

II RESPONSABILE

Prot. 37069

Cuneo, 26/04/2019

(trasmessa esclusivamente via PEC)

Ill.mo Sindaco del Comune di BRA
comunebra@postecert.it

Spett.le Assessorato Ambiente
PROVINCIA di CUNEO
protocollo@provincia.cuneo.legalmail.it

Spett.le Dipartimento Prevenzione
Azienda ASL CN2 Cuneo
aslcn2@legalmail.it

Rif. DOQUI: B5.16 – ATTIVITA' ANNO 2018 – H10_2018_01559/ARPA

Oggetto: Trasmissione dei risultati relativi ai monitoraggi in aria della formaldeide svolti nel territorio del Comune di Bra tra il maggio 2016 e il dicembre 2018

Con la presente si inviano le risultanze dei monitoraggi realizzati tra il 2016 ed il 2018 nel territorio del Comune di Bra per la determinazione delle concentrazioni di formaldeide.

Al fine di ottemperare alle disposizioni normative vigenti e contribuire al risparmio energetico ed ambientale la presente nota sarà inviata esclusivamente via PEC; congiuntamente la relazione tecnica verrà messa a disposizione di tutta l'utenza alla pagina internet:

<http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/aria>

Distinti saluti

**Il Dirigente Responsabile
della S.S. "Attività di Produzione Sud Ovest"
Dott. Ivo Riccardi
(firmato digitalmente)**

LB/lb

Allegati:
Relazione tecnica (pagine 16)

Arpa Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento territoriale Piemonte Sud Ovest – Struttura Semplice Attività di Produzione

Via Vecchia di Borgo San Dalmazzo, 11 - 12100 Cuneo - Tel. 0171329211

dip.cuneo@arpa.piemonte.it - PEC dip.cuneo@pec.arpa.piemonte.it – www.arpa.piemonte.gov.it

STRUTTURA COMPLESSA “Dipartimento territoriale Piemonte Sud Ovest”
Struttura Semplice H.10.02 “Attività di Produzione Sud Ovest”

OGGETTO: Campagne di misura della concentrazione di formaldeide in atmosfera svolte nel territorio del Comune di Bra tra il maggio 2016 e il dicembre 2018

Realizzazione del monitoraggio	Bardi Luisella Bianchi Cinzia Martini Sara
Redazione	Funzione: Collab. Tecnico Professionale Nome: Bardi Luisella Funzione: Collab. Tecnico Professionale Nome: Martini Sara
Verifica ed approvazione	Funzione: Responsabile Produzione Nome: Riccardi Ivo

Arpa Piemonte

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento territoriale Piemonte Sud Ovest – Struttura Semplice Attività di Produzione

Via Vecchia di Borgo San Dalmazzo, 11 - 12100 Cuneo - Tel. 0171329211

dip.cuneo@arpa.piemonte.it - PEC dip.cuneo@pec.arpa.piemonte.it – www.arpa.piemonte.gov.it

INDICE

INTRODUZIONE	2
INQUINANTI MONITORATI	2
TECNICHE DI MONITORAGGIO	3
CAMPAGNE E SITI DI MISURA	4
SITUAZIONE METEOROLOGICA NEI PERIODI DI MISURA.....	7
RISULTATI	9
CONCLUSIONI.....	16

Si ringraziano la Struttura Rischio Industriale e Igiene Industriale ed il Laboratorio del Dipartimento Arpa di Torino – Sede di Grugliasco per le forniture dei campionatori passivi e per le determinazioni analitiche.

INTRODUZIONE

La relazione illustra i risultati delle campagne di monitoraggio della formaldeide svolte nel territorio del Comune di Bra tra il maggio 2016 e il dicembre 2018.

La formaldeide o aldeide formica è una sostanza gassosa per la quale è stata recentemente aggiornata la valutazione di cancerogenicità. Dal 1° gennaio 2016 è classificata in categoria 1B ai sensi del “Regolamento CLP” n° 1272/2008, con indicazione di pericolo H 350 – “Può provocare il cancro”.

La città di Bra possiede due industrie di rilievo per la produzione dei laminati plastici, che utilizzano nelle loro lavorazioni resine contenenti formaldeide e/o direttamente tale sostanza come materia prima. Esse sono dotate inoltre di impianti di recupero energetico, mediante coincenerimento, di rifiuti originati dalla produzione dei laminati che contengono al loro interno formaldeide e che pertanto, in virtù della nuova classificazione, a partire dal 1/01/2016 sono considerati “rifiuti speciali pericolosi”. Per poter procedere al coincenerimento di questi rifiuti le aziende hanno dovuto richiedere ed ottenere nuove autorizzazioni, ne è conseguito che una delle due ha avviato l’attività di recupero energetico dei rifiuti pericolosi a partire dall’ottobre 2016 e l’altra dal novembre 2018.

Nel frattempo, a inizio 2016, l’Amministrazione Comunale di Bra aveva richiesto all’Arpa di valutare i livelli di concentrazione della formaldeide presenti nell’aria ambiente del territorio comunale. Si era pertanto concordato di eseguire un primo monitoraggio nel periodo in cui il coincenerimento dei rifiuti pericolosi non era in funzione, rappresentativo delle condizioni di “normale attività” delle aziende, per poi eseguire un monitoraggio con il recupero energetico dei rifiuti pericolosi attivo.

La prima campagna di monitoraggio è stata eseguita nel territorio di Bra nel maggio 2016, nel periodo in cui le attività di coincenerimento dei rifiuti contenenti formaldeide era sospesa per entrambi gli impianti. Una seconda è stata eseguita nel novembre 2016, dopo l’avvio del recupero energetico dei rifiuti pericolosi da parte della prima azienda. Per poter completare lo studio ed eseguire una campagna con entrambi gli impianti di recupero attivi, ovvero con il quadro emissivo completo, si è dovuto attendere l’autunno 2018.

