

**Campionatore Sequenziale Gravimetrico
Campagna di Misura Polveri Fini
COMUNE DI BERTONICO**

Dal 01/07/10 al 15/07/10



Agenzia Regionale
per la Protezione dell'Ambiente
della Lombardia

CAMPAGNA DI MONITORAGGIO ATMOSFERICO

SORGENIA

1 LUGLIO – 15 LUGLIO 2010

1 INTRODUZIONE

Le misure condotte rientrano all'interno della convenzione stipulata con la ditta Sorgenia Power S.p.a. (articolo 5 del decreto DG 445 del 12/06/09, rif. Prot. ARPA DI 7379 , Class. 2.9.6. Rep. n. 414/09).

La campagna di rilevazione polveri e analisi IPA previste dalla convenzione è stata condotta a Bertonico presso la centralina della qualità dell'aria.

Come previsto dalla convenzione, sono state effettuate rilevazioni di polveri fini campionando il particolato aerodisperso su filtri che sono poi stati mandati all'analisi per ottenere la concentrazione di IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici). Quelli previsti dalla convenzione sono sette:

Pirene, Benzo[a]antracene, Crisene, Benzo[b]fluorantene, Benzo[k]fluorantene, Benzo[a]pirene, Benzo[g]perilene.

2 NORMATIVA

Si fa riferimento alla seguente normativa, in vigore al momento di effettuazione della campagna:

- ❖ D.M. n.60 del 02/04/02 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo, e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio."
- ❖ Delib. Giunta Reg. n° 7/6501 del 19/10/2001 "Zonizzazione del territorio regionale per il conseguimento degli obiettivi di qualità dell'aria, ambiente, ottimizzazione e razionalizzazione della rete di monitoraggio, relativamente al controllo dell'inquinamento da PM10, fissazione dei limiti di emissione degli impianti di produzione energia e piano d'azione per il contenimento e la prevenzione degli episodi acuti di inquinamento atmosferico."

Successive modifiche e integrazioni alla delibera sopra citata con particolare attenzione ai piani d'azione per il contenimento e la prevenzione degli episodi acuti di inquinamento atmosferico ed al traffico autoveicolare, relativamente alle zone critiche ed agli agglomerati della Regione Lombardia:

- Delibera Giunta Reg. n° 8/552 del 04/08/2005
 - Delibera Giunta Reg. n° 8/947 del 27/10/2005
 - Delibera Giunta Reg. n° 8/1549 del 22/12/2005
 - Delibera n. 1835 del 2 febbraio 2006
 - Delibera n. 1898 del 14 febbraio 2006
 - Delibera Giunta Reg. n. 5290 del 2 agosto 2007
 - Delibera Giunta Reg. n. 8/7635 dell' 11 luglio 2008
- ❖ Decreto legislativo n. 152 del 3 agosto 2007 (G.U. n. 213 del 13 settembre 2007) "Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente".

La direttiva 2004/107/CE, recepita dal D.Lgs. n. 152 del 3 agosto 2007, riguarda arsenico, cadmio, nickel e benzo(a)pirene, dei quali fissa valori obiettivo per il tenore totale della frazione PM10, calcolata in media su un anno di calendario. Il benzo(a)pirene si utilizza come marker per il rischio cancerogeno degli idrocarburi policiclici aromatici.

Al momento dello svolgimento della campagna era in vigore il D.M. n.60 del 02/04/02, che stabilisce i limiti per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, il particolato sottile, il piombo, il benzene ed il monossido di carbonio.

Nelle tabelle seguenti vengono riassunti i limiti estrapolati dalle normative appena menzionate di interesse per gli inquinanti monitorati in questa campagna di misura:

Tab.1 - Dal D.M. n.60 del 02/04/02:

	Periodo di mediazione	Valore limite	Data entro la quale il valore limite deve essere raggiunto
PM10: valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile	1° gennaio 2005
PM10: valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³	1° gennaio 2005

Tab.2 - Dal D.Lgs. n.152 del 3 agosto 2007, in recepimento della Direttiva 2004/107/CE.

	Periodo di mediazione	Valore obiettivo (*)	Data entro la quale il valore limite deve essere raggiunto
Benzo(a)pirene	1 anno	1 ng/m ³	31 gennaio 2012

* = per il tenore totale della frazione PM10 calcolata in media su un anno di calendario.

NOTA: per gli IPA il benzo(a)pirene è utilizzato come marker per il rischio cancerogeno.

Con il nuovo Decreto Legislativo n. 155 del 13 Agosto 2010 viene recepita la direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa, dove sostanzialmente vengono confermati i valori limite già in essere:

1. Valore limite PM10 sulle 24 ore: 50 µg/m³ da non superare più di 35 volte per anno civile.
2. Valore limite PM10 sull'anno civile: 40 µg/m³.

Questi limiti, già in vigore dal 1° Gennaio 2005, devono essere rispettati entro l'11 Giugno 2011 per le zone e gli agglomerati per cui è concessa la deroga, fermo restando che fino a tale data c'è l'obbligo di rispettare tali valori aumentati del margine di tolleranza massimo.

3. Valore limite Benzo(a)pirene: 1 ng/m³ riferito al tenore totale presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

La novità della nuova normativa è l'introduzione di un limite per il PM2.5:

4. Valore limite PM10 sull'anno civile: 25 µg/m³ da essere raggiunto entro il 1° Gennaio 2015 .

3 Alcune considerazioni sui limiti di PM10 e Benzo(a)pirene

I diversi studi effettuati sulle concentrazioni di particolato in Lombardia, e più in generale nella Pianura Padana, hanno dimostrato che non vi sono sostanziali differenze tra le quantità di polveri presenti nell'aria delle zone urbane rispetto a quelle registrate nei siti rurali. In entrambi i casi si è registrata una forte stagionalità attribuibile in gran parte alle diverse condizioni di stabilità atmosferica, caratterizzata da concentrazioni invernali molto maggiori di quelle estive, e valori medi annui di PM10 pari a circa 50 µg/m³, superiori alla soglia di 40 µg/m³ indicata dalla Direttiva Europea quale limite a cui ci si sarebbe dovuti adeguare entro il 1/1/2005. La situazione risulta ancora più critica se si considera la soglia imposta sulle medie giornaliere che, a partire dal 1/1/2005, prevede un limite di 50 µg/m³ da non superare più di 35 giorni l'anno: sia nei siti urbani che in quelli rurali si hanno in media oltre 100 giorni all'anno con valori di concentrazione al di sopra della suddetta soglia.

Appare chiaro che la Lombardia si trova a dover affrontare un serio problema di inquinamento da polveri dovuto sia alla presenza di numerose sorgenti di particolato che alla particolare conformazione morfologica

della Pianura Padana, non favorevole a un ricircolo delle masse d'aria. Difatti, le sostanze prodotte dalla varie sorgenti, presenti soprattutto nelle aree urbane, sembrano diffondersi, accumularsi e ristagnare in tutto il territorio lombardo, creando così un fondo regionale talmente elevato da coprire eventuali picchi dovuti a sorgenti localizzate in aree urbane. Tale situazione si discosta notevolmente da quanto avviene nel resto dell'Europa dove, a parità di concentrazioni nel fondo urbano, si riscontra un fondo rurale decisamente più basso e prossimo ai 20 µg/m³.

Per quanto riguarda il Benzo(a)pirene, il Decreto Ministeriale del 25/11/1994 fissa come obiettivo di qualità il valore giornaliero medio annuale di 1 ng/m³. In effetti il BaP si ritiene al momento il più tossico fra gli IPA comuni ed anche se è rinvenuto a concentrazioni modeste, è quello che contribuisce maggiormente alla tossicità totale. Il BaP viene quindi utilizzato come una misura surrogata ed il suo valore di concentrazione è preso come termine fondamentale di riferimento per valutare la qualità dell'aria.

Analogamente a quanto avviene per il PM10, anche il Benzo(a)pirene presenta una forte stagionalità dovuta soprattutto alle diverse condizioni di stabilità atmosferica, contraddistinta da concentrazioni invernali maggiori di quelle estive (Fig.2).

