambiente di  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$

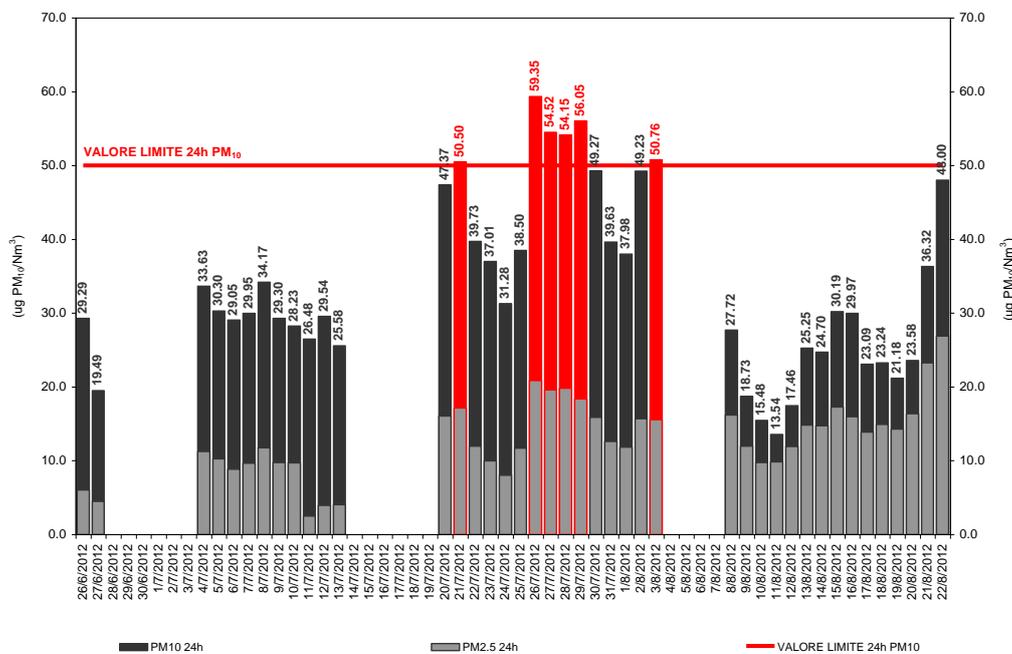


Figura 6.5.6.4: confronto delle concentrazioni medie giornaliere:  $PM_{2.5}$  vs.  $PM_{10}$

Durante l'intero periodo di monitoraggio, si è osservato un valore medio del rapporto delle concentrazioni medie giornaliere omologhe di  $PM_{10}$  e  $PM_{2.5}$  pari a 0.41; pertanto, essendo detto rapporto uno strumento qualitativo per valutare quanto pesa la componente più fine rispetto al totale (nelle  $PM_{10}$  sono contenute

tutte le polveri con diametro inferiore a  $10\mu\text{m}$  e quindi anche le  $\text{PM}_{2.5}$ , si può osservare che, mediamente, il contributo delle PM inalabili più grossolane (con diametro superiore a  $2.5\mu\text{m}$ ) è gravemente preponderante.

Infine, per il  $\text{PM}_{2.5}$  lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante la campagna ESTATE 2012 e descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è generalmente "buono" per tutto il periodo di osservazione.

Agenti inquinanti	BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE
Polveri fini ( $\text{PM}_{2.5}$ ) ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ) media annuale	$\leq 17$	18÷27	>27

**Tabella 6.5.6.2:** indicatori della qualità dell'aria per il  $\text{PM}_{2.5}$

### 6.5.7 Cadmio (Cd), Arsenico (As) e Nichel (Ni) nella frazione di PM<sub>10</sub>

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Cd (ng/Nm <sup>3</sup> )	As (ng/Nm <sup>3</sup> )	Ni (ng/Nm <sup>3</sup> )
A4	26.06.2012	14.07.2012	<5.0	<5.0	<5.0
A1	20.07.2012	03.08.2012	<5.0	<5.0	<5.0
A3	08.08.2012	22.08.2012	<5.0	<5.0	<5.0

**Tabella 6.5.7.1:** tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione di PM<sub>10</sub>, calcolati come media sul periodo di campionamento

I tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolati come media sui singoli periodi di campionamento, sono estremamente bassi e al di sotto del limite della rilevabilità strumentale, e, comunque, sono sempre inferiori ai rispettivi valori obiettivo annuali imposti dalla normativa vigente. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

### 6.5.8 Ammoniaca (NH<sub>3</sub>) con campionatori passivi RADIELLO®

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	NH <sub>3</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
A4	26.06.2012	14.07.2012	20.32
A1	20.07.2012	03.08.2012	34.94
A3	08.08.2012	22.08.2012	15.86

**Tabella 6.5.8.1:** tenori di NH<sub>3</sub> calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo

I tenori di NH<sub>3</sub><sup>1</sup>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-TWA<sup>2</sup> di 17 mg/m<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Si precisa che la predetta valutazione è da ritenersi puramente indicativa, in quanto la valutazione dello stato di salubrità dell'aria attraverso i TLV si applica esclusivamente agli ambienti confinati di lavoro.

<sup>1</sup> AMMONIA (NH<sub>3</sub>)  
EXPOSURE LIMITS

- ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 25 ppm / 17 mg/Nm<sup>3</sup> as TWA; 35 ppm / 24 mg/Nm<sup>3</sup> as STEL;
- NIOSH Recommended Exposure Limit (REL): 25 ppm / 18 mg/Nm<sup>3</sup> as TWA; 35 ppm / 27 mg/Nm<sup>3</sup> as STEL
- NIOSH Immediately Dangerous to Life or Health Concentration (IDLH): 300 ppm / 228 mg/Nm<sup>3</sup>

fonte: UNITED STATES DEPARTMENT of LABOR, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (<http://osha.gov>)

<sup>2</sup> I TLV, ovvero "valori limite di soglia", sono le concentrazioni ambientali delle sostanze chimiche aerodisperse al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa rimanere esposta ripetutamente giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza nessun effetto negativo per la salute. I loro valori limite sono espressi solitamente in parti per milioni (ppm), e vengono aggiornati nel tempo, con l'avanzare della ricerca scientifica nel settore dell'igiene del lavoro.

Ne esistono 3 varianti.

- TLV-TWA (*time-weighted average*): esprime la concentrazione limite, calcolata come media ponderata nel tempo (8 ore / 40 ore settimanali), alla quale tutti i lavoratori possono essere esposti, giorno dopo giorno, senza effetti avversi per la salute per la vita lavorativa.
- TLV-STEL (*short-term exposure limit*): esprime il valore Massimo consentito per esposizioni brevi (non oltre i 15 minuti) ed occasionali (non oltre 4 esposizioni nelle 24 ore, intervallate almeno da un'ora di distanza l'una dall'altra).
- TLV-C (*ceiling*): esprime la concentrazione che non deve essere superata durante qualsiasi momento dell'esposizione lavorativa.

fonte: ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists "TLVs and BEIs. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. Biological Exposure Indices", Cincinnati (OHIO), 1999.

### 6.5.9 Acido Cloridrico (HCl) ed Acido Fluoridrico (HF) con campionatori passivi RADIELLO®

Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	HCl ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	HF ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )
A4	26.06.2012	14.07.2012	3.4	6.0
A1	20.07.2012	03.08.2012	1.4	3.0
A3	08.08.2012	22.08.2012	1.5	3.1

**Tabella 6.5.9.1:** tenori di HCl ed HF calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore passivo

I tenori di HCl<sup>1</sup>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-C<sup>2</sup> di 7 mg/m<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH. I tenori di HF<sup>3</sup>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-C di 2.6 mg/m<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH. Si precisa che la predetta valutazione è da ritenersi puramente indicativa, in quanto la valutazione dello stato di salubrità dell'aria attraverso i TLV si applica esclusivamente agli ambienti confinati di lavoro.

<sup>1</sup> HYDROGEN CHLORIDE (HCl)

#### EXPOSURE LIMITS

- ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 5 ppm / 7 mg/Nm<sup>3</sup> as ceiling
  - NIOSH Recommended Exposure Limit (REL): 5 ppm / 7 mg/Nm<sup>3</sup> as ceiling
- fonte: UNITED STATES DEPARTMENT of LABOR, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (<http://osha.gov>)

<sup>2</sup> I TLV, ovvero "valori limite di soglia", sono le concentrazioni ambientali delle sostanze chimiche aerodisperse al di sotto delle quali si ritiene che la maggior parte dei lavoratori possa rimanere esposta ripetutamente giorno dopo giorno, per una vita lavorativa, senza nessun effetto negativo per la salute. I loro valori limite sono espressi solitamente in parti per milioni (ppm), e vengono aggiornati nel tempo, con l'avanzare della ricerca scientifica nel settore dell'igiene del lavoro.

Ne esistono 3 varianti.

- TLV-TWA (*time-weighted average*): esprime la concentrazione limite, calcolata come media ponderata nel tempo (8 ore / 40 ore settimanali), alla quale tutti i lavoratori possono essere esposti, giorno dopo giorno, senza effetti avversi per la salute per la vita lavorativa.
- TLV-STEL (*short-term exposure limit*): esprime il valore Massimo consentito per esposizioni brevi (non oltre i 15 minuti) ed occasionali (non oltre 4 esposizioni nelle 24 ore, intervallate almeno da un'ora di distanza l'una dall'altra).
- TLV-C (*ceiling*): esprime la concentrazione che non deve essere superata durante qualsiasi momento dell'esposizione lavorativa.

fonte: ACGIH - American Conference of Governmental Industrial Hygienists "TLVs and BEIs. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents. Biological Exposure Indices", Cincinnati (OHIO), 1999.

<sup>3</sup> HYDROGEN FLUORIDE (HF)

#### EXPOSURE LIMITS

- ACGIH Threshold Limit Value (TLV): 3 ppm / 2.6 mg/Nm<sup>3</sup> as ceiling
  - NIOSH Recommended Exposure Limit (REL): 3 ppm / 2.5 mg/Nm<sup>3</sup> TWA; 6 ppm / 5 mg/Nm<sup>3</sup> as STEL;
- fonte: UNITED STATES DEPARTMENT of LABOR, Occupational Safety & Health Administration (OSHA) (<http://osha.gov>)

## 7. Valutazione statistica dei trend degli inquinanti

### 7.1 Statistica delle concentrazioni medie orarie

#### 7.1.1 Campagna AUTUNNO 2011 (3 novembre ÷ 28 dicembre 2011)

	Min ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	5° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	25° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	50° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Media ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	75° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	95° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	98° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Max ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )
SO <sub>2</sub>	0.10	0.20	1.40	2.20	2.67	3.60	6.90	7.60	10.50
NO <sub>2</sub>	1.80	3.60	8.00	12.75	14.65	19.30	32.61	39.73	59.90
CO	$0.01 \cdot 10^{-3}$	$0.11 \cdot 10^{-3}$	$0.23 \cdot 10^{-3}$	$0.36 \cdot 10^{-3}$	$0.48 \cdot 10^{-3}$	$0.56 \cdot 10^{-3}$	$1.34 \cdot 10^{-3}$	$1.57 \cdot 10^{-3}$	$2.35 \cdot 10^{-3}$
PM <sub>10</sub>	5.60	10.87	20.13	32.50	39.32	48.05	91.19	126.31	271.20
PM <sub>2.5</sub>	0.20	2.10	5.50	10.35	12.82	16.90	31.18	41.91	93.80
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0.70	1.40	2.20	2.90	2.94	3.60	4.70	5.40	9.40

**Tabella 7.1.1.1:** statistiche per le concentrazioni medie orarie di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

#### 7.1.2 Campagna INVERNO 2011 (24 febbraio ÷ 12 aprile 2012)

	Min ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	5° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	25° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	50° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Media ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	75° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	95° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	98° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Max ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )
SO <sub>2</sub>	0.20	0.40	0.60	1.40	1.42	1.90	2.90	3.50	6.50
NO <sub>2</sub>	2.00	3.06	5.70	8.60	9.76	12.60	20.20	25.08	50.70
CO	$0.22 \cdot 10^{-3}$	$0.30 \cdot 10^{-3}$	$0.42 \cdot 10^{-3}$	$0.52 \cdot 10^{-3}$	$0.51 \cdot 10^{-3}$	$0.60 \cdot 10^{-3}$	$0.72 \cdot 10^{-3}$	$0.78 \cdot 10^{-3}$	$1.08 \cdot 10^{-3}$
PM <sub>10</sub>	4.50	9.60	21.20	34.00	37.86	48.90	80.30	103.28	178.80
PM <sub>2.5</sub>	1.20	3.90	10.20	16.30	17.28	22.80	35.02	42.72	55.40
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0.20	0.74	1.10	1.40	1.58	2.10	2.80	3.20	4.40

**Tabella 7.1.2.1:** statistiche per le concentrazioni medie orarie di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

#### 7.1.3 Campagna ESTATE 2012 (26 giugno ÷ 25 agosto 2012)

	Min ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	5° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	25° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	50° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Media ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	75° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	95° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	98° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Max ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )
SO <sub>2</sub>	0.10	0.10	0.20	0.60	0.75	1.10	2.00	2.30	2.50
NO <sub>2</sub>	0.10	2.10	4.60	7.10	7.54	9.90	14.70	18.54	29.50
CO	$0.01 \cdot 10^{-3}$	$0.09 \cdot 10^{-3}$	$0.26 \cdot 10^{-3}$	$0.80 \cdot 10^{-3}$	$0.79 \cdot 10^{-3}$	$1.22 \cdot 10^{-3}$	$1.53 \cdot 10^{-3}$	$1.63 \cdot 10^{-3}$	$1.71 \cdot 10^{-3}$
PM <sub>10</sub>	10.80	14.55	24.60	30.50	33.49	42.30	59.45	64.18	74.10
PM <sub>2.5</sub>	0.40	2.88	9.10	12.60	12.82	16.40	22.50	26.13	34.20
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0.10	0.60	0.70	0.80	0.93	1.00	1.70	2.14	3.30

**Tabella 7.1.3.1:** statistiche per le concentrazioni medie orarie di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

7.1.4 Dati cumulativi 2° anno (3 novembre 2011 ÷ 25 agosto 2012)

	Min ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	5° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	25° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	50° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Media ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	75° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	95° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	98° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Max ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )
SO <sub>2</sub>	0.10	0.10	0.50	1.30	1.61	2.10	5.00	6.69	10.50
NO <sub>2</sub>	0.10	2.80	5.70	8.80	10.53	13.40	24.30	31.60	59.90
CO	$0.01 \cdot 10^{-3}$	$0.12 \cdot 10^{-3}$	$0.31 \cdot 10^{-3}$	$0.51 \cdot 10^{-3}$	$0.59 \cdot 10^{-3}$	$0.72 \cdot 10^{-3}$	$1.42 \cdot 10^{-3}$	$1.55 \cdot 10^{-3}$	$2.35 \cdot 10^{-3}$
PM <sub>10</sub>	4.50	11.44	22.10	31.70	36.80	46.20	74.50	101.14	271.20
PM <sub>2.5</sub>	0.20	2.90	8.00	13.10	14.31	18.40	30.60	38.86	93.80
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	0.10	0.60	0.85	1.30	1.62	2.20	3.60	4.20	9.40

Tabella 7.1.4.1: statistiche per le concentrazioni medie orarie di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

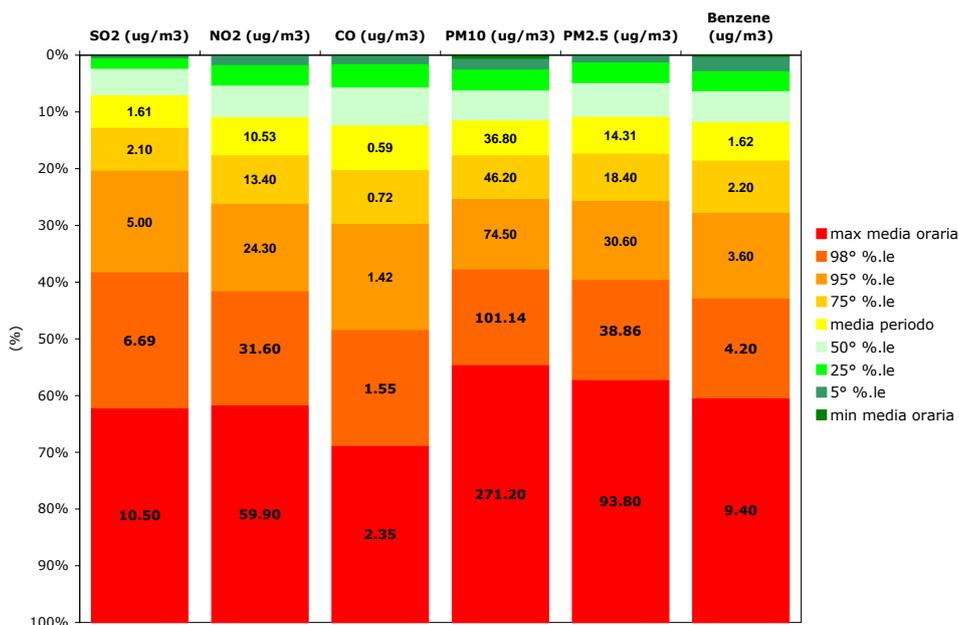


Figura 7.1.4.1: riepilogo delle statistiche per le concentrazioni medie orarie di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

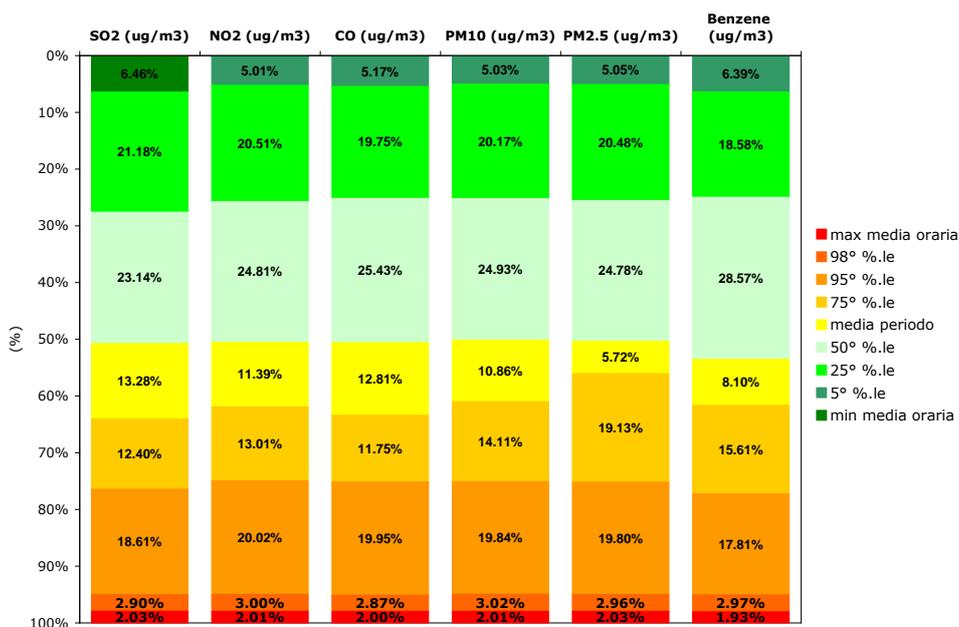


Figura 7.1.4.2: % frequenze cumulative delle concentrazioni medie orarie di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

## 7.2 Statistica delle concentrazioni medie giornaliere

### 7.2.1 Campagna AUTUNNO 2011 (3 novembre ÷ 28 dicembre 2011)

	Min ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	5° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	25° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	50° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Media ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	75° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	95° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	98° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Max ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )
SO <sub>2</sub>	0.02	0.08	0.72	2.08	2.46	3.39	6.48	7.55	8.65
NO <sub>2</sub>	4.12	6.98	11.45	14.42	14.88	19.17	22.31	26.72	28.15
CO	$0.07 \cdot 10^{-3}$	$0.20 \cdot 10^{-3}$	$0.33 \cdot 10^{-3}$	$0.43 \cdot 10^{-3}$	$0.59 \cdot 10^{-3}$	$0.68 \cdot 10^{-3}$	$1.50 \cdot 10^{-3}$	$1.96 \cdot 10^{-3}$	$1.97 \cdot 10^{-3}$
PM <sub>10</sub>	1.16	1.30	1.66	2.18	2.25	2.78	3.74	4.06	4.30
PM <sub>2,5</sub>	11.35	12.83	27.16	34.18	39.83	48.68	76.96	104.77	133.83
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	2.31	2.82	7.21	11.36	12.91	16.91	26.83	30.54	46.47

**Tabella 7.2.1.1:** statistiche per le concentrazioni medie giornaliere SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

### 7.2.2 Campagna INVERNO 2011 (24 febbraio ÷ 12 aprile 2012)

	Min ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	5° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	25° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	50° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Media ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	75° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	95° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	98° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Max ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )
SO <sub>2</sub>	0.38	0.48	0.71	1.54	1.42	1.76	2.53	2.83	3.20
NO <sub>2</sub>	3.17	3.74	7.20	9.67	9.76	12.40	16.36	17.50	19.09
CO	$0.28 \cdot 10^{-3}$	$0.43 \cdot 10^{-3}$	$0.52 \cdot 10^{-3}$	$0.57 \cdot 10^{-3}$	$0.60 \cdot 10^{-3}$	$0.67 \cdot 10^{-3}$	$0.80 \cdot 10^{-3}$	$0.86 \cdot 10^{-3}$	$0.90 \cdot 10^{-3}$
PM <sub>10</sub>	0.83	0.99	1.26	1.44	1.59	1.78	2.55	2.66	2.81
PM <sub>2,5</sub>	8.98	11.48	26.23	37.82	37.86	46.81	66.23	76.95	91.02
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	3.57	5.16	11.48	18.06	17.33	22.14	27.42	35.60	40.48

**Tabella 7.2.2.1:** statistiche per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

### 7.2.3 Campagna ESTATE 2012 (26 giugno ÷ 25 agosto 2012)

	Min ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	5° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	25° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	50° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Media ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	75° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	95° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	98° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Max ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )
SO <sub>2</sub>	0.004	0.05	0.18	0.41	0.63	1.10	1.58	1.60	1.68
NO <sub>2</sub>	0.95	2.23	5.48	7.80	7.32	10.05	10.96	11.28	11.87
CO	$0.11 \cdot 10^{-3}$	$0.16 \cdot 10^{-3}$	0.41	0.87	0.86	1.30	1.52	1.62	1.68
PM <sub>10</sub>	0.67	0.70	0.73	0.83	0.91	1.03	1.41	1.66	1.90
PM <sub>2,5</sub>	13.54	17.52	25.33	30.08	33.78	39.70	54.50	56.64	59.35
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	2.50	4.04	9.78	12.29	13.07	16.02	20.79	23.90	26.90

**Tabella 7.2.3.1:** statistiche per le concentrazioni medie orarie nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

7.2.4 Dati cumulativi 2° anno (3 novembre 2011 ÷ 25 agosto 2012)

	Min ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	5° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	25° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	50° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Media ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	75° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	95° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	98° %ile ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )	Max ( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )
SO <sub>2</sub>	0.00	0.06	0.43	1.29	1.48	1.82	3.97	6.25	8.65
NO <sub>2</sub>	0.95	3.33	7.08	9.89	10.48	13.02	19.91	20.81	28.15
CO	$0.07 \cdot 10^{-3}$	$0.19 \cdot 10^{-3}$	$0.41 \cdot 10^{-3}$	$0.59 \cdot 10^{-3}$	$0.67 \cdot 10^{-3}$	$0.80 \cdot 10^{-3}$	$1.47 \cdot 10^{-3}$	$1.64 \cdot 10^{-3}$	$1.97 \cdot 10^{-3}$
PM <sub>10</sub>	0.67	0.72	1.06	1.45	1.67	2.18	3.08	3.69	4.30
PM <sub>2.5</sub>	8.98	13.58	25.97	33.51	37.07	47.37	65.81	83.66	133.83
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	2.31	3.64	9.71	13.35	14.45	18.73	26.83	30.80	46.47

Tabella 7.2.4.1: statistiche per le concentrazioni medie giornaliere di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