INQUINANTI MONITORATI

La formaldeide è presente come prodotto naturale in numerosi sistemi viventi e nell’ambiente. Si trova naturalmente nei cibi, nella frutta e come metabolita endogeno nei mammiferi, prodotto dal metabolismo ossidativo. In aggiunta a queste fonti naturali essa deriva da processi di combustione, per esempio dall’emissione veicolare, impianti di produzione di energia da combustione o termovalorizzazione, fiamme libere e fumo di tabacco ecc.

La formaldeide o i prodotti che la possono rilasciare sono ampiamente utilizzati in diversi settori produttivi (industria chimica, trasformazione delle materie plastiche, solventi, vernici, mobili, pannelli in legno truciolato, collanti, cosmetici, industria tessile, settore sanitario, settore alimentare, ecc.).

A seguito della modifica nella classificazione, la presenza negli ambienti di lavoro della formaldeide deve essere valutata ai sensi di quanto previsto nel Capo II “cancerogeni e/o mutageni” del Titolo IX del D.Lgs. 81/08 e s.m.i..

La particolarità di tale inquinante è quella di essere presente anche nei luoghi di vita, sia in ambienti outdoor sia in quelli indoor. Pertanto, in quanto inquinante ubiquitario, per una corretta valutazione dell'esposizione professionale deve essere considerata l'eventuale esposizione della popolazione generale.

Per questo motivo Arpa Piemonte, Rischio industriale e Igiene Industriale, ha realizzato tra il 2014 ed il 2017 un monitoraggio in ambienti outdoor in differenti siti del Piemonte che ha permesso di caratterizzarne i livelli in funzione della tipologia di sito (rurale o urbano) e della stagionalità. I **livelli outdoor¹** di formaldeide sono risultati relativamente contenuti, con **valori massimi nelle zone urbane di 4.6 µg/m³ e un valore medio di 2.2 µg/m³.**

Diversa è la situazione negli **ambienti indoor**, dove le concentrazioni possono essere anche relativamente simili a quelle misurabili nei luoghi di lavoro a causa di diverse sorgenti, come ad esempio la presenza di arredi. I diversi monitoraggi eseguiti in locali ad uso ufficio hanno evidenziato concentrazioni **comprese tra un minimo di 5 µg/m³ e un massimo di circa 20 µg/m³**, con un valore medio di 13 µg/m³.²

Tali risultati indicano chiaramente come i valori *indoor* di formaldeide siano significativamente superiori al fondo esterno ambientale, anche nei suoi valori massimi riscontrabili nelle aree urbane.

I livelli misurati in Piemonte risultano inferiori, ma coerenti, con i livelli di esposizione media riscontrati dal *World Health Organization – Regional office for Europe*³ che evidenziano per l'esposizione *outdoor* valori medi generalmente inferiori a 10 µg/m³ e pari a 20 µg/m³ nelle aree altamente urbanizzate o nelle aree industriali, e per l'esposizione *indoor* valori medi compresi tra 10 e 100 µg/m³, con esposizioni maggiori nelle abitazioni rispetto agli edifici pubblici.

Per la formaldeide, siccome il principale contributo all'esposizione della popolazione deriva dall'inalazione dell'inquinante presente negli ambienti *indoor*, le linee guida europee³ raccomandano un valore di 0.1 mg/m³ (100 µg/m³) come livello short-term (30 minuti) per tali ambienti. Non sono invece previsti valori di soglia per esposizione prolungata e neppure valori per l'*outdoor*, dove, come evidenziato nel paragrafo dedicato agli inquinanti, i livelli sono inferiori.

Nei campioni realizzati a Bra oltre alla determinazione della formaldeide sono state quantificate anche le seguenti aldeidi: acetaldeide, benzaldeide, butirraldeide, glutaraldeide, isovaleraldeide, valeraldeide, propionaldeide, esanale. Di queste, l'acetaldeide è classificata come sospetto cancerogeno di categoria 2. Le linee guida europee non contengono indicazioni per tali composti.

TECNICHE DI MONITORAGGIO

Lo scopo principale delle campagne di misura eseguite a Bra era quello di valutare la distribuzione spaziale delle concentrazioni *outdoor* della formaldeide ed individuare l'eventuale presenza di valori anomali in zone del territorio comunale, in particolare in prossimità delle attività produttive locali. Dovendo quindi eseguire la misura simultanea in molti punti, è stato necessario ricorrere a campionatori passivi, ovvero dispositivi in grado di raccogliere gas e vapori presenti nell'aria senza far uso di aspirazione forzata.

¹ [Progetto 2014-2017 Monitoraggio outdoor di aldeidi e altre sostanze organiche volatili. Arpa Piemonte](#)

² <http://relazione.ambiente.piemonte.it/2018/it/aria/stato/aldeidi>

³ World Health Organization. Regional Office for Europe. (2010). *WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants*. <http://www.who.int/iris/handle/10665/260127>

Il tipo di campionatore passivo adottato, è un sistema dotato di simmetria radiale che sfrutta il processo fisico di diffusione degli inquinanti, al cui interno viene inserita una cartuccia adsorbente specifica per la tipologia di inquinanti di interesse. Il corpo diffusivo a simmetria radiale contenente la cartuccia viene fissato ad una piastra di supporto in policarbonato, riparato all'interno di box protettivi appositamente studiati, ed esposto all'aria ambiente ad un'altezza di circa 2.5 m sopra il livello del suolo. Al termine della campagna di monitoraggio la cartuccia viene trattata in laboratorio per determinare la quantità di analiti adsorbiti. In questo modo è possibile risalire, attraverso la portata di campionamento, alla concentrazione media degli inquinanti nel periodo di esposizione.



1) Fotografia di un campionatore passivo installato nel suo box di riparo dalle intemperie

CAMPAGNE E SITI DI MISURA

La prima delle campagne per la misura della formaldeide è stata realizzata dal 16 al 23 maggio 2016 disponendo i campionatori in 11 punti del territorio comunale di Bra. La seconda è stata svolta dal 14 al 21 novembre 2016, dopo l'entrata in funzione dell'impianto di coincenerimento di rifiuti speciali pericolosi di una delle due aziende del laminato presenti sul territorio, aggiungendo due ulteriori punti di misura agli 11 del precedente monitoraggio. Volendo realizzare una campagna con entrambi gli impianti attivi per il coincenerimento dei rifiuti contenenti formaldeide, si è dovuto attendere il novembre 2018 e la terza campagna è stata svolta tra il 26 novembre ed il 3 dicembre in 14 punti del territorio di Bra.