4 GLI INQUINANTI MONITORATI

Il particolato fine (PM10) è considerato uno dei "nuovi inquinanti", la sua misura è stata introdotta a partire da febbraio 1998. Le particelle di polvere presenti in aria possono avere origine sia naturale che antropica. Nei centri urbanizzati le fonti dovute ad attività umane sono da ricondursi al trasporto, al riscaldamento e a processi di combustione per la produzione di energia. Durante la permanenza in atmosfera le particelle subiscono diverse trasformazioni, che alterano le loro caratteristiche chimiche e morfologiche. Il Particolato Totale Sospeso (PTS) è costituito da particelle con dimensioni differenti: si possono misurare particelle con diametro aerodinamico dell'ordine di alcune frazioni di micron fino a particelle grandi con diametro attorno ai 100 micron. Le particelle ritenute dannose a livello sanitario sono quelle fini e come tali presentano caratteristiche tali da penetrare nelle vie respiratorie. Per la valutazione della qualità dell'aria vengono così prese in considerazione particelle con diametro inferiore a 10 µm.

Ai fini di una caratterizzazione delle polveri sottili, si sono effettuate analisi chimiche sui filtri determinando le concentrazioni di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA); questi si formano in seguito alla combustione incompleta di materiali organici. Quando vengono immessi nell'atmosfera, quelli con un numero di anelli uguale o inferiore a quattro permangono in forma gassosa non oltre le 24 ore, perché vengono degradati; a causa della loro bassa tensione di vapore, tendono rapidamente a condensarsi e a venire adsorbite alla superficie delle particelle di fuliggine e di cenere. Anche gli IPA con due e tre anelli aderiscono a tali particelle, specie nel periodo invernale, dato che la loro tensione di vapore si riduce bruscamente con l'abbassarsi della temperatura. Poiché molte particelle di fuliggine hanno dimensioni tali da essere respirate, gli IPA possono penetrare nei polmoni direttamente mediante la respirazione.

Gli IPA presenti nell'ambiente provengono da numerose fonti: principalmente dal traffico autoveicolare (dagli scarichi degli autoveicoli a benzina e diesel), dal catrame, dal fumo esalato dalla combustione del legno o del carbone e da altri **processi di combustione incompleta**.

In genere gli IPA rappresentano circa lo 0,1% del particolato atmosferico. Gli IPA analizzati nella presente campagna sono: Benzo[a]pirene*, Fluorantene, Pirene, Benzo[a]antracene*, Crisene*, Benzo[k]fluorantene*, Benzo[b]fluorantene*, Benzo[e]pirene, Indeno[123-cd]pirene*, Dibenzo[a,h]antracene*, Benzo[g,h,i]perilene, Fenantrene, Antracene; nell'elenco sono state etichettate con un asterisco le sostanze classificate dallo IARC (International Agency for Research on Cancer) come possibili o probabili cancerogene per l'uomo.

Il più noto idrocarburo di questa classe è il Benzo(a)Pirene (BaP), caratterizzato da cinque anelli benzenici condensati. Questo IPA è un comune sottoprodotto della combustione incompleta dei combustibili fossili, della materia organica e del legname. Il BaP è classificato dall'EPA (Environmental Protection Agency, l'agenzia di protezione ambientale americana) come B2 (probabile cancerogeno per l'uomo con evidenza sufficiente di cancerogenicità in studi su animali ed evidenza inadeguata o assenza di dati in studi sull'uomo); viene utilizzato come marker per il rischio cancerogeno degli idrocarburi policiclici aromatici, e come riferimento per il confronto con i limiti.

5 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA: METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO

Per il campionamento di particolato fine **PM10** è stata utilizzata la strumentazione seguente:

- Campionatore gravimetrico
- Testa di prelievo TPM10 realizzata secondo indicazioni EPA, con portata 1 m³/ora.

Il campionamento è stato condotto secondo i seguenti parametri:

- Durata: 24 ore per filtro, con cambio filtri alle ore 24:00;
- Temperatura di normalizzazione: 0°C;
- Flusso: 16,7 l/min.

Sono stati utilizzati filtri in borosilicato di diametro pari a 47 mm.

Sui filtri campionati sono state effettuate analisi di IPA dall'Unità Operativa Laboratorio del dipartimento ARPA di Monza tramite cromatografia liquida.

6 SITUAZIONE METEO

I dati meteorologici sono stati raccolti dalla centralina di qualità dell'aria di Bertonico e da altre site nel territorio lodigiano. Naturalmente le varie stazioni meteo possono essere influenzate da situazioni climatiche micro locali, legate al posizionamento della centralina stessa.

In Allegato 1 sono riportati i grafici relativi alla situazione meteorologica del periodo in considerazione e, come si può osservare, i dati delle diverse variabili meteorologiche presentano un accordo soddisfacente tra le varie centraline.

A Bertonico la temperatura media del periodo si è attestata attorno ai 27°C, con un massimo giornaliero di 28,4°C (15 Luglio) ed un minimo giornaliero di 25,2°C (7 Luglio). La punta più calda si è avuta alle ore 17 del 15 Luglio, dove sono stati toccati i 33,9°C, mentre l'ora più fredda alle 5 del 7 Luglio con 20,1°C. Dunque la temperatura non ha subito brusche variazioni, difatti le medie giornaliere hanno presentato variazioni in un range inferiore ai 2°C e l'unico lieve calo dei valori (da circa 27°C a poco più di 25°C) viene registrato in tutte le stazioni il giorno 6 Luglio, in corrispondenza di un modestissimo evento piovoso (appena 0,2 mm di pioggia a Bertonico). Successivamente, a partire dall'8 Luglio, la temperatura ha ripreso a salire, attestandosi attorno ai 28 °C fino al termine della campagna (15 Luglio) e neanche l'altrettanta modesta precipitazione del 13 Luglio (ancora 0,2 mm a Bertonico) è riuscita a far calare i valori.

Questa stabilità si registra un po' in tutte le variabili meteorologiche poiché l'arco temporale coperto dalla campagna di misura ha visto susseguirsi una serie di giornate generalmente soleggiate e prive di particolari perturbazioni. A conferma di questo si può osservare, in allegato 1, il grafico relativo alla radiazione solare: a Bertonico presenta valori giornalieri compresi tra 236 e 322 W/m², dove il valore inferiore è occorso proprio il 6 Luglio, giorno che ha visto anche la massima punta oraria nella velocità del vento, ovvero 4,1 m/s alle ore 8 del mattino, contro una media sul periodo pari a 1,4 m/s. Infine, la pressione atmosferica è variata nei valori giornalieri tra 1003,1 e 1011,8 hPa, con una massima oraria di 1013 hPa e una minima oraria pari a 1001 hPa.

7 RISULTATI

Si riportano di seguito, in forma sintetica, nelle Tabelle 3, 4 e 5 e in Fig.1 i dati acquisiti durante la campagna di misura.

In Tab.3 sono presentati i dati meteorologici e le concentrazioni di PM10 per la sola stazione di Bertonico, in Tab.4 si rende un confronto diretto tra i dati acquisiti dal gravimetrico durante la campagna e i valori di concentrazione registrati dai polverimetri collocati nelle diverse cabine presenti sul territorio lodigiano, dati espressi con maggior dettaglio in Tab.6 e nel successivo paragrafo. In Tab.5 sono riportati i risultati delle analisi dei composti IPA eseguite sui filtri campionati, e successivamente evidenziati in Fig.1.

Tab.3 - Tabella riassuntiva dei dati PM10 confrontati con i dati meteorologici (dati acquisiti dalla centralina di rete fissa di Bertonico e dal campionatore gravimetrico).

