

SINTESI CLIMATICA DEL 2009 IN LOMBARDIA

Servizio Meteorologico Regionale di ARPA Lombardia
Viale Restelli 3/1 – 20124 Milano; www.arpalombardia.it/meteo

In questo documento è descritto il clima in Lombardia nell'anno 2009. Per questo si adatterà un approccio descrittivo che va dalla grande scala spaziale (globo-continente) fino al livello più locale (nazione-regione). Infatti, i report più autorevoli sul clima individuano e descrivono segnali climatici su ampie aree spaziali fornendo così il contesto in cui inserire le informazioni locali.

Per l'analisi climatica del 2009 si farà di seguito riferimento al rapporto dell'Organizzazione Mondiale di Meteorologia (WMO) "WMO statement on the status of global climate in 2009" e al lavoro dell' Historical Climatology Group dell'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC) disponibile dal sito web http://www.isac.cnr.it/climstor/climate_news.html.

La fonte di informazione ulteriore, che costituisce il valore originale della presente analisi è data dalla rete di monitoraggio meteorologico regionale gestita da ARPA Lombardia e dall'attività quotidiana del Servizio Meteorologico Regionale (SMR).

Ai parametri tipici delle analisi climatologiche (temperatura e precipitazione), si presenta infine un'elaborazione relativa all'altezza dello Atmospheric Boundary Layer (ABL o strato limite planetario), per stimare la quale si è fatto uso dei radiosondaggi rilevati dal 1° C.M.R. (Centro Meteorologico Regionale) del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare di Milano Linate, disponibili presso ARPA- SMR in formato particolarmente dettagliato.

Breve introduzione di carattere generale sul clima italiano

L'Italia nel suo complesso presenta un clima sub-tropicale mediterraneo (Mennella, Il clima d'Italia) ma data la complessità topografica della penisola italiana è opportuno individuare delle varietà di climi associate alle differenti aree. Per quanto concerne la Lombardia, è conveniente individuare le seguenti aree: l'area alpina e prealpina con clima continentale, forti escursioni termiche diurne ma abbastanza limitate quelle annuali e precipitazioni abbondanti; la regione padana con clima continentale, inverni rigidi ed estati abbastanza calde, forte escursione annua della temperatura, precipitazioni abbondanti e relativamente frequenti calme di vento; versante padano dell'Appennino con clima piuttosto continentale e una maggiore piovosità in autunno e in primavera.

Le temperature nel 2009

A livello globale, il 2009 si è classificato come il quinto anno più caldo dall'inizio dei rilevamenti climatici (circa nell'anno 1850). Su scala decadale, l'analisi del WMO mostra che la decade 2000-2009 è stata più calda rispetto agli anni '90 (1990-1999), che a loro volta sono risultati più caldi rispetto agli anni '80 (1980-1989) e alle decadi precedenti. A livello nazionale, le elaborazioni dell'ISAC mostrano che il 2009 è stato il quinto anno più caldo rispetto al periodo 1800-2009, con un'anomalia media positiva di 0.89 °C rispetto alla media 1971-2000.

Viale Francesco Restelli, 3/1, 20124 Milano - tel. 02.69666.1 - www.arpalombardia.it



UNI EN ISO 9001:2008
Certificato n.9175.ARPL

Per quanto riguarda la Lombardia, in Figura 1 è illustrato l'andamento nel tempo delle temperature medie mensili ricavate dalle osservazioni delle stazioni di pianura della rete ARPA. La primavera è risultata essere piuttosto calda in Europa. Per quanto riguarda la Lombardia, come si evidenzia in Figura 1, nel mese di maggio si sono registrate temperature di poco più elevate rispetto ai valori degli anni recenti. La Tabella 1 mostra le anomalie di temperatura per provincia ed è possibile osservare che a maggio l'anomalia è ovunque positiva, generalmente intorno a 2°C, leggermente inferiore solo nelle provincie di Pavia e Mantova.

Secondo il report WMO, l'estate nell'Europa Meridionale è stata più calda rispetto alle medie di lungo termine del periodo e in Italia si sono registrate due ondate di calore nella seconda parte di luglio. In Lombardia le temperature più elevate in pianura sono state raggiunte in agosto, a causa della persistenza di condizioni anticicloniche con avvezione di aria più calda dai quadranti meridionali; anche in questo caso la Tabella 1 mostra che ci si è assestati di circa 2 °C sopra alla media mensile degli anni recenti.

In Lombardia, l'autunno è risultato essere nella norma del passato recente e si sono registrati valori che non si sono discostati significativamente dai valori medi.