Nella figura 2 sono riportate le fotografie dei siti in cui sono stati posizionati i campionatori nelle diverse campagne (dal punto n.1 al n.11 nella prima, dall'n.1 al n.13 nella seconda e nei 14 punti nella terza).

Nella figura 3 la posizione dei punti di campionamento è indicata sull'ortofoto della zona.



1 Via Langhe



2 Strada La Bassa



3 Via Montello



4 C.so Monviso



5 Via Veneria.



6 Via Piumati n.72



7 Via Gioberti n.10



8 Via Provvidenza



9 Via De Gasperi



10 Strada Lavareto



11 V.le Mad. Fiori



12 Via Piumati 129



13 Strada Falchetto



14 Via Montegrappa

2) Fotografie dei siti di installazione dei campionatori passivi

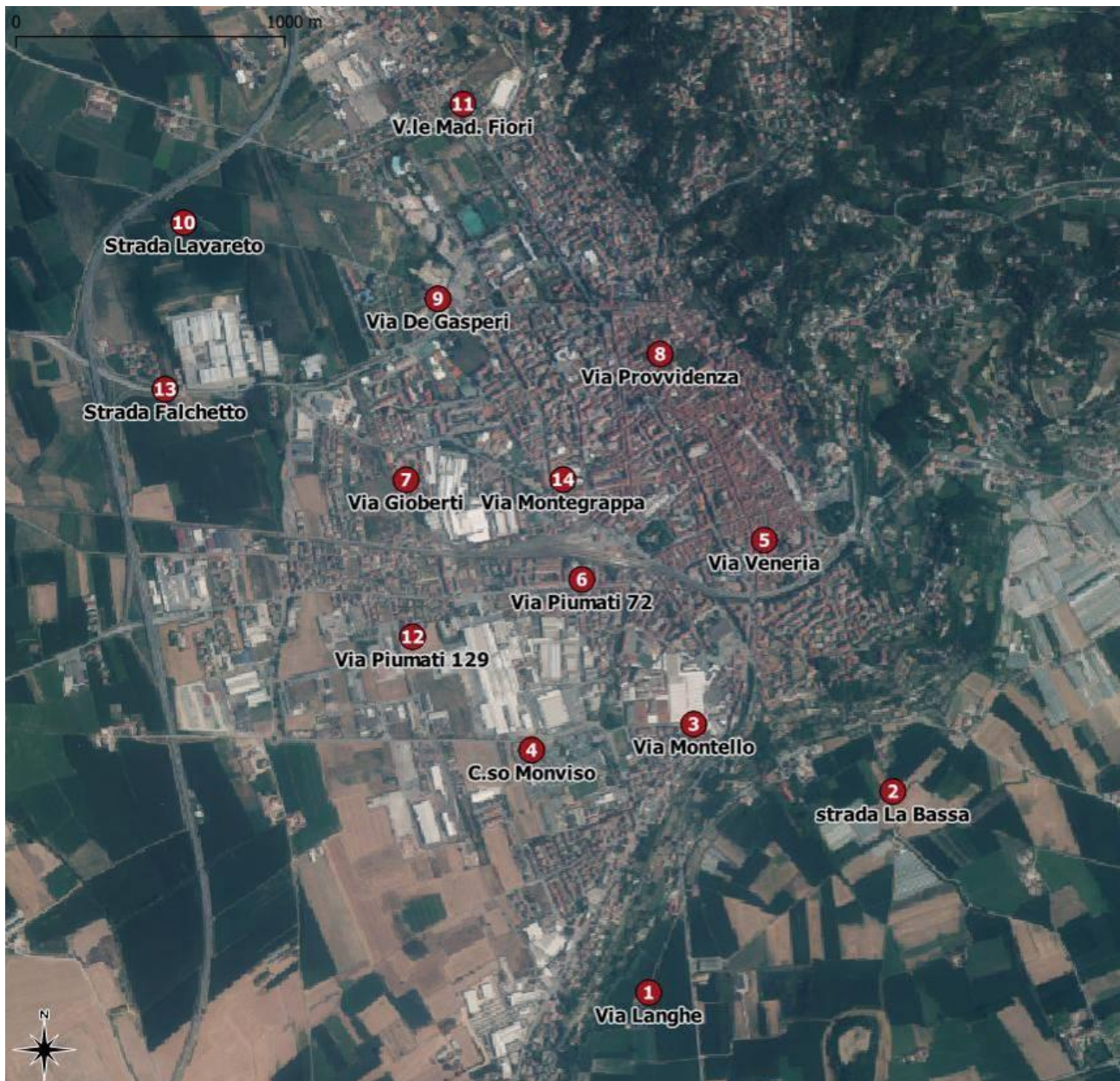


Figura 3) Ortofoto con i punti di monitoraggio

SITUAZIONE METEOROLOGICA NEI PERIODI DI MISURA

Siccome le condizioni meteorologiche influenzano fortemente i livelli delle concentrazioni degli inquinanti, agendo sia sulla capacità dispersiva dell'atmosfera sia sui processi di formazione e rimozione delle sostanze, nel seguito sono analizzate le principali evoluzioni delle situazioni meteorologiche che si sono verificate durante i campionamenti della formaldeide svolti a Bra. Sono inoltre riportati i valori dei principali parametri meteo registrati localmente, con particolare attenzione al vento, che può determinare il trasporto e la diluizione degli inquinanti. Occorre inoltre ricordare che, mentre la seconda e la terza campagna sono state svolte all'interno del periodo più freddo dell'anno, la prima si è svolta nella tarda primavera e in tali mesi la maggiore altezza dello strato di rimescolamento dell'atmosfera consente la diluizione degli inquinanti in volumi più ampi e pertanto generalmente determina (soprattutto per gli inquinanti primari) valori di concentrazione più bassi rispetto a quelli che si registrano nei mesi freddi.