PM e Meteo di Bertonico								
Data	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Centralina	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Gravimetrico	Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Pressione (hPa)	Pioggia (mm)	RADS (W/m^2)	Umidità (%)	V.Vento (m/s)
01/07/2010	40	35	27,3	1.006,5	0,0	258,6	68,2	1,0
02/07/2010	N.D.	45	27,7	1.006,7	0,0	321,8	67,0	0,9
03/07/2010	N.D.	42	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
04/07/2010	23	22	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
05/07/2010	30	28	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
06/07/2010	21	17	25,9	1.006,1	0,2	236,5	76,8	1,6
07/07/2010	23	17	25,2	1.009,0	0,0	262,0	72,9	1,7
08/07/2010	27	25	25,3	1.011,8	0,0	272,8	67,2	1,6
09/07/2010	45	33	26,2	1.011,3	0,0	277,1	71,2	1,2
10/07/2010	49	38	27,6	1.009,9	0,0	263,9	74,2	1,3
11/07/2010	34	32	28,3	1.008,0	0,0	265,8	68,4	1,4
12/07/2010	28	27	27,7	1.005,7	0,0	264,7	71,7	1,2
13/07/2010	30	31	28,0	1.003,1	0,2	246,1	74,2	2,1
14/07/2010	31	32	28,1	1.003,3	0,0	263,0	71,2	0,9
15/07/2010	28	29	28,4	1.003,1	0,0	280,8	69,2	1,7

Tab.4 - Riassuntivo concentrazioni di **PM10** e giorni di superamento del limite giornaliero di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

	Rendimento (%)	Media ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dev.Stand. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	N° giorni superamento valore limite $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Bertonico (Gravimetrico)	1,0	30,2	8,2	0
Bertonico (centralina)(1)	0,9	31,4	8,6	0
Codogno (centralina)(1)	1,0	38,7	9,1	2
Lodi S.Alberto (centralina)(1)	0,9	28,4	8,4	0
Lodi Vignati (centralina)(1)	1,0	30,1	7,5	0
Montanaso (centralina)(1)	0,9	24,5	10,4	0
S.Rocco al Porto (centralina)(2)	1,0	35,1	8,6	0
Tavazzano (centralina)(1)	1,0	29,2	8,0	0

NOTA: ⁽¹⁾: Analizzatore a Raggi Beta.

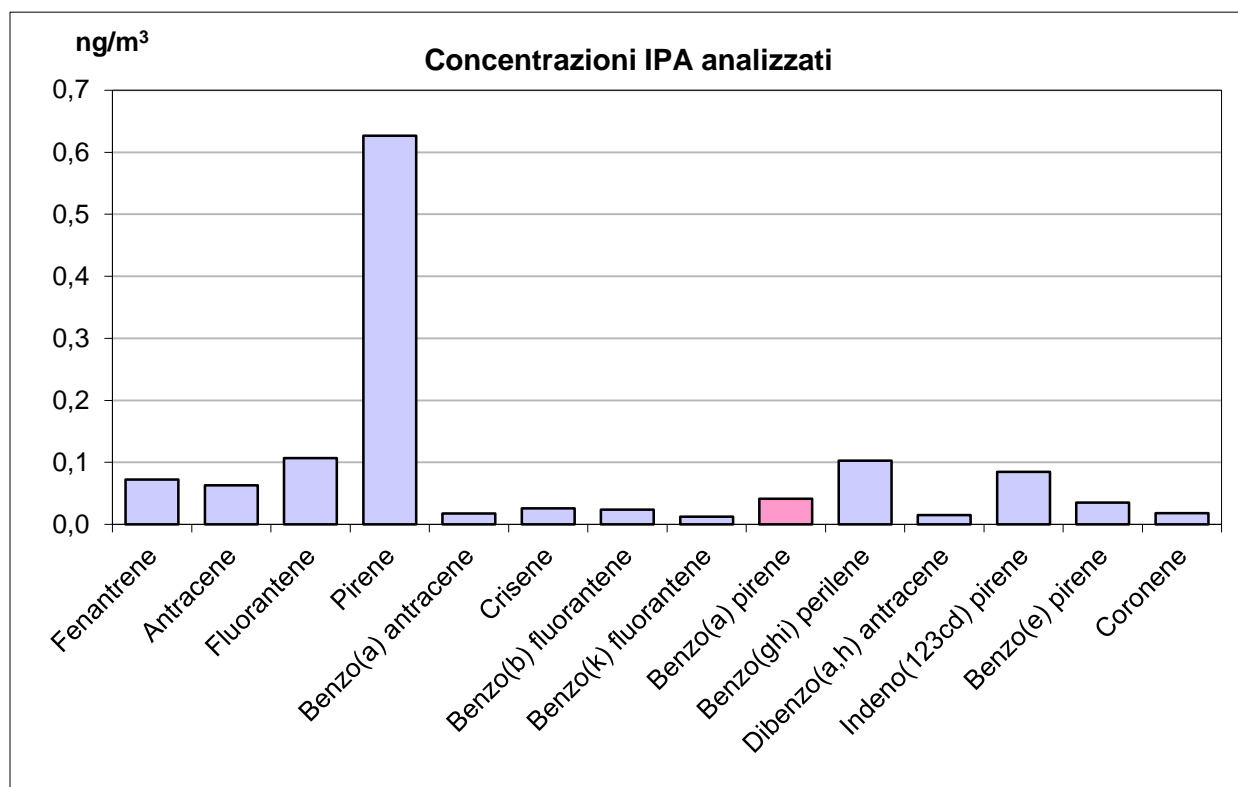
⁽²⁾: Analizzatore a Microbilancia Oscillante.

Tab.5 - Valori concentrazioni IPA (espressi in ng/m³ a temperatura ambiente).

cod. filtro	SO01	SO02	SO03	SO04	SO07	SO08	SO09	SO10
Data	1/7/10	2/7/10	3/7/10	4/7/10	7/7/10	8/7/10	9/7/10	10/7/10
conc. PM10	35	45	42	22	17	25	33	38
Fenantrene	0,06	0,07	0,08	0,06	0,14	0,07	0,06	0,06
Antracene	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Fluorantene	0,12	0,13	0,14	0,11	0,09	0,09	0,11	0,08
Pirene	0,55	0,62	0,82	0,59	0,59	0,60	0,63	0,61
Benzo(a) antracene	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Crisene	0,02	0,09	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02
Benzo(b) fluorantene	0,04	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
Benzo(k) fluorantene	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Benzo(a) pirene	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05
Benzo(ghi) perilene	0,08	0,13	0,16	0,09	0,09	0,10	0,10	0,09
Dibenzo(a,h) antracene	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Indeno(123cd) pirene	0,08	0,08	0,08	0,10	0,08	0,08	0,08	0,08
Benzo(e) pirene	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Coronene	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02

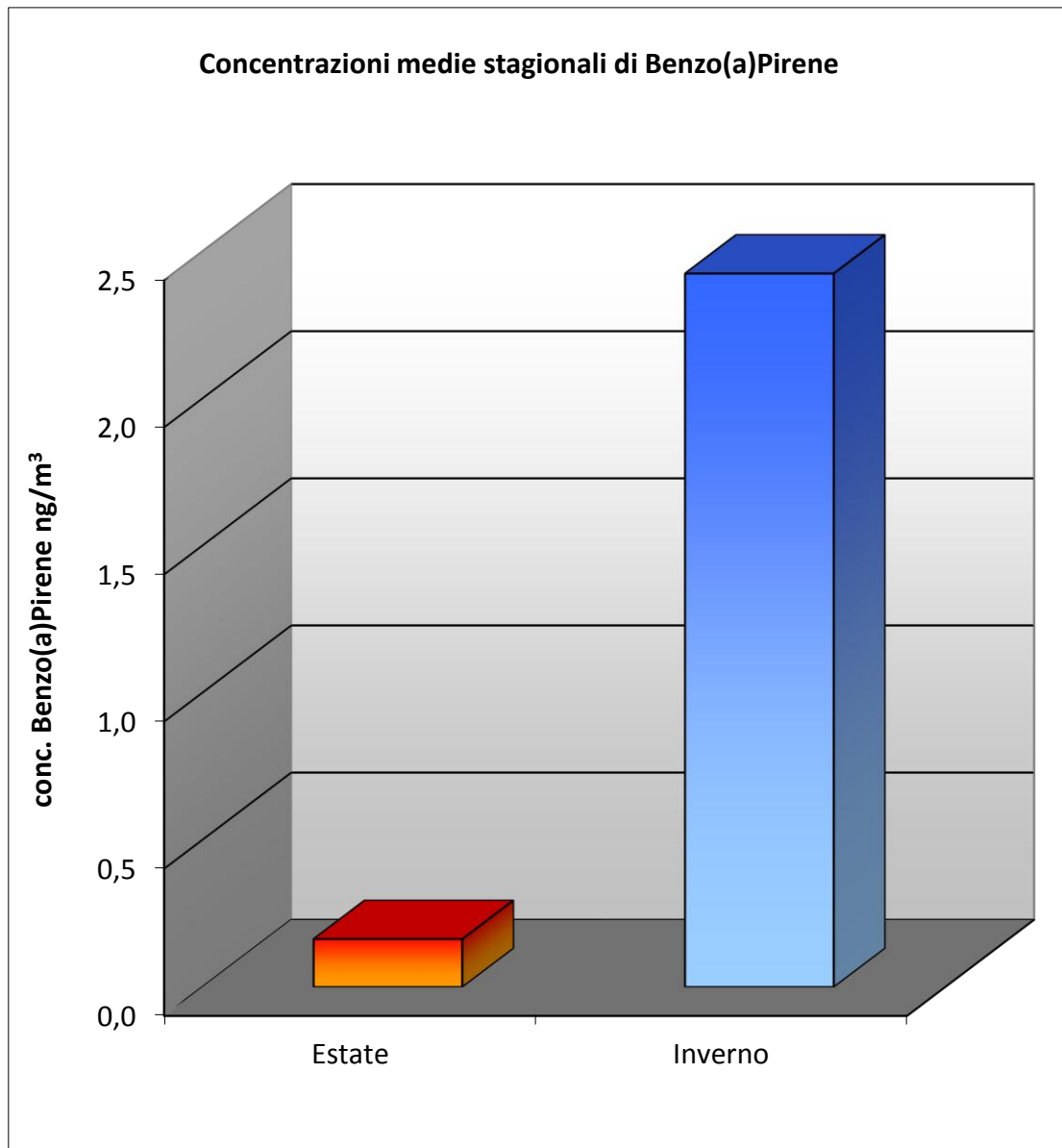
Da cui segue la distribuzione percentuale media sotto riportata in Fig. 1.