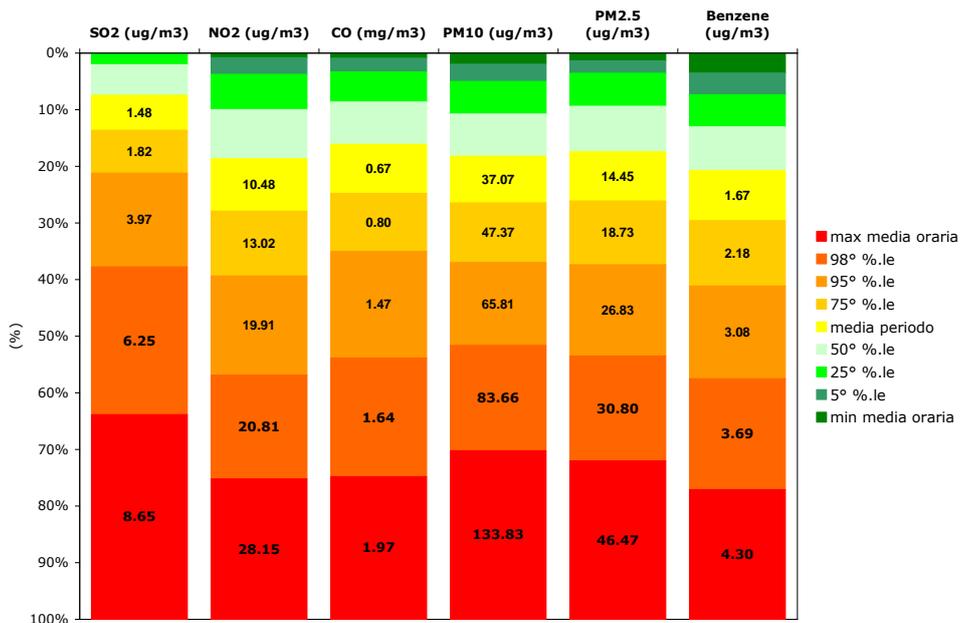


Figura 7.2.4.1: riepilogo delle statistiche per le concentrazioni medie giornaliere di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

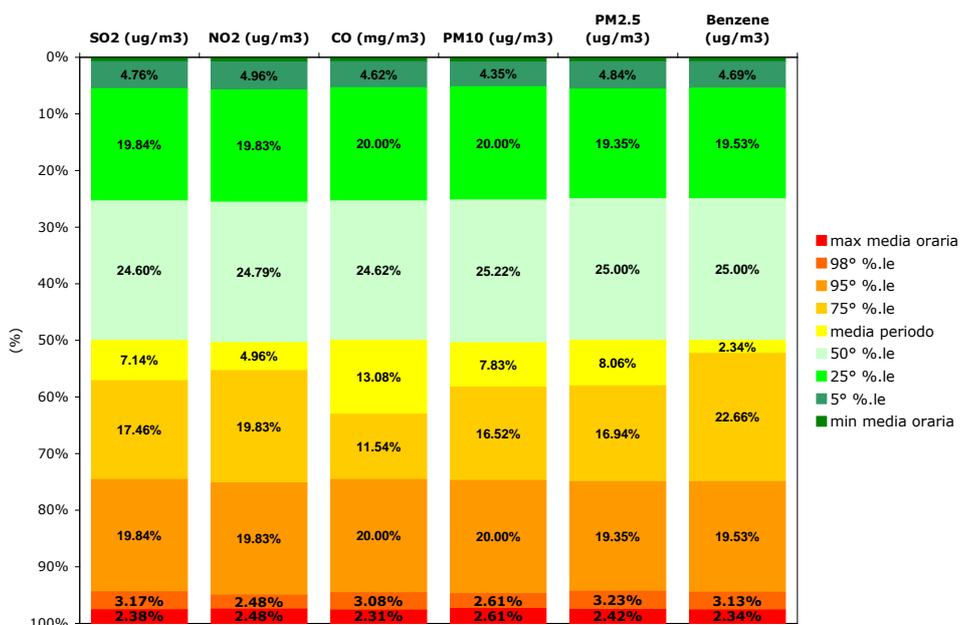
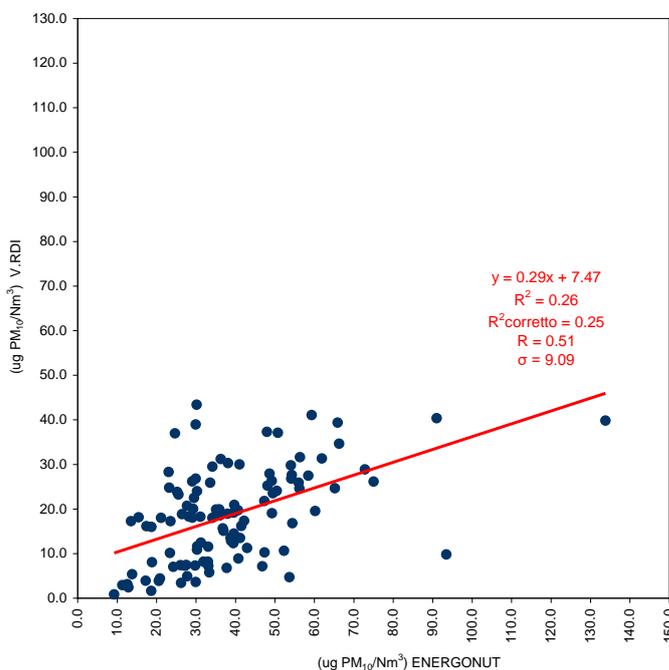


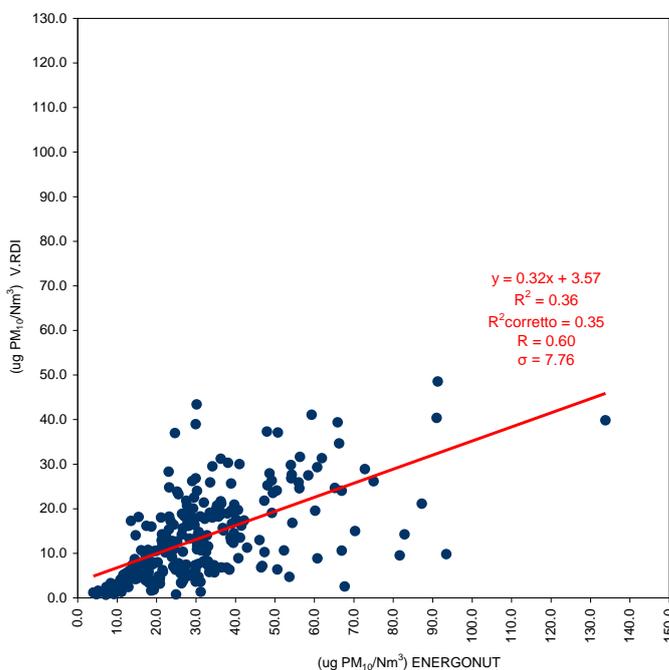
Figura 7.2.4.2: % frequenze cumulative delle concentrazioni medie giornaliere di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

### 7.3 Correlazioni qualitative degli andamenti dei livelli medi giornalieri delle PM<sub>10</sub>

#### 7.3.1 Stazioni A1, A3 ed A4 di POZZILLI vs. stazione V.RDI di VASTOGIRADI (IS)



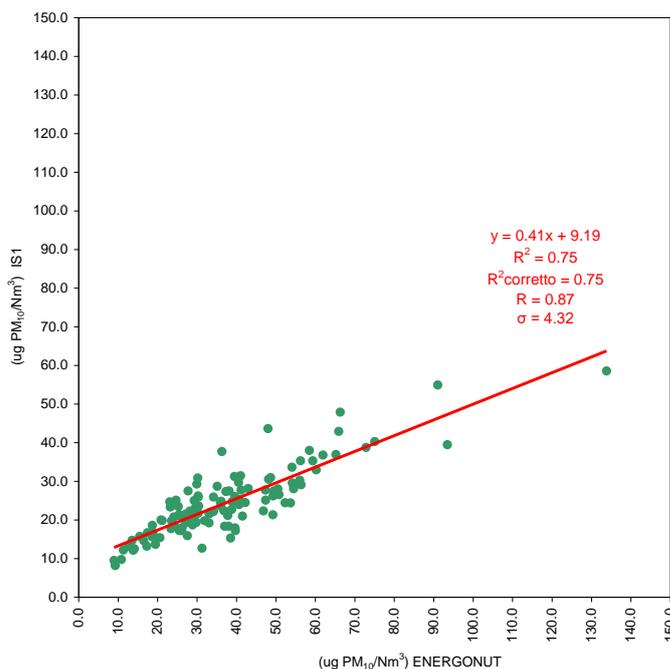
**Figura 7.3.1.1:** medie 24h di PM<sub>10</sub> A1,A3 ed A4 vs. V.RDI del Comune di VASTOGIRARDI (2° anno)



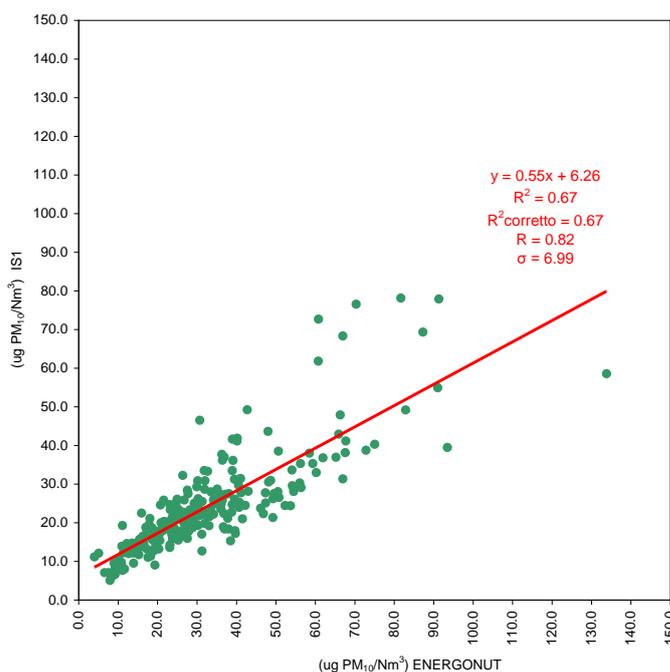
**Figura 7.3.1.2:** medie 24h di PM<sub>10</sub> A1, A2, A3 ed A4 vs. V.RDI del Comune di VASTOGIRARDI (1° e 2° anno)

L'analisi di regressione lineare tra le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> osservate nelle 3 campagne del 2° anno (AUT2011, INV2012 ed EST2012) con le concentrazioni giornaliere omologhe registrate nella centralina fissa di V.RDI del Comune di VASTOGIRARDI mostra una "correlazione moderata" ( $0.3 < R < 0.7$ ). Si osserva un analogo comportamento qualitativo, cumulando i dati medi giornalieri omologhi del 1° e del 2° anno di monitoraggio (AUT2010, INV2011 ed EST 2011 + AUT2011, INV2012 ed EST2012).

### 7.3.2 Stazioni A1, A3 ed A4 di POZZILLI vs. stazione IS1 di ISERNIA



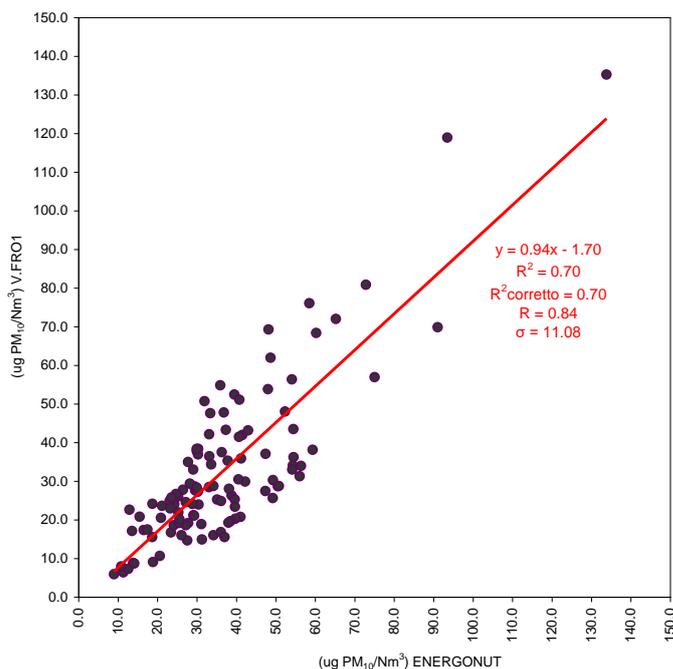
**Figura 7.3.2.1:** medie 24h di PM<sub>10</sub> A1,A3 ed A4 vs. IS1 del Comune di ISERNIA (2° anno)



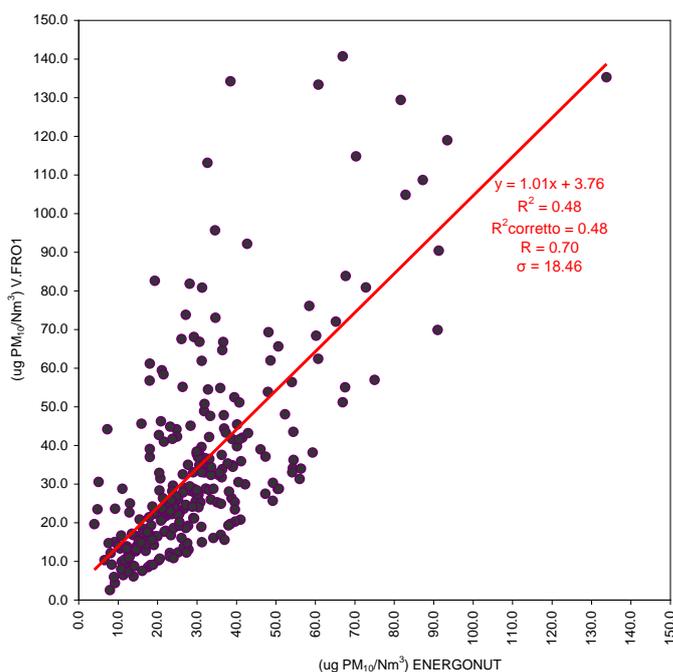
**Figura 7.3.2.2:** medie 24h di PM<sub>10</sub> A1, A2, A3 ed A4 vs. IS1 del Comune di ISERNIA (1° e 2° anno)

L'analisi di regressione lineare tra le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> osservate nelle 3 campagne del 2° anno (AUT2011, INV2012 ed EST2012) con le concentrazioni giornaliere omologhe registrate nella centralina fissa di IS1 del Comune di ISERNIA mostra una "correlazione forte" ( $R \geq 0.7$ ). Si osserva un analogo comportamento qualitativo, cumulando i dati medi giornalieri omologhi del 1° e del 2° anno di monitoraggio (AUT2010, INV2011 ed EST 2011 + AUT2011, INV2012 ed EST2012).

### 7.3.3 Stazioni A1, A3 ed A4 di POZZILLI vs. stazione V.FRO1 di VENAFRO (IS)



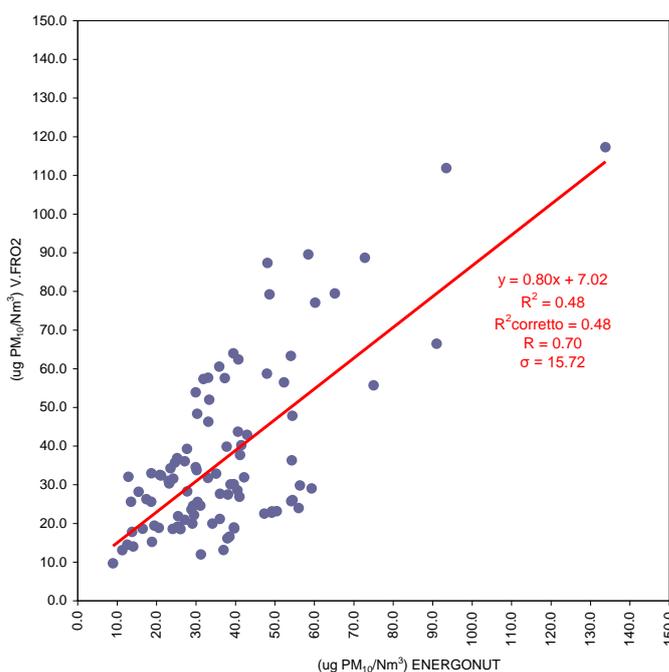
**Figura 7.3.3.1:** medie 24h di PM<sub>10</sub> A1,A3 ed A4 vs. V.FRO1 del Comune di VENAFRO (2° anno)



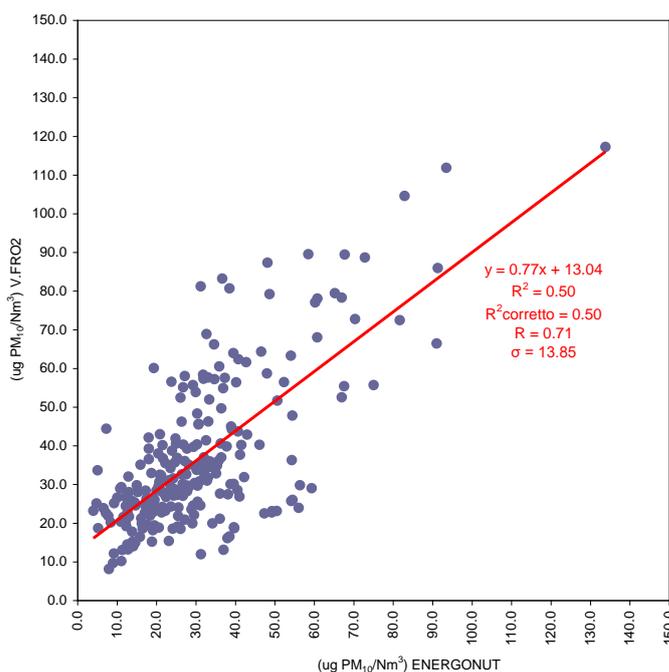
**Figura 7.3.3.2:** medie 24h di PM<sub>10</sub> A1, A2, A3 ed A4 vs. V.FRO1 del Comune di VENAFRO (1° e 2° anno)

L'analisi di regressione lineare tra le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> osservate nelle 3 campagne del 2° anno (AUT2011, INV2012 ed EST2012) con le concentrazioni giornaliere omologhe registrate nella centralina fissa di V.FRO1 del Comune di VENAFRO mostra una "correlazione forte" ( $R \geq 0.7$ ). Si osserva un analogo comportamento qualitativo, cumulando i dati medi giornalieri omologhi del 1° e del 2° anno di monitoraggio (AUT2010, INV2011 ed EST 2011 + AUT2011, INV2012 ed EST2012).

### 7.3.4 Stazioni A1,A3 ed A4 di POZZILLI vs. stazione V.FRO2 di VENAFRO (IS)



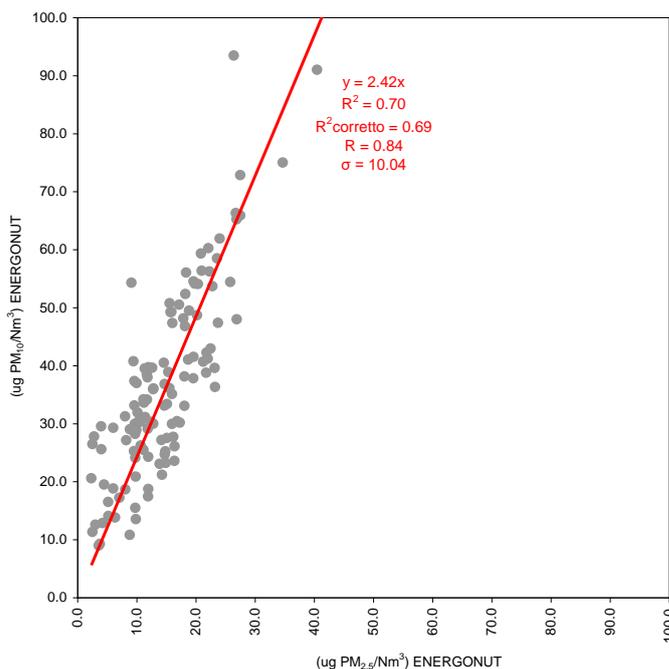
**Figura 7.3.4.1:** medie 24h di PM<sub>10</sub> A1,A3 ed A4 vs. V.FRO2 del Comune di VENAFRO (2° anno)



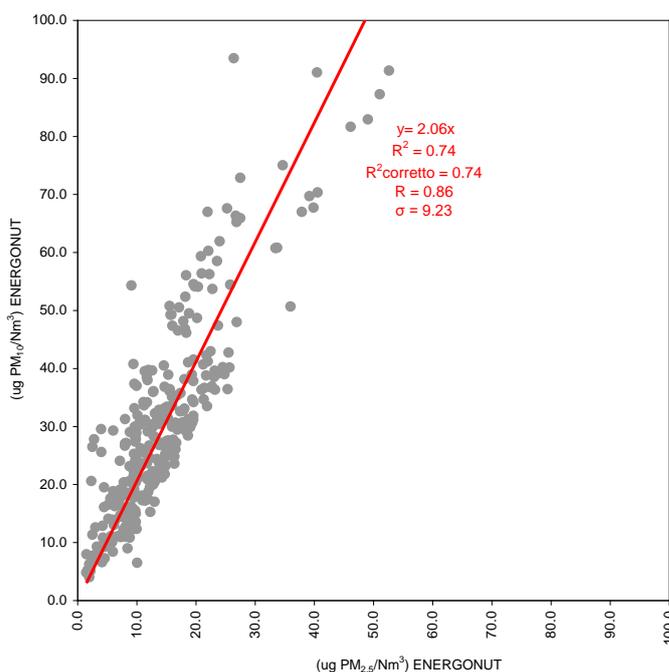
**Figura 7.3.4.2:** medie 24h di PM<sub>10</sub> A1,A3 ed A4 vs. V.FRO2 del Comune di VENAFRO (1° e 2° anno)

L'analisi di regressione lineare tra le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> osservate nelle 3 campagne del 2° anno (AUT2011, INV2012 ed EST2012) con le concentrazioni giornaliere omologhe registrate nella centralina fissa di V.FRO2 del Comune di VENAFRO mostra una "correlazione forte" ( $R \geq 0.7$ ). Si osserva un analogo comportamento qualitativo, cumulando i dati medi giornalieri omologhi del 1° e del 2° anno di monitoraggio (AUT2010, INV2011 ed EST 2011 + AUT2011, INV2012 ed EST2012).

### 7.3.5 Confronto tra le medie giornaliere delle $PM_{2.5}$ e delle $PM_{10}$



**Figura 7.3.5.1:** medie 24h di  $PM_{2.5}$  vs.  $PM_{10}$  (2° anno)



**Figura 7.3.5.2:** medie 24h di  $PM_{2.5}$  vs.  $PM_{10}$  (1° e 2° anno)

L'analisi di regressione lineare tra le concentrazioni giornaliere delle  $PM_{2.5}$  osservate nelle 3 campagne del 2° anno (AUT2011, INV2012 ed EST2012) con le concentrazioni giornaliere omologhe delle  $PM_{10}$  mostra una "correlazione forte" ( $R \geq 0.7$ ). Si osserva un analogo comportamento qualitativo, cumulando i dati medi giornalieri omologhi del 1° e del 2° anno di monitoraggio (AUT2010, INV2011 ed EST 2011 + AUT2011, INV2012 ed EST2012).

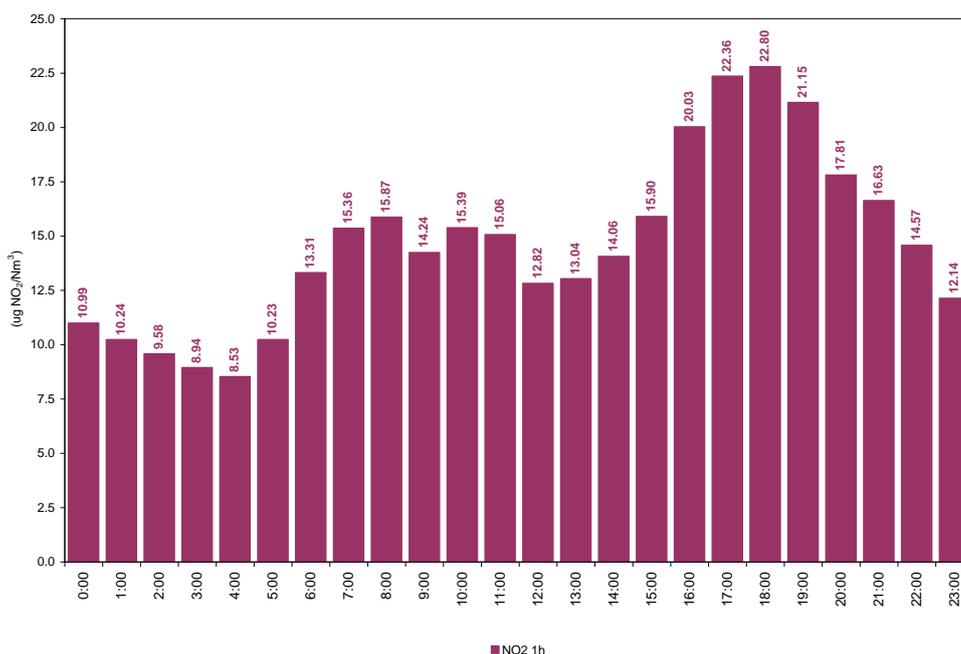
## 8. Valutazione degli andamenti dei giorni tipo di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

### 8.1 Premessa

Per valutare gli andamenti giornalieri degli inquinanti si può fare ricorso al grafico del "giorno tipo", ottenuto mediando, su tutto il periodo della campagna, i dati orari delle ore omologhe. Il "giorno tipo" rappresenta, pertanto, un ipotetico giorno medio della campagna, dove si evidenziano i comportamenti ricorrenti e vengono minimizzate le fluttuazioni casuali.