Nei sette giorni in cui si è svolta la prima campagna di misura le condizioni meteorologiche sono state caratterizzate dall'alternarsi piuttosto rapido di situazioni di tempo stabile e soleggiato a condizioni di instabilità che, localmente, hanno determinato precipitazioni temporalesche solamente nel pomeriggio del 19 maggio con un apporto limitato (3.8 mm).

Dai dati locali, misurati dalla stazione meteorologica di Bra – Museo Craveri, si ricava che la temperatura media del periodo è stata di 16.7°C, la minima di 8.7°C e la massima di 28.6°C. Le frequenze delle diverse classi di velocità del vento sono rappresentate nel grafico di sinistra della figura 4, dove si vede come le calme di vento (velocità inferiore a 0.5 m/s) hanno avuto un'occorrenza del 32%. Il grafico di destra rappresenta le direzioni di provenienza del vento nel periodo, ed evidenzia una netta prevalenza di vento dai settori SudSudEst e SudEst.

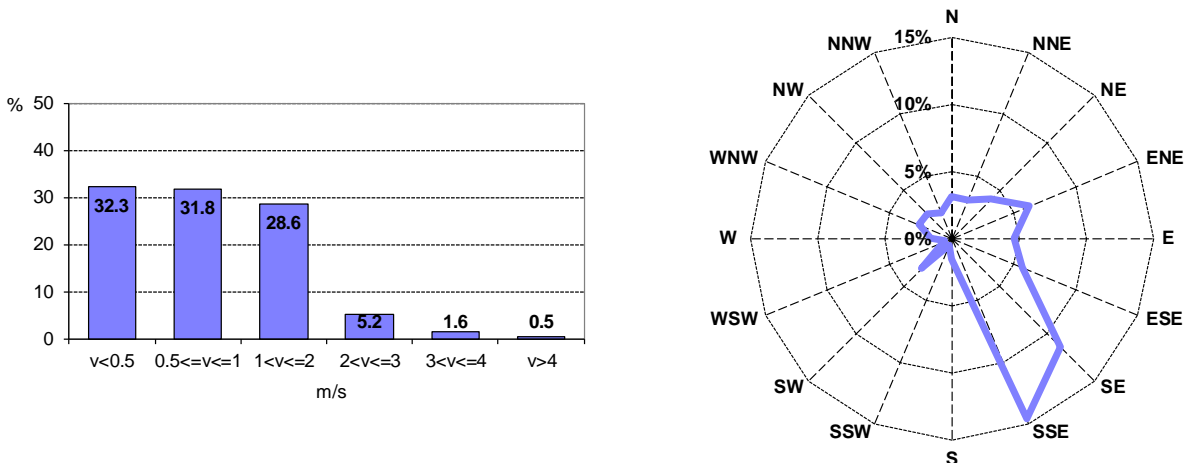


Figura 4) Bra – Museo Craveri: Frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento (a sinistra) e direzioni di provenienza del vento (a destra) nel periodo 16 – 23 maggio 2016

Nei primi giorni della seconda campagna di misura un'area di alta pressione sull'Europa Occidentale ha garantito una situazione di tempo stabile sul Piemonte, causando condizioni di inversione termica nelle zone pianeggianti e pedemontane e, nonostante la discesa di una saccatura sul nord Italia abbia poi determinato condizioni di tempo debolmente perturbato sulla regione, essa non è stata sufficiente a rimuovere le condizioni di accumulo degli inquinanti che ha caratterizzato la maggior parte del periodo (dal 16 al 20 novembre si sono verificati superamenti del limite giornaliero del PM₁₀ su tutta la regione).

A Bra la temperatura media del periodo è stata di 6.6°C, la minima di 1.4°C e la massima di 11.9°C. Si sono verificate precipitazioni solamente nell'ultimo giorno di misura per un totale, cumulato nella giornata, di 4.2 mm. La calma di vento si è riscontrata all'incirca nel 50% delle ore (grafico di sinistra della figura 5). Nelle ore senza calma di vento il settore più frequente di provenienza è stato quello da Est.

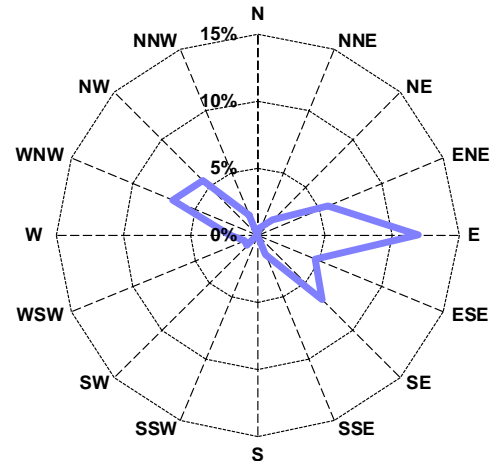
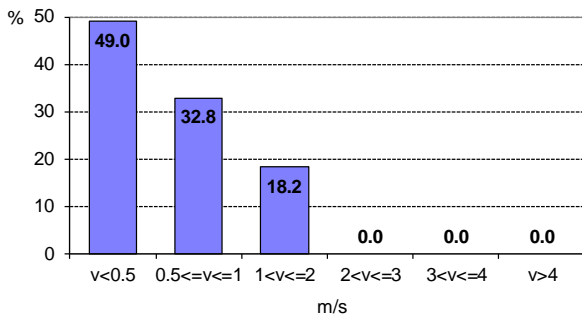


Figura 5) Bra – Museo Craveri: Frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento (a sinistra) e direzioni di provenienza del vento (a destra) nel periodo 14 – 21 novembre 2016

Nei primi due giorni e negli ultimi due della terza campagna di monitoraggio, condizioni di foehn hanno consentito una buona ventilazione. Nei giorni centrali un'area di alta pressione sul Mediterraneo occidentale ha garantito tempo stabile e soleggiato, a tali condizioni, favorevoli all'accumulo degli inquinanti, è seguito un modesto peggioramento del tempo (in corrispondenza di questi giorni si sono verificati superamenti del limite giornaliero del PM₁₀ su tutta la regione, che hanno interessato la provincia di Cuneo in particolare nei giorni 30 novembre e 1° dicembre).