L'inverno in Europa è iniziato con un'ondata di freddo durata per più di una settimana. In Lombardia sono state osservati sia a gennaio che a dicembre valori leggermente inferiori rispetto ai valori medi degli anni recenti. La Tabella 1 mostra che il mese più freddo rispetto al proprio riferimento è stato gennaio e soprattutto sui settori occidentali della regione (in particolare pavese e lecchese).

Precipitazioni nel 2009

A livello globale, il 2009 ha fatto registrare valori di precipitazione vicini ai valori medi calcolati a partire dai dati 1961-1990. A livello italiano, l'ISAC ha classificato l'anno 2009 come il 72-esimo più piovoso e il 140-esimo più asciutto nel periodo 1800-2009; l'anomalia media rispetto alla media 1971-2000 è stata positiva, pari al 9%.

Le misure relative alle stazioni di pianura della rete meteorologica di ARPA sono sintetizzate in Figura 2. La precipitazione è caratterizzata da una distribuzione nello spazio e nel tempo più irregolare rispetto alla temperatura e questo è evidente nella maggiore variabilità associata alle precipitazioni cumulate mensili e dalla maggiore differenza fra i valori riportati in Tabella 2 nelle varie provincie. In particolare si evince che ad inizio anno si sono avute precipitazioni significativamente più abbondanti rispetto agli anni recenti: ad Aprile sull'area di pianura di nord-est (Varese, Milano, Como) la differenza è risultata essere intorno a 200 mm rispetto al passato recente. Al contrario, maggio, caratterizzato da un lungo periodo di circolazione anticiclonica con tempo stabile, è risultato essere generalmente più asciutto della norma. Nei mesi a seguire, i valori di precipitazione cumulata mensile per il 2009 sono stati simili a quelli rilevati nel periodo recente, con novembre e dicembre che hanno fatto rilevare precipitazioni leggermente più abbondanti.

Eventi estremi

Per quanto riguarda gli eventi intensi, alla fine di gennaio l'Europa centro-occidentale è stata interessata dalla violenta tempesta invernale Klaus, che ha causato danni rilevanti in Spagna e in Francia. In Lombardia, ad inizio gennaio si sono registrate nevicate fino a quote di pianura con accumuli di pochi centimetri.

Durante la primavera si sono registrati numerosi episodi con accumuli di precipitazione significativa nell'arco della giornata, intorno a 100 mm in più stazioni di misura, ripetuti con particolare frequenza nel mese di aprile.

La stagione estiva è stata caratterizzata da episodi convettivi di tipo temporalesco, come di consueto, e i valori di precipitazione cumulata mensile non sono risultati significativamente differenti rispetto al passato recente.

Durante la stagione autunnale si sono registrate precipitazioni abbondanti, ad esempio il 30 novembre sulle Prealpi si sono registrati 187 mm in 24 ore.

In Europa, per la parte finale dell'anno si sono avute tempeste di neve significative ed episodi di gelo estremo, in Lombardia nella seconda metà di dicembre si sono registrate numerose nevicate in pianura con accumuli fino a 20-30 cm in poche ore.

Condizioni meteorologiche e proprietà diffusive dell'atmosfera

Al fine di caratterizzare l'atmosfera da un punto di vista delle sue proprietà diffusive si considereranno in questo paragrafo tre grandezze: la velocità del vento legata alla capacità di trasporto medio dell'atmosfera, la radiazione solare globale come indicatore dell'energia disponibile al suolo, l'altezza dello strato limite atmosferico -porzione dell'atmosfera a contatto con il suolo- o Atmospheric Boundary Layer (ABL in breve), come parametro di sintesi di quel complesso meccanismo che è la turbolenza dovuta alla convezione, particolarmente efficace nel ridistribuire energia e materia nell'ABL diurno, specie in mancanza di forzanti meteorologiche ben definite.

La Pianura Padana è caratterizzata da un regime anemologico di venti frequentemente a regime di brezza, che sicuramente non favoriscono la dispersione degli inquinanti specialmente nei mesi invernali quando l'altezza dell'ABL è piuttosto bassa (si veda la Figura 5 e la descrizione associata). In Figura 3 è riportato il vento sfilato, ovvero una sorta di accumulo della velocità del vento, ottenuto aggregando velocità media oraria su base mensile. Il 2009 risulta essere un anno nel complesso leggermente più ventoso (in particolare nei mesi di febbraio e marzo) rispetto al riferimento costituito dal passato recente, salvo per il mese di gennaio.

