

Allegato 1

A cura di: Leonardo Tognotti – Dipartimento di Ingegneria Civile Industriale, Università di Pisa; Eriberto De’Munari, Cristina Marconi – Area Prevenzione Ambientale Ovest, Arpae

Premessa

Scopo del presente documento è quello di tracciare una sintesi del quadro normativo che sta alla base del lavoro del Comitato Tecnico Scientifico a supporto del Tavolo di garanzia per la soluzione delle problematiche ambientali e socio-sanitarie a Borgo Val di Taro (Pr), e di definire le linee di azione per la realizzazione del progetto di ricerca descritto.

La normativa di riferimento per la tutela della qualità dell’aria affronta la tematica secondo due aspetti fondamentali; da una parte agisce mediante il controllo delle emissioni dalle fonti inquinanti, attraverso limiti di emissione, dall’altra individua gli obiettivi di qualità dell’aria e valuta questa, predisponendone il monitoraggio e fissando standard di qualità, con metodi e criteri comuni, con lo scopo di proteggere la salute umana e l’ambiente nel suo complesso. Qui di seguito si richiamano i principali riferimenti legislativi vigenti in materia, nonché altri riferimenti a normative e linee guida internazionali, nazionali e regionali.

Monitoraggio e gestione della qualità dell’aria

La definizione di obiettivi e standard di qualità dell’aria, ai fini della protezione della salute umana e dell’ambiente nel suo complesso, nonché la valutazione per il monitoraggio del rispetto degli standard ed il raggiungimento degli obiettivi preposti sono indicati nel **D.Lgs. n° 155 del 13/8/2010 e ss. mm. ii. (D.Lgs. n° 250/2012)** in cui trovano attuazione *la Direttiva 2008/50/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 21/5/2008*, relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa, e le disposizioni di attuazione nazionale della *Direttiva 2004/107/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 15/12/2004*, concernente **l’arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici** nell’aria ambiente. Nello specifico:

- regola la gestione della qualità dell’aria, per **il biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, PM10, PM2.5, piombo, benzene, monossido di carbonio, ozono**, oltre che i suddetti inquinanti della Direttiva 2004/107/Ce, andando per questi a definire i valori limite, valori obiettivo, obiettivi a lungo termine, soglie di informazione e di allarme, livelli critici, obbligo di concentrazione e obiettivo di riduzione delle esposizioni – L’ Allegato X riporta la tabella dei parametri normativi;
- indica, quali strumenti attraverso cui deve essere effettuata la valutazione della qualità dell’aria, la zonizzazione e la classificazione del territorio in zone e agglomerati, la rilevazione ed il monitoraggio dei livelli di inquinamento atmosferico, effettuati mediante reti di monitoraggio e l’impiego di tecniche modellistiche, l’inventario delle emissioni e gli scenari emissivi;
- indica, in caso di superamento dei valori limite, dei livelli critici, dei valori obiettivo, delle soglie di informazione e allarme, le competenze (Regioni, Province autonome, Stato) e le modalità affinché siano intraprese misure, che non comportino costi sproporzionati, necessarie per agire sulle principali sorgenti di emissione per raggiungere gli standard e gli obiettivi (Piani) nonché provvedimenti per informare il pubblico in modo adeguato e tempestivo;
- disciplina l’attività di comunicazione di informazioni relative alla qualità dell’aria.

Il D.M. Ambiente 29 novembre 2012 individua sul territorio nazionale stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria (di fondo e non) per inquinanti quali PM2.5, PM10, idrocarburi policiclici aromatici, metalli pesanti, ozono e suoi precursori, previste dal D.Lgs. 155/2010.

Per quanto riguarda alcuni inquinanti per i quali non sono indicati i valori limite e obiettivo, ma che, come vedremo in seguito, sono oggetto degli approfondimenti proposti dal CTS (ad esempio per le aldeidi), l'art. 18 del D.lgs 24 dicembre 2012, n.250 "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 13 agosto 2010, n.155" sostituendo l'Allegato X del Dlgs.155, riporta i metodi di campionamento per le sostanze considerate precursori di ozono.

Sempre in relazione agli inquinanti emessi da installazioni industriali per i quali il D.Lgs. 155/2010 non fissa uno standard di qualità dell'aria, si possono considerare alcuni valori di riferimento REL (Reference Exposure Level), tratti da banche dati internazionali, che vengono utilizzati per la valutazione degli effetti sulla della QA e/o come confronto con i risultati si studi modellistici. In particolare si possono citare:

- <https://www.epa.gov/iris>.¹
 - <https://oehha.ca.gov/>,²
 - "Air emissions risk assessment for your environmental permit" UK Environment Agency, March 2016.³
- Le REL sono i livelli di concentrazione per cui al di sotto di esso non sono rilevabili effetti negativi per la salute umana in seguito ad una specifica durata di esposizione (acuta o cronica). Le REL garantiscono il rispetto della salute per le popolazioni più sensibili attraverso l'applicazione di specifici fattori di sicurezza.

Un altro approccio che può essere seguito, anche se non esplicitamente previsto dal quadro normativo sulla QA attualmente vigente in Europa, è quello che deriva dalla normativa comunitaria sull'uso sicuro

¹ <https://www.epa.gov/iris>

"EPA's mission is to protect human health and the environment. EPA's IRIS Program supports this mission by identifying and characterizing the health hazards of chemicals found in the environment. Each IRIS assessment can cover a chemical, a group of related chemicals, or a complex mixture.

IRIS assessments:

- Are the preferred source of toxicity information used by EPA
- Are an important source of toxicity information used by state and local health agencies, other federal agencies, and international health organizations

The IRIS Program is located within EPA's National Center for Environmental Assessment (NCEA) in the Office of Research and Development (ORD). The placement of the IRIS Program in ORD is intentional. It ensures that IRIS can develop impartial toxicity information independent of its use by EPA's program and regional offices to set national standards and clean up hazardous sites".

² <https://oehha.ca.gov/>

L'Office of Environmental Health Hazard Assessment OEHHHA 1 dell'Agencia di protezione dell'ambiente dello stato della California (USA) ha definito valori di "Acute, 8-hour and Chronic Reference Exposure Levels (chRELs)" Documentation available in the Air Toxics Hot Spots Program Guidance Manual for the Preparation of Health Risk Assessments 2015 (Appendices A, B and C) <https://oehha.ca.gov/air/general-info/oehha-acute-8-hour-and-chronic-reference-exposure-level-re/>

³ Nello specifico quest'ultimo aggiorna il documento "Horizontal Guidance Note IPPC H1, "Annex F – Air", Emissions UK Environment Agency, December 2011", e introduce valori di riferimento (definiti Environmental Assessment Levels (EALs)) per una serie molto estesa di composti chimici da utilizzare per studi di ricadute al suolo di emissioni industriali in mancanza di SQA specifici. Tali valori sono derivati da fonti internazionali riconosciute quali WHO, Expert Panel on Air Quality Standards (EPAQS), United Nations Economic Commission for Europe, etc. e riparametrati al fine di definire short term EAL e long term EAL, e cioè riferimenti per valori di picco e per medie sul lungo periodo.

Per gli inquinanti per i quali non sono stati definiti EALs, nel documento viene riportata la metodologia applicabile al fine di definirne di specifici a partire da valori limite di esposizione per la sicurezza dei lavoratori (es. TLV), ove disponibili. La Linea Guida di cui sopra, nel suo aggiornamento del 2016 considerato, per gli inquinanti per i quali la Direttiva 2008/50/CE fissa valori limite, non prevede ulteriori riferimenti in relazione a periodi di mediazione diversa.

delle sostanze chimiche (regolamento *REACH*⁴) che implica che un produttore di una sostanza chimica comunichi i rischi di esposizione connessi a tale sostanza lungo tutta la catena di approvvigionamento, attraverso una “scheda di sicurezza” comprensiva degli scenari di esposizione (scheda di sicurezza estesa). In ambito REACH sono stati definiti i DNEL (*Derived No Effect Level*, livello derivato senza effetto), che sono i livelli di esposizione alla sostanza al quale l'essere umano può essere esposto, e che sono utilizzati per garantire l'uso sicuro delle sostanze chimiche.

Va infine ricordato che la direttiva quadro sulla salute e la sicurezza nei luoghi di lavoro dell'UE (89/391/CE) e la quattordicesima direttiva particolare (98/24/CE) sull'esposizione agli agenti chimici, entrambe entrate all'interno del D.Lgs. 626/94 prima e poi nel D.Lgs. 81/2008, il cosiddetto testo unico della sicurezza), delineano principi generali della prevenzione, nonché l'assegnazione di responsabilità e degli obblighi relativi alla salvaguardia della salute e la sicurezza nei luoghi di lavoro correlati alla presenza di sostanze e miscele⁵.

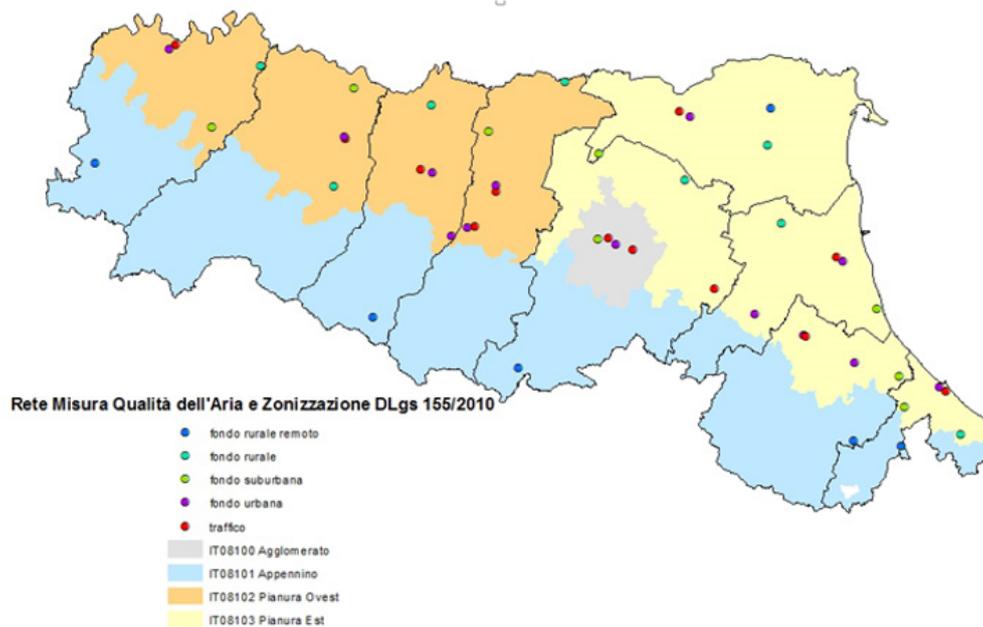
Nel Cap. 4 della relazione conclusiva del CTS l'approccio alla definizione di valori di riferimento di esposizione e i criteri con cui sono stati selezionati sono oggetto di approfondimento così come nell'Allegato 7.

Riguardo alla qualità dell'aria, la regione Emilia-Romagna ha parallelamente sviluppato una propria disciplina giuridica che è andata ad affiancare e attuare quella nazionale. In particolare, per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico, ha affidato ad ARPA Emilia Romagna la gestione della Rete Regionale della Qualità dell'Aria (D.G.R. n°1614 del 26/10/2009, D.G.R. n° 2278 del 28/12/2009, D.G.R. n°10082 del 16/09/2010) e ha provveduto ad attuare a livello regionale il D.Lgs. 155/2010 attraverso la **D.G.R. n° 2001 del 27/12/2011**, procedendo anche ad una revisione della rete di rilevamento (**Allegato DGR 2001/2011- Revisione del sistema regionale di rilevamento della qualità dell'aria**) e ad operare una nuova suddivisione del territorio in unità sulle quali eseguire la valutazione e applicare le misure gestionali (**Allegato DGR 2001/2011- Zonizzazione della Regione Emilia-Romagna**).

Poiché la gestione della problematica della qualità dell'aria deve essere affrontata su scala regionale nell'ambito di zone omogenee dal punto di vista delle fonti di inquinamento e della loro influenza sul territorio, a tal proposito, la Regione Emilia-Romagna ha effettuato, sulla base di tali criteri, la zonizzazione del territorio ufficializzata con la DGR 2001/2011

⁴ **Regolamento (CE) n. 1907/2006**, del 18 dicembre 2006, concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (in inglese *Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals*, da cui l'acronimo REACH). <https://echa.europa.eu/it/home>

⁵ Lo strumento fondamentale per valutare le condizioni di lavoro sicure è rappresentato dai limiti di esposizione professionale (OEL in Europa, *Occupational Exposure Limits*, ed in Italia VLEP, Valori Limite di Esposizione Professionale, *TLV, Threshold Limit Value* in USA), che si riferiscono alla concentrazione degli agenti chimici dannosi. Un limite di esposizione professionale è il limite superiore della concentrazione accettabile di una sostanza pericolosa aerodispersa nell'aria del posto di lavoro per un particolare materiale o per una classe di materiali. È un valore tipicamente fissato dalle autorità nazionali o europee competenti e applicata dalla legislazione per proteggere la sicurezza e la salute sul lavoro. D'altra parte, i valori DNEL, che sono ricavati dalle imprese che hanno registrato le sostanze nell'ambito del regolamento REACH, non possono essere utilizzati come valori limite al posto degli OEL, che invece sono fissati dall'Autorità competente. Pur se apparentemente i due valori possano assumere lo stesso significato, confrontando i dati degli OEL e dei DNEL, può accadere che questi a volte non coincidono, essendo i DNEL più bassi in alcuni casi.



Dal 1° gennaio 2013, in conformità con la decisione del tavolo regionale sulla rete di monitoraggio, è stata data piena attuazione alla nuova configurazione della rete di rilevamento della qualità dell'aria. L'attuale rete è composta da 47 stazioni di monitoraggio distribuite sul territorio individuata in modo ottimale secondo i criteri di rappresentatività del territorio e di economicità del sistema di monitoraggio e considerando l'integrazione dei dati rilevati in siti fissi con i modelli numerici della diffusione, trasporto e trasformazione chimica degli inquinanti, come stabilito dalla normativa di riferimento.

Per la caratterizzazione della qualità dell'aria relativa alla zona interessata si può far riferimento ai risultati riportati nei rapporti annuali sulla qualità dell'aria per il territorio della Provincia di Parma. È però da notare il fatto che le stazioni di rilevamento sono collocate nella zona denominata pianura ovest, e quindi non comprendono il territorio di Borgo Val di Taro. Borgotaro è stato comunque oggetto di monitoraggio con mezzo mobile tramite l'unità Mobile di ARPAE: sono state effettuate altre rilevazioni specificatamente per il benzene, biossido d'azoto, PM₁₀ e CO che confermano la natura dell'area di Borgotaro che presenta valori caratteristici di aree rurali/montane.

Questo è anche osservabile comparando i dati delle campagne eseguite a Borgotaro con quelle di alcuni comuni limitrofi già valutati da Arpae con le campagne degli scorsi anni. In generale durante le misure effettuate nel periodo marzo - dicembre 2017 non si sono riscontrate situazioni anomale rispetto ai livelli previsti dalla normativa vigente per ossidi di azoto, monossido di carbonio, ossidi di zolfo, benzene, ozono e particolato PM10 e micro inquinanti, metalli e benzo(a)pirene. Tutte le misure sono reperibili presso il sito di Arpae Emilia-Romagna⁶.

Ai fini del risanamento delle qualità dell'aria la Regione Emilia Romagna ha infine risposto agli adempimenti richiesti anche mediante il programma di interventi attivato dagli Accordi di programma sulla qualità dell'aria fra Regione, Comuni capoluogo e Comuni con popolazione superiore ai 50000 abitanti, sottoscritti a partire dal 2002 (**D.G.R. n° 988 del 16/7/2012**, D.P.G.R. n°223 del 13/10/2010).

Infine, la delibera della Giunta Regionale dell'8 luglio 2013 avente per oggetto "Approvazione del documento preliminare del piano regionale integrato per la qualità dell'aria" approva l'attuazione del Piano Aria Integrato Regionale PAIR 2020. I principali aggiornamenti del piano riguardano: la valutazione dello stato della qualità dell'aria, la valutazione dell'impatto sanitario degli scenari ed una analisi delle possibili azioni per il raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni. La principale finalità del Piano è il miglioramento della qualità dell'aria e a tal fine individua circa 90 misure nei settori maggiormente emissivi in termini di **PM10**, **NOx**, **SOx**. La scelta dello scenario di Piano, e della combinazione di azioni, è derivata da un'analisi costi-benefici delle misure necessarie al raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle

⁶ https://www.arpae.it/v2_rmqa.asp?idlivello=83&report=REPORT%20CAMPAGNE%20DI%20MISURA

emissioni, valutati come indispensabili al fine del rispetto dei valori limite di PM10 e NO2 al 2020. Non sono comunque previste azioni specifiche per il territorio di Borgotaro, ma si possono avere ricadute positive dalla sua attuazione⁷

Emissioni in atmosfera

Le emissioni in atmosfera sono regolamentate da:

- D.Lgs. n° 171 del 21/05/2004, provvedimento che attua quanto previsto dalla Direttiva 2001/81/Ce del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23/10/2001 (Direttiva NEC), che prevede la limitazione delle emissioni di sostanze inquinanti ad effetto acidificante ed eutrofizzante e dei precursori dell'ozono, stabilendo un sistema di limiti massimi nazionali (tetti) in merito alle emissioni di biossido di zolfo (SO₂), ossidi di azoto (NO_x), composti organici volatili (COV) ed ammoniaca (NH₃) da raggiungere entro il 2010;
- D.Lgs n° 152 del 3/4/2006 e ss. mm. ii. (D.Lgs. 128/2010) che nella Parte V - Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera - affronta la prevenzione e limitazione delle emissioni in atmosfera, attraverso prescrizioni e valori limite relativi ad emissioni generate da determinate attività, impianti e combustibili, riformulando il precedente regime autorizzatorio (dall'ambito di applicazione rimangono esclusi gli impianti di incenerimento e coincenerimento dei rifiuti e quelli sottoposti ad autorizzazione integrata ambientale - AIA, disciplinati da specifica normativa);
- Direttiva 2010/75/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 24/11/2010 relativa alle emissioni industriali (prevenzione e riduzione dell'inquinamento) che riunisce in un solo provvedimento varie direttive in materia, al fine di ridurre le emissioni delle suddette attività nelle diverse matrici ambientali, tra cui l'aria, allargando il sistema *lppc* a nuove tipologie di impianti, dando disposizioni di controllo maggiormente stringenti e maggiore importanza alle **BAT (Best Available Techniques)**;

Riguardo alla Direttiva 2010/75/CE, recepita attraverso il D.Lgs. 46/14 che ha modificato il Dlgs 152/2006 con particolare riferimento all'A.I.A. e limiti di emissione è opportuno richiamare alcuni passaggi fondamentali⁸

⁷ Il PAIR2020 ha accolto le indicazioni emerse dal percorso di VAS, facendole proprie nei documenti di Piano, anche attraverso l'inserimento o l'approfondimento di paragrafi inerenti diverse tematiche. In particolare possono essere di interesse per il caso in esame: le modalità di concertazione a livello statale, interregionale e locale, attraverso specifici tavoli di confronto esistenti o da costituire, includendo le associazioni di categoria, finalizzati al monitoraggio dell'attuazione delle misure previste, nonché della loro efficacia e praticabilità anche ai fini di un ri-orientamento del Piano stesso;

- le risorse e strumenti messi in campo per la realizzazione di campagne informative ed educative, ai fini della comunicazione delle tematiche proprie del PAIR e della diffusione di una maggior consapevolezza degli impatti delle azioni quotidiane sulla qualità dell'aria e sulla salute dei cittadini;

⁸ L'art 5 del T.U- definizioni- , al comma i-ter) definisce:

- *i-ter) **migliori tecniche disponibili (best available techniques- BAT):** la più efficiente e avanzata fase di sviluppo di attività e relativi metodi di esercizio indicanti l'idoneità pratica di determinate tecniche a costituire, in linea di massima, la base dei valori limite di emissione e delle altre condizioni di autorizzazione intesi ad evitare oppure, ove ciò si riveli impossibile, a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso. Nel determinare le migliori tecniche disponibili, occorre tenere conto in particolare degli elementi di cui all'allegato XI. Si intende per:*
 - 1) *tecniche:* sia le tecniche impiegate sia le modalità di progettazione, costruzione, manutenzione, esercizio e chiusura dell'impianto;
 - 2) *disponibili:* le tecniche sviluppate su una scala che ne consenta l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente idonee nell'ambito del relativo comparto industriale, prendendo in

Le principali novità sono relative alla introduzione delle **“Conclusioni sulle BAT”** ed ai livelli di emissione associati alle migliori tecniche disponibili o 'BAT-AEL'. Per quanto riguarda le BAT, l'Art. 29-bis – *Individuazione e utilizzo delle migliori tecniche disponibili* al c.1 fa riferimento alle more dell'emanazione delle sopracitate conclusioni⁹

All'ALLEGATO XI oltre ai punti confermati, è inserito il punto12: *“Indicazioni dei documenti di riferimento sulle BAT (BREF) già pubblicati, informazioni diffuse ai sensi dell'articolo 29-terdecies, comma 4, nonché altre informazioni pubblicate dalla Commissione europea ai sensi dell'articolo 16 , paragrafo 2, della direttiva 96/61/CE, o da organizzazioni internazionali pubbliche.”*

Come si vede non si fa più riferimento alle MTD definite da disposizioni nazionali (DM 31-1-2005 e successivi) ma a documenti pubblicati dalla Commissione o da organizzazioni internazionali pubbliche.

La ditta Laminam S.p.a., relativamente alle *“Categorie di attività di cui all'articolo 6, comma 13”* rientra al punto **3. Industria dei prodotti minerali** e in particolare al punto 3.5. *Fabbricazione di prodotti ceramici mediante cottura, in particolare tegole, mattoni, mattoni refrattari, piastrelle, gres o porcellane con una capacità di produzione di oltre 75 Mg al giorno.*

Per il settore in esame è disponibile il documento BREF: **Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry August 2007** che non è ancora nella forma che include le BAT-C e per cui il processo di revisione deve iniziare.

Per le attività di riferimento per il comparto ceramico si possono prendere a riferimento anche i seguenti documenti:

- *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Common Waste Water and Waste Gas Treatment/Management Systems in the Chemical Sector (2016)*
- *DECISIONE DI ESECUZIONE (UE) 2016/902 DELLA COMMISSIONE del 30 maggio 2016 che stabilisce le conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BAT), a norma della direttiva 2010/75/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, sui sistemi comuni di trattamento/gestione delle acque reflue e dei gas di scarico nell'industria chimica*
- *JRC Reference Report on Monitoring of Emissions to Air and Water from IED Installations 2018*

Inoltre, sull'evoluzione delle BAT, si possono citare gli aggiornamenti sulle prestazioni ambientali che provengono dalle attività delle associazioni di settore. Va infatti ricordata l'attività svolta dall'Associazione

considerazione i costi e i vantaggi, indipendentemente dal fatto che siano o meno applicate o prodotte in ambito nazionale, purché il gestore possa utilizzarle a condizioni ragionevoli;

3) *migliori*: *le tecniche più efficaci per ottenere un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso;*

- *l-ter.1) 'documento di riferimento sulle BAT' o 'BREF': documento pubblicato dalla Commissione europea ai sensi dell'articolo 13 , paragrafo 6, della direttiva 2010/75/UE;*
- *l-ter.2) 'conclusioni sulle BAT': un documento adottato secondo quanto specificato all'articolo 13, paragrafo 5, della direttiva 2010/75/UE, e pubblicato in italiano nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea, contenente le parti di un BREF riguardanti le conclusioni sulle migliori tecniche disponibili, la loro descrizione, le informazioni per valutarne l'applicabilità, i livelli di emissione associati alle migliori tecniche disponibili, il monitoraggio associato, i livelli di consumo associati e, se del caso, le pertinenti misure di bonifica del sito;*
- *l-ter.4) 'livelli di emissione associati alle migliori tecniche disponibili o 'BAT-AEL': intervalli di livelli di emissione ottenuti in **condizioni di esercizio normali** utilizzando una migliore tecnica disponibile o una combinazione di migliori tecniche disponibili come indicato nelle conclusioni sulle BAT, espressi come media in un determinato arco di tempo e nell'ambito di condizioni di riferimento specifiche;”*

⁹ *“L'autorizzazione integrata ambientale è rilasciata tenendo conto di quanto indicato all'Allegato XI alla Parte Seconda e le relative condizioni sono definite avendo a riferimento le Conclusioni sulle BAT, salvo quanto previsto all'articolo 29-sexies, comma 9-bis, e all'articolo 29-octies. Nelle more della emanazione delle conclusioni sulle BAT l'autorità competente utilizza quale riferimento per stabilire le condizioni dell'autorizzazione le pertinenti conclusioni sulle migliori tecniche disponibili, tratte dai documenti pubblicati dalla Commissione europea in attuazione dell'articolo 16, paragrafo 2, della direttiva 96/61/CE o dell' articolo 16 , paragrafo 2, della direttiva 2008/01/CE.”*

Industriali dell'Emilia Romagna in collaborazione con Arpae, Ausl, Centro Ceramico, Ceramicolor e Acimac - *Aggiornamento tecnico sul comparto ceramico*¹⁰ - attraverso la quale sono stati prodotti fascicoli tecnici che rendono un quadro condiviso di informazioni aggiornate sulle evoluzioni del settore e dei suoi effetti ambientali. Nei fascicoli sono documentate le prestazioni ambientali e di conformità normativa del comparto, i livelli di qualità dell'aria nel distretto ceramico confrontati con quelli di Modena e Reggio Emilia. Sono infine trattate il tema delle emissioni di sostanze organiche, dei possibili effetti odorigeni e delle iniziative di contenimento adottate. I risultati sono stati presentati in un seminario formativo tenutosi il 22 giugno 2018, e sono sintetizzati in un dossier pubblicato dalla rivista *Ecoscienza*¹¹.

Per quanto riguarda la definizione dei valori limite, l'Art. 29-sexies - *Autorizzazione integrata ambientale Valori Limite*, al c.4-bis, del dlgs 152 recita:

- *“L'autorità competente fissa valori limite di emissione che garantiscono che, in condizioni di esercizio normali, le emissioni non superino i livelli di emissione associati alle migliori tecniche disponibili (BAT-AEL) di cui all'articolo 5, comma 1, lettera lter.4), attraverso una delle due opzioni seguenti:*
 1. *a) fissando valori limite di emissione, in condizioni di esercizio normali, che non superano i BAT-AEL, adottino le stesse condizioni di riferimento dei BAT-AEL e tempi di riferimento non maggiori di quelli dei BAT-AEL;*
 2. *b) fissando valori limite di emissione diversi da quelli di cui alla lettera a) in termini di valori, tempi di riferimento e condizioni, a patto che l'autorità competente stessa valuti almeno annualmente i risultati del controllo delle emissioni al fine di verificare che le emissioni, in condizioni di esercizio normali, non superino i livelli di emissione associati alle migliori tecniche disponibili*

Inoltre ai commi seguenti si legge:

- *“5. L'autorità competente rilascia l'autorizzazione integrata ambientale osservando quanto specificato nell'articolo 29-bis, commi 1, 2 e 3. In mancanza delle conclusioni sulle BAT l'autorità competente rilascia comunque l'autorizzazione integrata ambientale secondo quanto indicato al comma 5-ter, tenendo conto di quanto previsto nell'Allegato XI alla Parte Seconda.”*
- *“6. L'autorizzazione integrata ambientale contiene gli opportuni requisiti di controllo delle emissioni, che specificano, in conformità a quanto disposto dalla vigente normativa in materia ambientale e basandosi sulle conclusioni sulle BAT applicabili, la metodologia e la frequenza di misurazione, le condizioni per valutare la conformità, la relativa procedura di valutazione, nonché l'obbligo di comunicare all'autorità competente periodicamente, ed almeno una volta all'anno, i dati necessari per verificarne la conformità alle condizioni di autorizzazione ambientale integrata nonché, quando si applica il comma 4-bis, lettera b), una sintesi di detti risultati espressi in un formato che consenta un confronto con i livelli di emissione associati alle migliori tecniche disponibili, rendendo disponibili, a tal fine, anche i risultati del controllo delle emissioni per gli stessi periodi e alle stesse condizioni di riferimento dei livelli di emissione associati alle migliori tecniche disponibili. L'autorizzazione contiene altresì l'obbligo di comunicare all'autorità competente e ai comuni interessati, nonché all'ente responsabile degli accertamenti di cui all'articolo 29-decies, comma 3, i dati relativi ai controlli delle emissioni richiesti dall'autorizzazione integrata ambientale.*

Laminan è attualmente autorizzata con Determinazione Dirigenziale ARPAE n. DET-AMB-2017-4239 del 04/08/2017¹². La relazione tecnica allegata al provvedimento riporta i limiti emissivi (al punto D.3.7) e il piano di monitoraggio e controllo ai sensi della normativa vigente. I camini oggetto di approfondimento del CTS (si veda par.3.11) sono quelli più significativi e cioè: Camino “E03” – atomizzatore, Camino “E12” – linea applicazioni, Camino “E13a” – linea cottura, Camino “E36” “E37” – linee incollaggio.

Le sostanze per le quali sono stabiliti limiti emissivi (BAT-AEL) sono le seguenti: materiale particellare (PM), Silice cristallina, NOx, CO, F, Pb, COV, aldeidi, isocianati, ftalati. Come già notato in precedenza, le sostanze

¹⁰ <http://www.confindustriaceramica.it/site/home/articolo8884.html>

¹¹ https://www.arpae.it/dettaglio_notizia.asp?id=9639&idlivello=1171ra innovazione, sostenibilità e nuove sfide

¹² A.I.A. - D.Lgs. n. 152/06 e smi, parte II, Titolo III Bis -L.R. 21/04 e smi - Autorizzazione Integrata Ambientale Determinazione Dirigenziale n. DET-AMB-2016-3468 del23/09/2016 Società Laminam S.p.A. Aggiornamento dell'autorizzazione a seguito di modifica non sostanziale

per le quali sono definiti limiti relativi alla QA (Dlgs.155 e s.m.i.) sono quelle ubiquitarie, ovvero polveri, NOx, CO e Pb. Per le altre, per effettuare valutazioni sui potenziali effetti sulla salute relativi alle loro immissioni nell'ambiente, occorre ricorrere a valori di riferimento (REL) di banche dati e/o ad approcci precauzionali basati su analisi del rischio e sui DNEL, come riportato nella relazione (Allegato 7 alla Relazione conclusiva CTS).

È opportuno richiamare in questa sede che il riferimento normativo nazionale che considera il rapporto tra installazioni industriali e potenziali effetti sanitari è costituito dal Testo Unico (Dlgs.152 e s.m.i.) per quanto riguarda la valutazione ambientale di progetti che ricadono nell'applicazione della disciplina di VIA - Titolo I "Principi generali per le procedure di VIA, di VAS e per la valutazione d'incidenza e l'autorizzazione integrata ambientale"¹³

A tale proposito, l'art. 9 della legge 221/2015 incarica l'Istituto Superiore di Sanità di redigere le linee guida per la Valutazione di Impatto Sanitario (VIS) relativa ai grandi impianti di combustione e comunque a tutti gli impianti di cui al punto 1) e 2) dell'Allegato II del DL.vo 152/2006. È di recente pubblicazione il rapporto che illustra le linee guida predisposte in conformità alla citata legge¹⁴. Va comunque ricordato che l'attività Laminam non ricade nei punti 1 e 2 di tale Allegato, essendo ricompresa nell'Allegato IV del Dlgs.152 e s.m.i.¹⁵

A livello locale, sono poi presenti numerosi provvedimenti e norme di settore riguardanti la regolamentazione di emissioni di taluni inquinanti per specifiche fonti emmissive. La Regione Emilia Romagna ha emanato diversi provvedimenti legati alle autorizzazioni alle emissioni in atmosfera ai sensi del D.Lgs. 152/2006:

- D.G.R. n° 2236 del 28/12/2009 e successive modifiche ed integrazioni (D.G.R. n° 1769 del 22/11/2010, D.G.R. n° 335 del 14/3/2011, D.G.R. n° 1496 del 24/10/2011, D.G.R. n° 1681 del 21/11/2011);

¹³ A seguito del recepimento della nuova direttiva sul VIA all'Art.4, l comma 1, la lettera b) del Dlgs 152 recita:

«b) la valutazione ambientale dei progetti ha la finalità di proteggere la salute umana, contribuire con un miglior ambiente alla qualità della vita, provvedere al mantenimento delle specie e conservare la capacità di riproduzione degli ecosistemi in quanto risorse essenziali per la vita. A questo scopo essa individua, descrive e valuta, in modo appropriato, per ciascun caso particolare e secondo le disposizioni del presente decreto, gli impatti ambientali di un progetto come definiti all'articolo 5, comma 1, lettera c).c) impatti ambientali: effetti significativi, diretti e indiretti, di un piano, di un programma o di un progetto, sui seguenti fattori:

- *popolazione e salute umana;*
- *biodiversità, con particolare attenzione alle specie e agli habitat protetti in virtù della direttiva 92/43/CEE e della direttiva 2009/147/CE;*
- *territorio, suolo, acqua, aria e clima;*
- *beni materiali, patrimonio culturale, paesaggio;*
- *interazione tra i fattori sopra elencati.*

¹⁴ **Linee guida per la Valutazione di Impatto Sanitario (VIS) (Legge 221/2015, art. 9).** Loredana Musmeci, Maria Eleonora Soggiu 2017, iii, 30 p.

L'art. 9 della legge 221/2015 incarica l'Istituto Superiore di Sanità di redigere le linee guida per la Valutazione di Impatto Sanitario (VIS) relativa ai grandi impianti di combustione e comunque a tutti gli impianti di cui al punto 1) e 2) dell'Allegato II del DL.vo 152/2006. Questo rapporto illustra le linee guida predisposte in conformità alla citata legge. Nei contenuti le linee guida fanno riferimento all'ampia letteratura nazionale e internazionale relativa alla VIS e alle linee guida per proponenti e valutatori.

Parole chiave: Linee guida; Impatto sanitario; Impatto ambientale; Impianti industriali; Rischi sanitari

¹⁵ **ALLEGATO IV - Progetti sottoposti alla Verifica di assoggettabilità di competenza delle regioni e delle province autonome di Trento e Bolzano** m) *fabbricazione di prodotti ceramici mediante cottura, in particolare tegole, mattoni, mattoni refrattari, piastrelle, gres o porcellane, con capacità di produzione di oltre 75 tonnellate al giorno e/o con capacità di forno superiore a 4 metri cubi e con densità di colata per forno superiore a 300 kg al metro cubo;*

- D.G.R. n° 1497 e n° 1498 del 24/10/2011.

Va ricordato che è recentemente intervenuta una modifica del Dlgs 152/2006 che, in base al nuovo articolo 272-bis, abilita ora le amministrazioni a includere nelle autorizzazioni:

- valori limite di emissione per le sostanze odorigene (mg/Nm³)
- criteri e procedure volti a definire portate massime o concentrazioni massime di emissione odorigena (ouE/m³ o ouE/s)
- specifiche portate massime o concentrazioni massime di emissione odorigena (ouE/m³ o ouE/s).

La previsione è molto recente e non esistono ancora norme regionali/nazionali/europee/Bref che indichino quali valori di emissione odorigena possono essere ragionevolmente associati al processo ceramico e, a oggi, non si dispone di un insieme di conoscenze sufficiente per indicare un valore emissivo medio caratteristico che possa essere assunto, in modo non contestabile, come valore limite al quale riferirsi¹⁶.

Al fine della semplificazione amministrativa e dell'omogeneizzazione in termini di valutazioni degli impatti, sono state pertanto predisposte da ARPAE le "*Linee guida per i processi autorizzativi per progetti con potenziali effetti odorigeni*" in modo condiviso con tutti i soggetti portatori di interesse da applicare in attesa di una normativa regionale e/o nazionale. Queste modalità rappresentano un'importante assunzione di responsabilità da parte del settore e anticipano adempimenti, legati alla recente modifica normativa in materia di odori, che saranno poi estesi a tutte le autorizzazioni ambientali. Le linee guida saranno applicate transitoriamente fino al 2019, poi si verificherà la loro efficacia.

Infine, relativamente alla qualità dell'aria ma dal punto di vista degli effetti globali (gas climalteranti) si può ricordare il D.Lgs. n° 30 del 13/3/2013 che attua quanto previsto dalla Direttiva 2009/29/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio 23/4/2009, modificante la precedente Direttiva 2003/87/Ce per il perfezionamento ed estensione del sistema comunitario per lo scambio di quote di emissione di gas a effetto serra (*Emission Trading*) nell'ambito dell'applicazione del Protocollo di Kyoto per la riduzione dei gas ad effetto serra.

Trattandosi di valutazione su scala globale, l'argomento sui gas serra non è oggetto di approfondimento da parte del CTS.

¹⁶ ECOSCIENZA Numero 2 • Anno 2018 ODORI, IN ARRIVO LINEE GUIDA PER LE AUTORIZZAZIONI- ARPAE

Allegato 2

A cura di: Maurizio Impallomeni, Rosanna Giordano, Luca Grilli, Elisa Mariani
- Dipartimento di Sanità Pubblica Ausl Parma

DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA - RELAZIONE DEGLI INTERVENTI EFFETTUATI PRESSO L'ISTITUTO COMPRENSIVO P.V. MANARA DI BORGO VAL DI TARO

Seconda relazione

PREMESSA

Nella prima relazione, riguardante l'oggetto inviata al Direttore del Distretto Valli Taro-Ceno in data 8/05/2018 con prot.31122, sono state illustrate nel dettaglio le motivazioni, gli obiettivi e calendario che hanno portato ad effettuare l'intervento presso il complesso scolastico P.V. Manara da parte di operatori di Sanità Pubblica. Si ritiene utile richiamare gli obiettivi specifici:

1. Registrare gli eventi che dovessero presentarsi nel perimetro scolastico e l'eventuale rilievo di fenomeni olfattivi.
2. Facilitare e accelerare la valutazione pediatrica e specialistica con il consenso del genitore.
3. Effettuare campionamenti di aria ambiente in accordo con ARPAE, in particolare in presenza di eventi odorigeni e/o sanitari.

Nella prima relazione è stata illustrata inoltre la metodica utilizzata per i campionamenti di aria ambiente.

Di seguito si riportano i risultati e le osservazioni in relazione agli obiettivi sopracitati.

1. FENOMENI OSSERVATI DURANTE L'INTERVENTO PRESSO LA SCUOLA

- a- I casi di bambini e/o personale della scuola che hanno manifestato disagi associati, dagli stessi, direttamente o indirettamente a percezioni olfattive, durante il periodo del presidio degli operatori del DSP, sono stati illustrati nel dettaglio nella prima relazione.

Negli otto giorni di presenza del DSP (11, 16, 17, 18, 19, 20, 24 e 26 Aprile) si sono manifestati 5 eventi riguardanti:

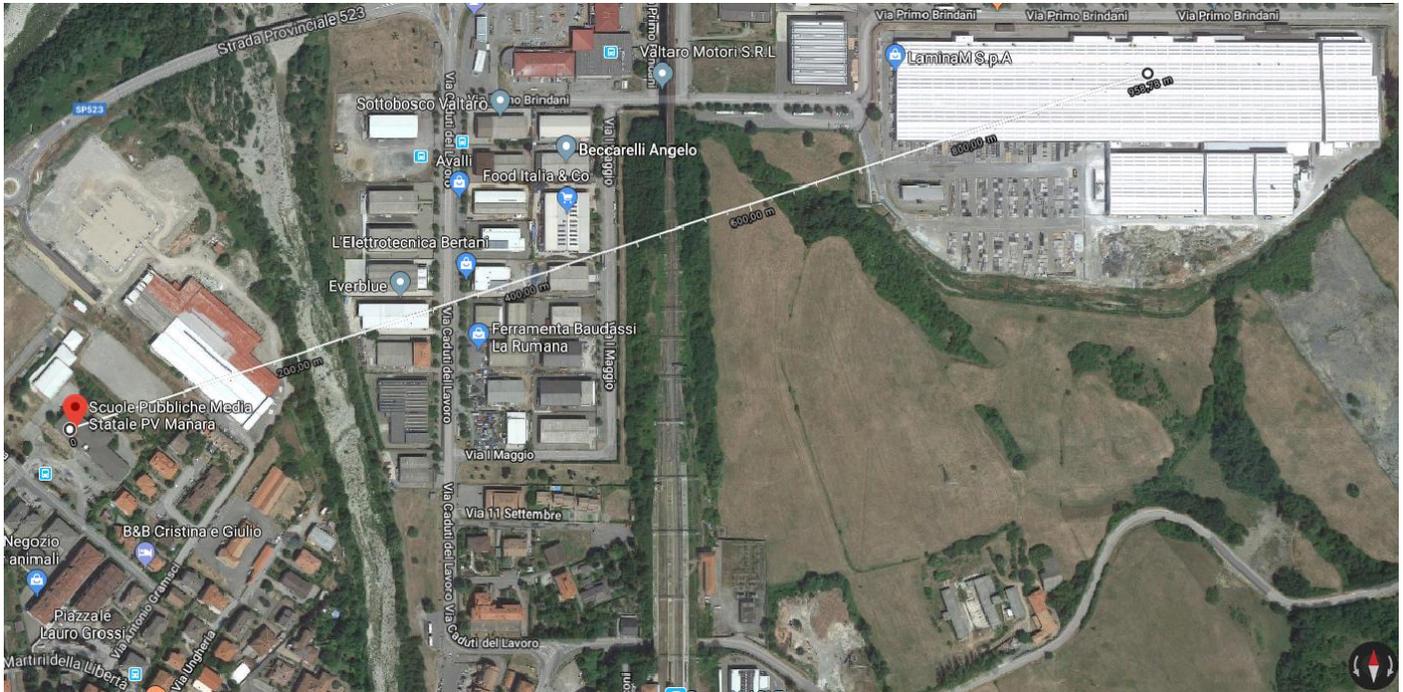
- 4 bambini sul totale di alunni, normalmente presenti, di n. 285
- 1 dipendente su un totale di n. 11 personale ATA e n.25 docenti, presenti la mattina.

Dai resoconti delle uscite degli alunni dalla scuola per problemi di salute, resi disponibili in modo anonimo dal Dirigente scolastico, risulta che nello stesso mese di aprile sono state 42 nel 2016, 53 nel 2017 e 56 nel 2018. La proporzione di bambini che, nei giorni di presenza del DSP presso l'Istituto Manara, si sono allontanati dalla scuola per motivi legati alla problematica odorigena, rispetto al totale di bambini che negli stessi giorni sono stati ritirati dai genitori per motivi di salute, è di 3/20.

L'unico caso che ha riguardato un dipendente si riferisce ad un operatore che peraltro risiede nei pressi della scuola e che rientra tra i dieci soggetti definiti come i "maggiori segnalanti". Questa persona ha espresso l'indisponibilità ad aderire al percorso diagnostico di secondo livello messo a disposizione dall'AUSL, ritenendolo inutile.

- b- Gli eventi hanno riguardato i bambini presenti in sole due aule, una della scuola elementare del piano terreno (3 casi) e l'altra della scuola media al primo piano (1 caso); entrambe le aule sono poste sulla facciata sud-ovest della scuola. Il caso riguardante la scuola media in realtà ha riferito un disturbo olfattivo avvertito all'uscita dalla palestra alcune ore prima. Nel periodo del

presidio del DSP nessun'altro soggetto, all'interno del complesso scolastico, ha denunciato percezione olfattive e/o disturbi correlati né gli operatori del DSP hanno avvertito fenomeni di questo tipo.

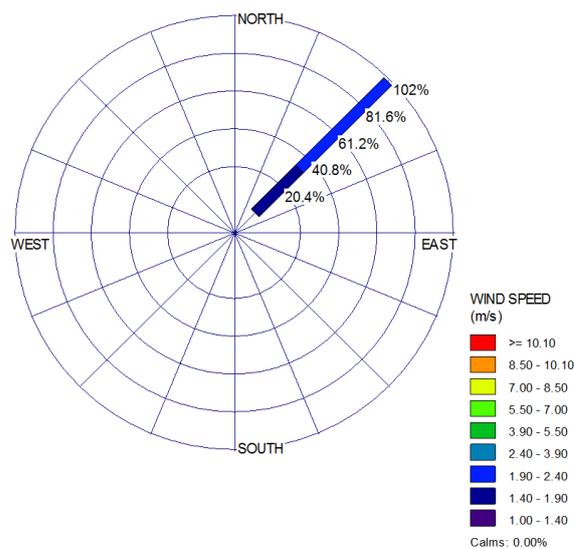
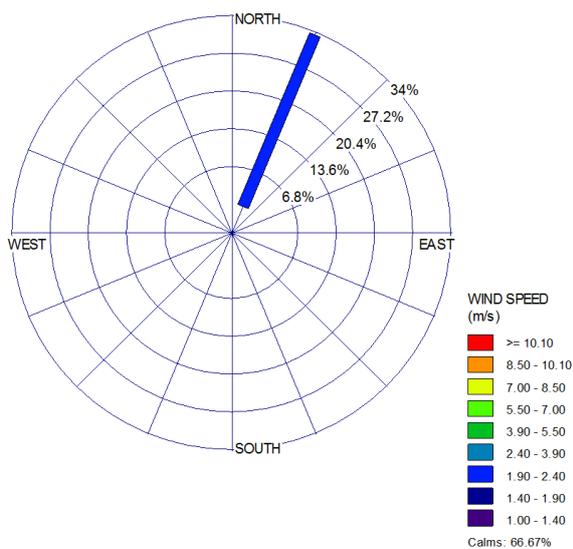


c- CONDIZIONI METEO CLIMATICHE DEL PERIODO

In assenza di una centralina meteorologica di riferimento con risoluzione temporale adeguata, i dati utilizzati provengono dal modello LAMA sviluppato da Arpae Emilia-Romagna. (https://www.arpae.it/dettaglio_documento.asp?id=1370&idlivello=64). L'elaborazione potrebbe essere perfezionata utilizzando i dati meteorologici provenienti dallo stabilimento, una volta resi disponibili e verificati. Ci si è concentrati sugli orari di intervento, ovvero l'ora di campionamento e le due ore immediatamente precedenti.

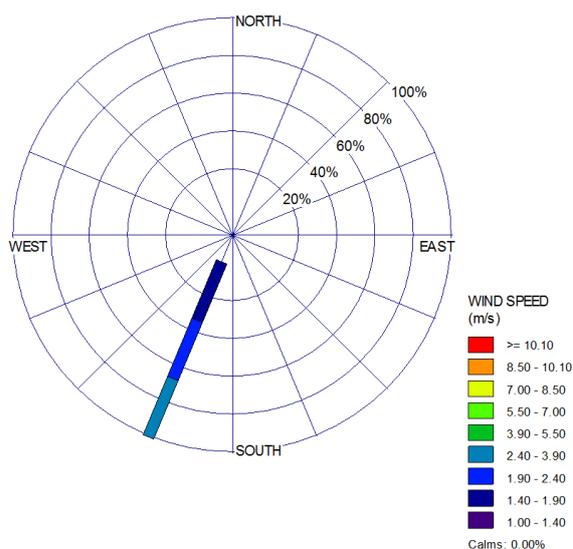
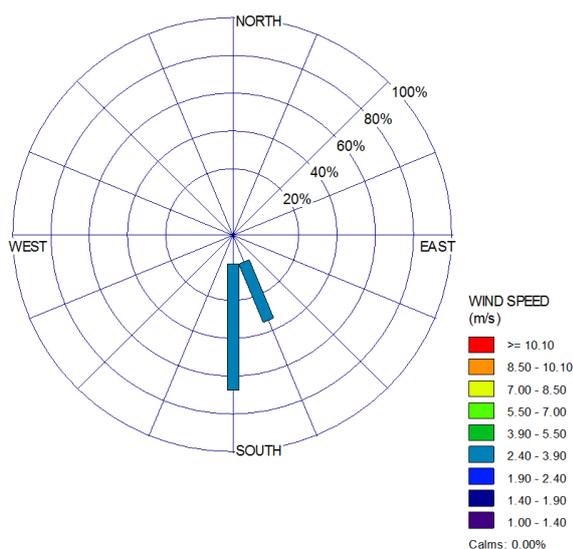
Nella giornata del 17/04 si è osservata una sostanziale calma di vento fino alle ore 6, con provenienza da Nord-Nord Ovest (310°). Nelle ore successive la provenienza si è spostata a Nord (15/25°), sempre con velocità molto basse (< 2 m/s). Durante la mattinata il vento gradualmente cambia ancora di direzione per arrivare da Nord-Est (53°) alle ore 14 (46°/50° alle ore 12 e 13). Intorno alle 12 la velocità vento risulta leggermente più alta, ma sempre in condizioni di brezza, fino a raggiungere 3.6 m/s.

Nelle giornate del 18/4 e 20/4 la situazione osservata nelle ore di intervento si è mantenuta fondamentalmente simile a quella della tarda mattinata del giorno 17, con provenienza del vento prevalentemente da NE e velocità sempre pari alla brezza leggera/brezza (valore di velocità vento massimo 4.5 m/s il giorno 18 alle ore 12).



provenienza del vento nella giornata del 17/4 (prima mattina e tarda mattinata)

Nella giornata del 24/4 la provenienza del vento appare essere prevalentemente quella da Sud, lungo l'asse del torrente Tarodine, sempre in condizioni di brezza leggera (2.7 m/s); nella giornata del 26/4 la provenienza risulta essere quasi esclusivamente da SSW (195°/199°) ovvero più o meno dove il Taro esegue l'ansa attraversando il paese. Anche in questo caso la velocità si è mantenuta sotto i 3.6 m/s durante le ore di analisi e ha raggiunto un massimo di 3.6 m/s a mezzogiorno.

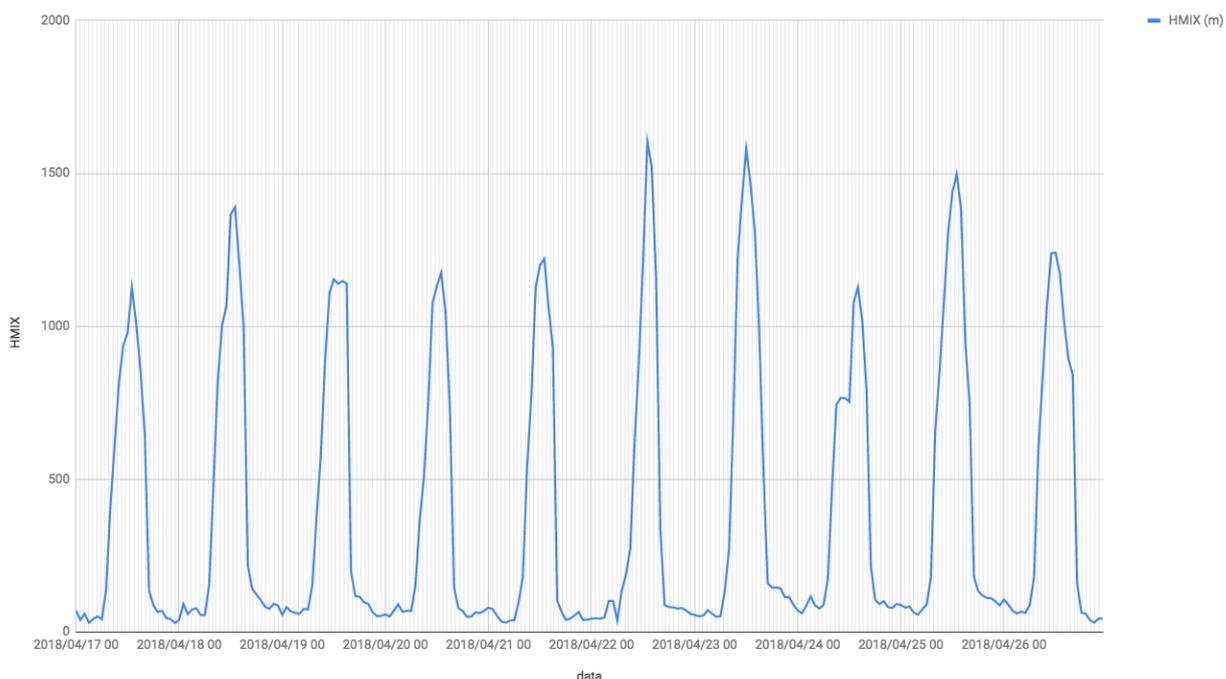


provenienza del vento nelle giornate del 24 e 26/4

Il modello ci fornisce anche la grandezza denominata "Altezza dello strato di rimescolamento" che indica la capacità di dispersione degli inquinanti da parte dell'atmosfera (a valori bassi gli

inquinanti tendono a rimanere schiacciati al suolo mentre, con valori alti, tendono a disperdersi meglio): la tendenza nel periodo osservato è stata quella di valori bassi nelle ore serali-notturne, salvo poi alzarsi già nelle prime ore del mattino. In particolare, durante le ore di campionamento, i valori sono stati sempre abbastanza alti (>700m).

Altezza strato di rimescolamento



Possiamo quindi dire che nel periodo dell'intervento il tempo ha permesso una buona dispersione degli inquinanti nonostante la ventosità molto leggera. La direzione vento, influenzata dagli assi dei due torrenti, nelle giornate 17, 18 e 20 risulta approssimativamente compatibile con la posizione dello stabilimento Laminam rispetto alla scuola. Non così nei giorni 24 e 26, in cui il vento sembra provenire prevalentemente da Sud.

2. VALUTAZIONE SPECIALISTICA

Sono stati avviati a valutazione specialistica di secondo livello, previo contatto con il PLS e con il consenso del genitore, tutti e quattro i bambini di cui sopra. Di questi hanno deciso l'accesso tre bambini:

- uno ha effettuato sia la visita dermatologica che quella allergologica
- uno ha effettuato solo la visita dermatologica
- uno ha effettuato solo la visita allergologica

Il dipendente della scuola che ha segnalato i disturbi sopra descritti, ha dichiarato disinteresse ad aderire al percorso specialistico. Lo scarso numero di visite non consente accurate valutazioni epidemiologiche. Entrambe le visite dermatologiche non evidenziano segni di dermatite irritativa o allergica, riconducendo i casi a disturbi da "cute sensibile" contraddistinti da fenomeni di dermografismo rosso, bruciore, tensione, secchezza, prurito e talora anche dolore, che possono essere causati da diversi stimoli: fisici (vento, radiazioni ultraviolette, freddo o caldo eccessivi), chimici (detergenti e cosmetici), psicologici (stress) e fisiologici (attività fisica).

Un bambino sottoposto a visita dermatologica si è presentato anche a visita allergologica che ha evidenziato anamnesi positiva per patologie allergiche e un test lievemente positivo per dermatophagoides F+ e dermatophagoides PT+. La visita allergologica effettuata per l'altro bambino non ha evidenziato positività ai test cutanei, inclusi i pollini.

3. CAMPIONAMENTI ARIA AMBIENTE

a- RELAZIONE FRA INQUINAMENTO INDOOR-OUTDOOR

Le molecole ricercate appartengono alla classe dei composti organici volatili con numerosi composti chimici quali idrocarburi alifatici, aromatici e clorurati, aldeidi, terpeni, alcoli, esteri e chetoni.

In linea generale questi composti già a temperatura ambiente hanno una certa tendenza ad evaporare o una certa volatilità in determinate condizioni di utilizzo.

Le sorgenti di questi composti sono varie e nell'aria degli ambienti interni (indoor) tendono ad accumularsi in quanto provenienti dalla respirazione e traspirazione cutanea delle persone, dai cosmetici o deodoranti, dai dispositivi di riscaldamento, dai materiali usati per la pulizia dei locali o da colle, vernici, adesivi e simili, dagli abiti trattati di recente in lavanderia, dal fumo di sigaretta, da stampanti e fotocopiatrici. Una fonte particolarmente importante sono i materiali da costruzione e gli arredi come mobili, rivestimenti. La formaldeide in particolare può essere rilasciata da molti materiali anche per diversi anni.

Segue una tabella di sintesi dei SOV più comuni (fonte: SOV, Min Salute 2015, www.salute.gov.it)

Classi di composti	Principali sostanze	Principale fonte indoor
<i>Idrocarburi alifatici</i>	<i>Propano</i> <i>Butano</i> <i>Esano</i> <i>Limonene</i>	<i>Combustibili, detersivi, propellenti ad aerosol, refrigeranti, basi di profumi, aromatizzanti</i>
<i>Idrocarburi alogenati</i>	<i>Cloroformio</i> <i>Cloruro di metilene</i> <i>Pentaclorofenolo</i>	<i>Propellenti ad aerosol, pesticidi, refrigeranti, sgrassatori</i>
<i>Idrocarburi aromatici</i>	<i>Benzene</i> <i>Toluene</i> <i>Xilene</i>	<i>Vernici, pitture, colle, smalti, lacche, detersivi</i>
<i>Alcoli</i>	<i>Alcooletilico</i> <i>Alcool metilico</i>	<i>Detersivi per finestre, vernici, diluenti, adesivi, cosmetici</i>
<i>Aldeidi</i>	<i>Formaldeide</i> <i>Acetaldeide</i>	<i>Fungicidi, isolanti, germicidi, resine, disinfettanti, arredi a base di truciolato</i>

I SOV sono presenti anche nell'aria ambiente esterna in quanto provenienti da attività, materiali o prodotti che sono utilizzati dall'uomo (esempio il benzene è componente delle benzine) ed in alcuni casi rilasciati da emissioni di determinati cicli produttivi che utilizzano vernici, solventi, colle ecc.

Molti studi hanno mostrato che i livelli di alcuni SOV sono da due a cinque volte superiori in ambiente indoor e molto superiori in occasione di certe attività svolte in ambiente interno, come l'uso di colori o vernici (www.EPA.gov indoor air quality).

Rapporto indoor/outdoor (i/o)

- Il rapporto tra concentrazione interna ed esterna di sostanze aerodisperse (i/o) è un parametro utilizzato per descrivere l'apporto di inquinanti indoor rispetto all'ambiente esterno posto nelle immediate vicinanze. È stato maggiormente studiato per quanto riguarda le polveri fini (PM10, PM2,5, PM1) per le quali si ottengono generalmente valori intorno o leggermente superiori ad 1, dipendenti dalla qualità dell'aria esterna e dal tipo di ventilazione dell'edificio (*Frontiers in environmental science – january 2015 vol. 2 – Outdoor-indoor air pollution in urban environmental: challenges and opportunity*).
- Per quanto riguarda i SOV, considerando le fonti di provenienza, ci si attende che per la maggior parte di essi il rapporto i/o sia superiore all'unità, e in molti casi nettamente superiore, essendo sostanze caratteristiche della qualità dell'aria in ambiente interno.
Un'indagine svolta in ambienti indoor dove si svolgono diversi tipi di attività (*Indoor air 2008-18: 250-256 - Monitoring of volatile organic compounds in non-residential indoor environments*), con campionamento settimanale indirizzato alla ricerca di specifiche sostanze quali il BTEX, terpeni, butil-acetato, cicloesano e solventi clorurati, ha messo in evidenza rapporti i/o molto elevati quali per esempio quello del limonene in locali per parrucchieri, dei BTEX nelle copisterie e nelle farmacie, del butil-acetato nelle copisterie, del cicloesano nei locali per parrucchieri, farmacie e copisterie. Per il benzene sono state misurate concentrazioni medie settimanali fino a $14,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (farmacia), per il butil-acetato concentrazioni fino a $183,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (copisteria), per il cicloesano concentrazioni intorno ai $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (copisteria e farmacia). Inoltre concentrazioni totali di SOV di $769,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sono state misurate in bar, di $377,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in librerie, di $77,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in uffici, di $186 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in palestre, $1113,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in edicole e di $246,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nei supermarket.
- Un'interessante rassegna delle problematiche legate all'esposizione a prodotti per la pulizia e deodoranti per ambiente è contenuta in *Atmospheric Environment 38 (2004) 2841-2865- Cleaning products and air fresheners: exposure to primary and secondary air pollutants*, nella quale si individuano, per i prodotti consumati in California, diversi raggruppamenti di sostanze tra cui glicoli, idrocarburi alifatici e aromatici, aldeidi, chetoni e organici clorurati. Questo lavoro mette in evidenza anche i meccanismi di produzione secondaria di sostanze in seguito alla reazione dei composti primari con ozono, radicali idrossilici e nitrati; tipico il caso della formaldeide, dei terpeni e dei chetoni.
- L'importanza dell'attività che viene svolta negli ambienti interni è testimoniata in alcuni studi che hanno indagato l'ambiente scolastico. Un'indagine italiana (*Int. J. Environ. Res. Public Health 2013, 10, 6273-6291 – Indoor and outdoor monitoring of volatile organic compounds in school buildings: indicators based on health risk assessment to single out critical issues*) che aveva lo scopo di caratterizzare la qualità dell'aria in otto scuole primarie, in presenza di ventilazione naturale, ha effettuato il campionamento con l'utilizzo di "radielli" ed è avvenuto nell'arco di una settimana scolastica, differenziato per presenza o assenza degli scolari. Esso rileva una grande variabilità nel tipo e nelle concentrazioni di sostanze e mette in evidenza, anche in questo caso, la presenza indoor di BTEX, idrocarburi alifatici, terpeni, N- butil-acetato e organo clorurati. Per il benzene l'intervallo di valori indoor misurati, come media settimanale, nelle 8 scuole va da $0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $5,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$, per l'N-butil-acetato l'intervallo di valori misurato va da $0,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Anche i rapporti i/o presentano una grande variabilità tra le diverse scuole e in base all'occupazione dell'aula; in generale i rapporti i/o sono più elevati in presenza di attività scolastica per tutte le sostanze rilevate: per il benzene tale rapporto va da 0,1 a 13,4,

per l'N- butil-acetato va da 0,1 a 14,4, per alcuni terpeni come il limonene e il camphene si raggiungono valori di 64.

- L'importanza del tipo di attività che viene svolta in ambiente indoor, specie quando comporta l'uso di particolari prodotti, è evidenziata da un lavoro scientifico che valuta la qualità dell'aria in un dipartimento universitario dopo che si svolgono attività di pittura e stampa. In questo caso i rapporti i/o sono superiori all'unità per tutte le sostanze individuate, con valori di oltre 30 per il metil-cicloesano e di oltre 80 per toluene, xileni ed etil-benzene.

b- RISULTATI

- In relazione agli obiettivi di monitoraggio sono stati pianificati campionamenti a breve termine, tempo di campionamento di 30 minuti per il bianco ambientale (sia per il campione indoor che per quello outdoor) e pochi minuti per gli episodi di disagio segnalati. A tale scopo si sono eseguiti campionamenti tramite cartucce adsorbenti rispettivamente di carbone attivo per la ricerca dei Composti Organici Volatili e di gel di silice attivato con DNPH per la ricerca delle aldeidi.

I campionamenti di bianco ambientale si sono eseguiti facendo passare il flusso d'aria direttamente sulla fiala adsorbente e per i campionamenti eseguiti durante i momenti di disagio l'aria ambiente è stata inizialmente raccolta all'interno di sacchetti in materiale inerte e successivamente fatta passare attraverso la fiala adsorbente. Tale modalità è stata adottata al fine di poter garantire idonee velocità di attraversamento all'interno delle fiale adsorbenti ed un quantitativo di aria apprezzabile.

Il campione così raccolto è stato poi desorbito con apposito solvente e la soluzione analizzata cromatograficamente.

- Sono stati effettuati 12 campionamenti, 7 in ambiente esterno (outdoor) e 5 in ambiente interno (indoor) descritti in dettaglio nella prima relazione. I campioni analizzati presso laboratorio Arpae di Reggio Emilia sono stati sottoposti alla ricerca di 12 aldeidi e precisamente: formaldeide, acroleina, acetaldeide, propionaldeide, crotonaldeide, butiraldeide, benzaldeide, isovaleraldeide, valeraldeide, tolualdeide, esaldeide, 2,5-dimetilbenzaldeide; 53 sostanze chimiche identificate come SOV più un gruppo di sostanze genericamente definite "altri SOV": Metanolo, Etanolo, Iso-butanolo, 1-butanolo, 2-butanolo, 1-etossi, 2-propanolo, 1-metossi, 2-propanolo, 2-butossi-etanolo, Diacetonalcool, Fenolo, Acetone, MEK (metil-etil-chetone), MIBK (metil-isobutil-chetone), metil-cicloesano, Cicloesanone, Idrossicicloesanone, N-butilacetato, Acetato di etile, Acetato di iso-butile, 1-metossi, 2-propilacetato, MMA, 2-butossietilacetato, Glicole propilenico diacetato, Dimetilsuccinato, 2-metil-1,3-diossolano, N-pentano, Isopentano, N-eptano, n-esano, Decano, 2-metilpentano, 3-metilpentano, Metilciclopentano, Tetraidrofurano, Triclorometano, 1,2-dicloropropano, Bromoclorometano, tetracloroetilene, Tetracloruro di carbonio, 1,2-dicloroetilene, benzene, Toluene, Etilbenzene, Xileni, Stirene, 1,2,4-trimetilbenzene, Solvesso100, Isopropilbenzene, 1,4-diclorobenzene, limonene, terpeni, MTBE, ETBE, Altri SOV.
- Dei 12 campioni 4 hanno rivelato che tutte le sostanze sono al disotto della soglia dei $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ che è il limite di rilevabilità per la metodica utilizzata.
- I campioni effettuati col significato di "bianco ambientale", cioè raccolti alle 7:00 del mattino, sia in ambiente indoor che outdoor, prima dell'inizio dell'accesso alla scuola da parte di dipendenti

ed alunni e in assenza di eventi di disagio o di percezione olfattiva, hanno rivelato la sola presenza di formaldeide con valore appena al di sopra del limite di rilevabilità del metodo, uguale in esterno e in interno. Dei due campioni raccolti alle 13:10 nelle stesse condizioni (dopo l'uscita degli alunni da scuola e in assenza di disagi) solo quello interno rivela la presenza di un SOV tra i 51 ricercati (N-butil-acetato) e di un'aldeide (formaldeide) a concentrazioni di poco superiori al limite di rilevabilità del metodo. Tra gli altri cinque campioni che hanno rivelato la presenza di qualche sostanza quelli raccolti all'interno presentano più positività di quelli raccolti all'esterno, con al massimo 5 sostanze rilevate complessivamente (2 aldeidi e 5 SOV).

Di seguito la tabella riassuntiva.

DATA	LUOGO	METODICA DI CAMPIONAMENTO	n_butilacetato (µg/mc)	2_metil_1,3_diossolano (µg/mc)	Benzene (µg/mc)	MIBK (µg/mc)	Metil cicloesano (µg/mc)	FORMALDEIDE (µg/mc)	ACROLEINA (µg/mc)
17/04/18	ESTERNO - 4U BIANCO ore 7:00	A flusso costante (circa 30 minuti)	<10	<10	<10	<10	<10	11	<10
	INTERNO - 4U BIANCO ore 7:00	A flusso costante (circa 30 minuti)	<10	<10	<10	<10	<10	11	<10
	ESTERNO - 4U POST ore 13:10	A flusso costante (circa 30 minuti)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	INTERNO - 4U POST ore 13:10	A flusso costante (circa 30 minuti)	20	<10	<10	<10	<10	17	<10
18/04/18	ESTERNO - 4U ore 10:15	A flusso costante (circa 30 minuti)	<10	<10	<10	<10	<10		
20/04/18	ESTERNO - 3A ore 12:30	Istantaneo	<10	<10	<10	<10	<10	250	<10
	INTERNO - 3A ore 12:30	Istantaneo	<10	11	<10	<10	<10	15	13
24/4/18	ESTERNO - 4U ore 10:45	A flusso costante (circa 30 minuti)	<10	<10	25	<10	<10	<10	<10
	INTERNO - 4U ore 10:45	Istantaneo	56	<10	<10	11	<10	12	<10
	ESTERNO PALESTRA ore 10:45	A flusso costante (circa 30 minuti)	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
26/4/18	ESTERNO - 4U ore 9:30	Istantaneo	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
	INTERNO - 4U ore 9:30	Istantaneo	401	<10	<10	90	16	23	19

Caratteristiche delle sostanze rilevate

Le sostanze rilevate in 12 campioni (dei 24 totali), su 65 sostanze ricercate fra aldeidi e SOV sono: N-butil-acetato, 2-metil-1,3 diossolano, benzene, MIBK, metilcicloesano, formaldeide e acroleina; per ognuna di esse segue una sintesi degli aspetti tossicologici più rilevanti.

N butil acetato

E' un estere dell'acido acetico e dell'1-butanolo che si presenta come un liquido incolore dall'odore fruttato, infiammabile.

L'uso più comune di acetato n-butile è come solvente nella produzione di lacche e vernici. Il suo altro uso principale è nella creazione di adesivi e rivestimenti.

Precisando che il riferimento all'ambiente di lavoro non ha il significato di confronto dei valori riscontrati con limiti di accettabilità, ma quello di un giudizio indiretto sul livello di tossicità della sostanza, i limiti in ambiente di lavoro sono piuttosto alti: TWA Valore a breve termine: 950 mg/m³, Valore a lungo termine: 713 mg/m³.

Per questa sostanza il livello di tossicità NOAEL (livello al quale non si manifestano effetti avversi) è di 37,5 mg/ m³.

Non è ricompreso negli elenchi delle sostanze considerate dall'OMS nelle Guidelines for air quality, 1999. Il documento APAT "Metodi di misura delle emissioni olfattive" –Manuali e Linee Guida 19/2003, riporta una soglia di percezione olfattiva abbastanza bassa, pari a 3 µg/m³.

2 metil 1,3 diossolano

Con il termine diossolani ci si riferisce a vari acetati ciclici derivati dal glicol etilenico, sostanze usate come solventi per gli esteri della cellulosa e per resine naturali e sintetiche.

L'1,3-diossolano (o 1,3-diossaciclopentano) si presenta come un liquido incolore dall'odore di etere. È un composto molto infiammabile. Si ottiene per reazione tra la formaldeide ed il glicole etilenico. Trova principalmente impiego come solvente.

Questa sostanza presenta un NOAEL (livello al quale non si manifestano effetti avversi) che la fa rientrare tra le sostanze a bassa tossicità. Il suo valore è di 903 mg/m³. Lo stesso discorso vale anche per la soglia olfattiva che è 44 mg/m³ con percezione dolciastri di muffa. Per il metil derivato non si reperiscono informazioni.

Benzene

Sostanza ubiquitaria in ambiente esterno e rilevata spesso anche in indoor. E' presente nelle Linee Guida dell'OMS (1999) nel gruppo dei cancerogeni per effetto leucemico evidenziato nei lavoratori esposti.

Il limite ambientale di qualità dell'aria esterna, come media annuale, è 5 µg/m³.

Ha odore dolciastro aromatico con soglia olfattiva alta, pari a 4,5 mg/m³.

Metil-isobutil-chetone (MIBK)

E' un chetone alifatico usato come denaturante per l'alcol e utilizzato nella preparazione di solventi applicati all'industria cosmetica; componente di adesivi.

Utilizzato e generato da vari processi produttivi, come la verniciatura.

Ha una soglia olfattiva di $410 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ed effetti acuti irritanti delle mucose con un TLV in ambiente di lavoro pari a $83 \text{mg}/\text{m}^3$. ECHA riporta un DNEL per esposizione a breve termine di $155,2 \text{mg}/\text{m}^3$.

Metil-cicloesano

Liquido incolore dal lieve odore tipico degli idrocarburi.

E' ampiamente usato nei liquidi per cancellare (bianchetto).

Non si reperisce una soglia olfattiva. Non è compreso tra le sostanze valutate nelle Linee Guida dell'OMS.

Formaldeide

Sostanza utilizzata e generata in vari cicli produttivi e legata all'uso di vari materiali in ambiente di vita.

L'odore è pungente e la soglia di percezione è di $1,47-73,5 \text{mg}/\text{m}^3$.

Si presenta una sintesi dei limiti adottati o proposti a tutela della salute, con approccio cautelativo. Si tratta di una sostanza per la quale esiste un limite normato nella legislazione italiana a tutela degli ambienti indoor: nella Circolare del Ministero della Sanità n. 57 del 22 giugno 1983 "Usi della formaldeide - Rischi connessi alle possibili modalità d'impiego", viene riportato un limite massimo di esposizione di 0,1 ppm ($124 \mu\text{g}/\text{m}^3$) negli ambienti di vita e di soggiorno in via sperimentale e provvisoria. Orientamento confermato nel decreto del 10 ottobre 2008 "Disposizioni atte a regolamentare l'emissione di aldeide formica da pannelli a base di legno e manufatti con essi realizzati in ambienti di vita e soggiorno".

Ente	Limiti	Note
WHO (OMS) Air quality guidelines for Europe (2000)	0,1 mg/mc (0,08 ppm) Media su 30 minuti	LOAEL* (Lowest Observed Adverse Effect Level) . Livello più basso di dose che produce effetto tossico Valore guida mediato su 30 minuti
Progetto Europeo INDEX Commissione Europea (2005)	0,03 mg/mc (0,025 ppm) Limite cautelativo	NOAEL "No Observed Adverse Effect Level" "dose senza effetto avverso osservabile". Livello più alto di dose che non produce effetto tossico, sia per esposizione acuta che cronica
CANADA Linea Guida per la qualità Dell'aria di ambienti residenziali (2006)	0,123 mg/mc (0,1 ppm) Per esposizione di 1 ora 0,05 mg/mc (0,04 ppm) Per esposizione di 8 ore	Effetto critico: irritazione degli occhi Effetto critico: sintomi respiratori nei bambini

**valore al di sotto del quale non dovrebbero verificarsi fenomeni irritativi a naso e gola, sebbene le persone di maggiore sensibilità possano avvertire la presenza di formaldeide anche a concentrazioni inferiori*

Acroleina

Si genera dalla combustione di oli e grassi cucinando cibi o dal fumo di sigaretta, si può generare anche in ambiente esterno con analoghi meccanismi legati ai cicli produttivi.

Si presenta una sintesi dei limiti proposti a tutela della salute:

Limiti di esposizione occupazionale:

TLV: 0,25 mg/m³ (0.1 ppm) come TWA

EU-OEL: 0.05 mg/m³(0.02 ppm) come TWA; 0.12 mg/m³(0.05 ppm)come STEL

Il DNEL per inalazione è di 0,2mg/Nmc e il LOAEL è 70 microgr/Nmc corrispondenti a 30 ppm.

L'odore è tipicamente dolciastro, di bruciato con soglia a 0,0525-37,5 mg/m³.

c- COMMENTO

- In generale, sia come numero di sostanze che come concentrazioni si hanno più positività (inteso come sostanze che hanno riportato valori superiori al limite di rilevabilità) nell'ambiente indoor che in quello outdoor (14 contro 3), come ci si poteva attendere trattandosi di composti organici volatili.
- Il rapporto i/o si presenta costantemente uguale o maggiore di 1 tranne nei due casi che verranno descritti successivamente e tenendo conto che la maggioranza dei valori è al di sotto del limite di rilevabilità della metodica.
- Per l'N-butil-acetato le concentrazioni rilevate di 0,09 e 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ confermano che si tratta di una sostanza più caratteristica dell'aria presente negli ambienti interni per i motivi già illustrati. I dati presentati nel corso di quella campagna, hanno consentito di scendere maggiormente nella sensibilità del metodo, presentando valori più bassi nei limiti di rilevabilità rispetto a quelli utilizzati nelle analisi dell'intervento a scuola, grazie anche all'esecuzione di un campionamento di un volume d'aria maggiore. L'N-butil-acetato era stato rilevato in due degli 8 campioni in ambiente esterno eseguiti da Arpae nell'ottobre e dicembre 2017, riguardanti un unico sito nell'area di Borgo Val di Taro.
Rispetto alle emissioni ceramiche, questa sostanza non è mai stata rilevata nelle emissioni della ditta Laminam.
- Il 2-metil-1,3-diossolano, che è presente in un solo campione interno a valori appena al di sopra del limite di rilevabilità, è stato rilevato in alcuni prelievi d'aria esterna effettuati da Arpae nella primavera 2017 mentre non è mai stato rilevato nelle emissioni della ditta Laminam.
- Il benzene, tipico inquinante ubiquitario in ambiente esterno, è stato rilevato in un solo caso nell'indagine riguardante la scuola Manara (campione in esterno del 24 aprile); il valore rilevato e l'unicità di questo riscontro, lo configurano come esito decisamente anomalo; si consideri che nei campioni effettuati da Arpae in esterno, nell'ottobre e dicembre 2017, il massimo valore rilevato è 1,58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Inoltre, il valore all'emissione della ditta Laminam, dopo l'istallazione dei carboni attivi, è sempre stato all'interno dell'intervallo 200 - 800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ valore che, naturalmente, deve essere raffrontato con le possibili ricadute al recettore considerando che indicativamente, da bibliografia, si può considerare una diluizione di circa mille volte tra i valori riscontrati alle emissioni e quelli al recettore.
Del valore rilevato non si riesce a dare una spiegazione neppure considerando le condizioni ambientali a lato del prelievo (assenza di traffico veicolare).
- Il MIBK, che è stato rilevato in soli due campioni indoor, presenta il valore più alto pari a 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La percezione olfattiva, di tipo dolciastro, ha una soglia molto alta (circa 400) e l'effetto acuto di irritazione mucosale si manifesta a concentrazioni notevolmente superiori tanto che il TLV in ambienti di lavoro è pari a 83 mg/m^3 . Nei campioni effettuati da Arpae in ottobre-dicembre 2017, questa molecola è stata rilevata in due campioni su 8 nello stesso sito (0,03 e 0,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Anche in questo caso vale la spiegazione riguardante i tempi di campionamento. Rispetto alle emissioni ceramiche, questa sostanza non è mai stata rilevata nelle emissioni della ditta Laminam.
- Il metilcicloesano è stato individuato in un solo campione indoor con valori appena al di sopra della del limite di rilevabilità del metodo. Nei campioni effettuati da Arpae in ottobre, dicembre 2017, è stato rilevato nei sei siti indagati a concentrazioni da 0,03 a 0,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Non si dispone del valore della singola sostanza nelle emissioni della ditta.
- Riguardo alla formaldeide, gli esiti presso la scuola Manara confermano quanto ci si poteva attendere e cioè la presenza di questa sostanza in ambiente interno a basse concentrazioni, il

massimo valore riscontrato è di $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ il giorno 26 aprile. Questi valori si collocano al di sotto del valore LOAEL (livello più basso che produce un effetto tossico) per irritazione delle mucose nasali e della gola per esposizioni di 30 minuti, che per l'OMS è pari a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il progetto europeo INDEX della commissione europea (2005) pone un valore di NOAEL (livello più alto che non produce effetto tossico) sia per esposizione acuta che cronica, a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$; questo valore può essere considerato la soglia più cautelativa ad oggi adottabile. Studi più recenti e le linee guida del Canada per gli ambienti residenziali (2006) collocano una soglia di effetto acuto di irritazione agli occhi per esposizioni di un'ora a $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e quella per sintomi respiratori nei bambini, per esposizioni di 8 ore, a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il valore di $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ relativo al campione istantaneo in esterno del 20 aprile si presenta incoerente all'unico altro valore rilevato in esterno ($11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nel "bianco" del 17 aprile) e rispetto agli altri valori rilevati all'interno. Il valore di $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se valido, dovrebbe essere associato almeno potenzialmente a qualche manifestazione irritativa delle mucose, mentre l'unico evento che si è manifestato riguarda un caso di prurito cutaneo, inoltre bisogna considerare altri due aspetti: il primo è che il contemporaneo campione interno raccolto a finestre aperte indica un valore di $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in contrasto con l'equilibrio tendenzialmente atteso vista la breve distanza dei due punti di campionamento; la seconda, è la negatività della presenza di altre sostanze nello stesso campione esterno. Infine non risultano segnalazioni puntuali fatte ad Arpa e AUSL nella giornata del 20 Aprile.

- Riguardo all'acroleina, altra aldeide di frequente riscontro in ambiente indoor in quanto sostanza originata dalla combustione di oli e grassi cucinando cibi o dal fumo di sigaretta, si può generare anche in ambiente esterno con analoghi meccanismi legati ai cicli produttivi. L'effetto di disagio olfattivo, secondo le linee guida dell'OMS, si manifesta a partire dai $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quello di irritazione oculare a partire da $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$, considerando brevi esposizioni di 30 minuti. I valori riscontrati in due campioni (13 e $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sono al di sotto del valore guida dell'OMS pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il quadro che si presenta suggerisce che, in particolare in una delle due aule indagate, le sostanze rilevate siano almeno in parte collegate all'attività che vi si svolge che, come rilevato ispettivamente, fa uso di vari materiali per attività grafiche. Si ribadisce che le concentrazioni misurate, tenuto conto della metodica utilizzata, sono paragonabili a quelle rilevate in simili ambienti indoor e che non presentano problemi di natura sanitaria; pertanto tali attività possono essere mantenute anche per la loro rilevanza didattica.

Anche i prodotti utilizzati per le pulizie dei locali possono determinare un rilascio di concentrazioni di SOV in relazione alla formulazione presentata, alla concentrazione e alla quantità di prodotto utilizzato nelle operazioni. I prodotti utilizzati nell'ambiente scolastico indagato sono da considerarsi non pericolosi ai sensi del regolamento 1272/2008 (CLP) per questo motivo le etichette e le schede di sicurezza non riportano la denominazione chimica delle singole sostanze, ma la loro composizione generale (detergente, profumo...), questo non consente di verificare nello specifico l'eventuale apporto di solventi derivanti da queste attività, sebbene nel caso di alcune delle rilevazioni fatte si possa evidenziare come l'andamento delle operazioni svolte dal personale che effettua le pulizie nella scuola potrebbe essere influente su alcuni dei valori rilevati in particolare l' N-butilacetato, il cui valore comunque non ha una rilevanza tossicologica.

Allegato 3

A cura di: Eriberto De'Munari, Cristina Marconi, Davide Mazza, Silvia Violanti - Area Prevenzione Ambientale Ovest, Arpae; Rosanna Giordano, Luca Grilli, Elisa Mariani - Dipartimento di Sanità Pubblica, Ausl Parma; Paola Angelini- Servizio Prevenzione collettiva e Sanità Pubblica, Regione Emilia-Romagna; con la collaborazione di Maurizio Impallomeni - Medico Igienista Dipartimento di Sanità Pubblica Ausl Parma

MONITORAGGIO DELLA PERCEZIONE DEL DISTURBO OLFATTIVO PRESSO LA POPOLAZIONE RESIDENTE A BORGIO VAL DI TARO

1. Premessa	2
1.1 Caratteristiche delle Segnalazioni della Popolazione	3
2. Obiettivi dell'indagine	3
3. Metodo di indagine	4
3.1 Disegno dell'indagine ed individuazione del campione	4
3.2 Area di indagine e griglia territoriale	4
3.3 Modalità di definizione del campione per zona	6
3.4 Modalità di reclutamento	6
3.5 Descrizione del campione	7
3.6 Criteri di valutazione dei risultati	10
4. Elaborazione dei dati raccolti	12
4.1 Statistiche di base	12
4.2 Conclusioni	19
5. Ulteriori valutazioni	21
5.1 Produzioni in corso durante le segnalazioni	21
5.2 Valutazioni delle SIA esterne al Panel	23
ALLEGATO 1	24

1. Premessa

Dal mese di gennaio 2017, è emerso a Borgo Val di Taro un problema di emissioni odorigene con un aumento progressivo di segnalazioni di disagio olfattivo da parte della popolazione residente all'Autorità locale, all'AUSL e ad Arpae.

La fonte emissiva sorgente dei disagi è stata ipotizzata nell'impianto della ditta LAMINAM SpA che sorge nella zona industriale/artigianale di Via Brindani a Borgo val di Taro, in considerazione del fatto che le segnalazioni sono iniziate all'avvio delle attività dello stabilimento e in base a valutazioni relative al processo produttivo utilizzato.

Le segnalazioni di percezione odorigena riguardano una parte della popolazione e sono spesso accompagnate da manifestazioni di sintomi.

In assenza di un quadro normativo regionale e nazionale, si è ritenuto opportuno verificare l'esperienza di altre regioni e nazioni, mediante la valutazione delle regolamentazioni e informazioni tecnico scientifiche disponibili in queste realtà, allo scopo di definire possibili ulteriori attività di indagine sul territorio in merito alle segnalazioni di odori ricevute. A conclusione di questa verifica di letteratura si è optato per considerare come riferimento la DGR 15 Febbraio 2010, numero IX/3018 della Regione Lombardia.

Si è pertanto deciso di attivare un monitoraggio di segnalazioni odorigene basato su una scheda di rilevazione da compilarsi a cura di un campione di cittadini residenti nel Comune di Borgo Val di Taro scelto in modo casuale (campione di convenienza), costituito da due gruppi soggetti definiti (Segnalanti e Non Segnalanti). La presente relazione illustra i risultati di questa indagine di monitoraggio.