La temperatura media a Bra è stata di 4.9°C, la minima di -0.5°C e la massima di 14.9°C. Nel periodo in cui i campionatori sono stati esposti non si sono verificate precipitazioni atmosferiche. Si sono riscontrate calme di vento nel 26% delle ore (grafico di sinistra della figura 5). I settori più frequenti di provenienza del vento sono stati SudSudEst e SudEst.

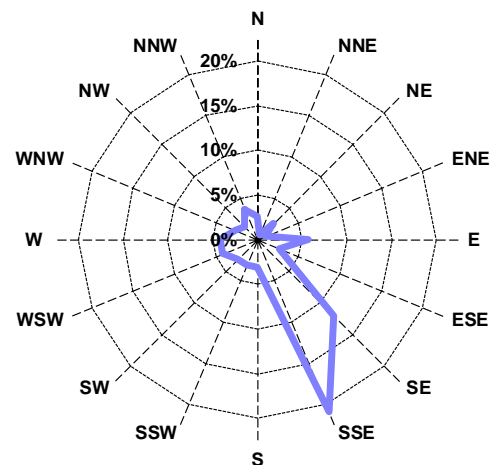
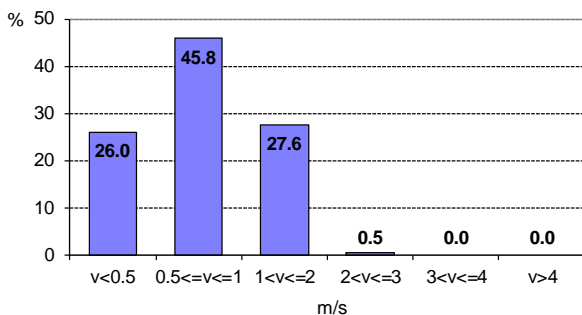


Figura 6) Bra – Museo Craveri: Frequenze di accadimento delle classi di velocità del vento (a sinistra) e direzioni di provenienza del vento (a destra) nel periodo 26 novembre – 3 dicembre 2018

RISULTATI

Le analisi di laboratorio condotte sui campioni dei monitoraggi eseguiti sul territorio di Bra hanno permesso di determinare le concentrazioni delle seguenti aldeidi: formaldeide, acetaldeide, benzaldeide, butirraldeide, glutaraldeide, isovaleraldeide, valeraldeide, propionaldeide ed esanale.

In assenza di valori di riferimento per l'*outdoor*, per poter valutare l'entità delle concentrazioni della formaldeide e delle altre aldeidi quantificate, sono stati eseguiti confronti con i livelli ottenuti, con le medesime tecniche, sul territorio piemontese con il progetto dedicato¹.

Alcuni di questi composti, quali glutaraldeide, isovaleraldeide, e propionaldeide sono risultati, in tutte le campagne e in tutti i siti di misura di Bra, in quantità inferiori al limite di sensibilità strumentale. Per gli altri composti, non sono emerse anomalie nel confronto con i dati piemontesi.

Nelle tabelle delle pagine seguenti, per ognuna delle tre campagne di monitoraggio, oltre ai risultati ottenuti per la formaldeide, sono state indicate anche le concentrazioni riscontrate di acetaldeide, classificata come sospetto cancerogeno di categoria 2 (le incertezze indicate sono quelle dei campionatori).

Nella prima campagna eseguita nel maggio 2016, i dati di acetaldeide sono risultati tutti inferiori al limite di sensibilità strumentale. Si deve tuttavia tenere presente che, come anche evidenziato nel documento del progetto di monitoraggio outdoor¹ già citato, l'analisi per la quantificazione di tale sostanza mostra alcune problematiche, in particolare dovute ad interferenze, che in taluni casi ne impediscono la quantificazione. Dai risultati ottenuti nelle campagne sul territorio piemontese, si può tuttavia ragionevolmente supporre che l'acetaldeide sia pressoché sempre presente, anche qualora le concentrazioni non siano determinabili quantitativamente.

Al fine di visualizzare la distribuzione spaziale delle concentrazioni di formaldeide sul territorio del comune di Bra, i valori ottenuti nei diversi punti di campionamento sono stati rappresentati sull'ortofoto della zona. In ogni punto la concentrazione di formaldeide rilevata, oltre ad essere indicata numericamente, è rappresentata con un colore. Ad ogni colore è associato un intervallo di concentrazione, la scelta è stata fatta attribuendo il colore blu alle concentrazioni più basse, il verde e giallo ai valori intermedi ed il rosso ai livelli più elevati (è stata utilizzata la medesima scala per le diverse campagne di misura).

PRIMO MONITORAGGIO 16 ÷ 23 maggio 2016

SITO		Formaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Acetaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Incertezza a 2σ : 13.8%	Incertezza a 2σ : 15.9%
Via Langhe (x=408881m; y=4947927m)		1.5	<
Strada La Bassa (x=409791m; y=4948680m)		1.4	<
Via Montello (x=409049m; y=4948932m)		1.8	<
Corso Monviso (x=408445m; y=4948835m)		1.7	<
Via Veneria (x=409312m; y=4949621m)		1.9	<
Via Piumati 72 (x=408632; y=4949474m)		2.3	<
Via Gioberti (x=407977m; y=4949847m)		2.3	<
Via Provvidenza (x=408924; y=4950318m)		2.2	<
Via De Gasperi (x=408096m; y=4950525m)		1.9	<
Strada Lavareto (x=407182m; y=4950842m)		1.7	<
Viale Madonna dei Fiori (x=408189m; y=4951254m)		1.8	<
Valori di riferimento zone urbane piemontesi ¹	Massimo	4.6	3.9
	Medio	2.2	1.2
	Minimo	1.0	<0.02

Tabella 1) Punti di misura (coordinate UTM – WGS84) e concentrazioni medie di formaldeide ed acetaldeide nel periodo 16 ÷ 23 maggio 2016 (< valori inferiori al limite di sensibilità strumentale).