Un'idea grossolana della disponibilità di energia al suolo è data dalla radiazione solare globale, parametro misurato in circa cinquanta stazioni della rete di misura meteorologica di ARPA Lombardia. L'apporto energetico è fondamentale sia per la descrizione della turbolenza convettiva che si sviluppa all'interno dell'ABL che per il ruolo che l'energia solare ha nei complicati processi che coinvolgono gli inquinanti fotochimici. In Figura 4 viene appunto mostrato l'andamento mensile di questa grandezza, naturalmente correlato con l'andamento della temperatura in Figura 1. La nuvolosità sistematicamente rilevata in aprile e novembre ha contribuito a fare di questi mesi del 2009 gli unici due mesi con mediana di valore inferiore rispetto alla mediana del passato recente. In genere, si è avuto un soleggiamento nella norma, con radiazione solare globale media mensile

in linea rispetto ai valori medi oppure leggermente superiore, come a maggio e giugno. Il fatto che la temperatura presenti un'anomalia positiva invece ad agosto si spiega non solo con il contributo di radiazione solare ma anche con l'avvezione di aria più calda di origine nordafricana operata dalla configurazione anticiclonica persistente.

In Figura 5 viene riportato l'andamento mensile della stima dell'altezza dell'ABL ottenuta applicando il simple parcel method (Holzworth, 1964) al radiosondaggio di Milano Linate delle ore 12 UTC (ovviamente qualora tale radiosondaggio presenti le caratteristiche tipiche dell'ABL convettivo, altrimenti non risulta applicabile il metodo stesso). L'altezza dell'ABL rappresentata in Figura 3 fornisce una sintesi dell'andamento della turbolenza, in questo caso di quella convettiva e non meccanica, nel corso dell'anno. Si nota subito che l'andamento delle due mediane è generalmente sovrapponibile, pertanto l'anno 2009 non ha presentato particolari anomalie rispetto a questo parametro, eccetto per il mese di febbraio. Come già evidenziato nell'analisi relativa alla velocità del vento, febbraio è stato leggermente più ventoso della norma: analizzando il tipo di tempo verificatosi in questo mese, si riscontra spesso la presenza in quota di correnti settentrionali piuttosto intense, del tipo che possono dare origine a episodi di interazione con l'orografia e di vento intensi sulla pianura occidentale. In queste condizioni, il simple parcel method tende a produrre valori piuttosto elevati per l'altezza dell'ABL che però non sono indicativi tanto della turbolenza convettiva quanto dell'interazione orografica fra il flusso atmosferico e le catene montuose. Infine, anche il mese di novembre 2009 presenta una differenza rispetto alla norma del passato recente, questa volta però negativa, ovvero appare che il novembre 2009 sia stato caratterizzato da una minore influenza della turbolenza convettiva rispetto alla media e ciò trova corrispondenza con l'andamento della radiazione solare globale in Figura 4 dal quale appare un novembre 2009 nuvoloso, quindi con minore energia per sostenere moti convettivi.

T09-T	BG	BS	CO	CR	LC	LO	MN	MI	MB	PV	SO	VA
#staz	19	23	15	9	13	6	16	18	3	16	15	19
gen	-0.4	-1	-1.4	-1.8	-2.1	-1.6	-1.4	-1.8	-1.5	-2.4	-0.4	-1.6
feb	0.1	-0.1	0.4	0.	-0.4	0.8	0.5	0.4	0.4	-0.3	0.9	0.
mar	-0.1	0.	0.4	0.1	-0.2	0.7	0.3	0.2	0.	0.1	0.7	-0.2
apr	0.7	0.6	0.1	0.4	-0.3	0.9	-0.4	0.7	0.4	0.	0.4	-0.5
mag	2.2	2.	2.1	2.3	2.3	2.5	1.1	2.2	2.7	1.4	2.5	2.
giu	-0.9	-0.4	-0.7	-0.2	-0.4	0.	-1.	-0.6	-0.7	-0.5	-1.1	-0.9
lug	-0.5	0.2	-0.3	-0.2	0.1	0.9	-0.4	0.2	0.4	0.2	-0.1	-0.7
ago	2.4	2.7	2.2	1.6	2.2	2.3	2.3	1.9	2.3	1.9	2.2	1.9
set	1.1	1.4	1.	0.2	1.	1.	1.3	1.4	1.1	0.4	1.4	0.4
ott	-0.4	-0.2	-0.7	-1.3	-0.3	-0.3	-0.1	-0.2	-0.3	-0.8	0.6	-0.6
nov	0.5	1.	0.2	0.4	0.3	0.8	1.3	0.4	0.2	0.1	0.9	0.1
dic	-0.5	-0.6	-0.7	-1.2	-0.7	-0.3	-0.2	-1.3	-1.1	-0.9	0.	-0.9

Tabella 1. Differenza (in °C) fra la mediana delle temperature medie mensili delle stazioni in provincia con quota inferiore a 700 m s.l.m. nel 2009 (T09) e la mediana delle temperature medie mensili delle stazioni in provincia con quota inferiore a 700 m s.l.m. utilizzando i dati dal 2002 al 2008 (T).