### 8.2 Campagna AUTUNNO 2011 (3 novembre ÷ 28 dicembre 2011)

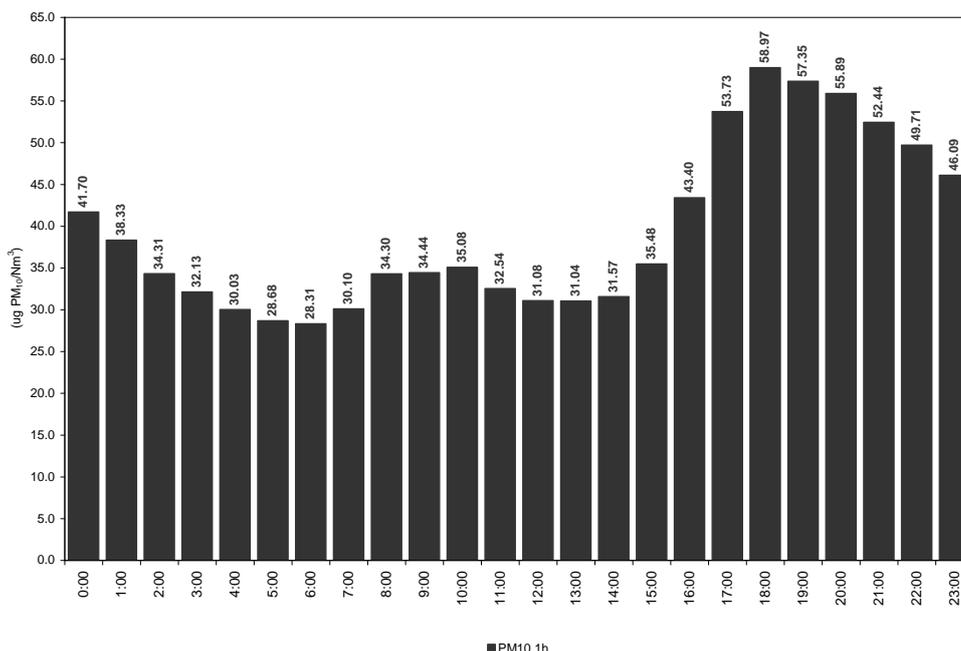
#### 8.2.1 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)



**Figura 8.2.1.1:** andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>

Le concentrazioni orarie nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> hanno il tipico andamento giornaliero a due picchi (bimodale), con le 2 zone di massima concentrazione in corrispondenza delle ore di maggior mobilità veicolare.

### 8.2.2 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)



**Figura 8.2.2.1:** andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>

Le concentrazioni orarie nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> hanno un andamento giornaliero a due picchi (bimodale), con le 2 zone di massima concentrazione in corrispondenza delle ore di maggior mobilità veicolare.

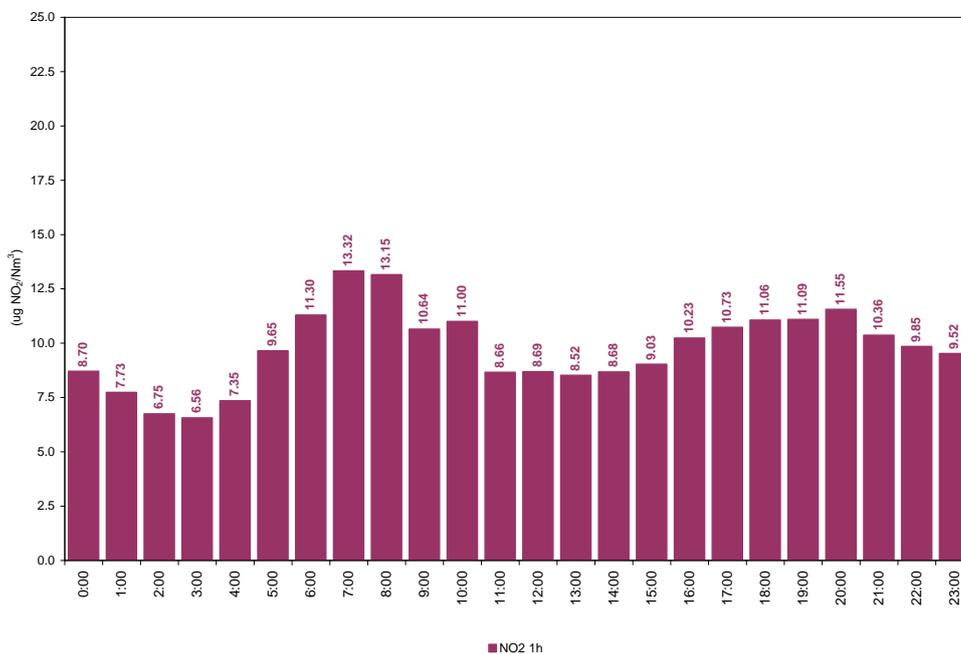


**Figura 8.2.2.2:** variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Combinando insieme le variazioni percentuali giornaliere di PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> si osserva che gli andamenti dei due inquinanti presentano una buona correlazione qualitativa sia nelle ore diurne che in quelle notturne; in particolare, nelle ore diurne, essendo l'andamento giornaliero dell'NO<sub>2</sub> bimodale tipico da traffico veicolare, non appena questa sorgente emissiva diventa dominante rispetto alle altre, la distribuzione media giornaliera del PM<sub>10</sub> è molto relazionata con quella dell'NO<sub>2</sub>.

### 8.3 Campagna INVERNO 2012 (24 febbraio ÷ 12 aprile 2012)

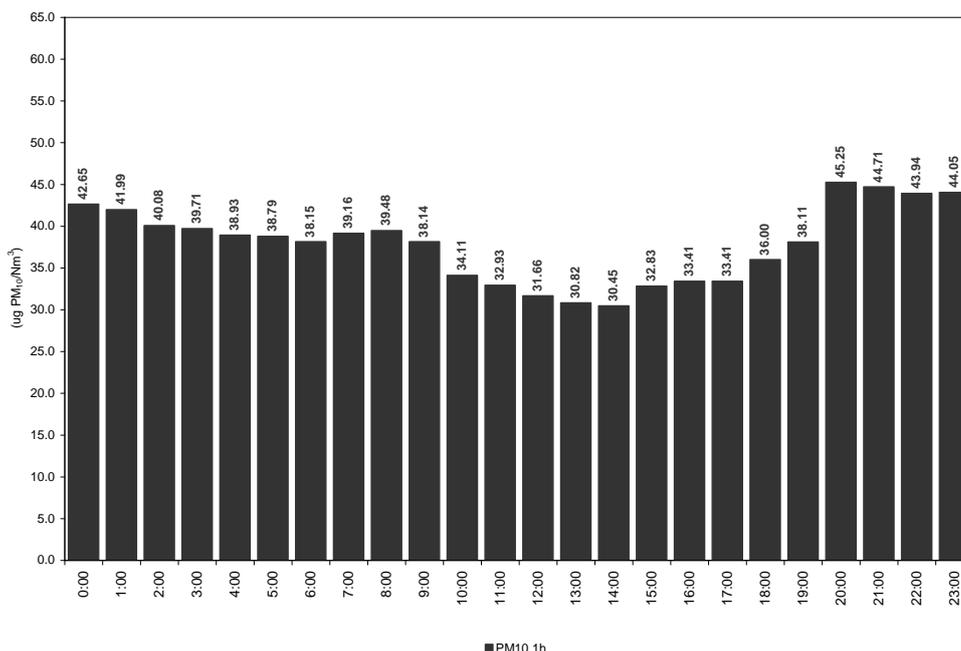
#### 8.3.1 Biossido di azoto ( $NO_2$ )



**Figura 8.3.1.1:** andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di  $NO_2$

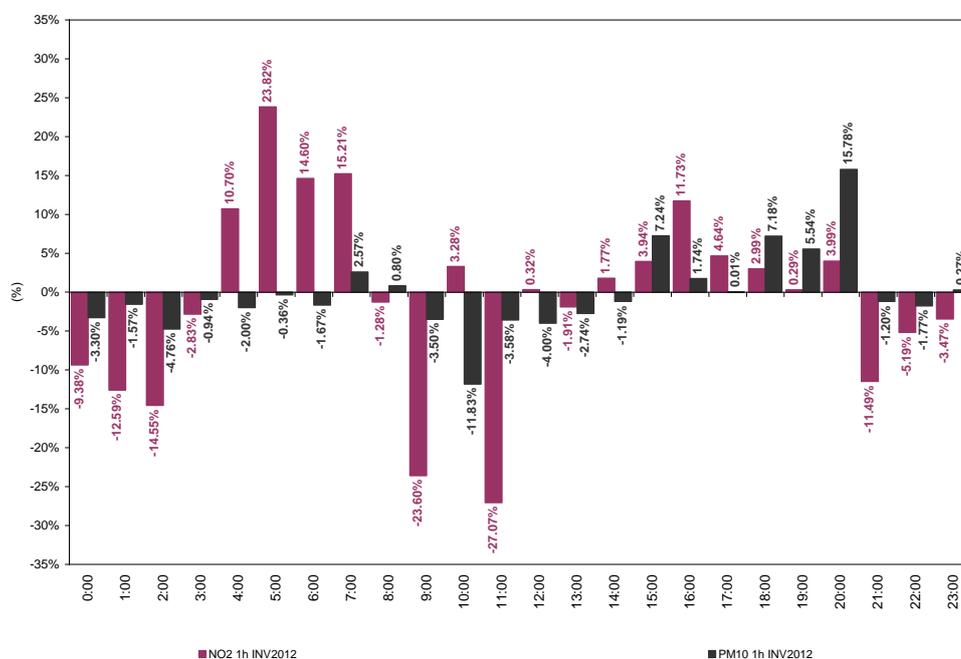
Le concentrazioni orarie nell'aria ambiente di  $NO_2$  hanno il tipico andamento giornaliero a due picchi (bimodale), con le 2 zone di massima concentrazione in corrispondenza delle ore di maggior mobilità veicolare.

### 8.3.2 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)



**Figura 8.3.2.1:** andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>

Le concentrazioni orarie nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> hanno un andamento giornaliero a due picchi (bimodale), con le 2 zone di massima concentrazione in corrispondenza delle ore di maggior mobilità veicolare.

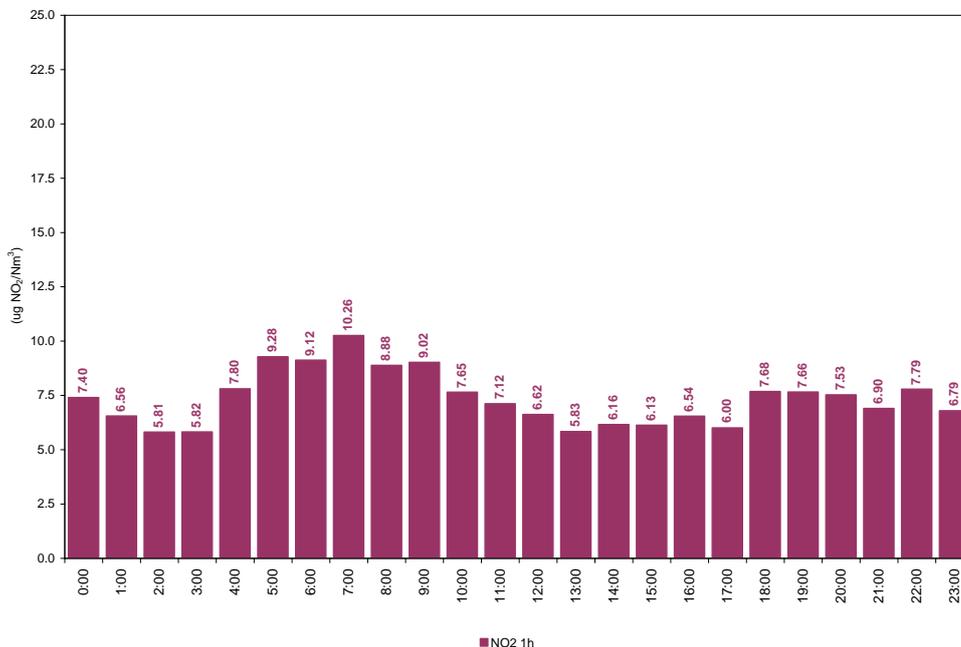


**Figura 8.3.2.2:** variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Combinando insieme le variazioni percentuali giornaliere di PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> si osserva che gli andamenti dei due inquinanti presentano una buona correlazione qualitativa sia nelle ore diurne che in quelle notturne; in particolare, nelle ore diurne, essendo l'andamento giornaliero dell'NO<sub>2</sub> bimodale tipico da traffico veicolare, non appena questa sorgente emissiva diventa dominante rispetto alle altre, la distribuzione media giornaliera del PM<sub>10</sub> è molto relazionata con quella dell'NO<sub>2</sub>.

## 8.4 Campagna ESTATE 2012 (26 giugno ÷ 22 agosto 2012)

### 8.4.1 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)



**Figura 8.4.1.1:** andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>

Le concentrazioni orarie nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> hanno il tipico andamento giornaliero a due picchi (bimodale), con le 2 zone di massima concentrazione in corrispondenza delle ore di maggior mobilità veicolare.

### 8.4.2 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)

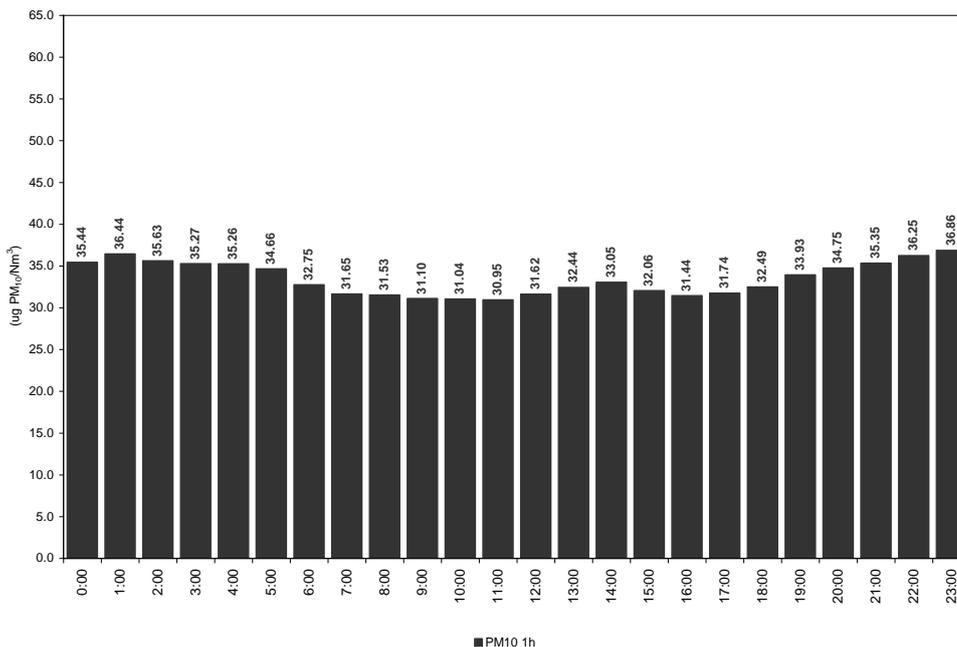


Figura 8.4.2.1: andamento del giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>

Le concentrazioni orarie nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> hanno una fluttuazione giornaliera poco accentuata.

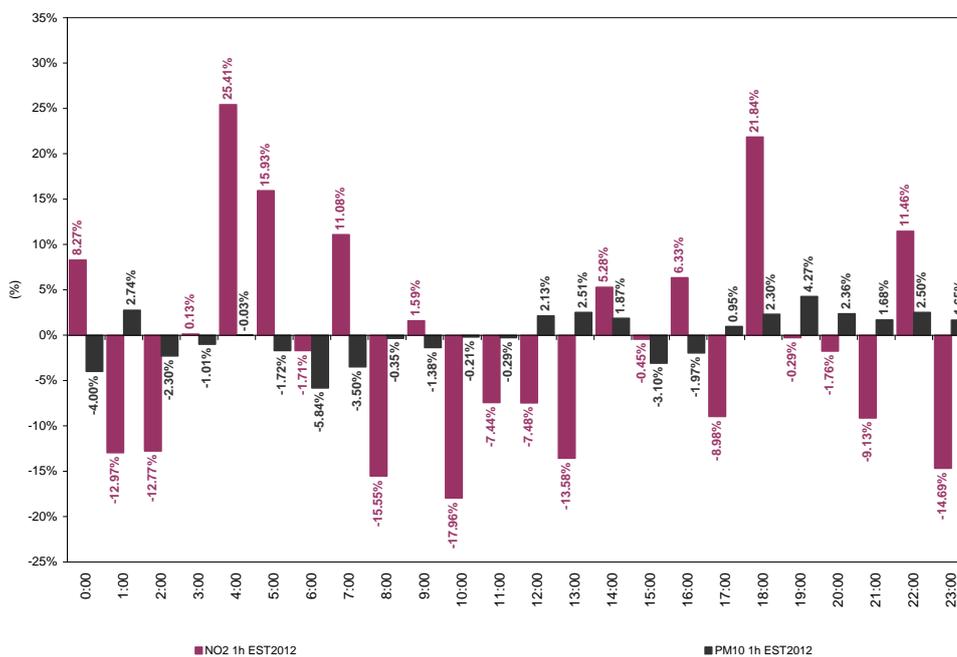


Figura 8.4.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Combinando insieme le variazioni percentuali giornaliere di PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> si osserva che gli andamenti dei due inquinanti non presentano una correlazione qualitativa.

## 8.5 Confronto dei Giorno Tipo delle campagne Autunno 2011, Inverno ed Estate 2012

### 8.5.1 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

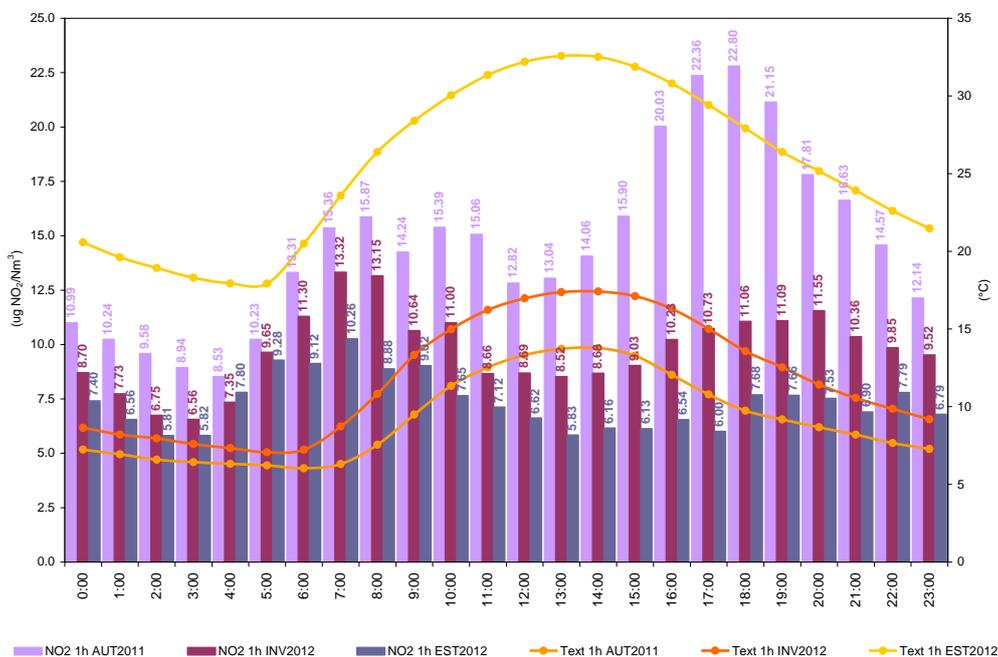


Figura 8.5.1.1: confronto dei giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>

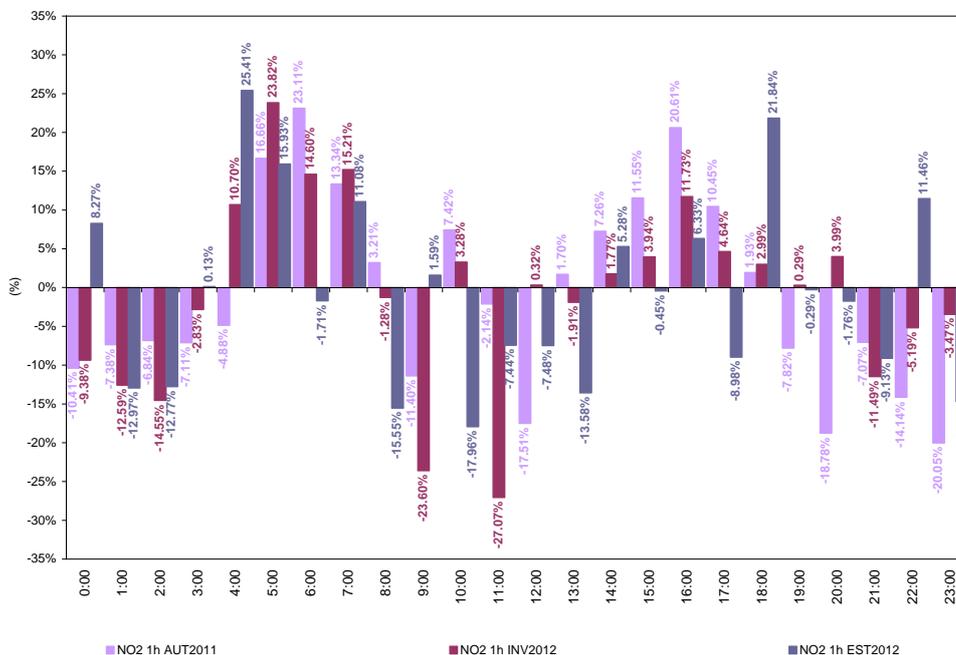


Figura 8.5.1.2: variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di NO<sub>2</sub>

Le concentrazioni orarie nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> hanno il tipico andamento giornaliero a due picchi (bimodale), con le 2 zone di massima concentrazione in corrispondenza delle ore di maggior mobilità veicolare. In generale, i valori estivi, rispetto quelli autunnali - invernali mostrano un andamento bimodale molto meno accentuato. In termini assoluti le concentrazioni maggiori si osservano nel corso del periodo autunnale.