Si richiamano alcuni concetti fisiopatologici legati alle percezioni olfattive. L'odore è percepito dal nostro cervello in risposta a uno stimolo derivante da sostanze chimiche presenti nell'aria; il senso dell'olfatto è così sensibile da percepire anche odori derivanti da sostanze presenti in concentrazioni al di sotto della soglia di rilevabilità strumentale e quasi sempre anche al di sotto di una soglia di significato tossicologico; non va trascurato anche il collegamento con il nostro sistema emozionale. La risposta individuale agli odori è quindi molto soggettiva; la reazione può dipendere da diversi fattori: quanto è intenso l'odore e qual è il tono edonico (tipo di percezione olfattiva).

Per i suddetti motivi, in presenza di una problematica odorigena è difficile stabilire di quali sostanze si tratti e quale sia la fonte; inoltre i metodi di misurazione sono tutti relativamente recenti e in corso di sviluppo.

Gli odori possono causare un disagio (*annoyance*) accompagnato persino da sintomi fisici, riscontrati anche in presenza di concentrazioni di sostanze ben più basse rispetto a quelle che comportano un effetto tossico acuto. I sintomi più frequenti, legati alla problematica odorigena sono vomito, diarrea, irritazione di naso e gola, secchezza delle mucose, mal di testa, mancanza di respiro.

Per approfondimenti e riferimenti bibliografici si rimanda al Protocollo di indagine.

1.1 Caratteristiche delle Segnalazioni della Popolazione

La proposta di indagine oggetto del presente documento si avvale anche dell'analisi condotta da Arpae e AUSL sulle segnalazioni spontanee pervenute, telefonicamente o tramite mail, nel periodo gennaio-novembre 2017, dalle quali emerge un quadro complesso così sintetizzabile:

- Il numero complessivo dei soggetti segnalanti riscontrati è pari a 228 (con 876 segnalazioni), di cui 158 attivi prima dell'installazione dell'impianto di abbattimento di sostanze organiche (carboni attivi) e 135 dopo l'installazione.
- Dei segnalanti, 93 hanno interrotto le segnalazioni dopo l'installazione dei carboni attivi mentre 70 hanno eseguito segnalazioni solo dopo l'installazione, quindi prima non avevano mai segnalato. Sono in totale 65 le persone che hanno segnalato sia prima che dopo.
- Emerge un numero limitato di persone responsabili di un'alta percentuale di segnalazioni.
- Per quanto riguarda la tipologia di odore avvertito dalla popolazione, le segnalazioni riportano quasi sempre un sentore di bruciato: in circa il 46,5% delle segnalazioni l'odore viene descritto come plastica bruciata, nel 16% come odore acre di bruciato, nel 3% gomma bruciata e nel 7% dei casi si fa riferimento a varie tipologie di materiali bruciati (lamiera o metalli, materiali sintetici, vernice, olio, colla, motori e gas di scarico).
- Circa il 20% dei segnalanti non specifica il tipo di odore, ma si limita a descriverlo come "puzza", "odore molesto", "odore fastidioso" e "forte odore". C'è poi un ulteriore 7% di segnalanti che riportano la problematica odorigena, come "esalazioni maleodoranti riconducibili alla ditta Laminam" (e simili).
- Una descrizione delle caratteristiche delle segnalazioni è rinvenibile nella relazione di Arpae inviata al Sindaco di Borgo Val di Taro, al Dipartimento di Sanità Pubblica (DSP) e al Distretto Socio-Sanitario di Borgo Val di Taro il 26/01/2018, protocollo n. 1899, dal titolo: "Valutazione esposti pervenuti dai cittadini del comune di Borgo Val di Taro".

2. Obiettivi dell'indagine

1. Valutare l'impatto olfattivo nella popolazione residente nell'area e nel periodo oggetto di indagine e le possibili correlazioni tra segnalazioni e attività produttive della ditta Laminam.
2. Individuare eventuali aggregazioni spazio-temporali di segnalazioni per le quali sono ipotizzabili altre esposizioni ambientali. Su questo obiettivo vedi introduzione al paragrafo 5

3. Metodo di indagine

3.1 Disegno dell'indagine ed individuazione del campione

Il disegno di indagine è stato realizzato in conformità con il modello individuato nel punto 1.C della DGR 15 Febbraio 2010, numero IX/3018 della Regione Lombardia, opportunamente calibrato sulla situazione di Borgo val di Taro; in particolare l'indagine cerca di mettere in risalto l'associazione tra

i disturbi olfattivi ed emissioni predefinite esistenti nel territorio, nel caso specifico quelle della ditta Laminam S.p.A.

Il citato documento della Regione Lombardia prevede l'estrazione di un campione casuale della popolazione residente; al fine di preservare alcune caratteristiche della situazione già analizzate, si è deciso di estrarre il campione considerando alcuni vincoli aggiuntivi, non previsti dalla linea guida. Nello specifico si è garantita:

- Una quota del campione, pari al 30% circa del numero totale di partecipanti, riservata a persone che avessero già segnalato in precedenza, al fine di mantenere una quota di persone consapevoli della problematica di indagine.
- Un'equilibrata distribuzione del campione, sia dei già segnalanti che non, sull'intero territorio comunale in aree classificate, cercando di assicurare in ciascuna area una quota del campione proporzionale alla frequenza delle segnalazioni ricevute.

È stato assicurato il completo anonimato partecipanti mediante attribuzione di un codice da utilizzare nella elaborazione dei dati, in analogia con quanto prescritto nelle Linee Guida della Regione Lombardia.

Sempre in accordo con il citato documento, si sono perseguiti obiettivi di economicità, semplicità organizzativa, rigore metodologico e ricerca dell'obiettività dei risultati definendo i seguenti gruppi di partecipanti sulla base delle informazioni presenti alla data di individuazione del campione:

- Sottogruppo 1: 40 soggetti non segnalatori, estratti in modo casuale dall'anagrafe comunale;
- Sottogruppo 2: 20 soggetti segnalatori (ovvero che abbiano effettuato almeno una segnalazione), estratti in modo casuale dal database delle segnalazioni di Arpae.

I criteri di esclusione dei partecipanti estratti sono i seguenti:

- Appartenenza di un soggetto alla stessa famiglia di un altro soggetto precedentemente estratto (parentela di primo grado o affinità come coniuge/convivente), indipendentemente dal luogo di residenza all'interno del comune di Borgo Val di Taro.
- Rifiuto nel fornire il nominativo dei parenti di primo grado e dei congiunti/conviventi al fine di verificare il requisito precedente.

3.2 Area di indagine e griglia territoriale

Al fine di ottemperare al requisito di un'equilibrata distribuzione del campione, sia dei già segnalanti che non, sull'intero territorio comunale in aree classificate, cercando di assicurare in ciascuna area una quota proporzionale alla frequenza delle segnalazioni ricevute, l'area di indagine è stata caratterizzata come segue:

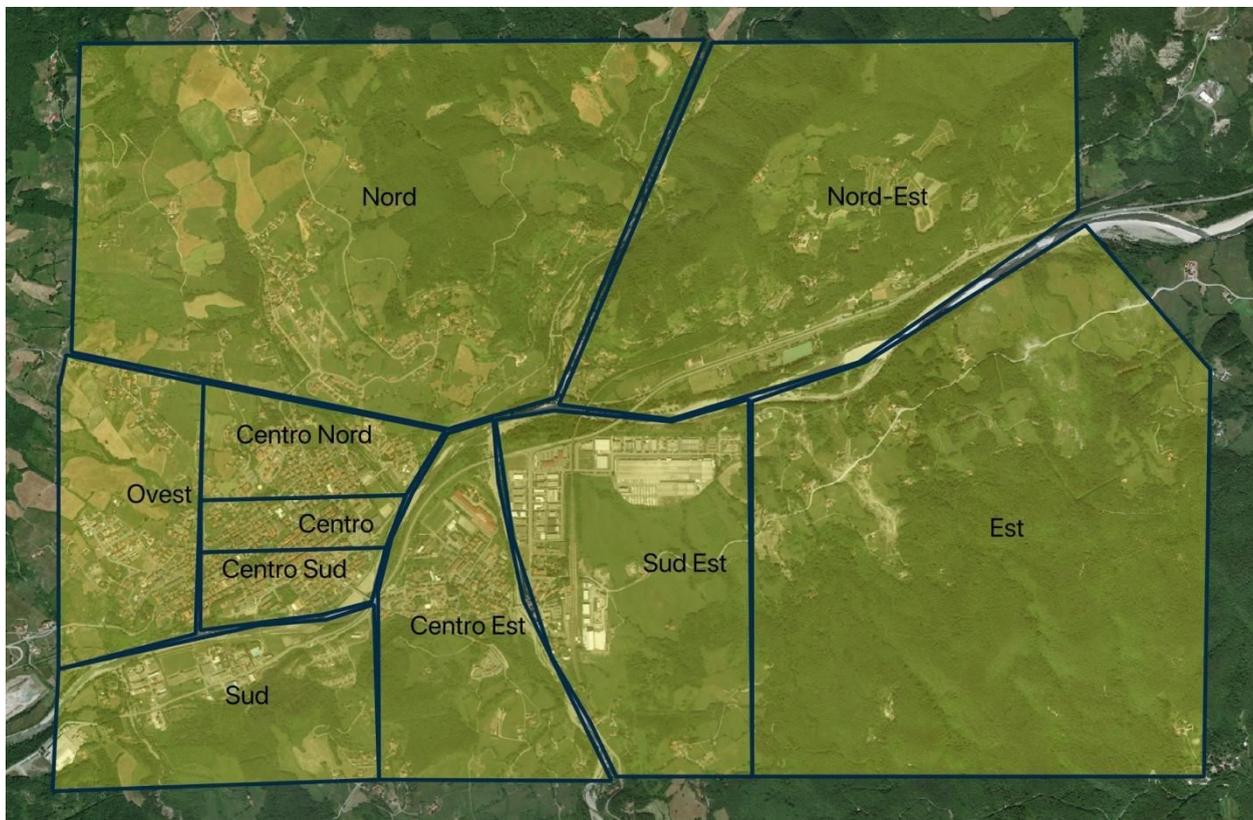
- l'area è comprensiva di tutte le segnalazioni;
- ogni zona definita contiene almeno 2 soggetti segnalatori;
- il fiume Taro è utilizzato come separatore;

- il centro paese, ove sono concentrate molte segnalazioni entro un raggio ridotto, è stato suddiviso in tre zone con un numero simile di segnalazioni;
- alcune zone sono state fatte corrispondere a quartieri o località noti per la frequenza di segnalazioni (Le Spiagge, Le Pezze, San Rocco).

Dal momento che il posizionamento delle segnalazioni avviene tramite la geolocalizzazione automatica degli strumenti Google partendo dall'indirizzo comunicato dai segnalanti inseriti nel database delle segnalazioni inconvenienti ambientali di Arpae, è stato necessario procedere ad ulteriori verifiche, da parte dell'Amministrazione Comunale, relativamente a segnalazioni generiche o poco precise con conferma dell'indirizzo esatto relativo ai singoli esponenti (ad es. loc. Borgotaro - identificata automaticamente con il centro paese).

Sulla base di quanto sopra l'area complessiva del Comune di Borgo Val di Taro è stata suddivisa in 10 aree:

- Nord
- Nord-Est (comprendente la zona "Le Spiagge")
- Est
- Sud-Est (comprendente l'area della ditta Laminam e il quartiere artigianale)
- Centro Est (comprendente la zona San Rocco e la scuola Media)
- Sud
- Ovest (comprendente la zona "Le Pezze")
- Centro Nord (area Ospedale)
- Centro (zona centrale)
- Centro Sud (comprendente il parco e le scuole elementari).



3.3 Modalità di definizione del campione per zona

All'interno di ciascuna delle zone individuate sulla base delle modalità descritte è stato estratto:

- il campione relativo al Sottogruppo 1 in base allo stradario presente;
- il campione relativo al Sottogruppo 2 dall'elenco di soggetti che hanno effettuato almeno una segnalazione dal gennaio al novembre 2017.

Arpae ha quindi effettuato all'interno dei gruppi di persone definiti l'estrazione casuale dei soggetti da sottoporre a indagine in numero superiore rispetto ai 20+40 prestabiliti, per garantire eventuali necessità di sostituzione, ammettendo la possibilità di un rifiuto/impossibilità a partecipare.

3.4 Modalità di reclutamento

L'indagine è stata preceduta da un momento di diffusione mirata dell'informazione finalizzato a garantire la gestione ottimale, attraverso:

- la pubblicizzazione di un atto assunto dal consiglio comunale;
- il contatto telefonico, da parte degli operatori del Servizio Igiene Pubblica, con ognuno dei soggetti campionati per proporre la partecipazione all'indagine;
- lettera informativa ai medici curanti sulle finalità dell'indagine;
- l'invio di una lettera di richiesta di adesione ai singoli soggetti campionati con consenso informato da compilare e consegnare poi presso l'Igiene Pubblica dell'AUSL di Borgo Val di

Taro, previo appuntamento telefonico, nei giorni 27, 28 febbraio, 1 e 2 marzo. Durante l'incontro, avvenuto singolarmente per ciascun partecipante, sono state illustrate le modalità di compilazione della scheda di rilevamento degli odori che poteva essere di tipo cartaceo oppure digitale; in quest'ultimo caso è stata consegnata anche la password personalizzata per accedere alla scheda elettronica. In pochi casi, causa forze maggiori, un operatore AUSL ha consegnato direttamente a casa del partecipante la scheda di compilazione. Il facsimile della scheda cartacea viene riportato in Allegato.

- attivazione di due recapiti telefonici, uno AUSL e uno Arpae, per informazioni, in orari definiti, in merito alla compilazione dei questionari.

3.5 Descrizione del campione

Il numero totale dei partecipanti previsto era di 60 persone (20 appartenenti al sottogruppo dei "segnalanti" e 40 appartenenti al sottogruppo dei "non segnalanti"), ma a causa dei numerosi rifiuti il numero effettivo di persone selezionate per partecipare al progetto è stato di 59.

Sono state effettuate 56 telefonate a soggetti del sottogruppo "segnalanti" e sono stati ricevuti rifiuti per il 73%; di conseguenza sono stati reclutati in questo sottogruppo solo 15 partecipanti rispetto ai 20 previsti. Per individuare i partecipanti del sottogruppo "non segnalanti" sono state necessarie 108 telefonate; è stato ricevuto un 59% di rifiuti e sono stati reclutati 44 partecipanti appartenenti a questo sottogruppo.

Una sintesi del lavoro di selezione è riportata nella tabella sottostante.

Tabella 1. Sintesi del lavoro di selezione dei partecipanti

Motivazioni	SEGNALANTI (N° 15)						NON SEGNALANTI (N°44)					
	Primo giro di telefonate	Secondo giro di telefonate				Totale	Primo giro di telefonate	Secondo giro di telefonate				Totale
	Rifiuto alla 1° tel.	Rifiuto alla 1° tel.	Rifiuto alla 2° tel.	Rifiuto all'appuntamento	Rifiuto alla 1° tel.		Rifiuto alla 1° tel.	Rifiuto alla 2° tel.	Rifiuto all'appuntamento			
Lavoro inutile		9		4	13	32%						
Fuori Borgo Val di Taro	2	3	2	1	8	20%	13	1	3	1	18	28%
Non interessato		1	3		4	10%	12	2	5		19	30%
Parlato col comitato		1	3	8	12	28%						
Non ho tempo/Non posso	2	2			4	10%	7	5	1	1	14	22%
Conflitto interessi							1		1		2	3%
Mai sentito nulla							4				4	6%
Problemi naso							5	1		1	7	11%
Totale	4	16	8	13	41		42	9	10	3	64	

Totale rifiuti prima e dopo divulgazione del protocollo			
Sottogruppo segnalanti		Sottogruppo non segnalanti	
prima	dopo	prima	dopo
4	37	42	22
9,8%	90%	66%	34%

Di seguito si riportano in sintesi le variazioni all'ipotesi originale di campionamento: Dei 20 "segnalanti" solo 15 si sono resi disponibili;

- per due celle (Est e Sud-Est) è stato possibile selezionare solo un "segnalante" dei due previsti, mentre l'altro è stato sostituito con un "non segnalante", di conseguenza le due celle contengono N.1 "segnalante" e N.5 "non segnalanti";
- nella cella Centro-Sud non è stato possibile selezionare "segnalanti", pertanto quella cella contiene solo "non segnalanti" nel numero di 6.
- nella cella Nord-Est, a causa dei molti rifiuti e dello scarso numero di residenti, manca un partecipante, poiché è stato possibile selezionare solo un "segnalante" dei due previsti, e N.4 "non segnalanti".

Il monitoraggio si è protratto per tre mesi, dal 5 Marzo al 5 Giugno 2018, durante i quali i contatti dei partecipanti all'indagine con gli operatori AUSL ed Arpae sono stati solo finalizzati a chiarimenti sulla compilazione della scheda.

Le schede sono state compilate in modalità informatica (n.12) e cartacea (n.47). Nel caso di compilazione della scheda cartacea, la stessa, al termine del periodo di indagine, è stata riconsegnata negli uffici in cui è stata ritirata.

I *persi al follow-up* sono in totale 8, 4 "segnalanti" e 4 "non segnalanti", per i seguenti motivi:

- cambio residenza (n.1 non segnalante);
- mancata riconsegna della scheda causa smarrimento della stessa o impossibilità a reperire il soggetto (n.3 segnalanti);
- incapacità di accedere alla scheda elettronica tramite portale senza effettuare la segnalazione ai recapiti telefonici appositamente attivati per l'assistenza (n.1 segnalante e n.1 non segnalante);
- richiesta di recessione dal progetto poiché ritenuto "non idoneo a verificare la qualità dell'aria" (n.2 segnalanti).

In conclusione, il numero finale di schede valutabili è risultato 51.

Di queste, due schede sono risultate nulle per la non leggibilità delle segnalazioni effettuate ed entrambe sono di soggetti "non segnalanti".

N.17 schede su 51 (33,3%) sono prive di segnalazioni, di queste una sola è di soggetto “segnalante”; inoltre sono uniformemente distribuite nel territorio.

N.6 sono risultate incomplete nell’orario della percezione odorigena, pertanto non utilizzabili nell’applicazione del protocollo della Regione Lombardia.

In conclusione, n. 26 schede sono state processate secondo le indicazioni del citato protocollo. Di queste 26, due sono state scartate in quanto una conteneva una sola segnalazione antecedente il 05/03/2018 ed una perché il segnalante ha attribuito l’evento all’incendio di una centralina elettrica (casistica non oggetto del quesito di ricerca). Delle restanti 24 schede va rilevato che 2 di esse spiccano per un numero di segnalazioni e di ore totali estremamente alto rispetto alle altre, con eventi di durata costante e regolare, reiterati su più giorni. Tali segnalazioni frequenti ed ininterrotte risultano anomale rispetto a quanto rilevato nelle altre schede e pertanto, sempre in conformità con il protocollo definito dalla Regione Lombardia, sono state scartate.

Alla luce di quanto sopra risultano quindi valutabili 22 schede di cui n.7 sono di soggetti “segnalanti” (il 47% del gruppo di appartenenza di n.15 soggetti) e n.15 di soggetti “non segnalanti” (il 34% del gruppo di appartenenza di n.44 soggetti).

Tabella 2: Riepilogo del campione

	N.	Totali
Totale di reclutati		59
Persi al Follow up	8	51
Schede scartate perché illeggibili	2	49
Schede prive di segnalazioni	17	32
Schede incomplete	6	26
Schede scartate per anomalia statistica	2	24
Schede scartate per segnalazioni non inerenti la problematica	2	22

3.6 Criteri di valutazione dei risultati

In aderenza alle indicazioni riportate nella D.G.R. 15 febbraio 2010 n. IX/3018 emanata dalla Regione Lombardia si sono considerati i seguenti presupposti:

- Le persone incaricate delle annotazioni, generalmente, possono non essere presenti in maniera continuativa nelle loro abitazioni a causa di impegni lavorativi, familiari, abitudini

personali, ecc.; pertanto la concentrazione di segnalazioni in taluni orari può dipendere anche da tali fattori.

- Le persone che effettuano i rilevamenti hanno sensibilità diversa al recepimento di odori molesti.

Le annotazioni dei momenti di percezione di odore prevedono la segnalazione del giorno e del periodo temporale (ora/minuto di inizio e di fine rilevazione) in cui i volontari avvertono disagio presso la loro abitazione, oltreché la segnalazione dell'intensità utilizzando il numero "1-2-3" e la tipologia di odore da scegliere tra quelli principalmente individuati:

- Plastica/gomma bruciata
- Legno bruciato e simili
- Non specificato.

Va evidenziato che, al fine di ottenere intervalli temporali congruenti tra le varie segnalazioni, la meteorologia e le lavorazioni in atto, come previsto dalla DGR della Lombardia, è stato definito un unico passo temporale pari a dieci minuti. Questo comporta che alcune segnalazioni con durata inferiore ai dieci minuti, sono state approssimate ai dieci minuti, ottenendo perciò una leggera sovrastima delle ore complessive di disagio.

Per la validazione delle segnalazioni, la Delibera sopra citata riporta tre criteri precisi:

Criterio 1:

Una segnalazione riportata da più osservatori, compatibile con i dati meteo, può essere assunta come un dato sufficientemente validato per essere riportato tra gli eventi ascrivibili alla sorgente in osservazione.

Criterio 2:

Segnalazioni singole, in particolare, se prossime alla sorgente e compatibili con i dati meteo, possono essere assunte come molto probabili ed incluse nel novero degli eventi conteggiati.

Criterio 3:

Segnalazioni singole, a distanze remote rispetto alla sorgente, seppur compatibili con i dati meteo, è preferibile non ascriverle tra gli eventi considerati, in particolare quando nell'area sono presenti, a distanze più prossime alla sorgente, altri possibili segnalatori che nello specifico caso non hanno rilevato odori. Potrebbe trattarsi di eventi di modesta entità o addirittura di eventi confondenti.

Si ha compatibilità tra la segnalazione ed i dati meteo quando la direzione del vento è compatibile con il trasporto delle sostanze odorigene dalla sorgente verso il segnalatore. Con venti di media-bassa intensità può essere assunto come area potenzialmente interessata dalla dispersione odorigena il settore compreso con $\pm 30^\circ$ rispetto alla direzione del vento; con venti progressivamente più deboli l'ampiezza dell'angolo di tale settore di influenza tende sempre più ad ampliarsi.

Riguardo a quest'ultimo punto, la stazione meteorologica utilizzata, come da accordi al Comitato Tecnico Scientifico, è quella privata denominata "IBORGOVA8" disponibile nel sito wunderground.com, già utilizzata altre volte, sebbene la fruibilità dei dati non sia stata particolarmente agevole e nel caso della direzione vento presenti soltanto il quadrante direzionale anziché il valore in gradi. Per questo motivo, per basse velocità di vento si è verificata la "compatibilità" includendo i due quadranti adiacenti anziché calcolare i $\pm 30^\circ$. La stazione meteo è posizionata alle coordinate N 44°29'3", E9°45'47", ad un'altitudine di 1312m, con hardware Oregon Scientific Professional Weather Center.

4. Elaborazione dei dati raccolti

4.1 Statistiche di base

Dalla valutazione delle 22 schede di rilevazione per il periodo di indagine, ovvero dal 05/03/2018 al 05/06/2018 per un totale di 92 giorni ovvero 2232 ore di monitoraggio, gli eventi segnalati corrispondono a un totale di 254 ore e 20 minuti di annotazione che, tenuto conto dei periodi concomitanti diventano 220 ore e 30 minuti effettivi, pervenuti in 49 giorni con almeno una segnalazione e 27 giorni con più di una segnalazione; per l'intero ammontare di ore di rilevamento sono stati verificati la direzione dei venti e successivamente la produzione in atto all'interno di Laminam S.p.A.

Complessivamente la durata degli eventi può essere così rappresentata:

- durata minima dell'evento: 10 min
- durata massima dell'evento: 13 h e 30 min
- durata media dell'evento: 2 h e 14 min
- mediana delle durate degli eventi: 1 h

Le ore di annotazione di odore provengono da 114 segnalazioni pervenute da 22 segnalatori sui 51 considerati. Delle 51 schede considerate, 17 non presentano segnalazioni di eventi odorigeni.

In base alle informazioni ricevute riguardo le eventuali assenze dei partecipanti dal proprio domicilio (per lavoro, ferie o altro), si è potuto verificare che in ciascuna zona di monitoraggio erano presenti almeno due partecipanti (solitamente di più) durante ogni evento segnalato. Questo ci permette di classificare le segnalazioni "singole" (ovvero effettuate da un solo partecipante) come effettivamente tali.

Tabella 3: Ripartizione dei segnalanti e delle segnalazioni rispetto alle aree individuate

Aree	Schede valutate		Segnalatori* ¹		% dei partecipanti che hanno segnalato	Segnalazioni	
	S	NS	S	NS		S	NS

1

Centro	1	4	0	1	20%	0	2
Centro-Est	1	3	1	0	25%	1	0
Centro-Nord	1	4	1	2	60%	2	12
Centro-Sud	0	4	0	1	25%	0	11
Est	1	5	1	1	33%	17	1
Nord	2	4	1	1	33%	2	6
Nord-est	1	4	1	2	60%	11	4
Ovest	2	4	2	3	83%	18	12
Sud	1	3	0	1	25%	0	10
Sud-Est	1	5	0	3	50%	0	5
			31,8%	68,2%			
Totali	51		22			114	

¹ Si intendono i cittadini che hanno restituito la scheda compilata conformemente alle linee guida della Regione Lombardia

In conformità alle metodologie utilizzate, la lettura delle segnalazioni va abbinata all'informazione relativa alla direzione dei venti (DV). Ai fini della presente relazione, abbiamo considerato come "compatibili con DV" tutte quelle segnalazioni che includessero, nella loro durata totale, anche un solo evento di 10 minuti compatibile con la direzione del vento, nonostante usualmente si dovrebbe considerare una copertura del 75% dell'evento segnalato.

Tabella 4: Segnalazioni, loro durata e compatibilità con direzione dei venti

Area	Segnalazioni		Ore segnalate	
	Totali	Con almeno un evento compatibile DV	Totali	Compatibili DV
Ovest	30	5	21.50	1.10
Est	18	12	90.00	12.30
Nord-est	15	5	13.40	2.20
Centro-Nord	14	8	76.50	6.10

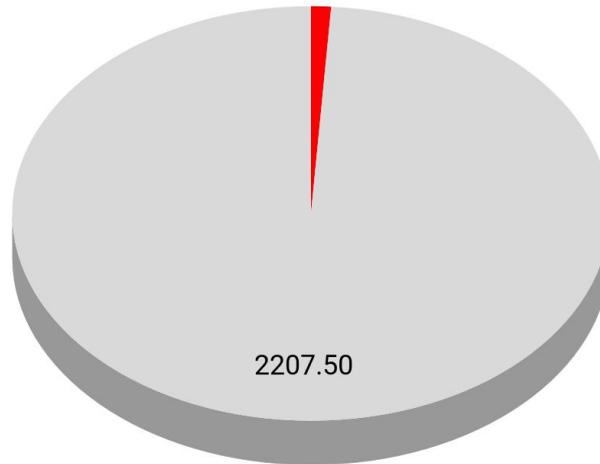
Centro-Sud	11	2	7.30	0.30
Sud	10	3	23.00	1.00
Nord	8	1	14.30	0.10
Sud-Est	5	1	4.00	0.20
Centro	2	0	0.20	0.00
Centro-Est	1	0	0.30	0.00
TOT	114	37	252.10	24.10

Come già osservato per le segnalazioni distinte, anche per il raggruppamento su aree la somma delle ore totali non corrisponde a quella effettiva delle ore di disturbo, in quanto in questa tabella segnalazioni sovrapposte ma provenienti da aree diverse sono state conteggiate separatamente.

Di seguito si mostrano due grafici rappresentanti le ore di segnalazione di disturbo odorigeno con compatibilità rispetto alla direzione vento rispetto alla durata totale del monitoraggio (grafico 1) e rispetto alla durata totale delle segnalazioni (grafico 2).

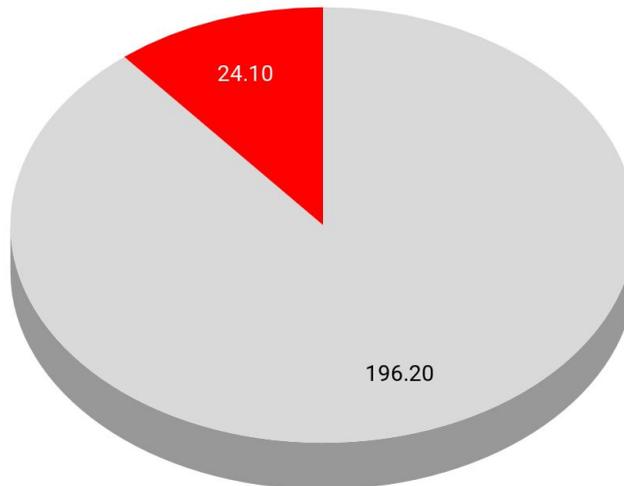
Lo spicchio rosso nel primo grafico rappresenta il totale delle ore con segnalazioni di disturbo olfattivo con anche il criterio della compatibilità coi venti in rapporto al totale delle ore monitorate. Nel secondo grafico invece la fetta rossa rappresenta sempre il totale delle ore con segnalazioni di disturbo olfattivo con anche il criterio della compatibilità coi venti, ma in rapporto questa volta al totale delle ore in cui si è registrata molestia olfattiva. Si può notare come solo l'11% del tempo in cui sono avvenute segnalazioni sia compatibile con la direzione vento, pari a circa 1,1% rispetto al tempo totale del monitoraggio.

Grafico 1: Suddivisione del totale ore monitorate in ore di monitoraggio con segnalazioni con compatibilità con direzione vento a confronto con il resto delle ore



● Ore con segnalazioni compat. DV ● Ore totali

Grafico 2: Suddivisione del totale ore con segnalazioni in ore di monitoraggio con compatibilità con direzione vento a confronto con il resto delle ore

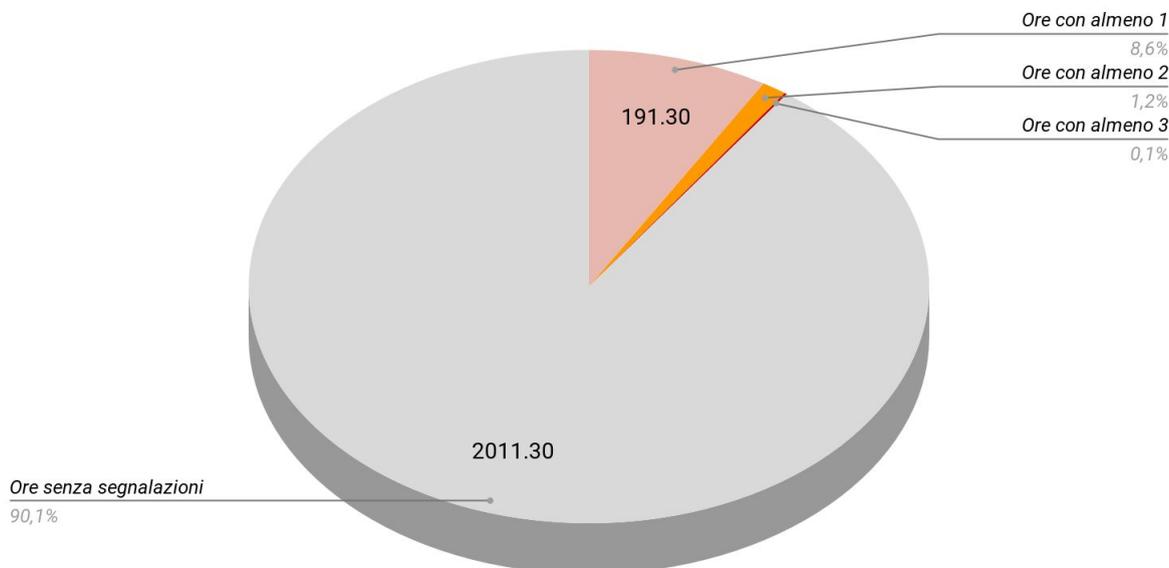


● Ore con segnalazioni non compat. DV ● Ore con segnalazioni compat. DV

Il grafico 3 illustra il numero di ore in cui sono stati comunicati disturbi olfattivi tramite segnalazione. Il numero totale di ore con segnalazioni, non validate secondo i criteri dettati dalle

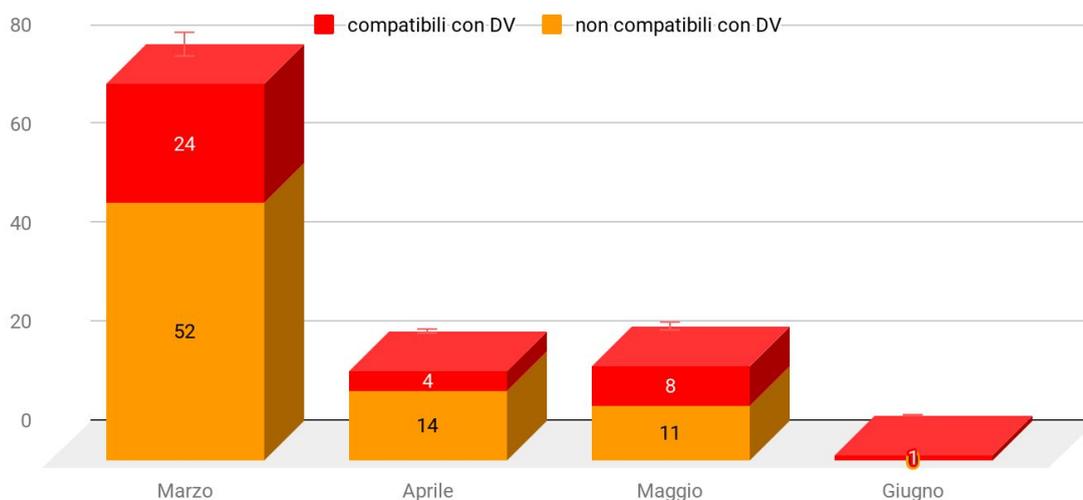
Linee Guida, è risultato essere il 9,8% rispetto al totale. Solo il 1,3% del periodo di monitoraggio è risultato avere più di una segnalazione concomitante.

Grafico 3: Suddivisione del totale ore monitorate in ore di monitoraggio con segnalazioni (una sola, 2, più di due) a confronto con le ore senza segnalazioni



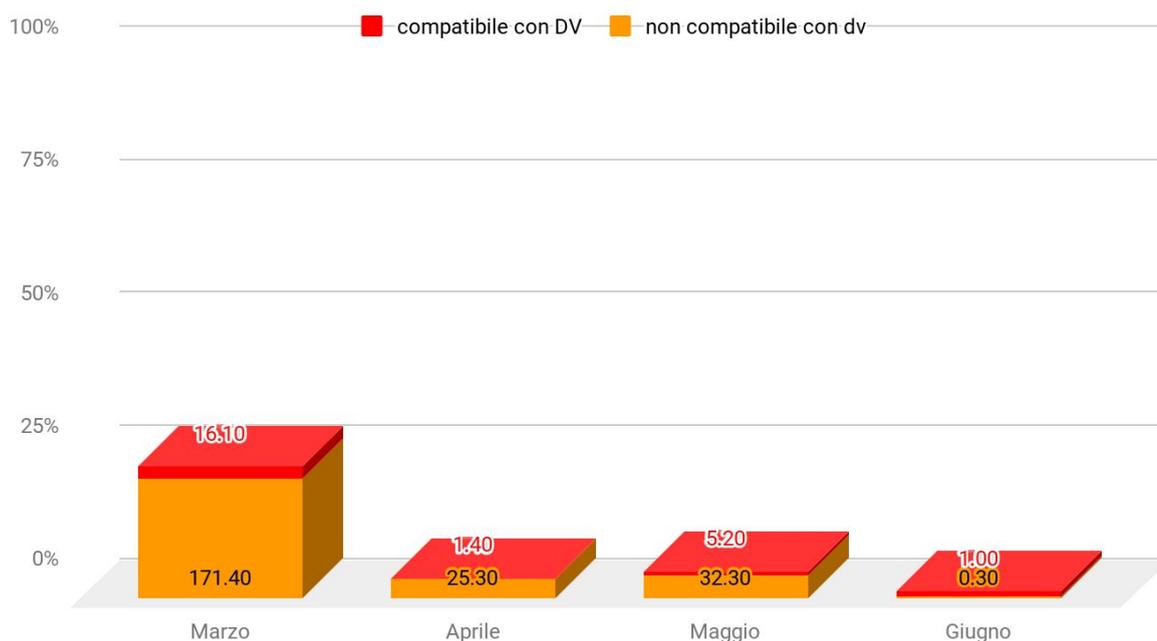
Andando a verificare la ripartizione mensile degli eventi registrati, questi possono essere raggruppati per numero segnalazioni o per durata effettiva del disturbo manifestato: questo evidenzia differenti ripartizioni e differenti incidenze della situazione riscontrata.

Grafico 4: Numero di segnalazioni suddivise per mese di monitoraggio e compatibilità o meno con direzione vento



Nel grafico sottostante viene rappresentata la percentuale di tempo effettivo compatibile con la direzione del vento rispetto a quella non compatibile sul totale delle ore mensili.

Grafico 5: Tempo con segnalazioni per mese di monitoraggio e compatibilità o meno con direzione vento



Di seguito si elencano, per ciascuna scheda analizzata, il numero di segnalazioni, la loro durata complessiva e quella compatibile con la direzione dei venti.

Anche in questo caso, il tempo di disagio effettivamente compatibile con la direzione del vento risulta essere considerevolmente inferiore rispetto a quello segnalato: meno del 10% risulta validato utilizzando i dati meteo. A partire dal decimo maggior segnalatore (come numero di segnalazioni), il periodo di segnalazione compatibile con la direzione vento risulta pressoché trascurabile (così come il numero di segnalazioni effettuate). Questi dieci segnalatori rappresentano l'83% di tutte le segnalazioni pervenute così come più del 92% del tempo segnalato.

Interessante anche denotare come le segnalazioni siano sostanzialmente equamente ripartite fra "Segnalanti" e "Non Segnalanti", sia come totale (7/15) che in questi dieci maggiori segnalatori (4/6).

Anche per questa tabella, la somma delle “ore di segnalazione” non corrisponde a quella utilizzata per verificare le effettive ore di disturbo in quanto segnalazioni sovrapposte ma eseguite da diversi soggetti sono state conteggiate separatamente.

Tabella 5: Segnalatori per numero di segnalazioni e direzione vento

N	Segnalanti/ Non Segnalanti	Aree di appartenenza dei segnalatori	Numero di segnalazioni	Ore di segnalazione	Ore seg. compatibili con la DV
1	S	Est	17	91.00	12.30
2	NS	Centro-Nord	11	74.30	6.00
3	S	Nord-est	11	9.40	2.10
4	NS	Centro-Sud	11	7.30	0.30
5	S	Ovest	11	6.10	0.10
6	NS	Sud	10	23.00	1.00
7	NS	Ovest	8	8.00	0.30
8	S	Ovest	7	2.20	0.10
9	NS	Nord	6	9.30	0.00
10	NS	Sud-Est	3	3.30	0.20
11	S	Nord	2	5.00	0.10
12	NS	Ovest	2	4.30	0.00
13	NS	Nord-est	2	3.00	0.10
14	S	Centro-Nord	2	2.00	0.10
15	NS	Nord-est	2	1.20	0.00
16	NS	Ovest	2	0.50	0.20
17	NS	Centro	2	0.20	0.00
18	NS	Est	1	1.00	0.00
19	S	Centro-Est	1	0.30	0.00
20	NS	Sud-Est	1	0.20	0.00
21	NS	Sud-Est	1	0.10	0.00
22	NS	Centro-Nord	1	0.10	0.00
TOT			114	254.20	24.10

I segnalanti avevano possibilità di indicare nella scheda l'intensità in una scala da 1 a 3 e la tipologia dell'odore percepito. Di seguito un riepilogo di tali informazioni:

Tabella 6: Intensità del disagio riscontrato

Intensità Rilevata		
1	28	25%
2	33	29%
3	43	38%
non specificato	10	9%

Tabella 7: Tipologia di odore riscontrato

Tipologia Odore Riscontrato		
Forti odori molesti non meglio specificati	10	9%
Plastica/gomma bruciata	93	82%
Legno bruciato e simili	4	4%
non specificato	7	6%

Come si può notare le intensità di disturbo sono ripartite abbastanza equamente, per quanto con una leggera predominanza del disturbo di intensità massima. Per quel che concerne invece la tipologia di odore, oltre l'80% riferisce odore di Plastica/gomma bruciata.

4.2 Conclusioni

Le normative europee prevedono generalmente che il disturbo dovuto a maleodorazioni sia da considerare non trascurabile quando incide per percentuali di tempo variabili dal 2% al 10% in funzione della tipologia di area (residenziale, agricola, industriale/artigianale, ecc.) su cui si manifesta il problema. La DGR Lombardia n°IX/3018, da noi assunta come riferimento, fissa al 2% la percentuale di tempo, rilevata tramite le annotazioni dei volontari, validate secondo i criteri esposti nel paragrafo 3.6, oltre la quale il problema delle emissioni odorigene sia da ritenere meritevole di valutazioni più approfondite.

Criterio 1: Segnalazioni contemporanee e compatibili con la direzione del vento

Su 114 segnalazioni, sono 42 quelle che si sovrappongono temporalmente per almeno un evento di 10 minuti; sono inoltre 66 quelle che risultano compatibili con la direzione del vento, anche se, come già osservato, spesso non lo siano per tutta la durata della segnalazione.

Andando a verificare in tabella sinottica quali eventi da 10 minuti presentino più segnalazioni concomitanti, otteniamo 174 eventi (1,3%); quelli che sono compatibili con la direzione del vento sono 148 (1,1%); tuttavia se verificiamo quali eventi presentino multiple segnalazioni che siano anche compatibili con la direzione vento, il risultato è zero. Ovvero, dei 13.393 eventi da 10 minuti presenti in tutto il periodo di monitoraggio, in nessuno di essi sono presenti più segnalazioni di cui più di una compatibile con la direzione vento. Così come non si sono registrati eventi con segnalazioni concomitanti provenienti dalla stessa area identificata. Il tempo di disagio validato secondo il criterio 1 è quindi lo 0%.

Criterio 2: Segnalazioni singole, prossime alla sorgente e compatibili con la direzione del vento

Sono invece 3 (0,02%) in totale gli eventi di 10 minuti che presentano una sola segnalazione ma considerata comunque "attendibile" per compatibilità con la direzione del vento e prossimità alla sorgente (distanza in linea d'aria inferiore a 600m, distanza scelta in modo tale da comprendere nel suo raggio d'azione l'area artigianale prossima allo stabilimento e la località denominata Le Spiagge).

Criterio 3: Scarto di segnalazioni remote se altri osservatori più vicini non hanno segnalato

Data l'esiguità dei risultati relativamente ai criteri precedenti, si è ritenuto in questa fase di non procedere alla verifica di questo criterio.

Una sintesi di quanto illustrato è inserita nella tabella sottostante:

Tabella 8: Riassunto della validazione dei risultati

Percentuali di tempo con segnalazioni compatibili rispetto al tempo totale dello studio

Totale senza verifica	Criterio 1			Criterio 2	Criterio 3
	Verifica Direzione Vento	Verifica Segnalazioni Multiple	Verifica Segnalazioni Multiple e DV		
1323	148	174	0	3	n/a
9,9%	1,11%	1,30%	0%	0,02%	n/a

5. Ulteriori valutazioni

In base alle schede disponibili e valutabili, nonché agli aggiustamenti che si sono resi necessari in fase di reclutamento del campione, non è stato possibile la realizzazione dell'obiettivo 2 di Individuazione di eventuali aggregazioni spazio-temporali di segnalazioni per le quali sono ipotizzabili altre esposizioni ambientali. Sono stati condotti però altri due approfondimenti che si presentano di seguito.

5.1 Produzioni in corso durante le segnalazioni

È interessante andare a valutare quali produzioni fossero in atto nel momento in cui sono state registrate segnalazioni, siano esse validate o meno.

Nella tabella sottostante sono riportati gli eventi singoli di 10 minuti che presentano almeno due segnalazioni concomitanti di cui anche una soltanto compatibile con la direzione del vento. Questo per cercare di individuare le produzioni che possano aver avuto un'influenza sulle segnalazioni stesse.

Osservando la tabella emerge come la produzione delle serie denominate "I NATURALI", "NOTORIOUS", "SAHARA", "BALDOSA" possano essere tra quelle da approfondire.

Tabella 9: Eventi con due segnalazioni contemporanee di cui almeno una compatibile con la direzione vento in relazione alle produzioni Laminam

evento	direzione vento	segnalazioni contemporanee	segnalazioni compatibili con direzione vento	produzione in corso durante l'evento
05/03/2018 11.00	WSW	2	1	I NATURALI CALAC. ORO VENATO_ST UF XL 12MM
06/03/2018 09.20	E	2	1	NOTORIOUS FEM FATALE UF XL 12MM
06/03/2018 09.30	E	2	1	NOTORIOUS FEM FATALE UF XL 12MM
06/03/2018 09.40	E	2	1	NOTORIOUS FEM FATALE UF XL 12MM

06/03/2018 09.50	E		2	1	NOTORIOUS FEM FATALE UF XL 12MM
06/03/2018 10.00	E		2	1	NOTORIOUS FEM FATALE UF XL 12MM
06/03/2018 10.10	E		2	1	NOTORIOUS FEM FATALE UF XL 12MM
06/03/2018 10.20	E		2	1	NOTORIOUS FEM FATALE UF XL 12MM
06/03/2018 10.30	E		2	1	NOTORIOUS FEM FATALE UF XL 12MM
06/03/2018 10.40	E		2	1	NOTORIOUS FEM FATALE UF XL 12MM
06/03/2018 10.50	E		2	1	NOTORIOUS FEM FATALE UF XL 12MM
06/03/2018 11.00	E		2	1	NOTORIOUS FEM FATALE UF XL 12MM
06/03/2018 11.10	E		2	1	NOTORIOUS FEM FATALE UF XL 12MM
11/03/2018 18.30	E		3	1	I NATURALI BIANCO STATUARIO VENATO_ST RIF.Z15 GRAFICA 1260X3260 UF XL 5MM
11/03/2018 18.40	E		3	1	I NATURALI BIANCO STATUARIO VENATO_ST RIF.Z15 GRAFICA 1260X3260 UF XL 5MM
11/03/2018 18.50	E		3	1	I NATURALI BIANCO STATUARIO VENATO_ST RIF.Z15 GRAFICA 1260X3260 UF XL 5MM
11/03/2018 19.00	E		3	1	I NATURALI BIANCO STATUARIO VENATO_ST RIF.Z15 GRAFICA 1260X3260 UF XL 5MM
11/03/2018 19.10	E		3	1	I NATURALI BIANCO STATUARIO VENATO_ST RIF.Z15 GRAFICA 1260X3260 UF XL 5MM
11/03/2018 19.20	E		3	1	I NATURALI BIANCO STATUARIO VENATO_ST RIF.Z15 GRAFICA 1260X3260 UF XL 5MM
12/03/2018 08.10	W		2	1	I NATURALI BIANCO STAT. VENATO E.TOWER UF XL 5MM
12/03/2018 08.30	E		3	1	I NATURALI BIANCO STAT. VENATO E.TOWER UF XL 5MM
12/03/2018 08.40	E		3	1	I NATURALI BIANCO STAT. VENATO E.TOWER UF XL 5MM
12/03/2018 09.40	E		2	1	I NATURALI BIANCO STAT. VENATO E.TOWER UF XL 5MM
27/03/2018 16.10	NE		3	1	SAHARA NOIR X LUC. UF M 6MM
27/03/2018 16.20	NE		3	1	SAHARA NOIR X LUC. UF M 6MM
27/03/2018 16.40	NE		3	1	SAHARA NOIR X LUC. UF M 6MM
27/03/2018 16.50	NE		3	1	SAHARA NOIR X LUC. UF M 6MM
30/03/2018 14.10	W		2	1	BALDOSA BASIC ICE UF XL 5MM
30/03/2018 14.50	W		2	1	BALDOSA BASIC ICE UF XL 5MM

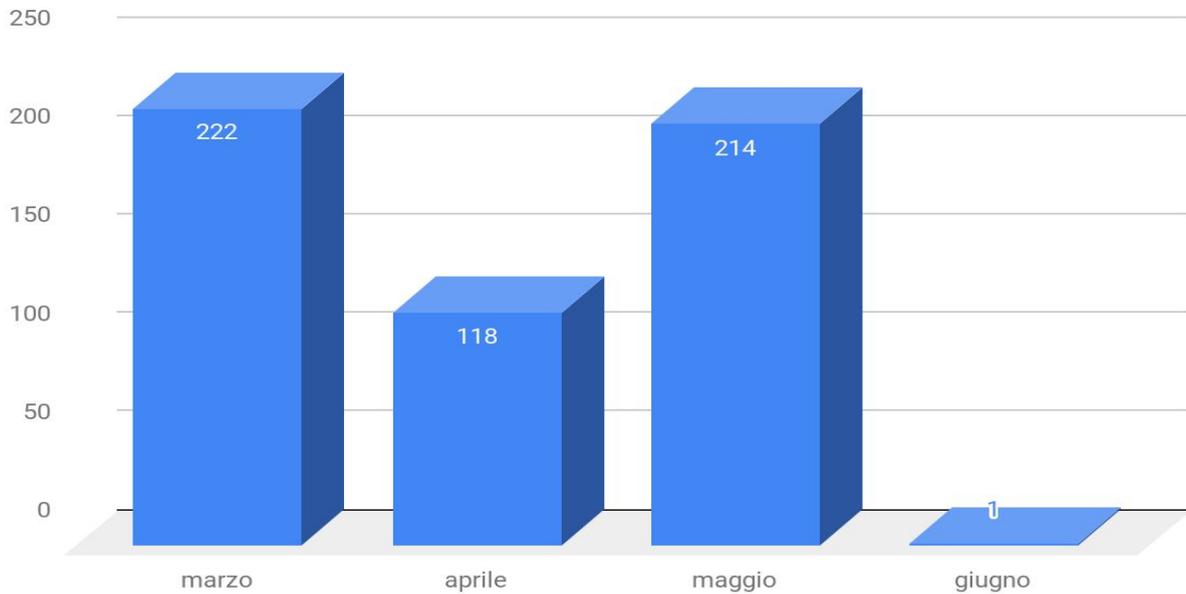
30/03/2018 15.20	W		2	1	BALDOSA BASIC ICE UF XL 5MM
30/03/2018 15.30	W		2	1	BALDOSA BASIC ICE UF XL 5MM
30/03/2018 15.50	W		2	1	BALDOSA BASIC ICE UF XL 5MM
30/03/2018 16.10	W		2	1	BALDOSA BASIC ICE UF XL 5MM
30/03/2018 16.20	W		2	1	BALDOSA BASIC ICE UF XL 5MM
30/03/2018 16.40	W		2	1	BALDOSA BASIC ICE UF XL 5MM
30/03/2018 16.50	W		2	1	BALDOSA BASIC ICE UF XL 5MM
30/03/2018 17.00	W		2	1	BALDOSA BASIC ICE UF XL 5MM

5.2 Valutazioni delle SIA esterne al Panel

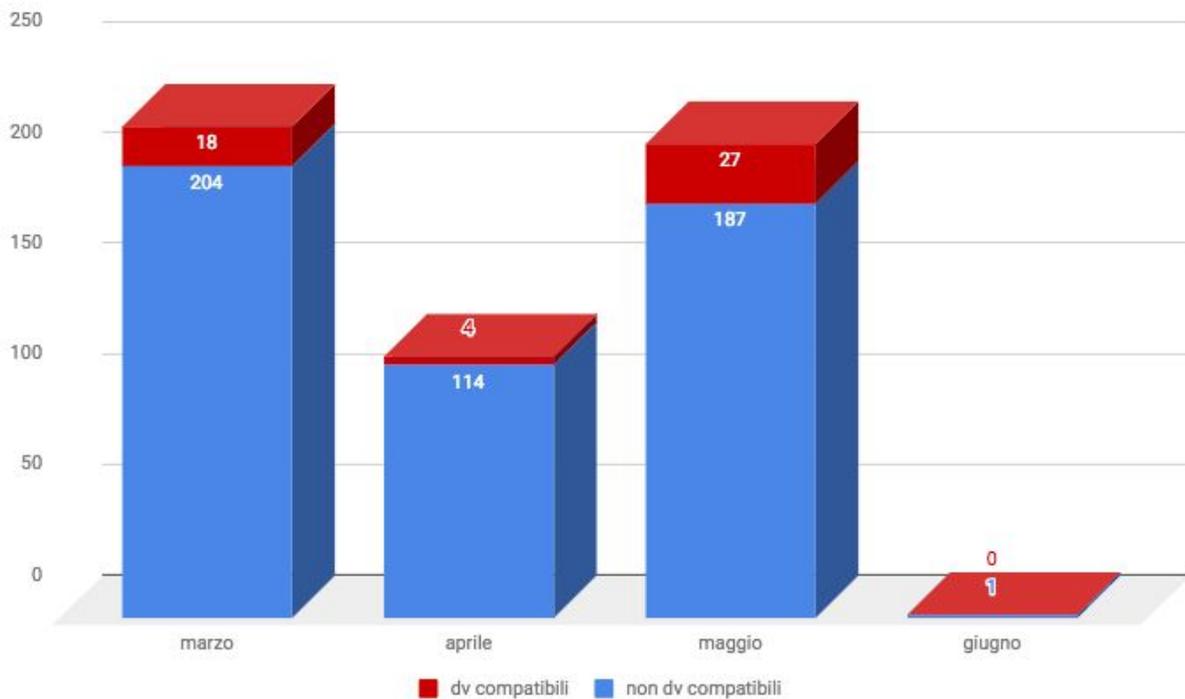
Può essere interessante fare una comparazione fra le segnalazioni raccolte nel presente studio e le Segnalazioni di Inconvenienti Ambientali (SIA) giunte ai centralini di Arpae durante il medesimo periodo di monitoraggio.

Chiaramente la comparabilità è relativa in quanto le informazioni che arrivano tramite le SIA raramente comprendono la durata dell'evento e la loro georeferenziazione non è sempre precisa e definita come si è potuto invece fare con il panel. Tuttavia, tenendo conto degli ovvi limiti di approssimazione necessari, si tratta di un approfondimento che può far nascere ulteriori considerazioni.

Durante il periodo interessato sono arrivate ai centralini Arpae 555 segnalazioni, di cui 222 nel mese di marzo, 118 nel mese di aprile e 214 nel mese di maggio (una sola nel mese di giugno). Queste segnalazioni sono state effettuate da 130 segnalatori distinti, sebbene oltre il 50% di esse da soli 13 segnalatori e ben il 28% da 2 soli segnalatori.



Anche in questo caso il numero di SIA compatibili con la direzione vento in quel momento è considerevolmente inferiore a quello delle totali, ovvero solo 49 su 555 (l'8,8%) risultano compatibili con la direzione vento.



Se andassimo a “validare” gli eventi con almeno una segnalazione del panel compatibile con la

direzione del vento verificando che contemporaneamente sia stata eseguita almeno una SIA tramite centralino o URP Arpae, otterremmo come risultato 13 eventi, ovvero 2 ore e 10 minuti, pari allo 0,1% del tempo totale. Anche in questo caso ampiamente sotto la soglia del 2%. Andando a verificare la compatibilità DV anche delle SIA, il numero di eventi scenderebbe ulteriormente a 2 (0,01%).

ALLEGATO 1

modulo facsimile scheda cartacea

Scheda Rilevazione Disturbo Olfattivo

Progetto monitoraggio Odori Borgo Val di Taro

Segnalatore				Foglio n.
Indirizzo		Comune		Codice segnalatore
Presenza segnalatore presso la postazione:		Continuativa 24/24 <input type="checkbox"/>	(d) Eventuale orario in cui normalmente l'abitazione è vuota causa lavoro degli abitanti: dalle _____ alle _____	

Segnalazione delle percezioni di odori

Si chiede gentilmente di segnalare **solo gli odori** per i quali si è attivato il monitoraggio.

DATA	ORA INIZIO	ORA FINE	INTENSITA' DEL DISTURBO			TIPOLOGIA ODORE 1-plastica/gomma bruciata; 2-legno bruciato e simili; 3-forti odori molesti non meglio specificati
			Debole	Media	Intensa	

Si autorizza, ai sensi dell'art. 13 del D.lgs 196/2003, l'acquisizione e il trattamento dei dati personali SOLO ed ESCLUSIVAMENTE ai fini del presente monitoraggio in atto. La presentazione dei risultati conseguiti avverrà SOLO in forma anonima, tutelando l'identità dei segnalatori.

Firma

Allegato 4

A cura di : Andrea Farioli - UO Medicina del Lavoro - Azienda Ospedaliero Università di Bologna; Rosanna Giordano – Dipartimento Sanità Pubblica Ausl Parma

VALUTAZIONE DELLA MORTALITÀ

In questo paragrafo presentiamo i dati dell'analisi di mortalità per comune nella provincia di Parma relativa al quadriennio 2014-2017. Questi dati sono complementari all'ultima versione dell'Atlante della Mortalità in Emilia-Romagna 2009-2013 pubblicato dalla Regione (<http://assr.regione.emilia-romagna.it/it/servizi/pubblicazioni/dossier/doss257>).

Metodi statistici

Per evidenziare le variazioni in eccesso o in difetto dell'incidenza di una malattia in una determinata area rispetto ad una popolazione di riferimento (es. popolazione generale italiana), tenendo conto dell'effetto dell'età e del sesso, si possono calcolare i "rapporti standardizzati di incidenza" (comunemente indicati con l'acronimo SIR derivato dalla dicitura inglese Standardised Incidence Ratio). Nel caso specifico dello studio della mortalità, detti rapporti possono assumere il nome di "rapporti standardizzati di mortalità" (Standardized Mortality Ratio, SMR).

Gli SMR sono rapporti calcolati tra tassi di incidenza, che a loro volta identificano un rapporto (numero di nuovi casi su numero di soggetti). Gli SMR per una certa patologia vengono stimati a partire da tassi di incidenza che sono "specifici per sesso, periodo di calendario ed età" perché relativi ai nuovi casi insorti tra persone dello stesso sesso di una certa classe d'età in un certo periodo, nella popolazione di riferimento. Tali tassi vengono moltiplicati per la numerosità dei soggetti a rischio in ogni strato di età e sesso nella popolazione di interesse e i valori ottenuti vengono sommati per calcolare il numero di "casi attesi", ossia il numero di casi che si sarebbe osservato nella coorte analizzata se l'incidenza fosse stata uguale a quella osservata nella popolazione di riferimento.

Una volta calcolato il valore atteso, lo SMR è stimato facendo il rapporto tra il numero di casi realmente osservati e quello atteso ($SMR = \text{Osservati}/\text{Attesi}$). In ultima analisi, lo SMR indica la proporzione (o la percentuale se si moltiplica per 100) dello scostamento del numero di casi osservati rispetto a quelli attesi.

Gli SMR devono essere corredati da una misura di incertezza statistica per consentire una corretta interpretazione dei dati (inferenza): gli intervalli di confidenza (IC) (usualmente, ma non necessariamente,

stimati con il "metodo esatto" assumendo una distribuzione di Poisson). Tradizionalmente, il livello di

confidenza accettato nella pratica epidemiologica è il 95%; si accetta quindi una possibilità di risultati “falsi positivi” pari al 5%.

La tabella 1 riporta dei criteri comunemente utilizzati per interpretare gli SMR ed i loro IC.

Tabella 1. Interpretazione proposta per i rapporti standardizzati di mortalità (SMR) ed i relativi intervalli di confidenza (IC).

Rapporto standardizzato di mortalità (SMR)	Intervallo di confidenza al 95%	Interpretazione
<1	Non include l'unità	Esiste evidenza statistica a supporto dell'ipotesi che l'incidenza nella coorte sia minore rispetto alla popolazione di riferimento
<1	Include l'unità	I dati suggeriscono che l'incidenza nella coorte sia minore rispetto alla popolazione di riferimento, ma l'evidenza statistica a supporto di tale ipotesi è limitata
1	Include l'unità	La coorte presenta un'incidenza pari a quella della popolazione di riferimento
>1	Include l'unità	I dati suggeriscono che l'incidenza nella coorte sia maggiore rispetto alla popolazione di riferimento, ma l'evidenza statistica a supporto di tale ipotesi è limitata
>1	Non include l'unità	Esiste evidenza statistica a supporto dell'ipotesi che l'incidenza nella coorte sia maggiore rispetto alla popolazione di riferimento

Standardizzazione interna

La "standardizzazione interna" è una particolare applicazione del metodo di standardizzazione indiretta in cui il termine di riferimento è la somma totale delle popolazioni studiate. Nello specifico, applicando questo metodo, abbiamo confrontato il numero di casi osservati in ogni comune con il numero di casi attesi calcolato applicando i tassi di mortalità provinciali. Tutte le analisi sono aggiustate per età e per sesso.

Database utilizzati

L'analisi è stata condotta a livello di comune, massima disaggregazione territoriale possibile utilizzando dati correnti.

Il numero di decessi è stato desunto dagli archivi AUSL; per ogni decesso avvenuto nella Provincia, il database include l'informazione su il comune di residenza, la data di nascita, il sesso, la data di morte e la

causa iniziale del decesso (la patologia o stato morboso individuata come iniziale responsabile del concatenamento di patologie che hanno portato alla morte). Per le analisi, l'età è stata raggruppata in classi quinquennali (es. 0-4, 5-9, 10-14...) fino all'ultima classe aperta (95+).

I dati sulla popolazione residente in ogni comune sono stati tratti dal sito <http://demo.istat.it>. Per ognuno dei quattro anni studiati, è stata acquisita l'informazione sulla popolazione residente al primo gennaio, stratificata per età (classi) e sesso. Per uniformare la suddivisione territoriale, mutata nel corso del periodo studiato, sono stati fatti i seguenti aggiustamenti:

1. il comune Sissa Trecasali (ISTAT 34049), nato dalla fusione di Sissa (34034) e Trecasali (34043) nel 2014, è stato considerato come un'unica entità territoriale in tutto il quadriennio;
2. il comune Polesine Zibello (ISTAT 34050), nato dalla fusione di Polesine Parmense (34029) e Zibello (34048) nel 2016 è stato considerato come un'unica entità territoriale in tutto il quadriennio.

Cause di decesso studiate

Nel database di mortalità la causa iniziale è codificata sulla base della International Classification of Diseases versione 10 (ICD-10, <https://icd.who.int/browse10/2010/en#/>).

Sono state analizzate le seguenti cause (la struttura dell'elenco rappresenta il livello di raggruppamento):

- tutte le cause (tutti gli ICD-10)
 - a. cause di morte naturale (ICD-10 A00-R99)
 - i. tumori (ICD-10 C00-D48)
 1. tumori maligni dell'apparato respiratorio e degli organi intratoracici (C30-C39)
 2. tumori maligni del tessuto linfatico, ematopoietico e tessuti correlati (C81-C96)
 - ii. malattie del sistema circolatorio (I00-I99)
 - iii. malattie del sistema respiratorio (J00-J99)

Per tutti i gruppi di patologie sono stati calcolati gli SMR. Una rappresentazione grafica (mappe per comune, in cui gli SMR sono indicati con la più ampia dicitura SIR), con dato disaggregato maschi/femmine, sono state predisposte per le cause di I, II e III livello; non è stato possibile condurre tale approccio per i sottogruppi di neoplasie a causa del ridotto numero di casi nelle piccole municipalità.

Risultati

I SIR calcolati per il comune di Borgo Val di Taro sono riportati in Tabella 2.

Causa iniziale del decesso	Decessi		SMR	(IC 95%)
	Osservati	Attesi		
Tutte le cause (tutti gli ICD-10)	439	388,1	1,13	(1,03-1,24)
Cause di morte naturale (ICD-10 A00-R99)	418	375,0	1,11	(1,01-1,23)
Tumori (ICD-10 C00-D48)	109	111,7	0,98	(0,80-1,18)
Tumori maligni dell'apparato respiratorio e degli organi intratoracici (C30-C39)	20	18,8	1,07	(0,65-1,65)
Tumori maligni del tessuto linfatico, ematopoietico e tessuti correlati (C81-C96)	11	9,4	1,17	(0,58-2,10)
Malattie del sistema circolatorio (I00-I99)	180	139,8	1,29	(1,11-1,49)
Malattie del sistema respiratorio (J00-J99)	24	25,9	0,93	(0,59-1,38)

Nelle pagine seguenti sono riportate le mappe degli SMR per le seguenti cause:

- tutte le cause (tutti gli ICD-10)
 - a. cause di morte naturale (ICD-10 A00-R99)
 - i. tumori (ICD-10 C00-D48)
 - ii. malattie del sistema circolatorio (I00-I99)
 - iii. malattie del sistema respiratorio (J00-J99)

I SIR sono stati raggruppati secondo categorie stabilite a priori: marcata riduzione della mortalità, SMR < 0,7; lieve riduzione della mortalità, SMR da 0,7 a 0,9 (escluso); mortalità in linea con la Provincia, SMR da 0,9 a 1,1 (escluso); lieve aumento della mortalità, SMR da 1,1 a 1,3 (escluso); marcato aumento della mortalità, SMR maggiore o uguale ad 1,3.

Per ogni causa, prima è riportato il dato complessivo, poi il dato disaggregato maschi e femmine.

Il comune di Borgo Val di Taro è identificabile dai confini tracciati con linea più spessa.

Figura 1a. Tutte le cause (tutti gli ICD-10), entrambi i sessi.

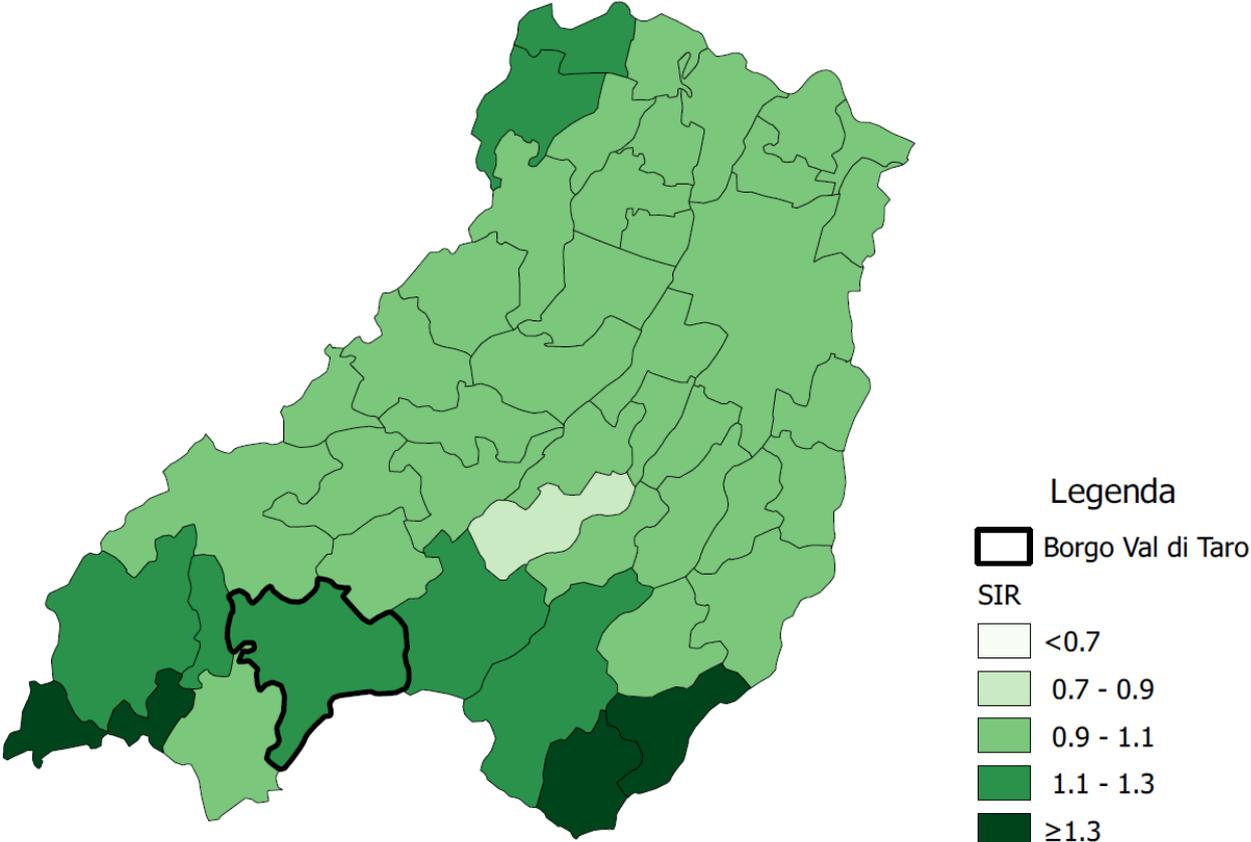


Figura 1b. Tutte le cause (tutti gli ICD-10), femmine.

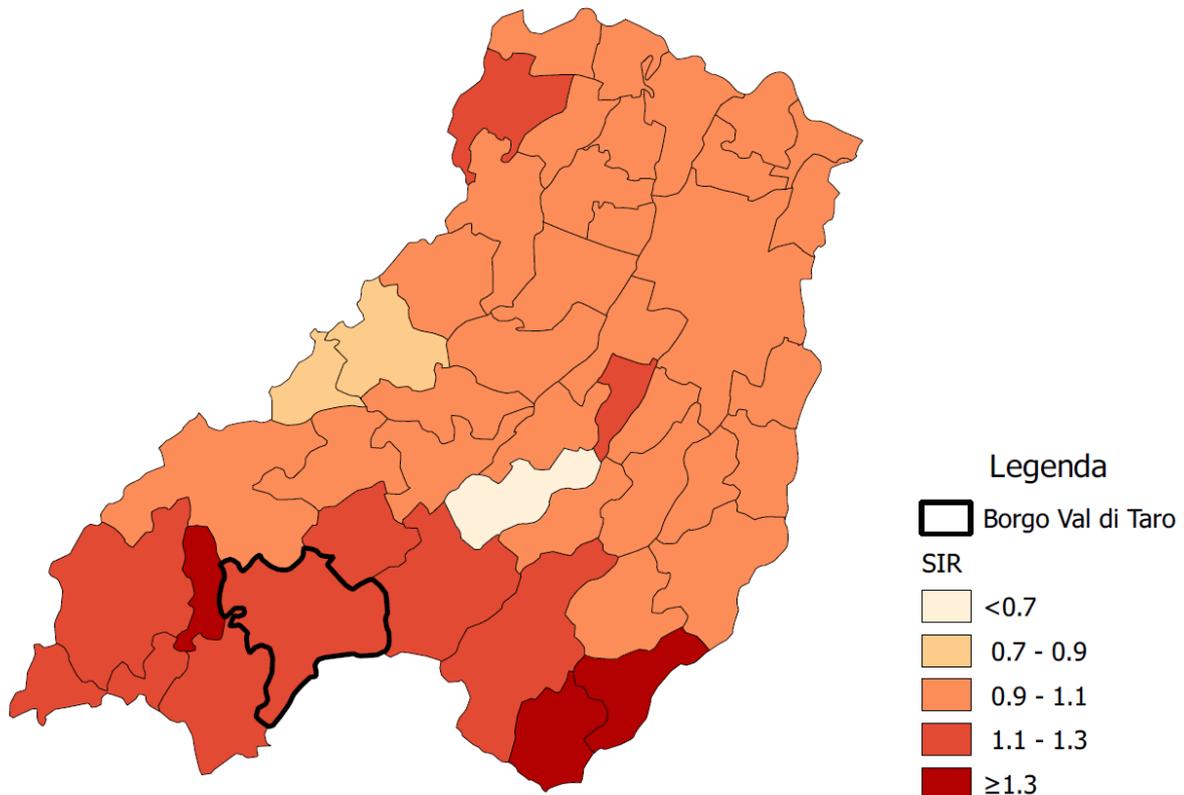


Figura 1c. Tutte le cause (tutti gli ICD-10), maschi.

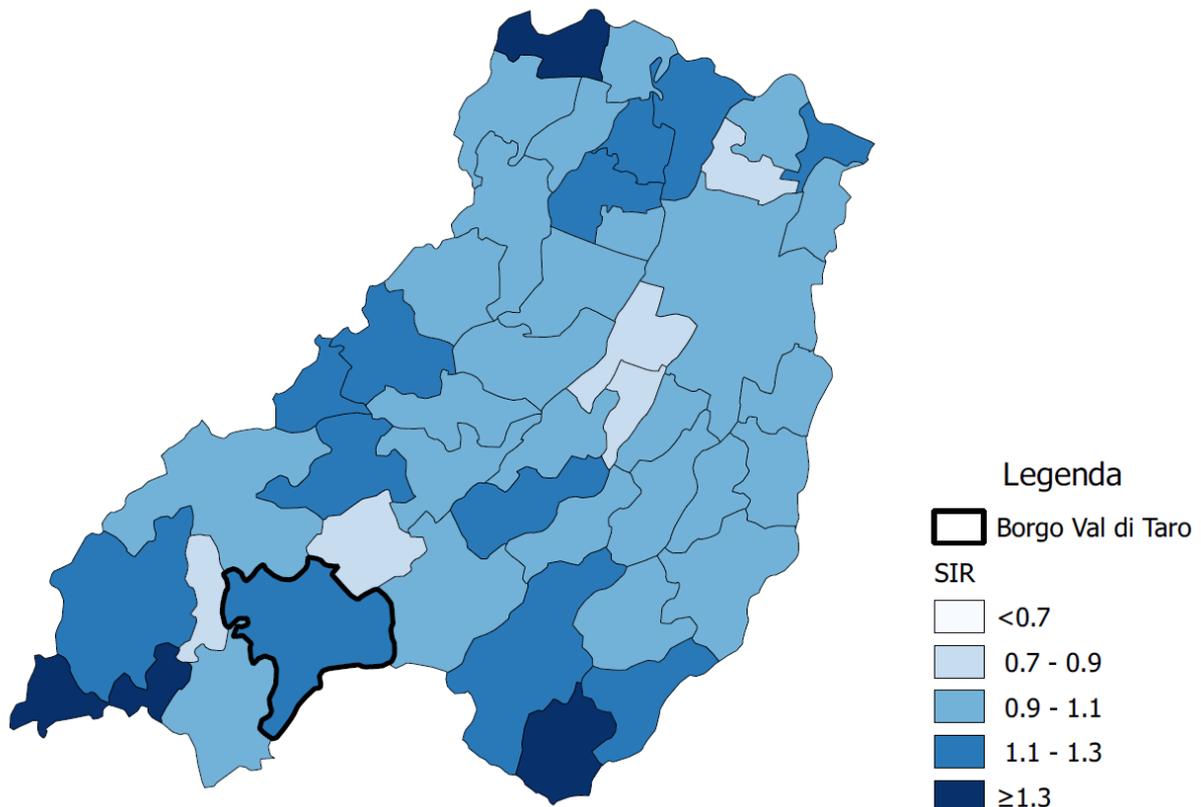


Figura 2a. Cause di morte naturale (ICD-10 A00-R99), entrambi i sessi.

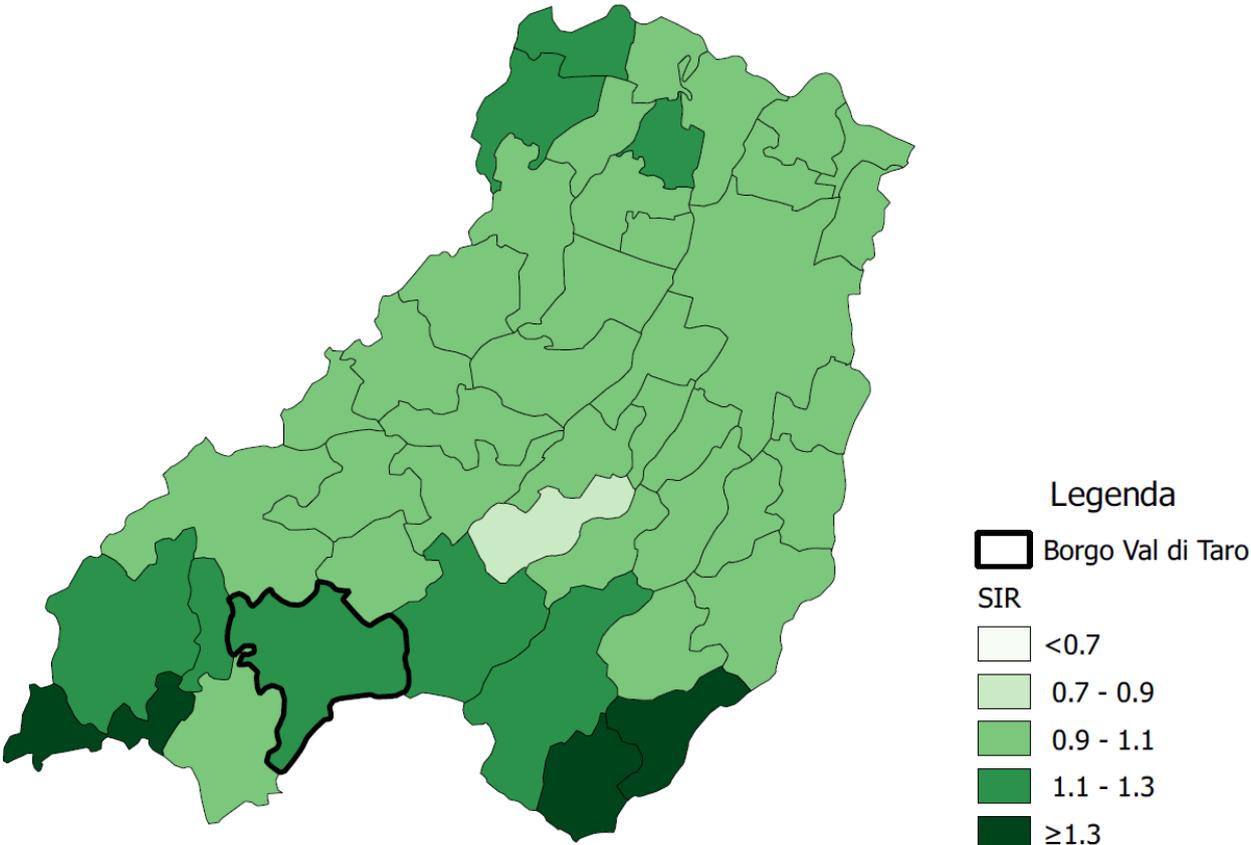


Figura 2b. Cause di morte naturale (ICD-10 A00-R99), femmine.

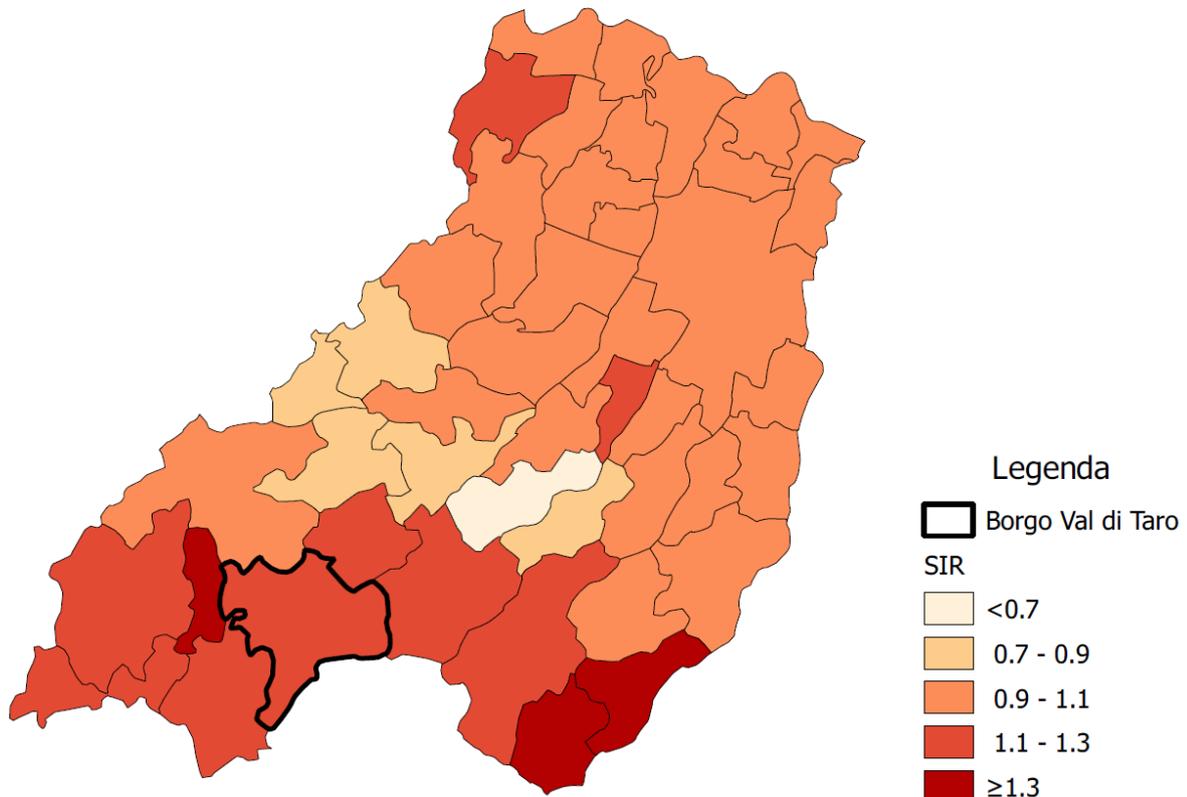


Figura 2c. Cause di morte naturale (ICD-10 A00-R99), maschi.

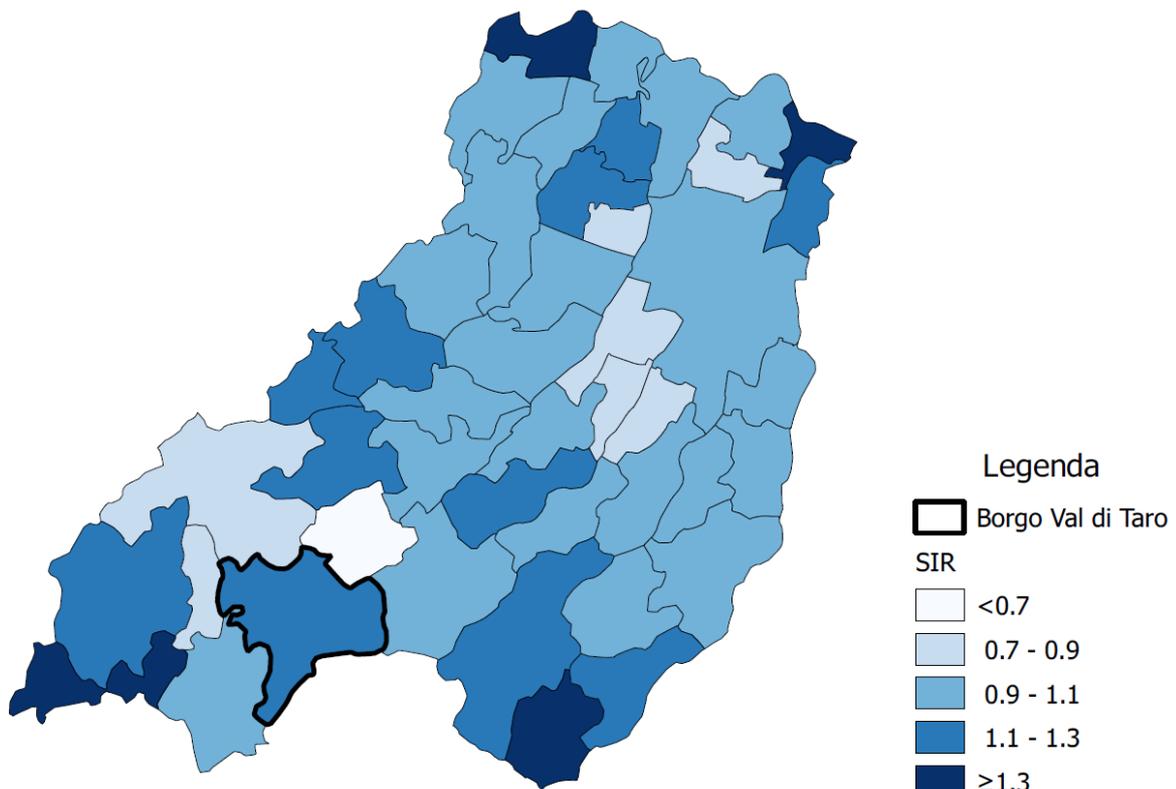


Figura 3a. Tumori (ICD-10 C00-D48), entrambi i sessi.