P09-P	BG	BS	CO	CR	LC	LO	MN	MI	MB	PV	SO	VA
#staz	21	25	17	9	15	7	15	17	3	18	17	22
gen	45	54	27	44	25	41	46	44	40	36	38	26
feb	101	81	107	79	90	44	42	77	79	53	52	134
mar	77	59	36	90	32	87	75	69	54	62	28	68
apr	76	51	179	102	119	76	50	172	162	95	63	216
mag	-56	-49	-76	-52	-86	-51	-41	-55	-69	-63	-46	-85
giu	68	10	44	24	45	12	-33	44	75	0	35	34
lug	62	2	16	4	-10	1	-5	64	-18	6	21	41
ago	-63	-40	-67	-22	-52	-12	-20	-38	-41	-44	-54	-54
set	-42	5	-18	21	-37	25	-19	2	-33	45	13	53
ott	-14	-10	-2	20	16	-13	-3	4	3	-9	-26	-28
nov	50	31	58	38	17	41	-12	59	13	91	51	70
dic	102	101	77	56	70	44	41	40	53	20	95	39

Tabella 2. Differenza (in mm) fra la mediana delle precipitazioni cumulate mensili delle stazioni in provincia con quota inferiore a 700 m s.l.m. nel 2009 (P09) e la mediana delle precipitazioni cumulate mensili delle stazioni in provincia con quota inferiore a 700 m s.l.m. utilizzando i dati dal 2002 al 2008 (P).