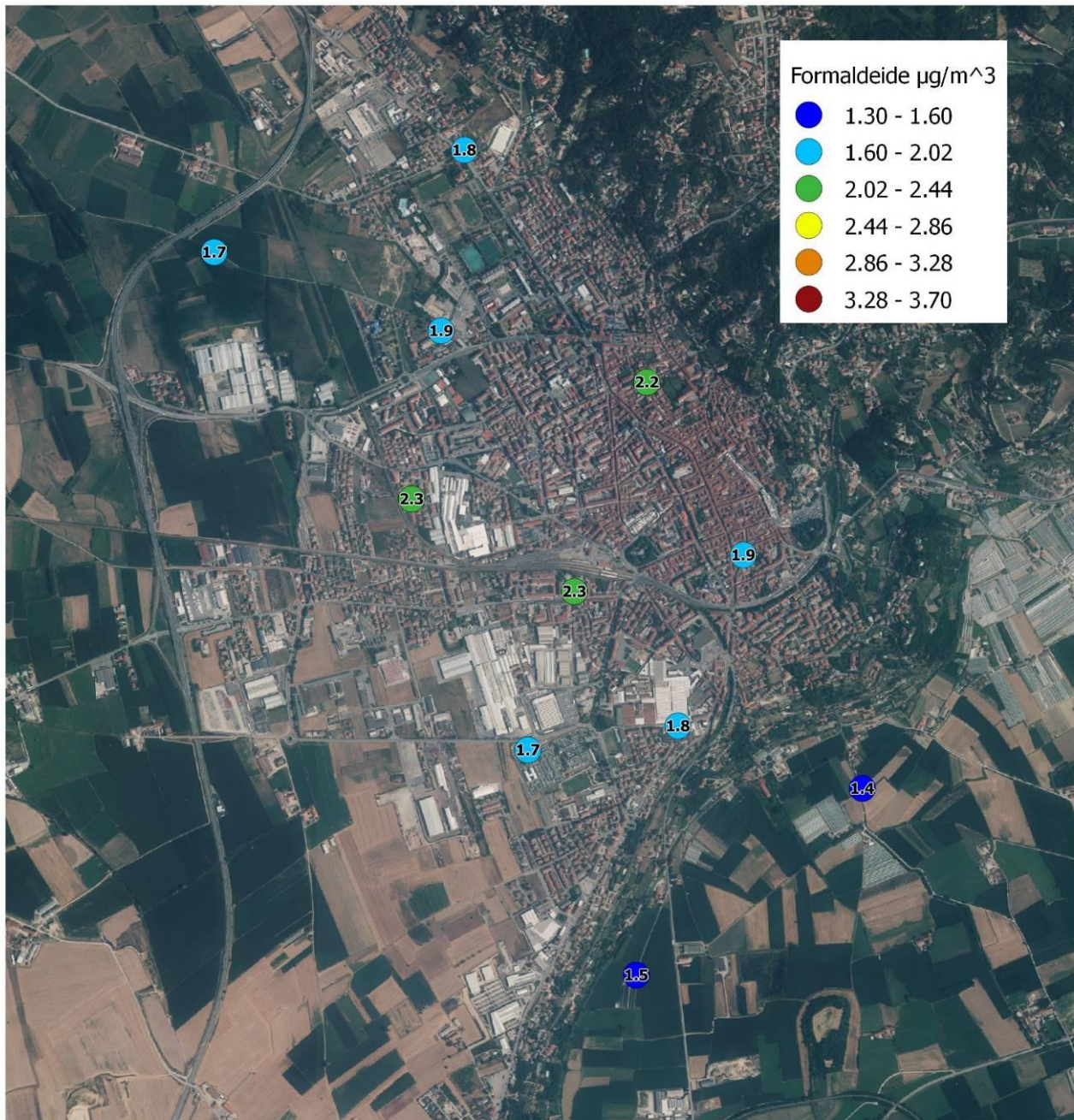


Figura 7) Formaldeide: Mappa delle concentrazioni ottenute nel periodo 16 ÷ 23 maggio 2016.

SECONDO MONITORAGGIO 14 ÷ 21 novembre 2016

SITO	Formaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Acetaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Incertezza a 2σ : 13.8%	Incertezza a 2σ : 15.9%	
Via Langhe (x=408881m; y=4947927m)	1.6	1.2	
Strada La Bassa (x=409791m; y=4948680m)	2.0	1.2	
Via Montello (x=409049m; y=4948932m)	2.4	1.7	
Corso Monviso (x=408445m; y=4948835m)	2.5	1.9	
Via Veneria (x=409312m; y=4949621m)	3.7	2.5	
Via Piumati 72 (x=408632; y=4949474m)	2.7	2.1	
Via Gioberti (x=407977m; y=4949847m)	3.4	1.9	
Via Provvidenza (x=408924; y=4950318m)	3.7	2.2	
Via De Gasperi (x=408096m; y=4950525m)	2.5	1.8	
Strada Lavareto (x=407182m; y=4950842m)	2.0	1.6	
Viale Madonna dei Fiori (x=408189m; y=4951254m)	3.1	1.7	
Via Piumati 129 (x= 408001; y= 4949259m)	3.1	2.9	
Strada Falchetto (x= 407127m; y= 4950199m)	2.2	1.8	
<i>Valori di riferimento zone urbane piemontesi¹</i>	<i>Massimo</i>	<i>4.6</i>	<i>3.9</i>
	<i>Medio</i>	<i>2.2</i>	<i>1.2</i>
	<i>Minimo</i>	<i>1.0</i>	<i><0.02</i>

Tabella 2) Punti di misura (indirizzo e coordinate UTM – WGS84) e concentrazioni medie di formaldeide ed acetaldeide della campagna del 14 ÷ 21 novembre 2016.