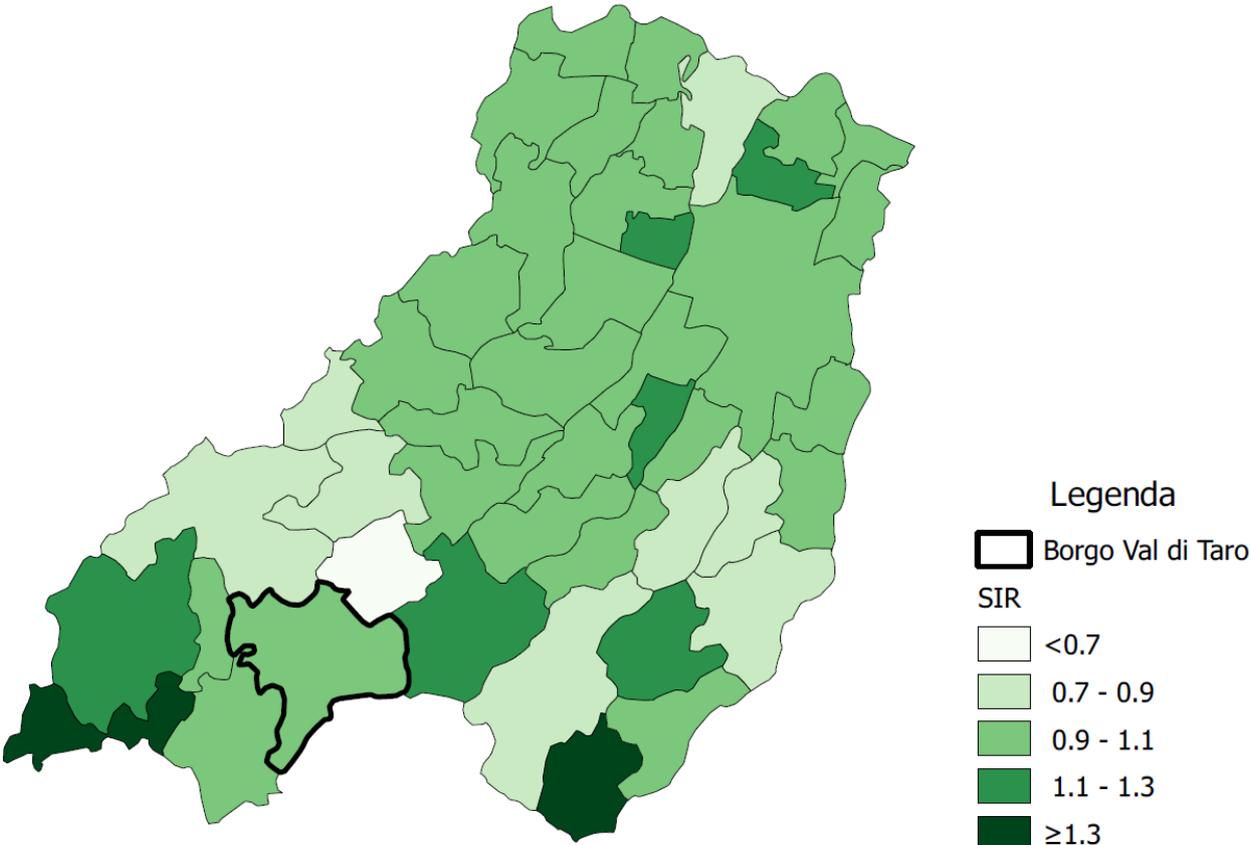


Figura 3b. Tumori (ICD-10 C00-D48), femmine.

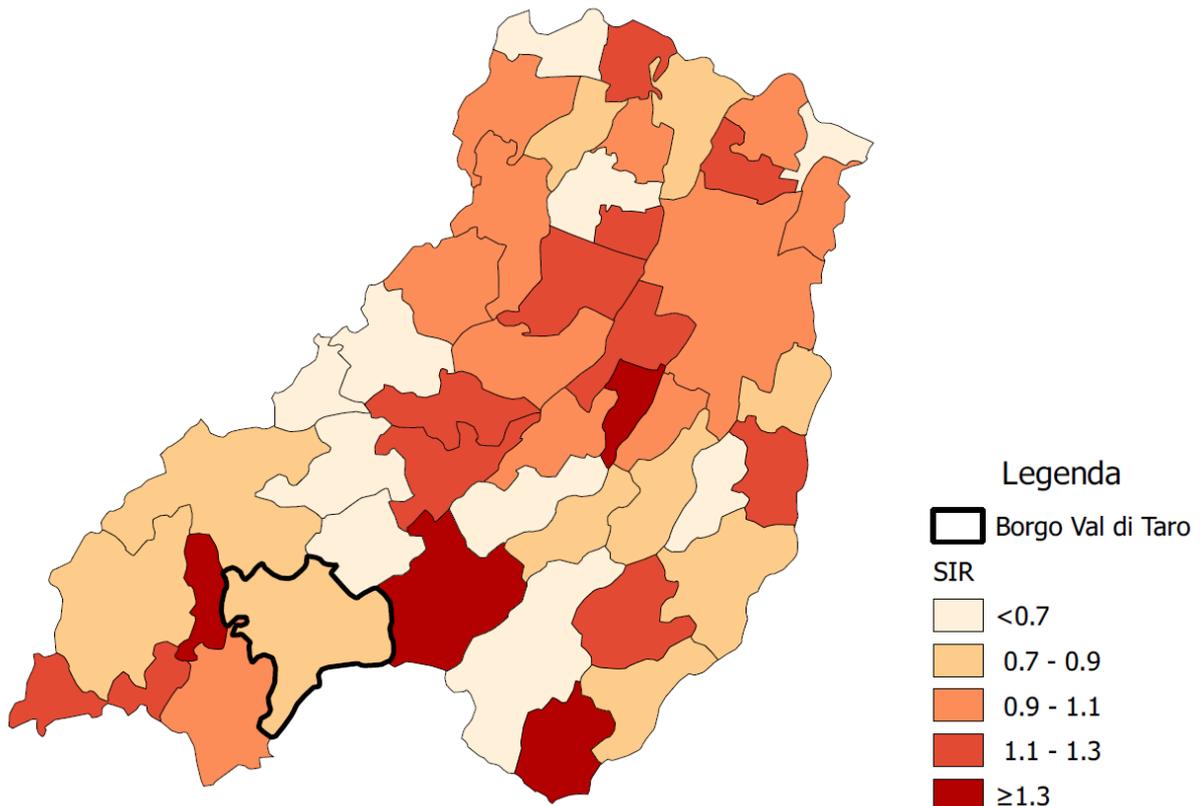


Figura 3c. Tumori (ICD-10 C00-D48), maschi.

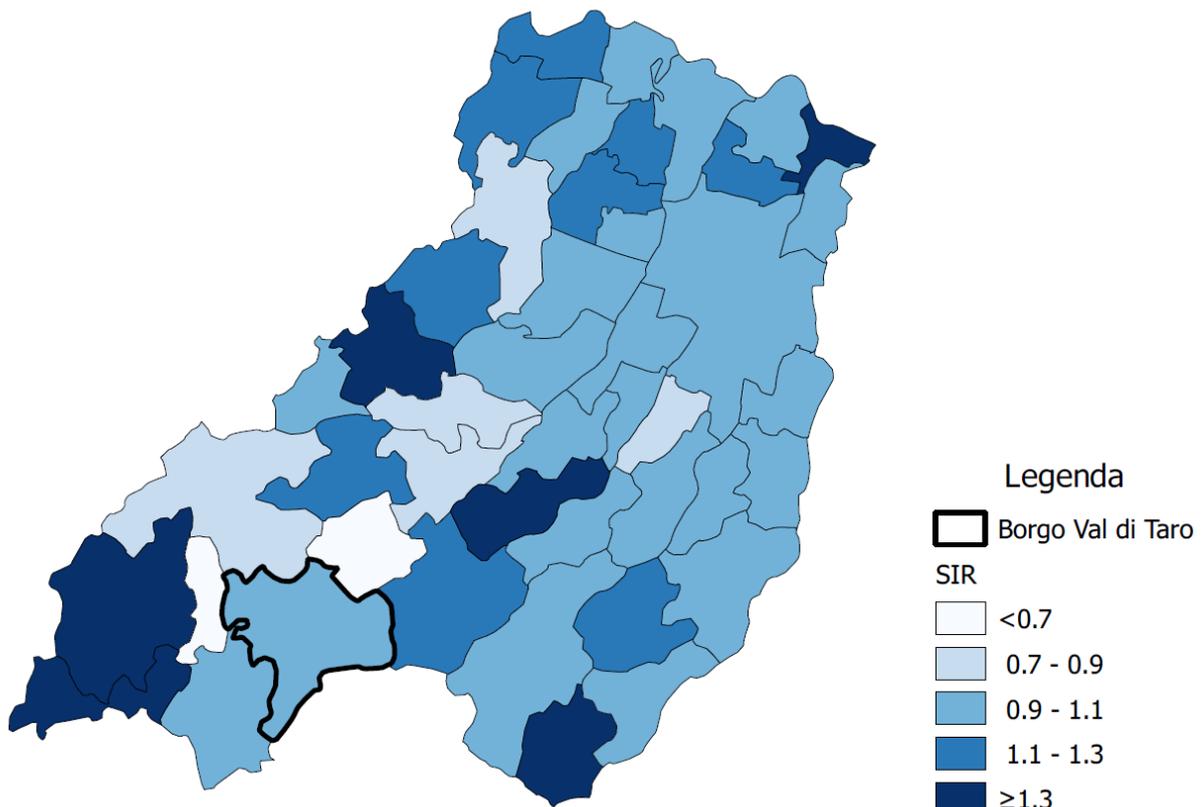


Figura 4a. Malattie del sistema circolatorio (I00-I99), entrambi i sessi.

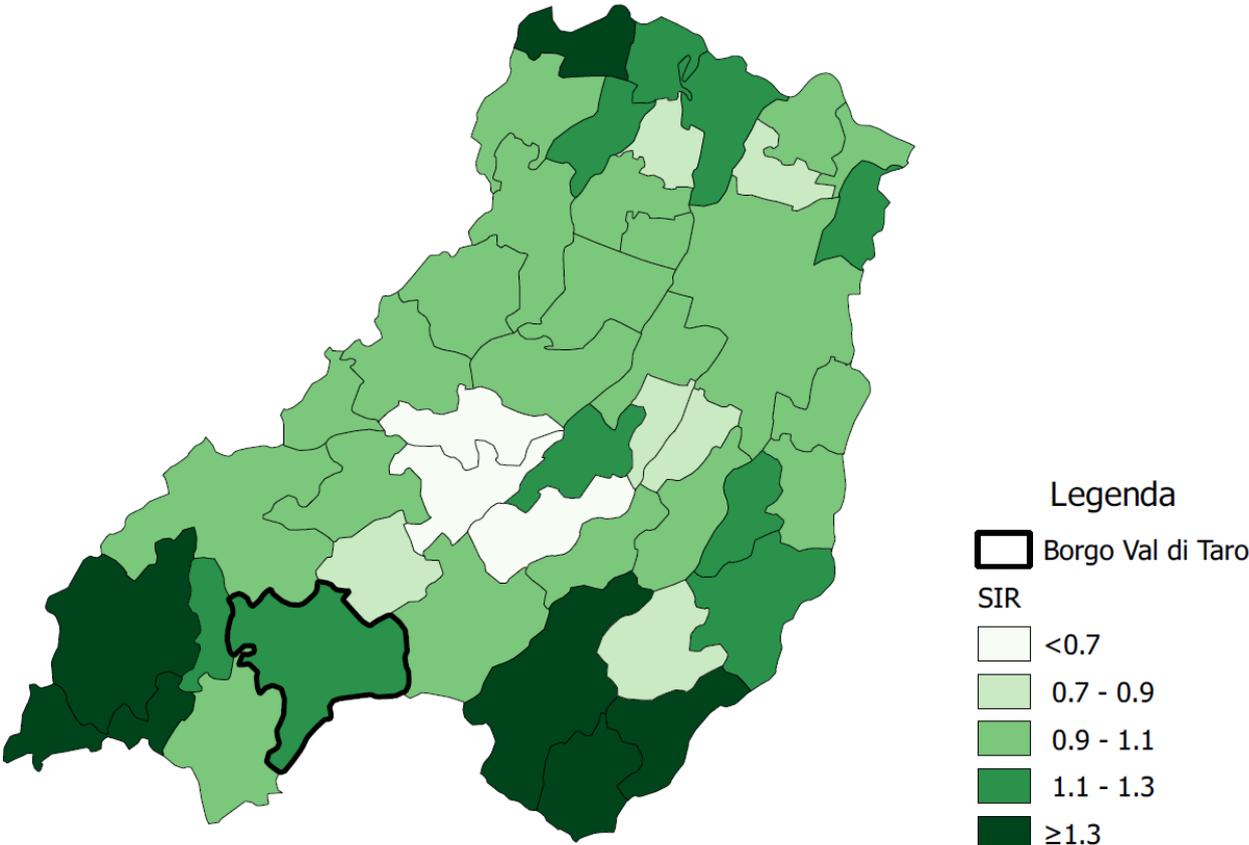


Figura 4b. Malattie del sistema circolatorio (I00-I99), femmine.

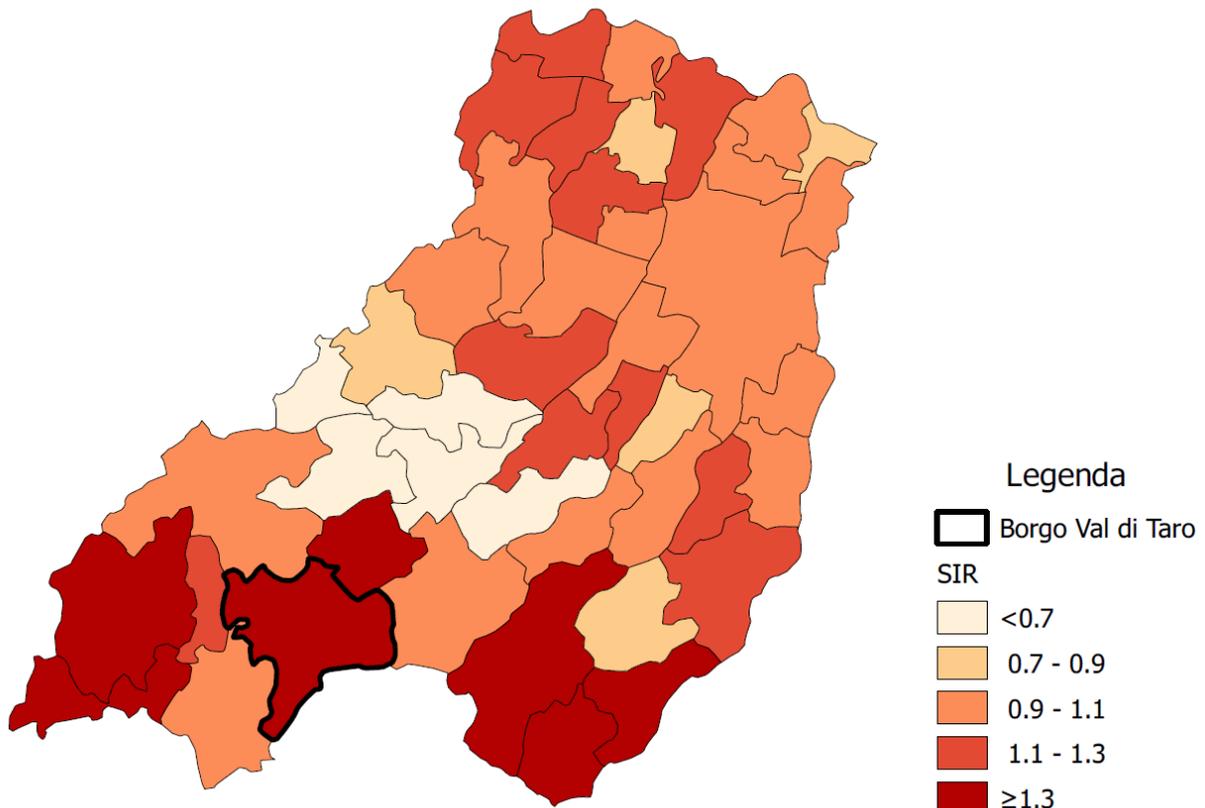


Figura 4c. Malattie del sistema circolatorio (I00-I99), maschi.

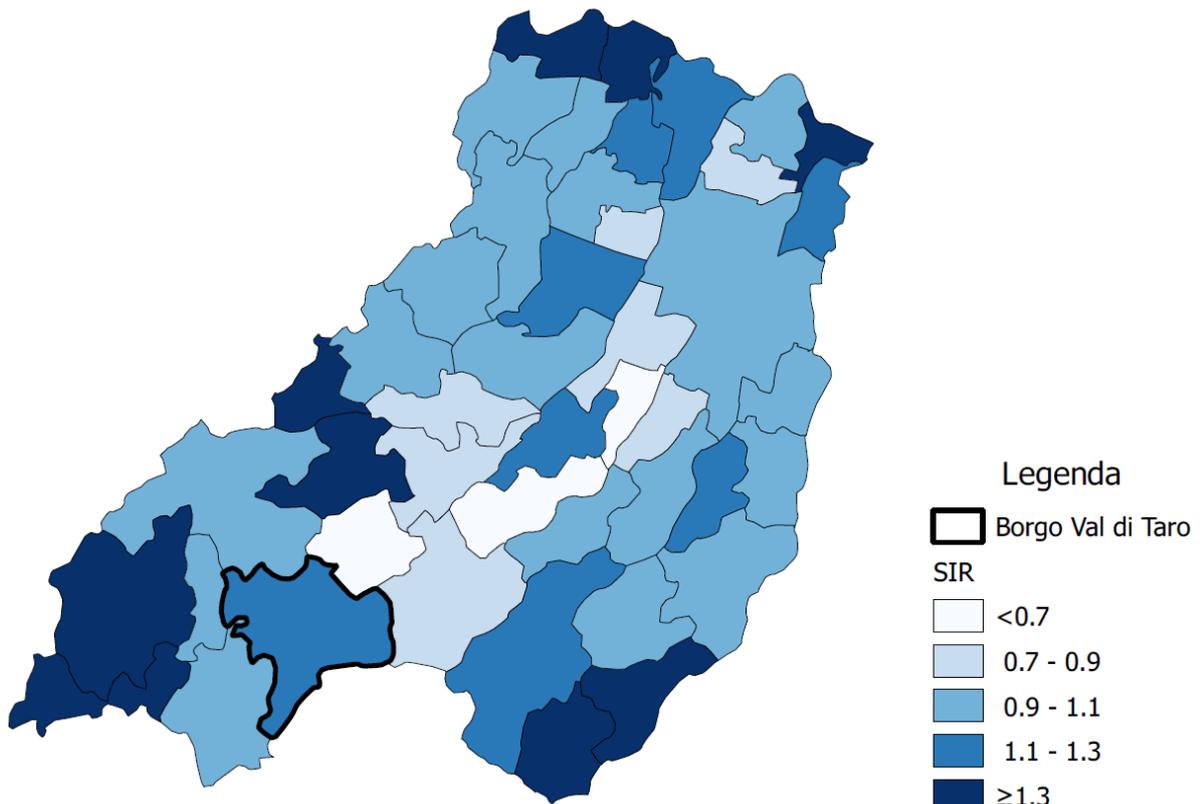


Figura 5a. Malattie del sistema respiratorio (J00-J99), entrambi i sessi.

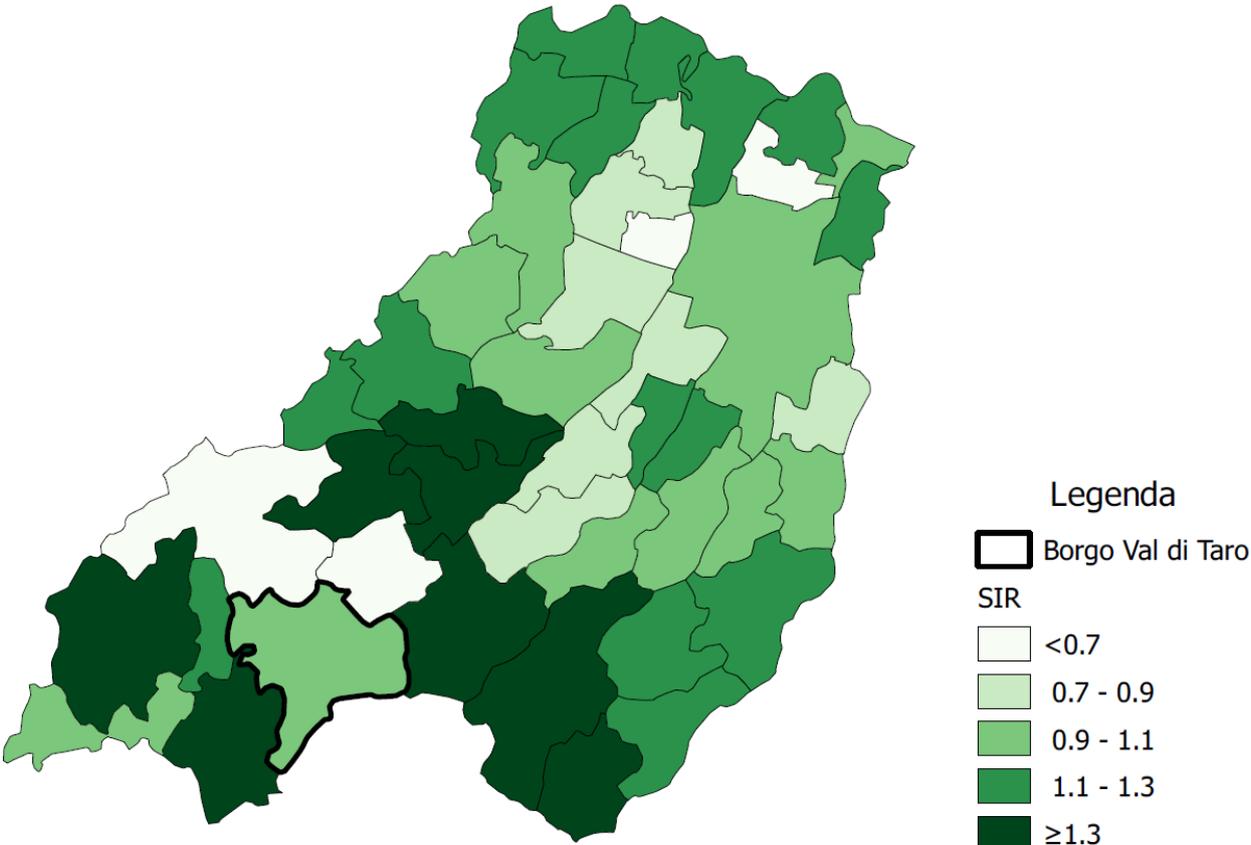


Figura 5b. Malattie del sistema respiratorio (J00-J99), femmine.

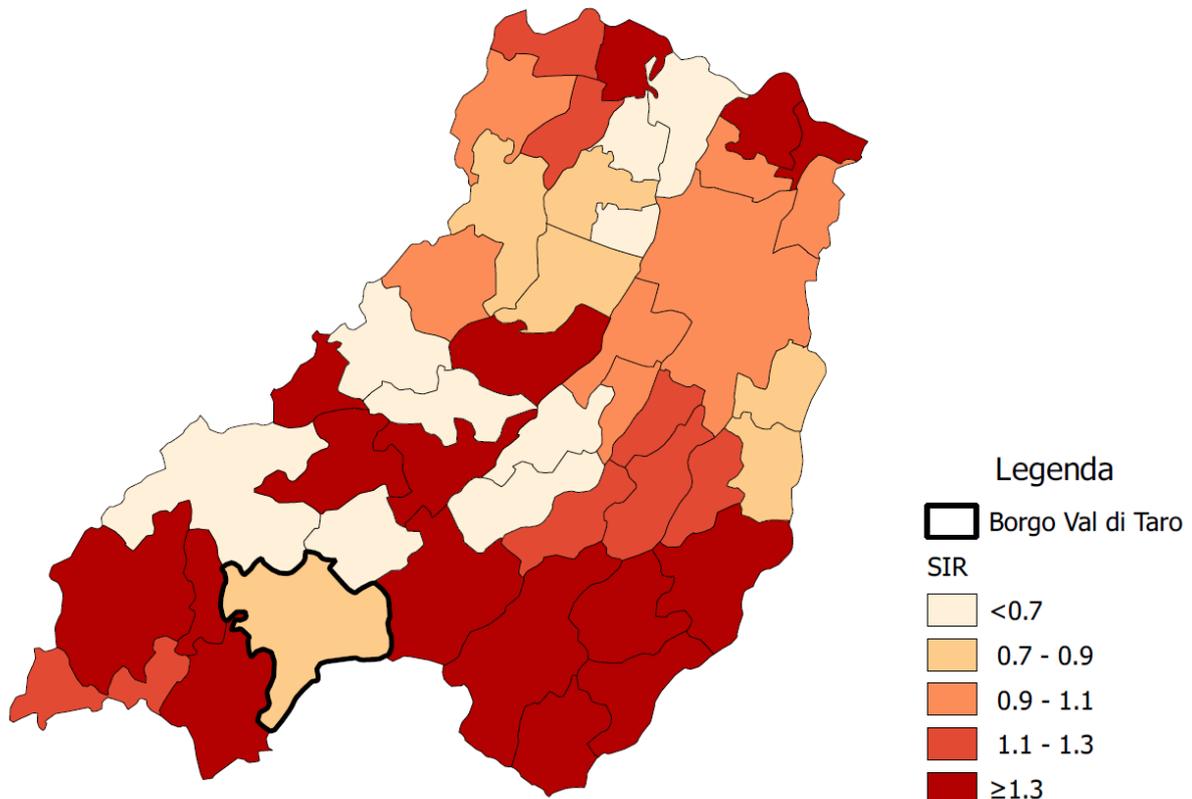
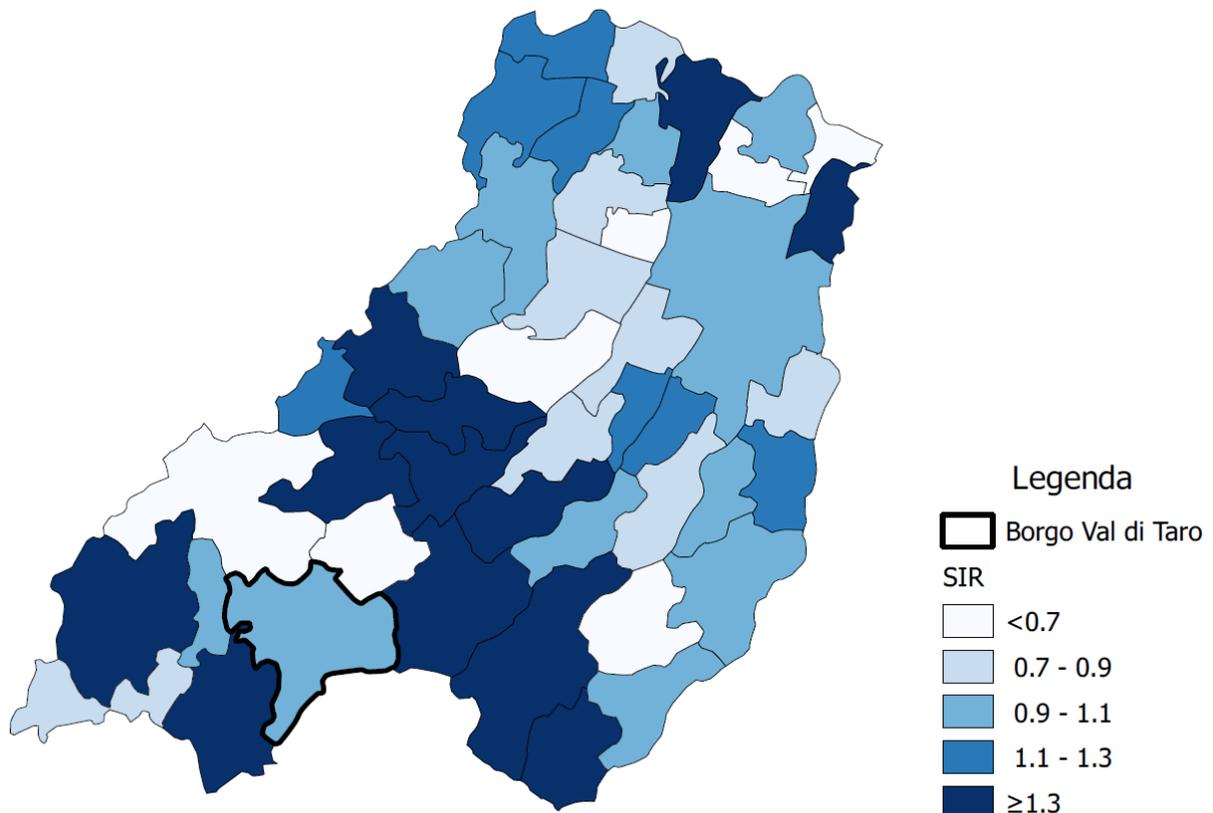


Figura 5c. Malattie del sistema respiratorio (J00-J99), maschi.



Interpretazione dei risultati.

Nel periodo studiato (2014-2017), la mortalità generale registrata a Borgo Val di Taro è stata del 13% superiore all'atteso rispetto ai tassi provinciali. Il dato è in linea con quello dei comuni dell'alto appennino parmense.

Come atteso, il dato sulla mortalità per cause naturali è strettamente in linea con quello sulla mortalità per tutte le cause; i decessi per cause esterne contribuiscono in misura molto ridotta alla mortalità complessiva.

Per i tumori, non si registra alcun eccesso di mortalità (il valore osservato è del 2% inferiore all'atteso). Lo studio di specifici gruppi di siti tumorali (tumori maligni dell'apparato respiratorio e degli organi intratoracici e tumori maligni del tessuto linfatico, ematopoietico e tessuti correlati) è reso difficile dal ridotto numero di eventi registrati.

Al contrario, lo studio delle malattie del sistema circolatorio dimostra un eccesso di mortalità del 29%, con un aumento anche più marcato tra le donne. È l'eccesso di malattie del sistema circolatorio a giustificare l'aumento di mortalità complessivamente osservato per le cause naturali. Difatti la differenza tra decessi attesi e osservati per le cause naturali è pari a 51, mentre la differenza per le sole malattie del sistema circolatorio (sottogruppo delle cause naturali) è pari a ben 40 eventi. Anche in questo caso, tuttavia, il dato del comune di Borgo Val di Taro è in linea con quello di molti altri comuni dell'alto appennino parmense.

Per le malattie del sistema respiratorio, non emerge nessun segno di aumento dell'incidenza a Borgo Val di Taro (osservato inferiore del 7% all'atteso). Si noti che il comune di Borgo Val di Taro è uno dei pochi della fascia alta appenninica a non mostrare segni di aumento della mortalità per questo gruppo di cause.

Allegato 5

A cura di: Angelo Cecinato, Silvia Mosca - Istituto sull'inquinamento Atmosferico, CNR



CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto sull'Inquinamento Atmosferico
<http://www.iaa.cnr.it>

Valutazione delle emissioni derivanti dalle lavorazioni effettuate presso l'impianto “Laminam” situato in Borgo Val di Taro

RELAZIONE CONCLUSIVA

(Marzo 2019)



Responsabile scientifico

Dott. M. Rotatori

Gruppo di lavoro

Dott.ssa S. Mosca, Dott.ssa C. Balducci, Dott.ssa M. Cerasa, Dott. E. Guerriero, Dott.ssa V. Colapicchioni, sig. M. Perilli, sig. G. Esposito

Redazione:

Dott.ssa C. Balducci, Dott.ssa M. Cerasa, Dott. Angelo Cecinato, Dott.ssa V. Colapicchioni, Dott. E. Guerriero, Dott.ssa S. Mosca



INDICE

1	PREMESSA	5
2	INTRODUZIONE	7
2.1	INQUADRAMENTO DELL'AREA	7
2.2	L'IMPIANTO LAMINAM S.P.A.	7
2.2.1	<i>Quadro produttivo-impiantistico</i>	7
3	CAMPIONAMENTO E METODI DI ANALISI.....	10
3.1	MISURE PRELIMINARI	10
3.1.1	<i>Determinazione dell'acqua di emissione</i>	10
3.1.2	<i>Misura della portata delle emissioni</i>	10
3.2	CAMPIONAMENTO DEI MICROINQUINANTI SEMIVOLATILI	10
3.3	CAMPIONAMENTO DEI COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (VOC)	11
3.4	CAMPIONAMENTO DEI COMPOSTI CARBONILICI (ALDEIDI E CHETONI)	11
3.5	CAMPIONAMENTO DEGLI ISOCIANATI	12
3.6	ANALISI CHIMICA DEI MICROINQUINANTI SEMIVOLATILI	12
3.7	ANALISI DEI COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (VOC)	13
3.8	ANALISI DEI COMPOSTI CARBONILICI	13
3.9	ANALISI DEGLI ISOCIANATI	13
4	PROTOCOLLO DI CAMPIONAMENTO	14
4.1	SITI DI CAMPIONAMENTO	14
4.2	ESECUZIONE DELLE CAMPAGNE DI MISURA	15
4.2.1	<i>Campionamenti alle emissioni convogliate</i>	16
4.2.2	<i>Campionamenti di emissioni diffuse (indoor)</i>	18
4.2.3	<i>Campionamenti in aria ambiente</i>	19
5	CONDIZIONI METEOCLIMATICHE	21
6	RISULTATI E DISCUSSIONE	24
6.1	VOC	24
6.1.1	<i>Emissioni convogliate</i>	24
6.1.2	<i>Emissioni diffuse</i>	29
6.1.3	<i>Aria ambiente</i>	32
6.1.4	<i>Profili emissivi</i>	38



6.2	COMPOSTI CARBONILICI.....	43
6.2.1	<i>Emissioni convogliate</i>	43
6.2.2	<i>Emissioni diffuse</i>	45
6.2.3	<i>Aria ambiente</i>	47
6.2.4	<i>Profili emissivi</i>	53
6.3	FTALATI.....	55
6.3.1	<i>Emissioni convogliate</i>	55
6.3.2	<i>Emissioni diffuse</i>	56
6.3.3	<i>Aria ambiente</i>	58
6.3.4	<i>Profili emissivi</i>	59
6.4	ACIDI GRASSI (N-ALCANOICI).....	61
6.5	ISOCIANATI.....	62
6.6	IDENTIFICAZIONE SOSTANZE INCOGNITE	63
6.6.1	<i>Composti odorigeni</i>	65
7	CONCLUSIONI	69
7.1	COMPOSTI ORGANICI VOLATILI VOC.....	69
7.2	COMPOSTI CARBONILICI.....	70
7.3	FTALATI; ACIDI GRASSI; ISOCIANATI	70
7.4	SOSTANZE ODORIGENE	71
7.5	SINTESI.....	71
8	BIBLIOGRAFIA.....	73



1 PREMESSA

A partire dal Novembre 2016 hanno cominciato a pervenire alcune segnalazioni all'Agenzia Regionale Prevenzione Ambiente ed Energia dell'Emilia-Romagna (Arpae), Sezione Provinciale di Parma, relative ad esalazioni maleodoranti, che si sono intensificate a partire dal 19/01/2017, avvertite a Borgo Val di Taro nel quartiere artigianale industriale di Via Brindani e nelle aree circostanti, con particolare riferimento alle Località San Rocco e Le Spiagge. A fronte di tali segnalazioni, Arpae Sezione Provinciale ha svolto diversi sopralluoghi, anche congiuntamente all'AUSL - Distretto di Borgo Val di Taro, che hanno interessato lo stabilimento della Società Laminam SpA. Nel contempo le Strutture Autorizzazioni e concessioni (SAC) di Arpae di Parma hanno aperto una specifica Conferenza dei Servizi il giorno 28/02/2017, conclusasi in data 27 Luglio 2017, a valle e in conseguenza della quale si è esaminata la modifica dell'AIA presentata dalla stessa società Laminam SpA, all'interno della quale si sono valutati ed attuati diversi accorgimenti tecnico/impiantistici al fine di risolvere la problematica ambientale emersa, cui ha fatto seguito la valutazione positiva dell'installazione di una nuova sezione di abbattimento costituita da carboni attivi. La modifica è stata da un aggiornamento dell'AIA mediante Determina Dirigenziale di Arpae SAC di Parma n. DET-AMB-2017-4239 del 4/08/2017. Tuttavia, nonostante l'installazione del nuovo impianto di abbattimento delle emissioni, la cittadinanza ha continuato ad avvertire disagi, con il conseguente perdurare delle segnalazioni. Questa situazione ha generato nella comunità locale una forte conflittualità e senso di sfiducia nelle Istituzioni.

In tale contesto, è stato richiesto un supporto all'Autorità Regionale dell'Emilia Romagna (Assessorato all'Ambiente e Assessorato alle Politiche per la Salute) e si è proceduto all'istituzione di un Tavolo di Garanzia formale partecipato dalle istituzioni competenti e con le rappresentanze dei cittadini, delle imprese e dei lavoratori, con l'obiettivo di garantire e preservare la qualità della vita nel territorio comunale di Borgo Val di Taro fornendo alla comunità una completa e corretta rappresentazione rispetto alle problematiche manifestate e segnalate. Nella Delibera d'istituzione del Tavolo di Garanzia è previsto che questo si doti di un Comitato Tecnico Scientifico Ambiente/Salute (CTS), supportato anche da CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) e ISS (Istituto Superiore di Sanità).

Alla luce di quanto sopra, l'Arpae ha richiesto al CNR Istituto sull'Inquinamento Atmosferico (IIA) un'offerta tecnico-economica per la valutazione dell'impatto dell'attività dell'azienda Laminam SpA di Borgo Val di Taro sul territorio in cui opera, cui ha fatto seguito un accordo di collaborazione (prot. CNR IIA n. 3737 del 7/11/2018). Il presente studio di CNR IIA nasce, quindi, come attività di supporto alle analisi di controllo e verifica già effettuate da Arpae congiuntamente al Dipartimento di Sanità Pubblica dell'Azienda Unità Sanitaria Locale (DSP-AUSL) di Parma. In particolare, dagli studi pregressi condotti da Arpae, emerge che le concentrazioni degli inquinanti normati in aria ambiente risultano rispettare i limiti di legge e congrui con quanto normalmente rilevato sulla qualità dell'aria in altre aree del territorio provinciale, quantunque il comune di Borgo Val di Taro si presenti con una situazione meteorologica e morfologica avversa alla dispersione di inquinanti emessi da attività antropiche e biogeniche.

In ragione dell'obiettivo specifico prefissato, il CNR-IAA ha effettuato una serie di campionamenti d'inquinanti sia alle emissioni dell'impianto sia in aria ambiente, in accordo con i siti definiti dal Comitato Tecnico Scientifico (CTS) del Tavolo di Garanzia per Borgo Val di Taro; in specie, sono stati esaminati i composti organici volatili (VOC), i composti carbonilici gassosi (aldeidi e chetoni volatili) e gli esteri dell'acido ftalico (ftalati). La scelta delle sostanze potenzialmente contaminanti da investigare è stata orientata dal contesto ambientale e industriale in esame. Infatti, gli idrocarburi volatili e composti carbonilici entrano nei cicli industriali (in specie, ogniqualvolta si impieghino solventi organici, processi di combustione o operazioni ad alte temperature) e possono essere rilasciati dagli intermedi di produzione; peraltro, numerosi composti hanno proprietà odorigene, irritanti e/o nocive; gli ftalati, quantunque inquinanti ubiquitari e quindi normalmente non indicativi, nel nostro caso potevano ragionevolmente essere rilasciati in aria ambiente nelle fasi di imballaggio dei manufatti (le lastre vengono avvolte nel film di plastica prima di ogni attività di trasporto).

Inoltre è stata svolta un'indagine esplorativa, mirata a identificare eventuali contaminanti incogniti utili agli scopi dell'indagine, applicando la tecnica della spettrometria di massa ad alta risoluzione. L'approccio operativo scelto ha permesso di definire gli inquinanti prodotti ed emessi dalla ditta *Laminam SpA* durante il processo di produzione. Infine, i dati raccolti sono stati esaminati applicando test di correlazione numerica, alla luce delle condizioni operative dell'impianto e dei contorni orografici e meteorologici al fine di segnalare l'eventuale presenza di composti riconducibili ai disagi segnalati dalla popolazione e stimare il contributo dell'impianto stesso alla qualità dell'aria ambiente. I campionamenti tanto delle emissioni, quanto dell'aria ambiente sono stati effettuati durante i cicli produttivi di una serie di "manufatti standard" rappresentativi dell'intero catalogo della Ditta, con lo scopo di valutare tutte le possibili composizioni dei solventi delle materie prime utilizzate così come concordato nell'ambito del CTS. Gli inquinanti prodotti sono stati valutati secondo i quattro punti di verifica elencati di seguito:

1. Camino "E03" – atomizzatore
2. Camino "E12" – linea applicazioni
3. Camino "E13a" – linea cottura
4. Camino "E36" – linea incollaggio.

Contestualmente, sono state effettuate misurazioni in aria ambiente, in tre postazioni dell'area di Borgo Val di Taro esterne all'impianto, ovvero in Località Le Spiagge, Scuola Manara e San Rocco.

2 INTRODUZIONE

2.1 Inquadramento dell'area

L'Azienda Laminam SpA è situata ad Est dell'area urbana di Borgo Val di Taro, in località Pieve, tra l'abitato del nucleo cittadino e la frazione di Boceto; la zona è confinante con zone agricole e con un'area industriale adiacente all'abitato di Borgo Val di Taro.

La Valle del Taro in cui è ubicata la cittadina presenta numerosi insediamenti industriali; ciò rende ardua l'identificazione certa di eventuali inquinanti specificamente associati ad un impianto e/o ad un ciclo produttivo.

2.2 L'impianto Laminam S.p.A.

L'Azienda Laminam SpA è produttrice di lastre in gres porcellanato caratterizzate da grandi dimensioni e da piccolo spessore; nello stabilimento di Borgo Val di Taro sono realizzate principalmente piastrelle di 1600 x 3200 mm, in diversi spessori compresi tra 5 e 20 mm.

L'impianto industriale consiste in un capannone e una palazzina per gli uffici. L'area esterna è adibita a stoccaggio di manufatto finito. Le piastrelle di ceramica sono ottenute per pressatura e possono essere lavorate in modo da ottenere una superficie non smaltata, oppure possono essere sottoposte a processi di smaltatura, decorazione e levigatura.

Le materie prime impiegate per la realizzazione della "barbottina" (intermedio di lavorazione) sono miscele d'argille e feldspati, mentre nella fase decorativa sono usati specifici pigmenti e coloranti. La cottura è operata a 1200 °C, per ridurre l'assorbimento di acqua (il contenuto deve essere inferiore allo 0.5%), in modo da ottenere lastre estremamente compatte.

2.2.1 Quadro produttivo-impiantistico

Laminam SpA opera seguendo un sistema di gestione della qualità secondo la norma UNI EN ISO 900; il quadro produttivo adottato nell'impianto può essere schematizzato come da Figura 2.1 [Relazione Tecnica, Domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale, Studio Alfa].

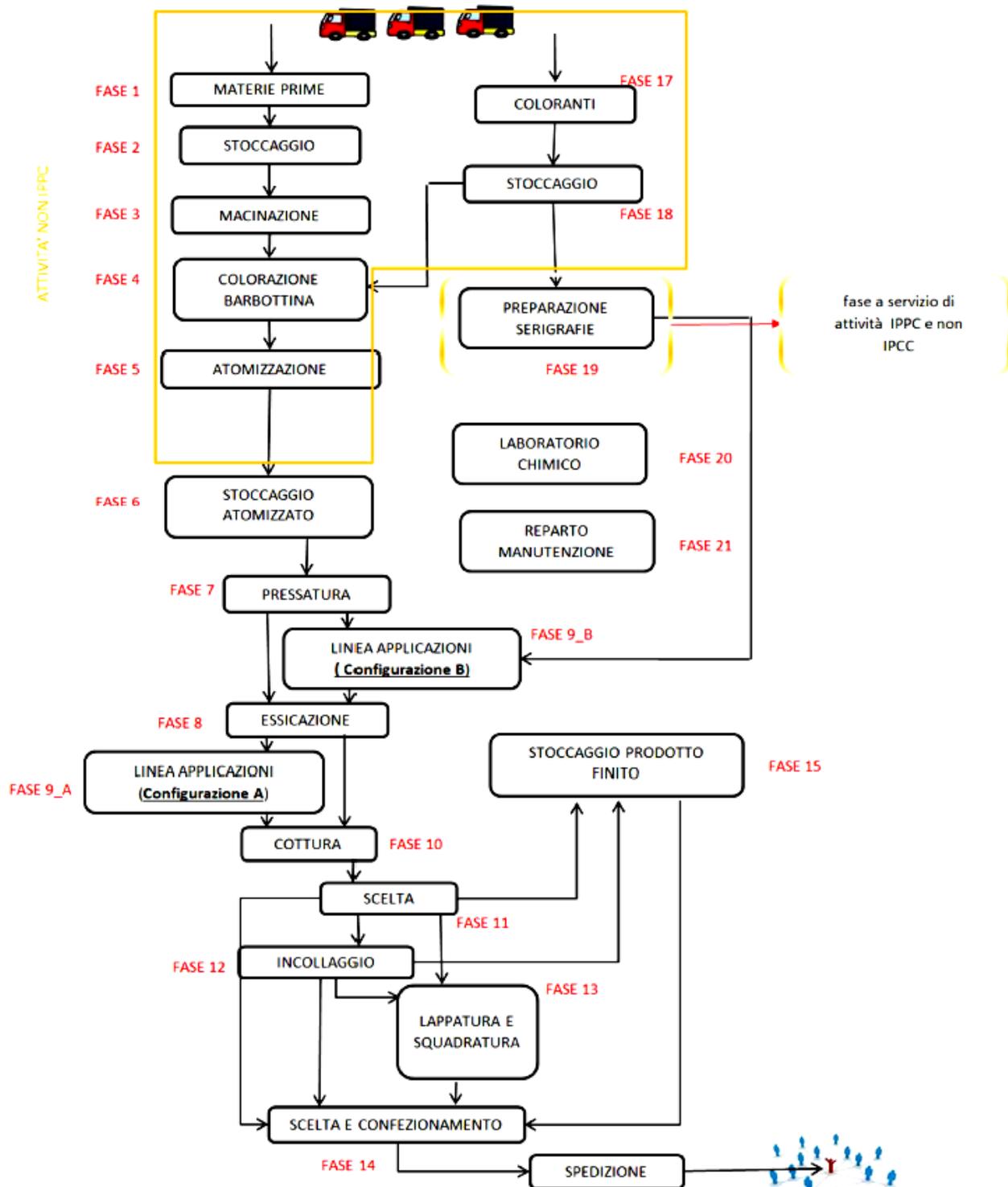


Figura 2.1. Schematizzazione del ciclo produttivo dell'impianto Laminam SpA a Borgotaro [Studio Alfa, Domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale, Relazione Tecnica]

In dettaglio, le principali materie prime riportate nella fase 1 di lavorazione sono argille e feldspati; esse sono sottoposte a macinazione ad umido, ottenendo un impasto base (chiamato *barbottina*) che viene ulteriormente processato mediante l'aggiunta di pigmenti ceramici e/o materie prime bianche, così da impartire all'intero prodotto gli effetti cromatici desiderati.

La fase successiva prevede il trasferimento agli atomizzatori dove, tramite getti di aria ad alta temperatura, avvengono nebulizzazione ed essiccazione. L'“atomizzato” è quindi sottoposto a pressatura e, mediante un *compatter*, si procede alla formatura. Le lastre vengono rifilate sui quattro lati e sottoposte nuovamente ad essiccazione in un essiccatoio orizzontale a sette piani. A seguire è posta la linea di applicazioni superficiali, dove le decorazioni vengono eseguite con apposite strumentazioni: *rotocolor*, macchine digitali, *airless*; si procede poi alla cottura in forni alimentati a gas metano ad una temperatura massima di esercizio di 1200°C. Le lastre di gres porcellanato in uscita dai forni vengono sottoposte ad un controllo di qualità, superato il quale possono essere vendute tal quali oppure ulteriormente processate mediante operazioni di incollaggio, lappatura e squadratura.

I prodotti finiti dell'impianto in esame possono essere raggruppati in “famiglie di solvente” sulla base della composizione chimica della frazione liquida e secondo il criterio di omogeneità nella composizione dichiarato dal fornitore. Di seguito viene riportata la lista delle cinque categorie di riferimento (Tabella 2.1).

Nome categoria	Descrizione	Criterio (condizioni che determinano le famiglie)
O	Prodotti con materie che non contengono solventi	Somma dei solventi = 0%
SOL1	Prodotti con materie a prevalente contenuto di Solvente 1	Solvente1 \geq 60%
M1-4	Miscela del solvente 1 e del solvente 4	Solvente1 \leq 60%; Solvente4 \geq 30%
M2 - 3	Miscela del solvente 2 e del solvente 3	Solvente2 + Solvente3 \geq 50%
M1234	Miscela dei 4 solventi (solventi 1, 2, 3, 4)	Solvente2 + Solvente3 + Solvente4 \geq 40% Solvente 1 \leq 60% (oppure SOL1); Solvente 4 \leq 30% (oppure M1-4) Solvente 2+Solvente 3 \leq 50% (oppure M2-3)

Tabella 2.1: Schematizzazione delle “famiglie di solventi” in cui possono essere raggruppati i prodotti finiti.

3 Campionamento e metodi di analisi

3.1 Misure preliminari

Per le emissioni convogliate, sono stati effettuati alcuni test preliminari allo scopo di ottenere una prima caratterizzazione dei fumi (densità dei gas, percentuale d'ossigeno e umidità) e di ottimizzare le procedure di campionamento.

Allo scopo, è stata impiegata una linea riscaldata in PTFE a 180°C da 25 metri dotata di prefiltro in materiale sinterizzato, collegata ad un analizzatore *online* di gas, un analizzatore portatile multi-gas per misure di NO_x, SO_x, CO, CO₂ e un rivelatore paramagnetico per il rilevamento dell'ossigeno. L'analizzatore di gas portatile, di tipo *Horiba multi-gas Model PG-250*, è specificamente progettato per la conformità con 40 CFR 60. Il rivelatore di NO_x è a chemiluminescenza e utilizza un convertitore NO₂-NO a bassa temperatura, cui segue la misurazione di NO_x. Lo strumento è posto a valle di un criostato per la rimozione dell'umidità a doppio stadio che include un separatore di scarico a gravità e un dispositivo di raffreddamento termoelettrico. Il campionamento dei gas è stato eseguito con una sonda in acciaio inossidabile tipo 316 dotata di un filtro primario esterno.

3.1.1 Determinazione dell'acqua di emissione

È stato effettuato un campionamento preliminare applicando un treno di campionamento idoneo alla raccolta delle polveri secondo la norma UNI 13284-1 (UNI, 2017), della durata di 30 minuti, con successiva determinazione gravimetrica dell'acqua di condensa intrappolata nell'adsorbente posto a monte della pompa di aspirazione.

3.1.2 Misura della portata delle emissioni

Prima della misura di portata, sono state determinate le concentrazioni dei componenti principali nelle emissioni ed è stata calcolata la densità dei fumi. Per la misura della portata è stato applicato il metodo UNI EN ISO 16911-1 (UNI, 2013). A tal fine è stato impiegato un sistema costituito da tubo di Pitot, sonda di temperatura e dispositivo di misura ed elaborazione *Tecora Isostack*.

3.2 Campionamento dei microinquinanti semivolatili

Il campionamento dei microinquinanti organici semivolatili contenuti in emissione è stato condotto utilizzando il treno di campionamento normalmente impiegato per il prelievo di PCDD/F e PCB, ossia il sistema della sonda raffreddata previsto dalla metodica UNI EN 1948-1 (UNI, 2006). La linea di campionamento era costituita da un filtro di raccolta per il particolato (idoneo nel trattenere i composti a bassa volatilità), una trappola refrigerante e una resina adsorbente in spugna poliuretanicca (*polyurethane foam PUF*) in grado di ritenere le specie a volatilità intermedia. Globalmente, ogni campione di raccolta era costituito dall'insieme di filtro, condensa, PUF e solventi di lavaggio della linea di prelievo.

I microinquinanti organici semivolatili presenti in aria ambiente erano raccolti con un sistema di aspirazione ad alto volume (di tipo *Tecora ECHO HiVol*) operante ad un flusso pari a 200L/min per 8

ore, allo scopo di ottenere importanti arricchimenti delle specie d'interesse. Il sistema era dotato di un impattore inerziale per la raccolta selettiva del PM₁₀, un filtro in quarzo e una cartuccia in PUF.

3.3 Campionamento dei composti organici volatili (VOC)

I Composti Organici Volatili erano determinati alle emissioni convogliate applicando il metodo UNI CEN/TS 13649:2015 *Emissioni da sorgente fissa - Determinazione della concentrazione in massa di singoli composti organici in forma gassosa - Metodo per adsorbimento seguito da estrazione con solventi o desorbimento termico*. Nello specifico, sono state impiegate trappole idonee al termo-desorbimento (prodotte dalla Ditta *Markes*); a seconda delle condizioni di contorno, per la raccolta dei vapori organici è stata impiegata una sonda riscaldata con diluizione con aria ultrapura filtrata per raffreddare i vapori raccolti e contemporaneamente abbassarne il punto di rugiada; oppure applicando lo stesso sistema ma senza diluire il flusso emissivo, nel caso dei camini freddi e caratterizzati da minime quantità di vapore acqueo (reparto d'incollaggio e smaltatura dei manufatti). A valle della sonda riscaldata e della camera di miscelazione per la diluizione sono state collocate una trappola adsorbente e, in serie, una trappola di controllo. Per effettuare i prelievi è stato impiegato un sistema di aspirazione di tipo *Tecora DDS* che incorpora in un unico elemento sia il campionatore vero e proprio sia l'unità di diluizione; lo strumento era fornito di pompa aspirante a membrana, flussimetro di precisione e contatore volumetrico. I due flussi (aspirazione e diluizione) erano regolati in modo indipendente, al fine di regolare il rapporto di diluizione e ricondurre i vari punti emissivi sottoposti ad indagine a condizioni adatte alla raccolta rappresentativa dei fumi. Per rimuovere ogni tipo di particolato e d'inquinanti organici, l'aria di diluizione è stata soggetta ad un preventivo trattamento di filtrazione, essiccazione con gel di silice e purificazione mediante carboni attivi. Per ridurre i volumi di campionamento a condizioni normali, le temperature del contatore volumetrico erano registrate da due termometri digitali. In base alle concentrazioni presunte e ai regimi operativi dell'impianto erano posizionate lungo la linea di prelievo diverse trappole per vapori organici, applicando flussi di gas e tempi di raccolta variabili. La stima dei volumi di campionamento delle sostanze organiche volatili era basata sia sui valori di carbonio organico totale (TOC) misurati istante per istante da un rivelatore di tipo FID esistente nell'impianto, sia dalle analisi preliminari condotte nella prima settimana di misure.

In aria ambiente, i VOC sono stati prelevati con trappole per termo-desorbimento operando a basso flusso con uno strumento tipo *Gilian GilAir Plus* equipaggiato con *mass flow controller* che permettevano di mantenere il flusso costante al variare dell'impedenza della trappola adsorbente e contemporaneamente di misurare il volume totale di campionamento. Sono stati applicati sia flussi variabili, da 50 mL/min a 200 mL/min, sia tempi di prelievo variabili, da 5 min a 8 h, per valutare diversi *range* di concentrazione ed eventuali valori assai superiori alla normalità.

3.4 Campionamento dei composti carbonilici (Aldeidi e Chetoni)

Per i composti carbonilici presenti nelle emissioni è stato impiegato un metodo interno CNR-IIA basato sul campionamento con sonda di diluizione riscaldata fornita di *scrubber* per eliminare eventuali sostanze ossidanti (trappola a ioduro di potassio), intrappolamento su fiale chemio-assorbenti in gel di silice acidificata di tipo SPE (*Aquaria Aldeidi Jumbo*), che sfruttano la reazione di aldeidi e chetoni con 2,4-dinitrofenilidrazina (DNPH). Il metodo è basato su una specifica reazione del gruppo carbonilico

con la DNPH in presenza di un acido per formare un derivato di tipo idrazonico. La diluizione del flusso emissivo in questo caso è stata applicata principalmente agli esausti dell'atomizzatore, ricchi di acqua, per evitare il lavaggio e il forte incremento dell'impedenza causato dalla condensa, con successiva perdita di campione. Per effettuare la raccolta dei carbonili sia con diluizione sia senza diluizione è stato usato uno strumento *Tecora DDS* dotato di sonda riscaldata, doppia pompa con doppio sistema di misura dei flussi (di campionamento e di diluizione) e dei volumi campionato e di diluizione.

In aria ambiente è stata usata un dispositivo operante a basso flusso (*Gilian GilAir*) dotato di mass flow controller che manteneva costante il flusso d'aspirazione al variare dell'impedenza della trappola adsorbente e di contatore per la misura del volume totale di campionamento. Anche in questo caso sono state impiegate pre-cartucce di ioduro di potassio (prodotte da Aquaria e contenenti 300 mg KI) e fiale chemio-assorbenti (in gel di silice acidificata) di tipo SPE (*Aquaria, Aldeidi Jumbo*) contenenti 2,4-dinitrofenilidrazina (DNPH).

3.5 Campionamento degli isocianati

Nelle emissioni è stato effettuato il campionamento d'isocianati gassosi (in specie, 2,4-TDI, 2,6-TDI, HDI, MDI) alla stregua dei composti carbonilici, impiegando il sistema di diluizione *Tecora DDS* sopra descritto. Per la raccolta degli isocianati sono state impiegate fiale adsorbenti (tipo *Aquaria, Isocianati Jumbo*) costituite da silice impregnata di metossifenilpiperazina; il reattivo trasforma gli isocianati nei corrispondenti derivati uretanici (2,4TDI-U, 2,6TDI-U, HDI-U, MDI-U). Il treno di campionamento era costituito da due fiale, la prima per l'effettivo campionamento e la seconda per valutare l'eventuale saturazione della prima (superamento del *breakthrough volume*).

In aria ambiente gli isocianati erano campionati ancora su fiala assorbente (*Aquaria, Isocianati Jumbo*) impiegando sistemi di aspirazione a basso flusso equipaggiati con mass flow controller (vedi &3.4).

3.6 Analisi chimica dei microinquinanti semivolatili

Le valutazioni quali-quantitative dei microinquinanti organici semivolatili prelevati tanto alle emissioni quanto in aria ambiente sono state effettuate utilizzando la medesima procedura ad eccezione dello *step* iniziale, essendo i composti d'interesse contenuti in matrici differenti. Infatti, i campioni compositi collezionati all'emissione erano costituiti da filtro, condensa, PUF e solventi di lavaggio della linea di aspirazione, mentre quelli di aria ambiente erano composti solo da filtro e PUF.

Prima dell'estrazione con solvente, i campioni di particolato atmosferico e di emissione solida erano fortificati con una miscela standard di composti deuterati (isomeri degli analiti), da utilizzare come riferimenti interni d'analisi per le valutazioni quantitative. I campioni erano estratti con solventi polari e apolari al fine di ampliare le classi di composti da identificare. I rispettivi estratti erano miscelati e nuovamente suddivisi in diverse aliquote, al fine di condurre le determinazioni analitiche specifiche per i gruppi di contaminanti selezionati, basate su distinte procedure di purificazione e frazionamento per cromatografia liquida, ed erano infine processati per gascromatografia e spettrometria di massa a triplo quadrupolo (*ThermoFisher GC/MSTSQ 8000 EVO*) ovvero per gascromatografia e spettrometria di massa accurata (*ThermoFisher GC/AMS-Orbitrap* ed *Exactive GC Orbitrap*). Con tale approccio è stato possibile sia identificare e quantificare gruppi di composti prefissati (p.es., gli ftalati), sia identificare

composti incogniti (“*unknown*”), fermo restando che per questi ultimi non era possibile operare la quantificazione, mancando gli standard di riferimento.

3.7 Analisi dei Composti Organici Volatili (VOC)

Sia per le emissioni convogliate, sia per l'aria ambiente sono state impiegate fiale adsorbenti adatte per l'estrazione e analisi basata sul desorbimento termico. I VOC raccolti erano arricchiti con un kit di standard deuterati (standard interni d'analisi) e successivamente desorbiti ad alta temperatura inviando un flusso di gas inerte (elio ultrapuro) e trasferendo, con un opportuno rapporto di *splitting*, i vapori organici in una trappola crio-focalizzante. Dopo la crio-focalizzazione gli analiti erano desorbiti scaldando balisticamente la trappola fredda (*liner*) sotto flusso di elio (previo spurgo dell'aria residua della trappola) ed inviati direttamente al sistema analizzatore. Il sistema utilizzato era costituito da un termo-desorbitore *Markes TD 100-xr* accoppiato con uno strumento GC-MS *Agilent GC 7890A + MS/MS 7000*. Le trappole adsorbenti impiegate (del tipo *Jumbo*) erano certificate dal Produttore, per la collezione completa dei composti organici volatili nell'intervallo da 5 a 14 atomi di carbonio (C₅-C₁₄), a meno di concentrazioni elevatissime (comunque mai osservate nella sperimentazione effettuata).

3.8 Analisi dei Composti Carbonilici

I composti carbonilici volatili sono stati prelevati alle emissioni e in aria ambiente usando trappole SPE dello stesso tipo, costituite da due letti assorbenti separati da un setto poroso (ogni campione di raccolta era costituito da due frazioni distinte, la prima utile per la quantificazione degli inquinanti e la seconda per valutare l'eventuale *breakthrough*). Operativamente, i singoli letti di assorbimento dei composti carbonilici erano recuperati ed estratti separatamente con acetonitrile; le concentrazioni in emissione o in aria erano determinate analizzando il letto assorbente a monte, mentre l'estratto del letto a valle di flusso era analizzato al solo scopo di verificare la completezza della raccolta (sforamento del *breakthrough volume*). Infatti, alcune trappole, i cui le concentrazioni di carbonili nel letto di *breakthrough* eccedeva il 10% della sezione assorbente a monte, sono state scartate per eccesso di volume di campionamento e i dati corrispondenti non sono stati presi in considerazione. L'identificazione e la quantificazione era eseguita mediante HPLC (strumento *Shimadzu LC-10AT*) operando in fase inversa accoppiato ad un rivelatore di tipo UVA (tipo *Shimadzu SPD-M10Avp*, regolato a $\lambda = 365$ nm). Per prevenire il rischio di mancare la valutazione dei composti carbonilici per valori troppo bassi delle concentrazioni ai fini delle determinazioni analitiche, le emissioni sono state raccolte in aliquote volumetriche molto diverse, variando il tempo di aspirazione da 5 minuti a 2 ore..

3.9 Analisi degli isocianati

Gli isocianati gassosi erano esaminati applicando al medesima procedura in emissione e in aria ambiente. L'estrazione degli isocianati era operata con acetonitrile; dopo l'aggiunta di anidride acetica e nuova evaporazione del solvente, il residuo era ripreso con una miscela acetonitrile/acqua per determinare i derivati uretanici tramite cromatografia liquida ad alta pressione (*Shimadzu, LC-10AT + Shimadzu SPD-M10Avp* regolato a $\lambda = 242$ nm).

4 Protocollo di campionamento

Per l'individuazione di traccianti (*marker*) dell'impatto dell'impianto sull'ambiente circostante sono state effettuate due campagne di misura sia alle emissioni, sia in aria ambiente.

4.1 Siti di campionamento

Ai fini dell'indagine, sono stati identificati quattro punti di emissione convogliata all'interno dell'impianto:

1. Camino "E03" – atomizzatore
2. Camino "E12" – linea applicazioni
3. Camino "E13A" – linea cottura
4. Camino "E36" – linea incollaggio.

La composizione delle emissioni dei punti E03, E12, E13A era presumibilmente influenzata dal materiale in produzione, mentre quella al punto E36 era attesa indipendente da esso. Pertanto, si è stabilito di caratterizzare le emissioni in E36 attraverso un'unica determinazione, mentre quelle relative agli altri punti di prelievo sarebbero state esaminate e confrontate in relazione alle varie "famiglie" di manufatti prodotti.

Contemporaneamente sono state effettuate misure ambientali all'interno dello stabilimento (emissioni diffuse, Fig. 4.1) e presso tre postazioni esterne all'impianto (Fig. 4.2), ovvero:

- R 25 Località Le Spiagge
- R 19 Scuola Manara
- R 22 Località Via Bassetti angolo Via Malta



Figura 4.1. Localizzazione dei punti di campionamento all'interno dell'impianto LAMINAM



Figura 4.2. Localizzazione dei punti di campionamento ambientale nell'area di Borgo Val di Taro

4.2 Esecuzione delle campagne di misura

Ai fini dell'indagine, sono state effettuate due campagne di misura della durata di una settimana ciascuna:

settimana 1 (13-15 novembre 2018)

caratterizzazione chimica delle emissioni dei camini E12 ed E13A durante la produzione di "zero" e di un lavorato della famiglia M1-4;

caratterizzazione chimica delle emissioni del camino E03 dell'atomizzatore con barbotina scura;

settimana 2 (4-6 dicembre 2018)

caratterizzazione chimica delle emissioni dei camini E12 ed E13A durante la produzione di due lavorati delle famiglie M2-3 e SOLV;

caratterizzazione chimica delle emissioni del camino E03 dell'atomizzatore con barbotina chiara.

In accordo con il protocollo concordato, nel corso della sperimentazione, la Società *Laminam* ha variato le produzioni-tipo, tenendo a regime le singole lavorazioni per almeno 12 ore consecutive.

In Tabella 4.1 sono brevemente descritte le condizioni operative dell'impianto durante i prelievi delle emissioni.

Data	Prodotto	Atomizzatore (E03)	Incollaggio (E36)
martedì 13/11	L007930 – COLLECTION NERO ASS UF XL 12MM- Famiglia B0 (atomizzato “nero assoluto” compattato e cotto, senza decorazione)	ON	ON
mercoledì 14/11	L008157 - I NATURALI DIAMOND CREAM X LUC. UF M 6MM Famiglia A-M1-4 + L008159 I NATURALI NERO GRECO X LUC. UF M 6MM Famiglia A - Sol1	ON (IMPASTO SCURO)	ON
giovedì 15/11	L008159 – I naturali NERO GRECO PER LUC UF M 6MM Famiglia A SOL1	OFF	OFF
martedì 4/12	L004442 – I naturali pietra di savoia grigia bocc uf xl 12mm Famiglia B1-4	ON	ON
mercoledì 5/12	L004442 I NATURALI PIETRA DI SAVOIA GRIGIA BOCC. UF XL 12MM Famiglia B-M1-4 + L007576 I NATURALI PIETRA GREY UF XL 12MM Famiglia B-M1-4	ON (IMPASTO CHIARO)	ON
giovedì 6/12	L004585 I NATURALI BIANCO STAT. VENATO LUC. UF XL 5.6MM Famiglia A M2-3	ON	ON

Tabella 4.1. Condizioni operative dell'impianto Laminam (Borgo Val di Taro) durante i prelievi alle emissioni

4.2.1 Campionamenti alle emissioni convogliate

Tabella 4.2 riporta le misure preliminari e i parametri operativi dei campionamenti effettuati in isocinetismo per le emissioni convogliate.

I campionamenti alle emissioni del camino E13a nel giorno 13.11.18 e del camino E12 nel giorno 15.11.18 non sono state effettuate per motivi tecnico-pratici (problemi alla strumentazione CNR).



Punto di prelievo	data	inizio h.	fine h.	diametro (cm)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	H ₂ O (%)	V. camp. (m ³)	T _{med} (°C)	portata (L/min)	Note
Portata E12	13/11	18		0.80	0.04	20.90	0.02		30.46	25378	
E12	13/11	18:49	20:04					1.2063	32.4	25049	
Portata E03 Atomizzatore	14/11	11:33		1.44	1.23	18.15	0.19		86.57	46584	
E03 Atomizzatore	14/11	11:44	13:05					0.764	89.54		
portata E36 incollaggio	14/11	17:05		0.60	0.04	20.90	0.02		30.83	7310	
E36 incollaggio	14/11	17:18 -18:30	17:38-19:41					0.69	34.87		stop produzione 17:38-18:30
Portata E12	15/11	09:59		0.80	0.04	20.90	0.02		27.51	21450	smaltatura, attiva solo Linea A
E12	15/11	10:08	11:25					1.8556			
Portata E13A	15/11	15:07		1.10	1.20	18.54	0.02		35.39	26326	
E13A	15/11	15:12	16:25					0.9913	36.49		
Portata E13A	04/12	10:34		1.10	1.10	18.93	0.08		34.81	26113	
E13A	04/12	11:32	13:09					1.0253	34.72		
Portata E12	04/12	16:33		0.80	0.04	20.90	0.02		30.55	22829	
E12	04/12	16:43	18:27					2.0151	32.17		
Portata E03 Atomizzatore	05/12	12:21		1.44	1.35	18.30	0.18		87	47321	
E03 Atomizzatore	05/12	13:20	16:20					3.5628	90.9		
Portata E12	06/12	09:23		0.80	0.04	20.90	0.02		25.44	23066	
E12	06/12	09:59	10:59					1.3315	27.49		
Portata E13A	06/12	13:12		0.80	0.95	19.21	0.04		32.97	24194	
E13A	06/12	13:49	17:49					2.9441	34.33		

Tabella 4.2. Parametri operativi dei campionamenti alle emissioni effettuati presso l'impianto Laminam (novembre-dicembre 2018)

4.2.2 Campionamenti di emissioni diffuse (indoor)

Nelle tabelle seguenti vengono riportate le condizioni di campionamento (data, durata, flussi) nei siti all'interno dell'impianto. Per quanto riguarda i VOC, nella prima campagna di novembre sono state effettuate due misure, da 60 e da 10 min ciascuna. Non conoscendo le concentrazioni emesse, i due campionamenti hanno consentito di avere sia un campionamento breve, per evitare l'eventuale saturazione della trappola, e uno lungo per avere concentrazione superiore al limite di quantificazione strumentale.

Sito 1

Tipo	data	13.11.2018	15.11.2018	04.12.2018	06.12.2018
Aldeidi volatili (@500 mL/min)		10:40 – 20:02	09:59 – 18:09	11:40 – 17:40	11:18 – 17:43
VOC (@150 mL/min)		13:22 – 14:22	15:08 – 16:05	16:31 – 17:28	15:38 – 16:39
		14:22 – 14:32	18:31 – 18:41		
Polveri sospese (@200 L/min)		08:00 – 18:05	08:00 – 18:46	11:00 – 19:00	12:06 – 19:10

Tabella 4.3. Parametri operativi dei campionamenti alle emissioni al sito 1 indoor

Sito 2

Tipo	data	13.11.2018	15.11.2018	04.12.2018	06.12.2018
Aldeidi volatili (@500 mL/min)		10:29 – 20:01	09:05 – 19:05	11:00 – 17:00	12:43 – 18:39
VOC (@150 mL/min)		13:14 – 14:08	15:15 – 16:09	16:21 – 17:18	15:27 – 16:27
		14:08 – 14:18	17:28 – 17:38		
Polveri sospese (@200 L/min)		08:30 – 05:30*	09:00 – 20:00	11:00 – 19:00	11:54 – 17:50

*Campionamento terminato il giorno successivo

Tabella 4.4. Parametri operativi dei campionamenti alle emissioni al sito 2 indoor

Sito 3

Tipo	data	13.11.2018	15.11.2018	04.12.2018	06.12.2018
Aldeidi volatili (@500 mL/min)		10:43 – 20:43	10:10 – 18:50	11:25 – 17:25	11:02 – 17:44
VOC (@150 mL/min)		13:31 – 14:38	15:23 – 16:23	16:11 – 17:09	15:33 – 16:33
		14:38 – 14:48	19:15 – 19:27		
Polveri sospese (@200 L/min)		08:00 – 04:00*	09 – 19:46	11:22 – 19:22	12:03 – 19:06

*Campionamento terminato il giorno successivo

Tabella 4.5. Parametri operativi dei campionamenti alle emissioni al sito 3 indoor

4.2.3 Campionamenti in aria ambiente

Nelle tabelle seguenti vengono riportate le condizioni di campionamento (data, durata, flussi) nei siti in aria ambiente. Per quanto riguarda i VOC, nella prima campagna di novembre sono state effettuate due misure, da 60 e da 10 min ciascuna. Non conoscendo le concentrazioni emesse, i due campionamenti hanno consentito di avere sia un campionamento breve, per evitare l'eventuale saturazione della trappola, e uno lungo per avere concentrazione superiore al limite di quantificazione strumentale.

Scuola

Tipo	data	13.11.2018	15.11.2018	04.12.2018	06.12.2018
Aldeidi volatili (@500 mL/min)		10:05 – 19:07	12:19 – 20:23	10:00 – 18:00	10:15 - 16:02
VOC (@150 mL/min)		16:48 – 17:48	16:32 – 17:32	12:34 – 13:45	10:37 – 11:37
		17:49 – 17:58	18:27 – 18:37		
Polveri sospese (@200 L/min)		10:05 – 18:05	12:09 – 20:09	10:00 – 18:00	10:00 – 18:00

Tabella 4.6. Parametri operativi dei campionamenti al sito "Scuola"

Le Spiagge

Tipo	data	13.11.2018	15.11.2018	04.12.2018	06.12.2018
Aldeidi volatili (@500 mL/min)		09:18 – 19:36	12:31 – 19:35	12:24 – 18:24	10:30 - 16:32
VOC (@150 mL/min)		17:07 – 18:28	16:48 – 17:47	12:24 – 13:26-	10:17 – 11:17-
		18:31 – 18:41	17:51 – 18:01		
Polveri sospese (@200 L/min)		10:00 – 18:00	12:01 – 20:01	10:00 – 18:00	10:15 – 18:15

Tabella 4.7. Parametri operativi dei campionamenti on-site al sito "Le Spiagge"

Via Malta

Tipo	data	13.11.2018	15.11.2018	04.12.2018	06.12.2018
Aldeidi volatili (@500 mL/min)		09:46 – 19:25	11:55 – 20:25	10:00 – 18:00	10:15 - 16:15
VOC (@150 mL/min)		16:45 – 18:08	16:39 – 17:39	12:37 – 13:40-	10:32 – 11:32-
		18:10 – 18:20	18:10 – 18:20		
Polveri sospese (@200 L/min)		10:00 – 18:00	12:01 – 20:01	10:00 – 18:00	10:00 – 18:00

Tabella 4.8. Parametri operativi dei campionamenti on-site al sito Via Malta

5 Condizioni meteoclimatiche

I valori assunti dai principali parametri meteorologici durante il periodo dei campionamenti 13-15 novembre e 4-6 dicembre 2018 sono riportati nelle Figure 5.1 e 5.2: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), componente orizzontale della velocità del vento (m/s), direzione di provenienza del vento (gradi). Tutti i valori, trasmessi dall'azienda Laminam, sono relativi alla stazione installata direttamente in azienda.

In entrambe le figure sono evidenziati i periodi in cui sono stati effettuati i campionamenti in aria ambiente.

I risultati sono compatibili con quanto atteso per la stagione durante la quale è stata effettuata la misura. Dalla fig. 5.1 si può osservare un andamento regolare della temperatura, con minimi notturni intorno ai 6°C e 1°C , rispettivamente a novembre e a dicembre, ed i massimi diurni compresi fra 12 e 16°C , a parte il giorno 6 dicembre in cui le temperature si sono attestate sui 5°C .

Per quanto riguarda il vento, l'intensità è stata sempre modesta (brezza leggera a circa 3 m/s). Interessante è osservare la variabilità della direzione del vento durante l'arco della giornata, e anche nel giro di poche ore. Nelle ore in cui sono stati effettuati i campionamenti, la direzione prevalente del vento è stata ESE (14/11, 15/11, 5/12, 6/12); nel giorno 13/11 la direzione del vento prevalente è stata Ovest, con punte da SSO nell'orario 15:00-17:00.

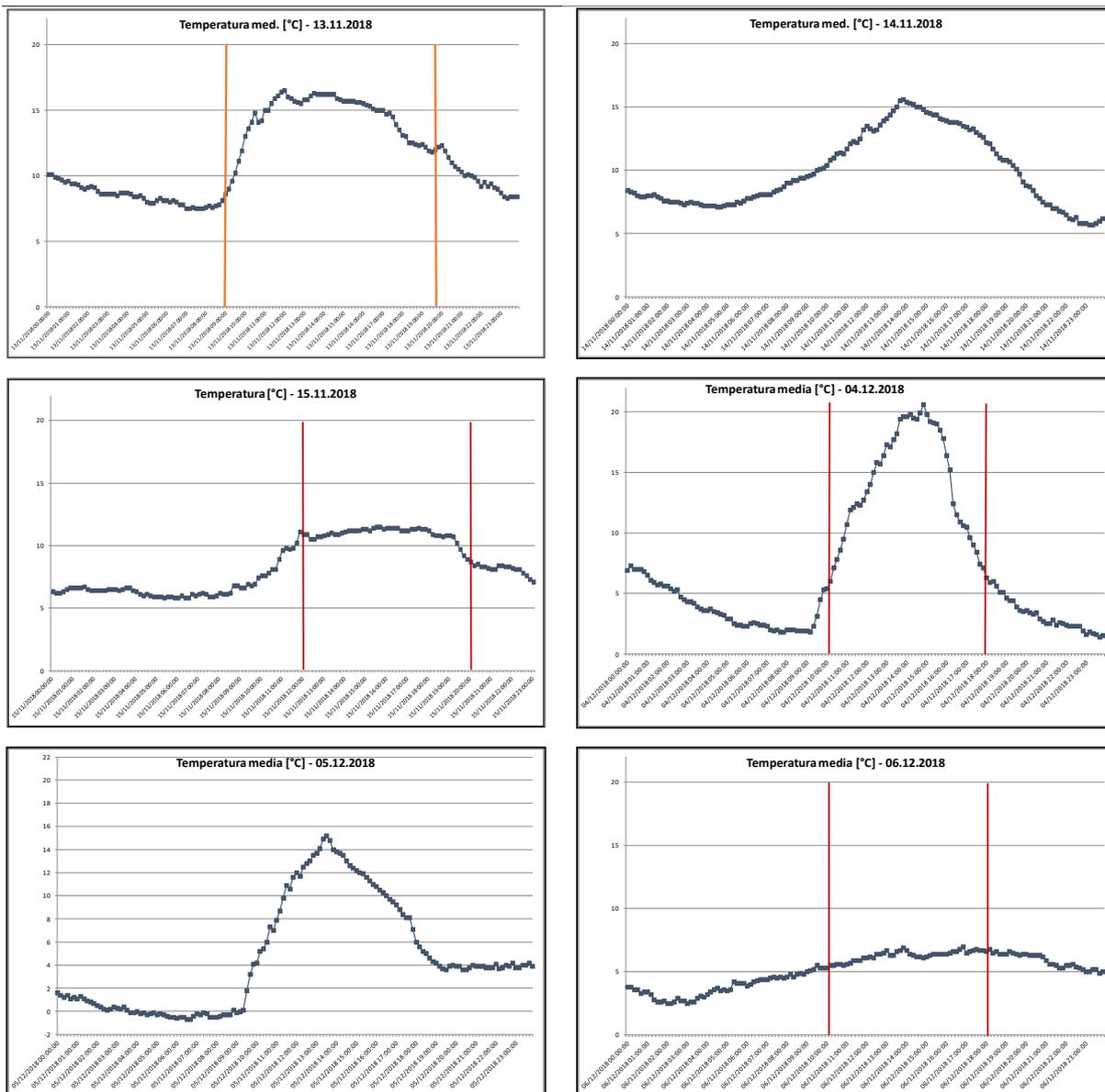


Figura 5.1 – Andamento della temperatura nei periodi di misura. In rosso sono evidenziati gli orari di inizio e di fine campionamento in aria ambiente

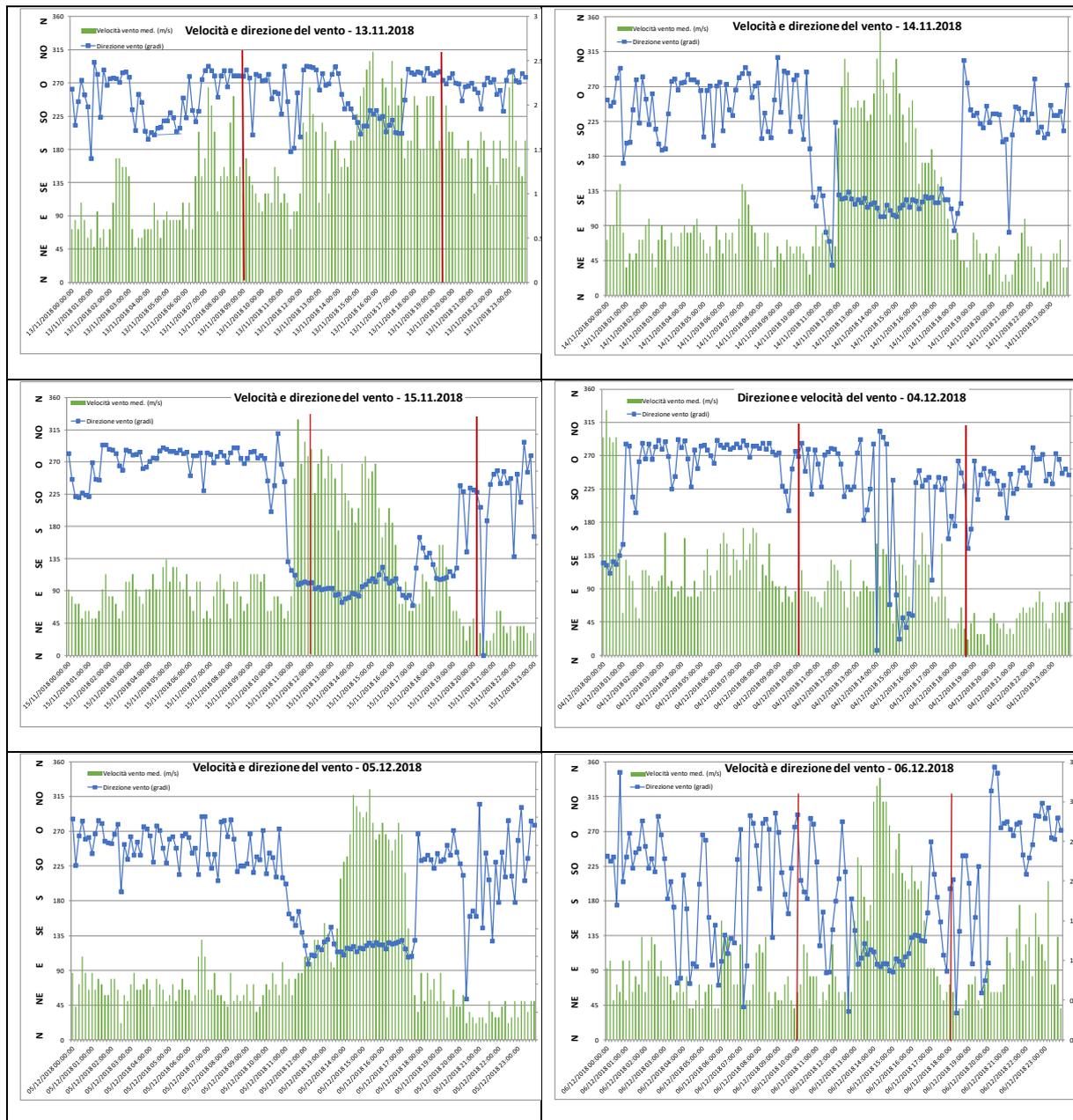


Figura 5.2 - Andamento della velocità e direzione del vento nei periodi di misura. In rosso sono evidenziati gli orari di inizio e fine campionamento in aria ambiente

6 Risultati e discussione

La prima importante informazione conseguita dall'indagine è il *data base* delle concentrazioni delle specie target (VOC, carbonili gassosi, ftalati) nelle emissioni convogliate, nell'aria interna all'impianto e nell'aria esterna. Esso descrive la situazione generale dell'aria ambiente, per gli inquinanti considerati, e permette di verificare se, almeno occasionalmente, durante la campagna di misura siano incorse condizioni in grado di promuovere irritazioni o sensazioni di cattivi odori.

Nei paragrafi seguenti sono riportate le concentrazioni degli inquinanti esaminati in questa indagine, suddivisi per ciascuna classe di composti e per sito di campionamento.