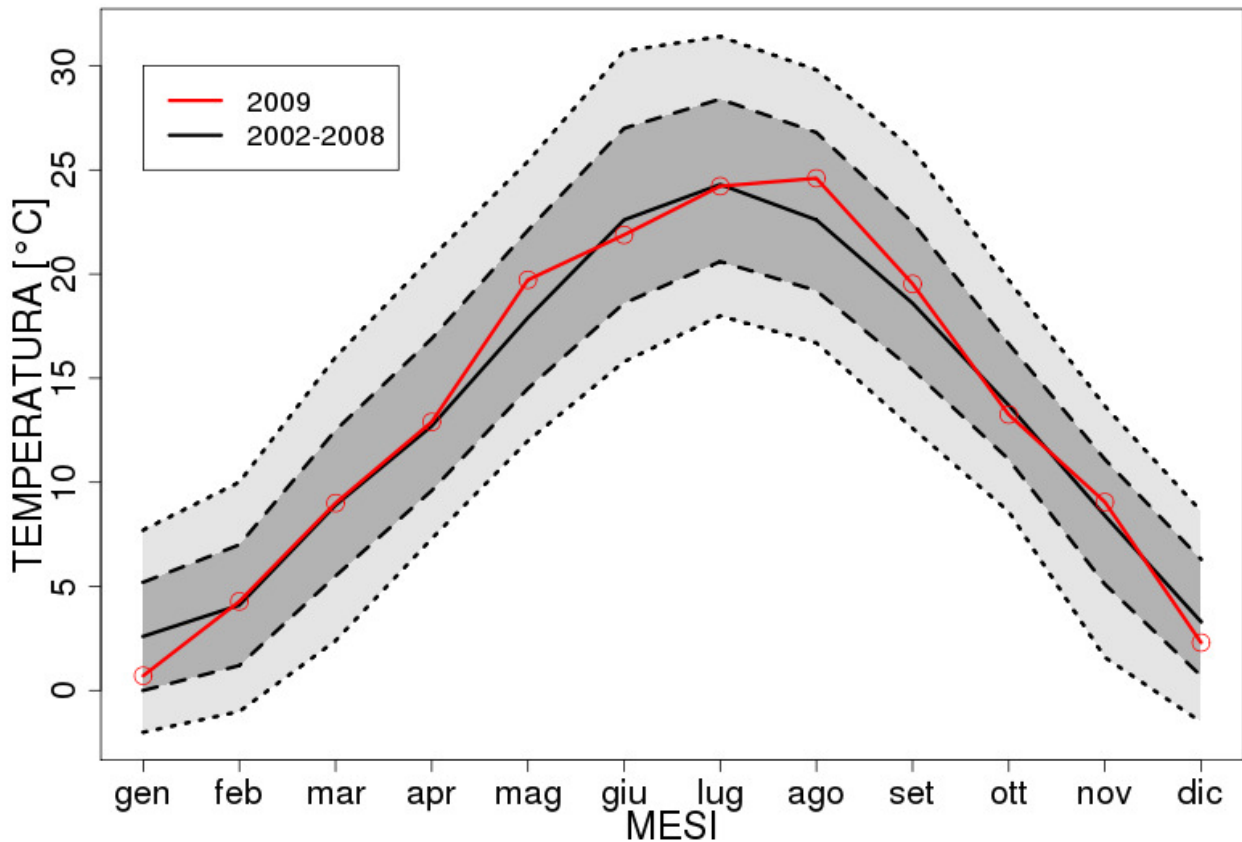


Figura 1. Temperatura media mensile delle stazioni di pianura della Lombardia appartenenti alla rete di misura di ARPA Lombardia. La linea rossa rappresenta la mediana della distribuzione delle temperature medie mensili calcolate a partire dalle osservazioni medie orarie osservate dalle stazioni nel 2009. La linea nera continua rappresenta la mediana della distribuzione che si ottiene considerando il periodo dal 2002 al 2008; la banda grigio scuro delimita l'area compresa fra il 25-esimo e il 75-esimo percentile della distribuzione considerando il periodo dal 2002 al 2008, mentre la banda grigia più chiara delimita l'area compresa fra il 10-imo e il 90-esimo percentile.

Nelle elaborazioni si è scelto di considerare come periodo di riferimento gli anni dal 2002, in quanto la distribuzione delle stazioni all'interno della rete ARPA è piuttosto omogenea in questo periodo.