Fig.1 - Concentrazioni composti IPA individuati nelle analisi riportate in Allegato 2. Il Benzo(a)Pirene viene evidenziato con un colore differente dagli altri.



Di seguito sono rappresentati i valori medi di Benzo(a)Pirene ottenuti nel corso degli anni, distinguendo la stagione estiva (21 Giugno – 20 Settembre) e quella invernale (21 Dicembre – 20 Settembre) per ciascuno dei filtri analizzati nel corso delle varie campagne di monitoraggio. Si ricorda tuttavia che il dato è puramente indicativo, in quanto non soddisfa le caratteristiche di rappresentatività previste dal D.Lgs. 152/07.

Fig.2 - Concentrazioni medie stagionali di Benzo(a)Pirene, ricavate dai dati delle analisi effettuate sui filtri di ciascuna campagna di monitoraggio.



8 GRAFICI E CONFRONTI

Tab.6 – Confronto concentrazioni giornaliere di **PM10** (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Data	Bertonico (Gravim.)	Bertonico (centralina)	Codogno (centralina)	Lodi S.Alberto (centralina)	Lodi Vignati (centralina)	Montanaso (centralina)	S.Rocco al Porto (centralina)	Tavazzano (centralina)
01/07/2010	35	40	42	36	37	37	39	44
02/07/2010	45	N.D.	52		37	39	49	35
03/07/2010	42	N.D.	45	36	37	33	47	37
04/07/2010	22	23	24	22	22	23	27	23
05/07/2010	28	30	39	25	29	28	34	28
06/07/2010	17	21	28	20	21	22	26	24
07/07/2010	17	23	26	16	18	16	19	19
08/07/2010	25	27	32	20	22	20	25	20
09/07/2010	33	45	50	38	40	32	37	30
10/07/2010	38	49	54	47	43	40	45	43
11/07/2010	32	34	37	31	29	16	33	35
12/07/2010	27	28	35	26	27	18	32	22
13/07/2010	31	30	42	27	30	15	37	30
14/07/2010	32	31	40	28	31	N.D.	40	23
15/07/2010	29	28	35	26	28	N.D.	36	27

Fig.3 – Confronto tra le concentrazioni PM10 del gravimetrico e le centraline di qualità dell'aria (rete fissa).

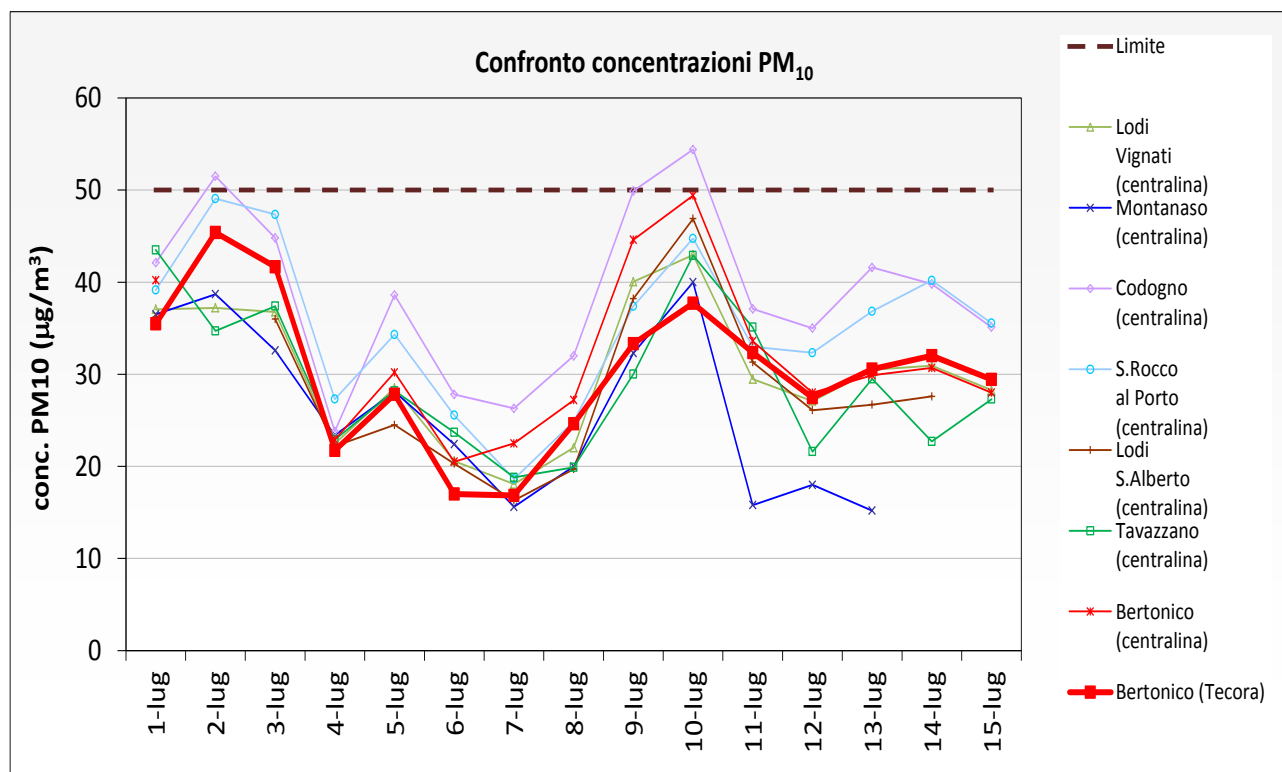


Fig.4 – Confronto tra le concentrazioni di PM10 campionate mediante gravimetrico e i dati giornalieri di pioggia registrati nella centralina fissa di Bertinico.

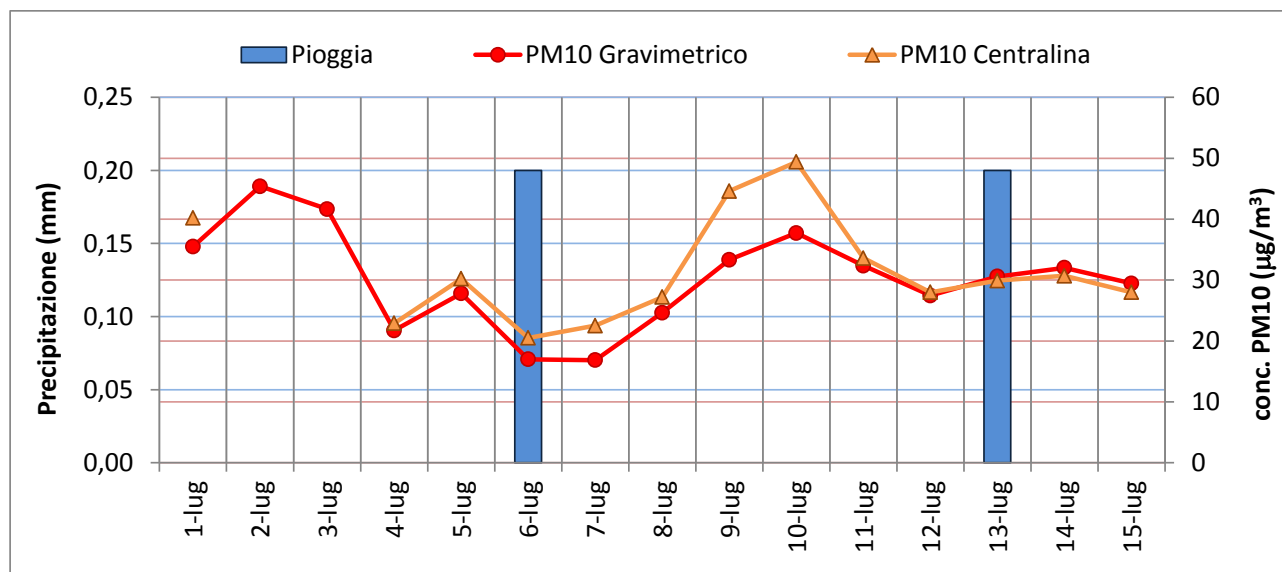


Fig.5 – Confronto tra le concentrazioni di PM10 campionate mediante gravimetrico e i dati giornalieri di pioggia registrati nella centralina fissa di Bertinico.