Un secondo approccio investigativo era focalizzato più prettamente a valutare o almeno evidenziare l'impatto relativo dell'impianto Laminam sull'area circostante. In questo caso, non erano importanti i valori assoluti delle concentrazioni, ma piuttosto la presenza o meno dei composti d'interesse e, più specificatamente, come le concentrazioni delle sostanze si rapportassero le une alle altre. Perciò, anche laddove i valori assoluti di concentrazione delle sostanze non suscitassero preoccupazione, i loro comportamenti nelle emissioni e in aria fornivano indicazioni utili.

Per la nostra indagine, considerando che per i composti organici volatili e in specie quelli carbonilici l'origine non è univoca (non esistono marker specifici di sorgente), a fine di stimare il contributo delle emissioni dell'impianto in atmosfera e il conseguente impatto sulla qualità ambientale sono stati confrontati i profili emissivi dell'impianto (ovvero le composizioni percentuali o impronte digitali dei gruppi di composti) con quelli osservati in aria ambiente. Infatti, l'approccio dei marker molecolari (o delle "impronte digitali") si dimostra utile ogniqualvolta si possano identificare, non sostanze individuali, ma rapporti distributivi (composizioni percentuali) caratteristici all'interno di gruppi di composti. Quanto più una distribuzione percentuale di un gruppo di composti identificata in una emissione è riscontrata tal quale nel contesto ambientale circostante (a meno di fenomeni di degradazione e rimozione degli inquinanti), tanto più sarà importante l'impatto di quella sorgente. Viceversa, quanto più i profili percentuali saranno diversi, tanto più l'ambiente circostante risulterà influenzato da altre sorgenti emissive.

Si precisa che operativamente sia nel caso dei VOC sia per i carbonili volatili sono stati presi in considerazione soltanto i composti che nelle emissioni esaminate in entrambe le settimane di misura raggiungevano o superavano percentuali pari al 15% del totale; in questo modo, l'esame è stato limitato specificatamente ai componenti "tipici" delle emissioni, pertanto l'eventuale riscontro nell'aria ambiente con distribuzioni percentuali simili poteva intendersi indicativo della relazione tra esausti dell'impianto e area circostante.

6.1 VOC

6.1.1 Emissioni convogliate

Sono appresso riportati i valori di concentrazione di VOC, espressi in microgrammi per metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), riscontrati nelle emissioni ai camini.



Camino E12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13/11/2018			15/11/2018			04/12/2018			06/12/18		
	composto tempo camp.	10min	60min	media	10min	60min	media	30min	60min	media	90min	30min
Butane, 2-methyl-	274	689	481	5.7	3.4	4.6	10.7	1.4	6.0	9.8	84	47
Pentane	247	566	406	62	40	51	76	32	54	272	256	264
Pentane, 2-methyl-	161	67	114	690	393	541	25	22	23	46	59	52
Pentane, 3-methyl-	24	28	26	5.3	33	19	103	8.6	56	167	152	160
Hexane	16	207	111	11	26	18	128	0.7	64	45	62	54
Cyclopentane, methyl-	21	28	25	22	49	35	23	0.5	12	48	40	44
Cyclohexane	7.8	10.9	9.4	13.7	10.3	12.0	302	441	372	689	565	627
1-Propanol, 2-methyl-	60	97	78	24	7	15	52	11	32	10	77	43
Benzene	23	6.3	14.4	20	14	17	109	7.3	58	7.4	6.0	6.7
Heptane	26	11.4	19	138	63	100	64	1.1	33	54	55	54
1-Butanol	21	93	57	326	27	176	80	33	57	26	15.1	21
Cyclohexane, methyl-	5.0	7.1	6.1	75	6	41	120	26	73	377	343	360
Toluene	14.3	12.6	13.5	17	16	16	24	6.3	14.9	15.6	11.7	13.6
Octane	9.5	3.2	6.4	1.8	6.2	4.0	1.1	3	2	0.5	0.4	0.5
Ethylbenzene	0.6	3.3	1.9	5.1	1.9	3	1.9	0.4	1.2	2.3	1.4	1.9
Nonane	5.1	1.1	3.1	26	4	15	297	122	209	67	83	75
m+p-Xylene	2.6	20	11	34	13	23	5.9	1.3	3.6	6.1	4.2	5.2
Styrene	319	161	240	76	32	54	249	319	284	248	183	216
o-Xylene	44	26	35	28	99	63	33	6.5	20	36	25	31
Decane	320	22	171	11	43	27	56	9	32	29	27	28
Trimethylbenzene	150	3.3	77	6.6	25	16	326	57	191	998	727	862
Undecane	106	0.7	54	3.2	37	20	11	3.0	7	1.8	2.2	2.0
Dodecane	3.0	0.1	1.5	2.6	9.3	6.0	32	7.7	20	4.9	3.8	4.4
Tridecane	4.7	0.7	2.7	0.4	1.0	0.7	2	1.7	2	1.1	12.4	6.7



Camino E12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13/11/2018			15/11/2018			04/12/2018			06/12/18			
	composto camp.	tempo 10min	tempo 60min	tempo media	tempo 10min	tempo 60min	tempo media	tempo 30min	tempo 60min	tempo media	tempo 90min	tempo 30min	tempo media
Tetradecane		1.8	0.8	1.3	10.5	1.0	5.8	187	2.9	95	2.1	2.2	2.2
Pentadecane		0.2	0.0	0.1	0.0	0.2	0.1	67	6.4	37	0.8	9.2	5.0
Hexadecane		0.7	0.7	0.7	11.4	6.0	8.7	8	1.7	5	4.4	0.7	2.5
<i>totale</i>		1865	2067	1966	1625	964	1295	2394	1132	1763	3167	2808	2988

Tabella 6.1.: Concentrazioni dei VOC misurate in emissione al camino E12 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Camino E13A $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15/11/2018				04/12/2018			06/12/2018				
	composto camp.	tempo 10min	tempo 60min	tempo 10min	tempo media	tempo 60min	tempo 30min	tempo media	tempo 30min	tempo 60min	tempo 30min	tempo media
Butane, 2-methyl-		4.8	2.2	23	9.8	16.8	23	20	1.9	1.1	1.4	1.5
Pentane		543	654	559	585	127	9.0	68	1.1	10.7	2.5	4.8
Pentane, 2-methyl-		820	123	97	347	18.9	5.4	12.2	0.5	35	10.8	15.5
Pentane, 3-methyl-		1073	32	135	413	11.1	13.3	12.2	5.7	48	1.3	18.4
Hexane		850	24	988	621	3.1	0.6	1.9	0.1	0.4	1.1	0.5
Cyclopentane, methyl-		584	2.8	115	234	15.8	0.5	8.1	0.1	0.8	0.9	0.6
Cyclohexane		17	27	29	24	111	335	223	73	19.1	10.7	34
1-Propanol, 2-methyl-		54	148	107	103	166	5.9	86	0.3	1.6	8.8	3.6
Benzene		91	20.2	95	69	49	10.7	30	0.4	0.4	1.2	0.7
Heptane		32	71	77	60	18.6	2.2	10.4	0.4	0.1	0.9	0.4
1-Butanol		1750	951	1887	1529	404	316	360	33	3.2	26	21
Cyclohexane, methyl-		32	22	21	25	39	195	117	5.6	2.1	1.7	3.1
Toluene		84	28	201	105	102	59	81	3.4	0.8	2.3	2.2

Camino E13A $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15/11/2018				04/12/2018			06/12/2018			
	composto	tempo	camp.								
	10min	60min	10min	media	60min	30min	media	30min	60min	30min	media
Octane	25	15.1	750	263	1.2	1.9	1.6	0.4	0.5	0.1	0.3
Ethylbenzene	21	31	67	40	19.0	6.3	12.7	0.3	1.2	0.1	0.5
Nonane	40	25	9.4	25	10.9	83	47	5.0	25	9.6	13.2
m+p-Xylene	89	212	316	206	48	16.2	32	1.2	4.1	0.1	1.8
Styrene	3.5	5.2	87	32	320	1042	681	110	142	119	124
o-Xylene	6.8	5.0	45	19	318	96	207	6.6	29	5.1	13.5
Decane	12.1	2.5	586	200	37	11.7	24	2.3	2.9	6.3	3.9
Trimethylbenzene	1.4	4.4	14.1	6.6	131	664	398	46	93	50	63
Undecane	15.8	0.0	48	21	1.7	0.7	1.2	1.1	0.8	0.6	0.8
Dodecane	1.2	0.1	80	27	89	119	104	2.4	0.3	0.8	1.2
Tridecane	3.2	1.1	105	36	64	33	49	0.5	0.5	16.1	5.7
Tetradecane	2.1	0.1	30	10.7	51	15.8	33	7.8	5.4	7.7	7.0
Pentadecane	0.1	0.0	4.9	1.7	51	35	43	16.7	7.8	74	33
Hexadecane	1.7	1.4	5.6	2.9	44	11.2	28	0.8	13.4	4.6	6.3
<i>totale</i>	6156	2407	6482	5015	2268	3111	2690	326	450	364	380

Tabella 6.2.: Concentrazioni .dei VOC misurate in emissione al camino E13A (mg/m^3).

Camino $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tempo, data)	E36 (10 min., 14/11)	E03 (10 min., 14/11)	E03 (60 min., 05/12)	E03 (30 min., 05/12)
Butane, 2-methyl-	2.4	1.9	11.2	0.6
Pentane	36	25	26	34
Pentane, 2-methyl-	71	17.1	8.5	75
Pentane, 3-methyl-	0.6	473	17.0	6.8
Hexane	87	376	10.5	7.0



Camino $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tempo, data)	E36 (10 min., 14/11)	E03 (10 min., 14/11)	E03 (60 min., 05/12)	E03 (30 min., 05/12)
Cyclopentane, methyl-	16.9	46.2	13.6	4.8
Cyclohexane	0.9	14.9	17.0	21
1-Propanol, 2-methyl-	15.3	21.2	0.8	0.7
Benzene	4.2	3.7	45	2.5
Heptane	5.5	14.9	6.5	4.0
1-Butanol	8.9	74.8	2.4	0.5
Cyclohexane, methyl-	0.1	17.9	8.0	4.0
Toluene	2.8	8.4	2.9	6.0
Octane	0.3	27.1	2.2	0.0
Ethylbenzene	0.5	1.0	0.5	0.3
Nonane	12.7	0.2	4.2	0.6
m+p-Xylene	5.1	7.1	1.9	0.6
Styrene	2.6	36.0	194	98
o-Xylene	4.3	88.2	12.4	11.3
Decane	1.3	25.1	5.1	0.7
Trimethylbenzene	1.2	15.3	64	58
Undecane	11.3	11.3	0.4	0.0
Dodecane	0.1	5.0	7.2	4.6
Tridecane	0.1	0.2	0.4	0.2
Tetradecane	0.3	2.1	6.6	15.1
Pentadecane	0.1	0.1	25	11.4
Hexadecane	0.2	1.5	6.3	1.3
<i>totale</i>	291	1315	500	369

Tabella 6.3.: Concentrazioni .dei VOC misurate in emissione ai camini E36 e E03 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

6.1.2 Emissioni diffuse

Sono appresso riportati i valori di concentrazione di VOC, in microgrammi per metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), nelle emissioni diffuse all'interno dell'impianto. E' stato aggiunto un ulteriore **sito 4** limitrofo alla zona d'incollaggio, nei giorni 14 e 15 novembre, poiché si era notata una attività di pulizia delle macchine. I valori di concentrazione corrispondenti sono inseriti in Tab. 6.5, per analogia con il Sito 2.

Sito 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13.11.2018	13.11.2018	15.11.2018	15.11.2018	15.11.2018	04.12.2018	06.12.18
tempo camp.	30min	60min	60min (1)	60min (2)	60min (3)	60min	60min)
Butane, 2-methyl-	4.2	0.71	5.44	0.79	0.37	0.56	32
Pentane	1.43	2.02	18.9	3.4	0.07	0.01	6.2
Pentane, 2-methyl-	20.2	18.4	5.3	27.5	0.04	0.01	1.56
Pentane, 3-methyl-	3.7	1.62	4.9	2.68	0.09	0.38	35
Hexane	0.44	2.81	3.9	1.29	0.08	0.04	0.56
Cyclopentane, methyl-	0.64	3.34	0.16	0.83	0.05	0.01	2.68
Cyclohexane	1.18	0.84	0.77	2.37	0.85	0.27	91
1-Propanol, 2-methyl-	5.2	1.17	0.19	7.2	0.08	0.01	2.69
Benzene	14.0	1.14	0.68	7.7	0.28	0.41	2.57
Heptane	1.17	0.54	0.19	1.08	0.28	0.18	2.48
1-Butanol	25.7	44	7.5	46	0.05	0.02	33
Cyclohexane, methyl-	0.14	1.22	2.35	5.2	0.29	0.14	13.98
Toluene	7.0	5.5	2.33	11.8	1.35	1.69	5.35
Octane	2.60	0.66	0.43	1.13	0.06	0.01	0.26
Ethylbenzene	1.04	0.65	0.42	1.37	0.79	0.64	0.82
Nonane	0.98	0.05	0.35	0.73	0.03	0.01	12.9
m+p-Xylene	8.3	4.8	2.73	9.7	1.05	0.79	3.4
Styrene	8.9	2.33	1.54	7.1	1.60	1.43	11.6
o-Xylene	237	9.4	5.5	4.2	1.78	2.88	15.1
Decane	4.7	16.8	2.71	11.5	1.91	0.85	4.2
Trimethylbenzene	106	0.55	0.77	3.3	0.03	0.51	86
Undecane	0.55	6.5	2.34	2.30	1.61	0.01	0.71
Dodecane	1.73	4.8	0.26	1.40	0.88	0.19	3.2
Tridecane	0.96	3.7	0.73	0.70	0.61	0.64	2.08
Tetradecane	2.95	6.11	0.34	0.07	1.52	0.82	0.54
Pentadecane	0.23	0.12	0.02	0.01	0.02	0.50	1.44
Hexadecane	6.5	8.2	0.06	0.95	0.07	0.01	3.7
<i>totale</i>	<i>467</i>	<i>148</i>	<i>71</i>	<i>162</i>	<i>15.8</i>	<i>13.0</i>	<i>375</i>

Tabella 6.4.: Concentrazioni .dei VOC misurate all'interno dell'azienda al sito 1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Sito 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13.11.2018	04.12.2018	06.12.18	14.11.2018	15.11.2018
composto tempo camp.	60min	60min	60min	Area E36 - 10min	Area E36 - 10min
Butane, 2-methyl-	0.22	1.66	1.49	1.82	2.31
Pentane	1.23	0.62	0.09	12.6	14.1
Pentane, 2-methyl-	6.5	1.42	0.63	112	86
Pentane, 3-methyl-	1.86	100	5.1	19.6	29.8
Hexane	1.47	9.9	0.52	15.6	23.5
Cyclopentane, methyl-	0.89	13.21	0.55	14.3	21.0
Cyclohexane	0.16	61	15.3	3.2	5.7
1-Propanol, 2-methyl-	0.34	8.08	0.33	6.7	20.8
Benzene	1.08	3.2	0.04	5.7	5.5
Heptane	0.42	0.32	0.49	2.22	1.35
1-Butanol	3.9	5.1	10.4	44	51
Cyclohexane, methyl-	0.21	7.9	10.8	0.20	25.8
Toluene	1.72	2.79	1.87	7.0	9.1
Octane	0.67	0.03	0.06	3.4	5.1
Ethylbenzene	0.30	0.36	0.27	5.8	3.6
Nonane	0.02	17.0	27.5	0.77	6.6
m+p-Xylene	0.97	1.38	1.01	37	23.3
Styrene	1.16	1.39	1.81	374	19.7
o-Xylene	0.01	1.22	1.99	488	23.3
Decane	0.08	3.10	5.1	58	84
Trimethylbenzene	0.03	85	31	56	24.0
Undecane	0.04	0.74	1.11	40	55
Dodecane	0.36	7.0	4.4	7.2	6.3
Tridecane	0.02	1.44	1.49	0.42	12.6
Tetradecane	0.09	0.27	6.4	0.16	8.3
Pentadecane	0.01	5.18	1.60	0.09	0.09
Hexadecane	0.25	0.34	3.6	0.76	8.7
<i>totale</i>	<i>24</i>	<i>340</i>	<i>135</i>	<i>1316</i>	<i>576</i>

Tabella 6.5.: Concentrazioni dei VOC misurate all'interno dell'azienda al sito 2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Sito 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		15.11.2018	15.11.2018	04.12.2018	06.12.18
composto	tempo	60min	30min	60min	60min
camp.					
Butane, 2-methyl-		32	0.12	2.57	7.9
Pentane		21.6	1.28	0.62	0.16
Pentane, 2-methyl-		6.1	0.46	5.5	0.66
Pentane, 3-methyl-		2.20	1.03	39	6.1
Hexane		4.5	0.64	5.9	0.18
Cyclopentane, methyl-		2.62	0.05	0.59	0.13
Cyclohexane		1.20	1.23	39	6.1
1-Propanol, 2-methyl-		9.2	0.58	1.80	0.58
Benzene		1.78	5.8	4.1	0.04
Heptane		7.96	0.14	0.58	0.05
1-Butanol		2.00	38	7.8	48
Cyclohexane, methyl-		3.3	1.40	16.8	11.8
Toluene		2.72	1.98	3.3	0.78
Octane		1.08	0.29	0.50	0.10
Ethylbenzene		0.17	0.18	0.29	0.54
Nonane		0.72	0.42	18.8	28.2
m+p-Xylene		1.24	1.86	1.28	2.48
Styrene		2.43	4.8	3.7	9.4
o-Xylene		8.0	5.6	8.1	9.0
Decane		7.0	31	3.5	6.1
Trimethylbenzene		1.60	77	60	42
Undecane		3.10	3.2	1.04	1.10
Dodecane		0.36	81	16.6	3.5
Tridecane		0.21	4.2	2.28	1.43
Tetradecane		0.25	413	0.55	5.2
Pentadecane		0.03	0.13	0.73	3.5
Hexadecane		0.04	3.9	2.95	1.96
<i>totale</i>		<i>123</i>	<i>306</i>	<i>246</i>	<i>197</i>

Tabella 6.6.: Concentrazioni .dei VOC misurate all'interno dell'azienda al sito 3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

6.1.3 Aria ambiente

Le tabelle seguenti (Tab. 6.7.-6.9.) riportano le concentrazioni di VOC registrate nelle tre località dell'area di Borgo Val di Taro, espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Località Spiagge $\mu\text{g}/\text{m}^3$		13.11.2018		15.11.2018		04.12.2018	06.12.18
composto	tempo camp.	10min	60min	10min	60min	60min	
Butane, 2-methyl-		1.90	1.21	1.83	0.47	0.35	
Pentane		36	4.8	28.7	1.66	0.45	
Pentane, 2-methyl-		42	10.0	14.5	36	0.18	
Pentane, 3-methyl-		4.7	0.19	6.4	84	11.7	
Hexane		3.7	1.50	3.9	0.65	0.07	
Cyclopentane, methyl-		0.22	0.05	0.24	0.50	0.07	
Cyclohexane		0.68	0.38	0.75	24.5	0.68	
1-Propanol, 2-methyl-		5.1	0.18	0.87	0.35	0.11	
Benzene		2.72	0.64	2.61	3.8	1.24	
Heptane		0.71	0.06	9.9	2.67	0.20	
1-Butanol		10.6	1.38	4.9	0.38	0.40	
Cyclohexane, methyl-		0.56	0.18	0.95	3.9	0.24	
Toluene		3.6	1.12	4.8	5.6	2.37	
Octane		1.82	0.36	1.27	0.39	0.49	
Ethylbenzene		0.19	0.17	0.18	0.28	0.17	
Nonane		0.88	0.21	0.92	20.4	32	
m+p-Xylene		1.72	0.33	1.13	1.22	0.57	
Styrene		9.8	0.01	2.83	7.5	1.54	
o-Xylene		4.59	0.09	3.9	7.8	3.5	
Decane		13.75	0.20	34	0.96	1.80	
Trimethylbenzene		2.63	0.07	36	47	26	
Undecane		16.4	0.50	32	0.92	1.12	
Dodecane		1.12	1.93	29.1	2.56	4.1	
Tridecane		0.14	3.7	49	0.66	0.17	
Tetradecane		8.4	4.0	34	0.20	4.2	
Pentadecane		0.11	0.02	6.8	1.50	1.96	
Hexadecane		2.17	0.88	91	0.11	2.30	
<i>totale</i>		176	34	403	257	98	

Tabella 6.7.: Concentrazioni dei VOC misurate al sito Le Spiagge ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Via Malta $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13/11/2018	15.11.2018	04.12.2018	06.12.18
composto tempo camp.	80min	60min	60min	60min
Butane, 2-methyl-	0.10	0.97	0.85	0.58
Pentane	4.2	8.0	3.9	0.05
Pentane, 2-methyl-	0.34	12.27	0.47	0.05
Pentane, 3-methyl-	0.46	5.4	24.7	1.07
Hexane	0.36	1.42	0.16	0.11
Cyclopentane, methyl-	1.12	2.81	1.12	0.02
Cyclohexane	0.31	0.83	31	6.7
1-Propanol, 2-methyl-	0.18	2.69	1.13	0.13
Benzene	0.73	1.62	1.71	1.18
Heptane	0.11	2.00	0.10	0.23
1-Butanol	1.51	2.47	7.8	0.12
Cyclohexane, methyl-	0.35	0.89	7.9	6.0
Toluene	1.78	3.2	0.68	3.1
Octane	0.31	0.51	0.22	0.71
Ethylbenzene	0.18	0.29	0.09	0.23
Nonane	0.21	0.26	14.4	32
m+p-Xylene	1.20	1.79	0.51	0.81
Styrene	0.39	2.66	2.02	3.2
o-Xylene	0.77	4.2	3.6	5.6
Decane	1.13	9.3	0.43	3.2
Trimethylbenzene	0.13	2.29	28.7	42
Undecane	1.55	1.29	0.75	0.98
Dodecane	0.14	2.27	2.95	4.5
Tridecane	0.12	0.26	0.87	0.08
Tetradecane	0.06	1.47	4.6	4.6
Pentadecane	0.01	0.03	1.43	10.7
Hexadecane	0.10	0.69	0.21	0.20
<i>totale</i>	<i>17.9</i>	<i>72</i>	<i>142</i>	<i>128</i>

Tabella 6.8.: Concentrazioni .dei VOC misurate a Via Malta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Scuola $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13.11.2018	15.11.2018	04.12.2018	06.12.18	
composto tempo camp.	10min	60min	10min	60min	60min
Butane, 2-methyl-	3.9	0.08	0.20	3.8	0.97
Pentane	45	5.6	35	1.26	0.26
Pentane, 2-methyl-	12.9	0.49	12.24	27.7	0.11
Pentane, 3-methyl-	0.36	2.54	7.9	2.26	14.8
Hexane	5.9	0.61	5.5	0.58	1.62
Cyclopentane, methyl-	1.50	1.00	1.57	0.56	0.13

Scuola $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13.11.2018	15.11.2018		04.12.2018	06.12.18
composto tempo camp.	10min	60min	10min	60min	60min
Cyclohexane	1.11	0.48	0.98	14.1	3.6
1-Propanol, 2-methyl-	1.42	0.60	2.48	0.33	0.02
Benzene	2.58	0.65	2.67	3.2	0.03
Heptane	0.87	0.15	10.6	2.47	0.96
1-Butanol	20.8	3.3	9.5	5.9	0.52
Cyclohexane, methyl-	1.05	0.32	1.37	6.1	0.27
Toluene	4.6	1.44	6.5	7.5	1.60
Octane	2.02	0.60	2.16	0.06	0.42
Ethylbenzene	0.47	0.13	0.32	0.20	0.18
Nonane	1.19	0.03	1.05	13.8	27.0
m+p-Xylene	3.8	0.82	2.57	0.93	0.32
Styrene	3.4	6.8	8.1	3.9	6.0
o-Xylene	2.03	6.4	3.9	6.2	2.04
Decane	58	7.4	5.9	0.28	0.77
Trimethylbenzene	46	1.58	12.8	54	12.1
Undecane	23.8	0.45	13.0	0.54	0.71
Dodecane	7.4	0.43	3.2	1.56	1.73
Tridecane	2.11	0.18	0.70	0.51	0.86
Tetradecane	2.50	0.07	4.7	1.83	2.32
Pentadecane	0.08	0.02	0.01	1.43	1.53
Hexadecane	0.63	1.91	2.71	2.09	1.17
<i>totale</i>	<i>255</i>	<i>44</i>	<i>158</i>	<i>163</i>	<i>82</i>

Tabella 6.9.: Concentrazioni .dei VOC misurate presso la scuola Manara ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

I composti organici volatili o VOC (*Volatile Organic Compounds*) sono composti ubiquitari rilasciati in atmosfera da processi sia naturali che antropici e sono considerati la classe più significativa di inquinanti *outdoor* ed *indoor*.

Figura 6.1 [Mishra et al., 2015] esplicita come la principale sorgente di VOC in aria-ambiente (*outdoor*) sia rappresentata dalle emissioni di scarico delle autovetture; seguono l'evaporazione dei carburanti e le emissioni industriali; meno significativi sono invece i processi di natura fotochimica. Gli ambienti indoor, pur nella loro estrema variabilità, hanno perlopiù sorgenti diverse dall'aria esterna. È importante osservare che, analogamente a quanto avviene per i composti carbonilici, anche per i VOC le concentrazioni risultano generalmente maggiori negli ambienti interni.

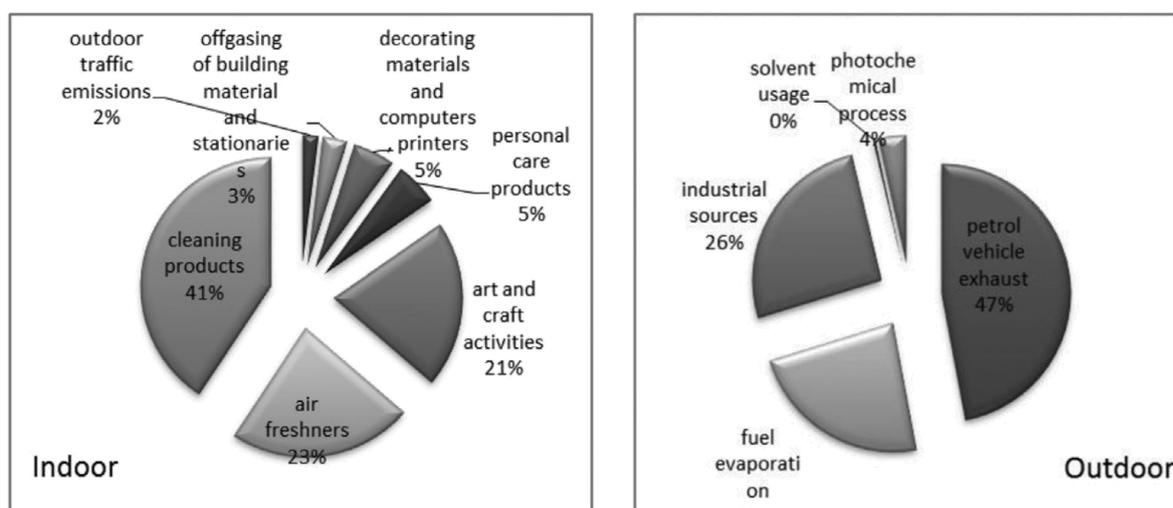


Figura 6.1. Principali sorgenti outdoor ed indoor di VOC [Mishra et al., 2015]

I risultati dei monitoraggi di VOC in aria ambiente a Borgo Val di Taro mostrano per i VOC valori medi di concentrazione che rientrano negli intervalli individuati dalla moderna letteratura come tipici delle aree urbane (fino a $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$) [Villanueva et al., 2018]. Nell'area di Viggiano (PZ), Val d'Agri, sono state misurate nei mesi di ottobre e novembre 2017 concentrazioni di benzene e toluene comprese rispettivamente tra 0.4 e $3.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media: $1.5 \pm 0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e tra 0.9 e $8.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media: $1.2 \pm 0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$); lo stirene variava da <0.1 a $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nella zona di Malagrotta (Roma), rurale ma con piccoli insediamenti industriali, una raffineria ed una discarica, le concentrazioni d'idrocarburi volatili mutavano ampiamente in base alla meteorologia, che ostacolava ("impatto antropico") o favoriva ("impatto biogenico") la dispersione degli inquinanti. Infatti, il 2-metilbutano raggiungeva $24 \pm 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in situazioni d'impatto antropico e $1.9 \pm 0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con impatto biogenico, il pentano rispettivamente $15.5 \pm 3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $1.8 \pm 1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, l'esano 4.4 ± 0.2 e $0.6 \pm 0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, il benzene $0.9 \pm 0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con impatto antropico e $0.8 \pm 0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con impatto biogenico, il toluene rispettivamente $0.4 \pm 0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $0.9 \pm 0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Gariazzo et al., 2007).

È degno di nota che a Borgo Val di Taro le concentrazioni di alcuni composti subiscono oscillazioni significative in dipendenza dei siti di misura e, a parità di sito, con il variare dei giorni e degli orari di

campionamento. Il fenomeno è in parte giustificabile sulla base delle condizioni meteorologiche prevalenti, infatti, gli andamenti di concentrazione appaiono spesso direttamente correlati con la velocità e direzione del vento, con la temperatura e l'umidità [Lu et al., 2016; Morknoy et al., 2011; Missia et al., 2010; Delikhoon et al., 2018], ma influiscono anche l'intensità della radiazione solare e l'altezza dello strato superficiale d'inversione termica dell'atmosfera terrestre.

I comportamenti dei composti organici volatili che hanno mostrato i valori più alti di concentrazione (ovvero pentano, 2-metilpentano, 3-metilpentano, nonano, trimetilbenzene, decano e undecano) sono stati esaminati in dettaglio per confrontare i picchi di concentrazione in aria ambiente con i valori registrati contestualmente nelle emissioni.

Il benzene (massimo valore registrato paria $3.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) non raggiungeva mai, in aria ambiente, il limite di concentrazione fissato per legge, riferito alla media annua.

Per quanto riguarda le specie più volatili (pentano, 2-metil pentano e 3-metil pentano) è noto che la principale fonte di emissione è l'evaporazione di carburanti, sia di tipo benzina che gasolio [1, 7, 8].

Confrontando le punte di concentrazione (valori $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in aria ambiente con i valori giornalmente osservati in emissione risultava talvolta riscontrabile un certo grado di relazione tra le due grandezze.

Per esempio, considerando il pentano, si è osservato che in aria ambiente i valori massimi sono stati registrati nei giorni 13 e 15/11/2018 nei siti "Spiagge" e "Scuola" e il dato risultava omogeneo con i numeri registrati nelle stesse date e per la stessa sostanza nelle emissioni dei camini E12 ed E13A.

Per contro, quantunque nei giorni 4 e 6/12/2018 siano stati osservati picchi di concentrazione ($126 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in E13a e $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in E12 il 4/12; $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e in E12 il 6/12), contemporaneamente in nessun sito di misura dell'aria ambiente sono state registrate concentrazioni superiori a $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Inoltre, il 2-metilpentano ha mostrato concentrazioni elevate il giorno 04/12/2018 ("Spiagge", $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$; "Scuola", $12.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), a fronte di concentrazioni emissive non significativamente alte ($<50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tra i composti a minore tensione di vapore, l'1,2,3-trimetilbenzene ha come sorgente principale per l'aria ambiente le emissioni di scarico degli autoveicoli [Chin et al., 2012]; tuttavia esso è anche rilasciato in ambiente durante la produzione di piastrelle decorate [Ferrari, 2016], in specie nella fase di decorazione con inchiostri. Si può osservare per questo analita che nel corso dei campionamenti effettuati il 15/11/2018 la concentrazione è variata radicalmente e rapidamente, passando da $0.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (prelievo h. 16:48-17:47) a $36.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (prelievo h. 17:51-18:01).

Il nonano, il decano e l'undecano hanno come principale sorgente comune il traffico veicolare [Mishra et al., 2015]. Le concentrazioni misurate dei tre composti sembrano indicare una corrispondenza tra dati ambientali e di emissione. Tuttavia, l'attribuzione della loro presenza nell'atmosfera di Borgo Val di Taro all'emissione dell'impianto va valutata con prudenza; infatti, trattandosi di composti ubiquitari, la sorgente industriale va a sommarsi alle altre fonti riconosciute dalla letteratura scientifica, tra le quali la più importante è quella naturale (vegetazione) [Mishra et al., 2015; Geng et al., 2010; Morikawa et al., 1998].

Una menzione speciale va fatta riguardo allo stirene (vinilbenzene). Esso trova molte applicazioni industriali (come solvente e soprattutto per la produzione di polimeri e colle) e la sua presenza è stata riscontrata anche a Borgo Val di Taro in tutte le emissioni e in aria ambiente, in concentrazioni non significative dal punto di vista tossicologico ma comunque rilevanti rispetto alle concentrazioni medie rilevate in aria ambiente (mediamente $>1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in aria ambiente e talvolta superiori a quelle del benzene

e/o del toluene), considerando che il composto è assai reattivo (è degradato facilmente e rapidamente dagli ossidanti fotochimici) e in aria esterna è osservabile, a concentrazioni inferiori a $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soltanto in aree densamente abitate (Villanueva et al., 2018; Kumar et al., 2018).

Nel Manuale redatto dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e i servizi Tecnici (APAT, 2003) sugli Odori, vengono riportati i valori più bassi e più alti delle soglie olfattive reperibili in letteratura, nonché le concentrazioni di irritazione. Le concentrazioni determinate in questo studio, sono stati confrontate con i valori riportati nel manuale, e si sono attestate tutte al di sotto della soglia inferiore.

Composto chimico	soglia bassa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	soglia alta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	conc irritazione ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1-Butanol			
1-Propanol, 2-methyl-	2.70	130.3	
Benzene			
Butane, 2-methyl-			
Cyclohexane	1435	1435	1050000
Cyclohexane, methyl-	2000000	2000000	
Cyclopentane, methyl-			
Decane			
Dodecane			
Ethylbenzene	8700	870000	870000
Heptane	200000	1280000	
Hexadecane			
Hexane			1800000
m+p-Xylene	348	174000	435000
Nonane	3412500	3412500	
Octane	725000	1208330	1450000
o-Xylene	348	174000	435000
Pentadecane			
Pentane	6600	3000000	
Pentane, 2-methyl-	289	288.6	
Pentane, 3-methyl-			
Stirene	430	860000	4300000
Tetradecane			
Toluene	8025	150000	750000.00
Tridecane			
Trimetil benzene			
Undecane			

Tabella 6.10 – Soglie olfattometriche e concentrazione di irritazione per i composti in esame (APAT, 2003)

6.1.4 Profili emissivi

Nelle figure successive sono mostrati i confronti tra i profili emissivi delle varie campagne di misura, prendendo in considerazione solo i composti che negli esausti d'emissione convogliata contribuivano per non meno del 15% al totale dei VOC investigati, in almeno un camino. Gli stessi composti erano esaminati contestualmente in aria ambiente, con la distribuzione relativa al totale di questi inquinanti (in queste valutazioni non si prendono in considerazione le concentrazioni, già trattate nei paragrafi precedenti).

Nel grafico dei campionamenti del 13 novembre (Fig 6.2), sono stati inseriti anche i profili emissivi dei camini della linea incollaggio (E36) e dell'atomizzatore (E03), raccolti in realtà in data 14 novembre, dal momento che entrambi erano operativi anche in data 13 novembre, nelle stesse condizioni. I profili del 15 novembre non sono stati presi in considerazione, poiché in base ad accordi con il Gestore le due linee d'impianto erano spente (vedi Tabella 4.1); infatti, test condotti con linee d'impianto ferme erano necessari per definire una "situazione di zero" ed evidenziare eventuali differenze rispetto alle condizioni di impianto in funzione.

Operativamente, per ogni giorno di campionamento, è stata calcolato il contributo percentuale di ciascun composto al totale VOC. Come mostrato a titolo di esempio per il giorno 13 novembre, in Fig. 6.2, sono stati evidenziati in giallo i composti il cui contributo al totale fosse >15% nei campioni di emissione.

13/11/2018	E12 - 10min	E12 - 60min	Sito 1 - 30min	Sito 1 - 60min	Sito 2 - 60min	Sito 3 - 30min	Le spiagge - 10min	Via Malta - 80min	Scuola - 10min	Sito 4 - 10min 14.11.2018	Sito 4 - 10min 15.11.2018	E03 - 10min 14.11.2018	E36 - 10 min 14.11.2018
Butane, 2-methyl-	15%	33%	1%	0%	1%	0%	1%	1%	2%	0%	0%	0%	1%
Pentane	13%	27%	0%	1%	5%	1%	20%	24%	18%	1%	2%	2%	12%
Pentane, 2-methyl-	9%	3%	4%	12%	27%	1%	24%	2%	5%	9%	15%	1%	24%
Pentane, 3-methyl-	1%	1%	1%	1%	8%	1%	3%	3%	0%	1%	5%	36%	0%
Hexane	1%	10%	0%	2%	6%	0%	2%	2%	2%	1%	4%	29%	30%
Cyclopentane, methyl-	1%	1%	0%	2%	4%	0%	0%	6%	1%	1%	4%	4%	6%
Cyclohexane	0%	1%	0%	1%	1%	2%	0%	2%	0%	0%	1%	1%	0%
1-Propanol, 2-methyl-	3%	5%	1%	1%	1%	5%	3%	1%	1%	1%	4%	2%	5%
Benzene	1%	0%	3%	1%	5%	1%	2%	4%	1%	0%	1%	0%	1%
Heptane	1%	1%	0%	0%	2%	2%	0%	1%	0%	0%	0%	1%	2%
1-Butanol	1%	4%	6%	30%	16%	25%	6%	8%	8%	3%	9%	6%	3%
Cyclohexane, methyl-	0%	0%	0%	1%	1%	1%	0%	2%	0%	0%	4%	1%	0%
Toluene	1%	1%	1%	4%	7%	3%	2%	10%	2%	1%	2%	1%	1%
Octane	1%	0%	1%	0%	3%	0%	1%	2%	1%	0%	1%	2%	0%
Ethylbenzene	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	0%	0%
Nonane	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	0%	4%
m+p-Xylene	0%	1%	2%	3%	4%	2%	1%	7%	1%	3%	4%	1%	2%
Stirene	17%	8%	2%	2%	5%	3%	6%	2%	1%	28%	3%	3%	1%
o-Xylene	2%	1%	51%	6%	0%	1%	3%	4%	1%	37%	4%	7%	1%
Decane	17%	1%	1%	11%	0%	2%	8%	6%	23%	4%	15%	2%	0%
Trimetil benzene	8%	0%	23%	0%	0%	44%	1%	1%	18%	4%	4%	1%	0%
Undecane	6%	0%	0%	4%	0%	0%	9%	9%	9%	3%	10%	1%	4%
Dodecane	0%	0%	0%	3%	2%	1%	1%	1%	3%	1%	1%	0%	0%
Tridecane	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	2%	0%	0%
Tetradecane	0%	0%	1%	4%	0%	2%	5%	0%	1%	0%	1%	0%	0%
Pentadecane	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Hexadecane	0%	0%	1%	6%	1%	4%	1%	1%	0%	0%	2%	0%	0%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Figura 6.2 – Contributo percentuale dei singoli composti al totale VOC nei campioni del 13.11.18. In giallo sono evidenziati i composti il cui contributo, nei campioni di emissione, sono >15%

Sono stati presi in considerazione pertanto quei composti anche nei campioni di aria ambiente ed emissioni diffuse, e rappresentati graficamente in fig. 6.3. Per semplicità, tutti i composti oltre quelli >15% sono stati raggruppati in "altri", e rappresentati in grigio. Il complemento al totale VOC è dato da tutti gli altri composti.

Il loro contributo non è trascurabile, ma non sono individualmente significativi per poter determinare una impronta digitale caratteristica dell'emissione dal camino.

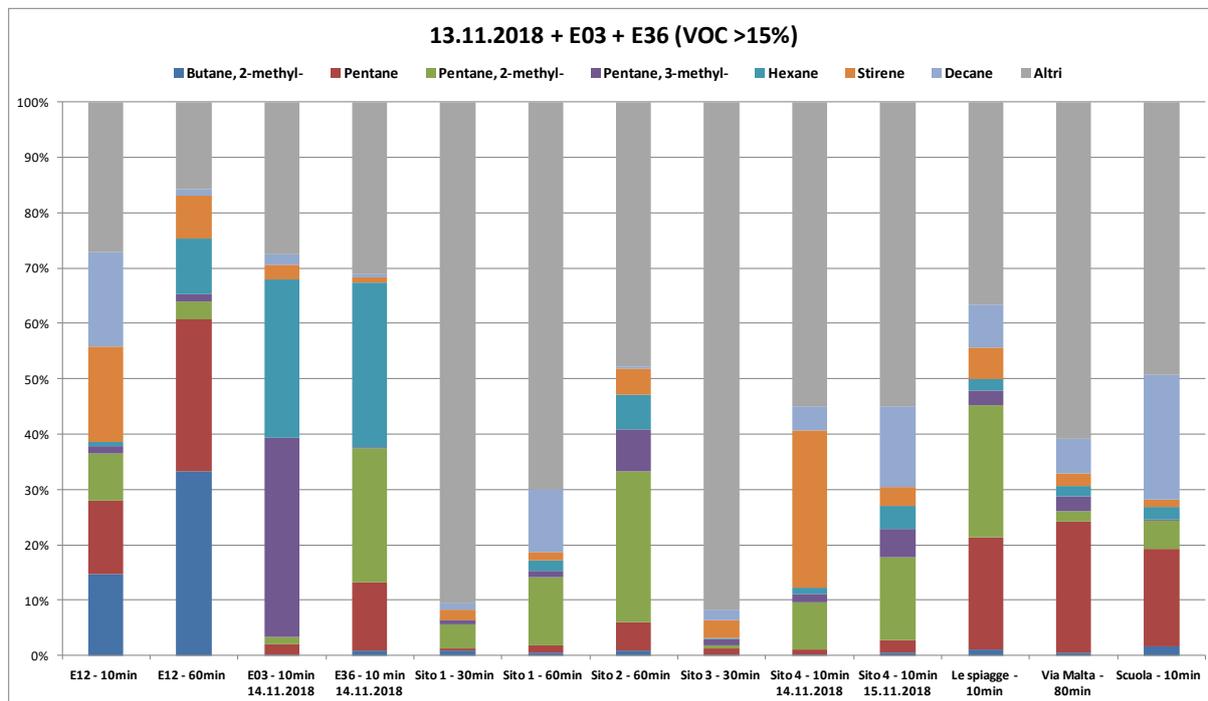


Figura 6.3. Profili emissivi dei camini e in aria ambiente del 13/11 e dei camini E36 ed E03 in data 14/11.

Come risulta evidente, nei siti di aria ambiente il contributo dovuto agli “altri” VOC è preponderante. In questo modo, però, l’informazione della “impronta” del camino si perde, e valutare il contributo del camino stesso sull’aria ambiente risulta difficoltoso.

Pertanto, sono stati presi in considerazione solo i composti significativi (VOC_{emi}), il loro totale è stato normalizzato a 100 e riportati nuovamente in grafico (fig. 6.4). Va tenuto sempre presente il contributo rispetto agli “altri” sul totale VOC considerato in questo studio, affinché non si perda l’informazione relativa. Si osservi, ad esempio, che il peso dei VOC riconosciuti come significativi in emissione per quanto riguarda il *Sito 1 – 10 min*, è solo del 9%.

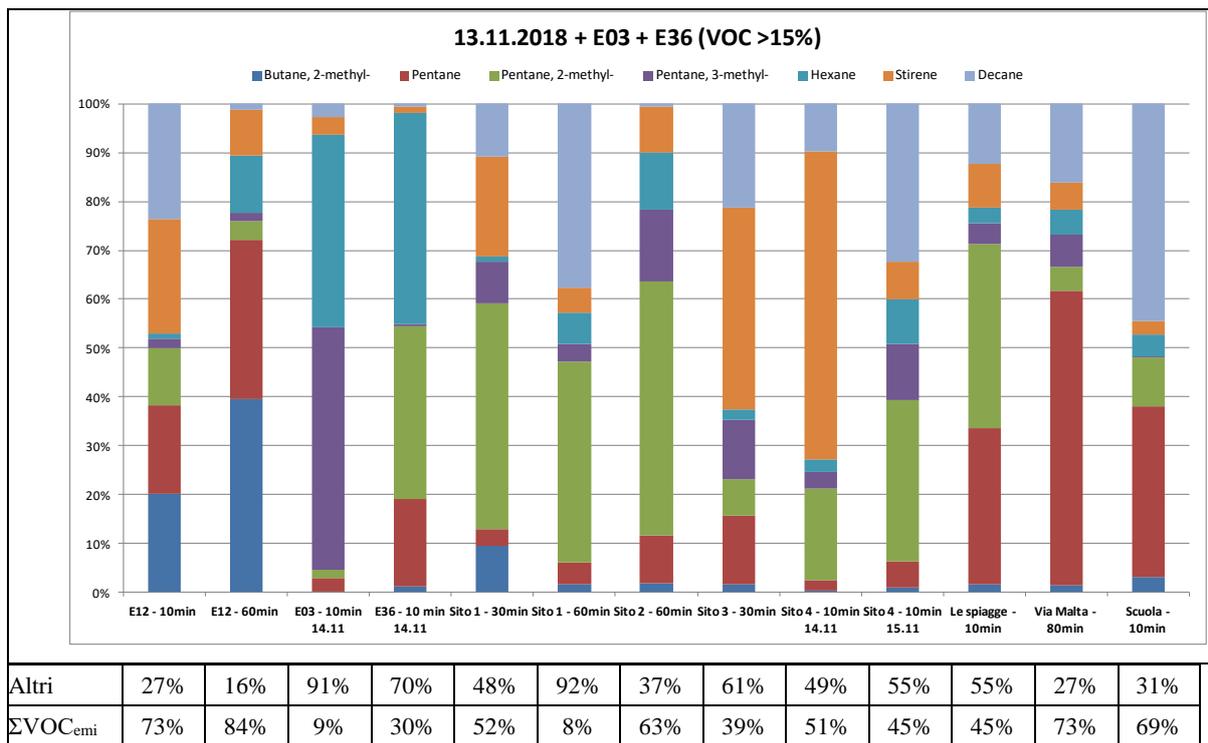


Figura 6.4 – Profili emissivi dei composti VOC più significativi- 13.11.2018

Come si può osservare, per i tre siti urbani è prevalente la presenza di pentano; al solo sito di Spiagge non è trascurabile la presenza di 2-metilpentano (sul totale VOC ha comunque un peso del 24%), presente anche all'interno dell'impianto e nella emissione del camino E36.

Per brevità, vengono presentati nelle figure successive solo le rappresentazioni grafiche dei profili emissivi dei composti VOC più significativi per gli altri giorni di campionamento.

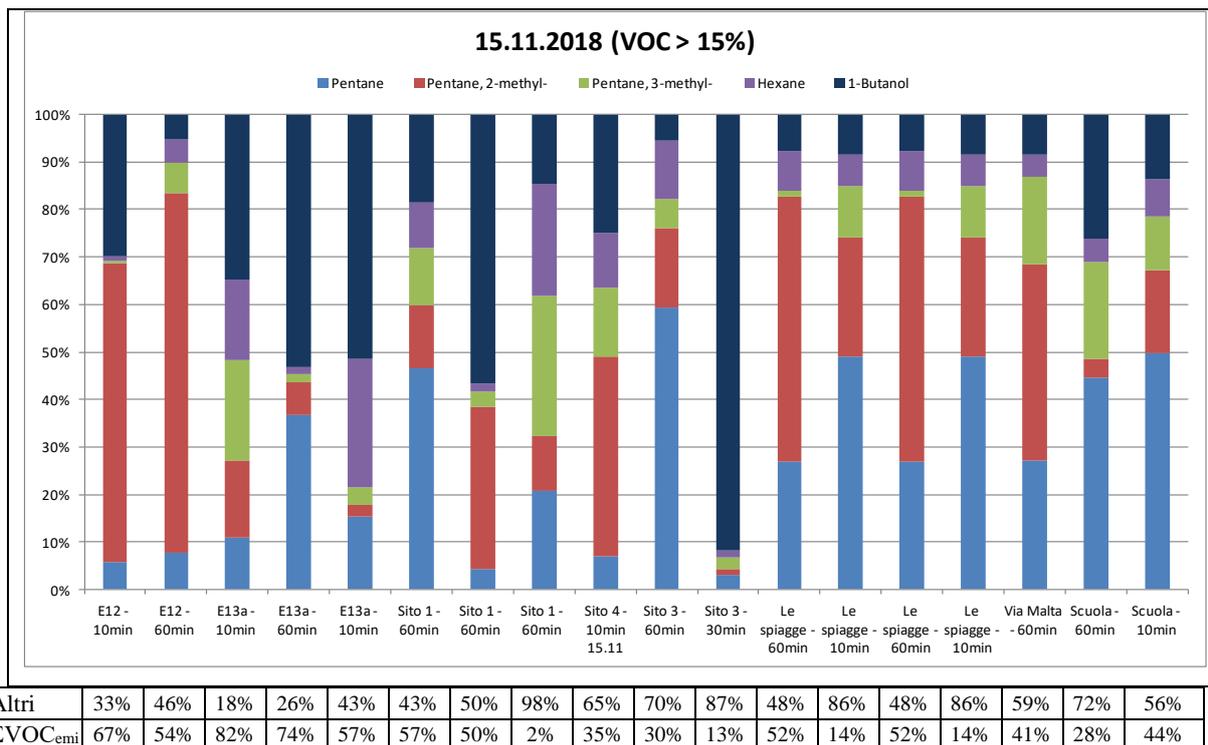


Figura 6.5 – Profili emissivi dei composti VOC più significativi- 15.11.2018

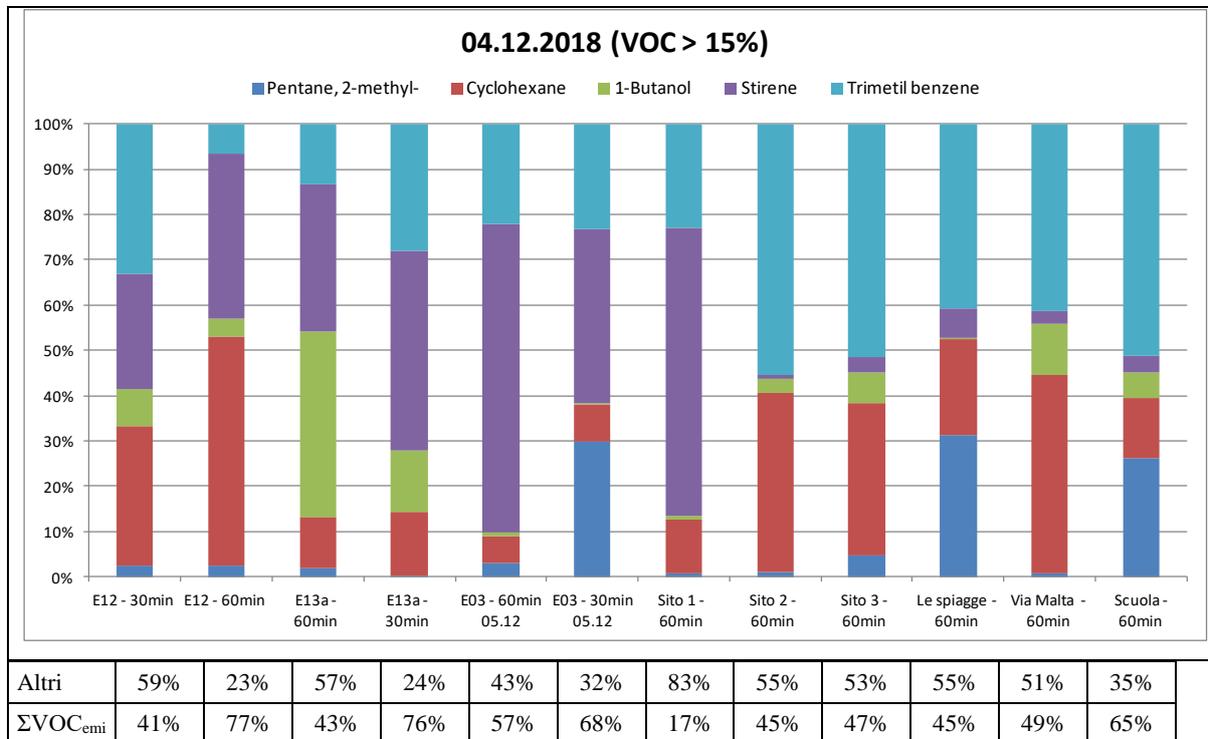


Figura 6.6 – Profili emissivi dei composti VOC più significativi- 04.12.2018

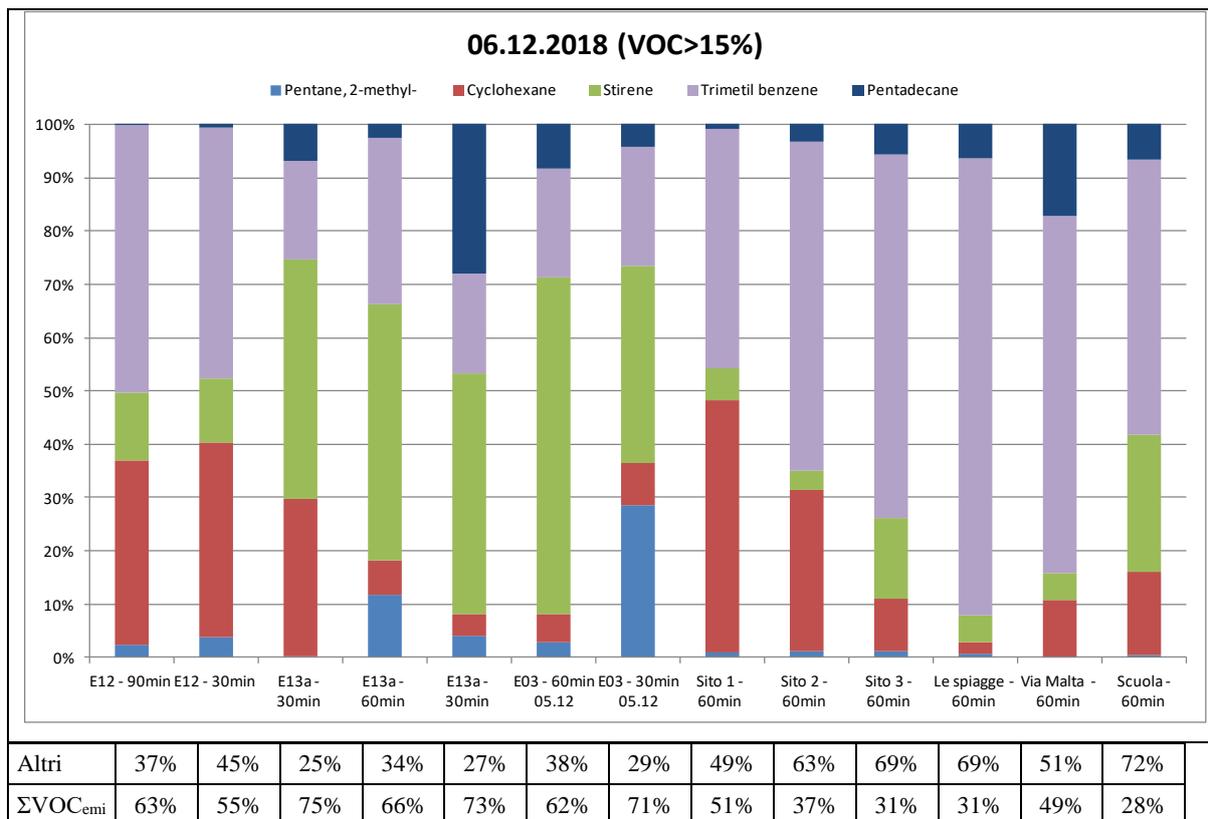


Figura 6.7 – Profili emissivi dei composti VOC più significativi- 06.12.2018

Si può osservare che le distribuzioni relative in aria ambiente (Le Spiagge, Via Malta e Scuola) erano confrontabili per entrambe le misure effettuate il 13 e 15 novembre. I contributi principali sul totale dei composti in esame corrispondevano al pentano e ai suoi derivati metilati. Gli stessi composti erano presenti in emissione, ma con una diversa distribuzione rispetto agli altri. Si osservino p.es. i profili dei camini E36 del 14.11 ed E13A del 15.11: in entrambi i casi le percentuali del pentano e dei suoi derivati metilati erano confrontabili con quelli dell'aria ambiente, ma nel caso dell'E36 la presenza dell'esano non era affatto trascurabile e nel caso dell'E13A compariva un notevole contributo dell'1-butanolo. Per contro, nessuno dei due composti è stato determinato in aria ambiente.

I profili delle emissioni nella seconda settimana di campionamento (4 e 6/12) erano confrontabili tra di loro e distinti da quelli di novembre; erano preponderanti il trimetilbenzene e lo stirene, sia pure con contributi differenti al totale. In particolare, il trimetilbenzene era sempre osservato, ma in percentuale maggiore in aria ambiente rispetto alle emissioni; ciò non solo confermava la non specificità dell'inquinante riguardo alle sorgenti, ma anche suggeriva la presenza di una fonte diversa dall'impianto Laminam. Quanto allo stirene, le percentuali osservate in aria ambiente erano sempre inferiori a quelle delle emissioni e tuttavia indicative della presenza d'una emissione non episodica, poiché questo composto si decompone rapidamente a causa della forte reattività.

Un'annotazione ulteriore riguarda benzene e toluene. I due composti sono associati a sorgenti emissive di varia natura, compresi i processi industriali, il traffico autoveicolare, il riscaldamento domestico e il fumo di tabacco. La non specificità è parzialmente risolta se si considera l'abbondanza relativa dei due composti. Valori del rapporto di concentrazione toluene/benzene (Tol/Bz) tra 2 e 5 sono considerati

tipici del traffico autoveicolare, mentre valori inferiori a 1 (in particolare, nell'intervallo tra 0,4 e 0,7) sono attribuiti genericamente ad emissione industriale, anche se non meglio definita (Convenzione Operativa tra la Regione Basilicata e il CNR-IIA, 2018). Effettivamente, nelle emissioni convogliate il rapporto Tol/Bz mostrava ampie oscillazioni (da 0.2 a 5.5), ma spesso (soprattutto ai camini E12 e E03) era inferiore all'unità. Analogo comportamento dei due composti si osservava nelle emissioni diffuse. In aria ambiente, le oscillazioni erano assai meno ampie (1.3-2.3) e comunque attorno a valori diversi da quelli osservati in Val d'Agri (0.9 ± 0.3) dove si sospettava un impatto industriale.

6.2 Composti carbonilici

Nelle tabelle successive sono mostrate le concentrazioni dei principali composti carbonilici esaminati nel presente studio; le concentrazioni sono espresse in tutti i casi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Anche per i carbonili volatili, i valori assoluti di concentrazione definivano la composizione delle emissioni e lo stato dell'ambiente a Borgo Val di Taro, mentre i profili distributivi (percentuali dei principali componenti) raffiguravano l'importanza delle emissioni dell'impianto Laminam riguardo all'inquinamento dell'area.

6.2.1 Emissioni convogliate

Le concentrazioni di aldeidi e chetoni nelle emissioni dei camini E12, E13A, E36 e E03 sono riportate nelle Tabelle 6.10-6.12. Si osservano ampie oscillazioni in ragione sia del camino, sia della data; in ogni caso, le emissioni E12 (comparabili come valore totale a quelle di E36) erano mediamente meno ricche di quelle dei camini E13A e E03. Non vi era un comportamento univoco né riguardo alle specie più abbondanti, né ai rapporti di concentrazione (p.es., l'acetaldeide e l'acetone talvolta erano importanti, talvolta quasi inesistenti; ancora, alle aldeidi a catena lineare lunga nonanale e decanale, i cui valori assoluti apparivano comunque ridotti, corrispondevano percentuali del totale ora trascurabili, ora importanti).

Degna di nota era la presenza certa di acroleina e crotonaldeide e forse della metacroleina (analiticamente non separata e quindi non distinguibile dal 2-butanone). Irritanti al pari della benzaldeide, erano spesso presenti in concentrazioni molto superiori a quest'ultima, soprattutto ai camini E13A e E03.

Camino E12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13/11/2018		15/11/2018		04/12/2018		06/12/2018	
	tempo di camp.	10min	10min	5min	10min	5min	10min	
Formaldeide		369	24	31	35	11.3	9.6	
Acetaldeide		22	2.2	7.0	5.3	0.4	1.5	
Acetone		2.4	2.1	0.2	0.2	0.2	0.2	
Acroleina		1.2	1.1	1.6	1.5	0.3	0.5	

Camino E12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13/11/2018	15/11/2018	04/12/2018		06/12/2018	
Propionaldeide	91	62	19.0	23	8.9	6.9
Crotonaldeide	66	8.1	10	10.8	4.8	2.7
2 butanone-metacroleina	139	20	31	23	20.5	16.3
Butirraldeide	3.1	3.4	0.1	0.4	5.1	0.4
Benzaldeide	3.3	0.7	0.7	0.1	0.1	0.1
Valeraldeide	0.1	0.1	9.5	0.1	0.1	0.1
Tolualdeide	153	8.1	6.6	0.1	0.1	0.1
Esanale	1.3	45	7.6	5.5	2.5	3.1
Eptanale	9.4	0.9	16.4	2.2	2.4	1.6
Ottanale	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Nonanale	15.2	1.7	45	5.5	2.9	2.5
Decanale	5.8	2.5	20.6	2.5	0.1	7.5
<i>totale</i>	882	182	206	115	60	53

Tabella 6.11. Concentrazioni dei compost carbonilici al camino E12 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Camino E13A $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13/11/2018	15/11/2018	04/12/2018		06/12/2018	
tempo di camp.	10min	10min	5min	10min	10min	10min
Formaldeide	90	717	1149	1009	1013	795
Acetaldeide	308	1834	670	698	1414	1778
Acetone	31	429	240	261	724	941
Acroleina	0.3	25	143	252	37	44
Propionaldeide	0.3	238	32	28	126	258
Crotonaldeide	1.8	105	4.3	3.0	17.2	10.2
2 butanone-metacroleina	6.4	102	24	16.0	55	60
Butirraldeide	2.4	145	20.2	19	50	46
Benzaldeide	5.6	24	6.3	6.5	8.9	15.5
Valeraldeide	1.1	9	4.3	2.5	2.1	10.8
Tolualdeide	344	326	0.1	0.1	2.5	0.1
Esanale	1.8	55	1.8	3.4	15.6	5.1
Eptanale	1.1	60	1.9	6.4	2.7	3.0
Ottanale	1.1	47	0.1	0.3	0.1	0.1
Nonanale	6.2	61	17.9	5.4	16.9	7.9
Decanale	3.2	51	3.1	4.0	0.1	10.9
<i>totale</i>	805	4228	2318	2313	3485	3986

Tabella 6.12.: Concentrazioni dei compost carbonilici al camino E13A ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Sito $\mu\text{g}/\text{m}^3$	E36	E03 - scuro	E03 – chiaro (5min)	E03 – chiaro (10min)
data	14/11/2018	14/11/2018	05/12/2018	05/12/2018
Formaldeide	23	480	552	692
Acetaldeide	12.0	28	0.2	6.0
Acetone	3.1	30	60	69
Acroleina	0.1	3.7	0.1	0.1
Propionaldeide	0.3	0.3	0.3	0.3
Crotonaldeide	48	0.1	0.1	0.1
2 butanone-metacroleina	83	49	25	24
Butirraldeide	2.4	40	12.1	17.8
Benzaldeide	2.0	1.0	6.2	7.5
Valeraldeide	4.5	3.7	12.0	17.1
Tolualdeide	124	139	0.1	0.1
Esanale	2.6	28	12.7	10.7
Eptanale	7.1	12.6	3.2	3.8
Ottanale	0.1	30	0.1	7.3
Nonanale	7.1	114	91	114
Decanale	5.2	362	9.0	22
<i>totale</i>	324	1322	784	992

Tabella 6.13 . Concentrazioni dei compost carbonilici ai camini E36 e E03 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

6.2.2 Emissioni diffuse

Le concentrazioni di aldeidi e chetoni nelle emissioni diffuse all'interno della fabbrica (siti 1-3) sono riportate nelle Tabelle 6.13-6.14, distinte per settimana di misura. I valori sono ivi riportati in $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Formaldeide e acetaldeide erano normalmente alti in concentrazione, l'acetone e la benzaldeide erano più variabili (scarsi nella prima settimana, più importanti nella seconda); crotonaldeide e 2-butanone/metacroleina erano sempre tra i composti principali, l'acroleina compariva nella seconda settimana ma non nella prima.

data	13/11/2018			15/11/2018	
sito	Sito 1	Sito 2	Sito 3	Sito 1	Sito 2
Formaldeide	9.9	5.4	5.4	13	7.7
Acetaldeide	1.4	1.7	1.3	2.1	2.0
Acetone	0.2	0.2	0.1	0.8	0.5
Acroleina	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Propionaldeide	0.3	0.3	< 0.3	< 0.3	0.3

data	13/11/2018			15/11/2018	
Crotonaldeide	4.0	1.7	0.6	12.0	0.8
2 butanone-metacroleina	7.9	3.5	1.3	22.1	1.7
Butirraldeide	0.6	0.4	0.3	0.5	0.5
Benzaldeide	0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	0.1
Valeraldeide	0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1
Tolualdeide	< 0.1	0.1	0.2	< 0.1	0.1
Esanale	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4
Eptanale	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
Ottanale	0.3	0.4	0.3	0.3	0.4
Nonanale	0.8	1.5	1.0	1.0	1.3
Decanale	3.6	3.6	3.40	3.7	4.4
<i>totale</i>	<i>30</i>	<i>20</i>	<i>15</i>	<i>57</i>	<i>21</i>

Tabella 6.14. Concentrazioni dei compost carbonilici nelle emissioni diffuse (13 e 15/11; valori in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

data	04/12/2018			06/12/2018		
	sito	Sito 1	Sito 2	Sito 3	Sito 1	Sito 2
Formaldeide	0.3	3.9	5.6	11	3.1	8.1
Acetaldeide	1.1	1.2	2.1	3.3	0.8	6.5
Acetone	1.6	2.1	1.2	3.7	0.2	1.7
Acroleina	< 0.1	< 0.1	< 0.1	4.3	< 0.1	< 0.1
Propionaldeide	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	0.3	< 0.3
Crotonaldeide	5.5	2.5	2.3	28.0	0.3	1.5
2 butanone-metacroleina	9.8	4.5	4.2	51.3	0.8	3.2
Butirraldeide	< 0.1	0.4	0.3	0.7	0.4	0.5
Benzaldeide	< 0.1	0.2	< 0.1	2.9	0.3	< 0.1
Valeraldeide	< 0.1	< 0.1	0.2	0.2	< 0.1	0.2
Tolualdeide	< 0.	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	0.1
Esanale	0.1	0.3	0.3	0.5	< 0.1	0.3
Eptanale	< 0.1	< 0.1	0.2	< 0.1	0.3	0.1
Ottanale	< 0.1	0.3	0.2	0.3	< 0.1	0.2
Nonanale	< 0.1	1.9	0.9	1.4	0.8	1.9
Decanale	< 0.1	3.7	3.8	< 0.1	0.6	0.3
<i>totale</i>	<i>19</i>	<i>22</i>	<i>22</i>	<i>107</i>	<i>8</i>	<i>25</i>

Tabella 6.15. Concentrazioni dei compost carbonilici nelle emissioni diffuse (4 e 6/12; valori in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

6.2.3 Aria ambiente

Le concentrazioni di aldeidi e chetoni nelle emissioni diffuse in aria ambiente (siti Le Spiagge, Via Malta e Scuola Manara) sono riportate, in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, nelle Tabelle 6.15-6.16. I componenti principali erano formaldeide, acetaldeide, nonanale e decanale; per la formaldeide si è registrato un valore di picco (isolato) oltre $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'acroleina superava $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in località Le Spiagge nei giorni 15/11 e 4/12/2018. La concentrazione totale era in media simile nelle due settimane, ma i profili di distribuzione percentuale erano diversi. Il decanale (che ha anche origini naturali) era tipicamente il composto più abbondante, tranne il giorno 6/12.

Quanto detto sopra si conferma nei grafici dei profili di composizione percentuale calcolati per i quattro giorni di misura (vedi Figure 6.6-6.8)

data	13/11/2018			15/11/2018			
	sito	Loc. Spiagge	via Malta	Scuola	Loc. Spiagge	via Malta	Scuola
Formaldeide		1.1	2.3	1.7	1.7	3.1	2.0
Acetaldeide		0.3	0.6	0.3	0.5	0.7	0.5
Acetone		< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Acroleina		< 0.1	< 0.1	0.1	1.1	0.5	< 0.1
Propionaldeide		< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
Crotonaldeide		0.1	0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.1
2 butanone-metacroleina		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Butirraldeide		0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2
Benzaldeide		0.2	0.2	0.1	< 0.1	< 0.1	0.1
Valeraldeide		0.1	0.2	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Tolualdeide		< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Esanale		< 0.1	< 0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Eptanale		< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Ottanale		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	< 0.1
Nonanale		0.5	0.4	0.7	0.4	2.5	0.3
Decanale		3.7	3.0	3.0	3.3	2.6	3.1
<i>totale</i>		7	8	7	8	11	7

Tabella 6.16. Concentrazioni dei compost carbonilici in aria ambiente (13 e 15/11; valori in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

data	04/12/2018			06/12/2018			
	sito	Loc. Spiagge	via Malta	Scuola	Loc. Spiagge	via Malta	Scuola
Formaldeide		1.2	5.3	1.5	2.9	3.4	2.7
Acetaldeide		0.4	1.4	0.4	0.7	0.8	0.6
Acetone		< 0.1	0.5	0.5	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Acroleina		1.1	0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.1

data	04/12/2018			06/12/2018		
Propionaldeide	< 0.3	0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
Crotonaldeide	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
2 butanone-metacroleina	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3
Butirraldeide	0.3	0.4	0.2	0.2	0.2	0.3
Benzaldeide	0.4	0.2	0.4	< 0.1	0.1	0.1
Valeraldeide	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Tolualdeide	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Esanale	< 0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
Eptanale	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Ottanale	< 0.1	0.1	0.1	0.1	< 0.1	< 0.1
Nonanale	0.4	0.5	1.7	0.3	0.6	0.7
Decanale	2.9	3.5	3.0	0.6	0.5	0.7
<i>totale</i>	8	13	9	6	7	6

Tabella 6.17. Concentrazioni dei compost carbonilici in aria ambiente (4 e 5/12; valori in $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

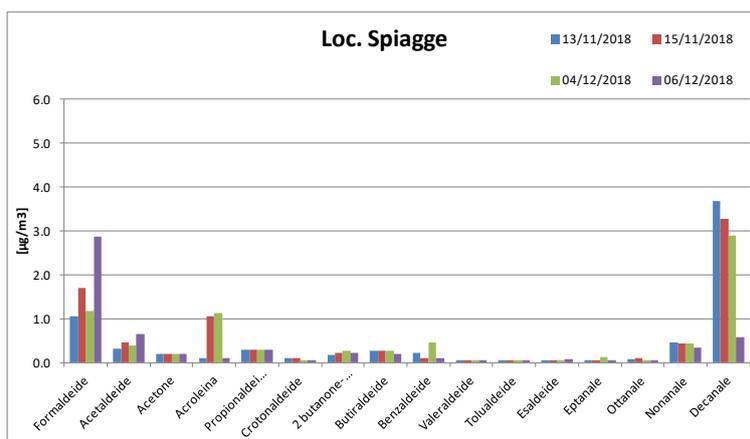


Figura 6.6. Profili dei carbonili in località Spiagge .

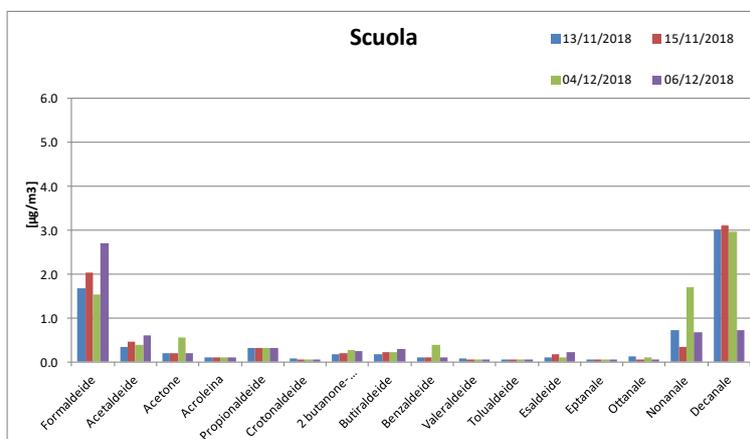


Figura 6.7. Profili dei carbonili presso la scuola Manara .

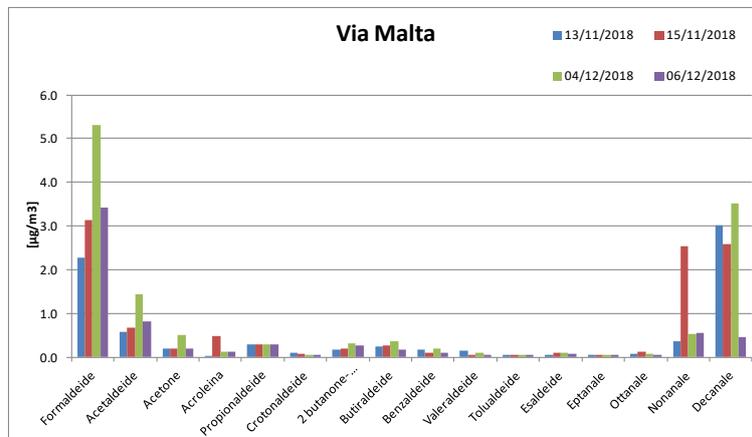


Figura 6.8. Profili dei carbonili in Via Malta .

Le aldeidi sono inquinanti ubiquitari; infatti, la loro presenza in atmosfera è stata accertata in tutti gli ambienti di vita e di lavoro [Lu et al., 2016; Neghab et al., 2017; Sarkar et al., 2017].

È noto che le aldeidi contenute nell'atmosfera urbana sono *in primis* rilasciate da sorgenti dirette, p.es. gli autoveicoli (riconosciuti come fonte principale in assoluto [Granby et al., 1997]), la combustione di biomassa, le emissioni industriali; inoltre, un contributo proviene dalle reazioni di natura fotochimica che decompongono i VOC [Altemose et al., 2015]. Questi (soprattutto i più reattivi: alcheni, xileni, trimetilbenzeni, tetrametilbenzeni, stirene, terpeni) sono facilmente attaccati dall'ozono e da radicali liberi (OH, NO₃, NO₂) e dalla radiazione ultravioletta, che li trasformano in prodotti ossigenati tra i quali compaiono le aldeidi e i chetoni; pe.es., una fonte di metacroleina è l'ossidazione fotochimica dell'isoprene (Montzka et al., 1993; Biesenthal, 1997; Ling et al., 2019).

I valori di concentrazione dei principali composti carbonilici riportati dalla letteratura scientifica per i contesti urbani (vedi Tabella 6.17. [Altemose et al., 2015]) risultavano significativamente superiori a quelli misurati in aria ambiente in Borgo Val di Taro.

Locations	Average aldehyde concentration (µg/m ³ /ppb)	
	Formaldehyde	Acetaldehyde
Milan, Italy	8.9/6.65	13.7/6.97
Rome, Italy	22.77/17.00	18.27/9.30
Downtown Savannah, GA, USA	2.0/1.49	2.3/1.17
Suburban area in New Jersey, US	15.37/11.48	4.75/2.42
Mexico city, Mexico	43.5/32.48	33.8/17.21
Rio de Janeiro, Brazil	10.84/8.09	10.43/5.31
Guangzhou, China	13.68/10.21	8.33/4.24
Guangzhou, China	13.29/9.92	7.6/3.87
Beijing, China	29.3/21.9	27.1/13.8

Tabella 6.17.: Concentrazioni medie di formaldeide ed acetaldeide in aria-ambiente in diverse città [Altemose et al., 2015].

Uno studio di ARPA Piemonte (2016) ha monitorato gli inquinanti in vari siti, rappresentativi di vari tipi di situazioni di inquinamento (rurali, alpine, urbane, industriali). Lo studio ha mostrato per la formaldeide concentrazioni medie pari a $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone urbane e $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone rurali montane e di pianura; per l'acetaldeide le concentrazioni medie sono pari a $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone urbane, $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone rurali montane e $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle zone rurali di pianura.

Per la formaldeide le Linee Guida Europee per la Qualità dell'Aria dell'Organizzazione Mondiale della Sanità redatte nel 2000 (OMS, 2000) indicano per l'ambiente esterno un intervallo di concentrazioni medie compreso tra $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Non ci sono attualmente valori di riferimento per la qualità dell'aria per l'acetaldeide. Da dati di letteratura risulta che l'EPA statunitense sostiene che una concentrazione di circa $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.25 ppbv) rappresenta un rischio di cancro di vita aumentato di uno per un milione [EPA].

Scopo del presente studio era quello di valutare l'impatto delle emissioni dell'impianto Laminam sull'aria ambiente; pertanto, sono state effettuate 4 misure, in relazione alle attività produttive, nella stagione invernale. Nonostante ciò, analizzando le concentrazioni di questo studio, si può dedurre che i risultati fossero in linea con i dati di letteratura: per la formaldeide, le concentrazioni medie erano di 1.7 , 3.5 e $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle località Spiagge, Via Malta e Scuola, rispettivamente. Per l'acetaldeide le concentrazioni medie erano pari a 0.5 , 0.9 e $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle località Spiagge, Via Malta e Scuola, rispettivamente (paragonabili alle zone rurali montane e di pianura).

Possanzini et al. (2002) hanno riscontrato a Roma concentrazioni di formaldeide comprese tra 7 e $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in inverno e tra 7 e $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in estate; i corrispondenti valori dell'acetaldeide nelle due stagioni variavano tra 2 e $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e da 3 a $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Per le aree extra-urbane o peri-urbane, a Montelibretti sono state registrate concentrazioni di formaldeide comprese tra 0.8 e $1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in inverno e tra 4 e $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in estate; i corrispondenti valori dell'acetaldeide nelle due stagioni variavano tra 1.2 e $2.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e da 2.8 a $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Possanzini et al., 2007). Ancora, a Viggiano (PZ) in autunno la concentrazione di HCHO in un sito rappresentativo dell'area della Val d'Agri era compresa tra <0.1 e $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, l'acetaldeide tra <0.1 e $2.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Convenzione Operativa tra la Regione Basilicata e il CNR-IAA, 2018).

Nel nostro studio speciale attenzione è stata riservata ad acetaldeide e formaldeide; soprattutto nella stagione invernale, il traffico autoveicolare e la combustione di biomassa sono le fonti principali emissive e la formazione fotochimica è ridotta. A supporto di questa interpretazione dei risultati, si riporta di seguito (vedi Tabella 6.18.) un estratto d'uno studio condotto da Delikhoon et al. (2018), dove sono elencate le sorgenti principali dei due composti, per l'aria-ambiente, in varie città del mondo e in diversi periodi dell'anno.

Season	Sources of generation FA and AA	City	Reference
Summer	Photochemical generation, higher ambient temperature and biogenic sources	Shiraz,Iran	This study
Winter	Traffic emission (primary sources), biogenic sources (coniferous and deciduous trees)	Shiraz,Iran	This study
Summer	Intense photochemical generation, Fuel containing of ethanol (hydrous ethanol or gasohol) and the high levels of solar radiation	São paulo, brazil	(Nogueira et al., 2017)
Winter	The low levels of solar radiation	São paulo, brazil	(Nogueira et al., 2017)
Summer	Secondary sources (photochemical generation)	Kuopio, Eastern Finland	(Viskari et al., 2000)
Winter	Traffic emission, biogenic sources or vegetation (both coniferous and deciduous trees), low sunlight irradiation, primary sources (direct vehicular emissions) and secondary sources (inversion)	Kuopio, Eastern Finland	(Viskari et al., 2000)
Spring	Traffic emission and biogenic sources or vegetation (both coniferous and deciduous trees)	Kuopio, Eastern Finland	(Viskari et al., 2000)
Summer	High atmospheric photooxidation of alkenes and alkanes	Denver, Colorado	(Anderson et al., 1996)
Winter	Low atmospheric photooxidation of alkenes and alkanes	Denver, Colorado	(Anderson et al., 1996)
Spring	Mean atmospheric photooxidation of alkenes and alkanes	Denver, Colorado	(Anderson et al., 1996)
Summer	Photochemical formation of carbonyls (in haze days)	Beijing, China	(Duan et al., 2012)
Summer	The biogenic source of carbonyl compounds and more intensive photochemistry in summer	Beijing (Peking University, in northwest urban),China	(Rao et al., 2016)
Winter	The anthropogenic source (traffic emission)	Beijing (Peking University, in northwest urban),China	(Rao et al., 2016)
Summer	Higher ambient temperature, the photochemical reactions and the relatively higher humidity	West Guangzhou (Liwan District), China	(Lü et al., 2010)
Winter	Vehicular exhaust	West Guangzhou (Liwan District), China	(Lü et al., 2010)
Spring	–	West Guangzhou (Liwan District), China	(Lü et al., 2010)
Autumn	–	West Guangzhou (Liwan District), China	(Lü et al., 2010)
Summer	Higher ambient temperature, photochemical generation and the relatively higher humidity	North-East Guangzhou (Tianhe District), China	(Lü et al., 2010)
Winter	vehicular exhaust	North-East Guangzhou (Tianhe District), China	(Lü et al., 2010)
Spring	–	North-East Guangzhou (Tianhe District), China	(Lü et al., 2010)
Autumn	–	North-East Guangzhou (Tianhe District), China	(Lü et al., 2010)
Summer	Photochemical production	Metropolitan Area of Sao Paulo (MASP), Brazil	(Nogueira et al., 2014)
summer	Photochemical production	Whiteface Mountain (WFM) in New York State	(Khwaja and Narang, 2008)
winter	Photochemical production	Algerian territory: Algiers and Ouargla, Algeria	(Cecinato et al., 2002)
Winter	Direct vehicle emissions	Metropolitan Area of Sao Paulo (MASP), Brazil	(Nogueira et al., 2014)

Tabella 6.18.: Principali fonti di generazione di formaldeide (FA) ed acetaldeide (AA) in aria-ambiente [Delikhoon et al., 2018].

Altre due aldeidi osservate a concentrazioni relativamente elevate in tutti i siti esaminati erano il nonanale e decanale. Queste aldeidi semivolatili sono ubiquitarie, potendo essere associate a svariate sorgenti: non soltanto gli esausti veicolari ed emissioni biogeniche (decanale e nonanale d'origine biogenica sono in modo speciale rilasciati dalla vegetazione tipica della Regione Mediterranea), ma anche combustione di biomassa (legno e derivati, stoppie) e reazioni di ossidazione iniziate da ozono e radicali liberi a carico di idrocarburi reattivi e acidi grassi insaturi [Feng et al., 2005; Ciccioli et al., 2007].

La letteratura recente focalizza lo studio delle aldeidi ad elevato peso molecolare soprattutto negli ambienti *indoor*, dove le concentrazioni sono mediamente molto più alte a quelle osservate in aria ambiente.

Numerosi composti carbonilici sono odorigeni, presentando valori di soglia olfattiva (espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) anche molto bassi, come appresso riportato (vedi Tabella 6.19.). Occorre qui specificare le proprietà olfattive non sono *tout court* indice di tossicità, quantunque per forti intensità di odori si possano avvertire fastidi e malesseri.

Nome	O.T. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Nome	O.T. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Formaldeide	^a 1470	Tolualdeide	
Acetaldeide	^a 0,2	Esanale	^b 1,14
Acroleina	^a 50	2 butanone-m-acroleina	^a 120
Propionaldeide	^a 22,5	Acetone	^a 47466
Crotonaldeide	^a 105	Ottanale	^b 0,052
Butirraldeide	^a 13,6	Nonanale	^b 1,98
Benzaldeide	^a 0,8	Decanale	^b 2,55
Valeraldeide	^a 756		

a "Odor Thresholds and Irritation Levels of Several Chemical Substances: A Review", *Am. Ind. Hyg. Assoc. I* (47), 1986;

b "Measurement of Odor Threshold by Triangle Odor Bag Method", *Odor measurement review*, 2003

Tabella 6.20: Soglie olfattive di aldeidi e chetoni.