### 8.5.2 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)

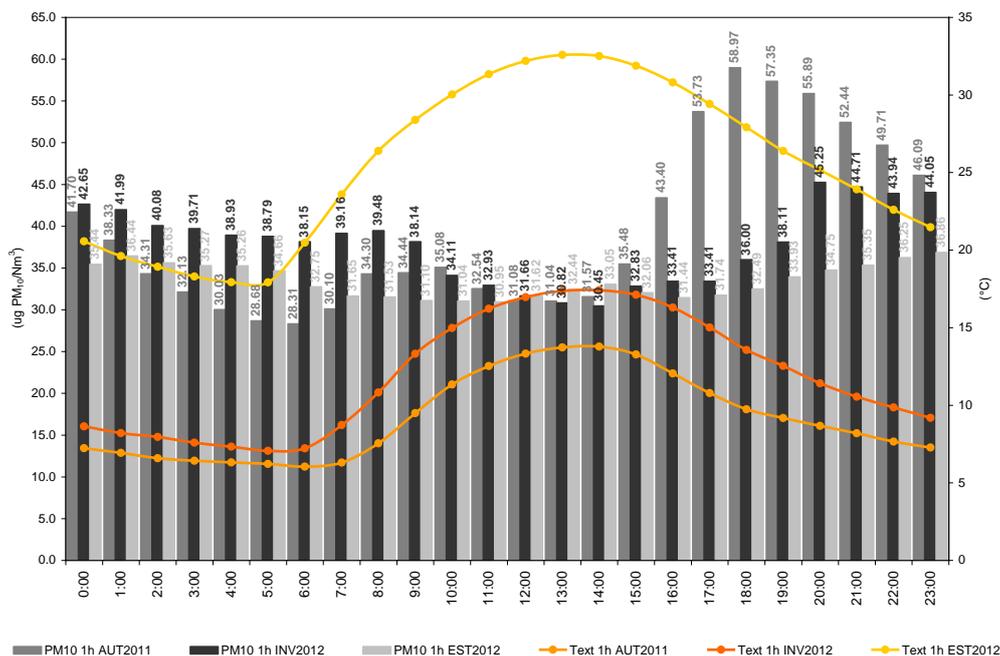


Figura 8.5.2.1: confronto dei giorno tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>

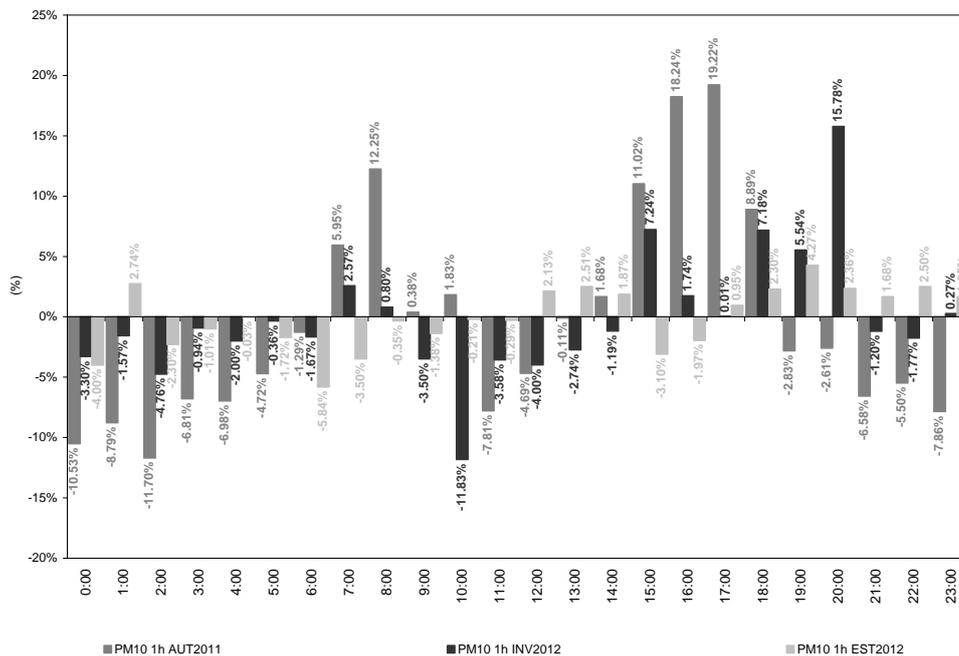


Figura 8.5.2.2: variazioni percentuali delle concentrazioni orarie di PM<sub>10</sub>

Tranne che per il periodo estivo, le concentrazioni orarie nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> hanno il tipico andamento giornaliero a due picchi (bimodale). In termini assoluti le concentrazioni maggiori si osservano nel corso del periodo autunnale - invernale.

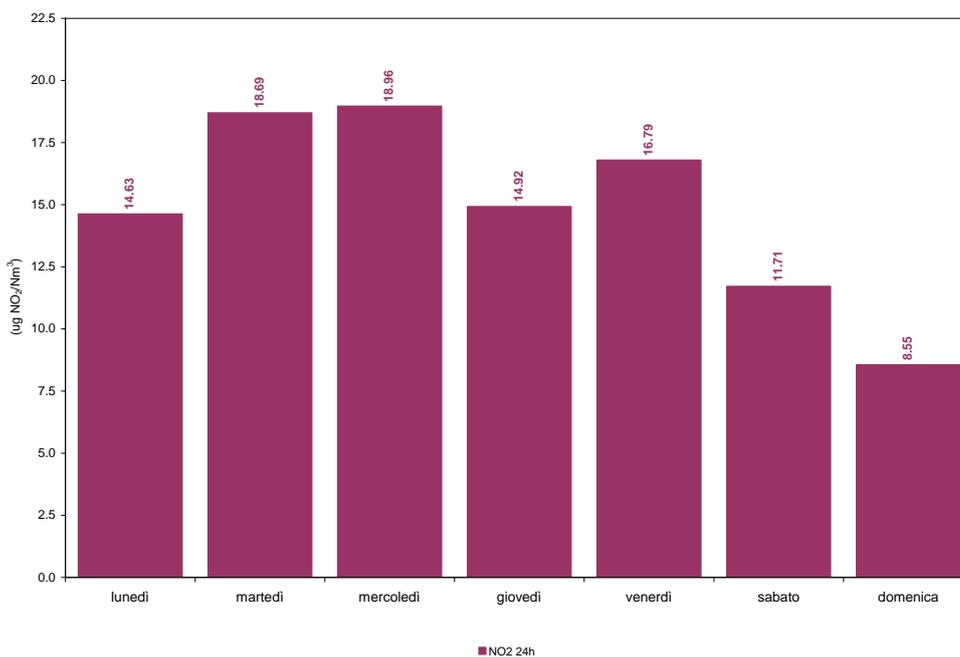
## 9. Valutazione degli andamenti delle settimane tipo di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

### 9.1 Premessa

Per valutare gli andamenti settimanali degli inquinanti si può fare ricorso al grafico della "settimana tipo", ottenuto mediando, su tutto il periodo della campagna, le medie giornaliere dei giorni omologhi. La "settimana tipo" rappresenta, pertanto, un ipotetica settimana media della campagna, dove si evidenziano i comportamenti ricorrenti e vengono minimizzate le fluttuazioni casuali.

### 9.2 Campagna AUTUNNO 2011 (3 novembre ÷ 28 dicembre 2011)

#### 9.2.1 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

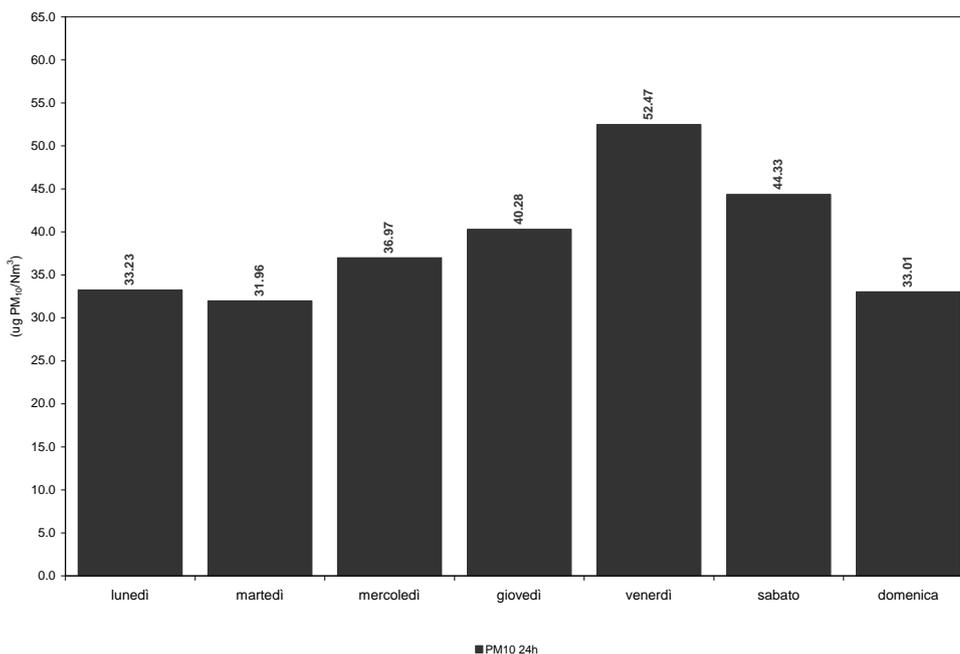


**Figura 9.2.1.1:** andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>

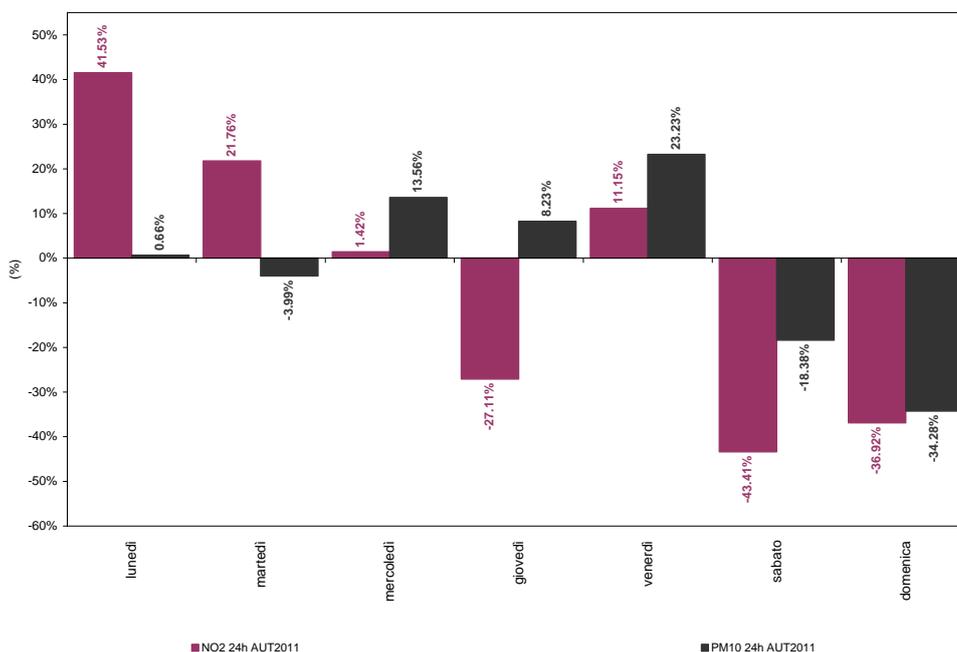
Per l'NO<sub>2</sub> è evidente una oscillazione settimanale della concentrazioni:

- il livello di NO<sub>2</sub> tende a crescere dal lunedì al mercoledì, per diminuire sensibilmente dal venerdì alla domenica;
- è molto evidente l'effetto della ripresa lavorativa del lunedì.

### 9.2.2 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)



**Figura 9.2.2.1:** andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>



**Figura 9.2.2.2:** variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Per il PM<sub>10</sub> è evidente una oscillazione settimanale della concentrazioni:

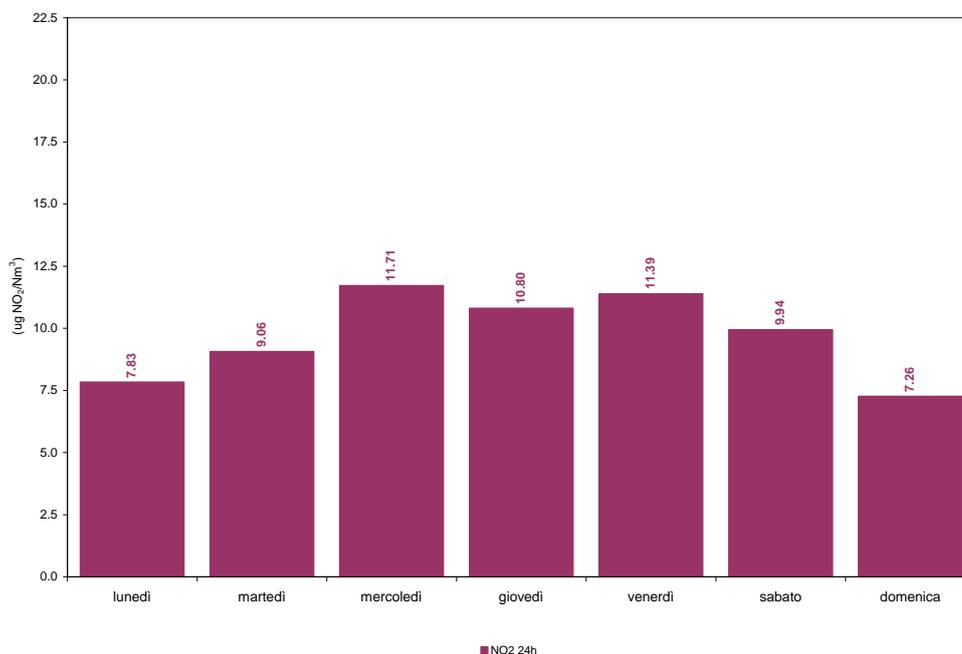
- il livello di PM<sub>10</sub> tende a crescere progressivamente dal lunedì al venerdì, per poi diminuire sensibilmente fino alla domenica;
- a differenza dell'NO<sub>2</sub>, è meno evidente l'effetto della ripresa lavorativa del lunedì.

Combinando insieme le variazioni percentuali giornaliere di PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> si osserva che:

- gli andamenti dei due inquinanti, tranne per il martedì ed il giovedì, presentano una buona correlazione qualitativa: ad un aumento dell'uno corrisponde anche un aumento dell'altro e viceversa;
- da un punto di vista quantitativo la correlazione non è così netta.

### 9.3 Campagna INVERNO 2012 (24 febbraio ÷ 12 aprile 2012)

#### 9.3.1 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

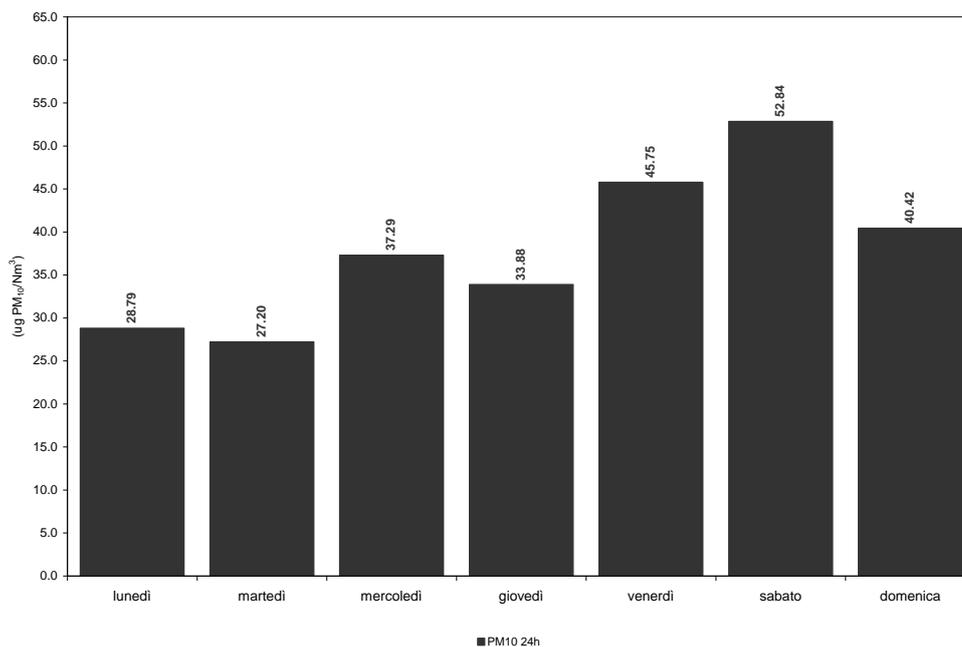


**Figura 9.3.1.1:** andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>

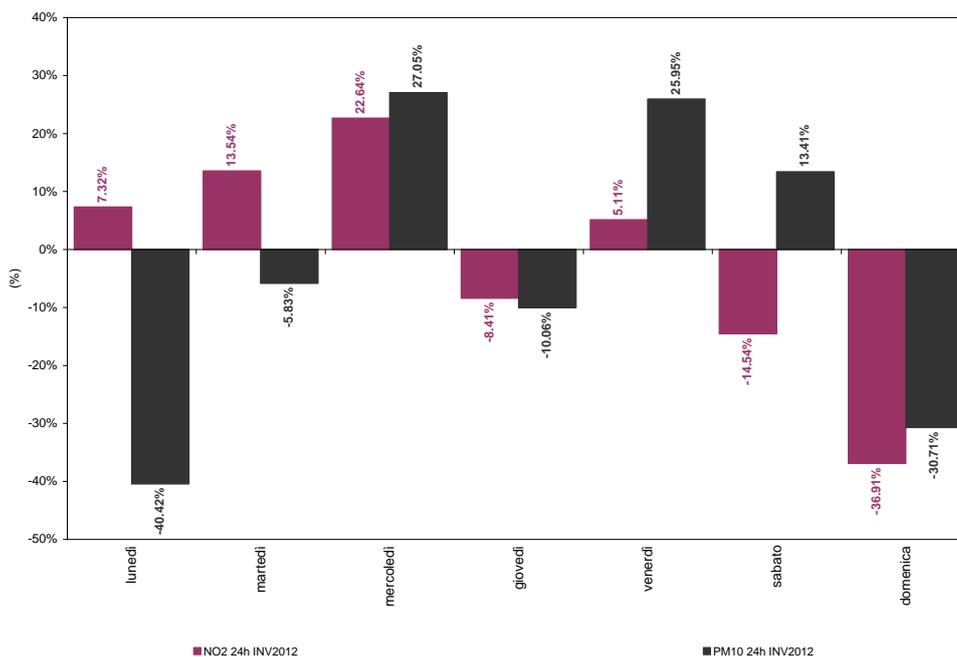
Per l'NO<sub>2</sub> è evidente una oscillazione settimanale delle concentrazioni:

- il livello di NO<sub>2</sub> tende a crescere dal lunedì al mercoledì, per diminuire sensibilmente dal venerdì alla domenica;
- non è evidente l'effetto della ripresa lavorativa del lunedì.

### 9.3.2 Materiale particolato con diametro < 10 $\mu\text{m}$ ( $\text{PM}_{10}$ )



**Figura 9.3.2.1:** andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di  $\text{PM}_{10}$



**Figura 9.3.2.2:** variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di  $\text{NO}_2$  e  $\text{PM}_{10}$

Per il  $\text{PM}_{10}$  è evidente una oscillazione settimanale della concentrazioni:

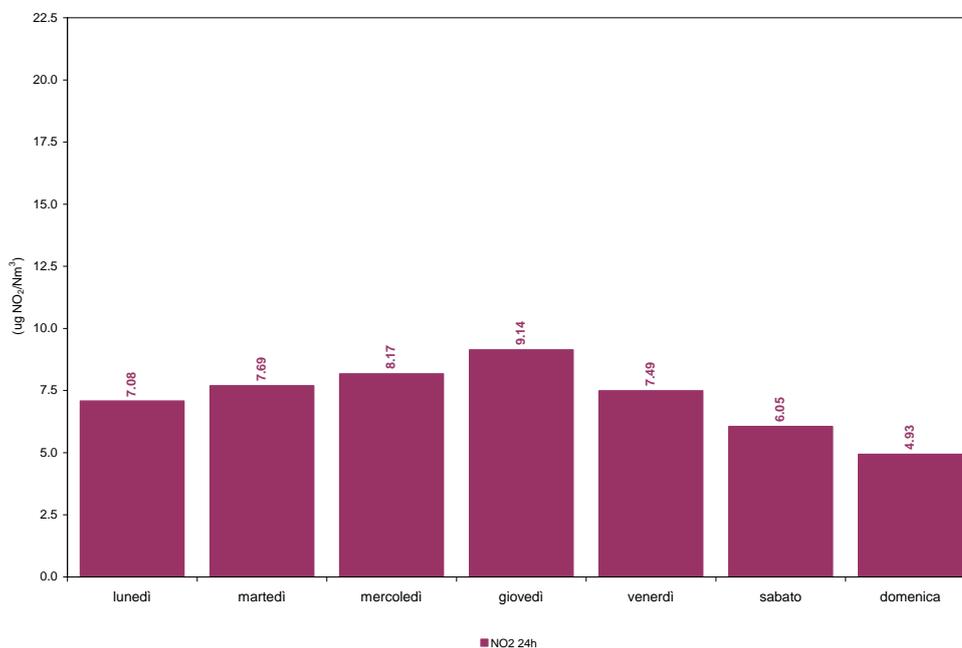
- il livello di  $\text{PM}_{10}$  tende a crescere progressivamente dal lunedì al sabato, per poi diminuire sensibilmente fino alla domenica;

Combinando insieme le variazioni percentuali giornaliere di  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{NO}_2$  si osserva che:

- gli andamenti dei due inquinanti, mediamente, presentano una buona correlazione qualitativa: ad un aumento dell'uno corrisponde anche un aumento dell'altro e viceversa;
- da un punto di vista quantitativo la correlazione non è così netta.

## 9.4 Campagna ESTATE 2012 (26 giugno ÷ 22 agosto 2012)

### 9.4.1 Biossido di azoto ( $NO_2$ )

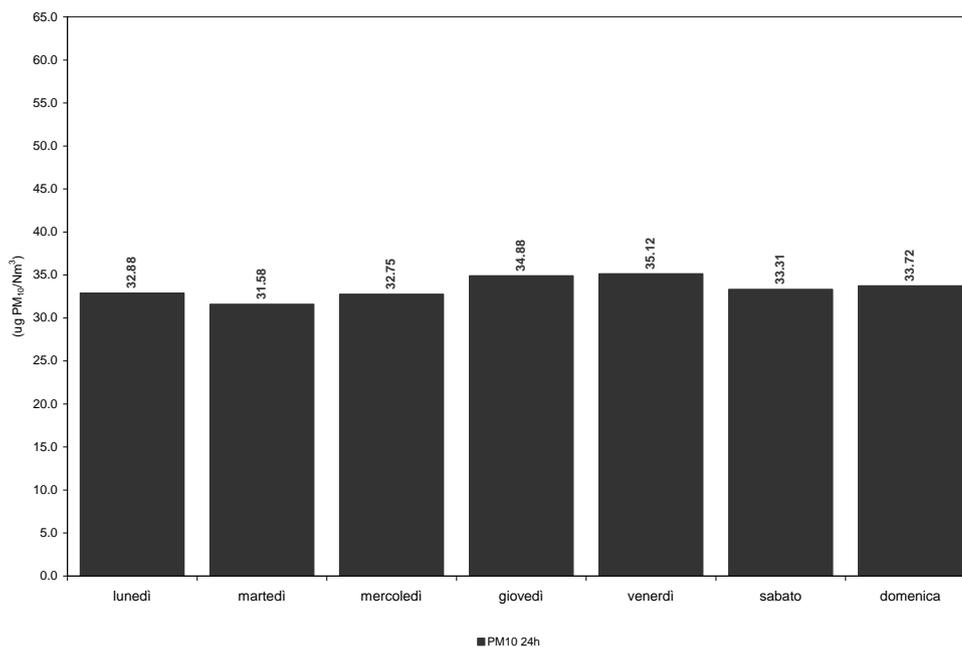


**Figura 9.4.1.1:** andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di  $NO_2$

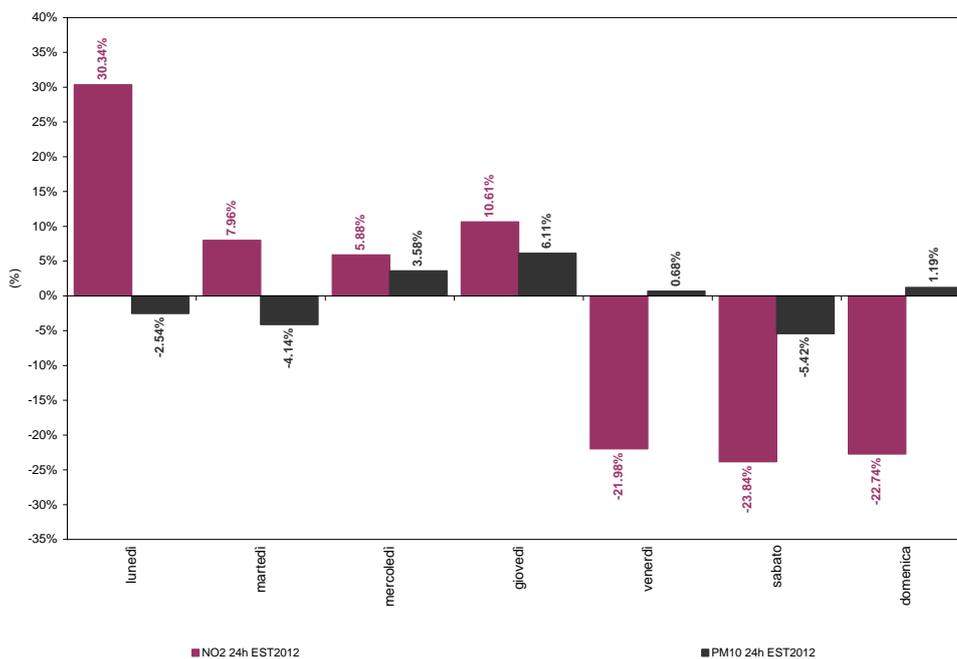
Per l' $NO_2$  è evidente una lieve oscillazione settimanale della concentrazioni:

- il livello di  $NO_2$  tende a crescere gradualmente dal lunedì al venerdì, per diminuire sensibilmente il sabato e la domenica;
- è poco evidente l'effetto della ripresa lavorativa del lunedì.