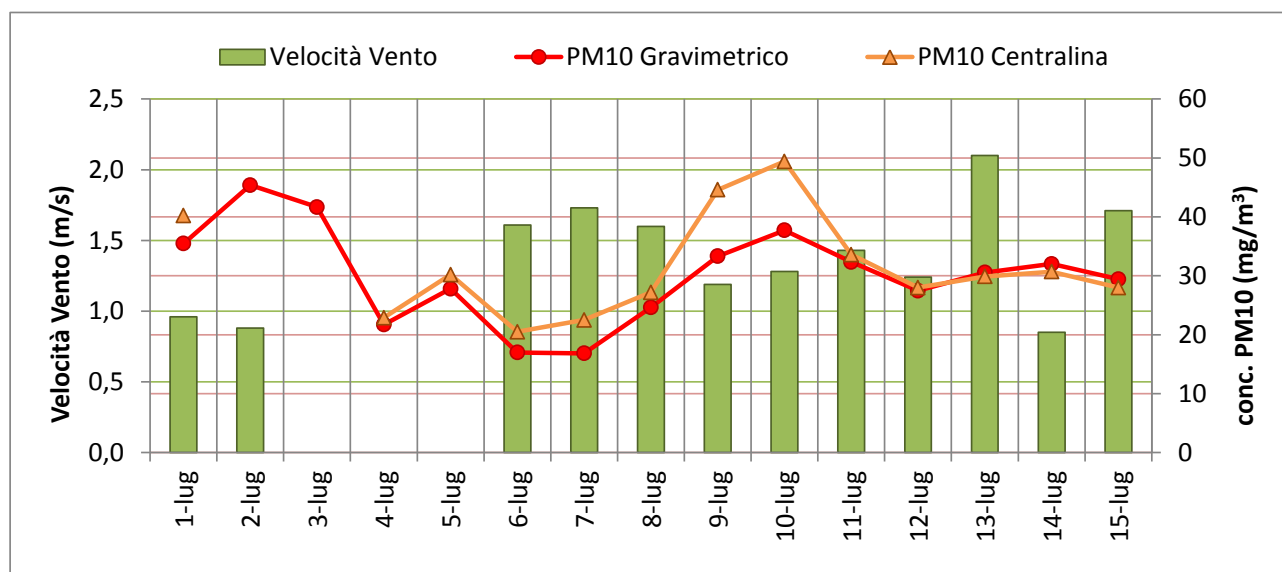
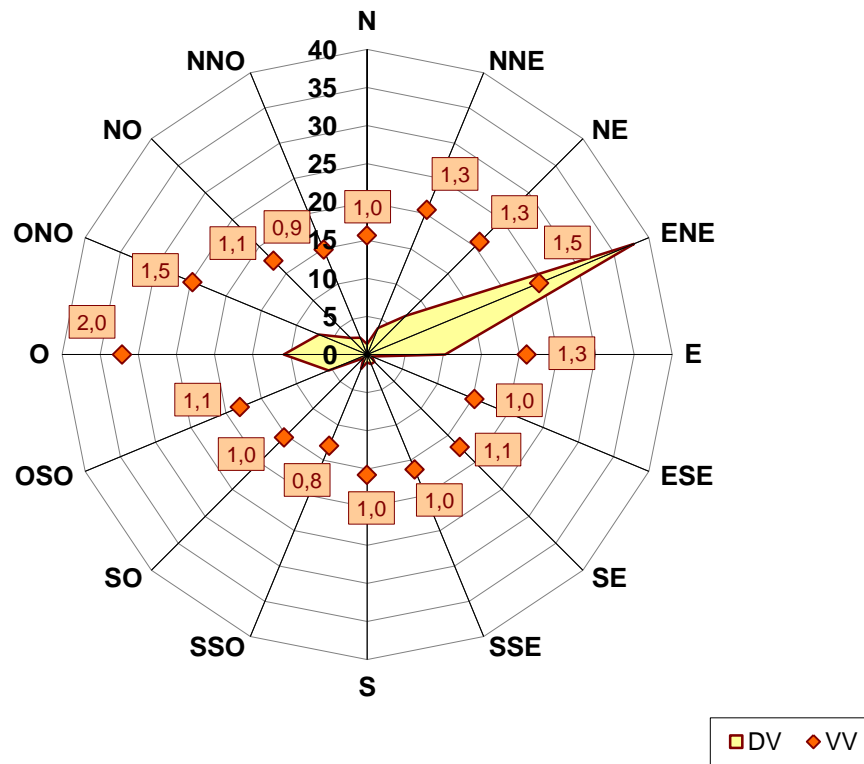


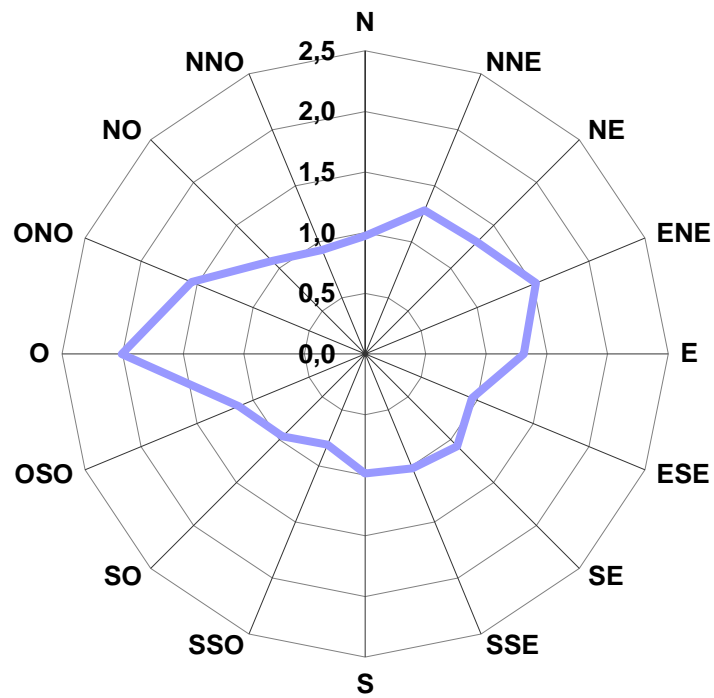
Fig.6 – Direzione del vento prevalente (% di accadimenti nel periodo) e velocità del vento media nel periodo per direzione (m/s) (Dati relativi alla centralina di Bertinico).

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	NNO	Variabile	Calma
Frequenza DV %	1,4	3,8	7,2	37,9	10,2	0,7	1,4	1,4	1,0	2,0	0,7	5,5	10,9	6,8	3,1	2,4	0,0	4,1
Velocità VV m/s	1,0	1,3	1,3	1,5	1,3	1,0	1,1	1,0	1,0	0,8	1,0	1,1	2,0	1,5	1,1	0,9	-	0,4

Direzione del vento prevalente e velocità media per direzione



Velocità del vento media (m/s) nel periodo per direzione



9 CONCLUSIONI

La presente campagna, della durata di 15 giorni, si è svolta dal 1° Luglio al 15 Dicembre 2010 e, in tale intervallo di tempo, il gravimetrico dislocato in Bertonico non ha presentato superamenti del valore limite di concentrazione giornaliera di PM10 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

In **Figura 3** sono riportati i valori di PM10 registrati dal campionatore gravimetrico confrontati con gli stessi misurati nelle centraline di rete fissa di Lodi (via Vignati), Lodi Sant'Alberto, Codogno, Tavazzano, San Rocco, Montanaso e la stessa Bertonico. Tale grafico evidenzia la discreta coerenza negli andamenti delle concentrazioni fornite dai diversi campionatori. L'unica stazione che ha registrato superamenti (due) del limite è quella di Codogno (2 e 10 Luglio) ma questo non desta particolare stupore, difatti, la relativa centralina è collocata in un'area compresa tra una strada molto trafficata e la ferrovia.