Da un confronto tra le concentrazioni ideterminate in questo studio con i valori di soglia da letteratura, espressi in Tab. 6.20, si può osservare che tale valore è stato superato solo per alcune sostanze, e in alcune giornate di misura, come presentato in Tab. 6.21

Composto	O.T. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Spiagge ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Via Malta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Scuola ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Acetaldeide	0.20	0,30 (13/11)	0,59 (13/11)	0,34 (13/11)
		0,46 (15/11)	0,67 (15/11)	0,45 (15/11)
		0,39 (04/12)	1,45 (04/12)	0,38 (04/12)
		0,65 (06/12)	0,82 (06/12)	0,60 (06/12)
Ottanale	0.052	0,08 (13/11)	0,08 (13/11)	0,11 (13/11)
		0,10 (15/11)	0,12 (15/11)	0,11 (04/12)
		0,06 (06/12)	0,08 (04/12)	
Decanale	2.55	3,7 (13/11)	3,0 (13/11)	3,0 (13/11)
		3,3 (15/11)	2,6 (15/11)	3,1 (15/11)
		2,9 (04/12)	3,5 (04/12)	3,0 (04/12)

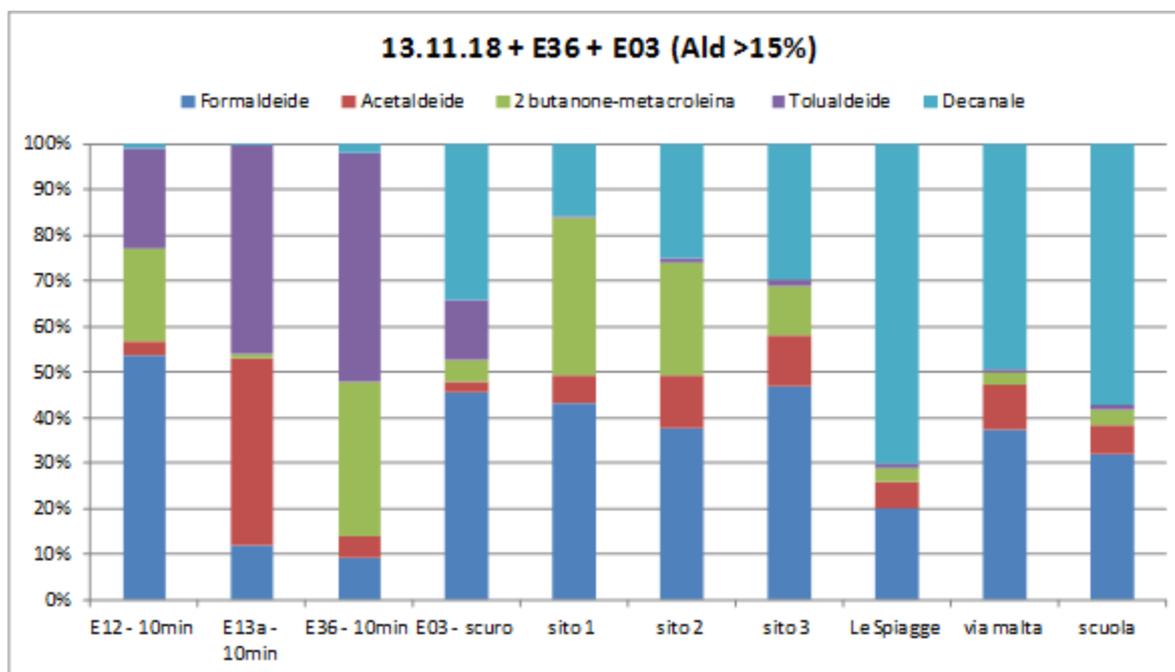
Tabella 6.21: Valori di soglia e concentrazioni registrate in aria ambiente per acetaldeide, ottanale e decanale.

6.2.4 Profili emissivi

Nelle figure seguenti sono mostrati i confronti tra i profili emissivi dei composti carbonilici osservati nelle due serie settimanali di misura, considerando soltanto le specie cui corrispondeva un contributo percentuale al totale del gruppo, pari o superiore al 15% per almeno un camino nella giornata in esame. La distribuzione percentuale degli stessi composti è stata esaminata, per confronto, in aria ambiente. Nel grafico dei test effettuati il 13 novembre (Figura 6.9) sono stati pure inseriti i profili emissivi dei camini della linea incollaggio (E36) e dell'atomizzatore (E03), esaminati il 14 novembre, poiché entrambe le linee erano in funzione, nelle medesime condizioni, anche il giorno precedente.

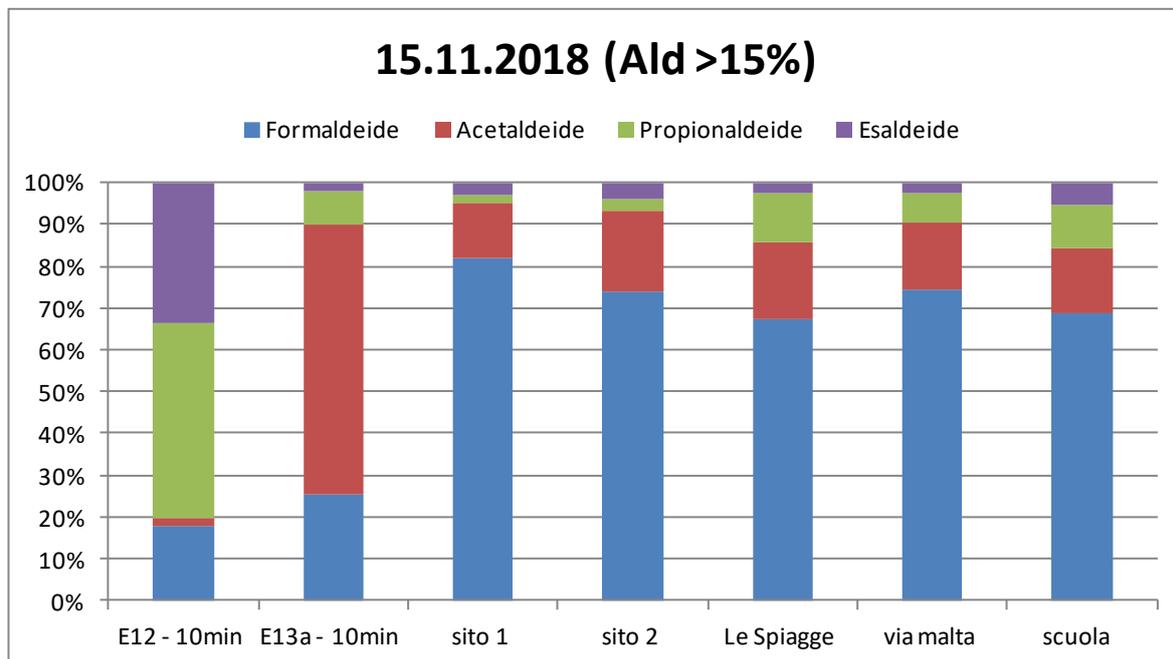
Al contrario, i dati di E36 e E03 non sono stati presi in considerazione nel grafico del 15 novembre (Fig. 6.10), poiché in quella data, in accordo con il Gestore dell'impianto, le due linee non erano operative (vedi Tabella 4.1). Operativamente, in maniera analoga a come effettuato per i VOC (§6.1.4), per ogni giorno di campionamento, è stata calcolato il contributo percentuale di ciascun composto al totale carbonilici.

Sono stati presi in considerazione anche nei campioni di aria ambiente ed emissioni diffuse solo i composti significativi per le emissioni (ALD_{emi}), il loro totale è stato normalizzato a 100 e riportati in grafico (fig. 6.4). Va tenuto sempre presente il contributo rispetto agli "altri" sul totale aldeidi considerato in questo studio, affinché non si perda l'informazione relativa.



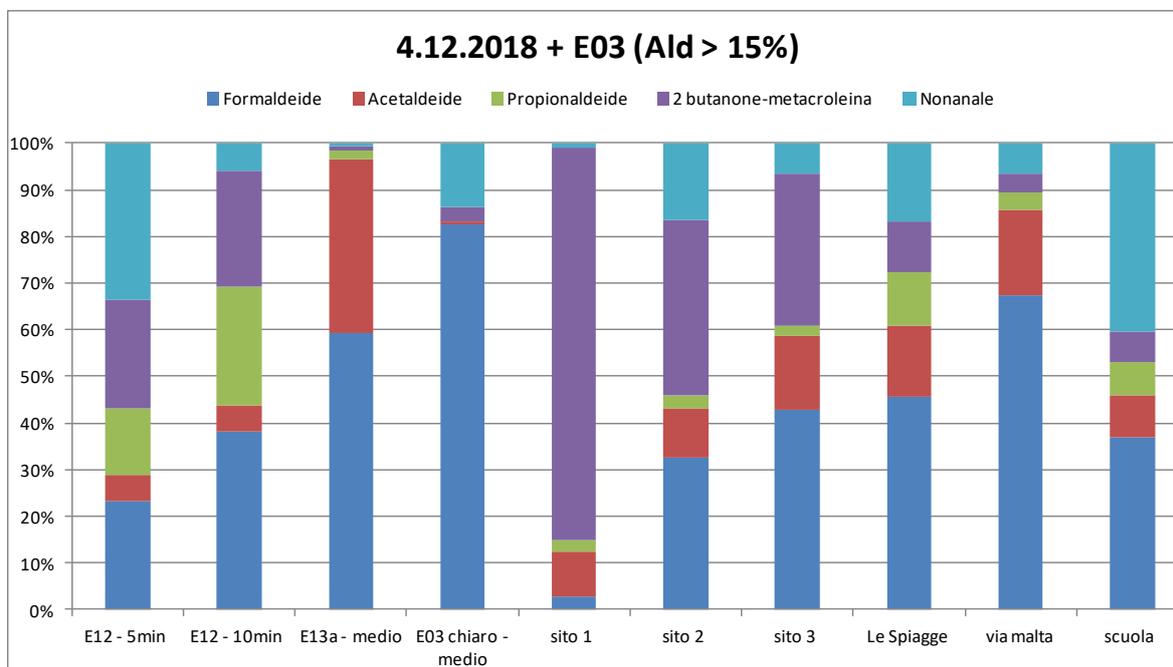
Altri	22%	7%	24%	20%	24%	27%	23%	26%	22%	28%
Ald_{emi}	78%	93%	76%	80%	76%	73%	77%	74%	78%	72%

Figura 6.9 – Profili emissivi dei composti carbonilici più significativi- 13.11.2018



Altri	26%	33%	72%	49%	70%	61%	60%
Ald_{emi}	74%	67%	28%	51%	30%	39%	40%

Figura 6.10 – Profili emissivi dei composti carbonilici più significativi- 15.11.2018



Altri	36%	20%	21%	15%	40%	45%	40%	67%	39%	52%
Ald_{emi}	64%	80%	79%	85%	60%	55%	60%	33%	61%	48%

Figura 6.11 – Profili emissivi dei composti carbonilici più significativi- 04.12.2018

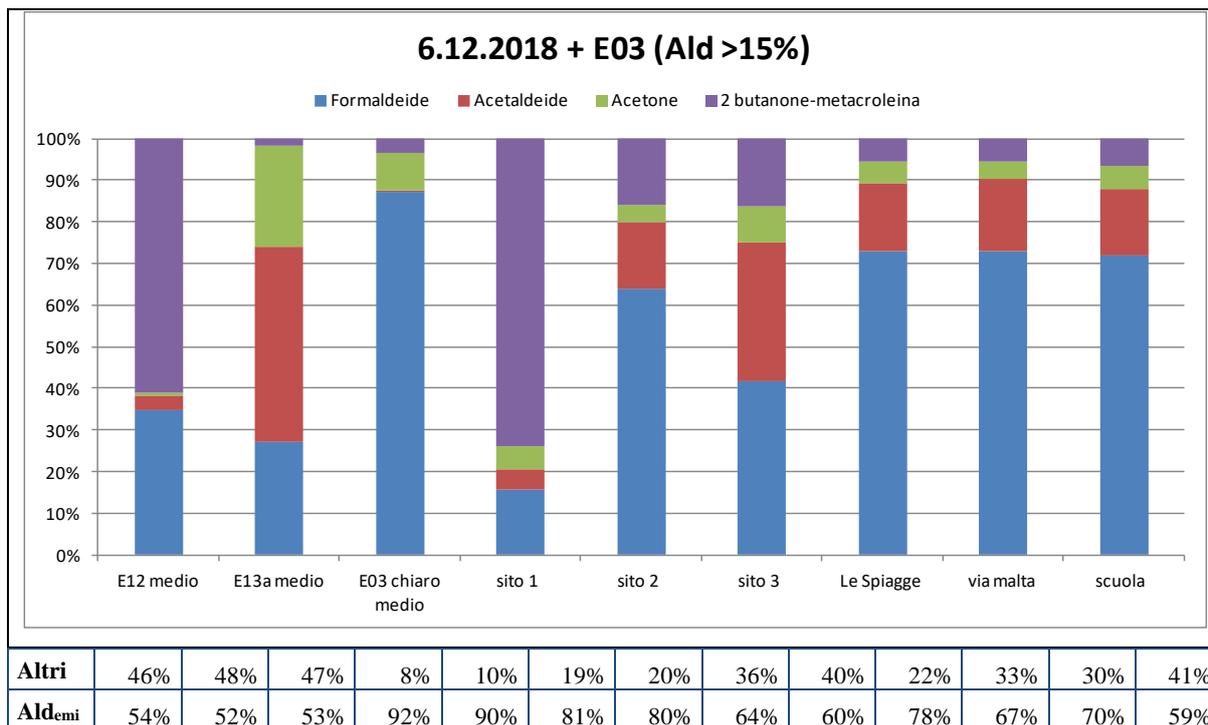


Figura 6.12 – Profili emissivi dei composti carbonilici più significativi- 06.12.2018

Le distribuzioni dei carbonili mostravano la predominanza della formaldeide presso tutti i siti, sia pure con percentuali differenti; è da rimarcare il contributo degli altri carbonilici che non sono stati inclusi tra i significativi emessi tra i camini. Nella settimana di dicembre, un contributo significativo al totale al Sito 1 è dato dal 2-butanone-metacroleina (50% e 47% sul totale, rispettivamente, il 4/12 e il 6/12); lo stesso è presente alle emissioni del camino E12, ma in percentuale diversa: 15-20% il 4/12 e 32% il 6/12.

6.3 Ftalati

6.3.1 Emissioni convogliate

L'indagine sulla presenza degli esteri dell'acido ftalico nelle emissioni e in aria ambiente trae giustificazione nel fatto che questi inquinanti ubiquitari possono essere ragionevolmente rilasciati durante le operazioni di imballaggio dei manufatti ed essere pure contenuti negli inchiostri e nei rispettivi solventi. Qualora fossero riscontrati valori di concentrazione particolarmente elevati in aria, essi avrebbero costituito motivo di preoccupazione perché queste sostanze, ancorché non soggette a restrizioni per la presenza, sono riconosciute come contaminanti emergenti e distruttori endocrini. D'altronde, gli ftalati (e anche il dietilesiladipato DEHA, inserito nell'indagine) sono costituenti delle plastiche e quindi hanno un'ampia diffusione in tutti i comparti, compresi gli alimenti, le acque di scarico e gli organismi viventi. Anche per questi composti un potenziale impatto dell'impianto Laminam su Borgo Val di Taro poteva essere analizzato attraverso i profili distributivi (valori percentuali del contenuto totale). Le tabelle seguenti (Tab. 6.22-6.23) riportano le concentrazioni di ftalati e di 2-etilesil

adipato nelle emissioni ai camini E12, E13A, E36 e E03 dell'impianto, espresse in microgrammi per metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

data	13/11/2018	04/12/2018	06/12/2018	15/11/2018	04/12/2018	06/12/2018
camino	E12	E12	E12	E13A	E13A	E13A
Dimetilftalato	0.2	0.1	0.0	0.2	0.2	0.4
Dietilftalato	45	0.4	2.1	3.5	1.6	7.2
Diisobutilftalato	14.3	1.1	0.2	0.9	0.1	0.2
Dibutilftalato	30	2.1	6.8	9.0	4.0	8.0
Benzilbutilftalato	15.6	0.4	1.1	1.9	0.8	1.9
Di(2etilesil)adipato	3.1	1.2	0.2	18.9	5.0	16.0
Di(2etilesil)ftalato	0.5	3.1	3.7	0.3	4.4	4.0
<i>totale</i>	109	8.5	14.1	35	16.1	38

Tabella 6.22.: Concentrazioni di ftalati ai camini E12 ed E13A, espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

data	14/11/2018	14/11/2018	05/12/2018
camino	E36	E03 scuro	E03 chiaro
Dimetilftalato	0.2	0.2	0.4
Dietilftalato	3.5	1.6	7.2
Diisobutilftalato	0.9	0.1	0.2
Dibutilftalato	9.0	4.0	8.0
Benzilbutilftalato	1.9	0.8	1.9
Di(2etilesil)adipato	18.9	5.0	16.0
Di(2etilesil)ftalato	0.3	4.4	4.0
<i>totale</i>	35	16.1	38

Tabella 6.23.: Concentrazioni di ftalati ai camini E36 ed E03, espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$. "Chiaro" e scuro" si riferiscono al colore dell'impasto (barbottina).

6.3.2 Emissioni diffuse

Le concentrazioni di ftalati e DEHA in aria indoor (emissioni diffuse) sono riportate, in unità $\mu\text{g}/\text{m}^3$, nelle tabelle seguenti (Tab. 6.24-6.26).

Sito 1	13/11/2018	15/11/2018	04/12/2018	06/12/2018
Dimetilftalato	< 0.001	< 0.001	0.001	0.001

Sito 1	13/11/2018	15/11/2018	04/12/2018	06/12/2018
Dietilftalato	0.007	0.002	0.048	0.036
Diisobutilftalato	0.002	0.002	0.003	0.003
Dibutilftalato	0.001	0.001	0.011	0.010
Benzilbutilftalato	< 0.001	< 0.001	0.005	0.004
Di(2etilesil)adipato	0.001	0.002	0.008	0.014
Di(2etilesil)ftalato	0.006	0.014	0.151	0.073
<i>totale</i>	<i>0.023</i>	<i>0.021</i>	<i>0.227</i>	<i>0.142</i>

Tabella 6.24.: Concentrazioni di ftalati al Sito 1 indoor, espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sito 2	13/11/2018	15/11/2018	04/12/2018	06/12/2018
Dimetilftalato	0.002	< 0.001	0.001	< 0.001
Dietilftalato	0.007	0.014	0.004	0.004
Diisobutilftalato	0.004	0.003	0.004	0.003
Dibutilftalato	0.017	0.001	0.002	0.005
Benzilbutilftalato	0.005	< 0.001	< 0.001	0.002
Di(2etilesil)adipato	0.034	0.150	0.015	0.018
Di(2etilesil)ftalato	0.033	0.112	0.052	0.049
<i>totale</i>	<i>0.102</i>	<i>0.278</i>	<i>0.078</i>	<i>0.081</i>

Tabella 6.25.: Concentrazioni di ftalati al Sito 2 indoor, espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sito 3	13/11/2018	15/11/2018	04/12/2018	06/12/2018
Dimetilftalato	0.003	< 0.001	0.002	0.002
Dietilftalato	0.008	0.001	0.011	0.010
Diisobutilftalato	0.008	0.001	0.004	0.004
Dibutilftalato	0.019	0.001	0.018	0.013
Benzilbutilftalato	0.007	< 0.001	0.007	0.003
Di(2etilesil)adipato	0.009	0.001	0.011	0.009
Di(2etilesil)ftalato	0.023	0.011	0.034	0.045
<i>totale</i>	<i>0.076</i>	<i>0.014</i>	<i>0.087</i>	<i>0.085</i>

Tabella 6.26.: Concentrazioni di ftalati al Sito 3 indoor, espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.3.3 Aria ambiente

Le concentrazioni di ftalati e DEHA in aria ai tre siti studiati (Le Spiagge, via Malta e scuola Manara) sono riportate nelle tabelle seguenti (Tab. 6.27-6.29), in unità $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le Spiagge	13/11/2018	15/11/2018	04/12/2018	06/12/2018
Dimetilftalato	< 0.001	< 0.001	0.002	< 0.001
Dietilftalato	0.480	< 0.001	0.002	0.004
Diisobutilftalato	0.011	0.019	0.007	0.004
Dibutilftalato	0.018	0.007	0.012	0.002
Benzilbutilftalato	0.006	< 0.001	0.002	< 0.001
Di(2etilesil)adipato	0.003	0.002	< 0.001	0.002
Di(2etilesil)ftalato	0.004	0.010	< 0.001	0.045
<i>totale</i>	<i>0.526</i>	<i>0.038</i>	<i>0.024</i>	<i>0.058</i>

Tabella 6.26.: Concentrazioni di ftalati in località Le Spiagge, espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Via Malta	13/11/2018	15/11/2018	04/12/2018	06/12/2018
Dimetilftalato	0.001	< 0.001	< 0.001	0.001
Dietilftalato	0.003	0.045	0.004	0.003
Diisobutilftalato	0.011	0.004	0.004	0.003
Dibutilftalato	0.027	0.001	0.004	0.010
Benzilbutilftalato	0.008	< 0.001	0.001	0.001
Di(2etilesil)adipato	0.003	0.001	0.002	0.001
Di(2etilesil)ftalato	0.003	0.003	0.028	0.023
<i>totale</i>	<i>0.056</i>	<i>0.054</i>	<i>0.045</i>	<i>0.042</i>

Tabella 6.28.: Concentrazioni di ftalati a Via Malta, espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Scuola	13/11/2018	15/11/2018	04/12/2018	06/12/2018
Dimetilftalato	0.002	< 0.001	0.001	< 0.001
Dietilftalato	0.120	0.053	0.025	0.006
Diisobutilftalato	0.014	0.007	0.005	0.004
Dibutilftalato	0.085	0.003	0.014	0.015
Benzilbutilftalato	0.030	< 0.001	0.004	0.002
Di(2etilesil)adipato	0.008	0.001	0.005	0.002
Di(2etilesil)ftalato	0.005	0.003	0.036	0.031

Scuola	13/11/2018	15/11/2018	04/12/2018	06/12/2018
<i>totale</i>	0.262	0.069	0.090	0.060

Tabella 6.29.: Concentrazioni di ftalati presso la scuola Manara, espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Escludendo il picco singolare di $0.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ registrato per il dietilftalato in data 13/11 al sito Le Spiagge (si sospetta sia originato da una contaminazione casuale del campione), le concentrazioni di tutti i composti esaminati rientravano nei valori solitamente registrati per l'atmosfera di località non particolarmente inquinate. Ancora escludendo le registrazioni del 13/11 presso Le Spiagge, le concentrazioni in aria degli ftalati erano mediamente più alte presso la Scuola Manara che altrove. Il 13/11/2018 può essere considerato come "bianco di riferimento" per l'impianto, dal momento che in quella data era posto in produzione un prodotto della famiglia B0 (come specificato in tab. 4.1), ovvero senza utilizzo di solventi. A causa di problemi tecnici alla strumentazione CNR, i campionamenti al camino E13A del 13/11 non sono stati effettuati. I valori più alti degli ftalati totali sono stati registrati il giorno 13/11, analogamente a quanto osservato all'emissione E12 ma non agli altri camini né ai siti indoor (siti 1-3).

6.3.4 Profili emissivi

Nelle figure seguenti (Figure 6.12-15) sono mostrati i confronti tra i profili emissivi degli ftalati e dell'adipato (distribuzioni percentuali) registrati nelle due serie di misure (13 e 15/11/2018; 4 e 6/12/2018). Nel grafico che riporta dati del 13 novembre (Figura 6.12), sono inseriti anche i profili dei camini della linea d'incollaggio (E36) e dell'atomizzatore (E03), relativi al giorno 14 novembre, poiché entrambe le linee erano in funzione, nelle stesse condizioni operative, in data 13 novembre. I profili delle due linee non sono stati inseriti invece inseriti nel grafico del 15 novembre (Fig. 6.13), poiché le linee in quella data erano spente (Tabella 4.1).

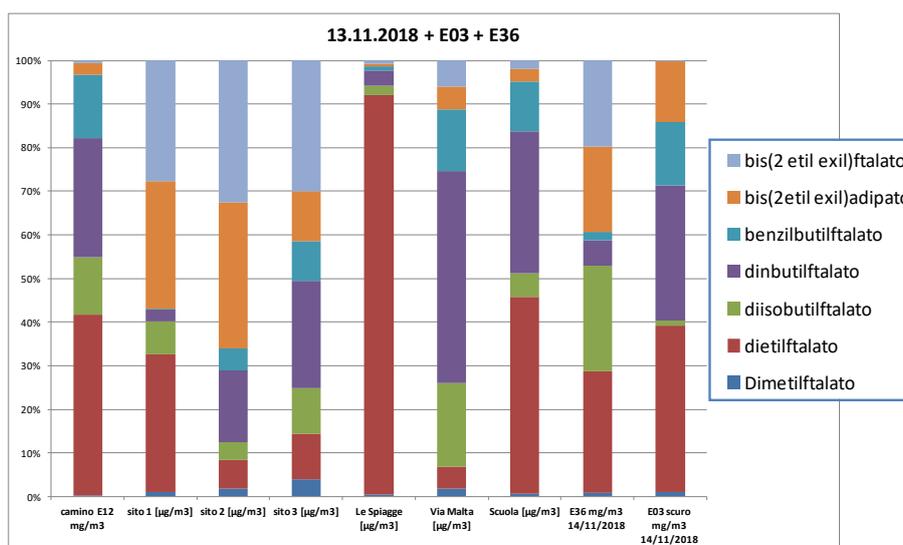


Figura 6.12. Profili degli ftalati osservati il 13/11 (per E36 e E03, 14/11).

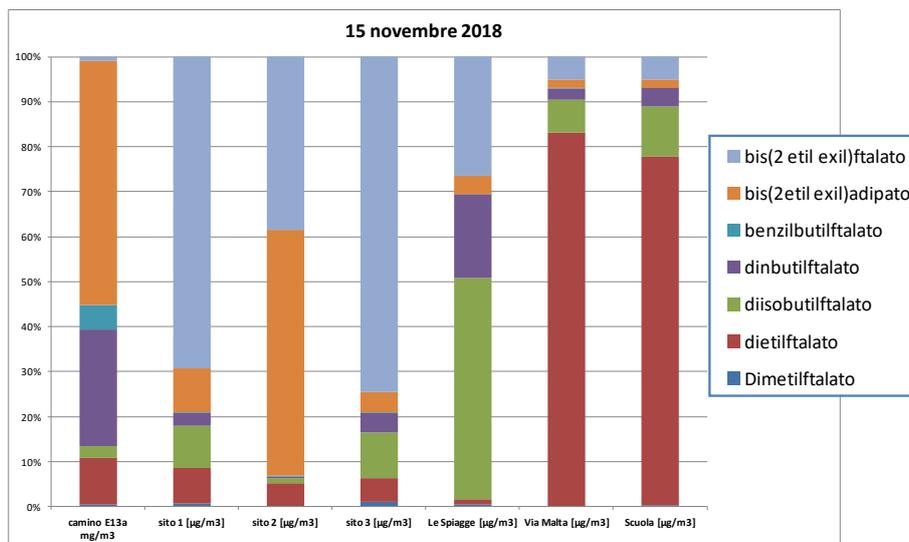


Figura 6.13. Profili degli ftalati osservati il 15/11.

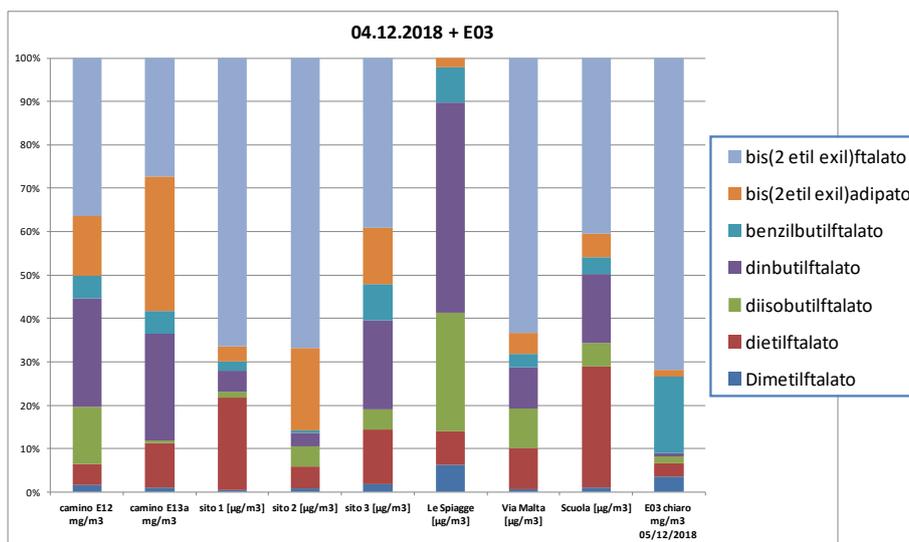


Figura 6.14. Profili degli ftalati osservati il 4/12 (per E03 il 5/12).

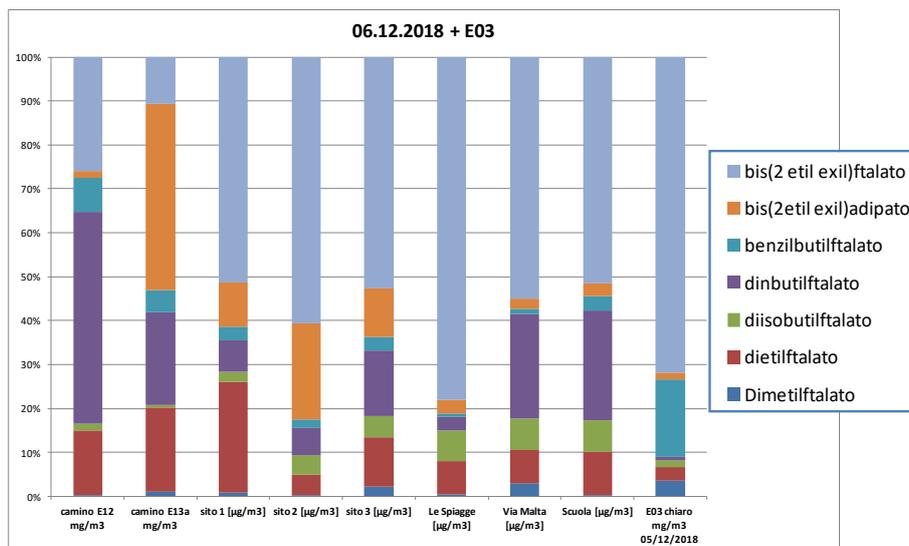


Figura 6.15. Profili degli ftalati osservati il 6/12 (per E03 il 5/12).

Nell'ampia variabilità dei profili distributivi (che non permette di trovare corrispondenze tra le emissioni ai camini, le emissioni diffuse e l'aria ambiente), sono degne d'attenzione:

- l'aumento progressivo dell'abbondanza relativa del di(2-etilesil)ftalato, dal 13/11 al 6/12;
- la preminenza del dietilftalato nel sito Le Spiagge il 13/11 e nei siti Scuola Manara e Via Malta il 15/11 (il diverso profilo potrebbe essere dovuto alle condizioni meteorologiche, considerando la direzione del vento nei due giorni ipotizzando la presenza di una sorgente tuttora incognita).

6.4 Acidi grassi (n-alcanoici)

Riguardo agli acidi grassi (acidi organici a catena lineare, sia saturi sia insaturi), l'obiettivo dell'indagine non era la valutazione quantitativa, ma esclusivamente la verifica della composizione relativa del gruppo di composti tanto nelle emissioni, quanto in aria ambiente. La sperimentazione è stata limitata ai giorni 15/11 (camino E13A e siti 1-3 indoor) e 4/12 (camino E13A, sito 2 indoor e Scuola Manara). Lo studio è stato condotto sugli estratti organici dei campioni raccolti su filtro e PUF, sottoposti a derivatizzazione con un agente silanizzante (BSTFA). Sono state osservate le distribuzioni percentuali di acidi grassi riportate nelle figure seguenti (Figure 6.16- 6.17).

15 novembre 2018

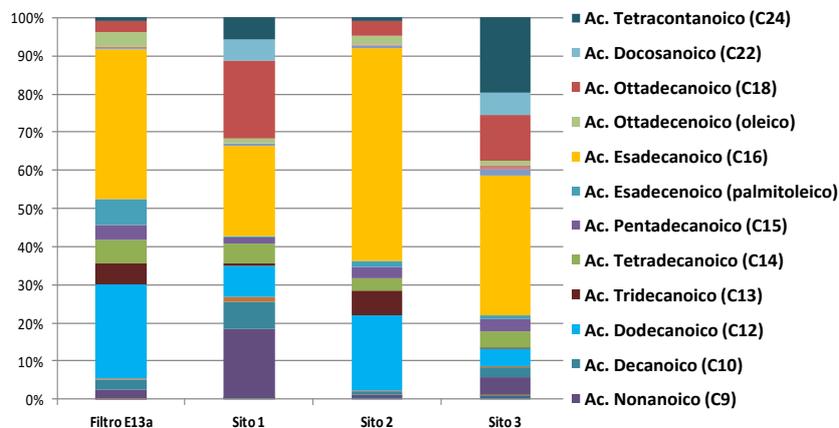


Figura 6.16. Profili degli acidi grassi del 15/11.

Il giorno 15/11, i profili distributivi dei siti 1 e 3 si distinguevano dall'emissione al camino E13A per l'abbondanza relativa dell'acido nonanoico (C₉) e degli omologhi superiori all'acido esadecanoico (C₁₈-C₂₄). Al contrario, la distribuzione al sito 2 era simile a quella al camino (Figura 6.16).

Invece il giorno 4/12 (Figura 6.17) la composizione percentuale del gruppo osservata al camino E13A era diversa da quella del sito 2 indoor per l'importanza dell'acido tridecanoico (C₁₃). L'emissione al camino E13A era alquanto simile a quella osservata al sito di Via Malta, quantunque il rapporto tar i componenti principali (C₁₆/C₁₈, ovvero acido palmitico / acido stearico) fosse maggiore di 1 nel primo caso e inferiore a 1 nel secondo caso.

4 dicembre 2018

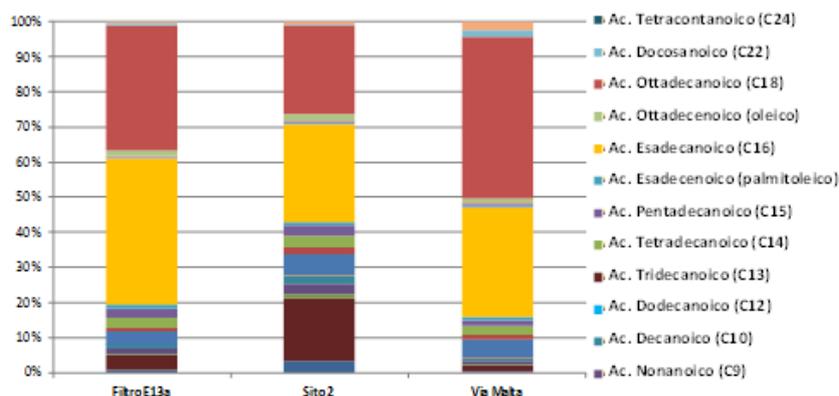


Figura 6.17. Profili degli acidi grassi del 4/12.

6.5 Isocianati

Sono stati analizzati i campioni relativi all'emissione del camino E13a (linea cottura) del 13/11, dei camini E03 (atomizzatore) ed E36 (incollaggio) del 14/11 e del sito urbano di Via Malta del 13/11.

L'analisi chimica delle trappole per isocianati (con acquisizione dei cromatogrammi HPLC-UVA registrati con $\lambda = 242$ e 254 nm) ha mostrato che il profilo del "bianco" è più ricco rispetto alle fiale-

campione: mostrava segnali di numero e intensità maggiori. Soltanto al camino d'emissione E36 (14/11/2018) si è osservata una concentrazione totale (espressa come acido isocianico) di circa $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valore ben inferiore ai $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ stabiliti dalle normative (NIOSH, 2005). In aria esterna (via Malta, 13/11/2018), anche considerando positive le risposte del rivelatore confrontate con il bianco, non si raggiungevano $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Per riferimento, si è trovato un valore preservativo per l'irritazione cutanea pari a $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'esposizione dei lavoratori (NIOSH, 2005; IRSST, 2011), poiché non si possiedono valori-limite per l'aria ambiente quantunque esistano linee guida per la movimentazione e lo stoccaggio degli isocianati (ISOPA, 2006).

6.6 Identificazione sostanze incognite

Quando si analizzano matrici complesse, spesso si incorre nella presenza di composti di interesse che interferiscono l'un l'altro nelle valutazioni quali-quantitative e, ancor più spesso, di altre sostanze i cui segnali si sovrappongono, dando il cosiddetto "effetto matrice" che ostacola o impedisce la corretta determinazione degli analiti (Gujar et al., 2018).

Il software di gestione *TraceFinder 4.1* dello strumento *Thermo Fisher Orbitrap*, attraverso una specifica applicazione (*deconvolution plug-in*), consente di deconvolvere i picchi cromatografici coeluiti da una soluzione campione complesso, mediante l'allineamento dei picchi spettrali di massa in accordo con le differenze infinitesime tra i tempi di ritenzione delle specie. Inoltre, il software esegue una ricerca nelle librerie spettrali e confronta automaticamente i data base con gli spettri di massa delle sostanze presenti nel campione. Combinando questa applicazione del software con la funzione di *unknown screening*, è possibile eseguire un confronto di numerosi campioni, ricercando uno stesso analita a concentrazioni di ordini di grandezza inferiori a quelle convenzionalmente esplorabili con un sistema MS quadrupolare a bassa risoluzione.

Il software procede per *step* successivi, come rappresentato nella tabella seguente (Tabella 6.30).

STEP	Sintesi
1	Estrazione degli ioni (massa nominale) e produzione del cromatogramma dello ione
2	Individuazione di ogni picco del cromatogramma dello ione
3	Raccolta di tutti i picchi più intensi (per ogni RT e ogni m/z)
4	Eliminazione di tutti i picchi che si trovano all'interno del Parametro% dell "Ion overlap Window" (esempio: 99% dell'altezza) e, se considerato, all'interno della soglia TIC.
5	Ricerca in libreria del componente
6	Ripetizione degli step n. 3-5 per i successivi picchi di massima intensità fino a quando non ne vengono più rilevati.

Tabella 6.30: Step automatici di processo effettuati del software *deconvolution plug-in*. (Gujar et al., 2018)

Figura 6.18 presenta un esempio di deconvoluzione di due picchi cromatografici sovrapposti al 90%.

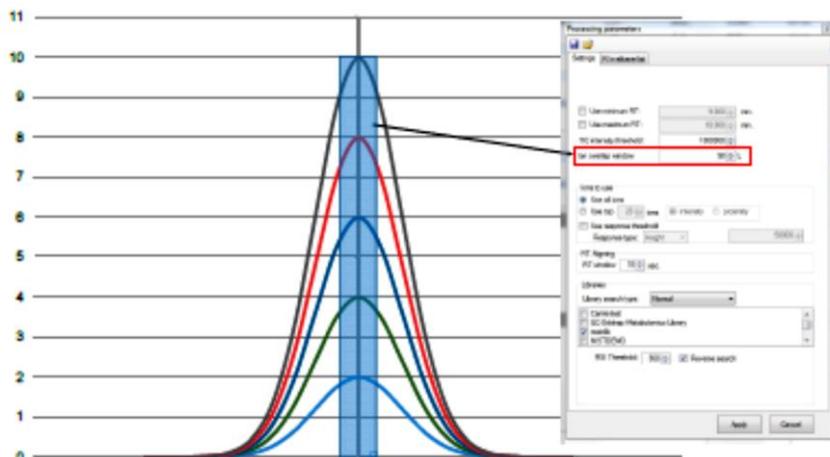


Figura 6.18. Esempio di un Ion overlay window del 90%. (Gujar et al., 2018).

Il procedimento descritto è stato applicato ai campioni d'emissione puntuale (camini) e diffusa (aria indoor), nonché all'aria ambiente. Piccole aliquote degli estratti erano iniettate *grezze* nel sistema *GC-Orbitrap*, ovvero prima d'applicare la procedura di purificazione necessaria per la quantificazione degli ftalati e la derivatizzazione per gli acidi grassi (vedi sopra). I segnali più importanti registrati dal sistema rivelatore (le cui intensità fossero superiori a 10^7 unità arbitrarie d'area di picco) erano deconvolti applicando un *ion overlap window* pari al 99%, tolleranza nell'accuratezza di massa (+/-) pari a 5 parti per milione e soglia del rapporto segnale/rumore (m/z) pari a 5. Successivamente, è stata impostata la ricerca incrociata all'interno di tutte le librerie disponibili, mirata alla identificazione dei composti *Unknown* impostando come soglia dell'*SI* (*score index*) un valore pari a 500. Tra le sostanze così identificate sono state prese in considerazione solamente quelle il cui *score* risultasse superiore al 90% o, in caso di intensità dei segnali molto elevate, quelle con *score* superiore ad 80%. Lo *Score* rappresenta la *qualità* o probabilità, espressa in termini percentuali, della corrispondenza tra lo spettro deconvolto della sostanza incognita e la specie identificata tramite la ricerca in libreria. Esso combina diversi parametri, fra i quali l'*SI* (variabile tra 0 e 999 per ogni composto rilevato restituito dalla ricerca in libreria NIST) e l'*HRF score* (High-Resolution Filtering Score, ovvero la percentuale di tutti gli ioni del cromatogramma di cui è possibile identificare la formula. Viene generato un insieme di ioni che possono teoricamente generarsi a partire dalla formula chimica, secondo tutte le combinazioni possibili; p.es., il gruppo C_2H_2 può generare gli ioni H^+ , H_2^+ , C^+ , CH^+ , CH_2^+ , C_2^+ , C_2H^+ e $C_2H_2^+$).

Ogni picco dello spettro sperimentale deconvolto viene esaminato, se rientri nei limiti di tolleranza di massa impostati per ogni ione appartenente alla formula chimica originale. Quando il segnale di un ione registrato sperimentalmente corrisponde ad almeno uno ione compatibile con la formula chimica originale assegnata, l'intensità di segnale di quest'ultimo viene divisa per la corrente ionica totale dello spettro sperimentale deconvolto per calcolare l'*HRF score*.

Applicato il metodo investigativo ai campioni d'emissione convogliata e sottratti dalla lista dei composti determinati per ciascun camino i segnali presenti nelle soluzioni di bianco, è stata effettuata la verifica della presenza dei composti identificati nei campioni raccolti a Via Malta, Scuola, Le Spiagge e presso i siti 1, 2 e 3 all'interno dell'impianto Laminam, selezionando quelli il cui *score* finale fosse compreso fra 80% e 100%. Erano comunque esclusi dalla ricerca tanto gli alcani (lineari e ramificati) e gli esteri degli acidi grassi, composti ubiquitari e considerati non rappresentativi delle emissioni.

Qualora fossero state identificate sostanze non specificamente oggetto dell'indagine ma riconosciute dalla letteratura scientifica come cancerogene, nocive o odorigene, la loro presenza nei campioni ambientali sarebbe stata meglio studiata, tentandone qualora possibile una stima semi-quantitativa e valutando se essa fosse giustificabile guardando alla loro presenza nelle emissioni Laminam.

6.6.1 Composti odorigeni

Tra tutte le sostanze riconosciute dal software dell'apparecchiatura *Thermo Orbitrap*, sono state evidenziate quelle per le quali è stata identificata una soglia olfattiva. Esse sono riportate nelle Tabelle seguenti (Tab. 6.31-6.38), dove il segno "x" marca la presenza del composto.

Atomizzatore E03 (14/11/2018)	13/11/2018					
	sito 1	sito 2	sito 3	Le Spiagge	Scuola	via Malta
Benzene, 1,2,3-trimethyl-		x	x	x		x
3-Octene, 2,2-dimethyl-						
Naphthalene, 1,2-dimethyl-						
Naphthalene, 2-(1-methylethyl)-						
2,6-Diisopropylnaphthalene						

Tabella 6.31: composti odorigeni all'atomizzatore E03 e riscontri nelle emissioni diffuse e in aria ambiente.. 13/11/2018

Lavaggi e condense E03 14/11/2018	13/11/2018					
	sito 1	sito 2	sito 3	Le Spiagge	Scuola	via Malta
Naphthalene, 1,2-dimethyl-						
Naphthalene, 2,3-dimethyl						
Naphthalene, 1,6,7-trimethyl						
Benzene, 1,2,3-trimethyl-				x	x	x
2,6-Diisopropylnaphthalene	x			x		x
1,3,5-Trimethylbenzene (mesitilene)				x		
Benzothiazole						x
2,2,diethyl-N-ethyl-piperidine				x		x
2,4-Di-tert-butylphenol			x	x		x

Tabella 6.32 : composti odorigeni all'atomizzatore E03 e riscontri nelle emissioni diffuse e in aria ambiente.

PUF E13A 15/11/2018	15/11/2018
---------------------	------------

sito	sito 1	sito 2	sito 3	Privato	Scuola	Via Malta
Benzene, (1-methylethyl)-	x		x	x		x
Naphthalene, 1 methyl	x	x				x
2,4-Di-tert-butylphenol			x	x		x
Naphthalene, 1,3-dimethyl-		x	x	x		x
Naphthalene, 1,2-dimethyl-		x	x	x		x
Naphthalene, 1,7-dimethyl-			x			x
Naphthalene, 2,3-dymethyl	x	x				x
Naphthalene, 2-ethyl-						

Tabella 6.33 : composti odorigeni nel camino E13A (frazione semivolatile) e riscontri nelle emissioni diffuse e in aria ambiente. 15/11/2018

PUF E12 13/11/2018		13/11/2018					
sito		sito 1	sito 2	sito 3	Privato	Scuola	Via Malta
Benzene, 1,2,3-trimethyl-	526-73-8		x		x	x	x
Hexanoic acid, 2-ethyl-	149-57-5			x		x	
Naphthalene, 1,2-dimethyl-	573-98-9		x	x	x		x
3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxybenzaldehyde	1620-98-0				x		x

Tabella 6.34: composti odorigeni nel camino E12 (frazione semivolatile) e riscontri nelle emissioni diffuse e in aria ambiente. 13/11/2018

Atomizzatore E03 5/12/18		6/12/18					
sito		sito 1	sito 2	sito 3	Privato	Scuola	Via Malta
Decane, 3,7-dimethyl-		x			x		x
Hexanoic acid, 2-ethyl-		x	x	x	x	x	
Benzene, 1-ethyl-3,5-dimethyl-					x		
Diethyl Phthalate		x	x	x	x	x	

Tabella 6.35: composti odorigeni all'atomizzatore E03 e riscontri nelle emissioni diffuse e in aria ambiente. 6/12/2018.

PUF E13A 04/12/2018		04/12/2018					
sito		sito 1	sito 2	sito 3	Le Spiagge	Scuola	via Malta
Nome		Score %	Score %	Score %	Score %	Score %	Score %
Phenol					x	x	
Benzene, 1-methyl-2-propyl-				x	x	x	

Benzene, 1-methyl-4-propyl-	x	x	x	x		
Benzene, 1-methyl-4-(1-methylpropyl)-				x	x	
Naphthalene, 1-methyl-	x	x		x		
Biphenyl	x	x		x	x	
Naphthalene, 1,3-dimethyl-	x	x	x	x	x	
dibenzofuran	x	x		x	x	
Naphthalene, 1,6,7-trimethyl-	x	x	x	x	x	
Benzoic acid, 2-hydroxy-, pentyl ester	x	x	x	x	x	
Fluorene	x	x	x	x	x	
Phenol, 2-(1-phenylethyl)-	x	x		x	x	
Benzoic acid, octyl ester	x	x	x	x	x	
Octadecanoic acid	xx	x	x	x	x	

Tabella 6.36: composti odorigeni all'atomizzatore E13A (frazione semivolatile) e riscontri nelle emissioni diffuse e in aria ambiente. 4/12/2018

PUF E12 04/12/2018	04/12/2018					
sito	sito 1	sito 2	sito 3	Le Spiagge	Scuola	via Malta
Nome	Score %	Score %	Score %	Score %	Score %	Score %
Benzene, (1,1-dimethylpropyl)-	x				x	
Benzene, [1-(2,4-cyclopentadien-1-ylidene)ethyl]-	x	x	x	x	x	
Benzene, 1-methyl-2-propyl-	x		x	x		
Benzene, 1-methyl-4-propyl-	x	x	x	x	x	
Diphenyl ether					x	
Dodecanoic acid			x	x	x	
Fluorene	x	x	x	x	x	
Naphthalene, 1,3-dimethyl-	x	x	x	x	x	
Naphthalene, 1,6,7-trimethyl-	x	x	x	x	x	
Naphthalene, 1,6-dimethyl-	x	x		x	x	
Naphthalene, 1-methyl-	x	x	x	x	x	
Naphthalene, 1-methyl-7-(1-methylethyl)-	x	x	x	x	x	
Octadecanoic acid		x	x	x		

Tabella 6.37: composti odorigeni al camino E12 (frazione semivolatile) e riscontri nelle emissioni diffuse e in aria ambiente. 4/12/2018



PUF E12 06/12/2018	06/12/2018					
sito	sito 1	sito 2	sito 3	Le Spiagge	Scuola	via Malta
Nome	Score %	Score %	Score %	Score %	Score %	Score %
Naphthalene		x	x	x	x	x
2H-Benzimidazol-2-one, 1,3-dihydro-1-methyl-				x	x	
Naphthalene, 1,3-dimethyl-		x	x	x	x	
Naphthalene, 1,6,7-trimethyl-		x	x	x	x	x
Naphthalene, 1,2,3,4-tetramethyl-		x	x	x	x	x
Octadecanoic acid		x	x	x		x
Tetracosane		x	x	x	x	x

Tabella 6.38: composti odorigeni al camino e riscontri nelle emissioni diffuse e in aria ambiente. 6/12/2018

7 Conclusioni

Scopo di questo studio era conseguire una valutazione ad ampio raggio delle emissioni rilasciate dal processo produttivo dell'impianto, focalizzando la ricerca all'identificazione di eventuali sostanze caratteristiche, e di confrontare la distribuzione percentuale e l'abbondanza nell'aria ambiente delle classi di inquinanti identificate in emissione. Come indagine complementare, sono stati raccolti e analizzati campioni all'interno dell'impianto, per valutare le emissioni diffuse ivi presenti. Gli inquinanti determinati nelle emissioni e in aria ambiente sono stati esaminati alla luce delle condizioni operative dell'impianto e dei contorni orografici e meteorologici, con l'obiettivo di segnalare l'eventuale presenza di composti riconducibili ai disagi sofferti dalla popolazione e stimare l'impatto dell'impianto stesso sulla qualità dell'aria ambiente nel territorio circostante. A tal fine, le concentrazioni di soglia olfattiva dei composti identificati (e qualora esistenti anche le concentrazioni minime alle quali si avvertono irritazioni) sono state confrontate con le rispettive concentrazioni in aria ambiente.

I risultati dell'indagine possono essere riassunti come segue.

7.1 Composti organici volatili VOC

Nelle emissioni convogliate, i VOC totali variavano da ~900 a ~3200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, in E13A da ~300 a ~6500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, in E03 da ~900 a ~3200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, da ~300 a ~1300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, in E36 erano pari a ~ 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il benzene oscillava tra 6 e 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in E12, tra <0.4 e 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in E13A, tra 3 e 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in E03 e raggiungeva 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in E36. Tutti i valori di concentrazione osservati erano ben entro i limiti di legge e, quando dispersi nell'area circostante, ragionevolmente non in grado di suscitare attenzione riguardo ad un possibile impatto di tipo olfattivo o irritativo. I risultati erano confermati dai valori di concentrazione alle emissioni diffuse; i VOC totali erano compresi tra un minimo di 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ al Sito 1 a un massimo di 1300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ al Sito 2, con il benzene sempre inferiore a 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Sito 1). In atmosfera il benzene non superava mai 3.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valore puntuale registrato in località Le Spiagge) e i VOC totali 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ancora Le Spiagge), con composizione assai variabile (indice di forte variabilità dell'impatto relativo delle sorgenti) e comunque non attribuibile in misura importante all'impianto Laminam. L'unico dato significativo riguardante i VOC era la presenza di stirene (vinilbenzene) tanto in emissione quanto in atmosfera. La concentrazione in emissione toccava un massimo puntuale di ~1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in E13A (emissioni convogliate) e di ~400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nella zona del camino E36 (emissioni diffuse: Sito 4); in aria libera è stato osservato un picco di ~10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Le Spiagge). Quest'ultimo valore era notevolmente inferiore alle soglie olfattiva e d'irritazione e *marker* non univoco per attribuirne la presenza in aria all'emissione dell'impianto

Infine, in genere le sequenze temporali dei VOC erano distinte per le emissioni ai camini, quelle diffuse e in aria esterna. In specie, ai picchi di concentrazione alle emissioni non corrispondevano valori particolarmente elevati in atmosfera, e viceversa.

L'esame dei profili emissivi (concentrazioni percentuali dei principali componenti) confermavano che la presenza dei VOC nell'area di Borgo Val di Taro non poteva essere attribuita esclusivamente o principalmente all'impianto stesso; il rapporto di concentrazione Tol/Bz, utilizzato per distinguere l'emissione industriale da tutte le altre fonti, assumeva valori assai variabili nelle emissioni Laminam (<0.2-5; media 2.1 ± 1.7), mentre in aria ambiente era più costante (1.3-2.6). Infine, mancava una

corrispondenza temporale tra le distribuzioni osservate nelle emissioni convogliate e in aria esterna. La differenza di composizione poteva essere solo parzialmente attribuita alla reattività atmosferica (che “consuma” preferenzialmente i composti reattivi come trimetilbenzene, stirene e xileni) e in ogni caso la situazione riscontrata potrebbe comunque essere giustificata da altre fonti al momento non identificate né quantificate.

7.2 Composti carbonilici

I carbonili totali registrati ai camini E12 (50-900 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ed E36 (300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) erano assai meno che nelle emissioni di E13A (800-4200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ed E03 (300-1300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Nelle emissioni diffuse le concentrazioni erano ancora inferiori (8-60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ con un valore singolare di 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Il principale componente nelle emissioni ai camini erano la formaldeide, meno spesso l'acetaldeide e in un caso la propionaldeide. Contributi importanti potevano provenire dalla tolualdeide (17-43% per le emissioni), dalla propionaldeide (20-34% per le emissioni), e dalla somma di metacroleina e 2-butanone (16-34% per le emissioni). Nelle emissioni diffuse la tolualdeide non era quasi mai presente mentre crotonaldeide e metacroleina ora erano assenti, ora figuravano tra i componenti principali. Gli stessi composti, tuttavia, in aria ambiente erano assai poco presenti, a differenza del decanale e del nonanale, sostanze che godono di un importante contributo biogenico. In conclusione, in base alle concentrazioni osservate per aldeidi e chetoni non è stato possibile collegare la composizione in aria ambiente con le emissioni dell'impianto *Laminam*. Conclusioni analoghe possono essere tratte dall'esame dei profili emissivi; non si osserva un modello emissivo tipico in alcuno dei camini, riprodotto con buona approssimazione nell'aria esterna. Ancora, il calcolo del rapporto di concentrazione tra formaldeide ed acetaldeide (in media, pari a 12 in E12, 0.8 in E13A, oltre 100 nelle emissioni diffuse e compreso tra 2.5 e 4 in aria ambiente) non associa la presenza di questi composti all'attività dell'impianto.

Infine, anche i composti più interessanti dal punto di vista sanitario (formaldeide, acroleina e metacroleina, benzaldeide) in aria ambiente non toccavano mai valori significativi.

7.3 Ftalati; Acidi grassi; Isocianati

Per quanto riguarda gli ftalati, le concentrazioni di tutti i composti esaminati rientravano nei valori solitamente registrati per l'atmosfera di località non particolarmente inquinate. Dall'analisi dei profili emissivi, non si evidenziano corrispondenze tra le emissioni dell'impianto e la distribuzione degli ftalati in aria ambiente.

La sperimentazione effettuata riguardo alla caratterizzazione degli acidi organici a catena lineare $\text{C}_9\text{-C}_{24}$ (dove il suffisso n indica il numero di atomi di carbonio) comprendeva soltanto due ridotte serie d'indagini, il 15/11 e 4/12/2018, la prima dedicata al confronto tra emissioni al camino (E13A) ed emissioni diffuse (siti 1-3), la seconda al confronto tra emissioni al camino, diffuse (sito 2) e aria ambiente (via Malta). Pur con tale limitazione, i risultati non indicano alcun collegamento tra le emissioni *Laminam* e la composizione dell'atmosfera nell'area circostante. Qualche similitudine si è osservata soltanto il 15/11/2018 tra emissioni E13A e composizione dell'aria al sito 2 (per la forte prevalenza dell'acido esadecanoico sull'omologo ottadecanoico e l'importante contributo dell'acido decanoico), ma nulla di più. Peraltro, lo stesso andamento non è stato riscontrato il giorno 4/12/2018. In

via Malta (4/12/2018), degna di nota, ancorchè scarsa in termini percentuali, era la presenza di acidi a catena lineare più lunga (C_{20} , C_{22} , C_{24}) a discapito degli omologhi a catena corta (C_9).

Per gli isocianati gassosi, si rimanda al paragrafo 6.5. Le concentrazioni in aria ambiente (inferiori a $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in tutti i siti) non sembrano sufficientemente elevate per causare sensibilizzazioni e non dimostrano un impatto delle emissioni Laminam sull'area circostante.

7.4 Sostanze Odorigene

La ricerca delle sostanze incognite con il sistema GCMS Orbitrap ha evidenziato la presenza di composti odorigeni nelle emissioni convogliate, alcuni dei quali (p.es. il trimetilbenzene, il fenolo, alcuni idrocarburi policiclici aromatici (naftalene e alchilnaftaleni) risultavano talvolta presenti nei campioni di aria ambiente. L'unica sostanza odorigena significativa per la quale in atmosfera sia stata superata la soglia olfattiva era l'acetaldeide (valori medi: $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a Le Spiagge, $0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a via Malta e $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ presso la scuola Manara), in conseguenza del valore molto basso di soglia olfattiva. Ottanale e decanale superavano la soglia olfattiva in aria ambiente (Tab. 6.20), ma va tenuto conto che la loro origine ha una grande componente naturale e conseguentemente la presenza di questo composto nell'aria di Borgo Val di Taro non poteva essere associata inequivocabilmente e quantitativamente alle emissioni Laminam.

7.5 Sintesi

La campagna di misura sperimentale contemplava la valutazione delle emissioni dell'impianto Laminam sulla qualità dell'aria durante la lavorazione di quattro prodotti ben definiti, identificati di concerto tra l'Azienda stessa e l'Arpa come i più rappresentativi dell'intera gamma di produzione disponibile.

Per quanto riguarda l'impatto dell'impianto sulla qualità dell'aria, data la scarsa specificità degli inquinanti riscontrati tanto nelle emissioni ai camini delle linee produttive quanto in quelle diffuse all'interno dell'impianto, sono stati identificati i profili emissivi, ovvero le distribuzioni relative degli inquinanti stessi calcolate sui totali dei rispettivi gruppi, e confrontati con le "impronte digitali" degli stessi gruppi osservate in aria ambiente. I risultati dell'indagine indicano che occasionalmente una qualche similitudine poteva essere ipotizzata (p.es., la presenza dello stirene), ma non sufficiente ad associare la composizione dell'atmosfera nella Val di Taro alle emissioni dell'impianto Laminam, ma è necessario supporre la presenza di altre importanti fonti emissive antropogeniche (vedi: rapporto toluene/benzene, trimetilbenzene) o naturali (p.es. decanale). Non sarebbero da trascurare né la reattività dell'atmosfera (aldeidi insature), né della combinazione tra meteorologia e orografia (confronto tra le concentrazioni degli inquinanti nei tre siti esterni all'impianto, in ragione della direzione e velocità del vento: vedi il dietilftalato nei giorni 13 e 15 novembre).

Per la finalità stessa dell'indagine, i dati di concentrazione erano utilizzati e utilizzabili esclusivamente a valutare l'impatto dell'impianto esaminato sulla qualità dell'aria a Borgo Val di Taro. Inoltre, anche in ragione della brevità della sperimentazione sul campo effettuata (limitato periodo d'osservazione in relazione alla normativa ambientale) le concentrazioni di aria ambiente non possono essere considerate esaustive ai fini di "fotografare" la qualità dell'aria esaminata. Il confronto dei risultati con i dati di letteratura o con i limiti normativi ha soltanto un valore indicativo di riferimento.



Per alcuni campioni è stata anche effettuata una caratterizzazione chimica più estesa, incentrata sulla ricerca di sostanze incognite emesse dall'impianto, applicando la tecnica della spettrometria di massa accurata. La presenza delle sostanze identificate in emissione convogliata è stata verificata nelle emissioni diffuse (aria indoor) e nell'aria ambiente (outdoor), per poter valutare la possibile ricaduta, pur con la limitazione che i risultati sarebbero stati solo qualitativi (presente/non presente), mancando ai fini quantitativi la disponibilità tanto di sostanze standard e surrogate, sia di metodi ottimizzati per le valutazioni. Anche per questo approccio, nella lista delle sostanze identificate dal software sono state selezionate quelle con proprietà odorigene o nocive.

8 Bibliografia

Air Quality Guidelines for Europe – Second Edition – World Health Organization Regional Publications, European Series, N. 91 del 2000

Altemose et al., 2015, Atmospheric Environment, 109, 61-69

APAT, 2003, Metodi di misura delle emissioni olfattive. Quadro normativo e campagne di misura. Manuali e Linee Guida 19/2003

Arpa Piemonte (2016). Monitoraggio outdoor di aldeidi e altre sostanze organiche volatili (<http://www.arpa.piemonte.it/arpa-comunica/file-notizie/2016/progetto-monitoraggi-outdoor-di-aldeidi-e-sov.pdf>)

Biesenthal, 1997, Geophysical Research Letters, 24(11), 1375-1378

Ciccioli et al., 2007, High-molecular-weight carbonyls and carboxylic acids (*book chapter*).

Convenzione Operativa tra la Regione Basilicata e il CNR-IAA, WP 2: Qualità dell'aria, 2018. Relazione tecnica relativa alla seconda campagna di monitoraggio effettuata in Val d'Agri (16 ottobre – 15 novembre 2017). Prot. CNR IIA n. 0536 del 13/2/2018.

Delikhon et al., 2018. Environmental Pollution, 242, 938-951.

EPA Home Air & Radiation TTN Web - Technology Transfer Network Air Toxics Web site Acetaldehyde <http://www3.epa.gov/airtoxics/hlthef/acetalde.html>

Feng, et al., 2005. Atmospheric Environment, 39, 1789–800.

Ferrari G., 2016. Università Degli Studi di Modena e Reggio Emilia. Dottorato di ricerca in M3ES – Models and Methods for Material and Environmental Sciences - Ciclo XXIX

Gariazzo et al., 2007. Atmospheric Environment, 41, 7286-7303.

Geng et al., 2010, J. Atmos.Chem., 62 (3), 229-247.

Granby et al., 1997. Atmospheric Environment, 31, 1403-1415.

Gujar et al., 2018. Thermofisher Technical Note 10624.

Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail, 2011. <https://www.irsst.qc.ca/recherche?q=isocyanate%20de%20m%C3%A9thyle#gsc.tab=0&gsc.q=isocyanate%20de%20m%C3%A9thyle&gsc.page=1>

ISOPA, 2006. http://www.isopa.org/media/1114/isopa-guideline_onevoice_it_v04.pdf

Kumar A. et al., 2018, Science of the Total Environment 613–614, 492–501.

Ling et al., 2019, Journal of Environmental Sciences 79, Pages 1-10

Lu et al., 2016, . Aerosol and Air Quality Research,16, 1234-1243.

Mishra et al., 2015, Atmospheric Environment, 106, 485–491.

Missia et al., 2010, Atmospheric Environment, 44, 4388-4395

Montzka et al., 1993, JGR Atmospheres 98(D1) 1101-1111

Morikawa et al., 1998, Atmos. Environ. 32 (11), 2007-2016



- Morknoy et al., 2011. *Water, Air, Soil Pollution*, 216, 693-702
- NIOSH, 2005. *NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards & Other Databases CD-ROM*. Department of Health & Human Services, Centers for Disease Prevention & Control. National Institute for Occupational Safety & Health. DHHS (NIOSH) Publication No. 2005-151 (2005)
- Nagata Y, 2003, Measurement of odor threshold by triangle odor bag method. In *Odor Measurement Review*; Office of Odor, Noise and Vibration, Environmental Management Bureau, Ministry of Environment: Tokyo, Japan, 2003; pp. 118–127.
- Neghab et al., 2017, *The International of Occupational and Environmental Medicine*, 8, 207-216.
- Possanzini et al., 2002. *Atmospheric Environment*, 36, 3195-3201.
- Possanzini et al., 2007. *Water, Air and Soil Pollution*, 183, 447-454.
- Ruth JH, 1986, *Am Ind Hyg Assoc J*. 1986 Mar;47(3):A142-51.
- Sarkar et al., 2017. *Aerosol and Air Quality Research*, 17, 2206-2223.
- UNI EN 13284-1:2017 - Emissioni da sorgente fissa - Determinazione della concentrazione in massa di polveri in basse concentrazioni - Parte 1: Metodo manuale gravimetrico.
- UNI EN 1948-1:2006 - Emissioni da sorgente fissa - Determinazione della concentrazione in massa di PCDD/PCDF e PCB diossina simili - Parte 1: Campionamento di PCDD/ PCDF.
- UNI EN ISO 16911-1:2013 - Emissioni da sorgente fissa - Determinazione manuale ed automatica della velocità e della portata di flussi in condotti - Parte 1: Metodo di riferimento manuale.
- Villanueva et al., 2018, *Science of the Total Environment*, 622–623, 222–235.



**Valutazione delle emissioni derivanti dalle
lavorazioni effettuate presso l'impianto
“Laminam” situato in Borgo Val di Taro**

APPENDICE alla

RELAZIONE CONCLUSIVA

(Marzo 2019)



APPENDICE: Composti identificati nelle emissioni convogliate dell'impianto Laminam e riscontro nelle emissioni diffuse e in aria ambiente a Borgo Val di Taro.

Le tabelle qui di seguito mettono in comparazione le composizioni delle emissioni convogliate e le altre tipologie di campioni (emissioni diffuse e aria ambiente), distinte per tipo di matrice e per data.

E03 (scuro) 14/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018
	Sito 1	Sito 2	Sito 3	Loc. Spiagge	Via Malta
Nome e CAS	Score	Score	Score	Score	Score
Cyclopentene, 1,2,3,4,5-pentamethyl-(n.d.)	x	x			
Benzene, 1,2,3-trimethyl- (526-73-8)				x	x
Mesitylene (108-67-8)				x	
2-Piperidinecarboxylic acid, 1-acetyl-, ethyl ester (52195-94-5)					
Ethanol, 2-[2-(2-propenyloxy)ethoxy]- (15075-50-0)					
1,1-Hexylenedioxybutane (n.d.)					
3 nonyne (20184-89-8)					
Benzene 1,3 isocianato 2-methyl (91-08-7)					
indole-2-one, 2,3-dihydro 6 amino (150544-04-0)	x			x	x
3-Octene, 2,2-dimethyl- (86869-76-3)		x			
2H-Benzimidazol-2-one, 1,3-dihydro-5-methyl- (765-03-7)				x	x
3- phenyl-2 pentene-nitrile (14368-41-3)					x
Naphthalene, 1,2-dimethyl- (573-98-9)		x	x	x	x
Riconosciuto come Composto Azotato (89214-88-0)					
Naphthalene, 2-(1-methylethyl)- (2027-17-0)	x		x		x
Fluvoxamine, N,N-bis(trimethylsilyl)- (n.d.)	x	x		x	
1-H- Phenalene (203-80-5)				x	x

E03 (scuro) 14/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018
	Sito 1	Sito 2	Sito 3	Loc. Spiagge	Via Malta
Nome e CAS	Score	Score	Score	Score	Score
2,6-Diisopropyl-naphthalene (24157-81-1)	x			x	x

A.1

Lavaggi e condense E03 14/11/2018	14/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018
	PUF E03	sito 1	sito 2	sito 3	Loc. Spiagge	Via Malta
Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
2 pentanone, 4 amino-4 methyl (625-04-7)						
2 pentanone 1,3 dimethoxy 3 methyl (856830-17-2)						
propyl pyruvate (20279-43-0)						
1-Pyridinepropanoic acid, hexahydro-4-methyl- (n.d.)						
Neopentyl glycol (126-30-7)						
Mesitylene (108-67-8)	x				x	
picolinamide, N-methylbenzyl (2909-32-2)						
2-Piperidinecarboxylic acid, 1-acetyl-, ethyl ester (52195-94-5)	x					
2,7-Octanedione (1626-09-1)						
2(1H)-Pyridinone, 1-Cyclohexyl-3,4,5,6-Tetramethyl (82754-44-7)						
butenamide, N,N-diethyl-2- methyl (E) (133217-97-7)						
oxalic acid dicyclohexyl ester (620-82-6)						
4-Penten-1-ol, 3-methyl- (51174-44-8)						
oxazole, 5-(diethoxymethyl) (104336-01-8)						
3 nonyne (20184-89-8)	x					
Ethanol, 2-[2-(2-methoxyethoxy)ethoxy]- (112-35-6)						

Istituto Inquinamento Atmosferico CNR
 Via Salaria Km. 29,300 – 00015 Monterotondo, (RM), Italia
 Tel.: 06.90625349 – Fax: 06.90672660
 E-mail: info@iia.cnr.it

Lavaggi e condense E03 14/11/2018	14/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018
	PUF E03	sito 1	sito 2	sito 3	Loc. Spiagge	Via Malta
Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
Benzothiazole (95-16-9)			x			x
Naphthalene, 1-methyl- (90-12-0)		x	x		x	
Propanoic acid, 2-methyl-, propyl ester (644-49-5)						
1-Hexyl-1-nitrocyclohexane (118252-09-8)						
3-Octene, 2,2-dimethyl- (86869-76-3)	x		x			
Naphthalene, 1,3-dimethyl- (573-98-8)			x	x		x
Naphthalene, 1,2-dimethyl- (573-98-9)			x	x	x	x
2,5-pyrrolidinedione, 1-[(4-propylbenzoyl)oxy]- (n.d.)			x		x	x
Naphthalene, 2,3-dimethyl- (581-40-8)		x	x			x
Ethanol, 2-[2-(2-propenyloxy)ethoxy]- (15075-50-0)		x				
non identificato possibile idrocarburo	x	x	x			
Butylated Hydroxytoluene (128-37-0)		x	x			
Tributyl phosphate (126-73-8)						
Alanine, N-methyl-n-propargyloxycarbonyl-, hexyl ester (n.d.)	x	x			x	x
Naphthalene, 1,6,7-trimethyl- (2245-38-7)			x	x		
Benzene, (1-pentylhexyl)- (4537-14-8)						
Naphthalene, 1,6,7-trimethyl- (2245-38-7)		x	x	x	x	x
Naphthalene, 2-(1-methylethyl)- (2027-17-0)	x	x		x		x
1-Undecene, 4-methyl- (74630-39-0)						
Benzophenone (119-61-9)		x	x	x		
2,6-Diisopropyl-naphthalene (24157-81-1)	x	x			x	x
2-Thiophenecarboxylic acid, 4,5-di-tert-butoxy-, ethyl ester (5556-17-2)	x	x			x	x

A.1

PUF E12 13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018
	Lavaggi E12	Sito 1	Sito 2	Sito 3	Loc. Spiagge	via Malta	Scuola
Nome (CAS)	Score %	Score %	Score %	Score %	Score %	Score %	Score %
Benzene, 1,2,3-trimethyl- (526-73-8)	x		x		x	x	x
1,2-Ethanediol, 1,2-diphenyl-, (R*,R*)-(±)- (655-48-1)				x			
Hexanoic acid, 2-ethyl- (149-57-5)				x			
Ethanol, 2-[2-(2-propenyloxy)ethoxy]- (15075-50-0)							
Cyclopentane, 1-hexyl-3-methyl- (61142-68-5)		x		x			
3- phenyl-2 pentene-nitrile (14368-41-3)						x	
Naphthalene, 1,2-dimethyl- (573-98-9)			x	x	x	x	
1,2-Benzenediol, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)- (1020-31-1)		x		x		x	
2,5-Cyclohexadiene-1,4-dione, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)- (719-22-2)		x			x		
Benzene, (1-ethyloctyl)- (4621-36-7)							
phenol,2-(1-phenylethyl) (4237-44-9)		x		x		x	
3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxybenzaldehyde (1620-98-0)					x	x	

A.e

PUF E13A 15/11/2018	15/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018
	Lavaggi + condensa E13A	sito 1	sito 2	sito 3	Loc. Spiagge	Via Malta
Nome (CAS)	Score %	Score %	Score %	Score %	Score %	Score %
4-Penten-2-ol, acetate (n.d.)	x					
1,5-Heptadien-4-one, 3,3,6-trimethyl- (546-49-6)						
Phenol (108-95-2)	x					

Istituto Inquinamento Atmosferico CNR
 Via Salaria Km. 29,300 – 00015 Monterotondo, (RM), Italia
 Tel.: 06.90625349 – Fax: 06.90672660
 E-mail: info@iia.cnr.it

PUF E13A 15/11/2018	15/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018
	Lavaggi + condensa E13A	sito 1	sito 2	sito 3	Loc. Spiagge	Via Malta
Nome (CAS)	Score %	Score %	Score %	Score %	Score %	Score %
Benzene, 1,4-dichloro- (106-46-7)						
Benzene, (1-methylethyl)- (98-82-8)		x		x	x	x
Heptanoic acid, anhydride (626-27-7)						
Phenylglyoxylic acid, isopropyl ester (n.d.)						
1,3-Benzenediol, O-(2,6-difluorobenzoyl)-O'-(2-methylbenzoyl)- (n.d.)						
Carbonic acid, 2-dimethylaminoethyl isobutyl ester (n.d.)				x		x
Phenol, 2-nitro- (88-75-5)						
3-Fluorobenzoic acid, undec-10-enyl ester (n.d.)						
Glutaric acid, 2-fluorophenyl 4-methoxybenzyl ester (n.d.)						
3-Phenylpropionic acid, 2-fluorophenyl ester (n.d.)						
4-Ethylbenzoic acid, 2-fluorophenyl ester (n.d.)						
Benzene, 1,2,4-trichloro- (120-82-3)						
2-Propanone, 1-cyclopentyl-3-ethoxy- (51149-71-4)						
3,5-Dimethyl-4-hydroxybenzaldehyde (2233-18-3)						
Phenylglyoxylic acid, pentyl ester (n.d.)						
1-Phenyl-1,4-nonanedione (117937-13-0)						
Butanedioic acid, 2,3-bis[(4-methylbenzoyl)oxy]-, [R-(R*,R*)]- (32634-66-5)						
4-Pentenoic acid, 2,2-diethyl-3-oxo-5-phenyl-, ethyl ester (337503-48-7)						
Naphthalene, 1-methyl- (90-12-0)	x	x	x			x
2(1H)-Pyridinone, 3-acetyl-4-hydroxy-6-methyl- (5501-39-3)						
Benzene, 2,4-diisocyanato-1-methyl- (584-84-9)						
2'-Hydroxy-4',5'-dimethylacetophenone (36436-65-4)						

PUF E13A 15/11/2018	15/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018
	Lavaggi + condensa E13A	sito 1	sito 2	sito 3	Loc. Spiagge	Via Malta
Nome (CAS)	Score %	Score %	Score %	Score %	Score %	Score %
Biphenyl (92-52-49)		x	x			
Benzoic acid, 3,4-dimethyl-, ethyl ester (33499-44-4)						
2H-Benzimidazol-2-one, 1,3-dihydro-5-methyl- (5400-75-9)					x	x
Naphthalene, 1,3-dimethyl- (575-41-7)			X	X	X	X
Cyclohexene, 1,5,5-trimethyl-6-(2-propenylidene)- (56248-17-0)						
Benzofurane-3-carboxaldehyde, 2-methyl- (55581-61-8)						
2,3-2H-Benzofuran-2-one, 4,6-dimethyl- (33901-25-6)						
Phenylglyoxylic acid, propyl ester (n.d.)						
1,2-Benzenediol, 3,5-bis(1,1-dimethylethyl)- (1020-31-1)	X	x				
2,5-Cyclohexadiene-1,4-dione, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)- (719-22-2)						
Butylated Hydroxytoluene (128-37-0)		x	x			
Coumarin, 4,5,7-trimethyl- (14002-91-6)	x					
Oxalic acid, di(cyclohexylmethyl) ester (n.d.)						
9H-Fluoren-9-one (486-25-9)			x			
Benzoic acid, tridecyl ester (n.d.)	x			x		
Benzoic acid, 2-methylpropyl ester (120-50-3)			x	x		
1H-1,2,3,4-Tetrazole-1-propanoic acid, 2-(4-fluorophenyl)-2-oxoethyl est. (n.d.)						
Benzoic acid, octyl ester (94-50-8)	x			x		

A.4

E13A	4/12/2018	SITO 1	SITO 2	SITO3	Loc. Spiagge	Scuola	Via Malta
------	-----------	--------	--------	-------	--------------	--------	-----------

Istituto Inquinamento Atmosferico CNR
Via Salaria Km. 29,300 – 00015 Monterotondo, (RM), Italia
Tel.: 06.90625349 – Fax: 06.90672660
E-mail: info@iia.cnr.it

Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
2-Propanol, 1,3-dichloro- (96-23-1)						
1,2-Propanediol, 3-chloro- (96-24-2)						
2,3-Butanediol, [S-(R*,R*)]- (19132-06-0)						
Phenol (108-95-2)				X	X	
1,2,4,5-Tetrazine, 3,6-diphenyl- (6830-78-0)						
3,4-Hexanediol, 2,5-dimethyl- (22607-11-0)						
1,4-Hexadiene, 2-methyl- (1119-14-8)				X		
1-indanol trifluoroacetate ester (n.d.)					X	
Benzene, 1-methyl-2-propyl- (1074-17-5)			X	X	X	
Ethyl 2-benzoylheptanoate (24317-97-3)		X				
Benzene, 1-methyl-4-propyl- (1074-55-1)	X	X	X	X		
p-Bromophenyl octyl ether (96693-05-9)						
Propane, 1,2-dibromo-3-chloro- (96-12-8)						
Cyclohexane, 1-ethyl-1,4-dimethyl-, trans- (62238-32-8)		X		X	X	
1,3,5-Cycloheptatriene, 7-ethyl- (17634-51-4)		X		X		
Alanine, N-methyl-n-propargyloxycarbonyl-, heptyl ester (n.d.)						
Adamantane, 1,3-dimethyl- (702-79-4)				X	X	
Benzene, 1-methyl-4-(1-methylpropyl)- (1595-16-0)				X	X	
Cyclotetrasiloxane, octamethyl- (556-67-2)			X	X		
Propane, 1,2,3-tribromo- (96-11-7)						
d-Proline, N-methoxycarbonyl-, undecyl ester (n.d.)	X	X		X	X	
Cycloocta-1,3,6-triene, 2,3,5,5,8,8-hexamethyl- (n.d.)						
Ethyl 2-butynoate (4341-76-8)					X	
Benzene, (1,1-diethylpropyl)- (4170-84-7)	X					
p-Anisic acid, tridec-2-ynyl ester (n.d.)						
4-Methylethcathinone, N-acetyl- (n.d.)		X		X	X	

E13A	4/12/2018	SITO 1	SITO 2	SITO3	Loc. Spiagge	Scuola	Via Malta
Nome (CAS)		Score	Score	Score	Score	Score	Score
Naphthalene, 1-methyl- (90-12-0)		X	X		X	X	
1,1,3,3-Tetramethyl-1,3-bis[(2Z)-pent-2-en-1-yloxy]disiloxane (n.d.)					X		
Benzene, 1,3-diisocyanato-2-methyl- (91-08-7)		X					
(+)Dihydrocarveol, trifluoroacetate (n.d.)							
Benzene, 2,4-diisocyanato-1-methyl- (584-84-9)		X					
Biphenyl (92-52-4)		X	X		X	X	
Indole-2-one, 2,3-dihydro-6-amino- (150544-04-0)				X			
1-(Prop-1-en-2-yl)-8-propyltricyclo-decane (n.d.)							
Benzene, 1,2-bis(1-methylethyl)- (577-55-9)							
Naphthalene, 1,3-dimethyl- (575-41-7)		X	X	X	X	X	
2,5-Cyclohexadiene-1,4-dione, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)- (719-22-2)		X	X		X	X	
4H-Pyrido[1,2-a]pyrimidin-4-one, 3-ethyl-6-methyl- (57773-19-0)		X		X	X		
Pentadecafluorooctanoic acid, 2-ethylhexyl ester (n.d.)							
Dibenzofuran (132-64-9)		X	X		X	X	
Naphthalene, 1,6,7-trimethyl- (2245-38-7)		X	X	X	X	X	
Benzoic acid, 2-hydroxy-, pentyl ester (2050-08-0)		X	X	X	X	X	
Fluorene (86-73-7)		X	X	X	X	X	
Salicylic acid, isopropyl ether, isopropyl ester (n.d.)		X	X	X	X	X	
1,4-Benzenediol, 2,5-bis(1,1-dimethylethyl)- (88-58-4)							
Phenol, 2-(1-phenylethyl)- (4237-44-9)		X	X	X	X	X	
3-(4-Methylbenzoyl)-2-thioxo-4-thiazolyl 4-methylbenzoate (299929-13-8)					X		
Benz[a]azulene (246-02-6)			X			X	
Benzoic acid, octyl ester (94-50-8)			X	X	X	X	
Phthalic acid, cyclohexyl isohexyl ester (n.d.)		X			X	X	

E13A 4/12/2018	SITO 1	SITO 2	SITO3	Loc. Spiagge	Scuola	Via Malta
Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
Nicofuranose (15351-13-0)						
Benzoic acid, 1-methylpropyl ester (3306-36-3)	X	X			X	
Phenanthrene, 4-methyl- (832-64-4)	X	X		X		
Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl- (19095-24-0)	X	X	X	X	X	X
Benzoic acid, tridecyl ester (n.d.)		X	X		X	
Phthalic acid, butyl tridec-2-yn-1-yl ester (n.d.)		X	X	X	X	
Oxalic acid, allyl nonyl ester (n.d.)	X					
1,2-Benzenediol, O-(4-butylbenzoyl)-O'-(isobutoxycarbonyl)- (n.d.)		X				
1,3,5,6-Tetramethyladamantane (34694-70-7)	X		X	X	X	
Podocarpa-8,11,13-triene-7.beta.,13-diol, 14-isopropyl- (24338-19-0)						
-Phenanthrenemethanol, 1,2,3,4,4a,9,10,10a-octahydro-1,4a-dimethyl-7-(1-methylethyl)-, [1R-(1.alpha.,4a.beta.,10a.alpha.)]- (3772-55-2)						
N,N-Dimethylhexanamide (5830-30-8)		X	X	X	X	
2,2-Bis(p-methoxyphenyl)-1,1-dichloroethylene (2132-70-9)	X	X	X	X	X	
7-Oxodehydroabietic acid, methyl ester (110936-78-2)	X	X	X	X	X	
l-Leucine, n-pentafluorobenzoyl-, tetradecyl ester (n.d.)			X		X	
Phthalic acid, nonyl trans-hex-3-enyl ester (n.d.)	X	X		X	X	
L-Proline, N-(pentafluorobenzoyl)-, dodecyl ester (n.d.)						
L-Leucine, N-methyl-N-(2-ethylhexyloxycarbonyl) tridecyl ester (n.d.)						
Cholane-5,20(22)-diene-3b-phenoxy (n.d.)						
3,3,5,5-Tetramethyl-6-(2,4,6-trimethyl-benzoyl)-dihydro-pyran-2,4-dione (n.d.)		X				
Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-, phosphite (3:1) (31570-04-4)						
2-Methyltetracosane (1560-78-7)	X	X	X	X	X	X

A.5

Istituto Inquinamento Atmosferico CNR
Via Salaria Km. 29,300 – 00015 Monterotondo, (RM), Italia
Tel.: 06.90625349 – Fax: 06.90672660
E-mail: info@iia.cnr.it

E12 4/12/2018	SITO 1	SITO 2	SITO3	Loc. Spiagge	Scuola	Via Malta
Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
(R)-(+)-1-Amino-2-(methoxymethyl)pyrrolidine (72748-99-3)						
1-(2-Benzyloxyethyl)-1,2,3,6-tetrahydropyridine (n.d.)						
1-(3-Isobutyryl-bicyclo[1.1.1]pent-1-yl)-2-methylpropan-1-one (n.d.)						
1,1,3,3,5,5-Hexamethyl-1,5-bis(2-methylpropoxy)trisiloxane (n.d.)	X			X		
1,1-Ethanediol, diacetate (542-10-9)						
1,2,4-Triazole-5(4H)-thione, 3-benzyl-4-methyl-1-(1,4,8-dioxaza[4.5]dec-8-ylmethyl)- (298686-65-4)						
1,2-Bis(1,4,7-trioxa-10-azacyclododec-10-yl)-ethane (79645-07-1)						
1,2-Cyclohexanedicarboxamide, N,N'-diheptyl-N,N'-dimethyl-. (n.d.)	X		X	X	X	
1,2-Propanediol, 3-chloro- (96-24-2)						
1,3,5,6-Tetramethyladamantane (34694-70-7)	X		X	X	X	
1,3-Benzenediol, o-methoxycarbonyl-o'-(2-methoxybenzoyl)- (n.d.)					X	
1,3-Dioxolane, 2-butyl-2-methyl- (14447-27-9)						
1,3-Dioxolane, 2-methyl-2-(2-methylpropyl)- (2035-08-7)						
1,4,5,8-Tetramethylnaphthalene (82717-39-7)	X	X	X		X	
1,4-Benzenediol, 2,5-bis(1,1-dimethylethyl)- (88-58-4)						
1,4-Dimethyladamantane (n.d.)	X			X	X	
1,4-Ethanoisoquinoline, 1,2,3,4-tetrahydro-2-methyl- (63385-90-0)						
1,5-Dimethyl-4-phenylimidazolidin-2-one (n.d.)						
1,5-Heptadiene, 2,6-dimethyl- (6709-39-3)	X			X		
1,6-Heptadiyne (2396-63-6)						
10-Heneicosene (c,t) (95008-11-0)						

E12 4/12/2018	SITO 1	SITO 2	SITO3	Loc. Spiagge	Scuola	Via Malta
Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
1-Aminocyclopentanecarboxylic acid, n-propyloxycarbonyl-, dodecyl ester (n.d.)						
1-Hexene, 3-methyl-6-phenyl-4-(1-phenylethoxy)- (n.d.)						
1H-Indene, 2,3-dihydro-1,1-dimethyl-4-(3-methyl-3-butenyl)- (55030-58-5)						
1H-Naphtho[2,1-b]pyran, 3-ethenyldodecahydro-3,4a,7,7,10a-pentamethyl-, [3R-(3.alpha.,4a.beta.,6a.alpha.,10a.beta.,10b.alpha.)]- (596-84-9)						
1-Methyldecahydronaphthalene (2958-75-0)						
1-Phenanthrenemethanol, 1,2,3,4,4a,9,10,10a-octahydro-1,4a-dimethyl-7-(1-methylethyl)-, [1R-(1.alpha.,4a.beta.,10a.alpha.)]- (3772-55-2)						
2-(1-Amino-2-1H-imidazol-1-ylethyl)-4-amino-6-dimethylamino-S-triazine (n.d.)						
2(5H)-Furanone (497-23-4)						
2-(E)-Penten-1-ol, 5-(benzyloxy)-4-(dibenzylamino)-5-phenyl- (n.d.)						
2,2'-Trimethylenebis-1,3-dioxolane (6543-04-0)						
2,4,7,9-Tetramethyl-5-decyn-4,7-diol (126-86-3)						
2,4-Pentadienoic acid, 1-cyclopenten-3-on-1-yl ester (n.d.)						
2,5-Cyclohexadiene-1,4-dione, 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)- (719-22-2)	X	X	X	X	X	
2-Azabicyclo[3.3.0]octane, 3-(hydroxydiphenylmethyl)-, cis- (n.d.)						
2-Heptenoic acid, oct-3-en-2-yl ester (n.d.)		X				
2-Methyltetracosane (1560-78-7)	X	X	X	X	X	X
2-Propanethione, 1-(2-pyrrolidinylidene)- (54031-27-5)						
2-Pyridinecarboxamide, N-(2'-benzoylphenyl)- (124522-52-7)						
3-(4,5-Dihydro-1,3-oxazol-2-yl)pyridine (40055-37-6)						
3-(4-Methylbenzoyl)-2-thioxo-4-thiazolyl 4-methylbenzoate (299929-13-8)	X			X		
3-(5-Amino-1H-1,2,4-triazol-3-yl)-1-(pyrrolidin-1-yl)propan-1-one (n.d.)						
3,4-Secodammara-4(28)-en-3-oic acid, 20,24-epoxy-25-hydroxy-, (24S)- (56421-13-7)						

E12 4/12/2018	SITO 1	SITO 2	SITO3	Loc. Spiagge	Scuola	Via Malta
Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
3-[1-(4-Cyano-1,2,3,4-tetrahydronaphthyl)]propanenitrile (57964-40-6)						
3-Butenyl adipate (n.d.)						
3-Heptyl isovalerate (n.d.)						
4,4-Dimethyl-2-cyclopenten-1-one (22748-16-9)						
4-Heptyl-benzoic acid 4-ethoxy-phenyl ester (302601-60-1)			X			
4-Piperidyl cyclohexylphenylglycolate (n.d.)						
5-Nonanol, trimethylacetate (n.d.)						
7-Oxodehydroabietic acid, methyl ester (110936-78-2)	X	X	X	X	X	
9H-Fluorene, 2,3-dimethyl- (4612-63-9)		X	X		X	
9H-Fluorene, 9-methyl- (2523-37-7)		X	X		X	
9H-Fluorene-9-methanol, acetate (63839-86-1)						
Acetic acid, 3-ethylpent-3-yl ester (n.d.)						
Adipic acid, butyl heptyl ester (n.d.)						
Adipic acid, decyl heptyl ester (n.d.)						
Adipic acid, heptyl 5-methoxy-3-methylpentyl ester (n.d.)						
Benzamide, 4-butyl-N-benzyl-N-phenethyl- (n.d.)						
Benzene, (1,1-dimethylpropyl)- (2049-95-8)	X			X		
Benzene, (1-ethyl-1-methylpropyl)- (81985-97-3)						
Benzene, [1-(2,4-cyclopentadien-1-ylidene)ethyl]- (2320-32-3)	X	X	X	X	X	
Benzene, 1,1'-(1,2-cyclobutanediyl)bis-, cis- (7694-30-6)		X				
Benzene, 1,1'-(1-methylethylidene)bis- (778-22-3)						
Benzene, 1-methyl-2-propyl- (1074-17-5)	X		X	X		
Benzene, 1-methyl-4-propyl- (1074-55-1)	X	X	X	X	X	
Benzene, pentamethyl- (700-12-9)						

E12 4/12/2018	SITO 1	SITO 2	SITO3	Loc. Spiagge	Scuola	Via Malta
Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
Benzenesulfonamide, N-(adamantan-1-yl)methyl-2-methyl-5-nitro- (n.d.)						
Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-methylethyl)- (2867-05-2)						
Binapacryl (485-31-4)						
Butanedioic acid, 2,3-bis(benzoyloxy)-, (2R,3R)- (2743-38-6)						
Butanoic acid, 2-methyl-, 2-methyl-2-propenyl ester (83783-90-8)						
Butyl 2,5,8,11-tetraoxatridecan-13-oate (n.d.)						
Butyl tiglate 3-methyl-2- (n.d.)						
Carbonic acid, allyl cyclohexylmethyl ester (n.d.)						
Cyclobutanecarboxylic acid, 4-nitrophenyl ester (n.d.)						
Cyclohexane, 1,1,3,5-tetramethyl-, cis- (50876-32-9)	X			X	X	
Cyclohexane, 1-ethyl-2,4-dimethyl- (61142-69-6)						
Cyclohexane, 2-propenyl- (2114-42-3)		X	X		X	
Cyclopentane, 1,1,3-trimethyl-3-(2-methyl-2-propenyl)- (74421-09-3)						
Cyclopentane-1,2-dicarboxylic acid dipiperidide (n.d.)					X	
Cyclopentasiloxane, decamethyl- (541-02-6)	X	X	X	X	X	
Cyclopentene, 1,2,3,4,5-pentamethyl- (n.d.)	X			X	X	
Dimethylamine, N-(diisopropylphosphino)methyl- (62474-28-6)						
Diphenyl ether (101-84-8)					X	
di-tert-Butyl dicarbonate (24424-99-5)		X	X			
Dodecane, 2,7,10-trimethyl- (74645-98-0)	X	X		X	X	
d-Proline, N-methoxycarbonyl-, undecyl ester (n.d.)	X	X		X	X	
endo-3-Methylenetricyclo[3.2.1.0(2,4)]oct-6-ene (n.d.)						
Ethanamine, 2,2',2"-[1,2,3-benzenetriyltris(oxy)]tris[N,N-diethyl (153-76-4)						
Ethanedihydrazide, N2,N2'-bis(4-pyridylmethylideno)- (332414-11-6)						

E12 4/12/2018	SITO 1	SITO 2	SITO3	Loc. Spiagge	Scuola	Via Malta
Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
Ethanol, 2-[2-(2-butoxyethoxy)ethoxy]- (143-22-6)						
Ethanone, 2-(1-methylethoxy)-1,2-diphenyl- (6652-28-4)						
Fluorene (86-73-7)	X	X	X	X	X	
Fumaric acid, di(cyclohex-3-enylmethyl) ester (n.d.)						
Indole-2-one, 2,3-dihydro-6-amino- (150544-04-0)			X			
Isophthalic acid, di(4-octyl) ester (n.d.)	X	X	X	X	X	
L-Leucine, N-methyl-N-(but-3-yn-1-yloxy-carbonyl)-, tetradecyl ester						
l-Leucine, n-pentafluorobenzoyl-, tetradecyl ester (n.d.)			X		X	
l-Proline, n-pentafluoropropionyl-, octyl ester (n.d.)						
L-Valine, N-pentafluorobenzoyl-, heptadecyl ester (n.d.)	X	X	X	X	X	X
Malonic acid, 2-methylpent-3-yl propyl ester (n.d.)						
Methanone, (2-ethoxyphenyl)[4-(3,4-methylenedioxybenzyl)-1-piperazinyl]- (349536-54-5)						
Methoxyacetic acid, 2-ethylcyclohexyl ester (n.d.)		X				
Methyl(methyl 4-O-methyl-.alpha.-d-mannopyranoside)uronate (24916-47-0)						
N-(2,6-Dimethyl-phenyl),2-(4-nitro-phenyl),2-piperidin-1-yl-acetamide (n.d.)						
N,N-Diethyl(trimethylsilyl)carbamate (n.d.)						
Naphthalene, 1,3-dimethyl- (575-41-7)	X	X	X	X	X	
Naphthalene, 1,6,7-trimethyl- (2245-38-7)	X	X	X	X	X	
Naphthalene, 1,6-dimethyl- (575-43-9)		X	X		X	
Naphthalene, 1-methyl- (90-12-0)	X	X	X	X	X	
Naphthalene, 1-methyl-7-(1-methylethyl)- (490-65-3)	X	X	X	X	X	
Octahydrobisvertinol (103804-07-5)						
Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl- (19095-24-0)	X	X	X	X	X	X

E12 4/12/2018	SITO 1	SITO 2	SITO3	Loc. Spiagge	Scuola	Via Malta
Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
Oxalic acid, cyclohexyl butyl ester (n.d.)						
Oxalic acid, cyclohexyl nonyl ester (n.d.)						
Oxalic acid, cyclohexyl propyl ester (n.d.)				X	X	
Oxalic acid, cyclohexylmethyl ethyl ester (n.d.)						
p-Cyanophenyl p-(2-butoxyethoxy)benzoate (67131-98-0)						
Pent-1-en-3-one, 1-amino-4,4-dimethyl-1-(3-pyridyl)- (136346-90-2)	X			X		
Pentane, 2,2,3,4-tetramethyl- (1186-53-4)	X		X	X		
Pentane, 3-ethyl-3-methyl (1067-08-9)	X	X		X	X	X
Phenanthrene, 4-methyl- (832-64-4)	X	X		X		
Phenol, 2-(1-phenylethyl)- (4237-44-9)	X	X	X	X	X	
Phenol, 2-(2-furyl)(2-pyrimidylamino)methyl- (n.d.)						
Phenol, 2,4-bis(1,1-dimethylethyl)-, phosphite (3:1) (4237-44-9)						
Phenol, 4-(1,1-dimethylpropyl)- (80-46-6)			X		X	
Podocarpa-8,11,13-triene-7.beta.,13-diol, 14-isopropyl- (24338-19-0)						
Salicylic acid, isopropyl ether, isopropyl ester (n.d.)	X	X	X	X	X	
Sebacic acid, di(4-octyl) ester (n.d.)						
Succinic acid, (adamant-1-yl)methyl 3-methylbut-2-yl ester (n.d.)						
Thiophene-3-carboxylic acid, 5-acetyl-4-methyl-2-[2-(2-pyridylthio)-1-oxoethylamino]-, ethyl ester (n.d.)						