### 9.4.2 Materiale particolato con diametro <math> < 10 \mu\text{m}</math> ( $\text{PM}_{10}$ )



**Figura 9.4.2.1:** andamento della settimana tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di  $\text{PM}_{10}$



**Figura 9.4.2.2:** variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di  $\text{NO}_2$  e  $\text{PM}_{10}$

Per il  $\text{PM}_{10}$  è evidente una leggera oscillazione settimanale della concentrazioni.

Combinando insieme le variazioni percentuali giornaliere di  $\text{PM}_{10}$  e  $\text{NO}_2$  si osserva che:

- gli andamenti dei due inquinanti, mediamente, presentano una buona correlazione qualitativa: ad un aumento dell'uno corrisponde anche un aumento dell'altro e viceversa;
- da un punto di vista quantitativo la correlazione non è così netta.

## 9.5 Confronto delle settimane tipo delle campagne Autunno 2011, Inverno ed Estate 2012

### 9.5.1 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

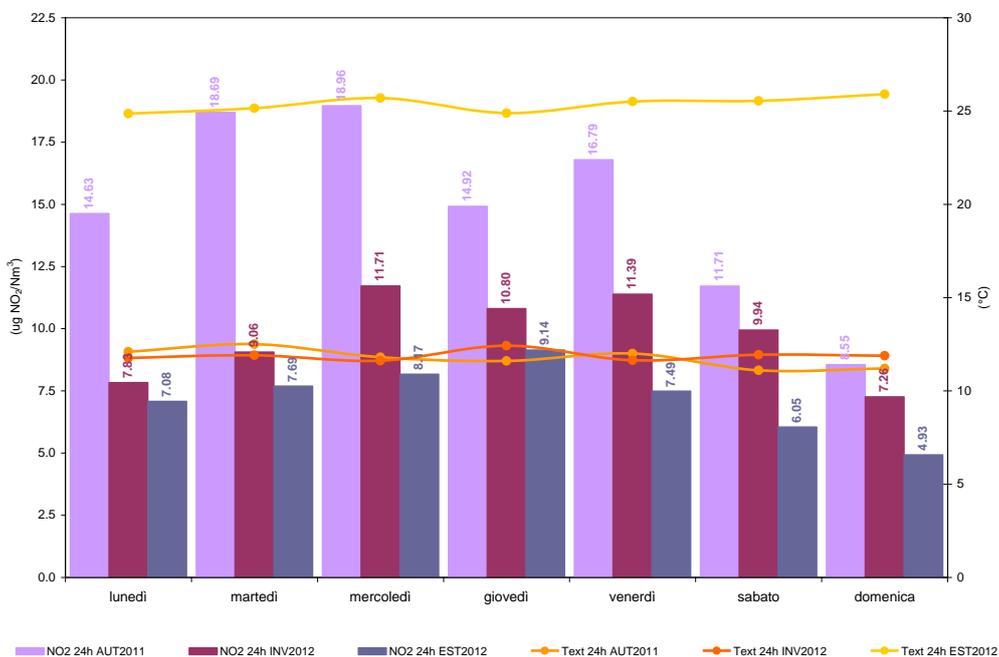


Figura 9.5.1.1: confronto delle settimane tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>

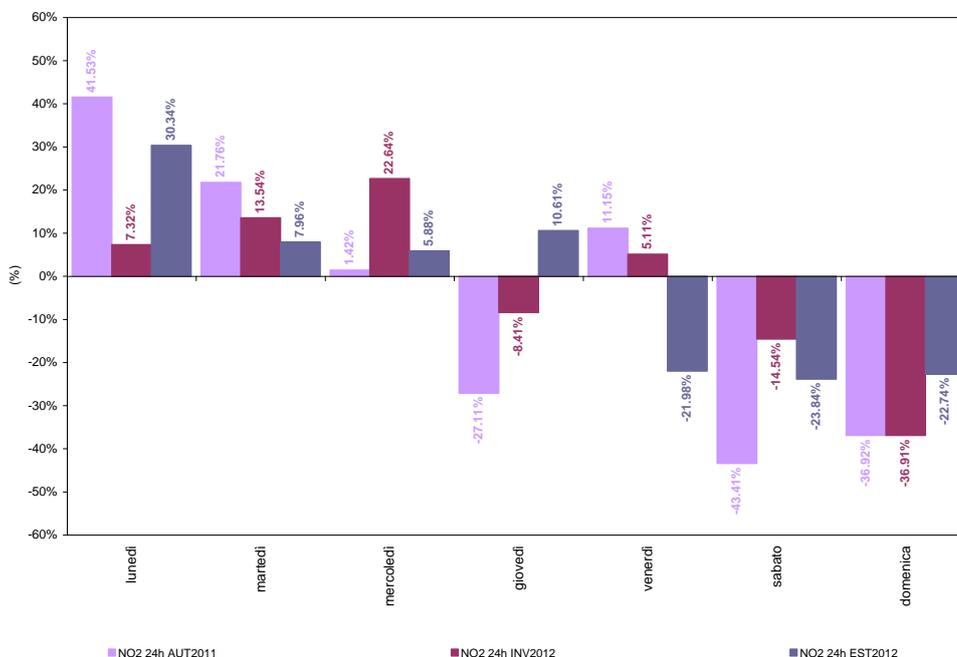
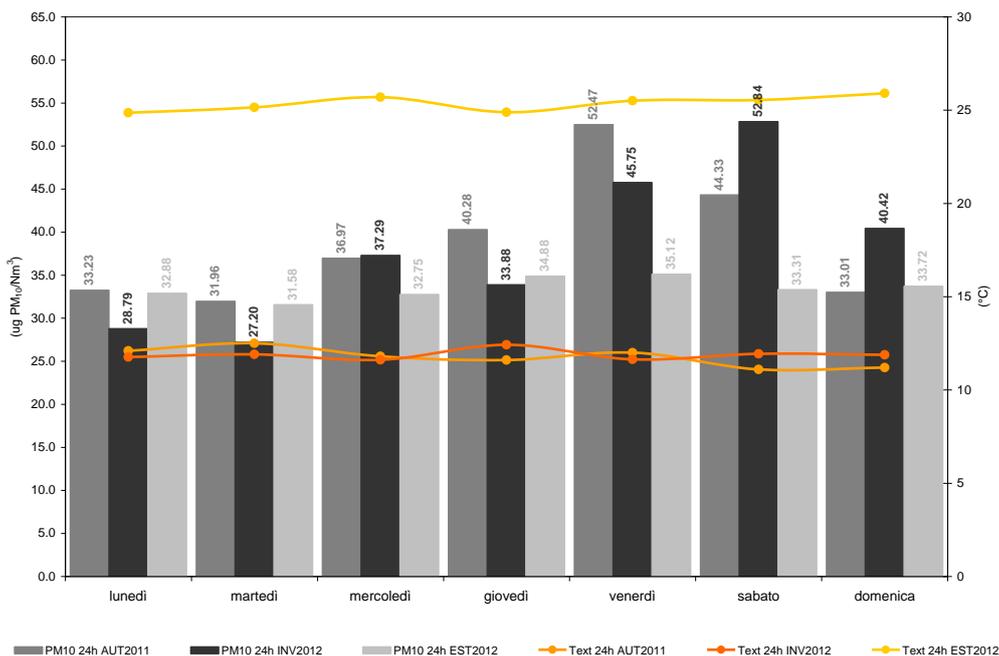


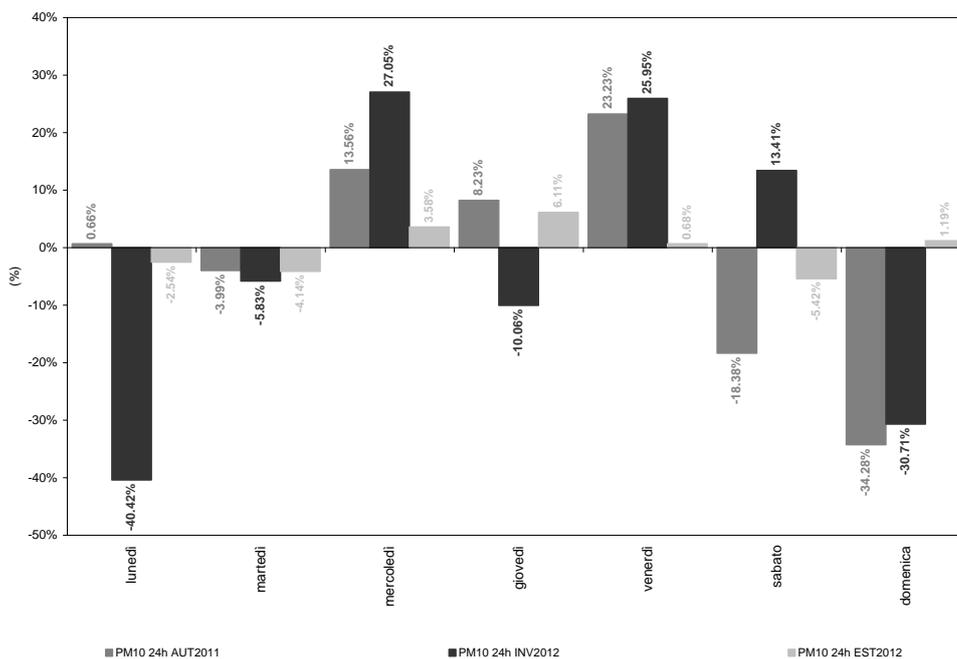
Figura 9.5.1.2: variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di NO<sub>2</sub>

Le concentrazioni giornaliere nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> presentano una oscillazione settimanale con una tendenziale crescita nel corso della settimana lavorativa e una progressiva diminuzione il sabato e la domenica. In termini assoluti le concentrazioni maggiori si osservano nel corso del periodo autunnale.

### 9.5.2 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)



**Figura 9.5.2.1:** confronto delle settimane tipo delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>



**Figura 9.5.2.2:** variazioni percentuali delle concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub>

Le concentrazioni giornaliere nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> presentano, mediamente, una oscillazione settimanale con una tendenziale crescita nel corso della settimana lavorativa e una progressiva diminuzione il sabato e la domenica. In termini assoluti le concentrazioni maggiori si osservano nel corso del periodo autunnale - invernale, sia per un numero maggiore di sorgenti emittive (impianti di combustione industriali e non) sia per le modalità di dispersione nell'atmosfera.

## 10. Valutazione dello stato della qualità dell'aria attraverso indici sintetici

### 10.1 Premessa

Un indice di qualità dell'aria è una grandezza adimensionale definita per rappresentare sinteticamente lo stato complessivo dell'inquinamento atmosferico. Vista la semplicità di costruzione degli indici di qualità dell'aria, lo scopo del loro utilizzo è puramente indicativo e comunicativo; in particolare, esso viene comunicato al pubblico utilizzando un approccio molto semplificato basato più che sulla comunicazione del valore numerico dell'indice, sulla appartenenza di quel valore ad una classe, cui poter associare, giudizi e consigli.

La finalità dell'indice di qualità dell'aria è quella di dare indicazioni quotidiane alla popolazione per evitare effetti sanitari indesiderati a breve termine; pertanto, nella formulazione dell'indice saranno inclusi, solamente, gli inquinanti che notoriamente presentano un effetto sulla salute di tipo acuto (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>).

La formulazione dell'indice di qualità prevede, preliminarmente, la costruzione di una scala adimensionale per ogni inquinante (sottoindice), ed infine la definizione di un criterio di aggregazione tra gli inquinanti. In ambito internazionale la modalità di "adimensionalizzazione" più diffusa prevede la divisione del livello di concentrazione dell'inquinante, espresso nell'unità di misura originaria, per un valore di riferimento, diverso da inquinante a inquinante, e che solitamente coincide con il limite di legge (standardizzazione): in questo approccio, il sottoindice rappresenta lo scostamento percentuale del livello di concentrazione dell'inquinante i-esimo rispetto al rispettivo limite di emissione; inoltre, al sottoindice viene generalmente assegnato il valore 100 in caso di superamento del limite di legge. Circa le modalità di aggregazione tra gli inquinanti, le soluzioni adottabili sono generalmente due:

- 1) valore dell'indice sintetico calcolato come valore più elevato tra tutti i sottoindici calcolati: la scelta del sottoindice massimo permette l'assegnazione di un valore pari ad almeno a 100 in corrispondenza del superamento del limite di legge di anche uno solo degli inquinanti;
- 2) valore dell'indice sintetico come media tra tutti o alcuni dei sottoindici, con eventualmente correzioni: contrariamente dal caso precedente, in corrispondenza del superamento del limite di un solo inquinante, l'indice aggregato assume un valore inferiore a 100, a meno di specifiche forzature.

### 10.2 Valutazione dello stato di qualità dell'aria con l'indice IQA adottato dall'ARPA Molise

#### 10.2.1 Definizione dell'indice IQA dell'ARPA Molise

L'indice di qualità dell'aria IQA adottato dall'ARPA Molise è un indice della qualità dell'aria sintetico ottenuto come media di sottoindici. Gli inquinanti inclusi nella definizione dell'indice IQA sono il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), il particolato (PM<sub>10</sub>) e l'ozono (O<sub>3</sub>).

L'indice IQA viene calcolato nel modo seguente:

- 1) si considerano la concentrazione massima oraria giornaliera per l'NO<sub>2</sub>, il massimo giornaliero della media mobile di 8h dell'O<sub>3</sub>, nonché la concentrazione media giornaliera per il PM<sub>10</sub>;
- 2) i sottoindici relativi a ciascuno inquinante sono definiti utilizzando il criterio della standardizzazione rispetto ai limiti di legge:

$$I_i = \frac{V_{\text{med periodo } i}}{V_{\text{rif } i}} \cdot 100$$

dove,  $I_i$  è il sottoindice relativo all'inquinante i-esimo,  $V_{\text{med periodo } i}$  è la concentrazione media oraria e/o giornaliera misurata e  $V_{\text{rif } i}$  è il rispettivo valore limite giornaliero previsto dalla normativa vigente (si associa un valore pari a 100 in corrispondenza del superamento del limite di legge);

- 3) si utilizza sempre nel calcolo, il sottoindice relativo al parametro PM<sub>10</sub>, mediato con il più alto tra i sottoindici calcolati per gli altri inquinanti (in corrispondenza del superamento del limite di un solo inquinante, l'indice aggregato assume un valore inferiore a 100):

$$IQA = \frac{I_{PM_{10}} + \max(I_{NO_2}, I_{O_3})}{2}$$

- 4) nella formulazione dell'indice IQA non viene considerato il contributo dell'O<sub>3</sub>, parametro non misurato nell'ambito del Piano di Monitoraggio:

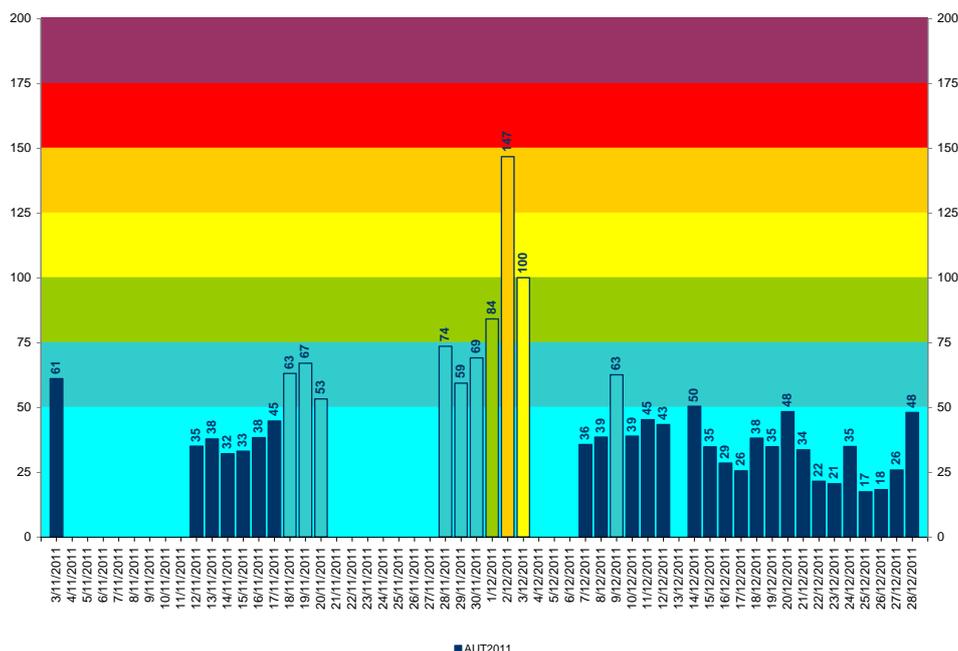
$$IQA = \frac{I_{PM_{10}} + I_{NO_2}}{2}$$

Il valore dell'indice viene riferito a sette classi, con la scala cromatica che varia dal celeste al viola, passando per il verde, giallo, arancione e rosso. Ai diversi livelli di IQA si associano giudizi diversi in merito alla qualità dell'aria, diversi colori e diverse raccomandazioni utili alla popolazione.

Scala IQA	Qualità dell'aria	Scala di colore	Informazioni alla popolazione
0÷50	OTTIMA		La qualità dell'aria è considerata eccellente
51÷75	BUONA		La qualità dell'aria è considerata molto soddisfacente con nessun rischio per la popolazione.
76÷100	DISCRETA		La qualità dell'aria è soddisfacente con nessun rischio per la popolazione.
101÷125	MEDIOCRE		La popolazione non è a rischio. Le persone asmatiche, bronchitiche croniche o cardiopatiche potrebbero avvertire lievi sintomi respiratori solo durante un'attività fisica intensa; si consiglia pertanto a questa categoria di persone di limitare l'esercizio fisico all'aperto, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi.
126÷150	POCO SALUBRE		Le persone con complicazioni cardiache, gli anziani e i bambini potrebbero essere a rischio, si consiglia pertanto a queste categorie di persone di limitare l'attività fisica e la permanenza prolungata all'aria aperta specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi.
151÷175	INSALUBRE		Molti cittadini potrebbero avvertire lievi sintomi negativi sulla salute, comunque reversibili, per tanto si consiglia di limitare la permanenza all'aria aperta, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi. I membri dei gruppi sensibili potrebbero invece avvertire sintomi più seri, è quindi conveniente esporsi il meno possibile all'aria aperta.
>175	MOLTO INSALUBRE		Tutti i cittadini potrebbero avvertire lievi effetti negativi sulla salute. Gli anziani e le persone con complicazioni respiratorie dovrebbero evitare di uscire, mentre gli altri, specialmente i bambini, dovrebbero evitare l'attività fisica e limitare la permanenza all'aria aperta, specialmente nelle ore centrali della giornata durante i mesi estivi

**Tabella 10.2.1.1:** indice della qualità dell'aria IQA dell'ARPA Molise

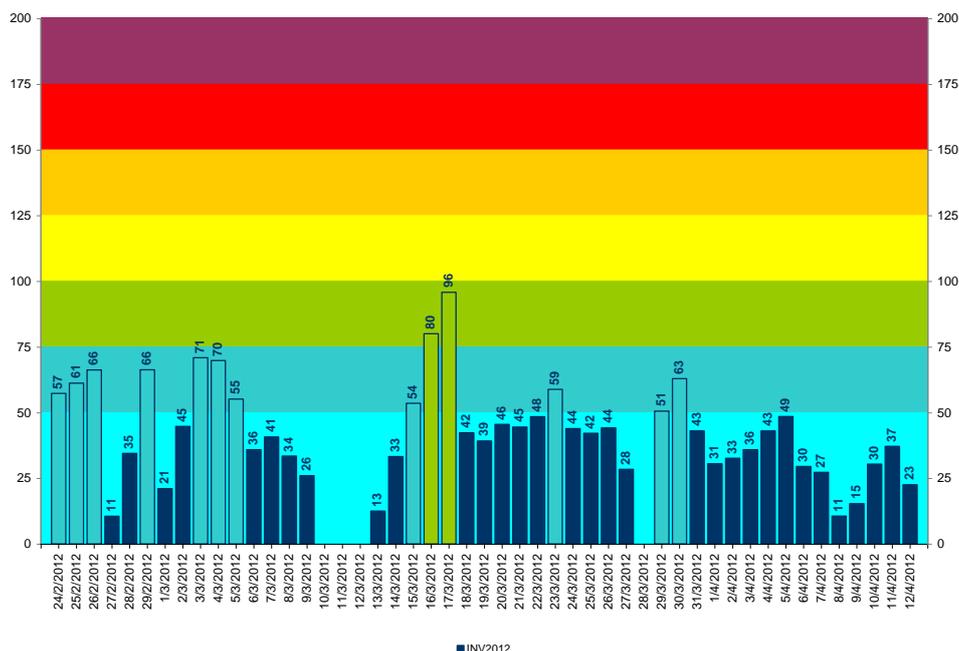
### 10.2.2 Campagna AUTUNNO 2011 (3 novembre ÷ 28 dicembre 2011)



**Figura 10.2.2.1:** andamento dell'indice di qualità dell'aria IQA dell'ARPA Molise

Lo stato di qualità dell'aria riscontrato durante la campagna AUTUNNO 2011, caratterizzata da 9 superamenti del valore limite giornaliero della concentrazione nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>, di cui 4 consecutivi, è sempre sostenibile per la maggior parte del periodo di osservazione con nessun rischio per la popolazione. La classe più popolata è quella corrispondente ad "ottimo", con tutti i livelli di concentrazione degli inquinanti al di sotto dei valori di legge. Dalla disamina dei sottoindici, inoltre, si riscontra che, in generale, il peggioramento dello stato di qualità dell'aria è stato causato principalmente dal peso del sottoindice del PM<sub>10</sub> sulla formulazione dell'indice IQA. In particolare solo in 3 giornate consecutive si è riscontrato un grave scadimento dello stato di qualità dell'aria da "discreto" a "insalubre" e, successivamente, "mediocre": tale peggioramento è stato causato, contestualmente, dai pesi dei sottoindici del PM<sub>10</sub> e dell'NO<sub>2</sub> sulla formulazione dell'indice, e, in particolare, da quello del PM<sub>10</sub> condizionato non solo dai superamento del valore limite giornaliero della concentrazione nell'aria ambiente, ma soprattutto dall'intensità del livello di tale inquinante rispetto al valore limite.

### 10.2.3 Campagna INVERNO 2012 (24 febbraio ÷ 12 aprile 2012)



**Figura 10.2.3.1:** andamento dell'indice di qualità dell'aria IQA dell'ARPA Molise

Lo stato di qualità dell'aria riscontrato durante la campagna INVERNO 2012, caratterizzata da 9 superamenti del valore limite giornaliero della concentrazione nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>, è sempre sostenibile con nessun rischio per la popolazione. La classe più popolata è quella corrispondente ad "ottimo", con tutti i livelli di concentrazione degli inquinanti al di sotto dei valori di legge. L'alternarsi dello stato di qualità da "ottimo" a "buono" è da attribuire principalmente al peso del sottoindice del PM<sub>10</sub> sulla formulazione dell'indice di qualità, mentre il contributo dell'NO<sub>2</sub> non sembra essere rilevante. Infine, l'episodio di scadimento dello stato di qualità da "buono" a "discreto" è da attribuire principalmente al peso del sottoindice del PM<sub>10</sub>, particolarmente condizionato dai superamenti dei livelli dell'inquinante nell'aria ambiente.