I giorni con il valore più basso di PM10, secondo le misure del gravimetrico sito in Bertonico, sono stati il 6 e 7 Luglio, entrambi con $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$. I valori restituiti dal polverimetro posto nella centralina di Bertonico, pari a 21 e $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispettivamente per il 6 e 7 Luglio, risultano confrontabili alla stima del gravimetrico "Tecora", così come le concentrazioni rilevate dalle altre centraline, dove le giornate del 6 e 7 Luglio sono risultate quasi ovunque le "meno inquinate" nell'arco dell'intera campagna di misura. Come già discusso nel paragrafo relativo alle variabili meteorologiche, il 6 Luglio sono state registrate precipitazioni su tutto il territorio lodigiano che, per quanto modeste, hanno contribuito a ridurre le concentrazioni di particolato atmosferico. Inoltre, è interessante notare che lo stesso giorno è stata misurata a Bertonico la massima velocità del vento (su media oraria), sottolineando la significativa influenza delle variabili meteorologiche sulle concentrazioni delle polveri sottili, in particolare pioggia e vento risultano esserne efficaci abbattitori.

Il valore più elevato di PM10 registrato dal campionatore gravimetrico collocato a Bertonico, pari a $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è occorso il 2 Luglio seguito dai $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$ del giorno successivo. In generale, la prima parte della campagna di misura ha presentato concentrazioni di PM10 attorno ai $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, calate sotto i $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dopo le scarse precipitazioni del 6 Luglio, e stabilizzatesi vicino ai $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella parte finale della campagna.

Quindi, come già sottolineato, non vi è stato alcun superamento del valore limite di concentrazione giornaliera di PM10 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e questo è senza dubbio un risultato soddisfacente. Tuttavia, va sottolineato che questo è quanto ci si aspetta in tale periodo dell'anno, infatti, gran parte degli inquinanti presentano accentuate variazioni stagionali: le concentrazioni sono il risultato delle differenti condizioni meteo-climatiche della Val Padana tra l'inverno e l'estate. Durante l'estate sia la velocità media del vento che l'altezza media dello strato rimescolato risultano essere più elevate migliorando così la capacità dispersiva degli inquinanti in atmosfera. In inverno, le frequenti e persistenti inversioni termiche al suolo creano una situazione stagnante che facilita l'accumulo di inquinanti negli strati bassi dell'atmosfera. Questo fenomeno è dovuto al differente grado di irraggiamento solare, infatti, durante la stagione estiva, la superficie terrestre è soggetta ad una radiazione maggiore che ne determina un deciso aumento delle temperature. Conseguentemente la massa d'aria a diretto contatto con il suolo viene riscaldata innescando moti convettivi che innalzano lo strato rimescolato (strato atmosferico più prossimo alla superficie terrestre) determinando un ragguardevole abbassamento delle concentrazioni dei vari inquinanti.

Tra i vari IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) analizzati si evidenzia il Benzo(a)Pirene (**Figura1**): infatti è l'unico per il quale l'ultima direttiva CE stabilisce un valore limite ($1 \text{ ng}/\text{m}^3$ per il tenore totale della frazione PM10 calcolata in media **su un anno** di calendario): in tutti i filtri analizzati è stato evidenziato un valore al di sotto dei $0,05 \text{ ng}/\text{m}^3$, tuttavia, essendo il limite di riferimento annuale, non è possibile confrontare direttamente il valore del singolo filtro con questo limite.

Analogamente alla maggior parte degli inquinanti le concentrazioni maggiori di Benzo(a)Pirene si registrano nella stagione invernale (**Figura 2**), dove le frequenti e persistenti inversioni termiche al suolo creano una situazione stagnante che facilita l'accumulo di inquinanti negli strati bassi dell'atmosfera.

**Il Responsabile C.O.D.
e Agenti Fisici
Dipartimento di Lodi
Dott.ssa Manuela Crippa**

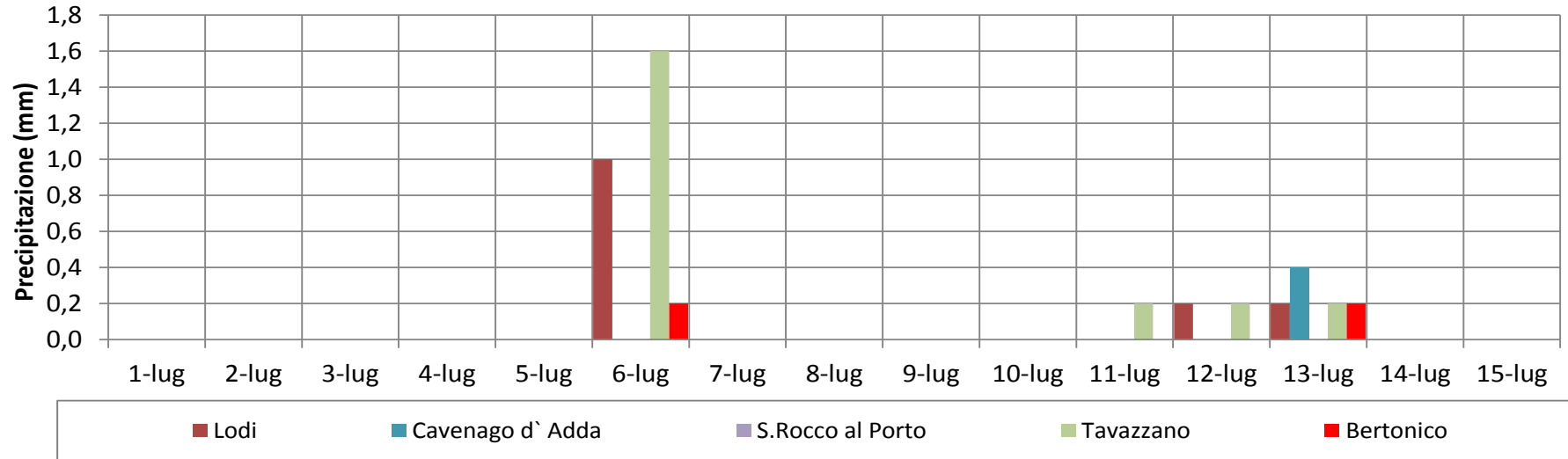
**Il Collaboratore a Progetto
Dott. Umberto Dal Santo**