A.6

Atomizzatore 5/12/2018	SITO 1	SITO 2	SITO3	Privato	Scuola	Via Malta
------------------------	--------	--------	-------	---------	--------	-----------

Istituto Inquinamento Atmosferico CNR
Via Salaria Km. 29,300 – 00015 Monterotondo, (RM), Italia
Tel.: 06.90625349 – Fax: 06.90672660
E-mail: info@iia.cnr.it

Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
Benzene, 1-ethyl-3,5-dimethyl- (934-74-7)				X		
trans-Decalin, 2-methyl- (n.d.)						
Pyruvic acid, butyl ester (20279-44-1)	X				X	
Ethanol, 2-(2-butoxyethoxy) (112-34-5)		X	X			
2(3H)-Furanone, 5-ethylidihydro- (695-06-7)						
2-Cyclohexene-1,4-dione, 5,6-dichloro-3,5-dimethyl-, 1-oxime, o-(4-nitrobenzoyl)- (324051-46-9)						
Benz[a]azulene (246-02-6)		X			X	
Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl- (19095-24-0)	X	X	X	X	X	X
Adipic acid, hexyl pentyl ester (n.d.)				X		
1H-Naphtho[2,1-b]pyran, 3-ethenyldodecahydro-3,4a,7,7,10a-pentamethyl-, [3R-(3R,4aR,7R,10aR)-] (596-84-9)	X	X	X	X	X	
Fluoranthene (206-44-0)	X	X	X	X	X	
N-Acetylpropranolol glycol (n.d.)	X	X	X	X	X	
2-Butylamino-N1,N4-diheptyl-N1,N4-dimethylsuccinamide (n.d.)						
p-Tolylsulfonamide, N-(2'-benzoylphenyl)-N-methyl- (n.d.)	X	X			X	
2-Butylamino-N1,N4-diheptyl-N1,N4-dimethylsuccinamide (n.d.)						
[2-Hydroxy-3-(4-tolyl)-1,2-dihydroquinoxalin-1-yl]phenyl[1-benzyl-3-(4-tolyl)-1,2-dihydroquinoxalin-2-yl]methane (n.d.)					X	
Bispyrrolo[1,2-a],[3,4-c]pyrrole-1,3-dione, perhydro-4-t-butyl-2-phenyl- (n.d.)		X				
Ethyl 2-piperidino-6-(3-pyridyl)-4-(trifluoromethyl)-4H-1,3,5-oxadiazine-4-carboxylate (n.d.)						
Ethyl 2-piperidino-6-(3-pyridyl)-4-(trifluoromethyl)-4H-1,3,5-oxadiazine-4-carboxylate (n.d.)						

A.7

E13A 6/12/2018	SITO 1	SITO 2	SITO3	Privato	Scuola	Via Malta
Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
(+)-Dibenzoyl-L-tartaric acid anhydride (64339-95-3)						
[1,2,4,5]Tetrazine, 3,6-bis(4-chlorophenyl)- (n.d.)						X
[1,2,4]Triazolo[4',3':1,2]azepino[3,4-b]indole-12-ethanamine, 5,6,7,12-tetrahydro-N,N-dimethyl- (n.d.)						
1-(1,2,3-Trimethyl-cyclopent-2-enyl)-ethanone (70987-81-4)						
1,1'-Biphenyl, 2-chloro- (2051-60-7)						
1,1-Ethenediol, diacetate (542-10-9)						
1,2-Benzenediol, o-(3-methylbut-2-enoyl)- (n.d.)	X	X	X			
1,2-Benzenediol, O-(4-ethylbenzoyl)-O'-methoxycarbonyl- (n.d.)						
1,2-Benzisothiazole (272-16-2)		X		X	X	X
1,3-di-iso-propylnaphthalene (n.d.)	X	X	X	X	X	X
10-Methylnonadecane (56862-62-5)			X			
1-Butyl-1-methyl-1,2,3,4-tetrahydroisoquinolin-2-ylbis(dimethylamino)phosphine oxide (n.d.)						
1H-Indene, 1-(cyclohexylmethyl)- (n.d.)						
1H-Indene, 1-(phenylmethylene)- (5394-86-5)		X	X	X	X	X
1H-Pyrrolo[2,1-b]quinazolin-5(5H)-one, 2,3-dihydro-1-hydroxymethylene (62062-74-2)						
1-Propanone, 1-(3-methoxyphenyl)- (37951-49-8)						
1-Propene, 2-(2-methylphenyl)-1-phenyl-, (Z)- (n.d.)						
1-Triazene, 3,3-dimethyl-1-phenyl- (7227-91-0)						
2-(2-Methoxyphenyl)-1-[1-(2-cyclohexylethyl)indol-3-yl]ethanone (n.d.)						
2,6-Octadiene, 2,4-dimethyl- (63843-03-8)						
2-[2-Methoxy-5-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenyl]-2H-benzotriazole (n.d.)						
2-Butylamino-N1,N4-diheptyl-N1,N4-dimethylsuccinamide (n.d.)						
2-Decanoylamino-pentanedioic acid, bis-(heptyl-methyl-amide) (n.d.)						

E13A 6/12/2018	SITO 1	SITO 2	SITO3	Privato	Scuola	Via Malta
Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
2'-Hydroxy-4',5'-dimethylacetophenone (36436-65-)						
2-Hydroxy-4,6-dimethylbenzaldehyde (1666-02-0)						
2-Naphthalenol (135-19-3)						
2-Piperidinecarboxylic acid, 1-acetyl-, ethyl ester (52195-94-5)						
2-Propenoic acid, 2-methyl-, 1,2-ethanediylbis(oxy-2,1-ethanediyl) ester (109-16-0)						
2-Thiopheneacetic acid, 2-ethylcyclohexyl ester (n.d.)						
3-(4-Bromophenyl)-1,2,3,4-tetrahydro-1,3,7-trimethyl-6H-[1,2,4]triazino[4,3-b][1,2,4,5]tetrazin-6-one (116471-35-3)						
3-Amino-2-hydroxy-3-phenylbutyramide (n.d.)						
3-Methylpentan-3-yl 2-methylbutanoate (n.d.)						
3-Oxabicyclo[3.3.0]oct-6-en-2-one, 4,7-bis(methoxy)- (n.d.)						
3-Penten-2-one, 4-phenyl- (827-69-0)						
4-(N-Methyl-N-methoxy)indancarboxamide (n.d.)				X		
4,4'-Bis[4-methyl-2-pyrimidylsulfamido]terephthalanilide (n.d.)						X
4H-1,3-Benzodioxin, 2,4-diphenyl- (56182-53-7)	X	X	X	X	X	X
4-Methoxy-6-methyl-6,7-dihydro-4H-furo[3,2-c]pyran (91894-15-4)		X			X	
4-Oxo-4-phenylbutyric acid, butyl ester (n.d.)						
4-Pentenoic acid, 5-(4-chlorophenyl)-2,2-diethyl-3-oxo-, ethyl ester (302941-29-3)						
5-Allyl-1-benzoyl-5-benzyl-2-t-butyl-3-methylimidazolidin-4-one (n.d.)						
8,9-Dihydrocyclopenta[def]phenanthrene (27410-55-5)		X		X	X	
9,19-Cycloergost-24(28)-en-3-ol, 4,14-dimethyl-, acetate, (3.beta.,4.alpha.,5.alpha.)- (10376-42-8)						
Acetonitrile, dibromo- (3252-43-5)						
Azetidin-2-one, 3,3-dimethyl-4-(1-dibenzylamino-3-methylbutyl)- (n.d.)					X	

E13A 6/12/2018	SITO 1	SITO 2	SITO3	Privato	Scuola	Via Malta
Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
Benzene, 1,2,4-trichloro- (120-82-1)						
Benzene, 1,2-dichloro- (95-50-1)						
Benzene, 1,3-diisocyanato-2-methyl- (91-08-7)	X	X	X	X		
Benzene, 1,4-dichloro- (106-46-7)						
Benzene, 1-bromo-4-chloro- (106-39-8)						
Benzene, 2,4-diisocyanato-1-methyl- (106-39-8)				X		
Benzene, 2-ethyl-1,3-dimethyl- (354381)	X	X	X	X	X	X
Benzene, 2-ethyl-1,4-dimethyl- (1758-88-9)		X				X
Benzene, 4-ethenyl-1,2-dimethyl- (27831-13-6)		X	X		X	X
Benzene, cyclopropyl- (873-49-4)				X		X
Benzo[1,2-b:4,3-b']difuran (210-79-7)						
Benzo[b]fluoranthene (205-99-2)						
Benzo[ghi]perylene (191-24-2)						
Benzofuran (271-89-6)						
Benzofuran, 7-chloro- (24410-55-7)						
Benzofuran-2-carboxaldehyde (4265-16-1)						
Benzoic acid, cyclohexyl ester (2412-73-9)		X				
Benzoic acid, hex-2-yl ester (n.d.)		X				
Benzoic acid, octyl ester (94-50-8)		X				
Benzoic acid, pentyl ester (2049-96-9)		X	X			
Benzonitrile (100-47-0)						
Biphenyl (92-52-4)	X	X		X	X	X
Bispyrrolo[1,2-a],[3,4-c]pyrrole-1,3-dione, perhydro-4-t-butyl-2-phenyl- (n.d.)						
Butanedioic acid, 2,3-bis[(4-methylbenzoyl)oxy]-, [R-(R*,R*)]- (32634-66-5)						

E13A 6/12/2018	SITO 1	SITO 2	SITO3	Privato	Scuola	Via Malta
Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
Carbonic acid, butyl 2,3-dichlorophenyl ester (n.d.)						
Cyclohexane, 1,1'-(1,2-dimethyl-1,2-ethanediyl)bis-, (R*,R*)-(\hat{A} ±)- (754889-87-1)	X	X	X	X		
Cyclohexanecarboxylic acid, 2-(1,1-dimethylethyl)-, cis- (27392-15-0)						
Cyclohexanecarboxylic acid, 4-butyl-, 4-propoxyphenyl ester (67589-48-4)						X
Cyclohexene, 1,5,5-trimethyl-6-(2-propenylidene)- (56248-17-0)			X			
Cyclopent[a]inden-8(1H)-one, 2,3,3a,8a-tetrahydro-3a-methoxy-2,2-dimethyl- (64129-24-4)			X			
Decane, 2,4-dimethyl- (2801-84-5)	X	X	X	X		X
Dibenzofuran (132-64-9)	X	X	X	X	X	X
Dodecane, 2,6,10-trimethyl- (3891-98-3)	X	X	X	X	X	
Ethanone, 1-(2-furanyl)- (1192-62-7)						
Fluoranthene (206-44-0)	X	X	X	X	X	X
Fumaric acid, di(3,5-dimethylcyclohexyl) ester (n.d.)						
Fumaric acid, dicyclobutyl ester (n.d.)				X	X	
Furan (110-00-9)						
Glutaric acid, 2-chloro-6-fluorophenyl 3-phenoxybenzyl ester (n.d.)		X				
Glutaric acid, 2-naphthyl pentyl ester (n.d.)						
Imidazole, 5-phenyl-1,4-dimethyl- (62576-11-8)					X	
L-Leucine, N-methyl-N-(but-3-yn-1-yloxycarbonyl)-, decyl ester (n.d.)		X	X		X	
L-Leucine, N-methyl-N-(but-3-yn-1-yloxycarbonyl)-, octadecyl ester (n.d.)					X	X
l-Leucyl-l-leucine, N,N'-dimethyl-N'-(2-chloroethoxycarbonyl)-, heptyl ester (n.d.)						
l-Proline, n-heptafluorobutyryl-, decyl ester (n.d.)	X	X	X	X	X	X
Naphthalene (91-20-3)	X	X	X	X	X	X
Naphthalene, 1,3-dimethyl- (575-41-7)	X	X	X	X	X	

E13A 6/12/2018	SITO 1	SITO 2	SITO3	Privato	Scuola	Via Malta
Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
Naphthalene, 1,5-dichloro- (575-41-7)						
Naphthalene, 1,6,7-trimethyl- (2245-38-7)	X	X	X	X	X	X
Naphthalene, 1-methyl- (90-12-0)	X	X	X	X	X	X
Naphthalene, 2-chloro- (91-58-7)						
o-Toluic acid, 4-cyanophenyl ester (n.d.)		X				
pentanedioic acid, 2-methylene-, diethyl ester (n.d.)						
Pentanoic acid, 5-hydroxy-, p-t-butylphenyl ester (166273-37-6)	X	X				X
Phenol (108-95-2)			X	X	X	X
Phenol, 2,4-di-t-butyl-6-nitro- (20039-94-5)	X	X	X	X		X
Phenol, 2-bromo- (95-56-7)						
Phenol, 2-nitro- (88-75-5)						
Phenol, 4-methyl-2-nitro-, acetate (ester) (54646-55-8)		X		X	X	X
Podocarpa-8,11,13-triene-7.beta.,13-diol, 14-isopropyl- (24338-19-0)						
Spiro[bicyclo[2.2.1]heptane-2,2'-[1,3]dioxolane]-3-one, 1,7,7-trimethyl- (18501-56-9)						
Terephthalic acid, isobutyl butyl ester (n.d.)						
trans-4-(Hydroxymethyl)cyclohexanecarboxylic acid, O-acetyl (n.d.)						
Tritriacontan-3-one (79097-23-7)						X
Valeric anhydride (2082-59-9)		X				X

A.8

E12 6/12/2018	SITO 1	SITO 2	SITO3	Privato	Scuola	Via Malta
---------------	--------	--------	-------	---------	--------	-----------

Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
1,3,5-Cycloheptatriene, 7-ethyl- (17634-51-4)	X	X	X	X	X	
3-Isopropyl-5-methyl-hex-4-en-2-one (77142-85-9)						
2,5-Dibutoxy-2,5-dihydrofuran (20295-23-2)						
Benzene, cyclopropyl- (20295-23-2)	X			X		X
Benzene, 1,2-diethyl- (135-01-3)		X				
2,6-Bis[2-(dimethylamino)ethoxy]pyridine (n.d.)					X	
Cyclooctane, (1-methylpropyl)- (16538-89-9)	X					
1,4-Benzenediol, mono-tetradecyl ether		X				
1,2-Benzenediol, o-(3-methylbut-2-enoyl)- (n.d.)	X	X	X			
Benzene, (1-propylbutyl)- (2132-86-7)						
1-(4-Dodecyloxy-2-hydroxy-phenyl)-ethanone (2132-86-7)						
Naphthalene (91-20-3)	X	X	X	X	X	X
Phthalic acid, hexyl 2-propylphenyl ester (n.d.)						
cis,trans-3-Ethylbicyclo[4.4.0]decane (66660-41-1)	X	X			X	
Pentanoic acid, 5-hydroxy-, p-t-butylphenyl ester (166273-37-6)	X	X				X
trans-8-Isopropylbicyclo[4.3.0]non-3-ene (n.d.)						
Benzene, 1,3-diisocyanato-2-methyl- (n.d.)	X		X			
2H-Benzimidazol-2-one, 1,3-dihydro-1-methyl- (1849-01-0)				X	X	
2-Benzoxazolamine, N-methyl- (19776-98-8)	X	X	X		X	
Naphthalene, 1,3-dimethyl- (575-41-7)	X	X	X	X	X	
Benzimidazole, 5-tert-butyl-2-methyl- (5805-62-9)						
Naphthalene, 1,6,7-trimethyl- (2245-38-7)	X	X	X	X	X	X
Cyclohexane, 2-propenyl- (2114-42-3)						
Dodecanoic acid, 1-methylethyl ester (10233-13-3)		X				
4H-1,3-Benzodioxin, 2,4-diphenyl- (56182-53-7)	X	X	X	X	X	X
Naphthalene, 1,2,3,4-tetramethyl- (3031-15-0)	X	X	X	X	X	X

E12 6/12/2018	SITO 1	SITO 2	SITO3	Privato	Scuola	Via Malta
Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
1,3-di-iso-propylnaphthalene (n.d.)	X	X	X	X	X	X
Imidazole, 5-phenyl-1,2,4-trimethyl- (62576-15-2)						
Glutaric acid, 2-chloro-6-fluorophenyl 3-phenoxybenzyl ester (n.d.)		X				
Podocarpa-8,11,13-triene-7.beta.,13-diol, 14-isopropyl- (24338-19-0)						
Cyclohexane, 1,1'-(1,2-dimethyl-1,2-ethanediyl)bis-, (R*,R*)-(±)- (54889-87-1)	X		X	X	X	
l-Proline, n-heptafluorobutyryl-, decyl ester (n.d.)		X	X	X	X	X
2-(1-Methylcyclohexyloxy)-tetrahydropyran (72347-38-7)		X		X		X
2-Butenoic acid, 3-hexenyl ester, (E,Z)- (65405-80-3)	X					
Betulinaldehyde (13159-28-9)	X		X	X	X	X

A.9

E03 5/12/18	SITO 1	SITO 2	SITO3	Privato	Scuola	Via Malta
Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
Benzene, 1-ethyl-3,5-dimethyl- (934-74-7)						
trans-Decalin, 2-methyl- (n.d.)						
Pyruvic acid, butyl ester (20279-44-1)						
Ethanol, 2-(2-butoxyethoxy)- (112-34-5)						
2(3H)-Furanone, 5-ethylidihydro- (695-06-7)						
2-Cyclohexene-1,4-dione, 5,6-dichloro-3,5-dimethyl-, 1-oxime, o-(4-nitrobenzoyl)- (324051-46-9)						
Benz[a]azulene (246-02-6)						
Octasiloxane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9,11,11,13,13,15,15-hexadecamethyl- (19095-24-0)						

Istituto Inquinamento Atmosferico CNR
 Via Salaria Km. 29,300 – 00015 Monterotondo, (RM), Italia
 Tel.: 06.90625349 – Fax: 06.90672660
 E-mail: info@iia.cnr.it

E03 5/12/18	SITO 1	SITO 2	SITO3	Privato	Scuola	Via Malta
Nome (CAS)	Score	Score	Score	Score	Score	Score
Adipic acid, hexyl pentyl ester (n.d.)						
1H-Naphtho[2,1-b]pyran, 3-ethenyldodecahydro-3,4a,7,7,10a-pentamethyl-, [3R-(3Î±,4aÎ²,6aÎ±,10aÎ²,10bÎ±)]- (596-84-9)		X	X	X	X	X
Fluoranthene (206-44-0)	X	X	X		X	X
N-Acetylpropranolol glycol (n.d.)		X			X	
2-Butylamino-N1,N4-diheptyl-N1,N4-dimethylsuccinamide (n.d.)						
p-Tolylsulfonamide, N-(2'-benzoylphenyl)-N-methyl- (1859-73-0)			X			X
2-Butylamino-N1,N4-diheptyl-N1,N4-dimethylsuccinamide (n.d.)						
[2-Hydroxy-3-(4-tolyl)-1,2-dihydroquinoxalin-1-yl]phenyl[1-benzyl-3-(4-tolyl)-1,2-dihydroquinoxalin-2-yl]methane (91736-73-1)						
Bispyrrolo[1,2-a],[3,4-c]pyrrole-1,3-dione, perhydro-4-t-butyl-2-phenyl- (n.d.)						
Ethyl 2-piperidino-6-(3-pyridyl)-4-(trifluoromethyl)-4H-1,3,5-oxadiazine-4-carboxylate (n.d.)						
Ethyl 2-piperidino-6-(3-pyridyl)-4-(trifluoromethyl)-4H-1,3,5-oxadiazine-4-carboxylate (n.d.)						

A.10

Valutazione delle emissioni derivanti dalle lavorazioni effettuate presso l'impianto "Laminam" situato in Borgo Val di Taro

CHIARIMENTI in merito alla RELAZIONE CONCLUSIVA (marzo 2019)

Il presente documento va inteso come integrazione e insieme di chiarimenti necessari della Relazione Conclusiva (RC) trasmessa alla Regione Emilia Romagna e ad ARPAE in data 13 marzo u.s., in riferimento ad alcune minime incongruenze, omissioni ovvero ad alcune sentenze suscettibili di errata lettura in ragione del linguaggio meramente tecnico della Relazione medesima.

Qui appresso si riportano gli elementi modifica della sopra citata Relazione Conclusiva, riportando in corsivo le incongruenze, omissioni e sentenze equivocabili originali, le revisioni operate e i testi opportunamente modificati (le modifiche appaiono in colore rosso, le aggiunte per chiarimento in carattere grassetto).

A. VOC nelle emissioni diffuse (pag. 18 ss. e 29 RC ss.)

SITO 1

Per il 15/11/18, a pag. 18 RC risultano 2 campioni da ~1h e a pag.29 compaiono 3 campionamenti da 1h

Vedi Tabelle 4.3 e 6.4 modificate (vedi &4.2.2, pag. 3 del presente documento)

SITO 2

Per il 13/11 a pag. 18 RC risultano 2 campioni da 1h e a pag. 29 solo 1 campione da 1h.

Vedi Tabella 4.4 a pag. 3 del presente documento.

Per il 15/11 a pag. 18 RC risultano 2 campioni da 1h e 10 min, mentre a pag. 30 Tab. 6.5 compare solo 1 campione E36 (10 min); inoltre, l'area E36 che compare in tabella 6.5 non è descritta nella Tab. 4.4

Le tabelle sono state modificate (vedi appresso, pag. 3-4).

SITO 3

Per il 13/11 a pag. 18 RC compaiono 2 campioni da 1h e 10 min, mentre in Tab. 6.6 (pag 31) non è riportato alcun campionamento.

Le tabelle 4.5 e 6.6. sono state modificate (vedi pag. 4 del presente documento)

SCUOLA

Per il 13/11 nella relazione CNR a pag. 19 riepilogo campioni risultano 2 campioni da 1h e 10 min poi a pag. 33 compare solo il campione da 10 min.

Vedi il presente documento a pag. 7.

LE SPIAGGE

Per il 13/11 nella relazione CNR a pag. 20 riepilogo campioni risultano 2 campioni da 1h e 10 min poi a pag. 33 compare solo il campione da 10 min.

Vedi il presente documento a pag. 7.

VIA MALTA

Per il 13/11 nella relazione CNR a pag. 20 riepilogo campioni risultano 2 campioni da 1h e 10 min poi a pag. 33 compare solo il campione da 80 min.

Vedi il presente documento a pag. 7.

Per il 13/11 nella relazione CNR a pag. 20 riepilogo campioni risultano 2 campioni da 1h e 10 min poi a pag. 33 compare solo il campione da 1 h.

Vedi il presente documento a pag. 7. Tab. 4.8 è stata aggiornata.

B. ALDEIDI

Per il 15/11 nella RC a pag. 19 (riepilogo campionamenti) appare il sito 3, non riportato nella presentazione dei risultati a pag. 45.

Vedi il presente documento a pag. 7.

In riferimento ai punti di cui sopra, le tabelle seguenti vanno a sostituire le precedenti.

4.2.2 Campionamenti di emissioni diffuse (indoor)

Nelle tabelle seguenti vengono riportate le condizioni di campionamento (data, durata, flussi) nei siti all'interno dell'impianto. Per quanto riguarda i VOC, nella prima campagna di novembre sono state effettuate due misure, da 60 e da 10 min ciascuna. Non conoscendo le concentrazioni emesse, i due campionamenti hanno consentito di avere sia un campionamento breve, per evitare l'eventuale saturazione della trappola, e uno lungo per avere concentrazione superiore al limite di quantificazione strumentale.

In più, sempre per quanto riguarda i VOC, sono stati effettuati due campionamenti aggiuntivi nell'area dell'incollaggio, denominato "sito 4", che per la posizione è stato associato - nelle valutazioni successive - alle emissioni diffuse del sito 2.

Sito 1

Tipo	data	13.11.2018	15.11.2018	04.12.2018	06.12.2018
Aldeidi volatili (@500 mL/min)		10:40 – 20:02	09:59 – 18:09	11:40 – 17:40	11:18 – 17:43
VOC (@150 mL/min)		12:20 – 12:48	15:08 – 16:05	16:31 – 17:28	15:38 – 16:39
		13:22 – 14:22	18:08 – 18:58 18:31 – 18:41		
Polveri sospese (@200 L/min)		08:00 – 18:05	08:00 – 18:46	11:00 – 19:00	12:06 – 19:10

Tabella 4.3. Parametri operativi dei campionamenti alle emissioni al sito 1 indoor

Nota: il giorno 15/11 sono stati effettuati 3 campionamenti per i VOC (2 da 1h ciascuno e 1 da 10min) ed è stata aggiornata anche la Tab. 6.4

Sito 2

Tipo	data	13.11.2018	14.11.2018	15.11.2018	04.12.2018	06.12.2018
Aldeidi volatili (@500 mL/min)		10:29 – 20:01		09:05 – 19:05	11:00 – 17:00	12:43 – 18:39
VOC (@150 mL/min)		13:14 – 14:08		15:15 – 16:09	16:21 – 17:18	15:27 – 16:27
		14:08 – 14:18		17:28 – 17:38		
			11:24 – 11:31 (sito 4)	10:29 – 10:36 (sito 4)		
Polveri sospese (@200 L/min)		08:30 – 05:30*		09:00 – 20:00	11:00 – 19:00	11:54 – 17:50

*Campionamento terminato il giorno successivo

Tabella 4.4. Parametri operativi dei campionamenti alle emissioni al sito 2 indoor

Nota: Nei giorni 14/11 e 15/11 sono stati effettuati 2 campionamenti aggiuntivi per i VOC nell'area E36, denominata "sito 4" ed è stata aggiornata anche la Tab. 6.5

Sito 3

Tipo	data	13.11.2018	15.11.2018	04.12.2018	06.12.2018
Aldeidi volatili (@500 mL/min)		10:43 – 20:43	10:10 – 18:50	11:25 – 17:25	11:02 – 17:44
VOC (@150 mL/min)		12:30 – 12:40	15:23 – 16:23	16:11 – 17:09	15:33 – 16:33
		14:38 – 14:48	19:15 – 19:27		
Polveri sospese (@200 L/min)		08:00 – 04:00*	09 – 19:46	11:22 – 19:22	12:03 – 19:06

*Campionamento terminato il giorno successivo

Tabella 4.5. Parametri operativi dei campionamenti alle emissioni al sito 3 indoor

Nota: Il giorno 13/11 sono stati effettuati 2 campionamenti per i VOC, uno di 10 min e uno di 60 min; aggiornata anche la Tab. 6.6 con i dati

Via Malta

Tipo	data	13.11.2018	15.11.2018	04.12.2018	06.12.2018
Aldeidi volatili (@500 mL/min)		09:46 – 19:25	11:55 – 20:25	10:00 – 18:00	10:15 - 16:15
VOC (@150 mL/min)		16:45 – 18:08	16:39 – 17:39	12:37 – 13:40	10:32 – 11:32
		18:10 – 18:20			
Polveri sospese (@200 L/min)		10:00 – 18:00	12:01 – 20:01	10:00 – 18:00	10:00 – 18:00

Tabella 4.8. Parametri operativi dei campionamenti al sito Via Malta

Nota: I giorno 15/11 è stato effettuato un solo campionamento VOC

6.1.2 Emissioni diffuse

Sono appresso riportati i valori di concentrazione di VOC, in microgrammi per metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), nelle emissioni diffuse all'interno dell'impianto. E' stato aggiunto un ulteriore *sito 4* limitrofo alla zona d'incollaggio, nei giorni 14 e 15 novembre, poiché si era notata una attività di pulizia delle macchine. I valori di concentrazione corrispondenti sono inseriti in Tab. 6.5, per analogia con il Sito 2.

Nota: Alcuni dati di concentrazione non sono riportati, a causa di problemi strumentali. Le fiale dei VOC prevedono, prima dell'analisi, un passaggio di elio per eliminare l'umidità residua. Il tempo standardizzato non è stato sufficiente per alcune fiale, e non è stato possibile effettuare le analisi.

Sito 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13.11.2018	13.11.2018	15.11.2018	15.11.2018	15.11.2018	04.12.2018	06.12.18
	tempo camp.	30min	60min	60min (1)	60min (2)	10min (3)	60min
Butane, 2-methyl-	4.2	0.71	5.44	0.79	0.37	0.56	32
Pentane	1.43	2.02	18.9	3.4	0.07	0.01	6.2
Pentane, 2-methyl-	20.2	18.4	5.3	27.5	0.04	0.01	1.56
Pentane, 3-methyl-	3.7	1.62	4.9	2.68	0.09	0.38	35
Hexane	0.44	2.81	3.9	1.29	0.08	0.04	0.56
Cyclopentane, methyl-	0.64	3.34	0.16	0.83	0.05	0.01	2.68
Cyclohexane	1.18	0.84	0.77	2.37	0.85	0.27	91
1-Propanol, 2-methyl-	5.2	1.17	0.19	7.2	0.08	0.01	2.69
Benzene	14.0	1.14	0.68	7.7	0.28	0.41	2.57
Heptane	1.17	0.54	0.19	1.08	0.28	0.18	2.48
1-Butanol	25.7	44	7.5	46	0.05	0.02	33
Cyclohexane, methyl-	0.14	1.22	2.35	5.2	0.29	0.14	13.98
Toluene	7.0	5.5	2.33	11.8	1.35	1.69	5.35
Octane	2.60	0.66	0.43	1.13	0.06	0.01	0.26
Ethylbenzene	1.04	0.65	0.42	1.37	0.79	0.64	0.82
Nonane	0.98	0.05	0.35	0.73	0.03	0.01	12.9
m+p-Xylene	8.3	4.8	2.73	9.7	1.05	0.79	3.4
Styrene	8.9	2.33	1.54	7.1	1.60	1.43	11.6
o-Xylene	237	9.4	5.5	4.2	1.78	2.88	15.1
Decane	4.7	16.8	2.71	11.5	1.91	0.85	4.2
Trimethylbenzene	106	0.55	0.77	3.3	0.03	0.51	86
Undecane	0.55	6.5	2.34	2.30	1.61	0.01	0.71
Dodecane	1.73	4.8	0.26	1.40	0.88	0.19	3.2
Tridecane	0.96	3.7	0.73	0.70	0.61	0.64	2.08
Tetradecane	2.95	6.11	0.34	0.07	1.52	0.82	0.54
Pentadecane	0.23	0.12	0.02	0.01	0.02	0.50	1.44
Hexadecane	6.5	8.2	0.06	0.95	0.07	0.01	3.7
<i>totale</i>	<i>467</i>	<i>148</i>	<i>71</i>	<i>162</i>	<i>15.8</i>	<i>13.0</i>	<i>375</i>

Tabella 6.4.: Concentrazioni dei VOC misurate all'interno dell'azienda al sito 1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Sito 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		13.11.2018	04.12.2018	06.12.18	14.11.2018	15.11.2018
composto	tempo camp.	60min	60min	60min	Sito 4 - 10min	Sito 4 - 10min
Butane, 2-methyl-		0.22	1.66	1.49	1.82	2.31
Pentane		1.23	0.62	0.09	12.6	14.1
Pentane, 2-methyl-		6.5	1.42	0.63	112	86
Pentane, 3-methyl-		1.86	100	5.1	19.6	29.8
Hexane		1.47	9.9	0.52	15.6	23.5
Cyclopentane, methyl-		0.89	13.21	0.55	14.3	21.0
Cyclohexane		0.16	61	15.3	3.2	5.7
1-Propanol, 2-methyl-		0.34	8.08	0.33	6.7	20.8

Sito 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		13.11.2018	04.12.2018	06.12.18	14.11.2018	15.11.2018
composto	tempo camp.	60min	60min	60min	Sito 4 - 10min	Sito 4 - 10min
Benzene		1.08	3.2	0.04	5.7	5.5
Heptane		0.42	0.32	0.49	2.22	1.35
1-Butanol		3.9	5.1	10.4	44	51
Cyclohexane, methyl-		0.21	7.9	10.8	0.20	25.8
Toluene		1.72	2.79	1.87	7.0	9.1
Octane		0.67	0.03	0.06	3.4	5.1
Ethylbenzene		0.30	0.36	0.27	5.8	3.6
Nonane		0.02	17.0	27.5	0.77	6.6
m+p-Xylene		0.97	1.38	1.01	37	23.3
Styrene		1.16	1.39	1.81	374	19.7
o-Xylene		0.01	1.22	1.99	488	23.3
Decane		0.08	3.10	5.1	58	84
Trimethylbenzene		0.03	85	31	56	24.0
Undecane		0.04	0.74	1.11	40	55
Dodecane		0.36	7.0	4.4	7.2	6.3
Tridecane		0.02	1.44	1.49	0.42	12.6
Tetradecane		0.09	0.27	6.4	0.16	8.3
Pentadecane		0.01	5.18	1.60	0.09	0.09
Hexadecane		0.25	0.34	3.6	0.76	8.7
<i>totale</i>		<i>24</i>	<i>340</i>	<i>135</i>	<i>1316</i>	<i>576</i>

Tabella 6.5.: Concentrazioni dei VOC misurate all'interno dell'azienda al sito 2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Sito 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		13.11.2018	15.11.2018	15.11.2018	04.12.2018	06.12.18
composto	tempo camp.	30 min	60min	30min	60min	60min
Butane, 2-methyl-		0.5	32	0.12	2.57	7.9
Pentane		4.3	21.6	1.28	0.62	0.16
Pentane, 2-methyl-		2.3	6.1	0.46	5.5	0.66
Pentane, 3-methyl-		3.7	2.20	1.03	39	6.1
Hexane		0.7	4.5	0.64	5.9	0.18
Cyclopentane, methyl-		0.4	2.62	0.05	0.59	0.13
Cyclohexane		6.1	1.20	1.23	39	6.1
1-Propanol, 2-methyl-		17.4	9.2	0.58	1.80	0.58
Benzene		4.0	1.78	5.8	4.1	0.04
Heptane		8.0	7.96	0.14	0.58	0.05
1-Butanol		95.9	2.00	38	7.8	48
Cyclohexane, methyl-		1.9	3.3	1.40	16.8	11.8
Toluene		9.8	2.72	1.98	3.3	0.78
Octane		1.4	1.08	0.29	0.50	0.10
Ethylbenzene		0.7	0.17	0.18	0.29	0.54
Nonane		0.1	0.72	0.42	18.8	28.2
m+p-Xylene		5.7	1.24	1.86	1.28	2.48
Styrene		12.7	2.43	4.8	3.7	9.4
o-Xylene		3.6	8.0	5.6	8.1	9.0

Sito 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		13.11.2018	15.11.2018	15.11.2018	04.12.2018	06.12.18
composto	tempo camp.	30 min	60min	30min	60min	60min
Decane		6.6	7.0	31	3.5	6.1
Trimethylbenzene		165.0	1.60	77	60	42
Undecane		0.8	3.10	3.2	1.04	1.10
Dodecane		2.6	0.36	81	16.6	3.5
Tridecane		1.7	0.21	4.2	2.28	1.43
Tetradecane		6.8	0.25	413	0.55	5.2
Pentadecane		0.3	0.03	0.13	0.73	3.5
Hexadecane		13.4	0.04	3.9	2.95	1.96
<i>totale</i>		<i>377</i>	<i>123</i>	<i>306</i>	<i>246</i>	<i>197</i>

Tabella 6.6.: Concentrazioni .dei VOC misurate all'interno dell'azienda al sito 3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Nota: i dati del 13/11 erano solo mancanti nella Tabella 6.6. Erano stati presi in considerazioni nelle valutazioni e considerazioni successive

6.1.3 Aria ambiente

Le tabelle seguenti (Tab. 6.7.-6.9.) riportano le concentrazioni di VOC registrate nelle tre località dell'area di Borgo Val di Taro, espresse in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Nota: Alcuni dati di concentrazione non sono riportati, a causa di problemi strumentali. Le fiale dei VOC prevedono, prima dell'analisi, un passaggio di elio per eliminare l'umidità residua. Il tempo standardizzato non è stato sufficiente per alcune fiale, e non è stato possibile effettuare le analisi.

6.2.2 Emissioni diffuse

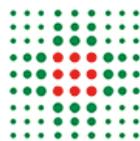
Le concentrazioni di aldeidi e chetoni nelle emissioni diffuse all'interno della fabbrica (siti 1-3) sono riportate nelle Tabelle 6.13-6.14, distinte per settimana di misura. I valori sono ivi riportati in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il dato di concentrazione del Sito 3 non è stato riportato a causa di un basso valore di recupero dello standard di riferimento.

Formaldeide e acetaldeide erano normalmente alti in concentrazione, l'acetone e la benzaldeide erano più variabili (scarsi nella prima settimana, più importanti nella seconda); crotonaldeide e 2-butanone/metacroleina erano sempre tra i composti principali, l'acroleina compariva nella seconda settimana ma non nella prima.

Allegato 6

A cura di: Maria Eleonora Soggiu, Gaetano Settimo - Dipartimento Ambiente e Salute, ISS



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA
Azienda Unità Sanitaria Locale di Parma

Convenzione tra l'Istituto Superiore di Sanità ed Azienda Unità Sanitaria Locale di Parma, per la realizzazione di un programma di ricerca avente come obiettivo:

Studio della qualità dell'aria nel comune di Borgo Val di Taro

***Relazione Avanzamento Attività
20 marzo 2019***

Responsabile Scientifico:

Dott.ssa M. Eleonora Soggiu

Collaboratori

C. Arena, F. Falleni, M. De Felice, V. Mannoni, M. R. Milana, R. Morlino, G. Padula, G. Settimo, *Reperto Esposizione a Contaminanti in Aria, Suolo e da Stili di Vita Dipartimento Ambiente e Salute Istituto Superiore di Sanità - Roma*

E. Mariani *Servizio di Igiene e Sanità Pubblica Dipartimento di Sanità Pubblica Distretto di Parma.*

L. Grilli *Servizio di Igiene e Sanità Pubblica Dipartimento di Sanità Pubblica Distretto di Valli Taro Ceno*

Introduzione

L'Azienda Sanitaria di Parma (AUSL) e l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) hanno firmato, alla fine di dicembre 2018, un accordo di collaborazione per effettuare uno studio avente come obiettivo *la valutazione della qualità dell'aria nel comune di Borgo Val di Taro (PR)* in relazione alla misura di selezionati Composti Organici Volatili (COV) e aldeidi, e di effettuare una stima della potenziale esposizione inalatoria della popolazione a queste sostanze, con particolare attenzione a gruppi di individui sensibili e vulnerabili.

Infatti, a partire dal febbraio 2017 i cittadini residenti a Borgo Val di Taro hanno inviato sia ad Arpae - Sezione provinciale di Parma sia al Dipartimento di Sanità pubblica della Azienda Sanitaria di Parma, numerose segnalazioni di effetti sanitari quali nausea, secchezza delle fauci, arrossamenti della cute e bruciore agli occhi, molto spesso associati alla segnalazione di fastidi di natura odorigena. Un primo approfondimento della situazione ha potuto ricondurre questi fastidi all'avvio dell'attività produttiva di ceramiche della ditta Laminam. La ditta ha quindi installato ulteriori sistemi di abbattimento delle emissioni in aria, tuttavia la popolazione continua a segnalare i fastidi precedentemente denunciati.

L'accordo tra ISS e ASL di Parma nasce quindi con la finalità di effettuare un approfondimento della qualità dell'aria nel territorio interessato al fine di verificare i livelli di concentrazione di specifiche sostanze correlabili all'attività produttiva della Laminam con l'obiettivo principale di tutelare la salute delle popolazioni residenti esposte.

L'attività ha avuto inizio nel mese di ottobre 2018 per venire incontro alle esigenze espresse dal territorio sebbene ancora l'iter di finalizzazione dell'accordo di collaborazione tra l'ISS e AUSL di Parma non fosse completato e di conseguenza non fossero arrivate all'ISS le risorse finanziarie necessarie alla conduzione dello studio. Una parte delle attività svolte in questa prima fase dello studio tra cui alcune missioni, l'acquisto dei campionatori di tipo passivo (radiello®), e i materiali di consumo e le analisi dei campioni di aria, sono state possibili utilizzando le risorse interne messe a disposizione dall'ISS.

Si evidenzia inoltre che l'attività di monitoraggio è possibile grazie alla fattiva collaborazione dei colleghi dei Dipartimenti di Sanità Pubblica dei Distretti di Parma e di Valli Taro Ceno che svolgono le attività sul territorio oggetto di studio.

Piano di monitoraggio

Il piano di monitoraggio dei COV predisposto dall'ISS prevede, in 15 postazioni distribuite sul territorio di Borgo Val di Taro, un campionamento settimanale, condotto a settimane alterne, per la durata di un anno. La durata dello studio è determinata dalla necessaria acquisizione di dati che tengano conto delle inerenti variabilità stagionali per fenomeni che possono dare un loro contributo alle concentrazioni delle sostanze indagate, quali la variabilità del ciclo produttivo, i sistemi di riscaldamento domestico, il traffico, ecc..

Per il posizionamento dei campionatori si è tenuto conto della distribuzione della popolazione sul territorio e della provenienza delle segnalazioni dei fastidi percepiti nonché della meteorologia dell'area in studio.

La **tabella 1** riporta la nomenclatura dei punti dove sono stati collocati i campionatori passivi, indicando per ciascun punto le coordinate in latitudine e longitudine nel sistema WGS84, l'altitudine in metri e la distanza, sempre in metri, dal punto di emissione della Laminam.

La **figura 1** illustra il posizionamento sul territorio di Borgo Val di Taro. In ogni postazione sono presenti due campionatori di COV uno specifico per le Aldeidi e l'altro per gli altri composti organici.

Tabella 1: Postazioni di rilevamento dei Composti Organici Volatili (COV)

Postazione	Nome	Altezza (m)	Long_WGS84	Lat_WGS84	distanza (m)
1	lam_1	388	9.781782	44.491165	381
2	lam_2	381	9.788145	44.4916	216
3	sez_132	415	9.7935	44.4908	583
4	sez_18	435	9.775122	44.498018	1825
5	sez_22	461	9.773492	44.496125	1138
6	lam_3	406	9.779086	44.486948	774
7	sez_184	404	9.771928	44.485497	1243
8	sez_8	415	9.76875	44.491232	1435
9	sez_16	393	9.775505	44.487957	985
0	bianco	501	9.796	44.488	902
10	sez_6	449	9.763438	44.490264	1795
11	sez_11	398	9.767418	44.486225	1600
12	sez_3	416	9.762143	44.48588	2046
13	sez_160	470	9.756209	44.487951	2404
14	sez_175	417	9.784431	44.495269	552

Risultati delle prime sei campagne di monitoraggio

Il periodo di monitoraggio oggetto della presente relazione si riferiscono alle attività svolte nelle prime sei settimane come riportato nella sottostante **tabella 2**.

Tabella 2: Periodi di campionamento dei COV

Settimana	Data inizio	Data fine
I	16 ottobre 2018	24 ottobre 2018
II	30 ottobre 2018	7 novembre 2018
III	12 novembre 2018	20 novembre 2018
IV	29 novembre 2018	7 dicembre 2018
V	13 dicembre 2018	20 dicembre 2018
VI	27 dicembre 2018	4 gennaio 2019

Nelle **tabelle 3 e 4** si riportano rispettivamente i risultati delle determinazioni analitiche per i COV e le aldeidi, condotte in queste settimane.

Al fine di poter effettuare alcuni confronti e valutazioni sui livelli di concentrazione riscontrati nelle aree di Borgo Val di Taro, di seguito si riportano i livelli di concentrazione, per le sostanze identificate nelle diverse settimane di campionamento analizzate, misurati in contesti territoriali diversi, come reperibili dalla letteratura scientifica.

Toluene: le *Air Quality Guidelines* del WHO riportano, relativamente ai livelli ambientali osservati, concentrazioni medie più elevate in ambienti urbani dove il *range* varia tra 5 e

150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mentre in aree rurali i valori sono generalmente inferiori a 5.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Come valore di riferimento per la tutela della salute il WHO suggerisce 0.26 mg/m^3 come valore medio settimanale, mentre come valore di concentrazione di soglia olfattiva suggerisce 1 mg/m^3 come media su 30 minuti.

Formaldeide: il WHO riporta che mediamente, su campionamenti di 24 h, i valori in ambiente urbano variano tra 0.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (limite di rilevabilità) e 29.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, in ambiente suburbano si misura fino ad un massimo di 12.03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, in aree rurali fino a 9.88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nelle stesse aree rurali, campionamenti di più lungo periodo (da 1 mese fino ad un anno) mostrano valori di concentrazione media tra 0.78 to 8.76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Come valore guida il WHO suggerisce, per la tutela da effetti sensoriali irritativi per la popolazione generale, concentrazioni inferiori a 0.1 mg/m^3 come valore medio calcolato su 30 minuti. La formaldeide generalmente presenta valori più elevati nel periodo estivo.

Acroleina: la rassegna del WHO evidenzia per campionamenti di 24 h condotte in aree urbane canadesi valori minori di 0.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In sette aree urbane sono stati rilevati valori variabili tra 0.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 2.47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, concentrazioni fino a 1.85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in aree suburbane e concentrazioni massime di 0.33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in aree rurali. Il valore più elevato di acroleina misurato su campionamenti settimanali condotti per un periodo di tre mesi è stato di 1.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Per l'acroleina il periodo estivo (giugno-agosto) risulta essere quello che presenta i valori di concentrazione più elevati.

Acetaldeide: campionamenti *long-term* (da 1 mese ad 1 anno) condotti in aree rurali, urbane ed industriali in 14 siti in Canada hanno evidenziato concentrazioni variabili tra 0.39 e 3.35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con concentrazione media di 1.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nelle aree urbane le concentrazioni di 24 h hanno mostrato valori maggiori di 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ con un massimo di 16.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In 11 campioni raccolti in aree residenziali-industriali, sempre canadesi, i valori medi sono di 2.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con livelli che variano tra 1.4 a 2.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentrazione media riscontrata in aree rurali è uguale o inferiore a 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Propionaldeide: non esistono molti dati sulle concentrazioni ambientali di questa sostanza. Una concentrazione media di 9.98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come concentrazione media, che include tutti i diversi contesti territoriali, è stato misurato negli anni '80 dalla U.S. E.P.A.. Negli anni 2000, in Messico in ambiente *outdoor* sono stati rilevati livelli variabili tra 0.2 e 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A Los Angeles sono stati misurati valori inferiori a 14 ppb (33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) durante episodi di smog fotochimico.

Benzaldeide: generalmente le concentrazioni in aria ambiente di benzaldeide non sono rilevabili, se non in aree dove attività produttive possono esserne la sorgente di emissione. In aree suburbane negli USA sono state rilevate concentrazioni medie di 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ variabili tra 0.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 3.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Butiraldeide: sono state identificate soglie olfattive con le seguenti concentrazioni 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 13.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Concentrazioni ambientali misurate su 24 h variano tra 0.03 e 0.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Texas). Anche questa sostanza viene rilevato solo in prossimità di sorgenti industriali. A Los Angeles, durante episodi di smog fotochimico, si è arrivati a misurare 20.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ con un valor medio di 4.39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Acetone: concentrazioni tipiche in aree urbane USA misurano valori di circa 16.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In aree rurali canadesi sono stati misurati livelli di circa 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In aree urbane sono stati misurati valori di concentrazione orari tra 2.35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, attribuibili per la maggior parte alle emissioni veicolari.

1, 3, 5 Trimetilbenzene: misure in prossimità di un aeroporto registrano concentrazioni di $3.3\mu\text{g}/\text{m}^3$, vicino autostrada $3.73\mu\text{g}/\text{m}^3$, sottovento a zona industriale in Svezia da 6.1 a $38\mu\text{g}/\text{m}^3$. In aree urbane degli USA sono state misurate concentrazioni tra 53.8 - $135.3\mu\text{g}/\text{m}^3$, Filadelfia $2.6\mu\text{g}/\text{m}^3$, a Los Angeles valori di circa $2\mu\text{g}/\text{m}^3$, nell'insieme di 39 città USA concentrazioni mediane di circa $15\mu\text{g}/\text{m}^3$.

o, m, p Xilene: concentrazioni medie di o-xilene in 17 siti collocati in nove aree urbane e suburbane del Canada tra il 1988 e 1989 variano tra 0.7 e $7.6\mu\text{g}/\text{m}^3$, con un massimo sulle 24h che varia tra 3.8 e $23.4\mu\text{g}/\text{m}^3$. Concentrazioni medie di m- and p-xilene (combinati) varia tra 1.8 to $18.3\mu\text{g}/\text{m}^3$, con massimi sulle 24 h tra 10.7 e $47.8\mu\text{g}/\text{m}^3$. In un sito rurale canadese, le concentrazioni medie o-xilene, m- p-xilene (combinati) varia tra $0.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $1.7\mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentrazione più elevate dei tre isomeri è stata registrata in un sito urbano pari a $25.9\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre in un sito rurale la concentrazione combinate dei tre è risultata di $2.2\mu\text{g}/\text{m}^3$. I valori più elevati si registrano in vicinanza di stazioni di rifornimento di benzina, dove si sono registrate concentrazioni fino a $221\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Benzene: tra gli inquinanti dell'aria che il DLgs 155/2010 prevede di monitorare Il valore limite annuale è di $5\mu\text{g}/\text{m}^3$. In Italia il valore è rispettato in tutte le aree urbane dove in molte zone le concentrazioni sono inferiori a $2\mu\text{g}/\text{m}^3$. Valori più elevati, ma sempre all'interno del limite previsto dalla normativa, si registrano in vicinanza di alcune specifiche sorgenti di emissione industriale o nelle aree urbane (es. Milano, Torino, Roma) con maggior traffico.



Figura 1: postazioni di rilevamento dei COV

Tabella 3: concentrazione delle sostanze volatili rilevate ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

I settimana 16-24 ottobre 2018	
Postazione	Toluene
lam_1	13.0
lam_2	12.4
sez_132	<0.5
sez_18	19.1
sez_22	19.3
lam_3	13.4
sez_184	5.65
sez_8	24.1
sez_16	19.4
bianco	25.1
sez_6	23.6
sez_11	21.4
sez_3	14.7
sez_160	23.4
sez_175	<0.5

II settimana 30 ottobre – 7 novembre 2018			
Postazione	Benzene	Toluene	Etilbenzene
lam_1	<0.5	15.9	<0.5
lam_2	<0.5	15.5	<0.5
sez_132	<0.5	12.0	<0.5
sez_18	<0.5	16.4	<0.5
sez_22	1.89	132	9.47
lam_3	<0.5	12.9	<0.5
sez_184	<0.5	18.6	<0.5
sez_8	<0.5	13.7	<0.5
sez_16	<0.5	15.6	<0.5
bianco	<0.5	17.0	<0.5
sez_6	<0.5	11.4	<0.5
sez_11	<0.5	19.2	<0.5
sez_3	<0.5	13.9	<0.5
sez_160	<0.5	14.9	<0.5
sez_175	<0.5	14.1	<0.5

III settimana 12-20 novembre 2018			
Postazione	Benzene	Toluene	1, 3, 5 Trimetilbenzene
lam_1	<0.5	25.7	<0.5
lam_2	<0.5	<0.5	57.1
sez_132	<0.5	<0.5	48.2
sez_18	<0.5	<0.5	60.0
sez_22	<0.5	<0.5	56.1
lam_3	<0.5	20.9	43.8

sez_184	<0.5	<0.5	<0.5
sez_8	<0.5	<0.5	44.2
sez_16	<0.5	26.6	61.5
bianco	<0.5	<0.5	<0.5
sez_6	<0.5	<0.5	43.7
sez_11	<0.5	<0.5	43.9
sez_3	-	-	-
sez_160	11.7	139	46.7
sez_175	<0.5	<0.5	45.5

IV settimana 29 novembre -7 dicembre 2018	
Postazione	Acetone
lam_1	0.76
lam_2	0.69
sez_132	0.63
sez_18	0.49
sez_22	0.66
lam_3	0.72
sez_184	0.74
sez_8	0.80
sez_16	0.74
bianco	0.12
sez_6	0.81
sez_11	0.88
sez_3	0.70
sez_160	0.60
sez_175	0.23

V settimana 13-20 dicembre 2018						
Postazione	Toluene	Tetracloroetilene	m, p Xilene	o Xilene	1, 3, 5 Trimetilbenzene	Acetone
lam_1	25.4	<3	<0.5	<0.5	45.1	0.99
lam_2	<0.5	<3	<0.5	<0.5	47.9	1.00
sez_132	<0.5	<3	<0.5	<0.5	51.6	0.96
sez_18	25.8	<3	<0.5	<0.5	<0.5	0.88
sez_22	16.7	<3	<0.5	<0.5	<0.5	1.0
lam_3	<0.5	73.8	<0.5	<0.5	<0.5	1.1
sez_184	22.4	<3	<0.5	<0.5	<0.5	1.0
sez_8	25.4	<3	<0.5	<0.5	<0.5	1.1
sez_16	n.d.	<3	<0.5	<0.5	<0.5	1.0
bianco	25.8	<3	<0.5	<0.5	<0.5	162
sez_6	21.8	<3	<0.5	<0.5	<0.5	0.89
sez_11	n.d.	<3	<0.5	<0.5	<0.5	0.98
sez_3	n.d.	<3	8.6	7.29	<0.5	1.00

sez_160	26.7	<3	<0.5	<0.5	41.8	1.1
sez_175	25.5	<3	<0.5	<0.5	54.4	0.93

VI settimana 27 dicembre 2018-4 gennaio 2019		
Postazione	Toluene	Acetone
lam_1	26.6	1.2
lam_2	25.3	0.99
sez_132	19.3	1.0
sez_18	<0.5	0.80
sez_22	23.6	1.1
lam_3	<0.5	1.1
sez_184	<0.5	1.1
sez_8	83.1	1.3
sez_16	<0.5	0.98
bianco	36.7	0.75
sez_6	<0.5	1.3
sez_11	<0.5	1.1
sez_3	<0.5	1.1
sez_160	<0.5	0.97
sez_175	<0.5	0.97

Tabella 4: concentrazione delle aldeidi rilevati ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

I settimana 16-24 ottobre 2018					
Postazione	Formaldeide	Acetaldeide	Acroleina/Acetone	Propionaldeide	Benzaldeide
lam_1	1.43	0.55	0.77	0.23	0.21
lam_2	1.16	0.38	0.73	0.17	0.18
sez_132	1.13	0.33	0.64	<0.1	<0.14
sez_18	1.02	0.31	0.64	<0.1	<0.14
sez_22	1.12	0.47	0.79	<0.1	<0.14
lam_3	1.74	0.57	-	0.21	0.34
sez_184	1.09	0.32	0.43	0.15	<0.14
sez_8	1.80	0.63	0.81	0.25	<0.14
sez_16	1.35	0.45	0.77	<0.1	<0.14
bianco	1.03	0.34	0.6	<0.1	<0.14
sez_6	1.60	0.59	0.31	<0.1	0.25
sez_11	1.03	0.36	nd	<0.1	<0.14
sez_3	1.53	0.63	0.62	0.23	0.2
sez_160	1.16	0.38	0.68	<0.1	<0.14
sez_175	1.13	0.47	0.66	0.22	0.21
II settimana 30 ottobre-7 novembre 2018					
Postazione	Formaldeide	Acetaldeide	Acroleina/acetone	Propionaldeide	Benzaldeide
bianco	0.49	0.14	0.41	<0.1	<0.14
lam_1	0.65	0.21<0.3	0.43	0.11	<0.14

lam_2	0.65	0.2<0.3	0.49	<0.1	<0.14
sez_132	0.84	0.24<0.3	0.4	<0.1	<0.14
sez_18	1.39	0.4	0.26	0.13	0.31
sez_22	0.85	0.24<0.3	0.38	0.11	0.15
lam_3	0.87	0.22<0.3	0.43	0.11	<0.14
sez_184	1.23	0.3	0.46	0.11	<0.14
sez_8	0.89	0.24<0.3	0.48	<0.1	<0.14
sez_16	0.88	0.26<0.3	0.46	<0.1	<0.14
sez_6	0.90	0.57	0.35	<0.1	<0.14
sez_11	1.28	0.3	0.44	<0.1	<0.14
sez_3	1.19	0.37	0.26	<0.1	<0.14
sez_160	0.88	0.21<0.3	3.9	<0.1	<0.14
sez_175	0.46	0.15<0.3	2.1	<0.1	<0.14

III settimana: 12-20 novembre 2018

Postazione	Formaldeide	Acetaldeide	Acroleina/acetone	Propionaldeide	Benzaldeide
lam_1	1.71	0.90	0.88	0.34	<0.14
lam_2	1.43	0.76	0.83	0.25	<0.14
sez_132	1.78	0.78	0.80	0.30	<0.14
sez_18	1.75	0.78	0.82	0.29	<0.14
sez_22	1.75	0.87	0.86	0.31	<0.14
lam_3	1.71	0.49	0.62	<0.1	<0.14
sez_184	2.15	1.0	1.0	0.41	<0.14
sez_8	2.18	0.92	0.99	0.39	<0.14
sez_16	1.73	0.84	0.88	0.28	<0.14
bianco	1.08	0.55	2.7	0.24	<0.14
sez_6	2.46	1.1	1.0	0.35	<0.14
sez_11	0.91	<0.3	0.46	0.13	<0.14
sez_3	1.69	0.80	0.85	0.33	<0.14
sez_160	2.43	1.1	0.99	0.41	<0.14
sez_175	1.09	0.61	0.73	0.25	<0.14

IV settimana 29 novembre-7 dicembre 2018

Postazione	Formaldeide	Acetaldeide	Propionaldeide	Butiraldeide
lam_1	1.61	0.89	1.3	<1
lam_2	1.31	0.75	1.1	<1
sez_132	1.58	0.85	1.1	<1
sez_18	1.90	0.98	1.0	<1
sez_22	1.38	0.79	1.3	<1
lam_3	2.07	1.0	1.3	<1
sez_184	2.19	1.0	0.99	<1
sez_8	2.13	1.0	1.4	<1
sez_16	1.74	1.0	1.1	<1
bianco	0.52	0.25	0.24	1.6
sez_6	2.25	1.1	1.0	<1
sez_11	1.94	1.0	1.2	<1

sez_3	1.69	0.86	<0.1	<1
sez_160	1.87	0.92	1.2	<1
sez_175	0.74	0.38	0.41	1.8
V settimana 13 dicembre 20-dicembre 2018				
Postazione	Formaldeide	Acetaldeide	Propionaldeide	Benzaldeide
lam_1	2.23	1.2	1.3	<0.14
lam_2	1.92	1.1	1.1	0.20
sez_132	2.75	1.3	1.4	0.31
sez_18	2.37	1.1	1.3	0.32
sez_22	2.30	1.1	1.4	<0.14
lam_3	2.79	1.5	1.3	0.32
sez_184	2.87	1.3	1.3	0.27
sez_8	3.47	1.6	1.4	0.35
sez_16	2.65	1.4	1.3	0.26
bianco	1.80	1.3	<0.7	0.25
sez_160	3.40	1.5	1.3	0.18
sez_11	2.36	1.2	1.1	0.26
sez_6	2.31	1.2	1.5	0.22
sez_160	2.36	1.3	1.4	0.28
sez_175	1.63	0.93	1.2	<0.14
VI settimana 27 dicembre 2018-4 gennaio 2019				
Postazione	Formaldeide	Acetaldeide	Propionaldeide	Benzaldeide
lam_1	1.62	1.6	1.5	0.25
lam_2	1.61	1.3	1.6	0.19
sez_132	1.84	1.6	1.3	0.25
sez_18	1.29	1.1	1.5	0.16
sez_22	1.30	1.6	1.1	0.17
lam_3	1.70	1.5	1.3	<0.14
sez_184	1.92	1.3	1.5	0.29
sez_8	2.57	1.8	1.6	0.47
sez_16	1.71	1.5	1.2	0.20
bianco	0.68	0.86	1.4	<0.14
sez_6	1.97	1.9	1.2	0.19
sez_11	1.54	1.5	1.2	0.19
sez_3	1.41	1.6	1.3	0.18
sez_160	2.18	1.7	1.1	0.52
sez_175	1.15	1.2	0.97	0.23

Dati meteorologici

I dati meteorologici utilizzati ai fini dello studio fanno riferimento alle misure della stazione meteo installata presso la ditta Laminam, che trasmette mensilmente i dati all'Istituto. Nella **tabella 5** sono riportate le frequenze dei venti registrate per ciascuna delle settimane di campionamento analizzate in questa relazione, secondo la suddivisione in 16 direzioni di provenienza del vento. Le direzioni che si presentano con maggior frequenza nella zona, sono riconducibili a direzioni del vento dai settori E e SE e da SO-NO.

Il confronto tra le frequenze registrate nelle diverse settimane evidenzia alcune differenze soprattutto per i venti provenienti dai settori predominanti nell'area, in particolare il settore di SE e quello di NO. Le differenze sono sempre abbastanza contenute tranne la sesta settimana dove le frequenze dei venti da SE sono molto più basse rispetto alle altre settimane mentre crescono le frequenze da NO.

Nella figura 2 si illustra l'analisi delle frequenze dei venti per ora della giornata, effettuata sulla serie completa dei dati acquisiti da ottobre 2018 a gennaio 2019. L'immagine mostra la rotazione dei venti durante la giornata. Infatti, vi è una prevalenza dei venti dalle direzioni ovest e nord ovest quasi tutte le ore della giornata, mentre durante le ore centrali e pomeridiane (h12-h18) i venti predominano dai quadranti E e SE.

Analizzando la piovosità, che può rappresentare un parametro importante per l'influenza sulle concentrazioni delle sostanze misurate, durante queste settimane, solo la seconda e quinta settimana presentano una piovosità più elevata, rispettivamente 76.2 mm e 9.2 mm. Le altre settimane misurano assenza di pioggia o pochi millimetri.

Tabella 5: frequenze dei venti registrate per le sei settimane di campionamento

settore	direzione (gradi da Nord)	I settimana	II settimana	III settimana	IV settimana	V settimana	VI settimana
1	0 - 22.5	0.4	0.4	0.1	0.3	0.1	1.8
2	22.5-45	0.4	0.3	0.3	0.3	0.5	1.8
3	45-67.5	1.5	1.9	1.0	0.9	1.0	1.8
4	67.5-90	7.7	6.9	9.5	2.5	6.9	2.4
5	90-112.5	13.0	17.6	16.8	13.9	20.7	2.8
6	112.5-135	12.5	9.7	12.4	10.0	10.0	4.7
7	135-157.5	3.5	3.6	3.3	3.3	4.4	3.1
8	157.5-180	2.6	4.1	4.8	4.4	3.8	3.4
9	180-202.5	5.4	6.2	4.9	4.4	5.4	4.1
10	202.5-225	9.5	9.9	9.6	12.5	11.9	11.9
11	225-247.5	10.1	9.0	11.1	13.9	13.8	16.8
12	247.5-270	11.9	8.9	9.2	11.2	9.6	18.8
13	270-292.5	18.9	18.5	14.8	19.0	10.6	22.4
14	292.5-315	1.8	2.6	2.0	2.7	0.7	2.2
15	315-337.5	0.3	0.4	0.1	0.3	0.5	1.0
16	337.5-360	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	1.2

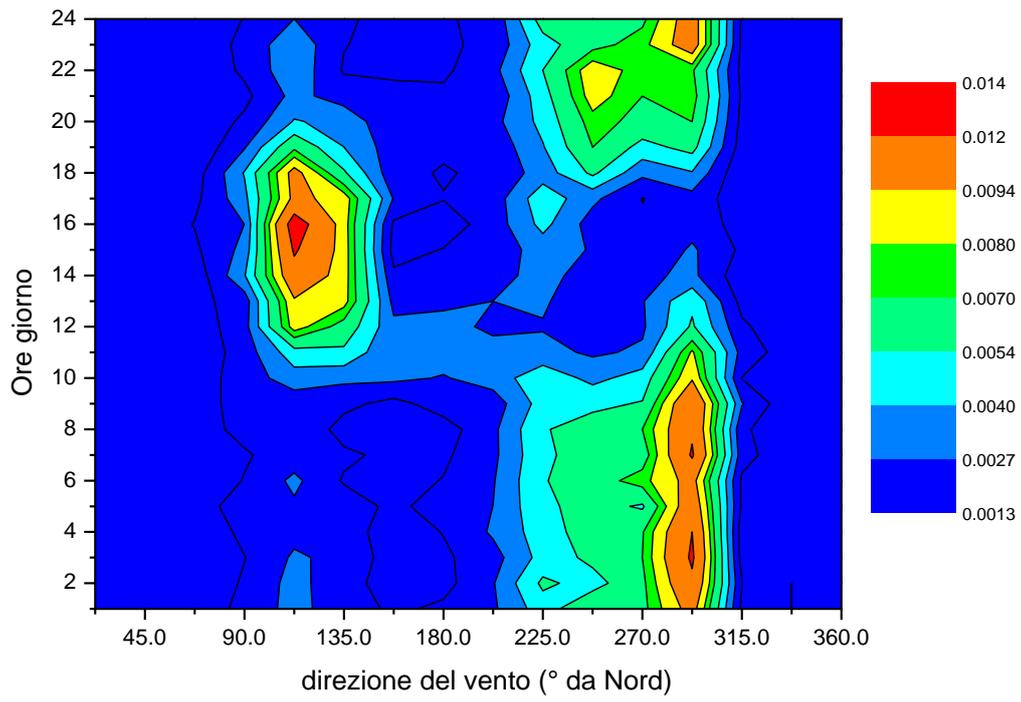


Figura 2: mappa delle frequenze dei venti registrate dalla stazione Laminam da ottobre 2018 a gennaio 2019.

Considerazioni preliminari

In riferimento alle determinazioni effettuate si evidenzia, per i diversi COV, il toluene quale composto presente sopra il limite di rilevamento, quasi sempre in tutte le postazioni, a concentrazioni riconducibili ad un'area di tipo urbano. Nella seconda e terza settimana in un'unica postazione in ciascun campionamento (rispettivamente sez_22 e sez_160) il toluene raggiunge una concentrazione molto più elevata rispetto ai valori determinati nelle altre postazioni e sono rilevabili, solo sullo stesso punto, anche il benzene e l'etilbenzene nella seconda settimana e il benzene nella terza che raggiunge una concentrazione elevata pari a $11.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tuttavia questi eventi sembrerebbero da ricondurre ad attività locali, poichè, tutti gli altri punti mostrano concentrazioni, molto più basse di questa, mediamente simili tra loro e con quanto misurato nelle altre settimane. Nell'area compare, nella terza e quinta settimana, anche il 1, 3, 5 Trimetilbenzene che mostra una certa disomogeneità sul territorio ma è sempre presente nei punti più vicini all'area industriale. Le concentrazioni sono mediamente elevate riconducibili ad aree di tipo urbano. La sesta settimana, in concomitanza con la chiusura dell'attività industriale, si rileva unicamente tra i COV il toluene con concentrazioni non molto diverse dalle altre settimane e anche in questo caso in un unico punto si raggiunge una concentrazione elevata pari a $83.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, anche in questo caso probabilmente attribuibile ad attività condotte nelle vicinanze del punto stesso. Durante questa settimana di chiusura dell'impianto si rileva anche l'acetone a concentrazioni basse, di poco superiori a quelle misurate nella settimana precedente. L'acetone, distinto dall'acroleina a partire dalla quarta settimana, raggiunge un valore elevato la quinta settimana nel punto di bianco, il valore è puntuale e non ci sono segnali analoghi in altre aree monitorate suggerendo la presenza di una locale attività che può aver causato il valore misurato.

Per le aldeidi, la formaldeide, l'acetaldeide e l'acroleina/acetone sono sempre rilevabili in tutte o quasi le postazioni di campionamento. Dalla quarta settimana con la nuova colonna cromatografica è stato possibile distinguere tra acroleina ed acetone, evidenziando per queste settimane, la sola presenza di acetone. Mediamente le concentrazioni rilevate per le diverse sostanze rimangono all'interno dei valori misurati in altri territori, come riscontrato in letteratura.

La formaldeide mostra durante la V settimana valori mediamente più elevati in tutte le postazioni rispetto alle altre settimane. Anche l'acetaldeide, più marcatamente della formaldeide, presenta concentrazioni più elevate in tutti i punti le ultime settimane di campionamento. La propionaldeide mostra nelle ultime tre settimane concentrazioni più elevate in tutte le postazioni. La butiraldeide è presente solo in due postazioni, molto distanti tra loro, nella quarta settimana a concentrazioni che potrebbero essere state percepite olfattivamente.

La benzaldeide mostra una maggiore variabilità spaziale e temporale; infatti non vi sono settimane dove in tutti i punti si registrano valori più elevati rispetto alle altre settimane. Si evidenzia che i colleghi dei Servizi di Igiene e Sanità Pubblica di Borgo e Parma completano le informazioni dei report di trasmissione dei campionatori segnalando, se, a loro conoscenza, in prossimità dei siti durante il rilevamento si sono svolte attività che possono avere un riflesso sui valori degli inquinanti misurati, come la presenza di un cantiere stradale. Va tuttavia sottolineato che, a questo tipo di segnalazione, purtroppo sfuggono tutte le attività che hanno una limitata durata e non sono identificabili durante le fasi di posizionamento e ritiro dei campionatori.

Nelle figure 3-4-5-6-7 si rappresentano le concentrazioni rispettivamente di toluene, formaldeide, acetaldeide e propionaldeide e benzaldeide misurate nelle sei settimane

di campionamento. Per ciascuna settimana e punto di campionamento si è verificata l'esistenza di una relazione con la frequenza sottovento, per ciascun punto di monitoraggio, alla emissione Laminam. Nel complesso non si evidenzia una relazione stretta e continua tra le concentrazioni rilevate e le frequenze sottovento, solo alcuni andamenti sono in fase tra loro ma saltuariamente nel tempo e nello spazio, e non tali, al momento, da far riconoscere una diretta associazione tra le due variabili.

Nel complesso le misure fin qui effettuate non evidenzino situazioni di criticità se non qualche valore saltuariamente più elevato di quelli normalmente registrati, e non consentono ancora di esprimere un parere completo sulla qualità dell'aria nella zona e su probabili effetti sanitari connessi all'esposizione della popolazione. La misura di alcune sostanze nell'area, anche se a concentrazioni non critiche, è comunque riconducibile alle attività produttive dell'area.

La valutazione completa potrà essere espressa solo alla fine della campagna di monitoraggio con l'analisi delle variabilità dei fenomeni che possono avere un peso sulle misure effettuate.