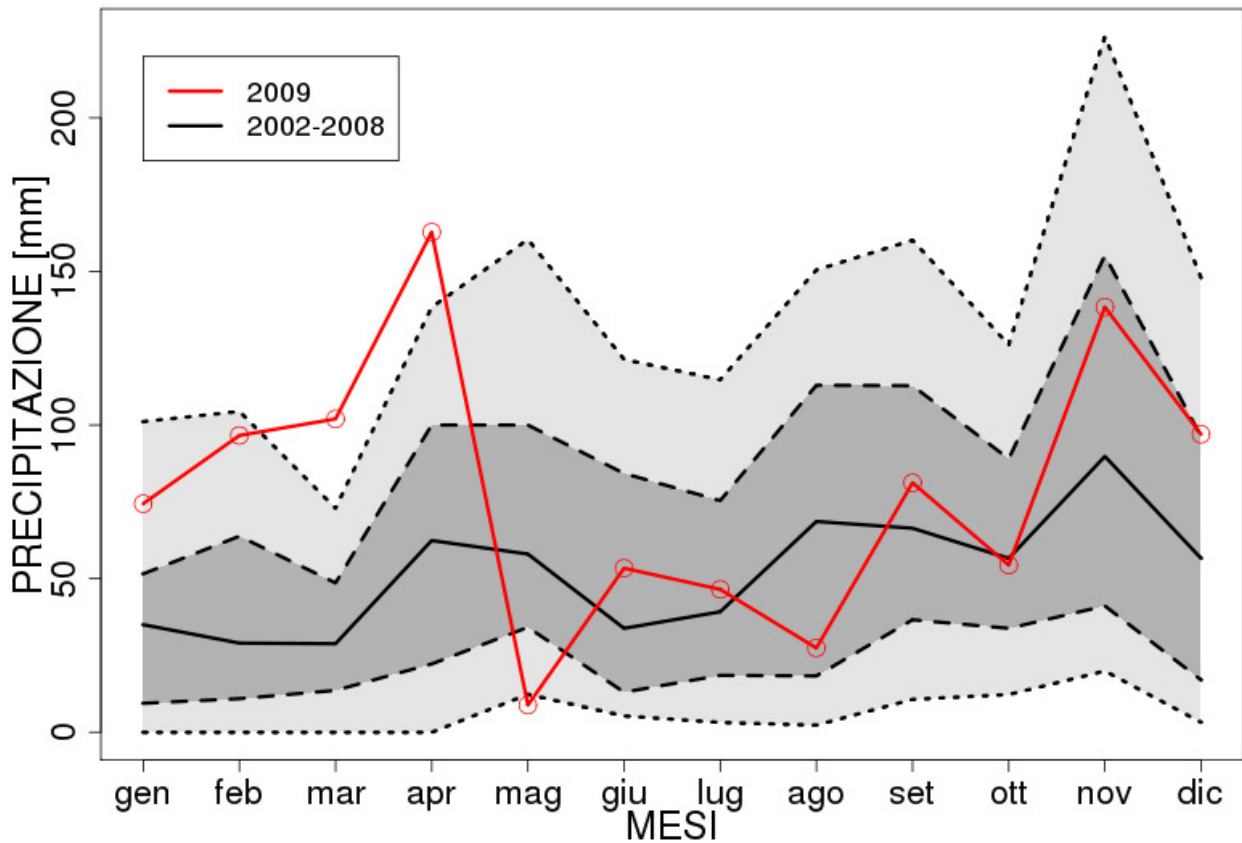


Figura 2. Precipitazione cumulata mensile delle stazioni di pianura della Lombardia appartenenti alla rete di misura di ARPA Lombardia. La linea rossa rappresenta la mediana della distribuzione delle precipitazioni cumulate mensili calcolate a partire dalle cumulate orarie osservate dalle stazioni nel 2009. La linea nera continua rappresenta la mediana della distribuzione che si ottiene considerando il periodo dal 2002 al 2008; la banda grigio scuro delimita l'area compresa fra il 25-esimo e il 75-esimo percentile della distribuzione considerando il periodo dal 2002 al 2008, mentre la banda grigia più chiara delimita l'area compresa fra il 10-esimo e il 90-esimo percentile.