### 10.2.4 Campagna ESTATE 2012 (26 giugno ÷ 22 agosto 2012)

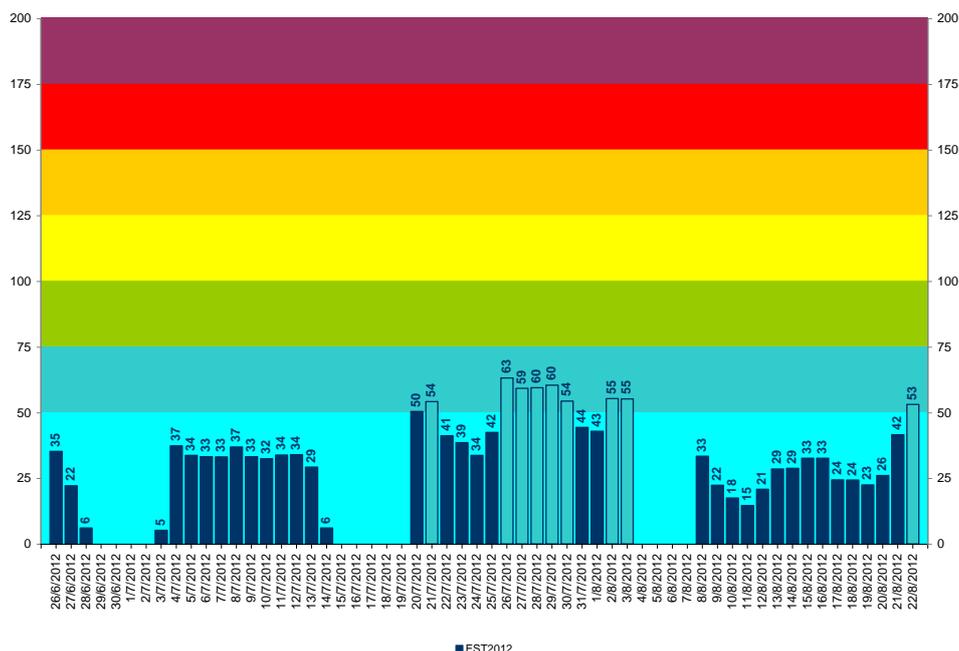


Figura 10.2.4.1: andamento dell'indice di qualità dell'aria IQA dell'ARPA Molise

Lo stato di qualità dell'aria riscontrato durante la campagna ESTATE 2012, caratterizzata da 6 superamenti del valore limite giornaliero della concentrazione nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>, di cui quattro consecutivi, è sempre sostenibile con nessun rischio per la popolazione. La classe più popolata è quella corrispondente ad "ottimo", con tutti i livelli di concentrazione degli inquinanti al di sotto dei valori di legge. L'alternarsi dello stato di qualità da "ottimo" a "buono" è da attribuire principalmente al peso del sottoindice del PM<sub>10</sub> sulla formulazione dell'indice di qualità, mentre il contributo dell'NO<sub>2</sub> non sembra essere rilevante.

## 11. Valutazioni conclusive

### 11.1 Sulla valutazione dei trend dei dati meteorologici

#### 11.1.1 Intensità e direzione del vento

Il campo della direzione del vettore vento è fortemente influenzato dall'orografia locale; difatti, i venti predominanti provengono prevalentemente dal quadrante settentrionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da NNE, NE, N e NNW dal quadrante orientale, con una maggiore frequenza da ENE, e dal quadrante meridionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da SSW e SW. In particolare, si è riscontrato che durante le ore notturne e nel primo mattino, il vento, mediamente moderato, proviene prevalentemente dal quadrante settentrionale con una maggiore frequenza da NNE, mentre nelle ore centrali della giornata, la direzione del vento compie una rotazione di circa 180° in senso orario ed il vento, più sostenuto, spira prevalentemente da SSW.

### 11.2 Sulla valutazione dei trend degli inquinanti

#### 11.2.1 Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub>, le indagini effettuate mostrano assenza di episodi acuti per superamento della soglia di allarme (superamento per 3 ore consecutive del valore di 500 µg/Nm<sup>3</sup>). Dall'andamento del massimo giornaliero delle medie orarie, si evince che le concentrazioni medie orarie di SO<sub>2</sub> sono ampiamente e costantemente al di sotto del valore limite orario di 350 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente; inoltre, dall'andamento della media giornaliera, si evince che le concentrazioni medie giornaliere di SO<sub>2</sub> sono ampiamente e costantemente al di sotto del valore limite giornaliero di 125 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Inoltre, per l'SO<sub>2</sub> lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante le campagne del 2° anno e descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è sempre "buono" per tutto il periodo di osservazione.

Si precisa, infine, che le concentrazioni nell'aria ambiente di SO<sub>2</sub> si sono mantenute generalmente su valori molto bassi e spesso sul limite di rilevabilità strumentale. Nel complesso si può affermare che, relativamente a questo inquinante, la situazione è esente da particolari criticità; inoltre, la tendenza registrata è quella dello scenario generale Italiano, che vede l'inquinamento da SO<sub>2</sub> in costante diminuzione ed ormai a valori non più allarmanti con il progredire della metanizzazione ed il miglioramento della qualità dei combustibili in relazione al loro tenore di zolfo.

#### 11.2.2 Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)

Gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) rivestono grande importanza ambientale e sanitaria per la molteplicità di fenomeni di inquinamento ambientale cui prendono parte:

1. l'NO<sub>2</sub> è un composto secondario che presenta una nocività intrinseca (effetti acuti e a lungo termine sull'apparato respiratorio), la quale giustifica l'esistenza di un valore limite orario di qualità dell'aria ed anche di una soglia di allarme;
2. gli NO<sub>x</sub> giocano un ruolo importante nel fenomeno delle piogge acide;
3. l'acido nitrico proveniente dall'ossidazione di NO<sub>2</sub> va costituire, come tale o sotto forma di nitrato, una frazione importante degli aerosol atmosferici;
4. un ulteriore ruolo fondamentale nel determinare la qualità dell'aria di territorio, gli NO<sub>x</sub> lo esercitano nella partecipazione ai processi di formazione dello "smog fotochimico".

Pertanto, il controllo degli ossidi di azoto ai fini di evitare un peggioramento della qualità dell'aria rappresenta un importante fattore da tenere in considerazione nell'elaborazione di strategie di intervento volte ad evitare un peggioramento della qualità dell'aria.

Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub>, le indagini effettuate mostrano assenza di episodi acuti per superamento della soglia di allarme (superamento per 3 ore consecutive del valore di 400 µg/Nm<sup>3</sup>). Dall'andamento del massimo giornaliero delle medie orarie, si evince che le concentrazioni medie orarie di NO<sub>2</sub> sono ampiamente e costantemente al di sotto del valore limite orario di 200 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Inoltre, il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> dei tre periodi di monitoraggio è ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 40 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Inoltre, per l'NO<sub>2</sub> lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante le campagne del 2° anno e

descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è sempre "buono" per tutto il periodo di osservazione.

Relativamente all'andamento orario medio delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> (giorno tipo) riscontrate nei tre periodi di campionamento, si manifesta il tipico andamento giornaliero bimodale a due picchi, con le zone di massima concentrazione in corrispondenza delle ore di maggior mobilità veicolare, determinato dall'attivazione delle reazioni fotochimiche in corrispondenza con le ore di maggiore insolazione; in generale, i valori estivi, rispetto quelli autunnali - invernali mostrano un andamento bimodale meno accentuato. Si precisa, inoltre, che l'andamento bimodale delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> nel giorno tipo dimostra una certa dipendenza delle concentrazioni dalle emissioni legate al traffico veicolare.

Relativamente all'andamento giornaliero medio delle concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> (settimana tipo), si osserva una oscillazione settimanale con una tendenziale crescita nel corso della settimana lavorativa e una progressiva diminuzione il sabato e la domenica, con l'effetto della ripresa lavorativa del lunedì generalmente evidente.

In termini assoluti le concentrazioni maggiori si osservano nel corso del periodo autunnale-invernale, sia per un numero maggiore di sorgenti emissive (impianti di combustione industriali e non) sia per le modalità di dispersione nell'atmosfera. In particolare è da notare la differenza in valore assoluto tra l'estate ed il periodo autunnale - invernale: nei mesi estivi si riscontra un valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> di 7.54 µg/Nm<sup>3</sup>, pari a circa la metà di quello riscontrato nei mesi autunnali, pari a 14.65 µg/Nm<sup>3</sup>. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative, poiché, ai sensi del D.Lgs. 155/2010, per la costruzione di una media annuale valida, nonché riferibile al valore limite annuale, è necessaria l'acquisizione del 90% dei valori di 1 ora o, se disponibili, dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

Si precisa, infine, che l'area monitorata non è stata interessata da significativi picchi di inquinamento da NO<sub>x</sub> e le concentrazioni nell'aria ambiente di NO<sub>2</sub> si sono mantenute su valori medio bassi; Inoltre, dal confronto dei dati medi giornalieri di NO<sub>2</sub> registrati nella campagna AUTUNNO 2011, INVERNO 2012 ed ESTATE 2012, e nelle stazioni della rete regionale della qualità dell'aria, emerge che i livelli di concentrazioni osservati nelle postazioni A1, A3 ed A4 sono generalmente superiori a quelli registrati nella stazione fissa di VASTOGIRARDI, stazione di zero, e, comunque, inferiori ai livelli di concentrazione osservati nelle stazioni V.FO1 e V.FO2 di VENAFRO e IS1 di ISERNIA, stazioni da traffico. Questo aspetto riveste importanza sia per l'attività di monitoraggio in sé, ma anche ai fini di una valutazione delle possibili pressioni ambientali dell'impianto di coincenerimento dell'ENERGONUT S.p.A., poiché gli NO<sub>x</sub> vengono emessi da una molteplicità di attività antropiche: fonti veicolari, combustioni civili ed industriali. Nel complesso si può affermare che, relativamente a questo inquinante, la situazione è esente da particolari criticità.

### 11.2.3 Monossido di carbonio (CO)

Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di CO, le indagini effettuate mostrano assenza di superamenti del massimo giornaliero delle medie orarie 8h di 10 mg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente; inoltre i livelli nell'aria ambiente di CO sono estremamente bassi. Inoltre, per il CO lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante le campagne del 2° anno descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è sempre "buono" per tutto il periodo di osservazione.

Nel complesso si può affermare che, relativamente a questo inquinante, la situazione è esente da particolari criticità; inoltre, la causa principale di inquinamento da monossido di CO è indubbiamente costituita dal traffico veicolare (si stima che il settore dei trasporti contribuisca per il 90% alle emissioni di CO di origine antropica).

### 11.2.4 Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Il benzene non è soggetto a limiti di qualità dell'aria sul breve periodo (orari o su 24 ore) ma soltanto ad un valore medio annuale, pertanto, per descriverne la qualità dell'aria si è fatto riferimento, in maniera puramente indicativa, all'indicatore della media sui vari periodi di campionamento.

Le indagini condotte indicano chiaramente come questo inquinante sia esente da criticità, infatti, il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, riscontrato nei vari periodi di campionamento, è sempre al di sotto del valore limite annuale di 5 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente.

### 11.2.5 Materiale particolato con diametro < 10 µm (PM<sub>10</sub>)

Il PM<sub>10</sub> è l'inquinante di più recente interesse da parte del legislatore, ma anche quello che presenta le maggiori criticità ambientali, comuni del resto a gran parte del territorio regionale e nazionale. La situazione del particolato può essere rappresentata valutando l'andamento delle concentrazioni medie giornaliere e delle medie sul periodo di campionamento.

La molteplicità delle sorgenti di emissione, l'elevata capacità diffusiva delle particelle di piccolo diametro, la possibilità d'interazione del particolato con inquinanti presenti allo stato gassoso nell'atmosfera fanno sì che il PM<sub>10</sub> presenti una distribuzione piuttosto uniforme su ampie aree di territorio. Difatti, una caratteristica importante del PM<sub>10</sub> è quella di essere un inquinante di tipo "ubiquitario", presenta cioè andamenti delle concentrazioni analoghe in diverse località del Regione Molise, e, pertanto, può essere considerato un buon indicatore della qualità dell'aria di una ampia porzione di territorio. Tale fenomeno è osservabile mettendo a confronto gli andamenti dei livelli medi giornalieri di PM<sub>10</sub> registrati nella campagna AUTUNNO 2011, INVERNO 2012 ed ESTATE 2012 e nelle stazioni fisse della rete regionale. Dal punto di vista qualitativo, l'analisi degli andamenti mostra come i livelli di concentrazioni osservati nelle postazioni A1, A3 ed A4 sono allineati con quelli registrati nelle stazioni fisse della rete di monitoraggio. In particolare, dal punto di vista quantitativo, i valori misurati nelle postazioni sono marcatamente superiori a quelli registrati nelle stazioni fisse di VASTOGIRARDI, centralina di zero, e di IS1 di ISERNIA e, comunque, confrontabili, anche se generalmente superiori, ai livelli di concentrazione osservati nelle stazioni V.FO1 e V.FO2 di VENAFRO, stazioni da traffico. Inoltre, dal punto di vista statistico, l'analisi di regressione lineare tra le concentrazioni giornaliere di PM<sub>10</sub> osservate nelle 3 campagne con le concentrazioni giornaliere omologhe registrate rispettivamente nelle centraline della Provincia di ISERNIA mostra una "correlazione moderata" con i dati di VASTOGIRARDI (0.30<R<0.70), una "correlazione forte" con i dati di ISERNIA (R>0.70) con un indice di correlazione R pari a 0.87, ed una lieve "correlazione forte" con i dati di VENAFRO con un indice di correlazione R prossimo a 0.70.

	Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	Numero progressivo superamento campagna	Numero progressivo superamento	Data	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
AUTUNNO 2011	A4	03.11.2011	20.11.2011	1	1	03.11.2011	54.31
				2	2	18.11.2011	54.08
				3	3	19.11.2011	60.26
	A1	28.11.2011	12.12.2011	4	4	28.11.2011	65.23
				5	5	30.11.2011	58.52
				6	6	01.12.2011	72.83
				7	7	02.12.2011	133.83
				8	8	03.12.2011	93.47
				9	9	09.12.2011	52.36
A3	14.12.2011	24.12.2011	-	-	-	-	
INVERNO 2012	A4	24.02.2012	09.03.2012	1	10	25.02.2012	56.23
				2	11	26.02.2012	61.83
				3	12	29.02.2012	53.68
				4	13	03.03.2012	66.31
				5	14	04.03.2012	65.92
	A1	13.03.2012	27.03.2012	6	15	16.03.2012	75.03
				7	16	17.03.2012	91.02
				8	17	24.03.2012	54.43
A3	29.03.2012	12.04.2012	9	18	30.03.2012	56.39	
A4	26.06.2012	14.07.2012	-	-	-	-	
ESTATE 2012	A1	20.07.2012	03.08.2012	1	19	21.07.2012	50.50
				2	20	26.07.2012	59.35
				3	21	27.07.2012	54.52
				4	22	28.07.2012	54.15
				5	23	29.07.2012	55.05
				6	24	03.08.2012	50.76
A3	08.08.2012	22.08.2012	-	-	-	-	

**Tabella 11.2.5.1:** riepilogo del numero di superamenti di PM<sub>10</sub>

Relativamente ai livelli nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> osservati nelle campagne di monitoraggio, il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente dell'inquinante riscontrato nei 3 periodi di misura è sempre al di sotto del valore limite annuale di 40 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente. Inoltre, le indagini effettuate mostrano che si sono verificati complessivamente 24 superamenti del valore limite giornaliero di PM<sub>10</sub> di 50 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente su 136 giorni di indagine, di cui:

- n. 9 superamenti riscontrato nella campagna AUTUNNO 2011,

- n. 9 superamenti riscontrati nella campagna INVERNO 2012 e
- n. 6 superamenti riscontrati nella campagna ESTATE 2012.

Per il PM<sub>10</sub> lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante le campagne del 2° anno e descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è generalmente sostenibile; in particolare, per tutto il periodo di osservazione:

- relativamente alla media 24h, considerato che per 18 giorni (pari al 13.24% del periodo di osservazione) la media 24h del PM<sub>10</sub> è stata invalidata per insufficienza di dati orari, la frequenza della classe di giudizio "buono" è 47.06%, mentre quella della classe di giudizio "accettabile" è 23.53%;
- relativamente alla media periodo, è sempre "accettabile".

Agenti inquinanti	BUONA	ACCETTABILE	SCADENTE
Polveri fini (PM <sub>10</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) media 24h	≤35	36÷50	>50
Polveri fini (PM <sub>10</sub> ) superamenti annuali media 24h	≤35	-	>35
Polveri fini (PM <sub>10</sub> ) (µg/Nm <sup>3</sup> ) media annuale	≤28	29÷40	>40

Tabella 11.2.5.2: indicatori della qualità dell'aria per il PM<sub>10</sub>

Mese	Postazione	Inizio campagna	Fine campagna	lunedì	martedì	mercoledì	giovedì	venerdì	sabato	domenica	
novembre	A4	03.11.2011	20.11.2011		01	02	03	04	05	06	
				07	08	09	10	11	12	13	
				14	15	16	17	18	19	20	
				21	22	23	24	25	26	27	
dicembre	A1	28.11.2011	12.12.2011	28	29	30	01	02	03	04	
				05	06	07	08	09	10	11	
				12							
				13	14	15	16	17	18		
dicembre	A3	14.12.2011	24.12.2011	19	20	21	22	23	24	25	
				26	27	28	29	30	31		
				20	21	22	23	24	25	26	
				27	28	29					
febbraio	A4	24.02.2012	09.03.2012				01	02	03	04	
				05	06	07	08	09	10	11	
				12	13	14	15	16	17	18	
				19	20	21	22	23	24	25	
marzo	A1	13.03.2012	27.03.2012	26	27	28					
							29	30	31		
aprile	A3	29.03.2012	12.04.2012							01	
				02	03	04	05	06	07	08	
				09	10	11	12	13	14	15	
				25	26	27	28	29	30		
giugno	A4	26.06.2012	14.07.2012							01	
				02	03	04	05	06	07	08	
				09	10	11	12	13	14	15	
				16	17	18	19	20	21	22	
luglio	A1	20.07.2012	03.08.2012	23	24	25	26	27	28	29	
				30	31						
							01	02	03	04	05
				06	07	08	09	10	11	12	
agosto	A3	08.08.2012	22.08.2012	13	14	15	16	17	18	19	
				20	21	22	23	24	25	26	

Tabella 11.2.5.3: indicazioni sullo stato della qualità dell'aria per la media 24h di PM<sub>10</sub>

Relativamente all'andamento orario medio delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> (giorno tipo), come per l'NO<sub>2</sub>, anche le concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> registrate nelle 3 campagne del 2° anno, hanno il tipico andamento giornaliero a due picchi, con le 2 zone di massima concentrazione in corrispondenza delle ore di maggior mobilità veicolare, ma, a differenza dell'NO<sub>2</sub> (fotochimico e secondario), con fenomeni di accumulo delle concentrazioni nelle ore notturne dovuto, principalmente, alla minore turbolenza atmosferica; in generale, l'andamento bimodale è molto poco accentuato nei periodi estivi. Si precisa che l'andamento bimodale delle concentrazioni di PM<sub>10</sub> nel giorno tipo dimostra, verosimilmente, una dipendenza delle concentrazioni dalle emissioni legate al traffico veicolare; difatti, combinando insieme le variazioni percentuali giornaliere di PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> si osserva che gli andamenti dei

due inquinanti presentano una buona correlazione qualitativa sia nelle ore diurne che in quelle notturne; in particolare, nelle ore diurne, essendo l'andamento giornaliero dell'NO<sub>2</sub> bimodale tipico da traffico veicolare, non appena questa sorgente emissiva diventa dominante rispetto alle altre, la distribuzione media giornaliera del PM<sub>10</sub> è molto relazionata con quella dell'NO<sub>2</sub>.

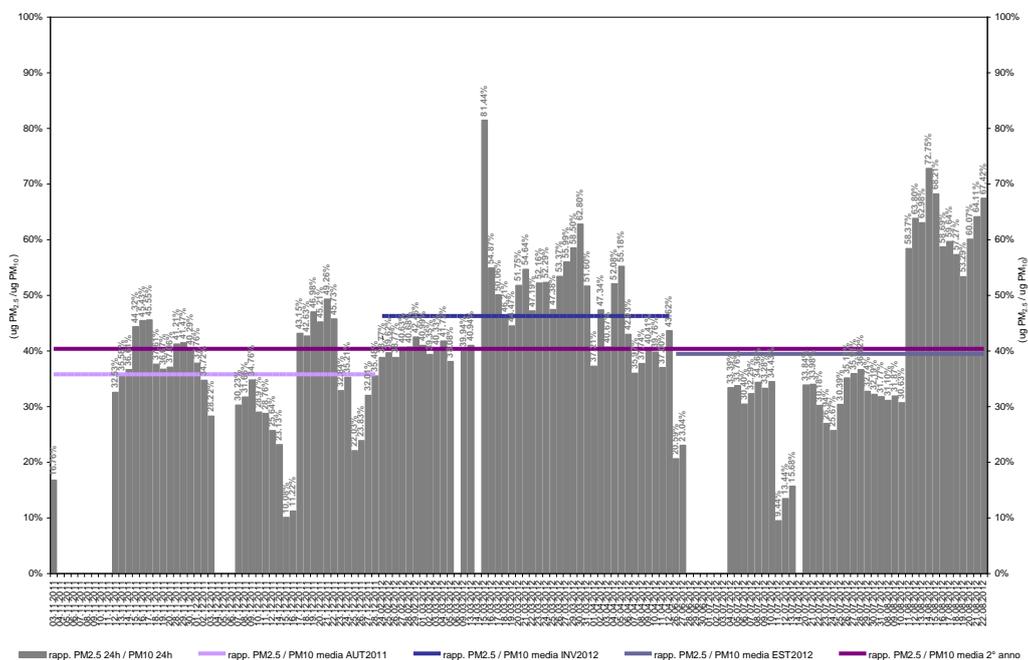
Relativamente all'andamento giornaliero medio delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> (settimana tipo), si osserva, tranne che per il periodo estivo, una oscillazione settimanale con una tendenziale crescita nel corso della settimana lavorativa e una progressiva diminuzione il sabato e la domenica, con l'effetto della ripresa lavorativa del lunedì generalmente non molto evidente. Inoltre, combinando insieme le variazioni percentuali giornaliere di PM<sub>10</sub> e NO<sub>2</sub> si osserva che gli andamenti dei due inquinanti presentano una buona correlazione qualitativa: ad un aumento dell'uno corrisponde anche un aumento dell'altro e viceversa.

Da notare, infine, che, a differenza dell'NO<sub>2</sub>, per il quale è più evidente una fluttuazione stagionale, nei mesi estivi e in quelli autunnali – invernali si riscontrano valori medi della concentrazione nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> pressoché confrontabili. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative.

### 11.2.6 Materiale particolato con diametro < 2.5 µm (PM<sub>2.5</sub>)

L'analisi comparata dei livelli medi giornalieri del PM<sub>2.5</sub> con quelli del PM<sub>10</sub> mostra una robusta correlazione fra le due frazioni aerodinamiche del particolato (R=0.84); pertanto, tutte le considerazioni valide per il PM<sub>10</sub> sono estendibili anche al PM<sub>2.5</sub>.

Relativamente all'analisi dei livelli nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub> riscontrati nelle campagne di monitoraggio, il valore medio della concentrazione nell'aria ambiente di PM<sub>2.5</sub> registrato nei 3 periodi di misura è ampiamente al di sotto del valore limite annuale di 27 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente per l'anno 2012. Si rammenta che le valutazioni riportate in merito al rispetto del predetto limite a lungo termine sono da ritenersi puramente indicative. Inoltre, per il PM<sub>2.5</sub> lo stato di qualità dell'aria, riscontrato durante la campagne del 2° anno e descritto attraverso gli indicatori di cui alla Tabella 2.1.1.7, è "buono" per tutto il periodo di osservazione.



**Figura 11.2.6.1:** rapporto della media giornaliera omologhe delle concentrazioni nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>

Infine, dalla valutazione del rapporto delle concentrazioni medie giornaliere omologhe di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>, strumento qualitativo per valutare quanto pesa la componente più fine rispetto al totale (nelle PM<sub>10</sub> sono contenute tutte le polveri con diametro inferiore a 10µm e quindi anche le PM<sub>2.5</sub>), si può osservare che, mediamente, il valore di tale rapporto è pari a 0.40; pertanto, il contributo delle PM inalabili più grossolane (con diametro superiore a 2.5µm) è generalmente preponderante rispetto a quello delle PM più sottili (con diametro inferiore a 2.5µm).