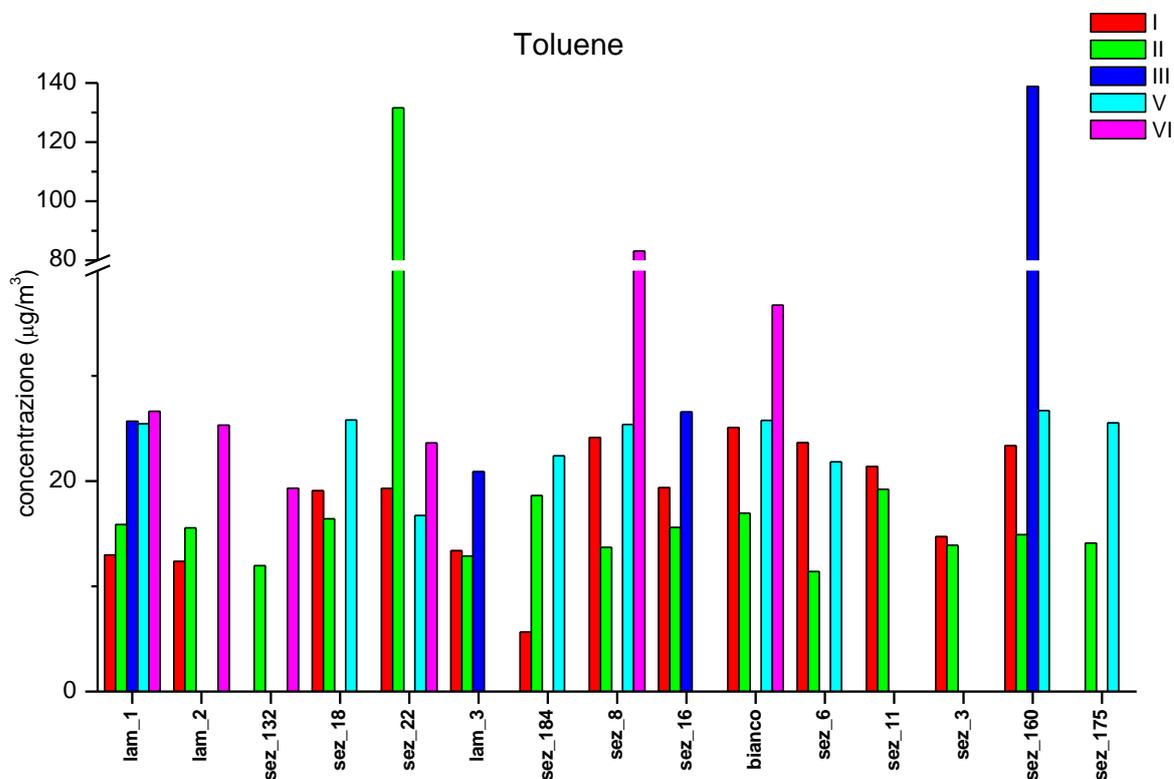


Figura 3: andamento delle concentrazioni di toluene nelle settimane di rilevamento

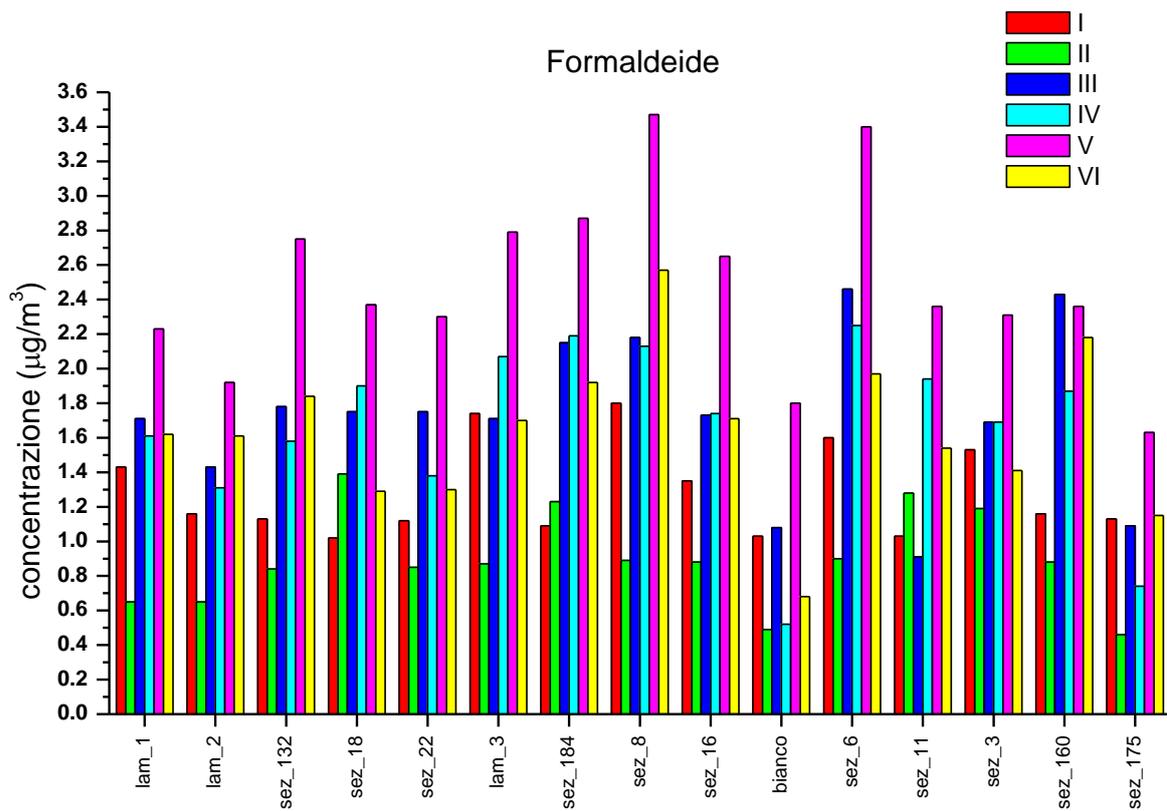


Figura 4: andamento delle concentrazioni di formaldeide nelle settimane di rilevamento

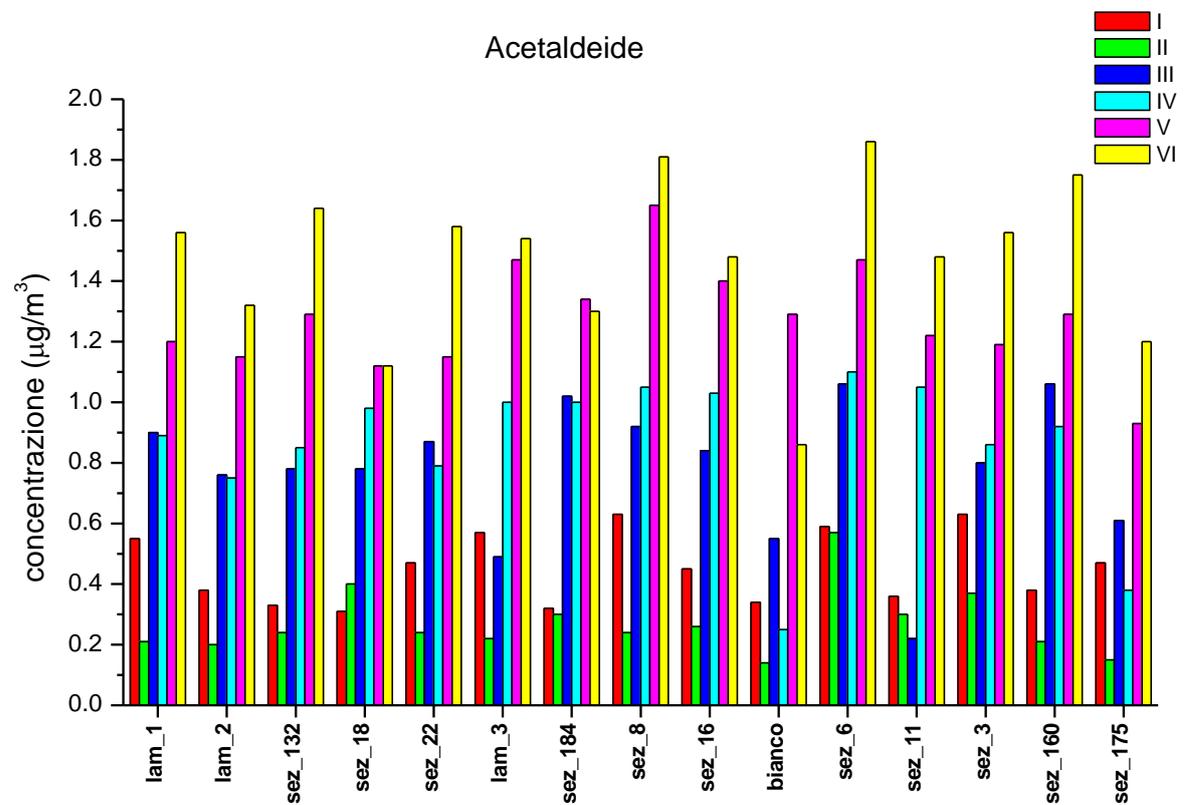


Figura 5: andamento delle concentrazioni di acetaldeide nelle settimane di rilevamento

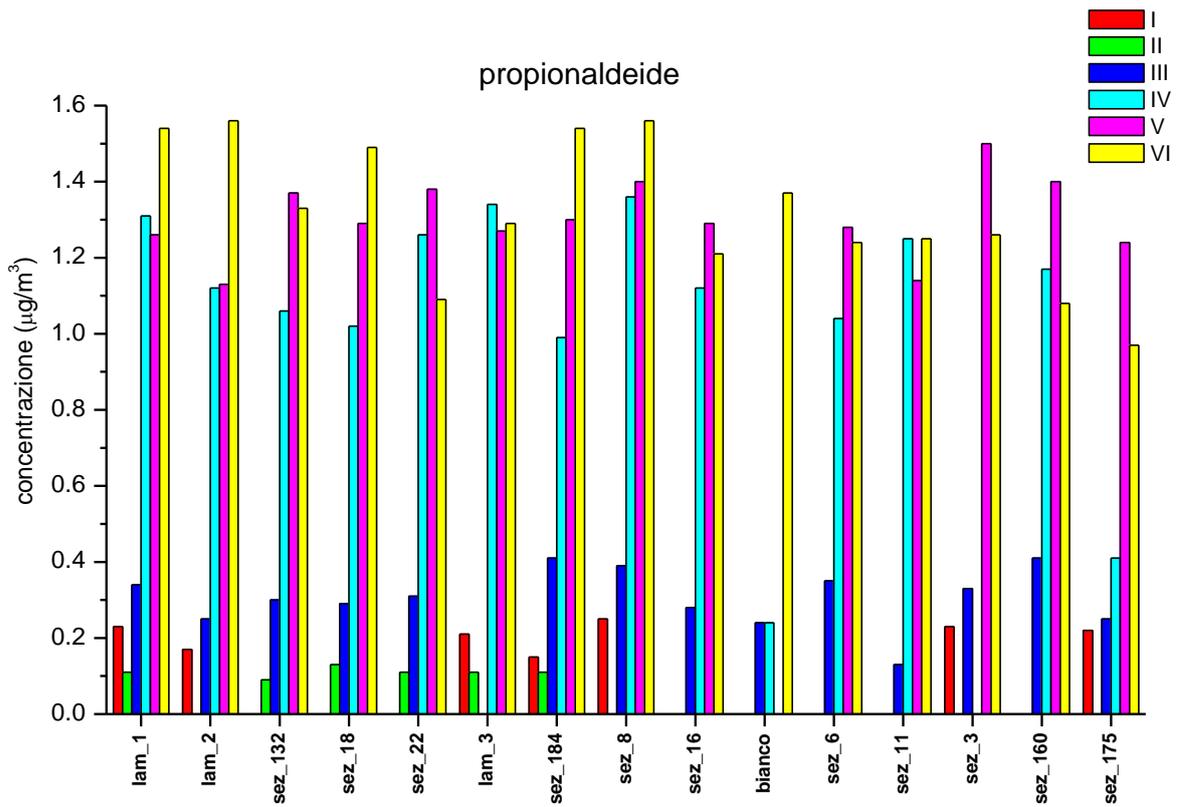


Figura 6: andamento delle concentrazioni di propionaldeide nelle settimane di rilevamento

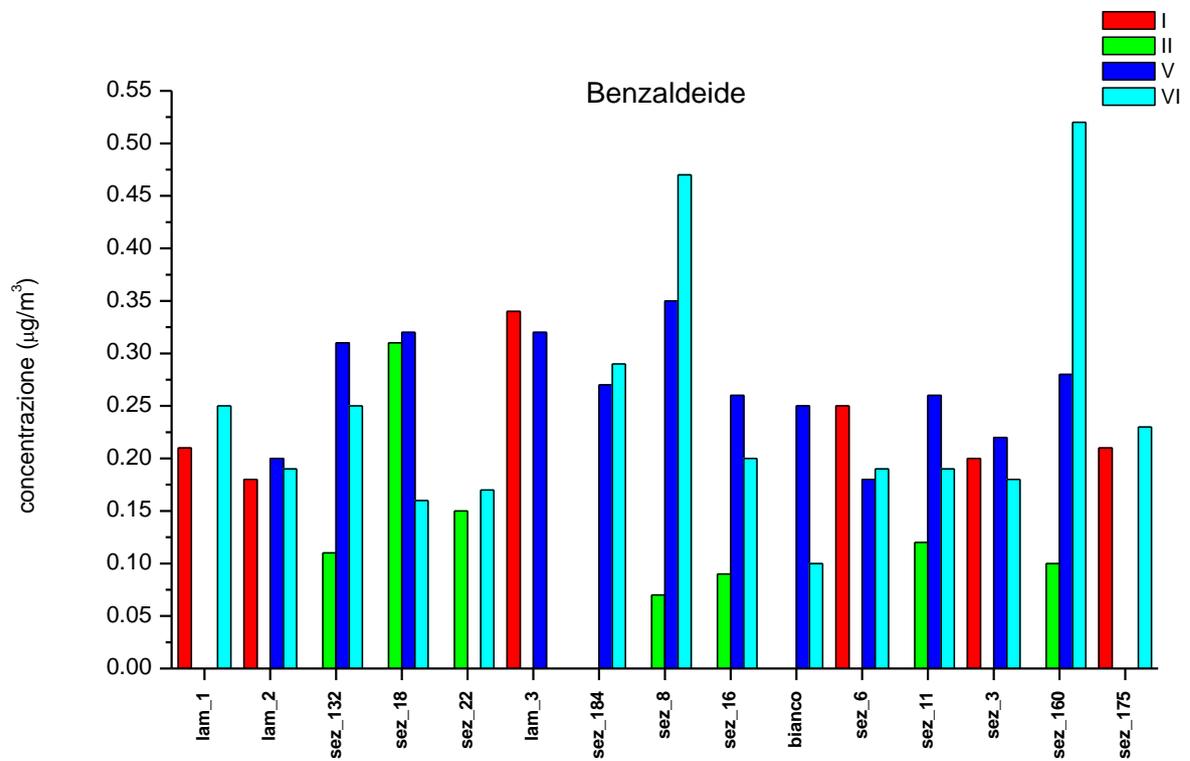


Figura 7: andamento delle concentrazioni di benzaldeide nelle settimane di rilevamento

Riferimenti bibliografici

Air quality guidelines for Europe; second edition WHO regional publications. European series ; No. 91, 2000

Propionaldeide- EPA/635/R-08/003F Toxicological Review Of Propionaldehyde (CAS No. 123-38-6) In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS) , *September 2008*
<https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/search/index.cfm?keyword=propionaldehyde>

Styrene-7,8-oxide and Styrene IARC Monograph 82, 2002

Trimetilbenzene - EPA/635/R-13/171 Toxicological Review of Trimethylbenzenes (CASRN 25551-13-7, 95-63-6, In Support of Summary 526-73-8, and Information108-67-8) on the Integrated Risk Information System (IRIS) *August 2013*

Acroleina -Concise International Chemical Assessment Document 43, World Health Organization Geneva, 2002;
https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=364

Acetaldeide- IARC MONOGRAPHS VOLUME 71, 1987
https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/chemicalLanding.cfm?substance_nmbr=290

Benzaldeide <https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/search/index.cfm?keyword=Benzaldehyde>

Butiraldeide- Grosjean D; Environ Sci Technol 16: 254-62 (1982); Grosjean D; Atmos Environ 22: 1637-48 (1988); Grosjean D, Fung K; J Air Pollut Control Assoc 34: 537-43 (1984); Zweidinger RB et al; Environ Sci Technol 22: 956-62 (1988); Reiss R et al; J Air Waste Manage Assoc 45: 811-22 (1995); Pratt GC et al; Environ Health Perspect 108: 815-25 (2000)

Allegato 7

A cura di: a cura di: Eriberto De'Munari, Cristina Marconi - Area Prevenzione Ambientale Ovest, Arpae

AGENZIA REGIONALE PER LA PREVENZIONE L'AMBIENTE E L'ENERGIA DELL'EMILIA ROMAGNA
Data: 15/03/2019 09:36:17 PG/2019/0041993



Relazione conclusiva dell'indagine per la ricerca di specifiche componenti inorganiche (12/15 novembre 2018 - 4/6 dicembre 2018)

Premessa.

Al fine di completare lo scenario valutativo, eseguito da CNR-IIA per la valutazione della Ditta Laminam S.p.A e le eventuali ricadute delle emissioni presso l'abitato di Borgo Val di Taro, Arpae ha eseguito campionamenti per la determinazione della concentrazione di Cloro e suoi composti espresso come acido cloridrico, Fluoro e suoi composti espressi come acido fluoridrico e Ossidi di Zolfo espressi come SO₂.

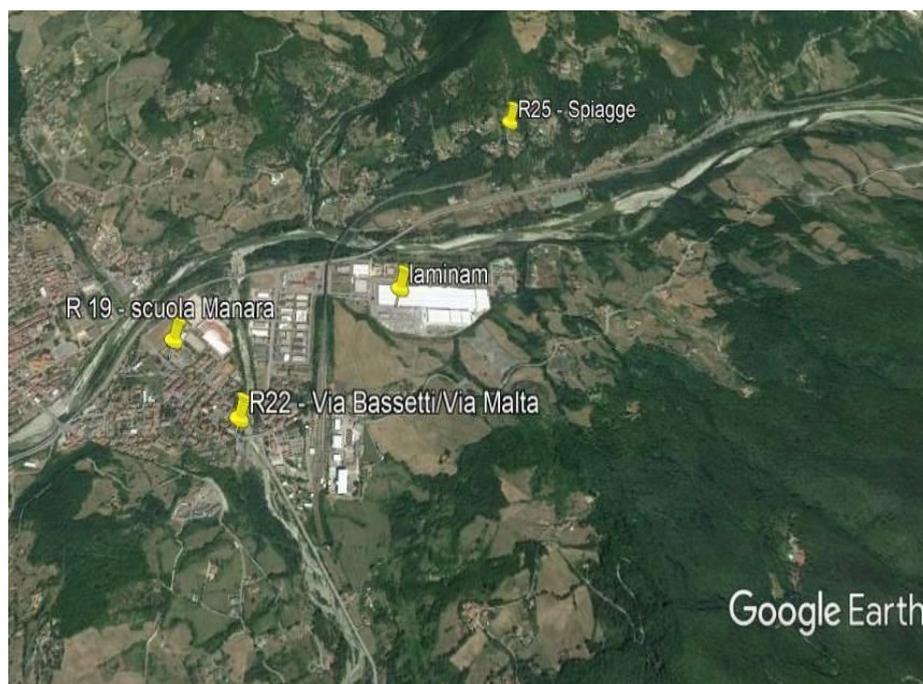
Inoltre nelle giornate del 12 novembre-20 novembre 2018 e del 28 novembre - 7 dicembre 2018 sono stati esposti dei campionatori passivi per la determinazione acido fluoridrico;

Siti di campionamento

L'indagine è stata eseguita a carico dell'emissione convogliata "E13a" – linea cottura e contemporaneamente sono state effettuate misure ambientali presso tre postazioni esterne all'impianto così rappresentate.

Punti	Long_wgs84	Lat_wgs84
Via Malta R22	9.775095	44.488664
Scuola "Manara" R19	9.775043	44.488696
Loc. Le Spiagge R25	9.787530	44.496707

Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna
Sede legale Via Po, 5 | 40139 Bologna | P.Iva e C.F. 04290860370 | www.arpae.it | pec_dirigen@cert.arpa.emr.it
Area Prevenzione Ambientale Ovest-Sede di Parma
Via Spalato 4 | 43120 Parma | tel 0521/976111 | fax 0521/976112 | pec_aopr@cert.arpa.emr.it



Le indagini settimanali con i campionatori passivi per la determinazione di acido fluoridrico sono state eseguite in 10 dei 15 punti individuati da ISS per il monitoraggio dell'aria ambiente.

Posizione	Altitudine	Longitudine	Latitudine	Indirizzo
lam_1	388	9,781782	44,491165	Via Primo Brindani
sez_22	461	9,773492	44,496125	Via della Repubblica
lam_3	406	9,779086	44,486948	Via Caduti del Lavoro
sez_184	404	9,771928	44,485497	Via Malta
sez_8	415	9,76875	44,491232	Via Caduti Partigiani
sez_16	393	9,775505	44,487957	Via P.V. Manara
sez_6	449	9,763438	44,490264	Via Bellinzona
sez_11	398	9,767418	44,486225	Via Maestri
sez_3	416	9,762143	44,48588	Via Nervesa
sez_175	417	9,784431	44,495269	Loc. Le Spiagge



I punti di campionamento di Arpae sono stati evidenziati in blu, in rosso gli ulteriori punti di rilevamento di ISS.

Esecuzione delle campagne di misura

Ai fini dell'indagine, sono state effettuate quattro campagne di misura della durata di un giorno ciascuna così schematizzate:

13 novembre 2018

campionamento dell'emissione E13a durante la produzione di "zero" e dell'aria ambiente nei tre siti esterni;

15 novembre 2018

campionamento dell'emissione E13a durante la produzione di un prodotto della famiglia M1-4 e dell'aria ambiente nei tre siti esterni;

4 dicembre 2018

campionamento dell'emissione E13a durante la produzione di un prodotto della famiglia M2-3 e dell'aria ambiente nei tre siti esterni;

6 dicembre 2018

campionamento dell'emissione E13a durante la produzione di un prodotto della famiglia SOLV 1 e dell'aria ambiente nei tre siti esterni;

12 novembre-20 novembre 2018

esposizione campionatori passivi per determinazione acido fluoridrico;

28 novembre - 7 dicembre 2018

esposizione campionatori passivi per determinazione acido fluoridrico;

Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna

Sede legale Via Po, 5 | 40139 Bologna | P.Iva e C.F. 04290860370 | www.arpae.it | pec_dirgen@cert.arpa.emr.it

Area Prevenzione Ambientale Ovest-Sede di Parma

Via Spalato 4 | 43120 Parma | tel 0521/976111 | fax 0521/976112 | pec_aopr@cert.arpa.emr.it

La tabella sottostante riassume le date e i periodi di campionamenti effettuati:

Punto di prelievo	Data	Acidi	SOx	Tipologia di produzione	spessore mm	Famiglia	Solvente gr/mq
E13a Laminam	13/11/201 8	12:01 - 16:35	12:01 - 16:35	L007930 – COLLECTION NERO ASS UF XL	12	B0	0
Via Malta	13/11/201 8	10:45 - 18:45	10:45 - 18:45				
Scuola Manara	13/11/201 8	10:30 - 18:30	10:30 - 18:30				
Loc. Spiagge	13/11/201 8	10:50 - 18:50	10:50 - 18:50				
E13a Laminam	15/11/201 8	13:01 - 16:25	13:01 - 16:25	L008159 – I naturali NERO GRECO PER LUC UF	6	SOLV 1	15,41
Via Malta	15/11/201 8	09:39 - 17:39	09:39 - 17:39				
Scuola Manara	15/11/201 8	9:47 - 17:47	10:38 - 17:50				
Loc. Spiagge	15/11/201 8	10:18 - 18:20	10:18 - 18:20				
E13a Laminam	04/12/201 8	12:06 - 16:12	13:24 - 16:12	L004442 – I naturali pietra di savoia grigia bocc uf xl	12	M 1-4	27,06
Via Malta	04/12/201 8	10:15 - 18:15	10:15 - 18:15				
Scuola Manara	04/12/201 8	09:45 - 17:45	09:45 - 17:45				
Loc. Spiagge	04/12/201 8	10:30 - 18:52	10:30 - 18:52				
E13a Laminam	06/12/201 8	13:35 - 16:00	13:50 - 16:00	L004585 I NATURALI BIANCO STAT. VENATO LUC. UF X	5,6	M 2-3	0,17
Via Malta	06/12/201 8	09:56 - 17:56	09:56 - 17:56				
Scuola Manara	06/12/201 8	10:07 - 18:06	10:07 - 18:06				
Loc. Spiagge	06/12/201 8	10:30 - 18:44	10:30 - 18:44				

Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna

Sede legale Via Po, 5 | 40139 Bologna | P.Iva e C.F. 04290860370 | www.arpae.it | pec_dirgen@cert.arpa.emr.it

Area Prevenzione Ambientale Ovest-Sede di Parma

Via Spalato 4 | 43120 Parma | tel 0521/976111 | fax 0521/976112 | pec_aopr@cert.arpa.emr.it

Metodiche di campionamento

La determinazione del Cloro e suoi composti espresso come acido cloridrico e del Fluoro e suoi composti espressi come acido fluoridrico è stata eseguita seconda la metodica prevista dall'Istisan 98/2.

Tale metodica prevede l'assorbimento dell'acido cloridrico e fluoridrico per gorgogliamento del flusso gassoso, preventivamente filtrato, in una soluzione alcalina di idrossido di sodio (NaOH) e successiva determinazione mediante cromatografia a scambio ionico dei prodotti provenienti dalla salificazione con idrossido di sodio.

La determinazione degli ossidi di zolfo espressi come SO₂ è stata eseguita seconda la metodica UNI-EN 14791.

Tale metodica prevede che il campione preventivamente filtrato sia aspirato e fatto gorgogliare attraverso una soluzione di perossido di idrogeno ad una portata controllata e costante. La concentrazione di solfato nella soluzione di assorbimento viene determinata mediante cromatografia ionica.

Per il monitoraggio settimanale dell'acido fluoridrico si sono utilizzati campionatori passivi marca Radiello®. Il sistema di campionamento è costituito da un corpo diffusivo a simmetria radiale al cui interno viene inserita una cartuccia adsorbente di polietilene microporoso rivestito di trietanolammina (TEA). L'HF gassoso, chemiadsorbito dalla TEA, viene poi recuperato con acqua e dosato in cromatografia ionica.

Risultati

Di seguito si riportano le concentrazioni degli inquinanti esaminati.

Emissione E13a			
Data prelievo	Fluoro e suoi composti espressi come Acido Fluoridrico (HF)	Cloro e suoi composti espressi come Acido Cloridrico (HF)	Ossidi di zolfo espressi come Biossido di Zolfo (SO ₂)
	mg/Nm ³		
13/11/2018	<0,1	<0,4	3,2
15/11/2018	<0,1	<0,7	3,8
04/12/2018	<0,1	<0,5	9,8
06/12/2018	<0,1	<0,8	3,3

Ambientali				
Data prelievo	Punto di prelievo	Fluoro e suoi composti espressi come Acido Fluoridrico (HF)	Cloro e suoi composti espressi come Acido Cloridrico (HCl)	Ossidi di zolfo espressi come Biossido di Zolfo (SO₂)
		mg/Nm³		
13/11/2018	Loc. Spiagge	<0,01	0,4	<0,04
13/11/2018	Scuola Manara	<0,01	<0,1	<0,04
13/11/2018	Via Malta	<0,01	<0,1	<0,04
15/11/2018	Loc. Spiagge	<0,01	<0,1	<0,04
15/11/2018	Scuola Manara	<0,01	<0,1	0,16
15/11/2018	Via Malta	<0,01	<0,1	<0,04
4/12/2018	Loc. Spiagge	<0,04	<0,4	<0,05
4/12/2018	Scuola Manara	<0,03	<0,3	<0,05
4/12/2018	Via Malta	<0,01	<0,1	<0,04
6/12/2018	Loc. Spiagge	<0,01	0,1	<0,04
6/12/2018	Scuola Manara	<0,01	0,2	<0,05
6/12/2018	Via Malta	<0,01	<0,1	0,18

Campionatori Passivi - Acido fluoridrico 12 novembre 2018 - 30 novembre 2018					
Posizione	Longitudine	Latitudine	Indirizzo	data esposizione	µg/Nm³
lam_1	9,781782	44,491165	Via Primo Brindani	12-20/11/2018	<0,2
sez_22	9,773492	44,496125	Via della Repubblica	12-20/11/2018	<0,2
lam_3	9,779086	44,486948	Via Caduti del Lavoro	12-20/11/2018	<0,2
sez_184	9,771928	44,485497	Via Malta	12-20/11/2018	<0,2
sez_8	9,76875	44,491232	Via Caduti Partigiani	12-20/11/2018	<0,2
sez_16	9,775505	44,487957	Via P.V. Manara	12-20/11/2018	<0,2
sez_6	9,763438	44,490264	Via Bellinzona	12-20/11/2018	<0,2
sez_11	9,767418	44,486225	Via Maestri	12-20/11/2018	<0,2
sez_3	9,762143	44,48588	Via Nervesa	12-20/11/2018	<0,2
sez_175	9,784431	44,495269	Loc. Le Spiagge	12-20/11/2018	<0,2

Campionatori Passivi - Acido fluoridrico					
28 novembre 2018 - 07 dicembre 2018					
Posizione	Longitudine	Latitudine	Indirizzo	data esposizione	µg/Nm³
lam_1	9,781782	44,491165	Via Primo Brindani	28/11-07/12/2018	<0,2
sez_22	9,773492	44,496125	Via della Repubblica	28/11-07/12/2018	<0,2
lam_3	9,779086	44,486948	Via Caduti del Lavoro	28/11-07/12/2018	<0,2
sez_184	9,771928	44,485497	Via Malta	28/11-07/12/2018	<0,2
sez_8	9,76875	44,491232	Via Caduti Partigiani	28/11-07/12/2018	<0,2
sez_16	9,775505	44,487957	Via P.V. Manara	28/11-07/12/2018	<0,2
sez_6	9,763438	44,490264	Via Bellinzona	28/11-07/12/2018	<0,2
sez_11	9,767418	44,486225	Via Maestri	28/11-07/12/2018	<0,2
sez_3	9,762143	44,48588	Via Nervesa	28/11-07/12/2018	<0,2
sez_175	9,784431	44,495269	Loc. Le Spiagge	28/11-07/12/2018	<0,2

Conclusioni

L'indagine è stata realizzata per completare il quadro di determinazioni analitiche raccolte da CNR-IIA e ISS con la parte relativa ad alcuni specifici composti inorganici.

In generale i dati rilevati all'emissione E13a mostrano una situazione comparabile con quanto già rilevato da Arpae nei precedenti controlli. Fluoro e suoi composti risultano con valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale in linea con quanto osservato da Arpae in tutte le determinazioni effettuate precedentemente. Per Cloro e suoi composti si trovano sempre valori inferiori al limite di rilevabilità in linea con la diminuzione riscontrata successivamente all'installazione della nuova sezione di abbattimento. Relativamente al parametro Ossidi di zolfo espressi come SO₂, i dati mostrano più variabilità, ad es. nella giornata del 04/12/2018 (9,8 mg/m³) si è determinato un valore di concentrazione più che doppio rispetto a quello degli altri giorni; in ogni caso per tale parametro l'introduzione del bicarbonato nell'impianto di depurazione fumi ha determinato una diminuzione delle concentrazioni rilevate a camino.

A livello di aria ambiente (Hot-spot) i valori rilevati sono al limite della rilevabilità strumentale o poco più. Va notato per per gli Ossidi di Zolfo espressi come SO₂ che il giorno 15/11/2019 è risultato, nel sito di Scuola Manara, pari a 0,16 mg/m³ e il 6/12/2018, in Via Malta, pari a 0,18 mg/m³ mentre per Cloro e suoi composti si è verificato un valore di 0,2 mg/m³ il giorno

Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna

Sede legale Via Po, 5 | 40139 Bologna | P.Iva e C.F. 04290860370 | www.arpae.it | pec_dirigen@cert.arpa.emr.it

Area Prevenzione Ambientale Ovest-Sede di Parma

Via Spalato 4 | 43120 Parma | tel 0521/976111 | fax 0521/976112 | pec_aopr@cert.arpa.emr.it

6/12/2019 presso la scuola Manara e di 0,4 mg/m³ il 13/11/2018 presso la località "Le Spiagge".

È importante osservare che, pur avendo effettuato le valutazioni in aria ambiente negli hot-spot, in contemporanea a quelle effettuate all'emissione E13a, i valori riscontrati non seguono il medesimo andamento. Ad esempio, si riscontrano in ambiente valori al di sotto del limite di rilevabilità proprio nella giornata in cui risultano maggiori le concentrazioni misurate all'emissione E13a per Ossidi di Zolfo espressi come SO₂.

A titolo informativo bisogna comunque considerare che la variabilità spaziale riscontrata potrebbe essere associata anche alla presenza di altre fonti emissive nell'area non ultima l'utilizzo di biomassa (legna, cippato) utilizzata per riscaldamento domestico che risulta essere tra i combustibili che producono maggiori quantità di Ossidi di Zolfo rispetto al metano (Progetto Europeo Prepair) e nel contempo può essere responsabile a seconda della tipologia di legno utilizzata, di stufa e di manutenzione effettuata anche della presenza di Composti del Cloro (Arpae Emilia-Romagna Progetto Supersito)

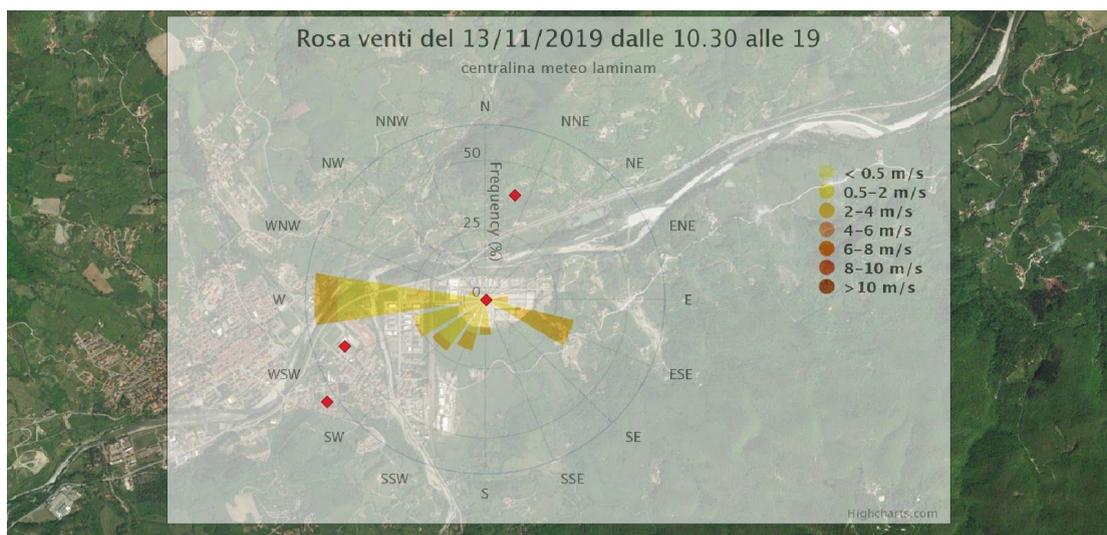
Progetto Europeo Prepair:

http://www.lifeprepare.eu/wp-content/uploads/2018/09/Gli-impatti-ambientali-della-combustione-di-biomassa-legnosa_le-esperienze-di-comunicazione.pdf

Arpae Emilia-Romagna Progetto Supersito:

https://www.arpae.it/dettaglio_notizia.asp?id=9234&idlivello=1504

Come ulteriore integrazione si presentano qui le rose dei venti, ottenute mediante i dati della stazione di misura della Ditta Lamina, con l'indicazione della direzione di provenienza delle masse d'aria relativamente alle giornate di campionamento e nelle ore di misura effettuate con l'indicazione delle postazioni utilizzate.

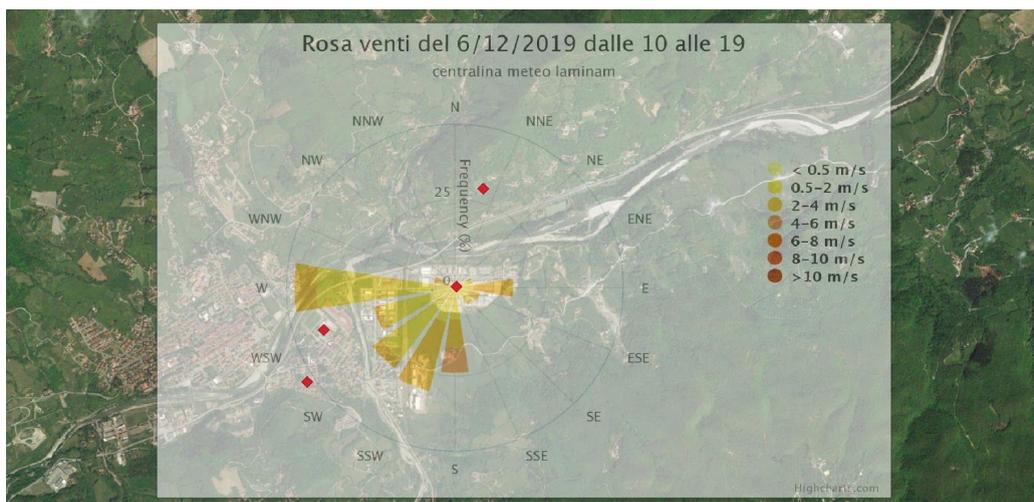
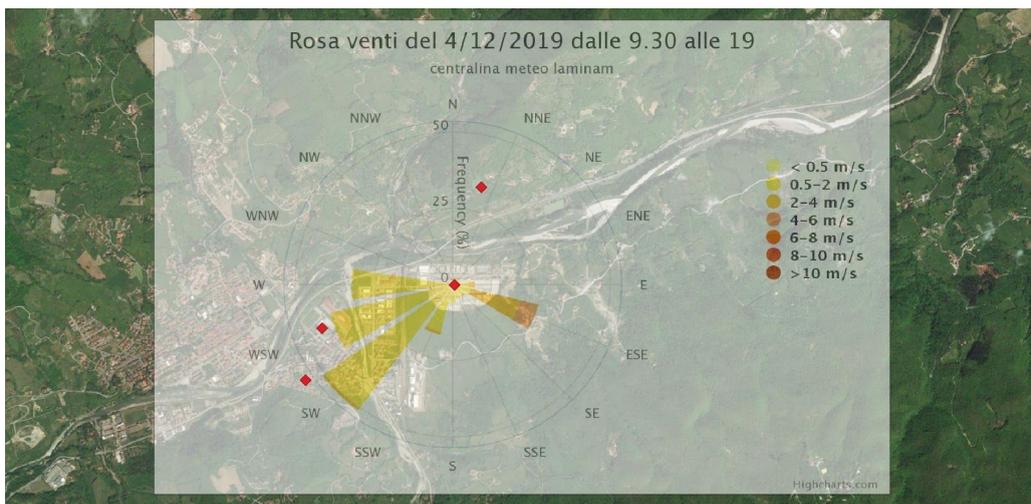
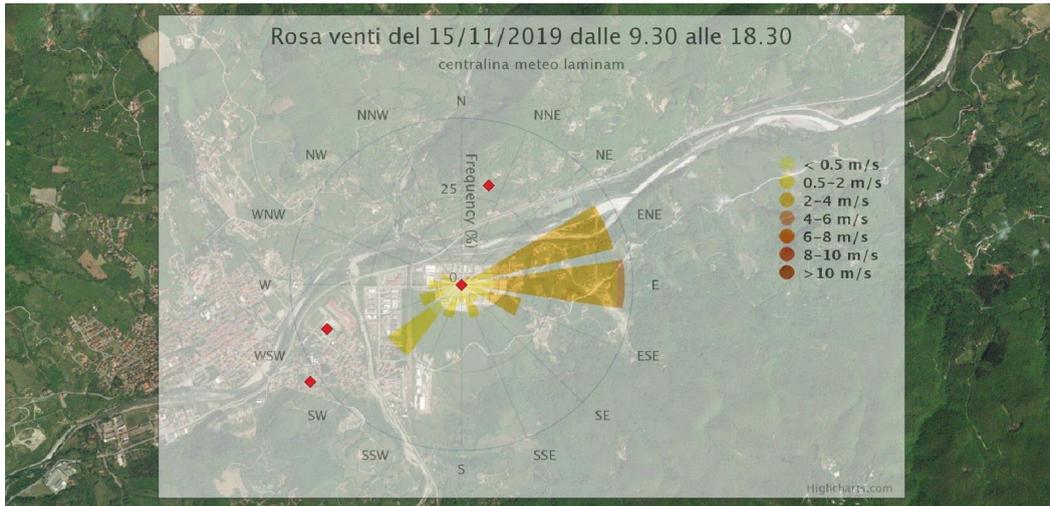


Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna

Sede legale Via Po, 5 | 40139 Bologna | P.Iva e C.F. 04290860370 | www.arpae.it | pec_dirgen@cert.arpa.emr.it

Area Prevenzione Ambientale Ovest-Sede di Parma

Via Spalato 4 | 43120 Parma | tel 0521/976111 | fax 0521/976112 | pec_aopr@cert.arpa.emr.it



Per quanto riguarda i campionamenti con radielli, in ogni punto e per ciascun periodo di campionamento i valori rilevati risultano sempre al di sotto del limite di rilevabilità strumentale previsto per la metodica utilizzata non evidenziandosi quindi una componente acida in qualità dell'aria.

Allegato 8

A cura di: Enrico Dallara, chimico

Sintesi dei principi di tossicologia regolatoria sul rischio esposizione ad agenti chimici impiegati per la valutazione dei dati raccolti dal Comitato Tecnico Scientifico.

Abstract:

Ogni sostanza diviene rilevante in termini di effetti sull'uomo e sull'ambiente, quando a causa delle proprie caratteristiche chimico fisiche, tossicologiche o ecotossicologiche può dare effetti sull'ambiente e sulla natura circostante.

Gli effetti possono essere di tipo acuto, cioè osservabili a breve tempo dall'esposizione, oppure possono essere cronici cioè non individuabili immediatamente, ma rilevabili a lungo termine.

A partire da fine 2016, ma soprattutto ad inizio 2017, nell'area del Comune di Borgo Val di Taro e in alcune località puntuali adiacenti, i Medici del territorio e le autorità di controllo (ARPA-ASL) hanno iniziato a ricevere segnalazioni di una particolare incidenza di eventi **acuti e reversibili** su varie fasce della popolazione, con diverse eziologie a carico della cute, degli occhi e dell'apparato respiratorio che si sono manifestate principalmente associate ad eventi odorigeni.

In tossicologia, questi effetti possono essere collegati alle singole o concomitanti azioni di diverse specie chimiche, che hanno caratteristiche di pericolosità ricollegabili ai sintomi evidenziati.

Gli analiti presenti in atmosfera, individuati attraverso analisi condotte da CNR-ISS ed ARPAE, vengono quindi valutati per verificare l'eventuale rischio chimico a cui è esposta la popolazione di Borgotaro e, quando possibile, correlati alle segnalazioni mediche, opportunamente registrate e temporizzate.

La valutazione dell'eventuale rischio chimico viene fatta attraverso il rapporto di caratterizzazione del rischio (RCRs), che può essere accettabile (<1) solo se il valore di esposizione individuato per ciascuna sostanza, è inferiore al valore derivato in cui non si hanno alcuni effetti sulla salute umana (DNEL – Derived no Level Effect). Si è operato selezionando, per le varie sostanze individuate nelle analisi, i valori di DNEL specifici per i sintomi registrati a Borgotaro (valori di tossicità cutanea, respiratoria, ecc.) e verificando se la concentrazione del singolo analita "x" a livello di ricaduta sul territorio, ovvero nell'aria ambiente respirata dalla popolazione, fosse superiore a questi valori generando quindi un RCR maggiore di 1. In questo caso quel determinato analita può essere ritenuto responsabile di quell'effetto sulla popolazione e da ciò consegue la necessità di adottare misure di riduzione dell'esposizione.

1. Il rischio di esposizione ad agenti chimici_fondamenti

La valutazione del rischio di esposizione ad agenti chimici è presente quando si ha esposizione a sostanze pericolose, siano esse in forma gassosa, liquida o solida. Nella caratterizzazione del rischio, i livelli di esposizioni sono comparati ad informazioni di pericolo quantitative o qualitative. Limitatamente agli effetti sull'uomo, quando dai database qualificati (nel nostro caso ECHA-Agenzia Chimica Europea) sono disponibili i valori derivati di esposizione al di sotto del quale non si hanno effetti sulla salute umana (DNEL) allora può essere calcolato il rapporto di caratterizzazione del rischio (RCRs) per ciascuna popolazione umana che è l'indice di rischio di esposizione.

$$RCR_{HH} = \text{Valore di esposizione/DNEL} \quad (1)$$

Il DNEL rappresenta un valore limite tossicologico che trova applicazione nel campo dell'esposizione professionale e può essere paragonato a una Reference Dose (RfD) tossicologica, cioè una "safe dose", una dose o concentrazione ritenuta "sicura" dal punto di vista degli effetti tossicologici. Il valore DNEL è calcolato a partire da un indice di tossicità cronica, NOAEL (No Observed Adverse Effect Level), il cui valore si basa su studi generalmente condotti su animali. Poiché quindi DNEL sono solitamente derivati da risultati di test tossicologici su animali, per la definizione dei valori che stimano il mancato effetto nell'uomo, vengono applicati degli "assessment factors" che tengono conto dell'incertezza di estrapolazione dei dati sperimentali o osservazionali dovuta a differenze tra le specie e tra gli individui della stessa specie, tra le vie di somministrazione o di esposizione, nella durata dell'esposizione, nella qualità dello studio etc. Tutto ciò permette di estrapolare i valori derivati da test su animali ad una esposizione umana, tenendo conto quindi di tutte le possibili incertezze e situazioni particolari ad esempio:

- a) Per ogni test specifico verrà derivato il DNEL corrispondente. Se ad esempio il dato della prova si riferisce ad un test di irritazione cutanea, il DNEL che si otterrà sarà riferito anch'esso alla irritazione cutanea.
- b) si avranno valori di DNEL diversi in funzione della tipologia di popolazione esposta. Il DNEL può essere derivato per i lavoratori e per la "general population" dove con il termine "general population" si intende ogni essere umano esposto a quella determinata sostanza per via ambientale, compreso chi la consuma. Il rapporto tra il DNEL specifico per i lavoratori e quello per la general population è solitamente 1:10 oppure 1:100. Quindi il DNEL per la popolazione generale è inferiore a quello dei lavoratori, quindi più cautelativo, e questo perché si tiene conto di tutte le diverse sensibilità potenzialmente riscontrabili negli individui.

In sintesi, il DNEL deve essere derivato per ciascun tipo di esposizione rilevante (popolazione, via e durata dell'esposizione) e per ciascun effetto rilevante sulla salute umana (effetti locali e sistemici).

Esso viene utilizzato come riferimento per i maggiori risk assessment chimici, sia per la accuratezza e la precisione del dato, sia per la conservatività dei fattori di valutazione che vengono applicati.

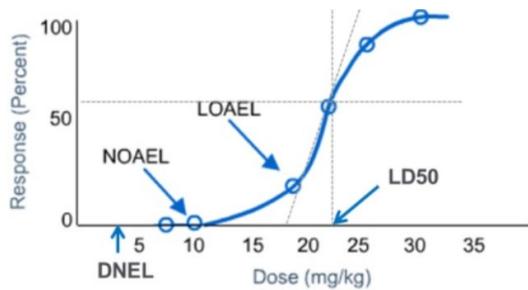


Figura1 Curva dose effetto per un endpoint non mutagenico. LD50 è il valore di riferimento oltre il quale una sostanza viene classificata come pericolosa, il LOAEL è il livello minimo a cui si osservano effetti avversi per la salute umana, il NOAEL è il livello minimo di concentrazione oltre il quale non si osservano effetti avversi per la salute. Da notare che il DNEL ha valore inferiori a ciascun altro parametro tossicologico.

Questo approccio è applicabile per quegli effetti sulla salute umana in cui si considera un valore limite di soglia. La dose-soglia (threshold) tossicologica è definita come il livello di dose al quale si evidenzia per la prima volta un effetto tossico. Per la maggior parte degli effetti tossici si può stabilire, almeno sperimentalmente, una dose-soglia al di sotto della quale non c'è effetto. L'effetto ricercato è una risposta dell'organismo a uno stimolo esterno (esposizione). Bisogna precisare, tuttavia, che, nel campo della tossicologia ed epidemiologia ambientale, l'effetto a cui ci si riferisce è un effetto avverso, capace di alterare l'omeostasi dell'organismo. In quest'ottica, la dose-soglia può essere definita come il punto in cui l'abilità dell'organismo nel sostenere processi di detossificazione e di riparo è compromessa.

Ci sono però anche sostanze per i cui effetti sulla salute umana non si può identificare un valore limite di soglia ad esempio nel caso di cancerogeni genotossici, e in questo caso non può essere stabilito un valore limite senza effetto e quindi non è concepibile calcolare un DNEL. Tuttavia, è possibile definire un livello derivato in cui si hanno effetti minimi (*Derived Minimal Effects Level*-DMEL) ed in questo caso l'equazione (1) può essere modificata sostituendo il DNEL al DMEL. Quando si applica il DMEL deve essere indicato chiaramente che al valore di RCR <1 non si associa assenza di effetti sulla salute umana, ma questi saranno minimi.

Individuati nei database degli enti regolatori e/o scientifici i valori di DNEL o DMEL per ciascun effetto di interesse e per ciascuna sostanza individuata, si può procedere calcolando l'RCR usando DNEL per valutare il rischio di effetti acuti e usando il DMEL per quelle sostanze responsabili di effetti cronici. Se il rapporto di caratterizzazione del rischio così stimato risulta <1 saremo nelle seguenti condizioni:

- a) **Rischio accettabile** per l'esposizione a quelle sostanze associate a effetti acuti e per cui è possibile derivare un DNEL
- b) **Rischio minimo o low concern** per quelle sostanze associate a effetti cronici per i quali non è possibile derivare un DNEL, ma la cui valutazione si basa sul DMEL.

La sequenza logica della valutazione del rischio chimico, riferita esclusivamente a quanto precedentemente esposto, è la seguente:

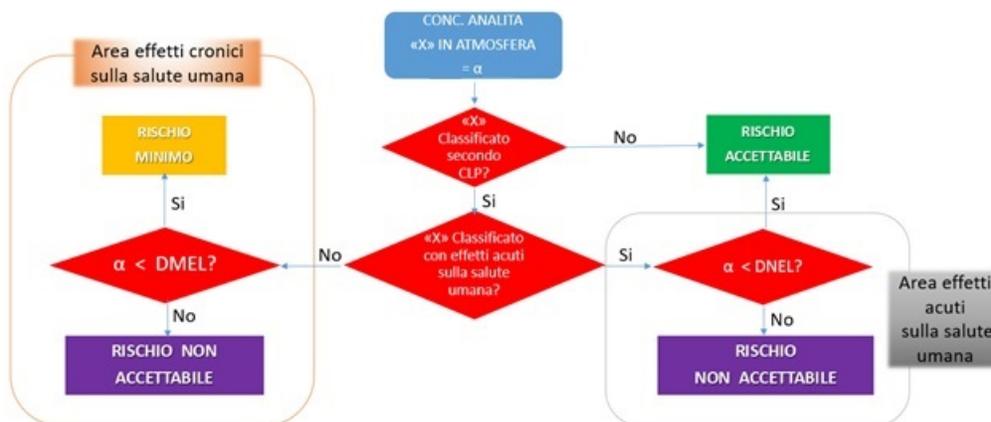


Figure 2 Sequenza logica per la valutazione del rischio di esposizione ad agenti chimici

Solitamente il processo sopra indicato è iterativo, cioè **non è possibile, avere situazioni per le quali si ha un rischio di esposizione non accettabile. Non ci si ferma cioè al rischio “non accettabile” ma si applicano nuove misure correttive (riduzione del rischio) e si ripete la valutazione finché il valore finale non risulti <1.**

2. Valutazione degli effetti sinergici nel caso di miscele di componenti pericolosi

Nel caso di miscele contenenti sostanze pericolose è raro che siano disponibili dati tossicologici sulla miscela tal quale. Ciò può essere possibile solo in rarissimi casi quali ad esempio miscele con concentrazione fissa dei componenti o utilizzo specifico della miscela avente definita composizione in una determinata applicazione. Di solito, nel caso di miscele, ci si riferisce alla tossicologia dei singoli componenti per i quali, è ovvio bisogna conoscere i DNEL e i DMEL.

Secondo le indicazioni dell'EPA (1986) le miscele di sostanze chimiche possono essere suddivise in miscele semplici (meno di 10 sostanze pericolose componenti la miscela), complesse (decine o centinaia di sostanze), simili (cioè diverse miscele aventi composizione simile ma non uguale).

Le sostanze chimiche possono interagire tra loro, per interazione diretta chimica (es reazioni acido base), per interazioni tossicocinetiche¹ (la presenza di un componente pericoloso influenza l'assorbimento di un altro componente pericoloso all'interno dell'organismo ad esempio attraverso interazioni tra metaboliti o tra metabolita e sostanza pericolosa), per interazioni tossicodinamiche² (un componente favorisce l'assorbimento di un altro componente nell'organo bersaglio).

A seguito di questo ci possono essere effetti di diverso tipo sull'organismo:

- Effetto additivo (2+2=4)
- Effetto sinergico (2+2=20)
- Effetto antagonista (4+8=6)

¹ La tossicocinetica studia in un paziente, i processi di assorbimento, di distribuzione, di metabolizzazione cioè di trasformazione e di eliminazione di un componente chimico “tossico”

² La tossicodinamica studia la capacità di una sostanza “tossica” di raggiungere ed interagire con il suo organi bersaglio ed espletare il suo effetto avverso

Una possibile valutazione degli effetti sinergici nel caso di miscele passa attraverso la risposta a domande quali:

- a) Quali sono le sostanze pericolose che danno effetti sinergici?
- b) Tutte le miscele che contengono sostanze pericolose che danno effetti sinergici tra loro danno origine ad effetti sinergici sugli esposti?
- c) Come è possibile calcolare l'RCR per queste miscele?

In merito al quesito a) si ritiene che le tipologie di interazioni tra le sostanze chimiche si verifichino in casi molto rari. Su questo ci si riferisce ad un documento esplicativo emesso dalla Commissione Europea, Direttorato generale per la salute e i consumatori, emesso nel 2012.³

In merito al quesito b) Il Comitato Europeo per la valutazione del Risk Assessment Ambientale e sulla Salute Umana, (SCHER) il 14 Dicembre 2011 ha approvato un documento in merito alla tossicità e alla valutazione delle miscele chimiche.

In merito all'additività della dose/concentrazione, viene indicato che le interazioni significanti e tossiche tra i composti chimici, "sono molto poco possibili alle dosi inferiori ai livelli di effetto per i singoli componenti rispetto a dosi maggiori". Inoltre, viene indicato che in condizioni operative critiche come l'indoor, (SCHEER 2007) "le interazioni tra i chemicals che danno origine a possibili effetti sulla salute umana, avvengono solo a concentrazioni superiori o comparabili ai LOAEL (LowestAdverseEffect Limit).

Ora, avendo come riferimento per ciascun singolo componente delle miscele gassose che andiamo ad utilizzare il DNEL, ed essendo il DNEL sempre inferiore al LOAEL, con l'approccio proposto al paragrafo precedente si potrebbero evidenziare condizioni critiche solo in caso di valori di concentrazioni dei singoli analiti superiori al DNEL e comparabili a valori di LOAEL.

In merito al quesito c), escludendo i casi specifici di sinergismo forte indicato nel punto a) uno dei metodi attualmente utilizzati si basa proprio sul riferimento del DNEL di ciascun singolo componente ed individua la metodologia del *Lead component*.

Questa metodologia, si basa sui seguenti punti base di analisi

- i) Verificare che la miscela sia classificata pericolosa
- ii) Verificare che appunto non vi siano forti sinergismi tra i componenti perché in questo caso non è possibile applicare il metodo
- iii) Verificare la presenza di dati di tossicità relativi all'intera miscela
- iv) Individuare i componenti della miscela e verificare la presenza di valori soglia generici
- v) Verificare la presenza di sostanze prioritarie o di *high concern* (CMR, vPvB, PBT ecc) in concentrazioni superiori al valore limite di soglia.
- vi) Identificare quali componenti contribuiscano a ciascuno dei pericoli per la salute. Questi sono rilevanti. Appartengono a queste sostanze a quelle classificate come STOT SE1, H370 e STOT SE2, H372. Per i componenti che possono contribuire alle classificazioni per gli effetti locali (irritazione/corrosione degli occhi (vie respiratorie/pelle ecc, compresa la STOT SE3, H 336
- vii) Individuare per tutti i componenti rilevanti che contribuiscono alla classificazione i relativi valori di DNEL

³http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/environmental_risks/docs/scher_o_155.pdf

- viii) Per i componenti rilevanti individuare il *Lead component* (LC) per ciascuna via di esposizione attraverso il calcolo del *Lead Component indicator* ed i DNEL a lungo termine sistemici o i dati tossicologici. Il Lead component sarà il componente a LCI più elevato.
- ix) Quando nella miscela sono presenti più componenti rilevanti che hanno effetti “sommabili” per una stessa via di esposizione, si procede al calcolo del LCI group. Tenendo conto della possibilità della additività della singola classificazione specifica, così come indicato nel CLP.
- x) Se non c’è bisogno del grouping si tiene conto del componente con LCI maggiore
Si effettueranno poi calcoli per calcolare il contributo delle singole concentrazioni pesate in funzione del DNEL. Questo metodo è però applicabile solo per miscele classificate. **In tutti gli altri casi, il calcolo del DNEL e dell’RCR calcolato sul singolo DNEL dà risposte più pertinenti e sicuramente più conservative.**

3. *Il rischio di esposizione ad agenti chimici_ i riferimenti*

Come evidenziato nel precedente paragrafo, il punto di partenza di ciascuna valutazione è la raccolta dei dati analitici che definiscono la reale esposizione, e i valori DNEL per ogni analita associati a specifici effetti. Sono infatti questi due elementi che compongono il rapporto di rischio.

Fermo restando che i dati analitici sono raccolti utilizzando le migliori tecniche disponibili, da laboratori autorizzati e qualificati (nel nostro caso CNR-ISS-ARPAE), resta da selezionare quali siano i riferimenti (DNEL) per i quali è possibile individuare situazioni di rischio accettabile o non accettabile o situazioni di low concern o high concern.

La letteratura, internet, ed in generale tutti i database accessibili attraverso le reti informatiche, forniscono una mole di dati enorme rispetto alle esigenze del settore. La loro qualificazione, la loro selezione è possibile solo se all’origine di questi dati siano individuate determinate prescrizioni di scelta che ne attestino, in ogni specifica situazione la validità, la ripetibilità e la accuratezza.

I primi a porsi questa problematica a livello ONU è stata l’Organizzazione Economica dello Sviluppo (OECD) che, a metà degli anni 80, dopo una prima elaborazione di test specifici, ha suggerito una valutazione delle sostanze chimiche di maggior consumo (HPV- High Production Volumes), attraverso l’elaborazione di metodi validati a livello internazionale. Successivamente, anche le legislazioni chimiche internazionali, hanno richiesto che la classificazione delle sostanze chimiche si basasse solo ed esclusivamente sui test sviluppati dall’OECD. Fu un primo tentativo di armonizzare le informazioni tossicologiche ed ecotossicologiche. Nel 2008, la Normativa REACH (Reg. 1907/2006/EEC) e poi ancora la Normativa CLP (Reg. 1272/2008/EEC) hanno imposto che i risk assessment delle sostanze prodotte o importate nel territorio europeo venissero condotti solo su test effettuati con metodi validati a livello internazionale (esattamente come stabilito già a livello OECD), ed eseguiti solo secondo precise prescrizioni di Buone Pratiche di Laboratorio (GLP). Sintetizzando, i test utilizzati nei dossier REACH sono quelli che danno maggiore sicurezza per la validità dei loro risultati.

Ora, considerate tutte le possibili incertezze per il calcolo del DNEL (o del DMEL), è necessario che i dati all’origine, cioè i risultati dei test effettuati siano di alto grado.

Per questo, il CTS, ha deciso di seguire una gerarchia delle fonti per cui ci si attiene al seguente percorso:

- Come prima scelta si utilizzano come DNEL di riferimento, quelli che provengono dai Risk assessment elaborati nell’ambito dell’applicazione del Regolamento REACH, e di scartare automaticamente qualsiasi altro riferimento.

- Qualora il DNEL non sia indicato per quello specifico end point tossicologico, si potrà vedere, sempre nel database ECHA se sono presenti simili.
- Qualora la sostanza di cui si sta valutando il rischio di esposizione non sia disponibile (non registrata sul sito ECHA), si potrà utilizzare il DNEL riferito a sostanza assimilabile individuata attraverso il meccanismo di interazione struttura attività (QSAR).
- Solo in casi in cui non vi sia alcuna disponibilità di dati nella banca dati ECHA, sarà possibile utilizzare dati riportati da altre organizzazioni internazionali, validati e di riferimento (es. OSHA, ecc.) tenendo conto che qualità di questi dati risulta inferiore o differente rispetto a quelli forniti da ECHA, solo perché la metodologia di calcolo e di derivatizzazione è differente da quella Europea

4. Schema di valutazione causa/effetto delle indagini ISS-CNR-ARPAE

Il CTS a seguito di una approfondita disamina della situazione e a fronte di possibili fonti di incertezza e variabilità ha provato ad affinare le modalità di indagine secondo lo schema riportato nella seguente tabella.

<p>i) Ogni analisi al camino oppure hot spot sul territorio doveva essere collegata alla tipologia di attività produttiva della ditta Laminam;</p>	<p><i>Laminam utilizza diverse tipologie di inchiostri che hanno diversi solventi e che quindi contribuiscono in modo differente alla formazione di VOC al o ai camini. Per questo è stato deciso in collaborazione con l'azienda un calendario di analisi al camino concomitante con le diverse tipologie produttive per coprire l'intera gamma di solventi delle loro materie prime</i></p>
<p>ii) Era necessario che venissero riviste le sensibilità degli strumenti utilizzati le metodiche di campionamento per mappare completamente la composizione dell'aria di Borgotaro</p>	<p><i>L'intervento del CNR con le loro professionalità e metodi analitici validati permettono di utilizzare le migliori tecniche disponibili per uno screening di quanto emesso e per rilevare anche COV e aldeidi a concentrazione estremamente bassa.</i></p>
<p>iii) Era necessaria la raccolta di dati ambientali che potessero dare una visione della esposizione subcronica agli agenti chimici</p>	<p><i>Le analisi sul territorio debbono dare non solo un quadro puntuale sulla evoluzione degli inquinanti, ma un quadro completo di quanti persistono nell'ambiente e di quanti si trasformano in altre componenti. Le analisi di lungo periodo condotte dall'ISS consentono di valutare l'esposizione subcronica a COV e aldeidi</i></p>
<p>iv) Era necessaria l'individuazione di aree sensibili su cui effettuare prelievi hot spot da correlare al camino in zone in cui le segnalazioni da parte dei cittadini risultavano più rilevanti</p>	<p><i>Le Spiagge, come le Scuole elementari e vie specifiche di San Rocco richiedono particolare attenzione perché risultate particolarmente esposte agli eventi odorigeni, a maggiore presenza di popolazione sensibile, ed immediatamente prospicienti all'impianto</i></p>

	<i>produttivo.</i>
v) Era necessaria una lettura condivisa delle segnalazioni sanitarie raccolte dall'inizio del 2017 con la collaborazione dei MMG e PLS	<i>La riorganizzazione e l'armonizzazione delle informazioni riportate da tutti i centri sanitari del territorio, permettono di identificare univocamente ed in modo coerente le segnalazioni sanitarie che possono essere correlate conspecifiche proprietà tossicologiche delle sostanze rilevate.</i>
vi) Era necessario distinguere pazienti con sintomi ricorrenti da quelli che hanno manifestato sintomi di quello specifico tipo una volta sola	<i>In tossicologia industriale e la insorgenza di casi nuovi, non collegabili a situazioni di recidiva per malattia preesistente, è di fondamentale importanza. I riferimenti a soggetti ipersensibili, potrebbe anche invalidare un'intera attività di ricerca se non opportunamente inquadrati in un quadro eziologico specifico cronico.</i>
vii) Occorreva riorganizzare statisticamente tutte le segnalazioni via telefono e web ad AUSL e ARPAE e prevedere un miglioramento nella raccolta dei dati	<i>Era importante leggere in modo univoco le segnalazioni raccolte distinguendo segnalazioni e segnalanti e tenendo conto di data, ora e luogo della segnalazione</i>
viii) Era necessario verificare se i sintomi segnalati fossero sempre collegabili ad eventi odorigeni oppure se l'accesso a visite mediche fosse anche a prescindere dalla percezione odorigena.	<i>Non è mai stato chiaro se i sintomi fossero sempre collegati alla insorgenza di eventi odorigeni o se ci fossero stati eventi sanitari anche in assenza di odori in valle. Questa situazione risulta importante per quelle componenti chimiche che hanno un DNEL notevolmente inferiore alla soglia olfattiva.</i>

Per rispondere a tutti i quesiti sopra esposti sono state diverse le azioni del CTS tra le quali le più importanti sono state l'affidamento di analisi specifiche:

- a) Incarico all'Istituto Superiore di Sanità (ISS) per la ricerca su tutto il territorio di analiti per un periodo di esposizione equivalente di 12 mesi (valutazione dell'esposizione subcronica ad inquinanti), utilizzando radielli distinti specifici per COV e per Aldeidi
- b) Incarico al Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)- Istituto dell'Inquinamento Atmosferico per campionamenti alle emissioni convogliate e diffuse in stabilimento, ambientali hot spot nel territorio, in concomitanza con 4 diversi gruppi di produzioni rappresentativi delle principali tipologie produttive.
- c) Incarico ad ARPAE per analisi ambientali sulla ricerca di componenti inorganiche, sia attraverso radielli che attraverso sacche tipo canister.

Da tutte queste analisi deriverà un set di parametri analitici sui quali, una volta individuati i DNEL (per gli effetti acuti e di sensibilizzazione cutanea), oppure i DMEL (per effetti cronici) si riapplicheranno le operazioni indicate nel paragrafo 1, opportunamente modificate e adattate alla situazione contingente.

Il riferimento che orienta la valutazione è il valore RCR che si ritiene accettabile quando inferiore a 1. Ovvero si considererà di interesse per approfondimenti e/o misure di riduzione dell'esposizione quel valore di concentrazione dell'analita "x" nell'atmosfera che risulti superiore al proprio limite di soglia DNEL, a cui corrisponde la possibilità di un determinato evento sanitario.

Nel caso di rilevazione di sostanze ad azione di sensibilizzazione respiratoria (Sostanze con classificazione CLP H334) si applicherà una stima RCR basata su DMEL considerando che al momento questo è in effetti l'unico sintomo cronico riscontrabile nel breve periodo.

5. *Proposta di correlazione DNEL tra camino/analisi ambientali e segnalazioni.*

Nel presente paragrafo si delinea l'approccio metodologico per valutare la coerenza tra analisi alle emissioni e analisi ambientali, sia hot spot che con i campionamenti passivi ISS. Questa coerenza consente di valutare l'eventuale contributo dell'azienda Laminam alla qualità dell'aria a Borgotaro.

Per questo vanno fissati alcuni assiomi che, sebbene solidi, devono essere comunque esplicitati:

- a) Ogni emissione al camino subisce inesorabilmente una diluizione specifica a contatto con l'atmosfera
- b) La deposizione, secca o umida, consente una ulteriore diluizione o trasformazione di buona parte degli analiti emessi in atmosfera.
- c) Le specificità di alcune molecole emesse dal camino possono individuare univocamente la fonte di emissione

Posta questa premessa, si richiamano le tre tipologie di analisi, condotte in parallelo da CNR, ISS, ARPAE che rilevano Aldeidi, COV (idrocarburi ossigenati e non) e componenti inorganiche:

- i) Analisi al camino Laminam
- ii) Analisi in aria ambiente (hot spot) in tre punti rilevanti con eccessi di segnalazioni e/o popolazione sensibile
- iii) Analisi in qualità dell'aria in 15 punti distribuiti nel territorio (solo 10 per la componente inorganica).

La tabella indicata sotto riassume le possibili situazioni in cui possiamo trovarci.

<u>Camino</u>	<u>Ambientali</u> <u>[mg/Nmc]</u>	<u>Ambientali</u> <u>[mg/7die]</u>	<u>Giudizio di sintesi</u>
RCR<1	RCR<1	RCR<1	I disagi registrati non sono imputabili alla specifica emissione Laminam, ma occorrono ulteriori approfondimenti per capire i disturbi segnalati dai cittadini
RCR<1	RCR<1	RCR>1	I disagi registrati possono non essere imputabili alla specifica emissione Laminam ma si evidenzia la presenza di sostanze nei radielli che giustifica ulteriori indagini per individuarne origine e eventuale correlazione con i disturbi segnalati

RCR<1	RCR>1	RCR>1	I disagi registrati possono non essere imputabili alla specifica emissione Laminam, ma si evidenzia la presenza di sostanze sia negli hot-spot che nei radielli che giustifica ulteriori indagini per individuarne origine e eventuale correlazione con i disturbi segnalati
RCR>1	RCR>1	RCR>1	Probabile identificazione dell'emissione Laminam all'origine delle segnalazioni. Si procede a valutare se il livello di esposizione è tale da sollevare preoccupazioni di ordine sanitario (approccio MoE) e l'eventuale riapertura di ulteriori procedure.
RCR>1	RCR<1	RCR<1	Necessari approfondimenti conoscitivi, soprattutto in relazione alla degradazione dei prodotti in uscita dal camino Laminam
RCR>1	RCR<1	RCR>1	Non è possibile escludere l'emissione Laminam come origine delle segnalazioni, ma bisogna verificare anche altre possibili fonti. Si procede a valutare se il livello di esposizione è tale da sollevare preoccupazioni di ordine sanitario (approccio MoE) e conseguentemente adottare misure di riduzione a carico delle fonti individuate come responsabili

Sulla base di queste casistiche, si ritiene quindi di poter rappresentare le possibili situazioni e le relative opportune azioni specifiche.

6. *Identificazione dei parametri per il calcolo dell'RCR-differenziazione delle esposizioni ad agenti chimici.*

L'analisi di rischio descritta nei paragrafi precedenti è sempre funzione o dei DNEL o dei DMEL. Nella letteratura di riferimento ve ne sono diverse tipologie disponibili. In questo paragrafo saranno analizzate quali e come potranno essere usate al nostro scopo.

I DNEL possono essere derivati per i **lavoratori** e per la **popolazione in generale**. Con il termine popolazione in generale si includono i consumatori e tutti i soggetti, anche se in alcuni casi possono essere disponibili dati differenziati tra gli adulti ed i bambini. Questo in particolare è necessario quando l'esposizione avviene solo attraverso il contatto con giocattoli. Le vie di esposizione considerate sono l'**ingestione** (oralexposure), l'**inalazione**, la via **cutanea**. In ciascuno di questi casi, l'esposizione avviene nell'ambiente in cui una persona normalmente vive e soggiorna. Non è però necessario trovare o derivare i DNEL per ciascuna via di esposizione, ma si preferisce utilizzare solo quella più rilevante.

Un altro parametro da considerare è la **durata dell'esposizione**, che può variare da un singolo evento ad una esposizione per diversi giorni/settimane/mesi all'anno, oppure può essere una esposizione continua, come ad esempio per l'esposizione umana attraverso l'ambiente. Considerato che la durata dell'esposizione ha spesso un impatto sugli effetti che possono scaturire, si distinguono due tipi specifici di DNEL che troveremo in letteratura:

DNEL_{LUNGO TERMINE}

DNEL_{ACUTO}

Il DNEL_{LUNGO TERMINE} (DNEL_{LONG TERM}) riguarda gli effetti che possono derivare da una esposizione ripetuta. Gli studi di tossicità che possono dare informazioni su questi possibili effetti a "lungo termine" di una sostanza, sono ad esempio gli studi di tossicità su dose ripetuta, gli studi di tossicità riproduttiva e quelli di cancerogenicità. Per "lungo termine" si considerano quindi solitamente gli studi subcronici (90 giorni), o cronici (1,5 -2 anni). Considerato che spesso il NOAEL, dato da cui si deriva il DNEL, decresce con l'incremento della esposizione, in generale il DNEL_{LUNGO TERMINE} sarà più basso rispetto a quello derivato

per gli altri tipi di esposizione. **Viene quindi stabilito che per la maggior parte delle sostanze e delle situazioni ambientali il DNEL_{LUNGO TERMINE} è il più indicato per il controllo del rischio di esposizione.**

Vi è da notare poi che i risultati di esposizione ripetuta vengono espressi come una “dose giornaliera” (*actualdaily dose*), e questo considerando che, mentre per i lavoratori si considera una esposizione di 8 ore al giorno, per la popolazione in generale l’esposizione può essere benissimo tra 1 e 24 ore al giorno. Per questo la “dose giornaliera” cui i DNEL si riferiscono, è **indipendente** dalla frequenza di esposizione. Questo significa che se per una determinata situazione ambientale, il lavoratore o il consumatore è nello specifico esposto per un determinato numero di giorni all’anno, il valore di esposizione è la dose effettiva nei giorni di esposizione e non la dose media giornaliera (e quindi divisa!) per tutto l’anno.

Il DNEL_{ACUTO} (DNEL_{ACUTE}) riguarda effetti che avvengono dopo una singola esposizione della durata che può variare da pochi minuti fino a 24 ore, ma su questa definizione esistono ancora molti dubbi interpretativi. A causa di ciò questo parametro viene solo utilizzato per quelle situazioni di effetti derivanti da un picco di esposizione perché ad esempio, questi picchi possono essere superiori alla media dell’esposizione giornaliera. Questa tipologia di DNEL viene solo derivata per l’inalazione e quando ci troviamo in un caso isolato di esposizione. Gli effetti acuti, infatti si manifestano immediatamente, ma vene possono essere alcuni anche in tempi successivi alla inalazione. In sintesi, **il DNEL acuto viene di norma utilizzato solo per effetti inalatori e per periodi di esposizioni non maggiori di 15 minuti.**

Un altro parametro da considerare per la scelta del DNEL è la tipologia di effetti a seguito di esposizione, che si distinguono in sistemici e locali:

- Un **effetto locale** è un effetto che viene osservato nella zona in cui avviene il primo contatto con il chemical (“*Tocco la fiamma calda e mi brucio la mano*”)
- Un **effetto sistemico** viene definito se osservato normalmente distante dalla zona di primo contatto (“*respiro un solvente e mi viene il mal di stomaco*”)

I DNEL per gli effetti sistemici possono essere basati su tutti i tipi di studi, a meno che non vi sia un DNEL per effetto locale così basso da prevenire qualsiasi altra esposizione sistemica. Anche in questo caso il DNEL a valore minore condiziona l’utilizzo del riferimento.

Esistono poi i riferimenti, ed in particolare quando il DNEL viene indicato in dose giornaliera per kg di peso corporeo. Solitamente per la Popolazione in generale si fa riferimento ad un peso di 60 kg.

Riassumendo, tutti i DNEL disponibili, che possono utilizzati come riferimento nel calcolo dell’RCR sono quelli schematizzati nella figura sotto:

Modello d’esposizione	Lavoratore	Popolazione in generale
Acuto - inalazione, effetti sistemici	X	X
Acuto - cutaneo, effetti locali	X	X
Acuto - inalazione, effetti locali	X	X
Lungo termine – cutaneo, effetti sistemici	X	X
Lungo termine – inalazione, effetti sistemici	X	X
Lungo termine – orale, effetti sistemici	Non pertinente	X
Lungo termine – cutaneo, effetti locali	X	X
Lungo termine – inalazione, effetti locali	X	X

Limitando i ragionamenti di cui sopra alla popolazione generale, i DNEL a cui fare riferimento sono illustrati nelle seguenti tabelle, rispettivamente per effetti locali e per effetti sistemici

DNEL (<i>local effects</i>)	Durata e via di esposizione corrispondenti allo specifico DNEL
Popolazione in generale-DNEL inalazione acuta	Esposizione inalatoria occasionale (minuti/ore) della popolazione in generale (consumatori/uomo)
Popolazione in generale-DNEL dermica acuta	Esposizione cutanea occasionale (mg/kg peso corporeo) della popolazione in generale
Popolazione in generale-DNEL dermica lungo termine	Esposizione a conseguenti diversi picchi di esposizione
Popolazione in generale-DNEL inalazione lungo termine	Esposizione a conseguenti diversi picchi di esposizione

DNEL (<i>systemic long term effects</i>)	Durata e via di esposizione corrispondenti allo specifico DNEL
Popolazione generale-DNEL lungo termine orale	Esposizione ripetuta orale (consumatori o uomo attraverso l'ambiente, espressa in mg/kg/giorno)
Popolazione generale-DNEL lungo termine cutanea	Esposizione ripetuta cutanea (consumatori o uomo generalmente modellata come una esposizione giornaliera in mg di sostanza/cm ² di pelle)
Popolazione generale-DNEL lungo termine inalatoria	Esposizione ripetuta per inalazione (questa esposizione viene generalmente modellata come la concentrazione giornaliera in mg di sostanza per m ³ di aria)

Sulla base di quanto sopra argomentato si presentano i DNEL che vengono ritenuti applicabili al calcolo degli RCR nel contesto specifico del presente studio, sulla base delle determinazioni analitiche derivanti dalle indagini CNR, ISS e ARPAE (in riferimento alla tabella del precedente paragrafo 5).

Campagna di misura	DNEL di riferimento
Emissioniconvogliate	DNEL ACUTO –EFFETTI LOCALI
Aria Ambiente Hot spot	DNEL LUNGO TERMINE –EFFETTI LOCALI
Qualità aria (radielli)	DNEL LUNGO TERMINE –EFFETTI SISTEMICI

L'applicazione di un confronto con dati DNEL per emissioni convogliate a camino ha un valore puramente speculativo dal momento che non si tratta di una situazione possibile nella realtà (nessun individuo staziona sul camino di un impianto industriale), ma il CTS ha concordato di paragonare ogni misura al corrispondente DNEL unicamente per tracciare l'eventuale quadro di coerenza tra emissioni e aria ambiente. In questa logica, al camino si applicano i valori DNEL per effetti acuti locali. Nel caso delle analisi in aria ambiente si distingue tra i dati Hot spot che corrispondono a esposizioni brevi (i campionamenti durano qualche ora) e i dati dei radielli che mediano una esposizione di 7 giorni.

Valutando le sintomatologie registrate dai medici durante le visite, sarà possibile selezionare in funzione della tipologia di sintomo (es. irritazione cutanea, irritazione oculare, sensibilizzazione respiratoria ecc.) il DNEL specifico.

Bibliografia:

- ECHA, 2017, Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessments – Chapter R 7.A – Endpoint specific guidance , Version 6.0- July 2017
- ECHA, 2017, Guidance on the application of the CLP Criteria, Version 5.0- July 2017
- ECHA, 2012, Guidance on information requirements and chemical safety assessment- Chapter R8: Characterisation of dose-response for human health, Version 2.1, November 2012
- ISPRA-INAIL, 2017, Manuale per la valutazione di esposizione ad agenti chimici pericolosi e ad agenti cancerogeni e mutageni, Terza revisione, Delibera del Consiglio SNPA del 01.08.2017, Doc. n.18/17, Manuali e linee guida ISPRA 164/2017
- US Pharmacopeial Convention, Monography on residual solvents, USP 40, Chemical tests, Residual solvents, 2017
- APAT, manuali e linee guida 19/2003, Metodi di misura delle emissioni olfattive, Roma 2003
- EU Commission- Direzione Generale per la salute per i consumatori-Comitato scientifico sui rischi ambientali e sulla salute umana- Parere sulla tossicità e la valutazione delle sostanze chimiche- Bruxelles 14 Dicembre 2011
- ECHA, UK HSE, RIP 3.2 (Reach Implementation Project 3.2), Technical Guideline, “Genotoxic Carcinogens and Reach, DNEL and DMEL”, Helsinki, August 2006.
-

Allegato 9

A cura di:

Rosanna Giordano, Elisa Mariani, Luca Grilli – Dipartimento Sanità pubblica Ausl di Parma; Mauro Bernardi – Otorinolaringoiatra Libero Professionista; Paola Angelini, Serena Broccoli – Servizio Prevenzione collettiva e Sanità pubblica della Regione Emilia-Romagna

Descrizione visite sanitarie effettuate da febbraio 2017 a dicembre 2018

Materiali e metodi

Dall’inizio del 2017 i Medici di Borgotaro hanno cominciato a ricevere numerose segnalazioni di disturbi olfattivi e/o sanitari da parte dei loro assistiti, sia attraverso accessi ambulatoriali ma anche via telefono. Da questa raccolta di segnalazioni ai fini del presente lavoro sono state estrapolate unicamente quelle riferite ad accessi a visita ambulatoriale. Si ritiene che l’anamnesi in visita sia un fonte informativa migliore per la comprensione del fenomeno che si vuole analizzare.

Nell’ambito delle attività del CTS, gli operatori del Dipartimento di Sanità pubblica di Parma, con la collaborazione del dott. Bernardi, hanno costruito un data set a partire dalle schede anamnestiche relative a visite effettuate, da febbraio 2017 a dicembre 2018, dai medici (MMG e PLS) della Medicina di gruppo di Borgotaro, dal pediatra di comunità presso la scuola Manara nel periodo Marzo-Aprile 2017, dai medici del Pronto soccorso dell’Ospedale di Borgotaro e da un medico Otorinolaringoiatra libero professionista.

Questa attività si è resa necessaria poiché i disagi percepiti e riportati dalla popolazione fuoriescono dall’alveo delle patologie tradizionalmente indagate in modo sistematico dai servizi di epidemiologia. Difatti, sebbene la Regione mantenga e conservi un’ampia documentazione inerente all’incidenza di patologie tracciabili attraverso strumenti quali il consumo di farmaci, l’accesso ai servizi di Pronto Soccorso, le Schede di Dimissione Ospedaliera ed i registri di patologia specifici, i quadri di sintomatologie aspecifiche riportati dagli assistiti di Borgotaro non possono essere direttamente paragonati ad alcun flusso corrente di dati.

Nonostante le prime sporadiche segnalazioni odorigene siano state segnalate ad Arpa e a dicembre 2016, è nel febbraio 2017 che gli MMG e i PLS del paese di Borgotaro hanno iniziato a ricevere cittadini che accusavano disturbi irritativi riconducibili a problematiche odorigene/ambientali. A partire dal mese di Maggio 2017, il Distretto sanitario Ceno - Alta Val Taro ha strutturato un protocollo di collaborazione con i professionisti della Medicina di gruppo di Borgotaro, i quali si sono impegnati a riferire con cadenza mensile all’AUSL le visite effettuate utilizzando una scheda di rilevazione dati omogenea (vedi Fig. 1). Le schede di rilevazione derivanti dai singoli medici sono state successivamente organizzate dall’AUSL in una unica tabella riassuntiva.

Figura 1: Scheda di raccolta delle visite e segnalazioni agli MMG e PLS

DR _____ PERIODO DAL / / AL / /								
N°	segnalazione telefonica	accesso diretto	iniziali nome e cognome	data di nascita	MANIFESTAZIONE DEI SINTOMI		ANAMNESI	ESAME OBIETTIVO
					LUOGO	DATA E ORA		
1								

Questo set di dati è stato integrato con quelli registrati nei referti che gli MMG e PLS hanno iniziato a raccogliere in modo indipendente prima dell'attivazione del protocollo di collaborazione con il Distretto sanitario.

Altri dati inseriti nel data set sono quelli relativi a visite effettuate al Pronto Soccorso e quelli rilevati dallo Specialista Otorinolaringoiatra in visite effettuate presso il proprio ambulatorio; nel data set sono state inserite anche le visite effettuate dal referente distrettuale della Pediatria di comunità durante uno specifico intervento presso la Scuola Manara organizzato per valutare la natura dei disturbi accusati dagli studenti e insorti durante l'orario scolastico. Il pediatra è stato presente presso l'Istituto per 8 giorni (dal 27 marzo al 7 aprile 2017) e ha visitato 34 bambini, prevalentemente alunni delle classi I e II della scuola secondaria di primo grado.

In tabella 1 viene riportato il numero di visite registrato per tipologia di intervento sanitario/operatore medico.

Tabella 1: numero totale visite suddivise per operatore medico

Operatore medico che ha effettuato la visita		Numero
MMG e PLS	Prima dell'attivazione del protocollo	51
	Dopo l'attivazione del protocollo (da Maggio 2017)	230
Operatore Pronto Soccorso		58
Pediatria di Comunità presso scuola Manara (Marzo-Aprile 2017)		37
Medico Otorinolaringoiatra libero professionista		10
<i>Totale</i>		386

I dati disponibili e organizzati nel data set provengono, quindi, da interventi non omogenei e, con l'eccezione delle schede mensili fornite da MMG e PLS, non pienamente confrontabili. Si valuta comunque opportuno riassumere tutte le informazioni disponibili, pur con i limiti sopra indicati, per organizzare una relazione descrittiva il più completa possibile.

Caratteristica dei dati.

Il data set raccoglie, in modo anonimo, i dati dei singoli pazienti; in particolare sono state prese in considerazione le seguenti informazioni:

- identificativo numerico per ogni soggetto (la codifica di tale identificativo è detenuta esclusivamente dall'AUSL nel rispetto della normativa sulla privacy)
- sesso
- età al momento della visita
- data visita
- anamnesi del medico riportata nella suddetta tabella di registrazione o nel referto

Gli operatori del Dipartimento di Sanità pubblica di Parma, con la collaborazione del dott. Bernardi, hanno provveduto a ricavare dalle descrizioni anamnestiche i singoli sintomi riportati. Dal momento che i sintomi sono stati riferiti utilizzando termini diversi, risultando così molto numerosi, li si è raggruppati per tipologie simili e/o correlate (es. rossore, bruciore, prurito) e per organo interessato. Questo lavoro è stato necessario per consentire la lettura dei dati raccolti e la loro elaborazione. Di seguito è riportata una tabella (Tab. 2) che descrive in dettaglio tale raggruppamento; per quanto riguarda gli ultimi quattro sintomi, visto il numero irrilevante delle manifestazioni, la loro scarsa correlazione con problematiche ambiente-correlate e, data la presenza nella stessa visita di altri sintomi più rilevanti, non sono state inserite nell'elaborazione.