**Visto del Dirigente
dell'U.O. Territorio e Sistemi Ambientali
Dott. Walter Di Rocco**

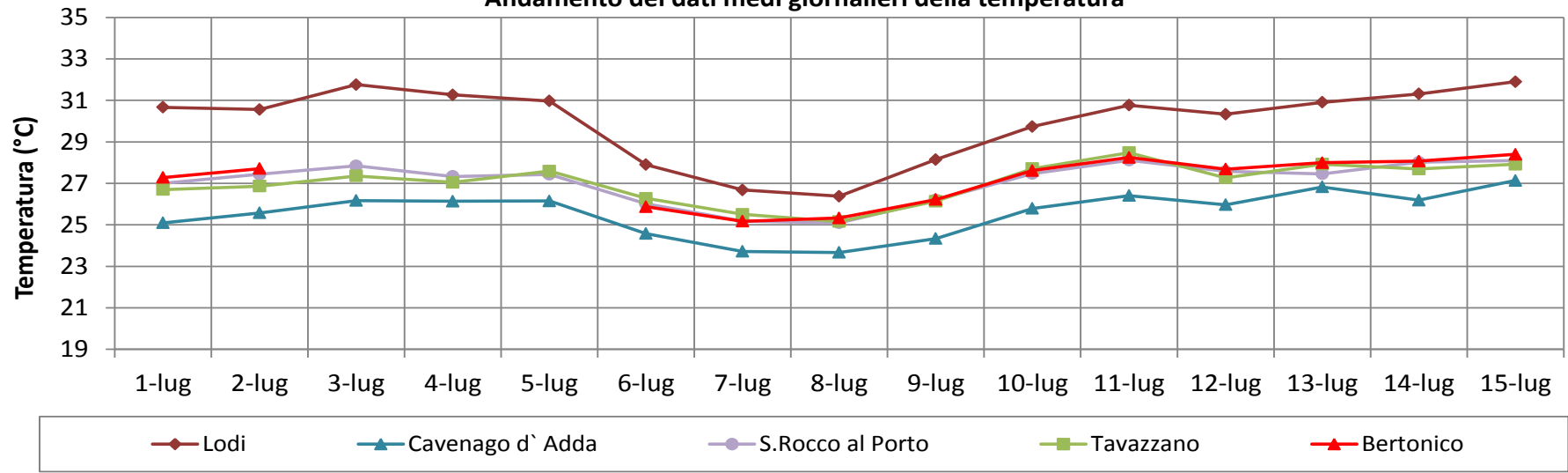
Allegato 1

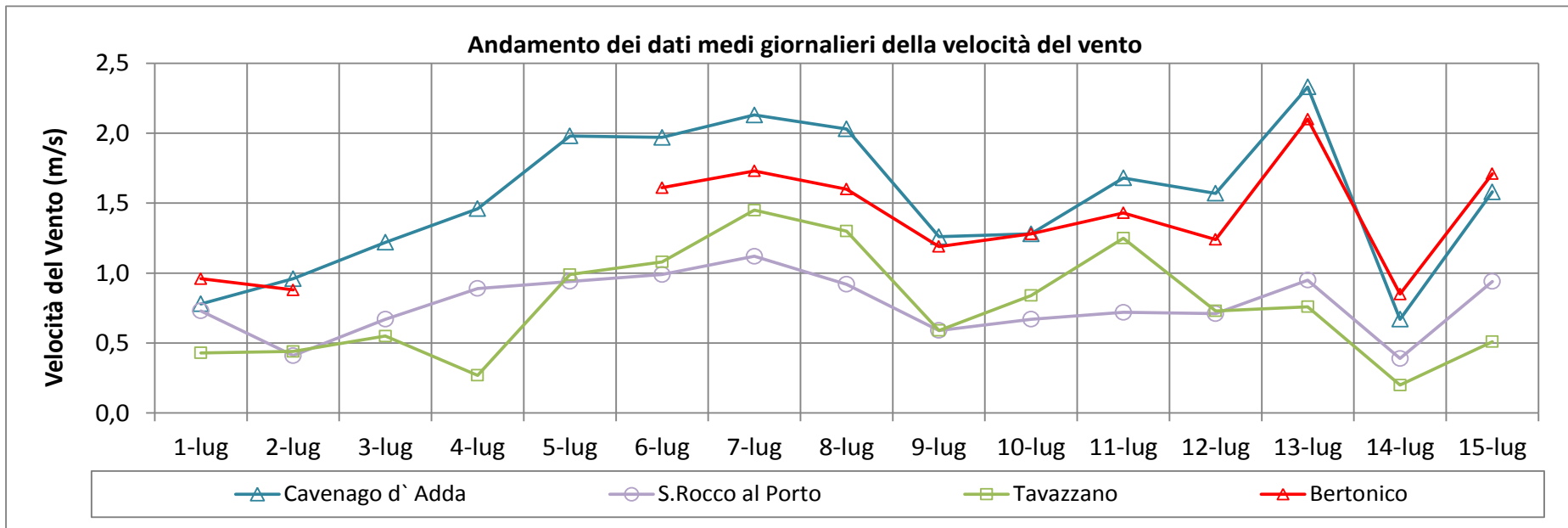
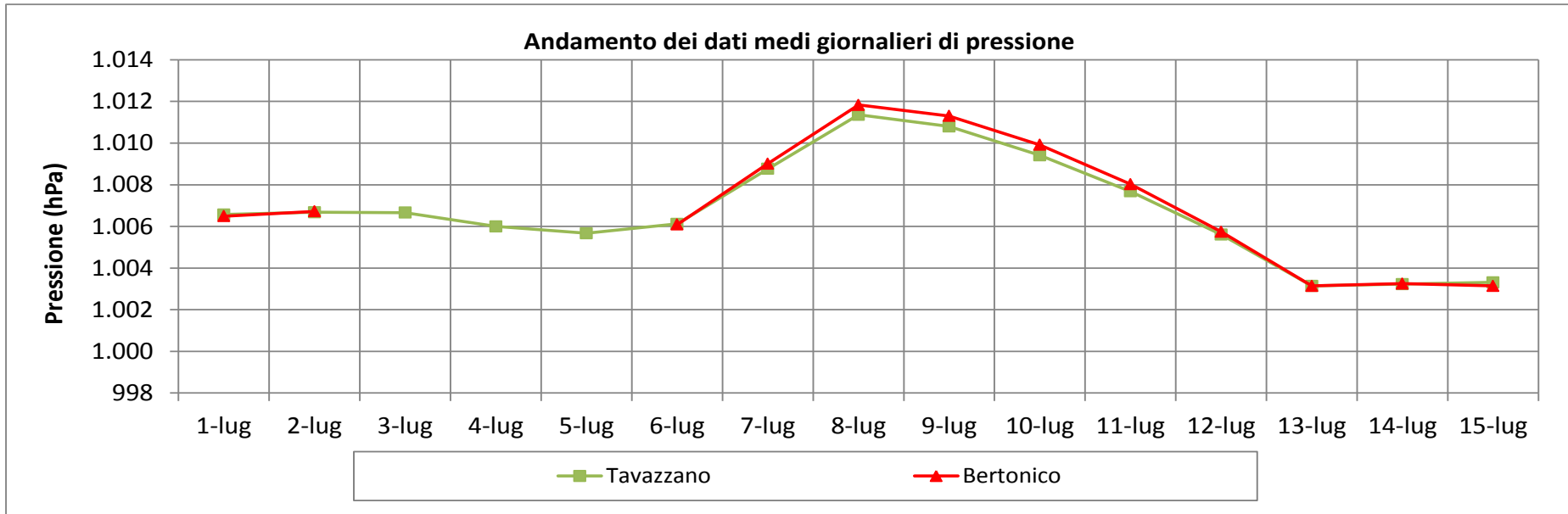
Grafici meteo