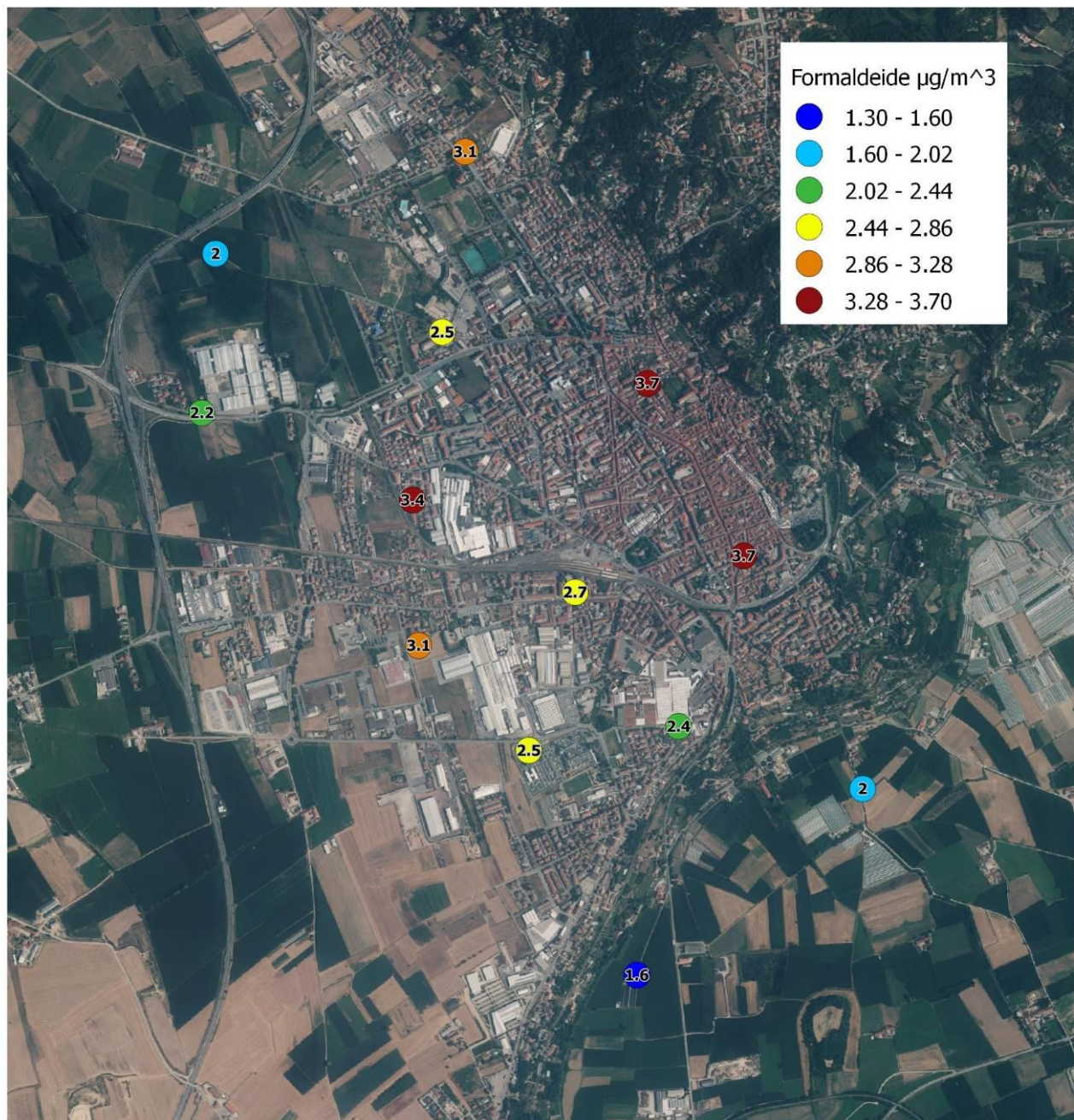


Figura 8) Formaldeide: Mappa delle concentrazioni ottenute nel periodo 14 ÷ 21 novembre 2016.

TERZO MONITORAGGIO 26 novembre ÷ 3 dicembre 2018

SITO	Formaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Acetaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Incertezza a 2σ : 13.8%	Incertezza a 2σ : 15.9%	
Via Langhe (x=408881m; y=4947927m)	1.7	1.0	
Strada La Bassa (x=409791m; y=4948680m)	1.5	1.1	
Via Montello (x=409049m; y=4948932m)	2.6	1.7	
Corso Monviso (x=408445m; y=4948835m)	1.9	1.3	
Via Veneria (x=409312m; y=4949621m)	2.7	2.8	
Via Piumati 72 (x=408632; y=4949474m)	2.3	1.8	
Via Gioberti (x=407977m; y=4949847m)	2.6	1.8	
Via Provvidenza (x=408924; y=4950318m)	2.7	2.1	
Via De Gasperi (x=408096m; y=4950525m)	2.5	2.2	
Strada Lavareto (x=407182m; y=4950842m)	2.1	1.3	
Viale Madonna dei Fiori (x=408189m; y=4951254m)	2.7	2.2	
Via Piumati 129 (x= 408001; y= 4949259m)	2.3	1.6	
Strada Falchetto (x= 407079m; y= 4950186m)	2.2	1.5	
Via Montegrappa (x= 408562m; y= 4949848m)	2.5	3.0	
Valori di riferimento zone urbane piemontesi ¹	Massimo	4.6	3.9
	Medio	2.2	1.2
	Minimo	1.0	<0.02

Tabella 3) Punti di misura (indirizzo e coordinate UTM – WGS84) e concentrazioni medie di formaldeide ed acetaldeide della campagna del 26 novembre ÷ 3 dicembre 2018.