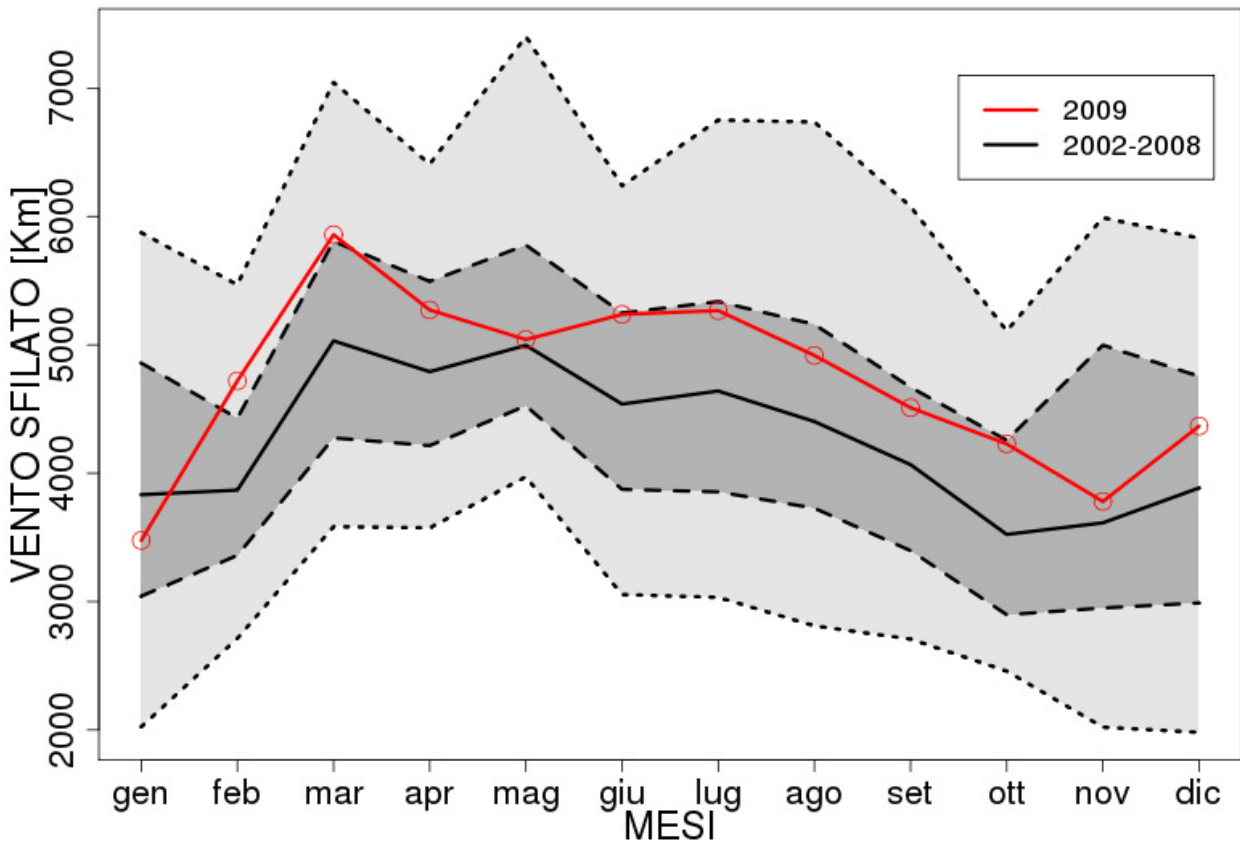


Figura 3. vento sfilato mensile delle stazioni di pianura della Lombardia appartenenti alla rete di misura di ARPA Lombardia. La linea rossa rappresenta la mediana della distribuzione del vento sfilato mensili calcolato a partire dalle osservazioni orarie osservate dalle stazioni nel 2009. La linea nera continua rappresenta la mediana della distribuzione che si ottiene considerando il periodo dal 2002 al 2008; la banda grigio scuro delimita l'area compresa fra il 25-esimo e il 75-esimo percentile della distribuzione considerando il periodo dal 2002 al 2008, mentre la banda grigia più chiara delimita l'area compresa fra il 10-imo e il 90-esimo percentile.

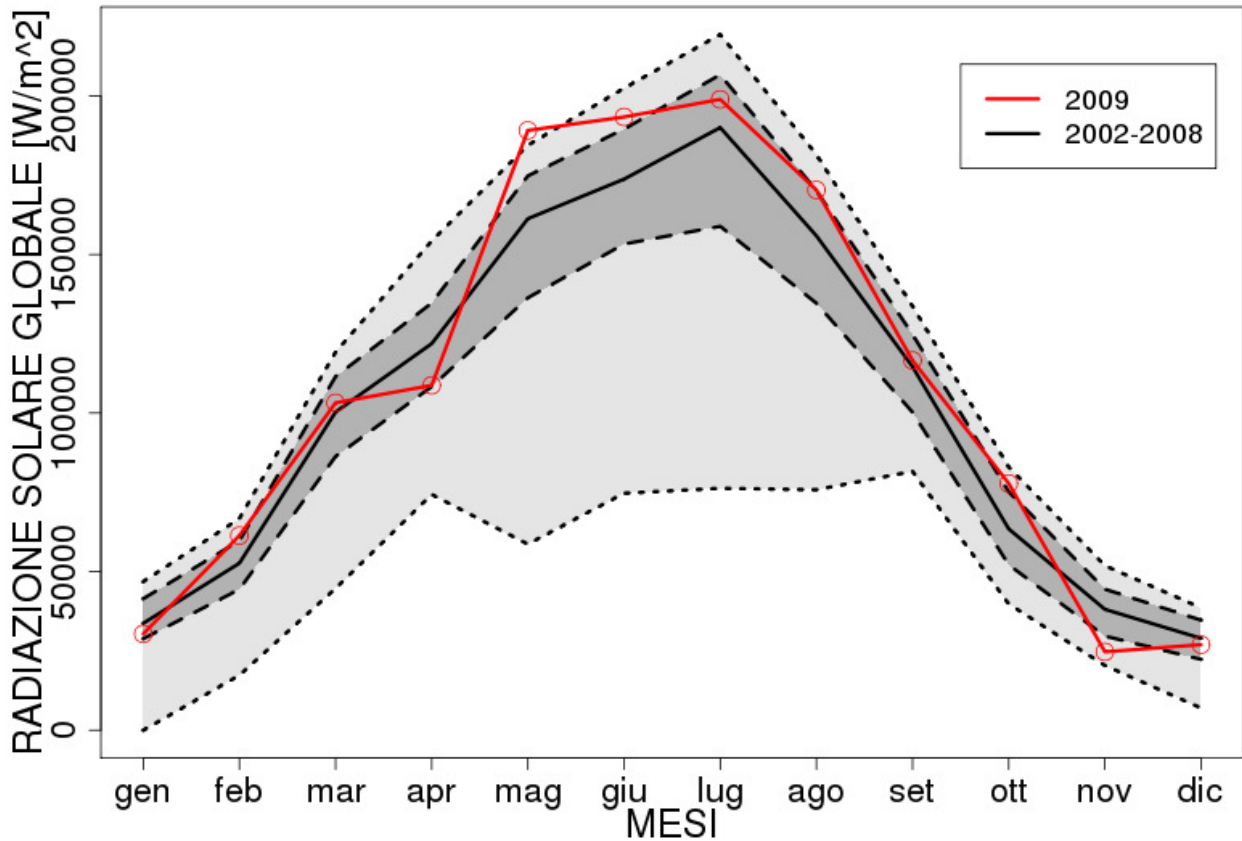


Figura 4. Radiazione solare globale cumulata mensile delle stazioni di pianura della Lombardia appartenenti alla rete di misura di ARPA Lombardia. La linea rossa rappresenta la mediana della distribuzione della radiazione solare globale cumulata mensile calcolate a partire dalle medie orarie osservate dalle stazioni nel 2009. La linea nera continua rappresenta la mediana della distribuzione che si ottiene considerando il periodo dal 2002 al 2008; la banda grigio scuro delimita l'area compresa fra il 25-esimo e il 75-esimo percentile della distribuzione considerando il periodo dal 2002 al 2008, mentre la banda grigia più chiara delimita l'area compresa fra il 10-imo e il 90-esimo percentile.