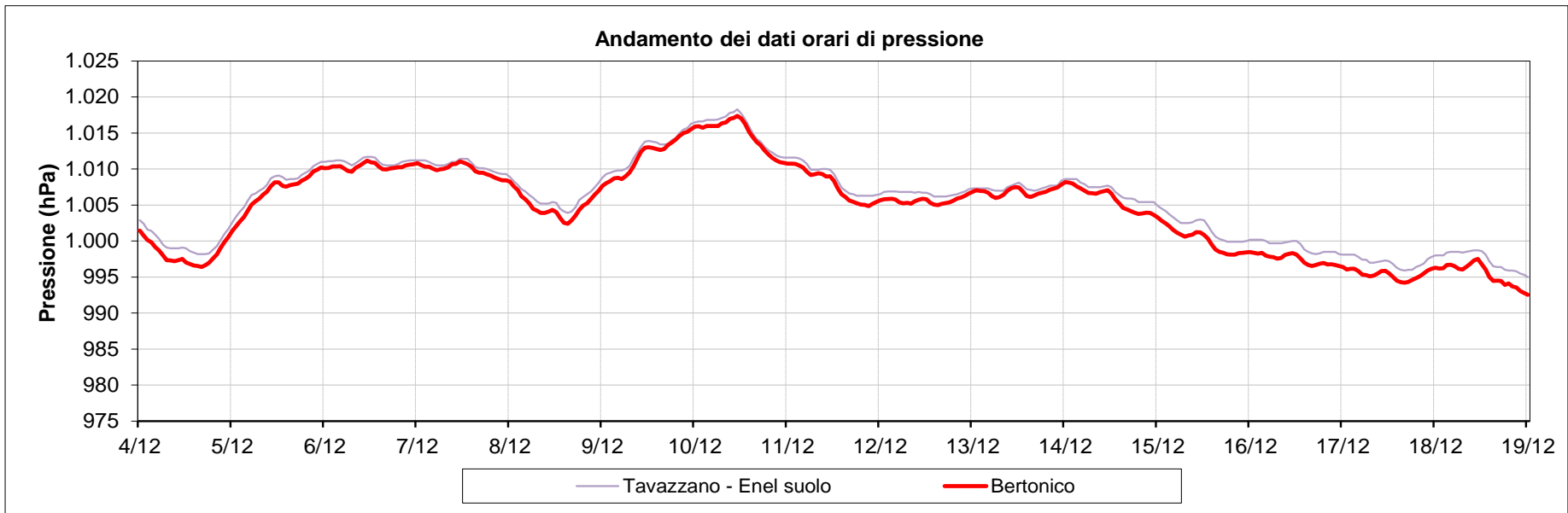
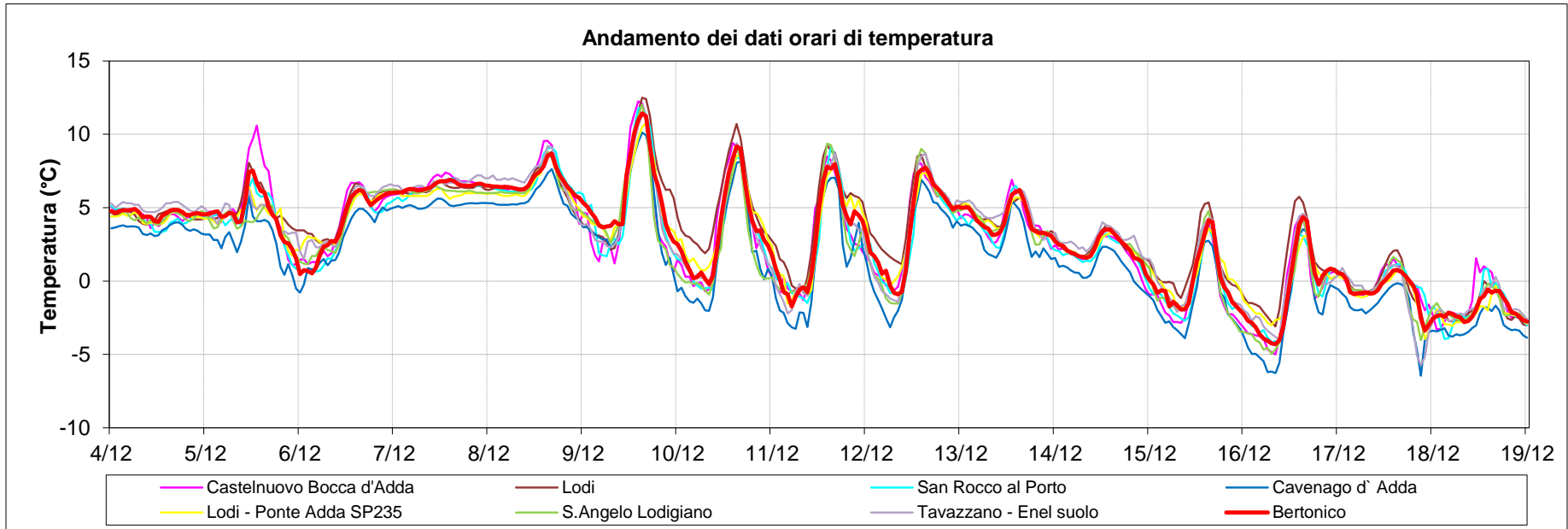
Andamento dei dati giornalieri di pioggia

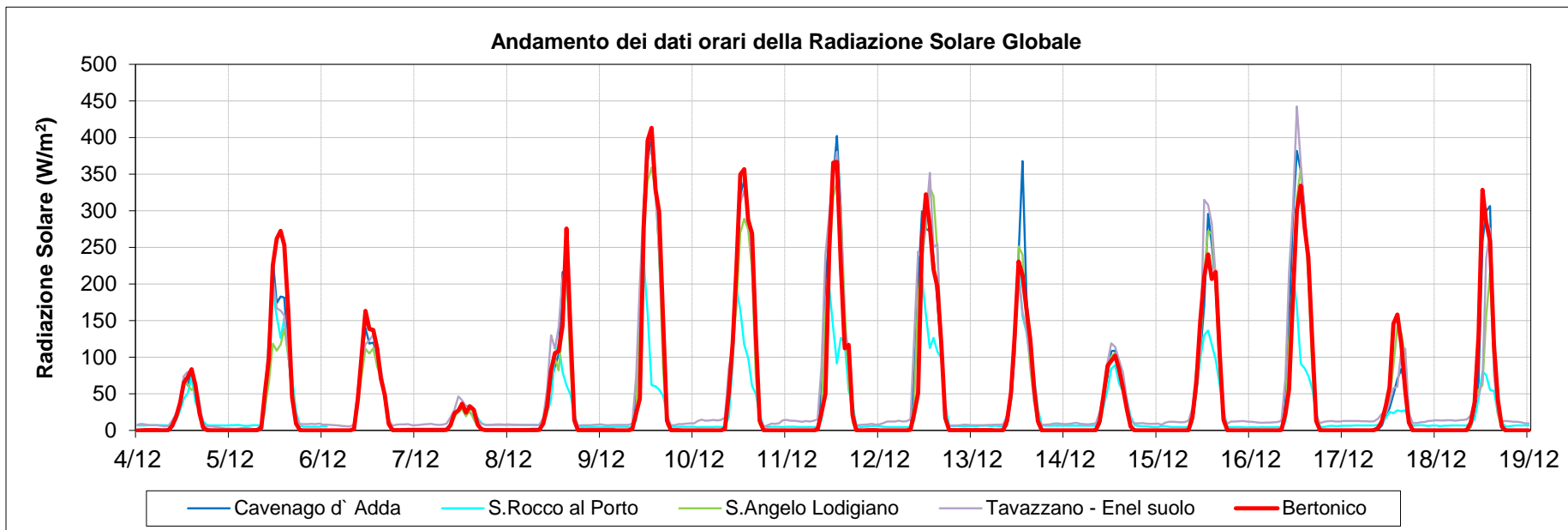
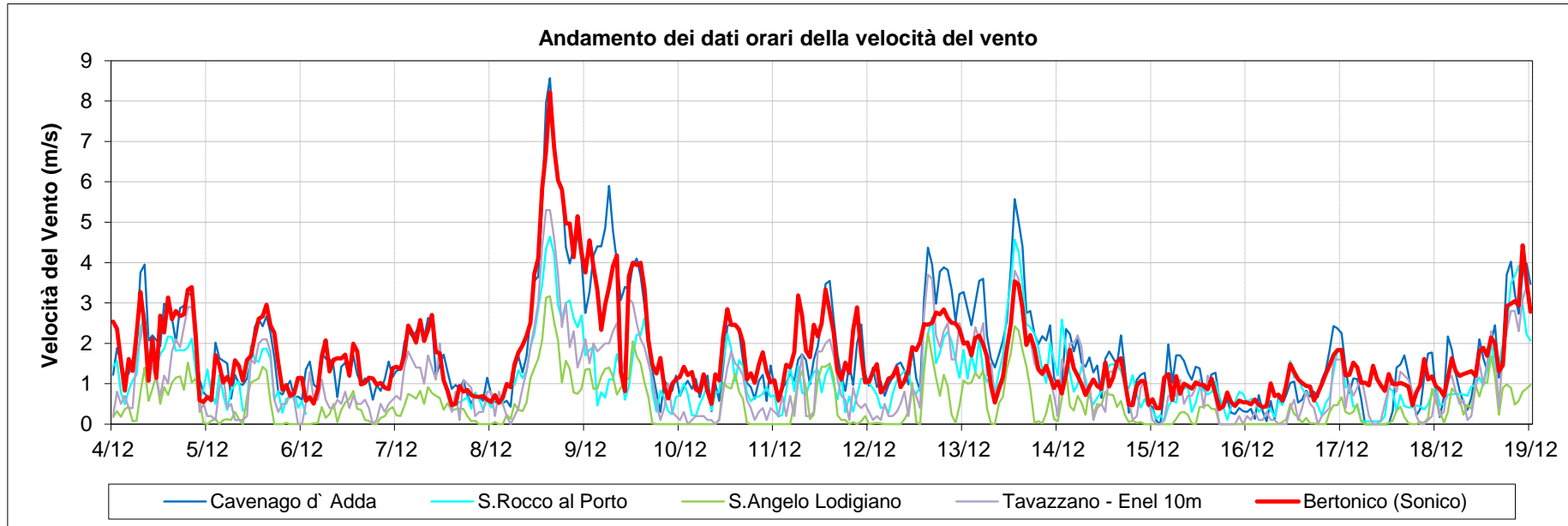


Andamento dei dati medi giornalieri della temperatura









Allegato 2
Certificati di misura