### 11.2.7 Cadmio (Cd), Arsenico (As) e Nichel (Ni) nella frazione di PM<sub>10</sub>

I metalli pesanti Cd, As e Ni non sono soggetti a limiti di qualità dell'aria sul breve periodo (orari o su 24 ore), ma soltanto a valori obiettivo riferiti ai tenori totali di ciascun metallo presente nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolati come medie su anno civile; pertanto, per descriverne la qualità dell'aria si è fatto riferimento, in maniera puramente indicativa, agli indicatori delle medie sui vari periodi di campionamento.

Le indagini condotte indicano chiaramente come i tenori totali di Cd, As e Ni presenti nella frazione PM<sub>10</sub> del materiale particolato, calcolati come media sui singoli periodi di campionamento, sono sempre al di sotto dei rispettivi valori obiettivo annuali imposti dalla normativa vigente.

### 11.2.8 Ammoniaca (NH<sub>3</sub>) con campionatori passivi RADIELLO®

L'ammoniaca (NH<sub>3</sub>) non è soggetta a limiti di qualità dell'aria sul breve e sul lungo periodo, pertanto per descrivere la qualità dell'aria, in maniera puramente indicativa, si è fatto riferimento ai Threshold Limit Value o TLV (valori limite di soglia). Si precisa che le valutazioni con i predetti limiti di soglia TLV sono valutazioni dello stato di salubrità dell'aria e si applicano esclusivamente agli ambienti confinati di lavoro; inoltre, l'ordine di grandezza del TLV è il ppm (mg/Nm<sup>3</sup>), mentre i limiti di qualità dell'aria del D.Lgs. 155/2010 sono espressi in ppb (µg/Nm<sup>3</sup>).

Le indagini condotte indicano che i tenori di NH<sub>3</sub>, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono sempre ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-TWA di 17 mg/Nm<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH.

### 11.2.9 Acido Cloridrico (HCl) ed Acido Fluoridrico (HF) con campionatori passivi RADIELLO®

Gli acidi alogenati cloridrico (HCl) e fluoridrico (HF) non sono soggetti a limiti di qualità dell'aria sul breve e sul lungo periodo, pertanto per descrivere la qualità dell'aria, in maniera puramente indicativa, si è fatto riferimento ai rispettivi TLV della ACGIH. Si precisa che le valutazioni con i predetti TLV sono valutazioni dello stato di salubrità dell'aria e si applicano esclusivamente agli ambienti confinati di lavoro; inoltre, l'ordine di grandezza del TLV è il ppm (mg/Nm<sup>3</sup>), mentre i limiti di qualità dell'aria del D.Lgs. 155/2010 sono espressi in ppb (µg/Nm<sup>3</sup>).

I tenori di HCl, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono sempre ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-C di 7 mg/Nm<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH. Si precisa che i tenori di HCl riscontrati sono, comunque, molto bassi, se confrontati con il TLV, quando rilevabili strumentalmente.

I tenori di HF, calcolati come media sul periodo di esposizione del campionatore diffusivo, sono ampiamente al di sotto del valore limite di soglia TLV-C di 2.6 mg/Nm<sup>3</sup> raccomandato dalla ACGIH. Si precisa che i tenori di HF riscontrati sono, comunque, molto bassi, se confrontati con il TLV, quando rilevabili strumentalmente.

## 11.3 Sulla valutazione dello stato di qualità dell'aria

### 11.3.1 Indice IQA adottato dall'ARPA Molise

L'indice di qualità dell'aria IQA adottato dell'ARPA Molise, ed utilizzato nell'ambito del Piano di Monitoraggio, è un indice sintetico ottenuto come media di sottoindici. Gli inquinanti inclusi nella definizione dell'indice IQA sono il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) e il particolato (PM<sub>10</sub>). La modalità di aggregazione temporale dei dati misurati, necessaria per passare dalla scala di misura originaria di ogni singolo inquinante ad una scala adimensionale (sotto-indice), è la standardizzazione rispetto ai limiti di legge:

- PM<sub>10</sub> – valore limite 24h: 50 µg/Nm<sup>3</sup>;
- NO<sub>2</sub> – valore limite 1h: 200 µg/Nm<sup>3</sup>.

Si precisa che nella formulazione dell'indice IQA non è stato considerato il contributo dell'O<sub>3</sub>, parametro non misurato nell'ambito del Piano di Monitoraggio.

Relativamente al primo secondo di monitoraggio, lo stato di qualità dell'aria riscontrato durante le campagne di AUTUNNO 2010, INVERNO 2011 ed ESTATE 2011, caratterizzata complessivamente da 24 superamenti del valore limite giornaliero della concentrazione nell'aria ambiente di PM<sub>10</sub>, è sempre sostenibile per la maggior parte del periodo di osservazione con nessun rischio per la popolazione; la

classe più popolata è quella corrispondente ad "ottimo", con tutti i livelli di concentrazione degli inquinanti al di sotto dei valori di legge. Dalla disamina dei sottoindici si è osservato che

- l'alternarsi dello stato di qualità da "ottimo" a "buono" è da attribuire principalmente al peso del sottoindice del PM<sub>10</sub> sulla formulazione dell'indice di qualità, mentre il contributo dell'NO<sub>2</sub> non sembra essere rilevante;
- lo scadimento del giudizio qualità dell'aria da "buono" ad "discreto" è stato causato principalmente dal peso del sottoindice del PM<sub>10</sub>, peso del sottoindice del PM<sub>10</sub>, particolarmente condizionato dai superamenti dei livelli dell'inquinante nell'aria ambiente;
- gli eventi di giudizio "mediocre" e "insalubre" sono determinati, contestualmente, dai pesi dei sottoindici dell'NO<sub>2</sub> e del PM<sub>10</sub>, quest'ultimo particolarmente condizionato non solo dal superamento del valore limite giornaliero della concentrazione nell'aria ambiente, ma soprattutto dall'intensità del livello di tale inquinante rispetto al valore limite.

## 12. Conclusioni

Sulla scorta dei risultati emersi dallo studio scaturito dalla elaborazione dei dati delle tre campagne di misura della qualità dell'aria del 2° anno, si può affermare che sostanzialmente sono stati confermati i risultati emersi nel corso del 1° anno indagine; in particolare, nel corso del 2° anno di misura si è rilevato che:

- 1) il campo anemologico è fortemente influenzato dall'orografia locale; difatti, i venti predominanti provengono prevalentemente dal quadrante settentrionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da NNE, NE, N e NNW dal quadrante orientale, con una maggiore frequenza da ENE, e dal quadrante meridionale, con una maggiore frequenza rispettivamente da SSW e SW;
- 2) in particolare, si è riscontrato che durante le ore notturne e nel primo mattino, il vento, mediamente moderato, proviene prevalentemente dal quadrante settentrionale con una maggiore frequenza da NNE, mentre nelle ore centrali della giornata, la direzione del vento compie una rotazione di circa 180° in senso orario ed il vento, più sostenuto, spira prevalentemente da SSW;
- 3) relativamente agli inquinanti SO<sub>2</sub>, CO e C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, la situazione monitorata è esente da particolari criticità;
- 4) i livelli di NO<sub>2</sub> riscontrati si attestano, nel complesso, su valori medio - bassi;
- 5) dell'NO<sub>2</sub>, comunque, non va dimenticata la criticità dovuta al carattere secondario e al suo coinvolgimento nella dinamica di produzione dell'ozono (O<sub>3</sub>), parametro non misurato nell'ambito del Piano di Monitoraggio in quanto non emesso direttamente dall'impianto di coincenerimento;
- 6) il parametro critico per l'inquinamento atmosferico risulta complessivamente essere il PM<sub>10</sub>, per il quale si sono registrati 24 superamenti del valore limite giornaliero della concentrazione di 50 µg/Nm<sup>3</sup> su 136 giorni di indagine, nonché valori medi della concentrazione durante le singole campagne leggermente al di sotto del valore limite annuale di 40 µg/Nm<sup>3</sup> imposto dalla normativa vigente;
- 7) gli andamenti delle PM<sub>10</sub> sono verosimilmente allineati con i livelli registrati nelle stazioni fisse di ISERNIA e VENAFRO;
- 8) il contributo delle frazioni più grossolane delle PM<sub>10</sub> (con diametro superiore a 2.5µm) è generalmente preponderante rispetto alle frazioni più sottili (con diametro inferiore a 2.5µm);
- 9) lo stato di qualità dell'aria descritto con l'indice IQA adottato da ARPA Molise complessivamente è sostenibile per la maggior parte del periodo di osservazione con nessun rischio per la popolazione.

Pertanto, al fine di verificare e confermare ulteriormente i risultati sopra descritti, si rappresenta l'opportunità di un prosieguo dell'attività di misura della qualità dell'aria in continuo con il laboratorio mobile:

- mantenendo l'architettura di monitoraggio già approvata;
- integrandola opportunamente anche con le misure dei livelli nell'aria ambiente di piombo e di benzo(a)pirene sulla frazione di PM<sub>10</sub>, conformemente a quanto riportato nel D.Lgs. 155/2010;
- razionalizzando l'utilizzo in termini di postazione di misura, tenendo conto, soprattutto per gli inquinanti di tipo "ubiquitario" come il PM<sub>10</sub>, anche della dislocazione delle centraline della rete fissa della qualità dell'aria della Provincia di ISERNIA;
- dilatando i tempi di esposizione, per avere un più significativo confronto con i dati misurati dalle centraline della predetta rete fissa della qualità dell'aria.

Si evidenzia, infine, che le misurazioni e le tecniche utilizzate per la valutazione della qualità dell'aria ambiente devono rispettare gli obiettivi di qualità previsti all'Allegato 1 del D.Lgs. 155/2010: in particolare, per le misure effettuate attraverso laboratori mobili, il Decreto prevede un periodo di copertura minimo del 14% su base annua, al fine di conferire significatività ai dati; pertanto, indipendentemente dalle postazioni di misura individuate, sarà necessario effettuare il monitoraggio anche nel periodo primaverile, allo scopo di ottenere misure uniformemente distribuite nell'arco dell'anno (minimo otto settimane distribuite equamente nell'arco dell'anno), e raggiungere il predetto limite minimo di copertura.

### 13. Dati delle campagne di monitoraggio

#### 13.1 Dati della campagna AUTUNNO 2011 (3 novembre ÷ 28 dicembre 2011)

##### 13.1.1 Massimi giornalieri delle medie orarie di SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub> e massime medie mobili di 8h di CO

Data	Stazione di rilevamento	SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	CO (mg/Nm <sup>3</sup> )
03.11.2011	A4	0.20	27.30	0.21
04.11.2011	A4	0.40	31.00	0.20
05.11.2011	A4	0.10	23.70	0.17
06.11.2011	A4	-	18.30	0.07
07.11.2011	A4	1.60	33.80	0.41
08.11.2011	A4	1.60	14.40	0.39
09.11.2011	A4	1.60	-	0.34
10.11.2011	A4	1.60	-	0.28
11.11.2011	A4	1.60	17.50	0.27
12.11.2011	A4	2.50	4.10	0.25
13.11.2011	A4	3.40	7.90	0.24
14.11.2011	A4	2.80	4.60	0.31
15.11.2011	A4	2.10	-	0.43
16.11.2011	A4	2.00	13.80	0.43
17.11.2011	A4	3.30	15.90	0.50
18.11.2011	A4	2.80	38.50	0.71
19.11.2011	A4	2.60	39.40	0.73
20.11.2011	A4	2.70	21.70	0.74
28.11.2011	A1	4.20	38.60	1.27
29.11.2011	A1	4.00	51.60	1.29
30.11.2011	A1	4.20	52.40	1.47
01.12.2011	A1	4.50	61.30	1.51
02.12.2011	A1	4.00	100.90	1.97
03.12.2011	A1	3.80	52.10	1.96
04.12.2011	A1	-	-	-
05.12.2011	A1	-	-	-
06.12.2011	A1	4.90	27.00	-
07.12.2011	A1	5.20	39.10	0.29
08.12.2011	A1	5.40	30.00	0.32
09.12.2011	A1	5.80	98.30	0.36
10.12.2011	A1	6.60	30.10	0.33
11.12.2011	A1	6.50	29.90	0.33
12.12.2011	A1	7.20	27.50	0.36
14.12.2011	A3	5.10	101.50	0.46
15.12.2011	A3	7.50	34.90	0.38
16.12.2011	A3	7.90	40.90	0.36
17.12.2011	A3	10.50	32.90	0.38
18.12.2011	A3	-	38.90	0.47
19.12.2011	A3	-	101.40	0.49
20.12.2011	A3	-	164.20	0.60
21.12.2011	A3	0.80	58.40	0.61
22.12.2011	A3	0.70	47.20	0.47
23.12.2011	A3	0.60	52.30	0.51
24.12.2011	A3	0.50	36.30	0.69
25.12.2011	A3	1.00	44.60	0.68
26.12.2011	A3	0.60	31.40	0.59
27.12.2011	A3	1.00	45.30	0.68
28.12.2011	A3	0.60	84.90	0.91

Tabella 13.1.1.1: massimi giornalieri delle medie orarie delle concentrazioni di SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub> e massime medie mobili di 8h di CO

13.1.2 Medie giornaliere di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>

Data	Stazione di rilevamento	SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
03.11.2011	A4	0.07	13.57	0.17	2.52	54.31	9.10
04.11.2011	A4	0.08	16.66	0.08	3.03	-	11.89
05.11.2011	A4	0.02	12.83	0.04	3.22	-	12.43
06.11.2011	A4	-	7.03	0.01	2.68	-	-
07.11.2011	A4	0.77	14.78	0.19	2.90	-	-
08.11.2011	A4	1.42	-	0.27	2.78	-	6.36
09.11.2011	A4	1.43	-	0.16	2.17	-	3.09
10.11.2011	A4	1.44	-	0.19	2.33	-	5.60
11.11.2011	A4	1.43	-	0.18	1.90	-	5.98
12.11.2011	A4	2.12	-	0.23	2.28	34.18	11.12
13.11.2011	A4	2.52	4.12	0.19	1.45	36.06	12.83
14.11.2011	A4	1.90	-	0.22	1.38	31.14	11.40
15.11.2011	A4	1.60	-	0.29	1.87	33.10	14.67
16.11.2011	A4	1.74	-	0.34	1.46	35.13	15.96
17.11.2011	A4	2.42	6.85	0.42	1.63	41.03	18.69
18.11.2011	A4	2.09	12.39	0.52	2.27	54.08	20.34
19.11.2011	A4	1.89	11.08	0.59	2.48	60.26	22.10
20.11.2011	A4	2.08	7.30	0.60	2.08	48.17	17.85
28.11.2011	A1	2.84	17.14	1.17	3.04	65.23	26.88
29.11.2011	A1	2.81	17.86	1.12	1.99	48.68	20.19
30.11.2011	A1	2.94	19.61	1.23	2.38	58.52	23.58
01.12.2011	A1	3.17	20.09	1.29	2.78	72.83	27.50
02.12.2011	A1	3.32	28.15	1.56	4.30	133.83	46.47
03.12.2011	A1	3.47	14.05	1.47	4.02	93.47	26.38
04.12.2011	A1	-	-	-	-	-	-
05.12.2011	A1	-	-	-	-	-	-
06.12.2011	A1	-	-	-	-	-	-
07.12.2011	A1	3.70	17.95	0.14	-	27.16	8.21
08.12.2011	A1	3.52	13.64	0.18	2.22	31.93	10.11
09.12.2011	A1	4.06	19.17	0.26	2.87	52.36	18.20
10.12.2011	A1	5.43	12.85	0.23	3.38	33.14	9.60
11.12.2011	A1	6.10	11.35	0.28	3.81	39.50	11.36
12.12.2011	A1	-	-	-	3.17	37.36	9.58
14.12.2011	A3	4.31	21.04	0.40	2.40	40.77	9.43
15.12.2011	A3	6.40	15.45	0.35	2.08	27.78	2.80
16.12.2011	A3	7.20	12.24	0.32	1.69	20.58	2.31
17.12.2011	A3	8.65	9.32	0.30	1.45	18.68	8.06
18.12.2011	A3	-	11.48	0.36	1.67	29.98	12.78
19.12.2011	A3	-	20.30	0.38	1.54	20.86	9.80
20.12.2011	A3	-	26.10	0.44	2.18	33.40	15.10
21.12.2011	A3	-	20.46	0.40	1.76	24.28	11.96
22.12.2011	A3	0.41	19.91	0.43	1.38	13.82	6.32
23.12.2011	A3	0.48	16.57	0.44	1.29	12.88	4.23
24.12.2011	A3	0.27	11.81	0.59	1.67	30.33	10.68
25.12.2011	A3	0.53	9.44	0.56	1.19	11.35	2.50
26.12.2011	A3	0.43	7.77	0.55	1.16	12.59	3.00
27.12.2011	A3	0.67	15.93	0.63	1.42	18.84	6.03
28.12.2011	A3	0.35	19.19	0.75	2.00	35.94	12.75

Tabella 13.1.2.1: medie giornaliere delle concentrazioni di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>

### 13.1.3 Medie giornaliere di VV, DV, T<sub>ext</sub>, T<sub>extmin</sub>, T<sub>extmax</sub>, SolRad, h, h<sub>cum</sub>, P<sub>atm</sub>, UR%

Data	VV (m/s)	DD (°nord)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>extmin</sub> (°C)	T <sub>extmax</sub> (°C)	SolRad (W/m <sup>2</sup> )	h (mm)	h <sub>cum</sub> (mm)	P <sub>atm</sub> (mBar)	UR% (%vol)
03.11.2011	2.16	134.31	12.48	7.20	19.40	136.89	-	-	986.31	75.89
04.11.2011	1.51	124.86	12.41	7.10	19.60	92.72	-	-	985.80	83.17
05.11.2011	1.38	87.40	13.34	9.30	19.00	73.47	-	-	983.19	84.00
06.11.2011	0.39	62.50	12.28	10.20	14.70	23.83	1.03	24.60	981.56	88.54
07.11.2011	-	-	11.07	8.50	15.00	49.65	0.41	9.80	988.02	93.38
08.11.2011	-	-	10.48	7.20	14.40	52.48	0.12	2.80	990.22	93.51
09.11.2011	0.08	0.60	13.60	7.80	20.00	102.72	-	-	989.01	73.18
10.11.2011	1.78	102.78	14.06	9.60	19.70	112.49	-	-	986.39	71.98
11.11.2011	0.45	84.58	13.13	8.40	17.90	126.81	-	-	988.81	70.95
12.11.2011	1.87	18.19	12.78	8.70	16.70	121.30	-	-	994.67	65.68
13.11.2011	3.10	91.25	10.30	5.90	15.40	122.82	-	-	996.74	60.72
14.11.2011	0.39	21.44	9.15	2.20	16.00	123.83	-	-	992.46	64.82
15.11.2011	0.02	24.10	7.48	1.80	14.60	117.64	-	-	987.41	66.45
16.11.2011	0.02	24.90	9.69	3.30	14.80	104.51	-	-	988.02	70.13
17.11.2011	-	-	10.48	5.70	15.70	118.55	-	-	991.28	67.31
18.11.2011	-	-	8.41	4.10	15.80	119.06	-	-	992.71	70.74
19.11.2011	-	-	6.98	1.60	15.20	116.38	-	-	991.84	74.57
20.11.2011	-	-	8.31	3.20	16.40	114.43	-	-	991.20	70.06
28.11.2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29.11.2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30.11.2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01.12.2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02.12.2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03.12.2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04.12.2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05.12.2011	1.53	80.87	8.10	3.10	15.60	116.30	-	-	998.40	83.20
06.12.2011	1.58	56.35	7.90	3.10	16.50	109.25	-	-	997.67	77.33
07.12.2011	1.62	72.57	7.04	1.20	16.50	116.47	-	-	999.68	79.45
08.12.2011	1.60	81.16	6.91	1.70	14.90	110.08	-	-	1000.75	82.72
09.12.2011	1.05	88.07	7.50	3.40	11.10	32.65	0.03	0.80	997.81	91.26
10.12.2011	1.05	183.17	10.48	8.50	12.60	32.68	0.16	3.60	994.80	94.85
11.12.2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.12.2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14.12.2011	1.49	144.23	11.28	6.50	15.90	64.95	-	-	986.21	76.04
15.12.2011	1.57	123.72	8.96	4.20	14.80	112.13	-	-	990.63	76.20
16.12.2011	1.53	77.07	7.86	2.60	16.20	113.85	-	-	994.16	79.37
17.12.2011	1.69	138.55	7.99	0.30	15.50	66.46	0.02	0.40	997.10	85.34
18.12.2011	2.51	204.40	13.39	12.00	15.30	47.75	0.18	4.40	993.02	86.30
19.12.2011	1.31	181.96	13.30	10.50	15.00	28.39	0.06	1.40	992.46	89.63
20.12.2011	1.33	218.02	11.62	10.40	13.00	16.22	1.41	25.40	990.54	93.99
21.12.2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22.12.2011	2.18	120.30	8.69	3.00	13.00	12.36	0.09	2.20	994.75	91.93
23.12.2011	2.65	200.45	12.43	9.90	13.80	12.28	0.13	3.20	991.78	85.83
24.12.2011	4.80	202.07	10.95	7.30	13.60	20.44	0.07	1.60	985.78	80.28
25.12.2011	3.30	164.63	8.60	1.60	13.10	19.10	0.07	1.60	976.37	75.40
26.12.2011	2.04	167.64	3.35	0.20	8.10	20.83	0.25	6.00	982.94	81.13
27.12.2011	2.10	174.10	4.18	1.20	8.40	15.58	0.11	2.60	983.93	81.41
28.12.2011	1.99	114.56	2.24	-1.20	7.20	15.40	-	-	987.52	70.56

**Tabella 13.1.3.1:** medie giornaliere di VV, DV, T<sub>ext</sub>, T<sub>extmin</sub>, T<sub>extmax</sub>, SolRad, h, h<sub>cum</sub>, P<sub>atm</sub>, UR%

#### 13.1.4 Giorni Tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Ora	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
0	10.99	24.46
1	10.24	21.60
2	9.58	21.28
3	8.94	19.59
4	8.53	18.89
5	10.23	18.24
6	13.31	17.78
7	15.36	17.75
8	15.87	18.89
9	14.24	18.56
10	15.39	17.45
11	15.06	16.44
12	12.82	14.69
13	13.04	14.43
14	14.06	15.15
15	15.90	16.53
16	20.03	19.88
17	22.36	23.94
18	22.80	29.01
19	21.15	29.16
20	17.81	29.87
21	16.63	30.26
22	14.57	30.00
23	12.14	28.76

**Tabella 13.1.4.1:** giorni tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

#### 13.1.5 Settimane Tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Ora	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
Lunedì	14.63	33.23
Martedì	18.69	31.96
Mercoledì	18.96	36.97
Giovedì	14.92	40.28
Venerdì	16.79	52.47
Sabato	11.71	44.33
Domenica	8.55	33.01

**Tabella 13.1.5.1:** settimane tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

## 13.2 Dati della campagna INVERNO 2012 (24 febbraio ÷ 12 aprile 2012)

### 13.2.1 Massimi giornalieri delle medie orarie di SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub> e massime medie mobili di 8h di CO