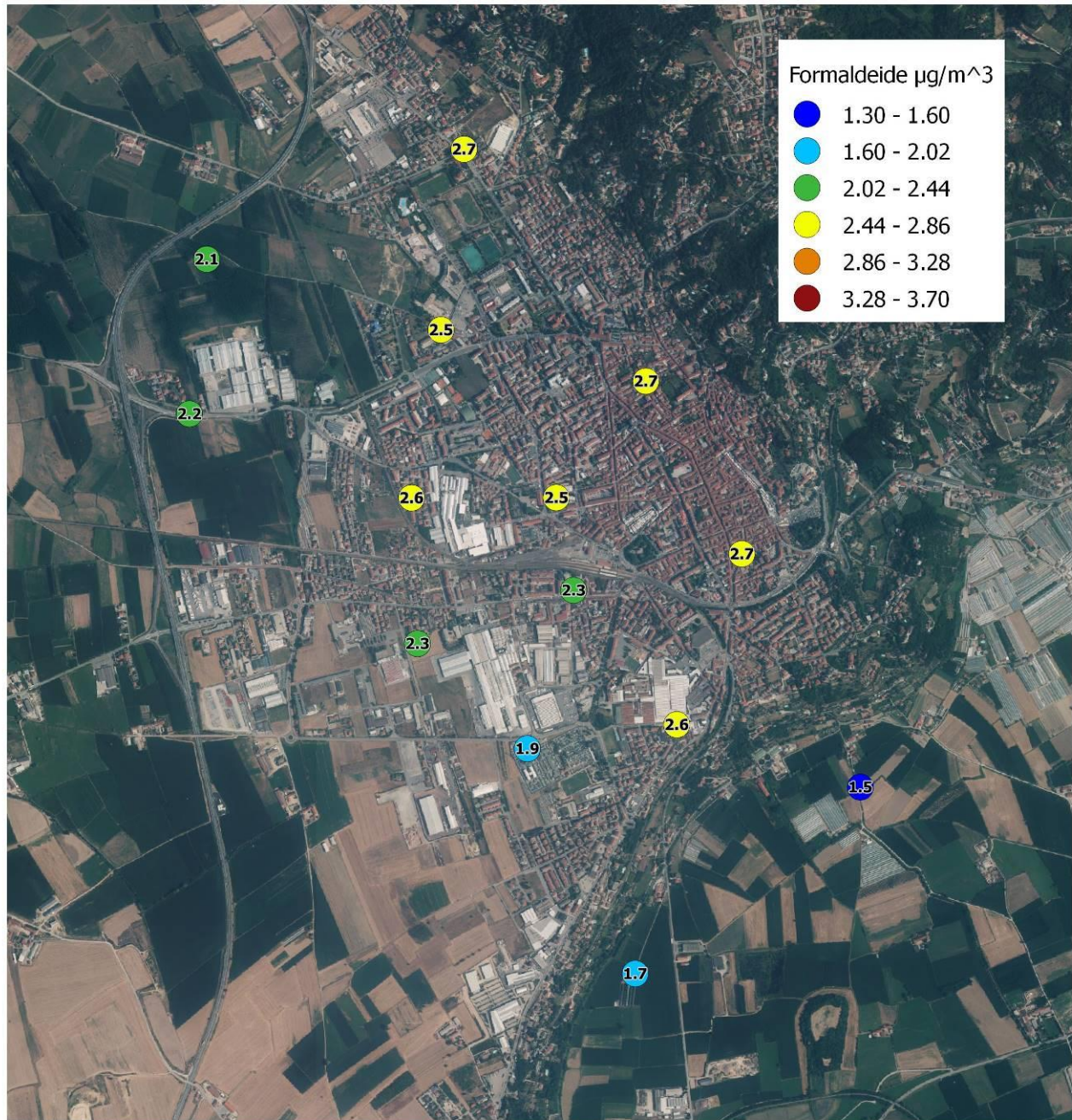


Figura 9) Formaldeide: Mappa delle concentrazioni ottenute nel periodo 26 novembre ÷ 3 dicembre 2018.

CONCLUSIONI

Dal confronto dei risultati ottenuti nelle tre campagne di monitoraggio della formaldeide eseguite nel territorio del Comune di Bra, emerge come le concentrazioni maggiori siano state riscontrate nella campagna del novembre 2016. Tuttavia, anche in questo caso, la concentrazione più elevata, pari a $3.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, è inferiore al valore massimo di riferimento per le zone urbane piemontesi (di $4.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Pertanto, in tutte le campagne eseguite non emergono livelli anomali di formaldeide: le concentrazioni misurate nei diversi siti di Bra sono confrontabili con i valori di riferimento ottenuti in Piemonte negli anni 2014-2017¹.

Le differenze tra le concentrazioni delle tre campagne, che sono comunque contenute, non evidenziano influenze dovute ai diversi assetti emissivi attivi durante i monitoraggi. Bensì sono piuttosto coerenti con le differenti condizioni dispersive dell'atmosfera presenti nei diversi periodi di campionamento.

Il primo monitoraggio, nel quale sono state riscontrate le concentrazioni più basse, è stato svolto in un periodo rappresentativo delle condizioni di "normale attività" delle aziende, in cui il coincenerimento dei rifiuti pericolosi contenenti formaldeide era sospeso per entrambe, ed in una stagione con una buona diluizione degli inquinanti.

Nel periodo del secondo monitoraggio, durante il quale sono state registrate le concentrazioni maggiori, era in funzione l'impianto di coincenerimento di rifiuti speciali pericolosi di una sola delle due aziende del laminato presenti sul territorio, ma le condizioni meteorologiche, caratterizzate anche dalla presenza di inversioni termiche e frequenti calme di vento, sono state particolarmente favorevoli all'accumulo degli inquinanti (su sette giorni di campionamento cinque sono stati di superamento del limite giornaliero del PM10).

Il terzo monitoraggio è stato svolto con il quadro emissivo completo: ovvero con entrambi gli impianti di coincenerimento dei rifiuti contenenti formaldeide attivi e nella medesima stagione del precedente, tuttavia la ventilazione che c'è stata in alcuni giorni ha limitato gli effetti delle condizioni di accumulo degli inquinanti che comunque si sono verificate (su sette giorni di campionamento due sono stati di superamento del limite giornaliero del PM10). I livelli massimi di formaldeide misurati in questa campagna (pari a $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sono stati inferiori a quelli della seconda ($3.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

La distribuzione sul territorio delle concentrazioni delle singole campagne evidenzia, coerentemente con i dati regionali, come i livelli più bassi siano sempre stati rilevati nei siti di via Langhe e strada La Bassa, scelti, a valle della scarpata meridionale che delimita il concentrico di Bra, in una zona rurale, mentre i livelli maggiori di formaldeide siano stati riscontrati nelle zone più intensamente urbanizzate.