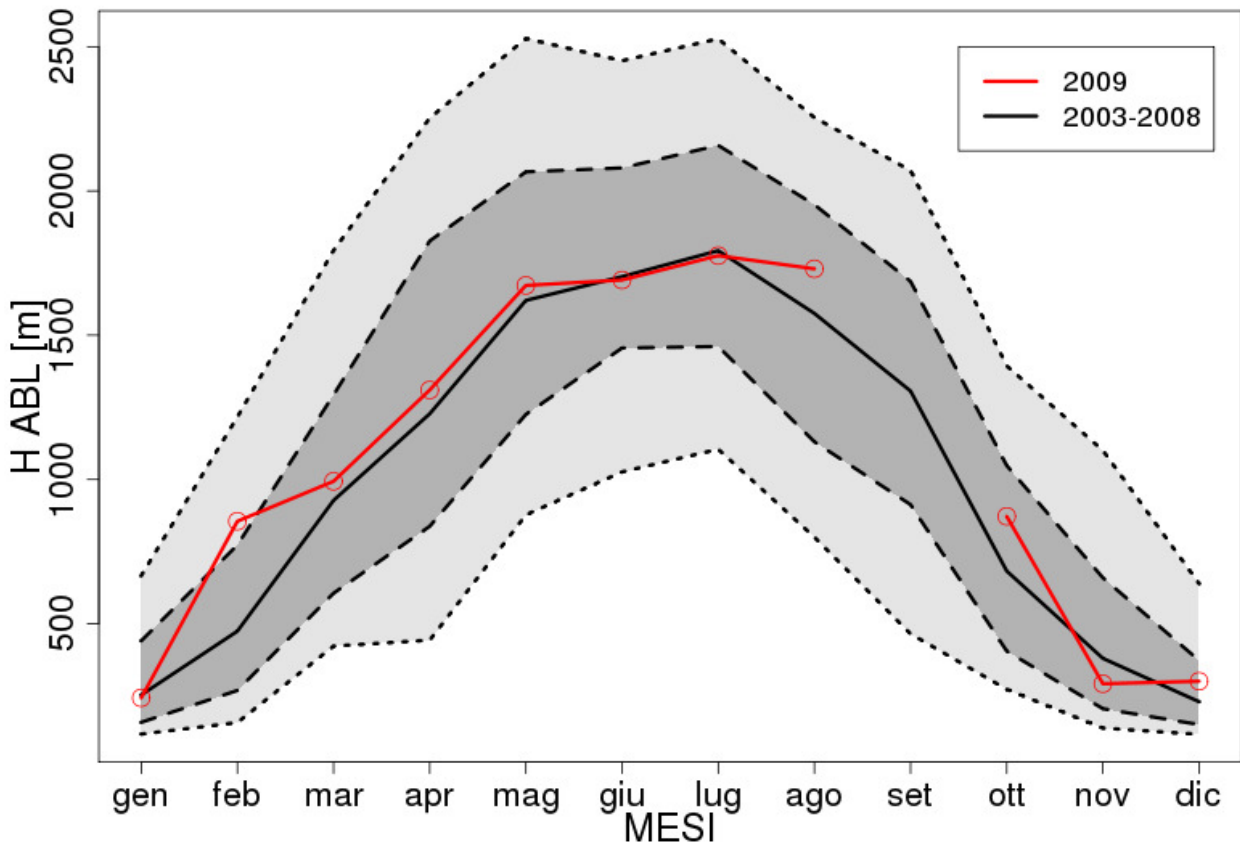


Figura 5. Stima dell'altezza dell'ABL media mensile ottenuta applicando la metodologia denominata simple parcel method (Holzworth, 1964) ai radiosondaggi di Milano Linate delle ore 12 UTC (solo per ABL convettivi). La linea rossa rappresenta la mediana della distribuzione dei valori ottenuti mensilmente nel 2009. La linea nera continua rappresenta la medesima grandezza ottenuta considerando il periodo dal 2003 al 2008; la banda grigio scuro delimita l'area compresa fra il 25-esimo e il 75-esimo della distribuzione, mentre la banda grigia più chiara delimita l'area compresa fra il 10-imo e il 90-esimo percentile. Per il mese di settembre 2009 non è possibile stimare il valore medio mensile data l'assenza dei radiosondaggi.