Data	Stazione di rilevamento	SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	CO (mg/Nm <sup>3</sup> )
24.02.2012	A4	2.40	45.20	0.86
25.02.2012	A4	2.30	28.60	0.90
26.02.2012	A4	2.20	21.90	0.75
27.02.2012	A4	1.70	7.10	0.53
28.02.2012	A4	2.10	36.60	0.67
29.02.2012	A4	3.10	53.70	0.76
01.03.2012	A4	2.30	17.90	0.67
02.03.2012	A4	2.70	41.00	0.67
03.03.2012	A4	1.90	21.80	0.70
04.03.2012	A4	1.90	18.20	0.79
05.03.2012	A4	2.00	28.20	0.74
06.03.2012	A4	1.90	30.60	0.80
09.03.2012	A4	4.30	30.70	0.72
13.03.2012	A1	2.40	15.30	0.70
14.03.2012	A1	6.50	21.80	0.67
15.03.2012	A1	1.70	9.40	0.28
16.03.2012	A1	2.20	26.40	0.52
17.03.2012	A1	2.30	47.90	0.60
18.03.2012	A1	2.00	28.50	0.60
19.03.2012	A1	2.40	23.20	0.65
20.03.2012	A1	2.80	25.20	0.52
21.03.2012	A1	3.60	33.50	0.50
22.03.2012	A1	4.00	30.50	0.54
23.03.2012	A1	3.20	18.20	0.53
24.03.2012	A1	3.90	31.80	0.52
25.03.2012	A1	3.90	25.20	0.50
26.03.2012	A1	2.80	13.60	0.42
27.03.2012	A1	3.40	16.30	0.47
29.03.2012	A3	3.80	21.40	0.47
30.03.2012	A3	1.30	11.90	0.36
31.03.2012	A3	1.70	55.10	0.53
01.04.2012	A3	1.30	32.80	0.54
02.04.2012	A3	0.90	25.50	0.54
03.04.2012	A3	0.50	8.70	0.55
04.04.2012	A3	1.10	32.00	0.57
05.04.2012	A3	2.00	33.10	0.58
06.04.2012	A3	2.00	44.50	0.54
07.04.2012	A3	0.80	47.90	0.63
08.04.2012	A3	0.60	25.70	0.60
09.04.2012	A3	0.60	17.20	0.55
10.04.2012	A3	0.80	10.40	0.51
11.04.2012	A3	0.80	9.20	0.47
12.04.2012	A3	1.20	32.30	0.57

**Tabella 13.2.1.1:** massimi delle medie orarie delle concentrazioni di SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub> e massime medie mobili di 8h di CO

### 13.2.2 Medie giornaliere di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>

Data	Stazione di rilevamento	SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
24.02.2012	A4	1.54	19.09	0.71	1.77	46.81	18.15
25.02.2012	A4	1.53	12.40	0.68	1.97	56.23	22.28
26.02.2012	A4	1.76	9.24	0.64	1.67	61.93	24.01
27.02.2012	A4	1.42	3.54	0.42	0.83	9.28	3.77
28.02.2012	A4	1.67	11.52	0.52	1.33	26.23	10.67
29.02.2012	A4	1.71	16.43	0.62	1.72	53.68	22.79
01.03.2012	A4	1.69	7.08	0.54	0.99	17.25	7.07
02.03.2012	A4	1.66	13.21	0.60	1.32	38.93	15.32
03.03.2012	A4	1.55	11.18	0.69	1.48	66.31	26.74
04.03.2012	A4	1.54	10.88	0.71	1.75	65.92	27.50
05.03.2012	A4	1.49	13.08	0.69	1.70	49.50	18.85
06.03.2012	A4	1.54	13.99	0.65	1.45	29.80	-
09.03.2012	A4	2.40	8.18	0.65	1.29	36.83	14.71
13.03.2012	A1	2.07	7.20	0.65	1.18	30.29	12.40
14.03.2012	A1	3.20	5.47	0.63	1.07	23.42	-
15.03.2012	A1	1.54	3.56	0.25	0.85	10.83	8.82
16.03.2012	A1	1.65	8.25	0.35	1.18	27.54	15.11
17.03.2012	A1	1.76	11.83	0.42	1.38	47.38	23.72
18.03.2012	A1	1.63	13.02	0.51	1.78	75.03	34.67
19.03.2012	A1	1.83	12.96	0.53	1.77	91.02	40.48
20.03.2012	A1	2.23	9.67	0.38	1.07	37.82	19.57
21.03.2012	A1	2.78	11.71	0.40	1.29	33.07	18.07
22.03.2012	A1	2.36	8.50	0.46	1.44	41.53	19.60
23.03.2012	A1	2.35	7.42	0.43	1.36	40.68	21.22
24.03.2012	A1	2.54	9.48	0.44	1.20	42.97	22.47
25.03.2012	A1	2.49	10.64	0.40	-	54.43	25.79
26.03.2012	A1	1.23	6.10	0.36	-	41.20	21.99
27.03.2012	A1	1.05	4.87	0.37	-	38.79	21.72
29.03.2012	A3	1.73	5.74	0.35	-	39.61	23.17
30.03.2012	A3	0.97	4.69	0.33	1.43	26.10	16.39
31.03.2012	A3	0.83	13.93	0.49	2.15	42.25	21.80
01.04.2012	A3	0.63	9.89	0.53	2.45	56.39	20.98
02.04.2012	A3	0.50	9.31	0.52	2.19	38.15	18.06
03.04.2012	A3	0.38	4.46	0.51	2.34	29.11	11.84
04.04.2012	A3	0.59	9.77	0.52	2.55	27.19	14.16
05.04.2012	A3	0.97	11.22	0.53	2.62	30.43	16.79
06.04.2012	A3	0.84	13.93	0.53	2.81	36.13	15.51
07.04.2012	A3	0.48	17.28	0.59	2.21	40.51	14.57
08.04.2012	A3	0.43	8.39	0.53	1.31	25.28	9.54
09.04.2012	A3	0.49	7.81	0.53	1.16	24.13	9.75
10.04.2012	A3	0.57	4.45	0.47	1.86	8.98	3.57
11.04.2012	A3	0.63	3.17	0.41	1.26	14.08	5.21
12.04.2012	A3	0.71	9.93	0.51	1.45	25.49	11.12

**Tabella 13.2.2.1:** medie giornaliere delle concentrazioni di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>

### 13.2.3 Medie giornaliere di VV, DV, $T_{ext}$ , $T_{extmin}$ , $T_{extmax}$ , SolRad, h, $h_{cum}$ , $P_{atm}$ , UR%

Data	VV (m/s)	DD (°nord)	$T_{ext}$ (°C)	$T_{extmin}$ (°C)	$T_{extmax}$ (°C)	SolRad (W/m <sup>2</sup> )	h (mm)	$h_{cum}$ (mm)	$P_{atm}$ (mBar)	UR% (%vol)
24.02.2012	A4	2.51	113.90	8.55	0.50	18.50	179.65	-	-	997.19
25.02.2012	A4	2.80	143.71	8.75	1.00	15.50	172.10	-	-	992.93
26.02.2012	A4	3.25	153.39	10.14	7.40	14.40	136.32	-	-	983.89
27.02.2012	A4	7.33	159.96	7.39	4.50	10.20	186.56	-	-	989.75
28.02.2012	A4	2.50	165.16	7.42	1.10	13.80	190.48	-	-	994.43
29.02.2012	A4	2.05	208.58	9.08	-0.30	19.20	187.75	-	-	990.97
01.03.2012	A4	4.40	124.21	14.42	7.00	20.60	198.78	-	-	994.13
02.03.2012	A4	2.80	145.88	10.86	2.50	19.50	192.08	-	-	997.90
03.03.2012	A4	2.19	176.07	11.35	8.80	15.10	129.03	-	-	996.53
04.03.2012	A4	1.86	161.96	10.79	6.20	13.60	96.62	-	-	992.35
05.03.2012	A4	2.35	90.75	9.05	3.00	16.40	165.83	0.03	0.80	987.28
06.03.2012	A4	2.34	174.86	8.47	3.00	12.10	122.21	0.32	7.60	988.83
09.03.2012	A4	4.15	104.13	7.44	2.10	12.60	192.42	-	-	993.86
13.03.2012	A1	4.68	133.16	7.80	5.70	9.20	51.16	-	-	989.69
14.03.2012	A1	6.46	57.00	9.84	8.50	12.30	176.96	-	-	997.18
15.03.2012	A1	5.35	54.83	12.04	9.10	15.20	135.92	-	-	989.70
16.03.2012	A1	2.03	142.17	10.66	2.90	17.90	208.04	-	-	992.83
17.03.2012	A1	2.33	171.14	10.59	2.30	20.10	205.43	-	-	995.15
18.03.2012	A1	2.41	174.43	10.06	2.40	17.90	204.40	-	-	997.25
19.03.2012	A1	2.05	199.91	11.38	6.50	18.30	154.36	-	-	996.93
20.03.2012	A1	3.05	188.65	11.93	2.50	19.20	206.34	-	-	994.46
21.03.2012	A1	3.34	232.24	14.55	9.10	19.50	187.99	-	-	994.49
22.03.2012	A1	2.53	121.73	14.90	6.50	22.90	209.64	-	-	997.72
23.03.2012	A1	2.70	104.99	16.41	8.60	24.00	202.00	-	-	998.60
24.03.2012	A1	2.42	147.32	15.77	9.70	23.60	214.93	-	-	996.70
25.03.2012	A1	2.06	150.97	14.58	7.20	22.20	199.82	-	-	994.19
26.03.2012	A1	2.31	67.25	14.48	9.20	21.70	162.59	-	-	990.44
27.03.2012	A1	2.16	101.13	13.93	10.00	19.80	125.39	0.04	1.00	989.85
29.03.2012	A3	4.23	45.51	16.11	10.70	20.70	207.93	-	-	991.80
30.03.2012	A3	3.60	63.52	15.55	9.40	22.00	221.37	-	-	992.28
31.03.2012	A3	2.19	136.77	12.98	4.20	21.70	172.40	-	-	993.58
01.04.2012	A3	2.30	180.83	13.19	9.00	19.60	166.36	-	-	987.15
02.04.2012	A3	2.46	186.78	13.67	8.90	20.10	179.37	-	-	984.90
03.04.2012	A3	3.63	234.19	13.66	9.10	19.30	139.36	-	-	983.95
04.04.2012	A3	1.71	194.63	14.43	7.30	21.50	166.06	-	-	987.39
05.04.2012	A3	1.68	200.62	16.00	10.20	23.00	161.69	0.02	0.40	985.19
06.04.2012	A3	1.85	228.05	16.04	7.40	24.20	186.65	-	-	983.84
07.04.2012	A3	1.48	184.54	13.95	12.20	19.40	55.85	0.58	14.00	984.16
08.04.2012	A3	2.00	242.10	14.40	10.20	20.20	177.25	-	-	985.16
09.04.2012	A3	2.09	185.55	11.96	10.30	13.20	69.45	0.03	0.80	981.72
10.04.2012	A3	3.68	193.44	10.85	6.00	15.60	172.01	0.41	9.80	976.67
11.04.2012	A3	5.82	261.05	9.04	4.70	14.40	211.92	-	-	983.60
12.04.2012	A3	1.77	176.49	8.99	-0.90	17.80	209.43	-	-	987.33

**Tabella 13.2.3.1:** medie giornaliere di VV, DV,  $T_{ext}$ ,  $T_{extmin}$ ,  $T_{extmax}$ , SolRad, h,  $h_{cum}$ ,  $P_{atm}$ , UR%

#### 13.2.4 Giorni Tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Ora	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
0	8.70	29.88
1	7.73	28.35
2	6.75	26.35
3	6.56	24.33
4	7.35	22.74
5	9.65	21.49
6	11.30	21.22
7	13.32	22.31
8	13.15	24.09
9	10.64	25.83
10	11.00	28.99
11	8.66	26.51
12	8.69	24.64
13	8.52	25.87
14	8.68	26.68
15	9.03	31.70
16	10.23	35.29
17	10.73	43.41
18	11.06	42.73
19	11.09	43.29
20	11.55	42.04
21	10.36	40.56
22	9.85	38.99
23	9.52	35.70

**Tabella 13.2.4.1:** giorni tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

#### 13.2.5 Settimane Tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Ora	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
Lunedì	7.83	28.79
Martedì	9.06	27.20
Mercoledì	11.71	37.29
Giovedì	10.80	33.88
Venerdì	11.39	45.75
Sabato	9.94	52.84
Domenica	7.26	40.42

**Tabella 13.2.5.1:** settimane tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

### 13.3 Dati della campagna ESTATE 2012 (26 giugno ÷ 22 agosto 2012)

#### 13.3.1 Massimi giornalieri delle medie orarie di SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub> e massime medie mobili di 8h di CO

Data	Stazione di rilevamento	SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	CO (mg/Nm <sup>3</sup> )
26.06.2012	A4	1.90	28.20	-
27.06.2012	A4	1.50	12.20	0.22
28.06.2012	A4	1.30	15.10	-
29.06.2012	A4	-	-	-
30.06.2012	A4	-	-	-
01.07.2012	A4	-	-	-
02.07.2012	A4	-	-	-
03.07.2012	A4	2.10	12.10	-
04.07.2012	A4	2.10	20.60	0.44
05.07.2012	A4	2.30	22.30	0.20
06.07.2012	A4	1.80	24.90	0.13
07.07.2012	A4	2.10	17.20	0.11
08.07.2012	A4	2.50	12.20	0.16
09.07.2012	A4	2.50	20.60	0.18
10.07.2012	A4	2.50	20.90	0.18
11.07.2012	A4	2.30	47.30	0.21
12.07.2012	A4	1.70	24.30	0.27
13.07.2012	A4	2.30	23.20	0.34
14.07.2012	A4	2.30	17.30	-
20.07.2012	A1	0.70	18.00	-
21.07.2012	A1	1.00	23.10	0.58
22.07.2012	A1	0.30	9.20	0.60
23.07.2012	A1	0.10	8.90	0.64
24.07.2012	A1	0.20	14.00	0.65
25.07.2012	A1	0.10	19.20	0.72
26.07.2012	A1	0.20	18.60	0.79
27.07.2012	A1	0.20	26.40	0.80
28.07.2012	A1	0.30	27.70	0.85
29.07.2012	A1	0.20	25.30	0.88
30.07.2012	A1	0.40	30.90	0.88
31.07.2012	A1	0.60	25.80	0.87
08.08.2012	A3	0.40	22.30	0.92
09.08.2012	A3	0.50	33.30	1.03
10.08.2012	A3	0.40	26.30	1.06
11.08.2012	A3	1.40	29.00	1.19
12.08.2012	A3	0.80	16.50	1.20
13.08.2012	A3	1.60	9.60	1.21
14.08.2012	A3	0.70	5.70	1.22
15.08.2012	A3	1.00	14.80	1.28
16.08.2012	A3	1.00	16.90	1.34
17.08.2012	A3	0.80	21.90	1.38
18.08.2012	A3	1.00	12.60	1.40
19.08.2012	A3	0.70	14.70	1.43
20.08.2012	A3	0.70	6.70	1.44
21.08.2012	A3	1.90	5.90	1.45
22.08.2012	A3	1.30	6.70	1.47

**Tabella 13.3.1.1:** massimi delle medie orarie delle concentrazioni di SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub> e massime medie mobili di 8h di CO

### 13.3.2 Medie giornaliere di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>

Data	Stazione di rilevamento	SO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>2.5</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
26.06.2012	A4	1.10	-	-	0.82	29.29	6.03
27.06.2012	A4	0.92	6.07	0.10	0.73	19.49	4.49
28.06.2012	A4	-	-	-	-	-	-
29.06.2012	A4	-	-	-	-	-	-
30.06.2012	A4	-	-	-	-	-	-
01.07.2012	A4	-	-	-	-	-	-
02.07.2012	A4	-	-	-	-	-	-
03.07.2012	A4	-	-	-	-	-	-
04.07.2012	A4	1.31	9.37	0.22	-	33.63	11.23
05.07.2012	A4	1.45	9.67	0.12	-	30.30	10.23
06.07.2012	A4	1.27	8.69	0.10	-	29.05	8.83
07.07.2012	A4	1.37	6.49	0.09	-	29.95	9.67
08.07.2012	A4	1.52	5.93	0.13	-	34.17	11.74
09.07.2012	A4	1.58	9.65	0.14	-	29.30	9.75
10.07.2012	A4	1.68	10.47	0.17	-	28.23	9.72
11.07.2012	A4	1.59	10.33	0.20	-	26.48	2.50
12.07.2012	A4	1.24	10.18	0.26	-	29.54	3.97
13.07.2012	A4	1.40	8.39	0.29	-	25.58	4.01
14.07.2012	A4	-	-	-	-	-	-
20.07.2012	A1	0.35	-	0.41	1.49	47.37	16.03
21.07.2012	A1	0.21	4.49	0.56	1.90	50.50	17.16
22.07.2012	A1	0.05	1.08	0.54	0.72	39.73	11.99
23.07.2012	A1	0.00	0.95	0.59	0.71	37.01	9.97
24.07.2012	A1	0.05	2.29	0.63	0.69	31.28	8.03
25.07.2012	A1	0.04	7.24	0.69	0.70	38.50	11.70
26.07.2012	A1	0.05	10.56	0.76	-	59.35	20.84
27.07.2012	A1	0.06	10.95	0.77	-	54.52	19.58
28.07.2012	A1	0.08	11.87	0.82	1.04	54.15	19.83
29.07.2012	A1	0.06	8.63	0.83	0.83	56.05	18.35
30.07.2012	A1	0.13	11.11	0.85	0.80	49.27	15.86
31.07.2012	A1	0.23	10.60	0.85	0.82	39.63	12.59
08.08.2012	A3	0.18	8.70	0.89	0.84	37.98	11.81
09.08.2012	A3	0.18	10.84	0.99	0.90	49.23	15.69
10.08.2012	A3	0.16	10.08	1.01	0.83	50.76	15.55
11.08.2012	A3	0.50	10.03	1.18	1.04	27.72	16.18
12.08.2012	A3	0.40	7.71	1.17	0.84	18.73	11.95
13.08.2012	A3	0.37	4.83	1.19	0.73	15.48	9.75
14.08.2012	A3	0.37	3.13	1.19	0.87	13.54	9.85
15.08.2012	A3	0.41	5.60	1.24	1.05	17.46	11.91
16.08.2012	A3	0.41	7.61	1.32	0.88	25.25	14.82
17.08.2012	A3	0.41	5.76	1.34	0.70	24.70	14.73
18.08.2012	A3	0.43	5.10	1.39	0.80	30.19	17.29
19.08.2012	A3	0.30	5.83	1.42	0.74	29.97	15.97
20.08.2012	A3	0.42	3.53	1.41	0.67	23.09	13.87
21.08.2012	A3	0.77	3.20	1.43	0.73	23.24	14.90
22.08.2012	A3	0.71	3.33	1.44	1.01	21.18	14.28

**Tabella 13.3.2.1:** medie giornaliere delle concentrazioni di SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>

### 13.3.3 Medie giornaliere di VV, DV, T<sub>ext</sub>, T<sub>extmin</sub>, T<sub>extmax</sub>, SolRad, h, h<sub>cum</sub>, P<sub>atm</sub>, UR%

Data	VV (m/s)	DD (°nord)	T <sub>ext</sub> (°C)	T <sub>extmin</sub> (°C)	T <sub>extmax</sub> (°C)	SolRad (W/m <sup>2</sup> )	h (mm)	h <sub>cum</sub> (mm)	P <sub>atm</sub> (mBar)	UR% (%vol)
26.06.2012	2.30	149.79	24.00	15.70	32.90	283.36	0.53	12.60	988.02	69.38
27.06.2012	2.55	176.87	26.13	18.50	32.20	254.15	-	-	990.16	55.00
28.06.2012	1.82	66.57	21.68	17.80	28.20	188.94	-	-	989.25	63.90
29.06.2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30.06.2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01.07.2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02.07.2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03.07.2012	2.07	196.66	26.07	19.30	31.20	160.16	-	-	987.12	62.50
04.07.2012	2.13	157.29	23.76	15.70	30.60	323.01	-	-	985.88	65.58
05.07.2012	2.25	137.88	23.90	15.60	31.30	319.38	-	-	984.83	62.18
06.07.2012	2.64	150.67	23.84	15.90	31.00	323.51	-	-	985.38	67.07
07.07.2012	2.19	161.88	25.05	16.60	32.50	317.91	-	-	987.08	67.97
08.07.2012	2.20	281.80	26.18	17.70	33.80	314.68	-	-	987.08	65.90
09.07.2012	2.28	241.61	26.34	17.70	34.40	303.25	-	-	986.39	59.43
10.07.2012	2.48	158.74	26.82	19.10	34.20	311.88	-	-	986.92	57.39
11.07.2012	2.75	166.58	25.69	16.40	33.60	311.30	-	-	988.60	60.43
12.07.2012	2.26	171.30	23.77	17.00	29.40	187.18	0.01	0.20	987.76	70.70
13.07.2012	2.95	162.60	24.28	16.40	31.20	313.54	-	-	986.12	64.45
14.07.2012	2.17	117.20	21.93	15.20	32.40	343.02	-	-	987.02	71.19
20.07.2012	2.04	166.69	25.32	15.40	34.70	301.55	-	-	1003.26	56.42
21.07.2012	2.06	128.01	24.69	14.40	33.60	290.70	-	-	1002.06	57.07
22.07.2012	3.64	213.19	24.57	18.70	32.60	259.94	0.01	0.20	1000.34	60.58
23.07.2012	4.88	271.99	20.19	17.40	23.20	69.11	0.71	17.00	1000.50	77.97
24.07.2012	2.70	157.87	20.86	16.70	26.60	167.53	0.44	10.60	1000.80	76.42
25.07.2012	1.32	231.35	22.16	15.40	27.60	235.74	-	-	1003.37	74.13
26.07.2012	1.45	145.73	24.40	18.60	30.80	254.88	-	-	1004.65	75.13
27.07.2012	1.45	175.50	26.45	18.10	35.00	304.58	-	-	1003.33	65.40
28.07.2012	1.60	146.34	26.48	18.30	34.80	283.32	-	-	1002.19	64.70
29.07.2012	1.81	208.75	26.00	18.60	33.60	286.14	-	-	1001.85	66.75
30.07.2012	1.75	157.57	26.23	17.10	35.70	300.57	-	-	1002.83	63.35
31.07.2012	1.52	124.23	26.58	16.70	35.20	298.83	-	-	1002.63	53.80
08.08.2012	2.24	125.37	28.20	20.90	36.00	249.89	-	-	1002.37	50.98
09.08.2012	1.57	175.22	26.12	18.80	33.60	231.83	-	-	1003.53	66.28
10.08.2012	1.71	239.35	26.19	18.80	34.10	263.37	-	-	1003.83	64.58
11.08.2012	2.15	150.45	26.64	17.40	35.50	256.00	-	-	998.94	51.68
12.08.2012	2.42	139.45	27.54	18.10	35.60	252.60	-	-	998.25	49.54
13.08.2012	2.81	68.48	24.56	19.40	33.70	206.58	0.01	0.20	997.60	59.62
14.08.2012	3.55	49.51	24.99	17.20	31.10	265.36	-	-	995.95	46.17
15.08.2012	2.69	160.46	24.31	16.30	31.20	248.77	-	-	996.35	50.51
16.08.2012	1.73	158.13	23.93	18.00	30.40	207.58	-	-	994.86	66.13
17.08.2012	2.55	123.36	25.23	17.60	32.80	228.14	-	-	995.05	62.02
18.08.2012	2.43	164.97	26.29	18.60	33.60	232.19	-	-	996.45	60.66
19.08.2012	2.54	166.45	24.93	17.00	32.30	230.67	-	-	997.73	69.13
20.08.2012	2.50	74.78	27.90	18.60	35.90	239.75	-	-	998.06	54.73
21.08.2012	3.43	53.56	28.46	21.40	35.60	235.68	-	-	999.95	46.38
22.08.2012	2.94	65.56	28.45	21.10	36.50	229.92	-	-	1001.88	40.65

**Tabella 13.3.3.1:** medie giornaliere di VV, DV, T<sub>ext</sub>, T<sub>extmin</sub>, T<sub>extmax</sub>, SolRad, h, h<sub>cum</sub>, P<sub>atm</sub>, UR%

#### 13.3.4 Giorni Tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Ora	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
0	7.40	35.44
1	6.56	36.44
2	5.81	35.63
3	5.82	35.27
4	7.80	35.26
5	9.28	34.66
6	9.12	32.75
7	10.26	31.65
8	8.88	31.53
9	9.02	31.10
10	7.65	31.04
11	7.12	30.95
12	6.62	31.62
13	5.83	32.44
14	6.16	33.05
15	6.13	32.06
16	6.54	31.44
17	6.00	31.74
18	7.68	32.49
19	7.66	33.93
20	7.53	34.75
21	6.90	35.35
22	7.79	36.25
23	6.79	36.86

**Tabella 13.3.4.1:** giorni tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

#### 13.3.5 Settimane Tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>

Ora	NO <sub>2</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/Nm <sup>3</sup> )
Lunedì	7.08	32.88
Martedì	7.69	31.58
Mercoledì	8.17	32.75
Giovedì	9.14	34.88
Venerdì	7.49	35.12
Sabato	6.05	33.31
Domenica	4.93	33.72

**Tabella 13.3.5.1:** settimane tipo delle concentrazioni di NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>