Tabella 2: Suddivisione e raggruppamento dei sintomi presenti nelle anamnesi riportate dai medici

Congiuntivite arrossamento occhi	Sintomatologia oculare
Bruciore irritazione prurito occhi	
Secchezza Occhi	
Lacrimazione	
Flogosi mucosa nasale	Sintomatologia nasale
Rinite, rinorrea, sinusite	
Bruciore prurito naso	
Rinite crostosa emorragica	Rinite crostosa emorragica
Rinorragia	Rinorragia
Difficoltà a respirare	Dispnea
Dispnea e soffocamento	
Bronchite asmatica	
Tosse stizzosa e secca	Tosse stizzosa e secca
Nausea e vomito	Nausea e vomito
Pirosi gastrica e epigastralgia	Pirosi gastrica e epigastralgia
Capogiri e confusione	Sintomi neurologici
Sincope senso di svenimento	
Mal di testa, cefalea	
Ansia e panico	Ansia e panico
Disfagia	Disfagia
Ingombro in gola difficoltà alla deglutizione	
Faringite	Sintomi faringei
Faringodinia	
Gola secca	
Faringe iperemica	

Bruciore- irritazione gola	
Bruciore – flogosi vie aeree	
Disfonia	
Arrossamento bocca	Stomatite-glossite
Bruciore lingua-bocca	
Sabbia-ferro-amaro in bocca	
Secchezza fauci	
Prurito orofaringeo	
Mucosite orofaringea	
Bruciore- irritazione volto	Manifestazioni dermatologiche volto
Arrossamento volto	
Eritema volto	
Dermatite irritativa volto	
Prurito volto	
Dermatite periorbitale	
Bruciore zona periorbitale	
Dermatite periorale	
Dermatite orticarioide	Manifestazione dermatologica altre parti del corpo
Eritema	
Eruzione e prurito cutaneo a tronco gambe e braccia	
Astenia	Non utilizzati
Bruciore polmonare	
Dolori muscolari	
Tachicardia	

Le analisi dei dati sono state condotte dagli operatori che hanno costruito il data set e con la collaborazione di Angelini e Ubaldi, componenti del CTS, e di Serena Broccoli del Servizio di Epidemiologia della Ausl di Reggio Emilia.

Si è prevista una ripartizione della popolazione in diverse fasce di età. Un primo confronto è stato fatto distinguendo bambini (≤ 14 anni) e adulti (≥ 15) e un secondo invece ha tenuto conto di 6 classi di età:

<6 anni, 6 -10 anni, 11 -14 anni, 15 -19 anni, 20 - 64 anni e ≥ 65 anni

La popolazione di riferimento è stata acquisita attraverso il sito ISTAT riferita all'1 gennaio 2018.

Sono stati calcolati:

- Numero delle visite e percentuale sul totale delle visite distinguendo per classi di età e per periodo
- Il numero di prime visite e la loro incidenza per periodo suddivise per classi di età

Sono state effettuate analisi di frequenza dei sintomi descritti e anche della loro combinazione due a due.

Risultati

1. Analisi della frequenza del fenomeno "visite"

Da Febbraio 2017 a Dicembre 2018 sono state effettuate in totale 386 visite riferite a 231 pazienti, come illustrato nella seguente tabella (Tab. 3) che riporta il numero dei soggetti che hanno fatto almeno un accesso a vista medica, distinto fra adulti e bambini, con relativa indicazione del genere e della percentuale rispetto alla popolazione di riferimento.

Tabella 3: Numero pazienti e numero visite distinti tra bambini (< 15 anni) e adulti

	Popolazione	Numero soggetti	% maschi	Numero soggetti/popolazione*100	Numero visite
Bambini	832	60	60,0%	7,21%	99
Adulti	6070	171	46,8%	2,82%	287
Totale	6902	231		3,35%	386

Questa analisi di frequenza del numero visite risente particolarmente della disomogeneità, in termini di facilità di accesso, degli interventi sanitari analizzati. In particolare, dei 60 bambini visitati in totale, 24 sono stati visti esclusivamente durante lo specifico approfondimento condotto dal Pediatra di comunità presso la scuola Manara negli 8 giorni di marzo e aprile 2017 e riguarda solo bambini dai 10 ai 14 anni. Escludendo questi soggetti, per i quali l'accesso al medico era particolarmente facilitato, il numero dei bambini totale scende a 36, corrispondente al 4,3% della popolazione di riferimento e in questo secondo scenario la proporzione di maschi è 58%"

Considerando una distinzione in più classi di età, invece della dicotomica divisione in bambini e adulti, si coglie (vedi Tab. 4) che il fenomeno riguarda prevalentemente gli adulti in età lavorativa e i bambini dai 6 ai 14 anni.

Tabella 4: Suddivisione per classi di età

Classi di età	Popolazione*	Numero di pazienti	Numero pazienti/popolazione*100	Numero di visite	Numero medio di visite per soggetto
<6	263	3	1,14	3	1,0
6-10	318	21	6,60	36	1,7
11-14	251	34	13,55	57	1,7
15-19	293	4	1,37	4	1,0
20-64	3785	113	2,99	206	1,8
>=65	1997	38	1,90	60	1,6
Età non precisata ma si tratta di adulti (verifica su MMG)		18		20	1,1
Totale	6907	231	3,34	386	1,7

La successiva tabella 5 disamina il numero di visite effettuate da ciascun soggetto. Il numero totale di visite per soggetto varia da 1 a 15. Il 71% dei soggetti; cioè 163 persone, ha richiesto una sola visita, il 14,7% (34 persone) ne ha richieste due. Ci sono anche 3 persone (tutti adulti) che hanno effettuato da 9 a 15 visite¹.

Se si considera l'età si vede che nei bambini la frequenza percentuale di chi effettua più di una visita è più elevata rispetto agli adulti.

Tabella 5: Numero e percentuale di soggetti (totale, adulti e bambini) suddivisi per numero di visite effettuate

Numero di visite per soggetto		Adulti	Bambini	Totale
N.ro soggetti che hanno fatto una visita	N	124	39	163
	%	72,51%	65,00%	70,56%
N.ro soggetti che hanno fatto 2 visite	N	24	10	34
	%	14,04%	16,67%	14,72%
N.ro soggetti che hanno fatto 3 visite	N	6	7	13
	%	3,51%	11,67%	5,63%
N.ro soggetti che hanno fatto 4 visite	N	9	2	11
	%	5,26%	3,33%	4,76%
N.ro soggetti che hanno fatto 5 visite	N	3	1	4
	%	1,75%	1,67%	1,73%
N.ro soggetti che hanno fatto 6 visite	N	2	1	3
	%	1,17%	1,67%	1,3%
N.ro soggetti che hanno fatto 9 visite	N	1	0	1
	%	0,58%	0	0,43%
N.ro soggetti che hanno fatto 10 visite	N	1	0	1
	%	0,58%	0	0,43%
N.ro soggetti che hanno fatto 15 visite	N	1	0	1
	%	0,58%	0	0,43%
Totale	N	171	60	231

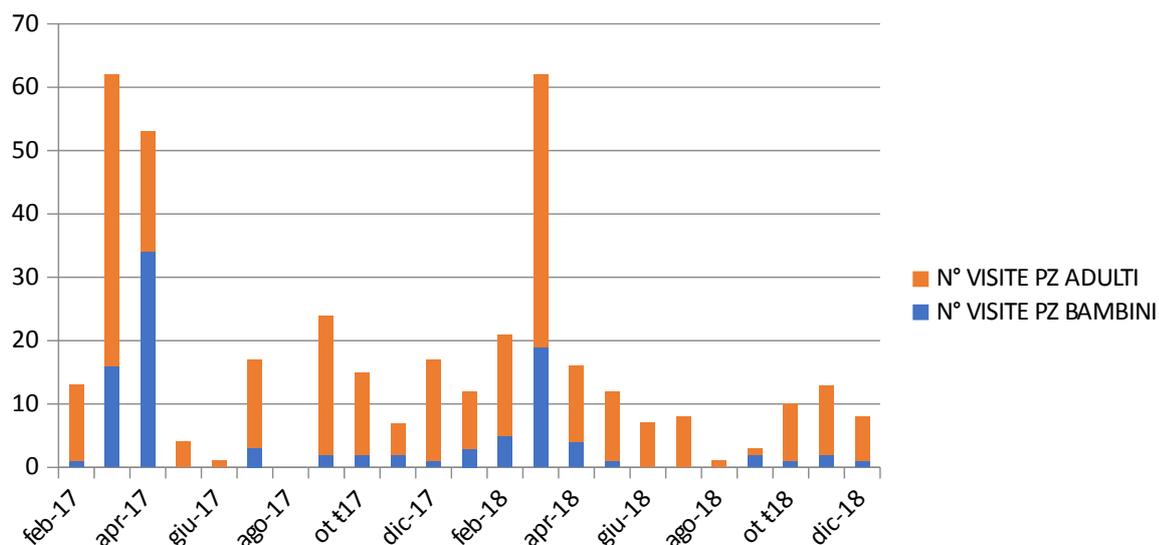
Dall'analisi della distribuzione temporale delle visite si possono ricavare informazioni utili a individuare una eventuale relazione fra il fenomeno osservato (numero di visite) e l'andamento stagionale. Si riporta di seguito un grafico illustrante il numero delle visite per mese distinguendo quelle relative a soggetti in età pediatrica da quelle effettuate dagli adulti.

¹ Il pz che ha fatto 9 visite è quello con ID 21 e ha fatto 1 visita ad aprile 2017, 1 a dicembre 2017, 1 a febbraio 2018, 5 a marzo 2018 e 1 a maggio 2018.

Il pz che ha fatto 10 visite è quello con id 99 e ha fatto 2 visite a settembre 2017, 1 a ottobre 2017, 1 a dicembre 2017, 1 a febbraio 2018, 1 a marzo 2018, 1 a ottobre 2018, 1 a novembre 2018 e 2 a dicembre 2018.

Il pz che ha fatto 15 visite è il pz 124 e ha fatto 1 visita a ottobre 2017, 1 a novembre 2017, 1 a dicembre 2017, 1 a gennaio 2018, 3 a febbraio 2018, 1 a marzo 2018, 1 ad aprile 2018, 2 a maggio 2018 1 a giugno 2018, 1 a ottobre 2018 e 2 a novembre 2018.

Grafico 1: Distribuzione del numero di visite per mese; in arancione i soggetti adulti e in azzurro i bambini



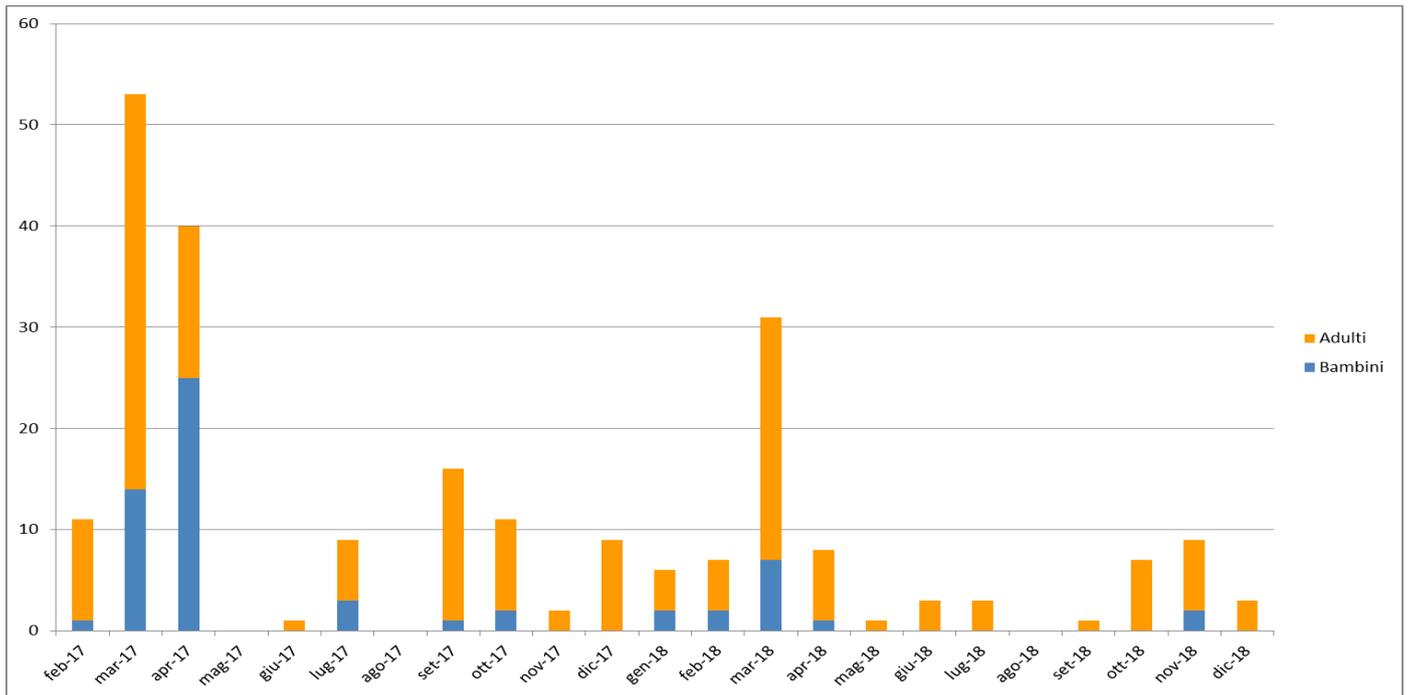
Dal grafico 1 sembra cogliersi un effetto stagionale molto evidente nei due picchi primaverili relativi a marzo 2017 e 2018. Si propone quindi un'analisi della frequenza delle visite, raggruppate per trimestre, per effettuare un confronto depurato per quanto possibile da un effetto legato alle condizioni meteo-climatiche e/o all'andamento stagionale dei pollini. Dalla successiva tabella (vedi Tab. 6) si vede come sul totale delle visite ci sia una sostanziale equivalenza fra trimestri ad eccezione della riduzione riscontrata nel periodo settembre-dicembre 2018 a confronto con l'equivalente periodo del 2017. Il confronto fra febbraio-dicembre 2017 e 2018 risente, come già discusso dell'intervento effettuato presso la Scuola Manara dal Pediatra di comunità in cui l'indicatore "numero visite" non è perfettamente confrontabile con gli altri sistemi di accesso. Se non si considerano queste 34 visite i due periodi sono equivalenti con 94 visite nella primavera 2017 e 99 nel 2018.

Tabella 6: Numero delle visite e percentuale sul totale delle stesse, distinti in totale, adulti e bambini in relazione ai diversi periodi indicati

periodo	Numero visite		
	Totale	Adulti	Bambini
feb-apr 17	128	77	51
mag-ago 17	22	19	3
sett-dic 17	63	56	7
gennaio 18	12	9	3
feb-apr 18	99	71	28
mag-ago 18	28	27	1
sett-dic 18	34	28	6
Totale	386	287	99

Dopo aver disaminato la frequenza delle visite considerate complessivamente ci si focalizza sull'analisi dell'andamento temporale con cui è avvenuto il primo accesso a visita medica (vedi Grafico 2). Analizzando questo dato si possono ricavare informazioni sull'evoluzione temporale dei disturbi avvertiti nella comunità.

Grafico 2: Distribuzione della prima visita per mese; in arancione i soggetti adulti e in azzurro i bambini



Nella successiva tabella 7 si vede come, anche a parità di periodo stagionale, questo indicatore sembra in riduzione

Tabella 7: Incidenza delle prime visite distinta nel totale, negli adulti e nei bambini in relazione ai diversi periodi indicati

periodo	numero prime visite								
	Totale	% prima visita	incidenza*1000	Adulti	% prima visita	incidenza*1000	Bambini	% prima visita	incidenza*1000
feb-apr 17	104	45,0	15,1	64	37,4	10,5	40	66,7	48,1
mag-ago 17	10	4,3	1,4	7	4,1	1,2	3	5,0	3,6
sett-dic 17	38	16,5	5,5	35	20,5	5,8	3	5,0	3,6
gennaio 18	6	2,6	0,9	4	2,3	0,7	2	3,3	2,4
feb-apr 18	46	19,9	6,7	36	21,1	5,9	10	16,7	12,0
mag-ago 18	7	3,0	1,0	7	4,1	1,2	0	0,0	0,0
sett-dic 18	20	8,7	2,9	18	10,5	3,0	2	3,3	2,4
Totale	231	100,0	33,4	171	100,0	28,1	60	100,0	72,1

3. Analisi della frequenza dei sintomi

Dopo aver esaminato l'indicatore numero visite si procede a una analisi della frequenza con cui si manifestano i sintomi. In questo caso si considerano sempre tutte le visite perché non è necessario distinguere le modalità di accesso alla prestazione sanitaria, ma tutti i dati raccolti sono utili a comporre il quadro delle manifestazioni di disturbo avvertite dalle persone.

La frequenza di ogni sintomo è riportata in dettaglio nella tabella 8. I due sintomi più frequenti sono quelli a carico degli occhi e della faringe: 158 persone riferiscono per 242 volte di aver avvertito sintomi oculari, mentre 120 soggetti segnalano sintomi faringei per 178 volte. E' evidente quindi che alcune persone hanno presentato più volte la stessa sintomatologia.

Tabella 8: Frequenza dei sintomi riportati per almeno 10 volte elencati in ordine decrescente. % visite in cui il sintomo è stato registrato sul totale, numero assoluto di visite in cui il sintomo è stato registrato e numero dei soggetti che lo hanno rilevato

	% visite	N.ro visite	N.ro soggetti
sintomatologia oculare	63%	242	158
sintomi faringei	46%	178	120
sintomi neurologici (cefalea)	23%	87	60
sintomatologia nasale	18%	70	59
rinite crostosa emorragica	4%	16	11
rinorragia	5%	21	16
manifestazioni dermatologiche volto	16%	61	43
nausea - vomito	11%	42	37
Stomatite - glossite	11%	44	40
dispnea	6%	22	19
tosse stizzosa - secca	4%	17	14
manifestazione dermatologiche altre parti del corpo	6%	25	19
Totale		386	231

Tabella 8a: Frequenza dei sintomi elencati in ordine decrescente, distinti tra Adulti e Bambini (<= 14 anni). % visite in cui il sintomo è stato registrato sul totale, numero assoluto di visite in cui il sintomo è stato registrato e numero dei soggetti che lo hanno rilevato

Sintomo	Adulti			Sintomo	Bambini		
	% visite	N. ro Visite	N.ro soggetti		% visite	N. ro Visite	N.ro soggetti
sintomatologia oculare	59%	170	110	sintomatologia oculare	73%	72	48
sintomi faringei	56%	160	107	sintomi neurologici (cefalea)	27%	27	18
disfagia	1%	2	2	ansia panico	0%	0	0
sintomatologia nasale	20%	57	48	sintomi faringei	18%	18	13
rinite crostosa emorragica	5%	15	10	disfagia	1%	1	1
rinorragia	6%	17	12	manifestazioni dermatologiche volto	20%	20	16
manifestazioni dermatologiche volto	14%	41	27	sintomatologia nasale	13%	13	11
dispnea	7%	20	18	rinite crostosa emorragica	1%	1	1
tosse stizzosa - secca	6%	17	14	rinorragia	4%	4	4
sintomi neurologici (cefalea)	21%	60	42	manifestazione dermatologiche altre parti del corpo	16%	16	8
ansia panico	1%	3	3	nausea - vomito	11%	11	10
Stomatite - glossite	15%	42	38	pirosi gastrica - epigastralgia	0%	0	0
nausea - vomito	11%	31	27	dispnea	2%	2	1
pirosi gastrica - epigastralgia	2%	6	5	tosse stizzosa - secca	0%	0	0
manifestazione dermatologiche altre parti del corpo	3%	9	11	Stomatite - glossite	2%	2	2
Totale		287	171	Totale		99	60

Si presenta ora un'analisi della distribuzione temporale dei sintomi riferiti, distinguendo tra adulti e bambini e considerando solo i 5 sintomi più frequenti

Il grafico 3.a mostra, nei soggetti in età pediatrica, l'andamento temporale delle visite e il 3.b quello della percentuale di visite in cui sono stati registrati i cinque sintomi più frequenti. Nei grafici 4.a e 4.b è riportata la medesima informazione ma per gli adulti.

Grafico 3.a: Distribuzione temporale del numero di visite nei bambini (>= 14 anni)

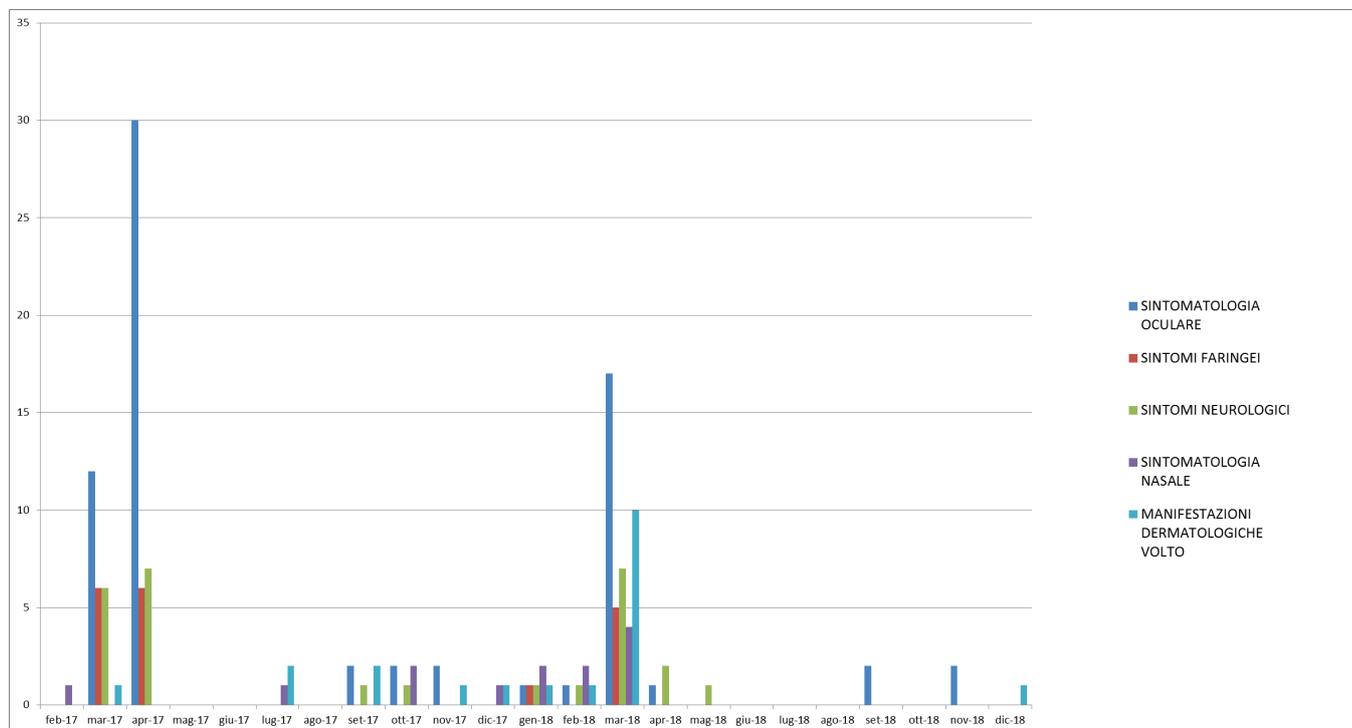


Grafico 3.b: Andamento nel tempo della percentuale di visite nei bambini (>= 14 anni) in cui è stato registrato uno dei sintomi riconducibili ai 5 raggruppamenti più frequenti

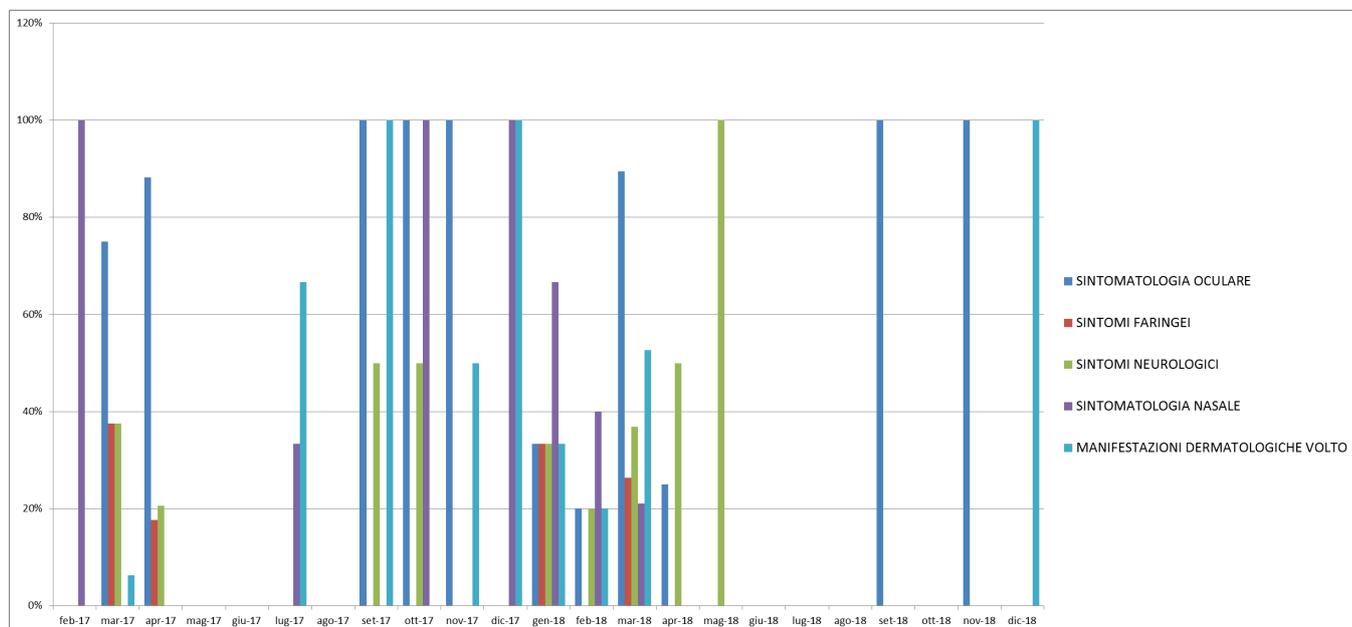


Grafico 4.a: Distribuzione temporale del numero di visite negli adulti

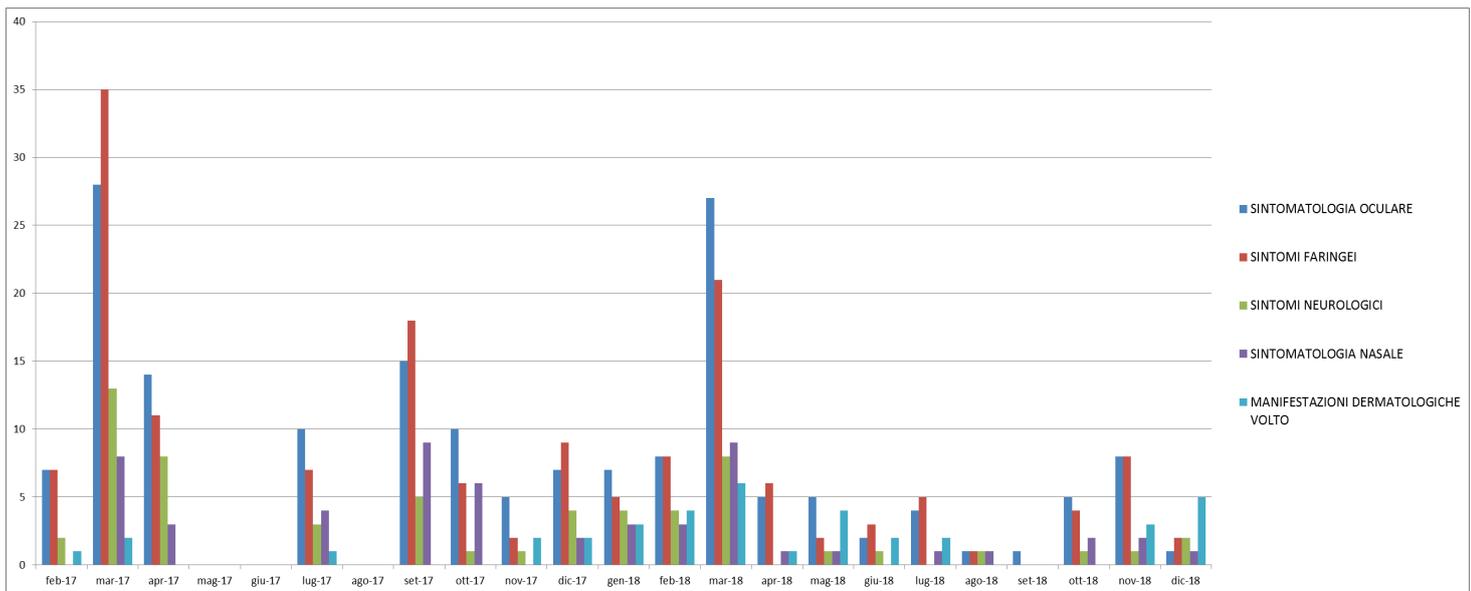
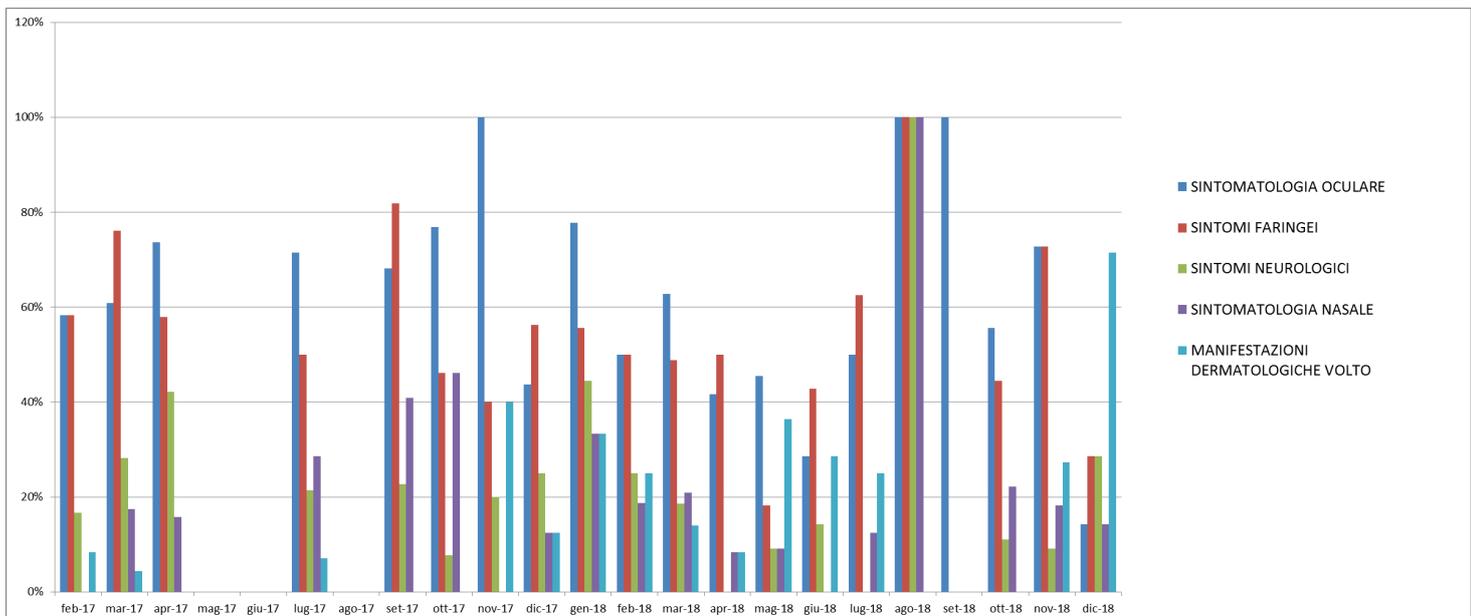


Grafico 4.b: Andamento nel tempo della percentuale di visite negli adulti in cui è stato registrato uno dei sintomi riconducibili ai 5 raggruppamenti più frequenti



Molto spesso le persone riportano più di un sintomo e in tabella 9 viene calcolata la frequenza, sul totale delle visite, con cui si registrano da 1 a 6 sintomi contemporaneamente.

Distinguendo tra adulti e bambini si rileva che nei soggetti in età pediatrica il numero massimo di sintomi riferiti in una visita è pari a 4 e che nel 46% dei casi i bambini riferiscono un solo sintomo. Negli adulti invece la combinazione più frequente è quella in cui si segnalano 2 sintomi, casistica che riguarda il 37% delle visite degli adulti.

Tabella 9: Frequenza del numero di sintomi riportati/rilevati contemporaneamente

num_combin							
	n	missing	distinct	Info	Mean	Gmd	
	386	0	7	0.917	2.163	1.154	
Value	0	1	2	3	4	5	6
Frequency	3	117	135	88	34	6	3
Proportion	0.008	0.303	0.350	0.228	0.088	0.016	0.008

Dal momento che le spesso persone segnalano più di un sintomo si propone un'analisi che descriva quali combinazioni di sintomi si manifestano più frequentemente anche allo scopo di individuare un eventuale pattern ricorrente.

Le coppie di sintomi che sono più frequentemente riportate sul totale delle visite sono quelle composte da: "sintomatologia oculare" e "sintomi faringei" negli adulti (97 volte su 298 visite; 32.5%) e "sintomatologia oculare" e "sintomi neurologici - cefalea" nei bambini (22 volte su 96 visite; 23%).

Queste associazioni risultano fortemente influenzate dalla frequenza con cui si manifestano le singole sintomatologie che compongono la coppia. Per provare a superare questo limite si propone un'analisi della frequenza di combinazioni calcolata non sul totale delle viste, ma su quelle in cui ogni sintomo, considerato singolarmente, viene rilevato. Per essere più espliciti si è lavorato prendendo di volta in volta un sintomo di riferimento e misurando la frequenza con cui si accoppia a uno a uno con gli altri sintomi. Nelle seguenti tabelle si riporta questa analisi distinta per adulti (Tab. 10) e bambini (Tab 11).

Considerando la tabella relativa agli adulti (Tab 10) si vede che nelle combinazioni che si presentano a coppie in una frequenza superiore al 50%, al netto dell'effetto traino dovuto al grande numero di manifestazioni oculari e faringee, i sintomi che si associano sono spesso manifestazioni di norma correlate, ad es. cefalea e nausea. Si segnala che le manifestazioni dermatologiche sia del volto che del corpo sono associate solo alla sintomatologia oculare, in coppie che si presentano con una frequenza superiore al 50% di casi.

Nei bambini (Tab. 11) le combinazioni a coppie che si presentano con frequenza superiore al 50% dei casi coinvolgono, oltre ai due sintomi più frequenti (sintomi oculari e neurologici – cefalea), la sintomatologia faringea. Anche nei bambini le manifestazioni dermatologiche del volto sono associate prevalentemente ai sintomi oculari.

Tabella 10: Numero assoluto (diagonale grigia) e percentuale di riga delle coppie di sintomi, ADULTI. (Da leggere per riga. Esempio: la sintomatologia nasale viene riportata in coppia con la sintomatologia oculare il 60.7% delle volte. Sono state evidenziate in rosso le percentuali uguali o superiori al 50

	sintomatologia oculare	sintomatologia nasale	rinite crostosa emorragica	rinorragia	dispnea	tosse stizzosa - secca	nausea - vomito	pirosi gastrica - epigastralgia	sintomi neurologici	ansia panico	disfagia	sintomi faringei	Stomatite - glossite	manifestazioni dermatologiche volto	manifestazione dermatologiche altre parti del corpo
sintomatologia oculare	170	20%	1.2%	2.9%	6.5%	4.7%	12.4%	1.8%	22.4%	1.2%		57.1%	11.8%	12.4%	2.9%
sintomatologia nasale	59.6%	57	3.5%	7.0%	12.3%	1.8%	3.5%	1.8%	19.3%	1.8%	1.8%	64.9%	17.5%	3.5%	
rinite crostosa emorragica	13.3%	13.3%	15	33.3%						6.7%		6.7%	13.3%	6.7%	
rinorragia	29.4%	23.5%	29.4%	17			11.8%	5.9%	11.8%			29.4%	5.9%	5.9%	5.9%
dispnea	55.0%	35.0%			20			5.0%	20.0%	5.0%		80.0%	40.0%	5.0%	
tosse stizzosa - secca	47.1%	5.9%				17	17.6%	5.9%	17.6%			88.2%		11.8%	
nausea - vomito	67.7%	6.5%		6.5%		9.7%	31	3.2%	54.8%	3.2%	3.2%	51.6%	9.7%	3.2%	3.2%
pirosi gastrica - epigastralgia	50.0%	16.7%		16.7%	16.7%	16.7%	16.7%	6	50.0%			33.3%	16.7%	16.7%	
sintomi neurologici	63.3%	18.3%		3.3%	6.7%	5.0%	28.3%	5.0%	60	1.7%	1.7%	66.7%	15.0%	1.7%	
ansia panico	66.7%	33.3%	33.3%		33.3%		33.3%		33.3%	3		66.7%			
disfagia		50.0%					50.0%		50.0%		2	100.0%	50.0%		
sintomi faringei	60.6%	23.1%	0.6%	3.1%	10.0%	9.4%	10.0%	1.3%	25.0%	1.3%	1.3%	160	16.9%	6.3%	1.3%
Stomatite - glossite	47.6%	23.8%	4.8%	2.4%	19.0%		7.1%		21.4%		2.4%	64.3%	42	7.1%	
manifestazioni dermatologiche volto	51.2%	4.9%	2.4%	2.4%	2.4%	4.9%	2.4%	2.4%	2.4%			24.4%	7.3%	41	9.8%
manifestazione dermatologiche altre parti del corpo	55.6%			11.1%			11.1%	11.1%				22.2%		44.4%	9

Tabella 11: Numero assoluto (diagonale grigia) e percentuale di riga delle coppie di sintomi, BAMBINI

	sintomatologia oculare	sintomatologia nasale	rinite crostosa emorragica	rinorragia	dispnea	tosse stizzosa - secca	nausea - vomito	pirosi gastrica - epigastralgia	sintomi neurologici	ansia panico	disfagia	sintomi faringei	Stomatite - glossite	manifestazioni dermatologiche volto	manifestazione dermatologiche altre parti del corpo
sintomatologia oculare	72	9.7%		2.8%	2.8%		8.3%		30.6%		1.4%	19.4%	1.4%	15.3%	8.3%
sintomatologia nasale	53.8%	13		23.1%			7.7%		38.5%			15.4%		30.8%	
rinite crostosa emorragica			1											100.0%	
rinorragia	50.0%	75.0%		4					25.0%					25.0%	
dispnea	100.0%				2				50.0%			100.0%			
tosse stizzosa - secca						0									
nausea - vomito	54.5%	9.1%					11		36.4%			18.2%	18.2%	18.2%	9.1%
pirosi gastrica - epigastralgia								0							
sintomi neurologici	81.5%	18.5%		3.7%	3.7%		14.8%		27			33.3%	3.7%	11.1%	14.8%
ansia panico										0					
disfagia	100%										1	100.0%			100.0%
sintomi faringei	77.8%	11.1%			11.1%		11.1%		50.0%		5.6%	18	11.1%	11.1%	16.7%
Stomatite - glossite	50.0%						100.0%		50.0%			100.0%	2		
manifestazioni dermatologiche volto	55.0%	20.0%	5.0%	5.0%			10.0%		15.0%			10.0%		20	15.0%
manifestazione dermatologiche altre parti del corpo	37.5%						6.3%		25.0%		6.3%	18.8%		18.8%	16

La Cluster Analysis.

Attraverso una Clusters Analysis si è tentata una valutazione delle aggregazioni di sintomi più frequenti non considerando unicamente le coppie.

La cluster analysis è una tecnica di analisi multivariata attraverso la quale è possibile raggruppare le unità statistiche, in modo da minimizzare la "lontananza logica" interna a ciascun gruppo e di massimizzare quella tra i gruppi. La "lontananza logica" viene quantificata per mezzo di misure di similarità/dissimilarità definite tra le unità statistiche.

I dati validi del dataset (261) sono stati ripartiti in 5 clusters, la cui consistenza numerica e percentuale è specificata nelle seguenti tabelle. Le ricomposizioni in clusters avvengono per aggregazione di casi simili, aventi analoghe sintomatologie. È quindi possibile che gli stessi sintomi vengano trovati in ognuno dei cinque clusters; mentre variano le unità statistiche che lo compongono

Vengono riportati, per tutti i clusters, il peso globale, la percentuale del sintomo aggregato sul totale sintomi aggregati. Dalla tabella 1.2 possiamo vedere come i sintomi oculari singolarmente considerati e in aggregazione, rappresentino il 62% dei sintomi totali.

```

*****
Terms specific of cluster 1:
% Term/Level % Level/Term Global % Level Global t value Prob.
sint.ocul_ 100 100 19.9 52 52 Inf 0.0000
sint.ocul_sint.neuro_ 0 0 5.0 0 13 -1.6 0.0515
sint.ocul_sint.neuro_sinto.faringei_ 0 0 5.0 0 13 -1.6 0.0515
sint.ocul_manif.dermat.volto_ 0 0 5.4 0 14 -1.7 0.0407
sinto.faringei_ 0 0 6.1 0 16 -2.0 0.0254
manif.dermat.volto_ 0 0 6.5 0 17 -2.1 0.0200
sint.ocul_sinto.faringei_ 0 0 14.6 0 38 -3.7 0.0001

Documents specific of cluster 1:
Chi2 dist. to centroid
32 0.0
33 0.0
37 0.0
44 0.0
69 0.0

32
sint.ocul_

33
sint.ocul_

37
sint.ocul_

44
sint.ocul_

69
sint.ocul_
*****

*****
Terms specific of cluster 2:
% Term/Level % Level/Term Global % Level Global t value Prob.
sint.ocul_sinto.faringei_ 100 100 14.6 38 38 Inf 0.0000
sinto.faringei_ 0 0 6.1 0 16 -1.4 0.0743
manif.dermat.volto_ 0 0 6.5 0 17 -1.5 0.0628
sint.ocul_ 0 0 19.9 0 52 -3.7 0.0001

Documents specific of cluster 2:
Chi2 dist. to centroid
6 0.0
8 0.0
30 0.0
31 0.0
57 0.0

6
sint.ocul_sinto.faringei_

8
sint.ocul_sinto.faringei_

30
sint.ocul_sinto.faringei_

31
sint.ocul_sinto.faringei_

57
sint.ocul_sinto.faringei_
*****

```

Terms specific of cluster 3:

	% Term/Level	% Level/Term	Global %	Level	Global	t value	Prob.
manif.dermat.volto	100	100	6.5	17	17	Inf	0.000
sint.ocul_sinto.faringei	0	0	14.6	0	38	-1.5	0.063
sint.ocul	0	0	19.9	0	52	-2.1	0.020

Documents specific of cluster 3:

	Chi2 dist. to centroid
54	0.0
105	0.0
117	0.0
127	0.0
156	0.0

54
manif.dermat.volto_

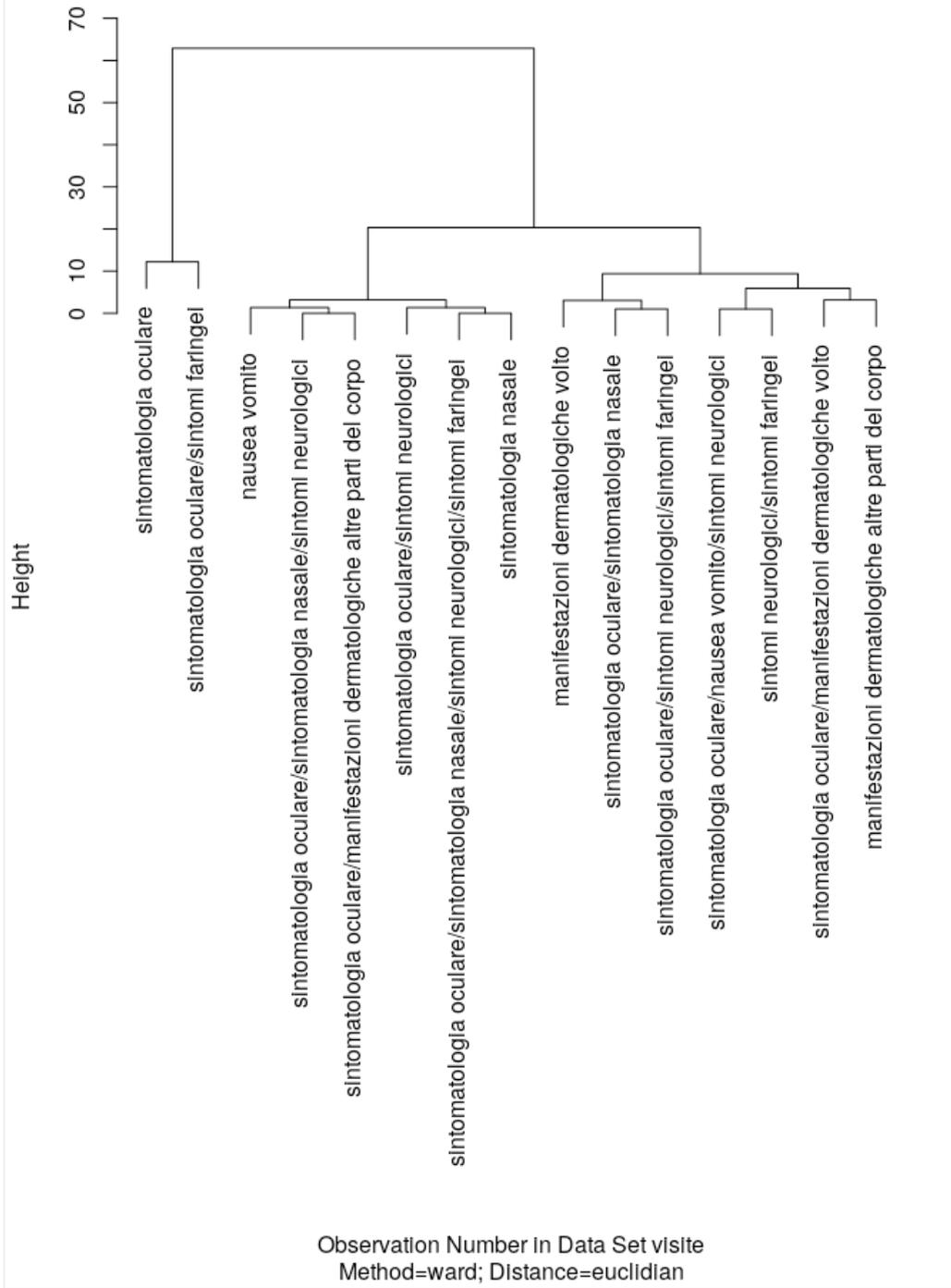
105
manif.dermat.volto_

117
manif.dermat.volto_

127
manif.dermat.volto_

156
manif.dermat.volto_

Cluster Dendrogram for Solution HClust.3



Discussione

Nel periodo in esame 231 persone hanno avvertito sintomi che li ha portati al medico e queste manifestazioni sono state accuratamente registrate per un lungo periodo di tempo dai Medici del territorio perché in grado di interferire con la normale quotidianità dei residenti.

Analizzando questi dati si osservano sintomi fugaci comparsi anche più di una volta nella stessa persona. In rapporto a questi sintomi il curante spesso non ha ritenuto opportuno proporre terapie specifiche o avviare a percorsi di visita specialistica.

Nel lungo periodo di osservazione e con l'attenta sorveglianza attuata non sono stati osservati casi di maggiore gravità.

Le caratteristiche dei sintomi registrati e i dati ambientali rilevati non portano a ritenere, allo stato attuale delle evidenze, che i sintomi e disagi lamentati dalle persone possano evolvere in una condizione di rischio concreto di sviluppare gravi patologie in futuro; le indagini svolte non hanno finora consentito di spiegare compiutamente quanto segnalato dalla popolazione.

La persistenza di una situazione di disagio della popolazione e la non completa comprensione del fenomeno, rende opportuno il mantenimento di una sorveglianza sanitaria di tipo prospettico caratterizzata da una maggiore omogeneità e sistematicità nei metodi di rilevazione, che continui a fare perno su MMG e PLS e che si basi su accessi automatici alle registrazioni informatizzate dei dati di interesse raccolti nelle visite ambulatoriali, secondo un protocollo concordato per la costituzione di una rete di Medici Sentinella per l'Ambiente.

Allegato 10

A cura di: a cura di: Enrico Dallara - chimico; Cristina Marconi - tecnico della prevenzione

Aldeidi: analisi CNR emissioni convogliate						
	DNEL	Valore massimo riscontrato	verifica DNEL	Numero superamenti	RCR considerato accettabile	RCR: valore massimo calcolato
	[µg/m3]	[µg/m3]				
Formaldeide	750,00	1.149,32	DNEL Superato (1)	4	< 1	1,532
Acetaldeide	313,00	1.834,00	DNEL Superato (1)	5	< 1	5,859
Acetone	2.420.000,00	941,18	Entro DNEL	0	< 1	0,000
Acroleina	200,00	251,60	DNEL Superato (1)	1	< 1	1,258
Propionaldeide	12.100,00	257,82	Entro DNEL	0	< 1	0,021
Crotonaldeide	12.000,00	105,00	Entro DNEL	0	< 1	0,009
2 butanone-metacroleina	527,00	139,15	Entro DNEL	0	< 1	0,264
Butiraldeide	6.100,00	145,00	Entro DNEL	0	< 1	0,024
Benzaldeide	4.900,00	24,00	Entro DNEL	0	< 1	0,005
Valeraldeide	313,00	17,11	Entro DNEL	0	< 1	0,055
Tolualdeide	43.500,00	344,21	Entro DNEL	0	< 1	0,008
Esaldeide	6.100,00	55,00	Entro DNEL	0	< 1	0,009
Eptanale	10.570,00	60,00	Entro DNEL	0	< 1	0,006
Ottanale	320,00	47,00	Entro DNEL	0	< 1	0,147
Nonanale	6.100,00	113,99	Entro DNEL	0	< 1	0,019
Decanale	6100	362,3	Entro DNEL	0	< 1	0,059

(1) Consultare l'allegato 11 per una valutazione sulla dispersione di questi inquinanti

Aldeidi: analisi CNR emissioni diffuse e hot-spot						
	DNEL	Valore massimo riscontrato	verifica DNEL	Numero superamenti	RCR considerato accettabile	RCR: valore massimo calcolato
	[µg/m3]	[µg/m3]				
Formaldeide	100,00	12,80	Entro il DNEL	0	<1	0,1280
Acetaldeide	313,00	6,50	Entro il DNEL	0	< 1	0,0208
Acetone	200.000,00	3,73	Entro il DNEL	0	< 1	0,0000
Acroleina	200,00	4,28	Entro il DNEL	0	< 1	0,0214
Propionaldeide	6.100,00	0,30	Entro il DNEL	0	< 1	0,0000
Crotonaldeide	12.000,00	27,98	Entro il DNEL	0	< 1	0,0023
2 butanone-metacroleina	527,00	51,30	Entro il DNEL	0	< 1	0,0973
Butiraldeide	6.100,00	0,66	Entro il DNEL	0	< 1	0,0001
Benzaldeide	4.900,00	2,93	Entro il DNEL	0	< 1	0,0006
Valeraldeide	313,00	0,18	Entro il DNEL	0	< 1	0,0006
Tolualdeide	43.500,00	0,17	Entro il DNEL	0	< 1	0,0000
Esaldeide	6.100,00	0,48	Entro il DNEL	0	< 1	0,0001
Eptanale	10.570,00	0,33	Entro il DNEL	0	< 1	0,0000
Ottanale	320,00	0,42	Entro il DNEL	0	< 1	0,0013
Nonanale	6.100,00	2,53	Entro il DNEL	0	< 1	0,0004
Decanale	6.100,00	4,4	Entro il DNEL	0	< 1	0,0007

Composti inorganici: analisi ARPAE in emissioni convogliate						
	DNEL	Valore massimo riscontrato	verifica DNEL	Numero superamenti	RCR considerato accettabile	RCR: valore massimo calcolato
	[µg/m3]	[µg/m3]				
Fluoro e suoi composti espressi come Acido Fluoridrico	200,00	100,00	Entro DNEL	0	< 1	0,5
Composti inorganici del cloro espressi come Acido Cloridrico	8.000,00	800,00	Entro DNEL	0	< 1	1
Ossidi di zolfo espressi come SO2	2.700,00	9.800,00	DNEL Superato (2)	4	< 1	3,6

(2) Approfondimento modellistico sulla dispersione di questo inquinante non eseguito data la sua natura ubiquitaria e la possibile provenienza da molteplici attività antropiche

Composti inorganici: analisi ARPAE in aria ambiente						
	DNEL	Valore massimo riscontrato	verifica DNEL	Numero superamenti	RCR considerato accettabile	RCR: valore massimo calcolato
	[µg/m3]	[µg/m3]				
Fluoro e suoi composti espressi come Acido Fluoridrico	200,00	40,00	Entro il DNEL	0	< 1	0,2
Composti inorganici del cloro espressi come Acido Cloridrico	8.000,00	400,00	Entro il DNEL	0	< 1	0,05
Ossidi di zolfo espressi come SO2	530,00	180,00	Entro il DNEL	0	< 1	0,34

COV : analisi CNR emissioni convogliate						
	DNEL	Valore massimo riscontrato	verifica DNEL	Numero superamenti	RCR considerato accettabile	RCR: valore massimo calcolato
	[µg/m3]	[µg/m3]				
Butane, 2-methyl-	432.000,00	688,93	Entro DNEL	0	< 1	0,0016
Pentane	643.000,00	653,73	Entro DNEL	0	< 1	0,0010
Pentane, 2-methyl-	11.000,00	819,92	Entro DNEL	0	< 1	0,0745
Pentane, 3-methyl-	11.000,00	1.072,60	Entro DNEL	0	< 1	0,0975
Hexane	11.000,00	988,01	Entro DNEL	0	< 1	0,0898
Cyclopentane, methyl-	11.000,00	583,62	Entro DNEL	0	< 1	0,0531
Cyclohexane	11.000,00	688,76	Entro DNEL	0	< 1	0,0626
1-Propanol, 2-methyl-	55.000,00	165,60	Entro DNEL	0	< 1	0,0030
benzene	600,00	108,76	Entro DNEL	0	< 1	0,1813
Heptane	447.000,00	138,00	Entro DNEL	0	< 1	0,0003
1 butanolo+iso	55.375.000,00	1.886,72	Entro DNEL	0	< 1	0,0000
Cyclohexane, methyl-	447.000,00	376,88	Entro DNEL	0	< 1	0,0008
toluene	56.500,00	201,49	Entro DNEL	0	< 1	0,0036
Octane	608.000,00	750,00	Entro DNEL	0	< 1	0,0012
etilbenzene	15.000,00	67,32	Entro DNEL	0	< 1	0,0045
Nonane	608.000,00	296,57	Entro DNEL	0	< 1	0,0005
m+p xylene	14.800,00	315,89	Entro DNEL	0	< 1	0,0213
stirene	100.000,00	1.042,17	Entro DNEL	0	< 1	0,0104
o-xylene	65.300,00	317,89	Entro DNEL	0	< 1	0,0049
Decane	608.000,00	586,21	Entro DNEL	0	< 1	0,0010
Trimetil benzene	29.400,00	997,58	Entro DNEL	0	< 1	0,0339
Undecane	29.400,00	106,37	Entro DNEL	0	< 1	0,0036
Dodecane	608.000,00	119,03	Entro DNEL	0	< 1	0,0002
Tridecane	608.000,00	104,83	Entro DNEL	0	< 1	0,0002
Tetradecane	1.575.000,00	187,42	Entro DNEL	0	< 1	0,0001
Pentadecane	1.575.000,00	74,21	Entro DNEL	0	< 1	0,0000
Hexadecane	1.575.000,00	44,46	Entro DNEL	0	< 1	0,0000

COV : analisi CNR emissioni diffuse e hot-spot						
	DNEL	Valore massimo riscontrato	verifica DNEL	Numero superamenti	RCR considerato accettabile	RCR: valore massimo calcolato
	[µg/m3]	[µg/m3]				
Butane, 2-methyl-	432.000,00	31,83	Entro DNEL	0	< 1	0,0001
Pentane	643.000,00	45,30	Entro DNEL	0	< 1	0,0001
Pentane, 2-methyl-	11.000,00	111,92	Entro DNEL	0	< 1	0,0102
Pentane, 3-methyl-	11.000,00	99,65	Entro DNEL	0	< 1	0,0091
Hexane	11.000,00	23,51	Entro DNEL	0	< 1	0,0021
Cyclopentane, methyl-	11.000,00	21,04	Entro DNEL	0	< 1	0,0019
Cyclohexane	11.000,00	90,75	Entro DNEL	0	< 1	0,0082
1-Propanol, 2-methyl-	55.000,00	20,77	Entro DNEL	0	< 1	0,0004
benzene	30,00	14,04	Entro DNEL	0	< 1	0,4681
Heptane	447.000,00	10,64	Entro DNEL	0	< 1	0,0000
1 butanolo+iso	81.300,00	95,88	Entro DNEL	0	< 1	0,0012
Cyclohexane, methyl-	447.000,00	25,77	Entro DNEL	0	< 1	0,0001
toluene	81.300,00	11,76	Entro DNEL	0	< 1	0,0001
Octane	608.000,00	5,11	Entro DNEL	0	< 1	0,0000
etilbenzene	7.700,00	5,77	Entro DNEL	0	< 1	0,0007
Nonane	608.000,00	31,78	Entro DNEL	0	< 1	0,0001
m+p xylene	14.800,00	37,27	Entro DNEL	0	< 1	0,0025
stirene	1.000,00	374,37	Entro DNEL	0	< 1	0,3744
o-xylene	65.300,00	487,77	Entro DNEL	0	< 1	0,0075
Decane	608.000,00	83,98	Entro DNEL	0	< 1	0,0001
Trimetil benzene	29.400,00	164,99	Entro DNEL	0	< 1	0,0056
Undecane	608.000,00	54,71	Entro DNEL	0	< 1	0,0001
Dodecane	608.000,00	80,70	Entro DNEL	0	< 1	0,0001
Tridecane	608.000,00	48,78	Entro DNEL	0	< 1	0,0001
Tetradecane	1.575.000,00	41,30	Entro DNEL	0	< 1	0,0001
Pentadecane	1.575.000,00	10,70	Entro DNEL	0	< 1	0,0000
Hexadecane	1.575.000,00	91,44	Entro DNEL	0	< 1	0,0002

Ftalati ed Isocianati: analisi CNR in emissioni convogliate						
	DNEL	Valore massimo riscontrato	verifica DNEL	Numero superamenti	RCR considerato accettabile	RCR: valore massimo calcolato
	[µg/m3]	[µg/m3]				
Dimetilftalato	NA	0,40			<1	
Dietilftalato	NA	45,00			<1	
Diisobutilftalato	720,00	14,30	Entro DNEL	0	<1	0,0199
Dibutilftalato	20,00	30,00	Sopra DNEL(3)	1	<1	1,5000
Benzilbutilftalato	780,00	15,60	Entro DNEL	0	<1	0,0200
Di(2etilesil)adipato	NA	18,90			<1	
Di(2etilesil)ftalato	130,00	4,40	Entro DNEL	0	<1	0,0338

Ftalati ed Isocianati: analisi CNR emissioni diffuse e hot-spot						
	DNEL	Valore massimo riscontrato	verifica DNEL	Numero superamenti	RCR considerato accettabile	RCR: valore massimo calcolato
	[µg/m3]	[µg/m3]				
Dimetilftalato	NA	0,00			<1	
Dietilftalato	NA	0,48			<1	
Diisobutilftalato	720,00	0,02	Entro DNEL	0	<1	0,0000
Dibutilftalato	20,00	0,09	Entro DNEL	0	<1	0,0043
Benzilbutilftalato	780,00	0,03	Entro DNEL	0	<1	0,0000
Di(2etilesil)adipato	NA	0,15			<1	
Di(2etilesil)ftalato	130,00	0,15	Entro DNEL	0	<1	0,0012

(3) Non si è ritenuto utile approfondire lo scenario espositivo per di-n-butilftalato, sostanza biodegradabile in ambiente aerobico (ECHA, 2014)

Nb: Non si riportano i valori DNEL per gli Isocianati in quanto questi composti non sono mai stati quantificati in valori superiori alla soglia di rilevanza nelle indagini CNR (vedi Allegato 5)

Simulazioni modellistiche

L.Tognotti, C.Grassi
Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale
Università di Pisa

1. PREMESSA

Il presente documento riporta i risultati delle simulazioni effettuate utilizzando un codice di dispersione accreditato applicato ad uno specifico scenario emissivo, così come richiesto dal Comitato Tecnico Scientifico a supporto del Tavolo di garanzia per la soluzione delle problematiche ambientali e socio-sanitarie a Borgo Val di Taro (Pr) nella riunione del 13 Marzo 2018.

Come riportato nella relazione CTS, i composti per cui è stato richiesto l'approfondimento modellistico-diffusionale sono quelli per i quali, in virtù dell'approccio cautelativo adottato dal CTS, si sono osservati valori superiori ai DNEL¹ nelle emissioni oggetto di monitoraggio durante la campagna del CNR². In particolare le sostanze selezionate sono la formaldeide, l'acroleina e l'acetaldeide.

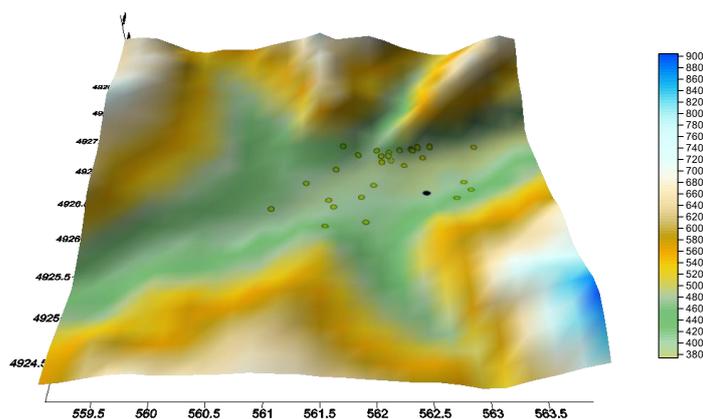
Questa nota riporta, in forma sintetica, l'approccio utilizzato, i dati e le informazioni di input alla modellazione e i risultati ottenuti. Il set completo di dati in ingresso e dei risultati delle simulazioni è a disposizione del CTS per eventuali utilizzi futuri.

2. METODOLOGIA E DATI DI INPUT

L'obiettivo dello studio è la valutazione, per mezzo dell'applicazione di un opportuno modello diffusionale³ della concentrazioni degli inquinanti selezionati dal CTS, sul territorio circostante l'emissione ed in particolare in alcuni recettori specifici così come individuati durante le attività del CTS. In sintesi le attività sono state:

Elaborazione dei dati territoriali (DTM, utilizzo del suolo). Il dominio di calcolo è individuato facendo riferimento alla localizzazione dell'impianto, dei potenziali recettori individuabili sul territorio (abitato urbano, recettori sensibili etc.) e della conformazione orografica e morfologica del territorio (in Figura 1.). L'area è sufficientemente estesa per comprendere un dominio di calcolo stimabile in circa 5 km, direzione W-E, per 5 km direzione N-S.

Figura 1: Orografia del territorio utilizzata nelle simulazioni



¹ *Derived No Effect Level*: soglia al di sotto della quale non si osservano effetti avversi sulla salute. (Allegato 10 Relazione CTS)

² Allegato 5 - Indagine CNR - Valutazione delle emissioni derivanti dalle lavorazioni effettuate presso l'impianto

³ Studi di impatto ambientale - Guida alla selezione dei modelli matematici per la previsione di impatto sulla qualità dell'aria"; UNI 10796:2000 "Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi - Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici" (UNI 10964:2001 ")

Elaborazione dei dati meteorologici relativi al secondo semestre 2018. Per la simulazione sono stati utilizzati i dati meteorologici della stazione LAMINAM installata presso lo stabilimento di BORGO VAL di TARO come dati di superficie, e i dati del modello COSMO come dati di profili verticali dei parametri meteo. I dati meteorologici sono stati elaborati per predisporre una caratterizzazione meteo-climatica dell'area in esame relativamente al periodo preso a riferimento; i dati acquisti sono stati elaborati tramite il codice numerico CALMET così da realizzare un campo di vento 3D su base oraria che è utilizzato come file di ingresso al modello di dispersione oltre al calcolo dei parametri necessari come: classi di stabilità atmosferica, altezza dello strato di mescolamento, lunghezza di M-O, etc.

Definizione dello Scenario emissivo : le simulazioni sono state svolte per il camino E13a, considerando come se, nell'arco di tempo considerato, i flussi di massa delle sostanze selezionate dal CTS fossero uguali al massimo valore riscontrato durante le campagne effettuate dal CNR. Tali valori sono risultati pari a :

- Formaldeide 1149,312 ug/m³
- Acroleina 251,603 ug/m³
- Acetaldeide 1833,706 ug/m³

I flussi di massa sono stati calcolati considerando le concentrazioni nel condotto dei fumi in uscita dal forno associati ad una portata di 30.000 Nm³/h. La portata dell'effluente a camino è pari a 60.000 Nm³/h perché miscelata con la portata di aria di 30.000 Nm³/h dallo scambiatore raffreddatore, per cui lo scenario emissivo risulta il seguente:

SIGLA	Diametro m	Altezza m	Portata Nm ³ /h	Velocità m/s	Temperatura °C	Formaldeide mg/Nm ³	Acroleina mg/Nm ³	Acetaldeide mg/Nm ³
E13a	1.35	15	60000	13.16	36	0.57500	0.12580	0.91685

Applicazione del codice numerico di dispersione degli inquinanti. Per la valutazione dell'impatto sulla qualità dell'aria dello scenario emissivo richiesto in sede di CTS si è applicato il codice di dispersione CALPUFF MODEL SYSTEM⁴. Sono stati predisposti i necessari file di input al modello di dispersione per svolgere simulazioni che hanno considerato come arco temporale il II semestre 2018 di dati meteo come descritto al punto precedente. Le simulazioni tengono conto degli effetti di innalzamento del pennacchio e dell'effetto edificio e considerano inerti chimicamente gli inquinanti considerati. Non sono stati valutati fenomeni di degradazione chimica e fotochimica degli inquinanti in aria ambiente

Le simulazioni forniscono come risultati le concentrazioni in aria ambiente su tutto il dominio di calcolo selezionato (mappe) ed in punti recettori opportunamente individuati interni al dominio stesso (tabelle).

Configurazione del codice di dispersione

Si è provveduto a simulare il II semestre 2018 utilizzando una griglia di calcolo meteorologica di 25 celle per 25 celle di passo 0.2 km per una estensione del dominio di 5 km in direzione N-S x 5 km in direzione E-W. Per il processore meteorologico CALMET si sono predisposti i files di input quali il file SURFACE.DAT con dati di superficie alla quota di 10 m s.l.s. delle stazioni meteorologica delle LAMINAM di Borgo Taro (i dati sono disponibili dal 17 marzo 2018 al 31 dicembre 2018); il file UPAIR.DAT che contiene i dati in quota da 40 m s.l.s. per il primo livello e per i livelli successivi pari a 18 totali (fino a 2800 m.s.l.s.) disponibili in un punto punti prossimo al dominio di calcolo del modello COSMO acquisito dall'archivio meteo LAMA-SMR ARPA - EMR.

I risultati di CALMET sono stati elaborati per il dominio di calcolo per evidenziare le peculiarità in termini di regime dei venti, classi di stabilità atmosferica ed altezza dello strato di mescolamento oltre che per le successive applicazioni modellistiche di dispersione.

Il file di controllo di CALPUFF è stato configurato per simulare le emissioni dei camini considerando la deposizione secca e l'effetto del Building Downwash. Sono stati implementate nel codice di dispersione le emissioni considerate costanti per tutte le ore della simulazione.

Il codice CALPUFF è stato implementato con una griglia di calcolo con passo cella di 50 metri su un dominio di estensione pari a quello meteorologico utilizzando un fattore di NESTING pari a 4. I risultati in relazione alle

⁴ <http://www.src.com/>

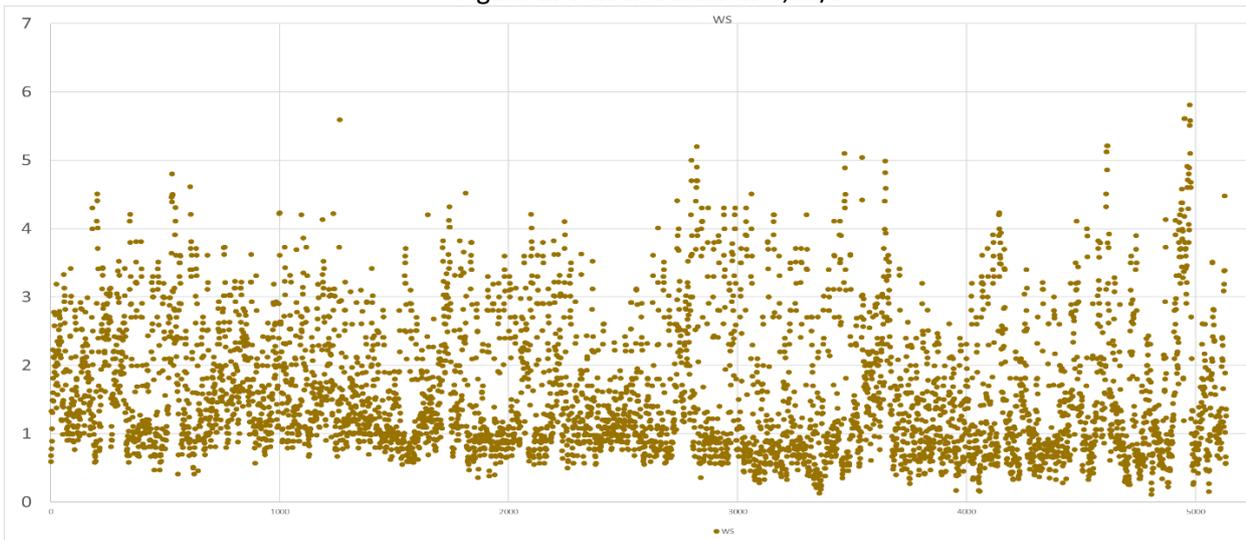
July 26, 2016: The USEPA has approved an update of CALMET and CALPUFF from V5.8.4 (dated July 31, 2013) to V5.8.5 (dated December 14, 2015). This update includes code changes described in Model Change Bulletin H (MCB-H). These changes include fixes to bugs in the implementation of PRIME downwash, along with updates to eliminate specific compilation and list file errors.

dimensioni dei camini ed alle altezze degli stessi sono state rappresentate su una mappa con base CTR REGIONALE di estensione pari a circa 4 km in direzione E-W e per 4 km in direzione N-S.

3. Elaborazioni meteorologiche

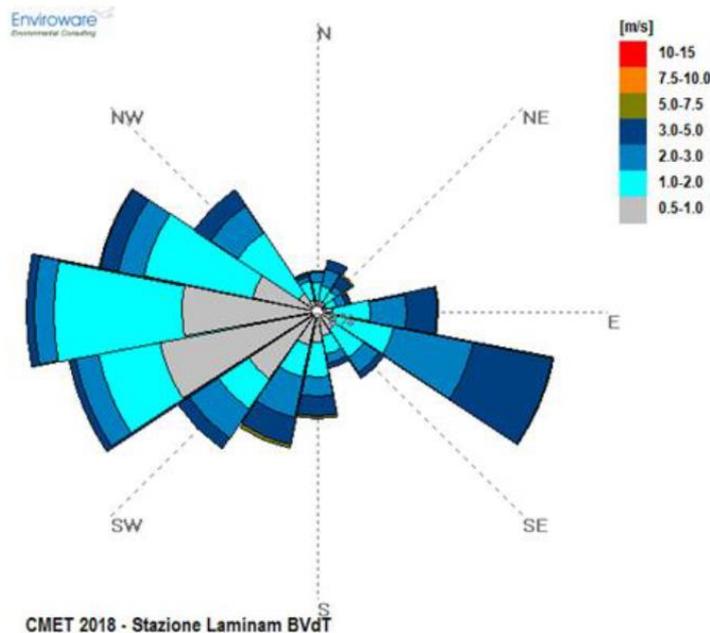
Gli output del codice CALMET sono riportati nel file *meteorologia_II_semestre2018.xls* caricato nella repository a disposizione del CTS. Di seguito si riportano alcuni risultati delle elaborazioni. La variazione delle velocità del vento è riportata nella figura seguente, su base oraria. Le velocità sono in genere inferiori a 5 m/s.

Figura 2: Velocità del vento, m/s



La rosa dei venti risultante è riportata in Figura 3, dalla quale si evince che le direzioni prevalenti nel periodo in esame sono relative al quadrante NW-SW, con l'eccezione della direzione E-SE

Figura 3: Rosa dei venti nel periodo giugno-dicembre 2018



Si può notare come lo strato di miscelamento (Hmix, m – Tabella 1) sia prevalentemente inferiore a 100 metri (40 % delle ore del periodo) e La lunghezza di Monin-Obukov ⁵ è in gran parte (circa il 90%) compresa tra -100 e 100, per cui si ha prevalenza di condizioni di neutralità.

Tabella 1 Occorrenza oraria sul periodo Giugno - Dicembre 2018 dello strato di miscelamento
HMIX [m]

Mesi 2018	<100	100-600	600-1100	1100-1600	1600-2100	2100-2600	2600-3100	Ore
Giugno	273	128	103	109	60	47		720
Luglio	293	117	88	129	93	22	2	744
Agosto	314	120	95	153	37	25		744
Settembre	363	109	121	84	43			720
Ottobre	394	199	122	29				744
Novembre	453	200	54	13				720
dicembre	436	266	40	2				744
Ore	2526	1139	623	519	233	94	2	5136

Tabella 2 Occorrenza oraria sul periodo Giugno - Dicembre 2018 de parametro Lunghezza di MO
Lunghezza di Monin Obukov [m]

Mesi 2018	<-500	-500--200	-200--100	-100-0	0-100	100-200	200-500	>500	Ore
Giugno	3	3	20	379	308	5	2		720
Luglio	1	4	21	383	327	8	0		744
Agosto	3	8	24	360	338	10	1		744
Settembre		2	30	296	381	10	1		720
Ottobre	10	30	42	203	431	23	4	1	744
Novembre	7	24	23	165	484	15	2		720
dicembre	11	19	25	152	483	31	21	2	744
Ore	35	90	185	1939	2752	102	31	3	5136

4. Risultati delle Simulazioni

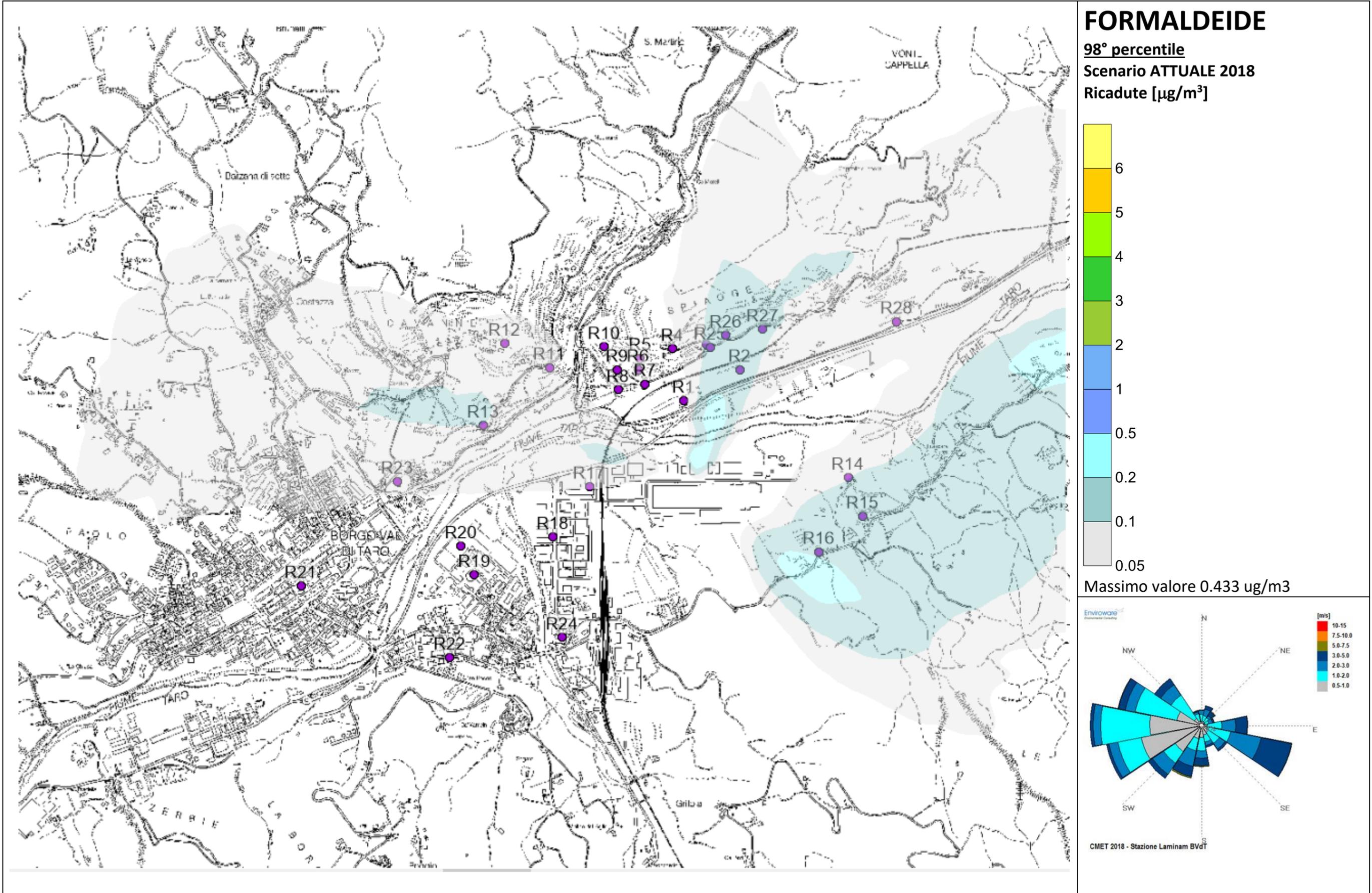
I risultati delle simulazioni, sotto forma di massimo orario (ovvero il massimo valore riscontrato nel recettore in tutto il periodo) ed il 98° percentile (ovvero il valore sotto il quale ricade il 98% dei valori orari del periodo in esame), sono riportati nelle tabelle in Allegato 1 e nelle Tavole seguenti.

I massimi valori orari ed i 98° percentili nel dominio, e quindi in tutti i recettori considerati, ottenuti con un approccio assai cautelativo che ipotizza che le emissioni siano pari al massimo valore per tutto il periodo in esame, sono abbondantemente inferiori ai valori di riferimento assunti dal CTS (DNEL- Allegato 10 alla Relazione finale CTS).

Sostanza	Valore massimo orario	98% percentile
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Formaldeide	3,295	0,433
Acetaldeide	5,24	0,689
Acroleina	0,721	0,0496

⁵ L M-O è una grandezza di scala relativa allo strato superficiale legata al rapporto tra l'intensità della turbolenza prodotta da fattori meccanici (*shear* del vento) e quella di origine convettiva (termiche). Essa rappresenta l'altezza sopra il livello del suolo per cui la produzione di turbolenza meccanica eguaglia quella termica ed è negativa per condizioni instabili (in genere di giorno) e positiva in condizioni stabili (in genere di notte).

Tavola 1

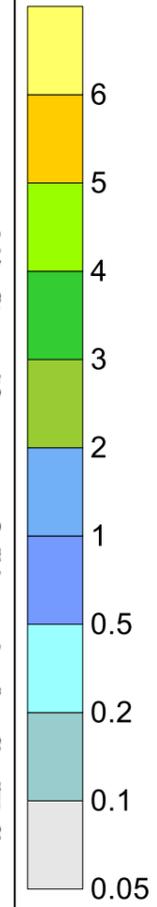
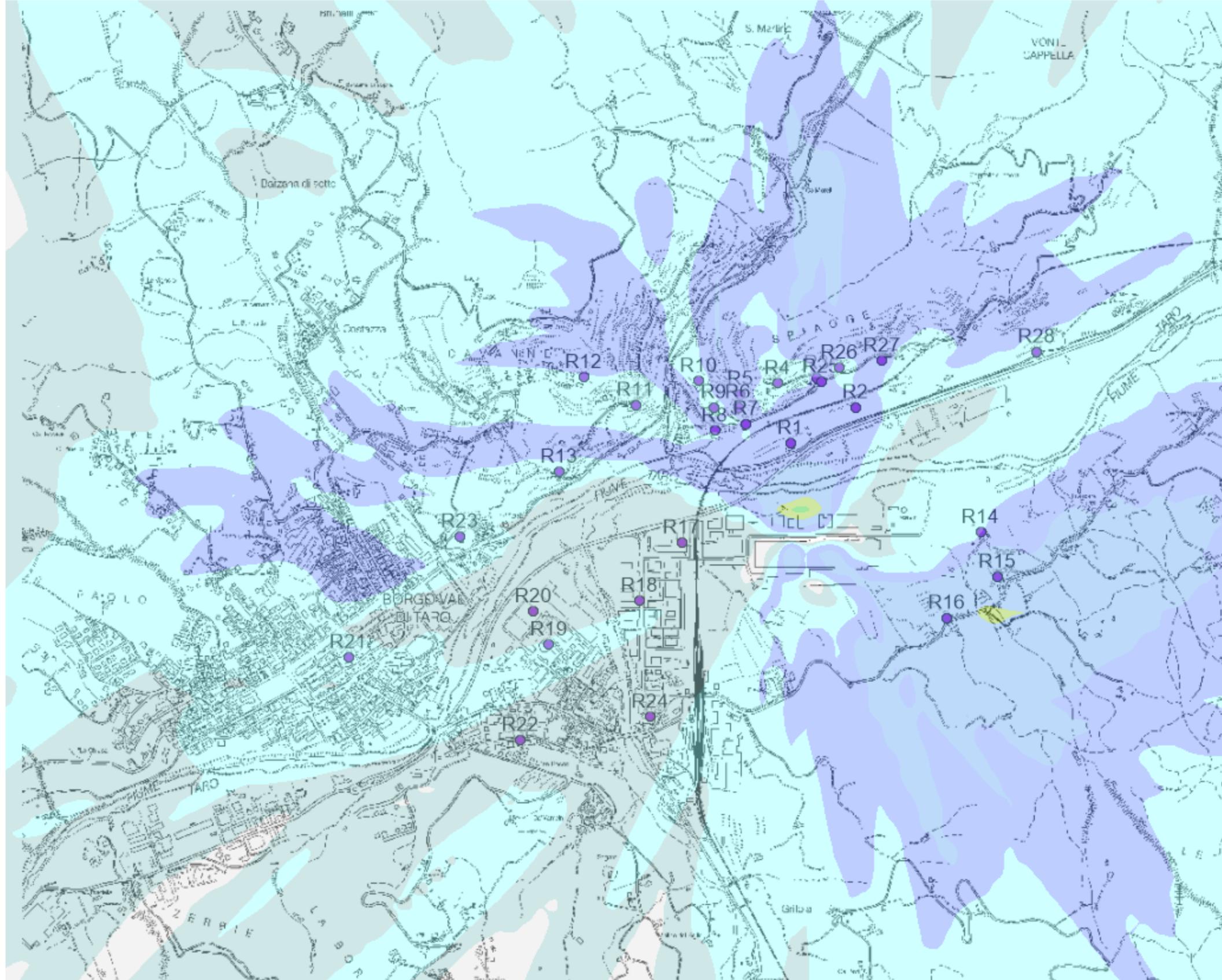


FORMALDEIDE

MASSIMO ORARIO

Scenario ATTUALE 2018

Ricadute [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Massimo valore 3.295 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

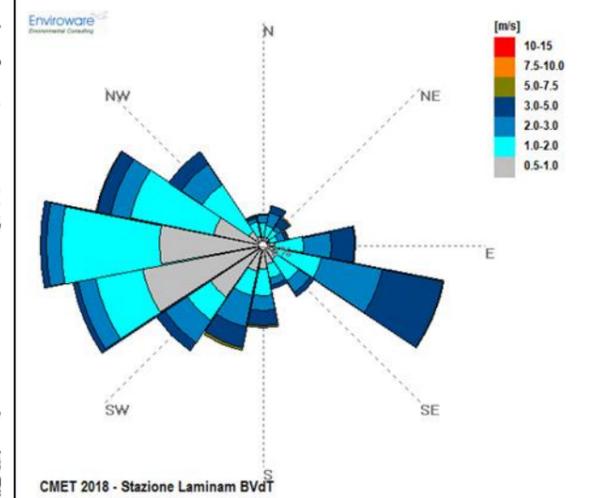


Tavola 3

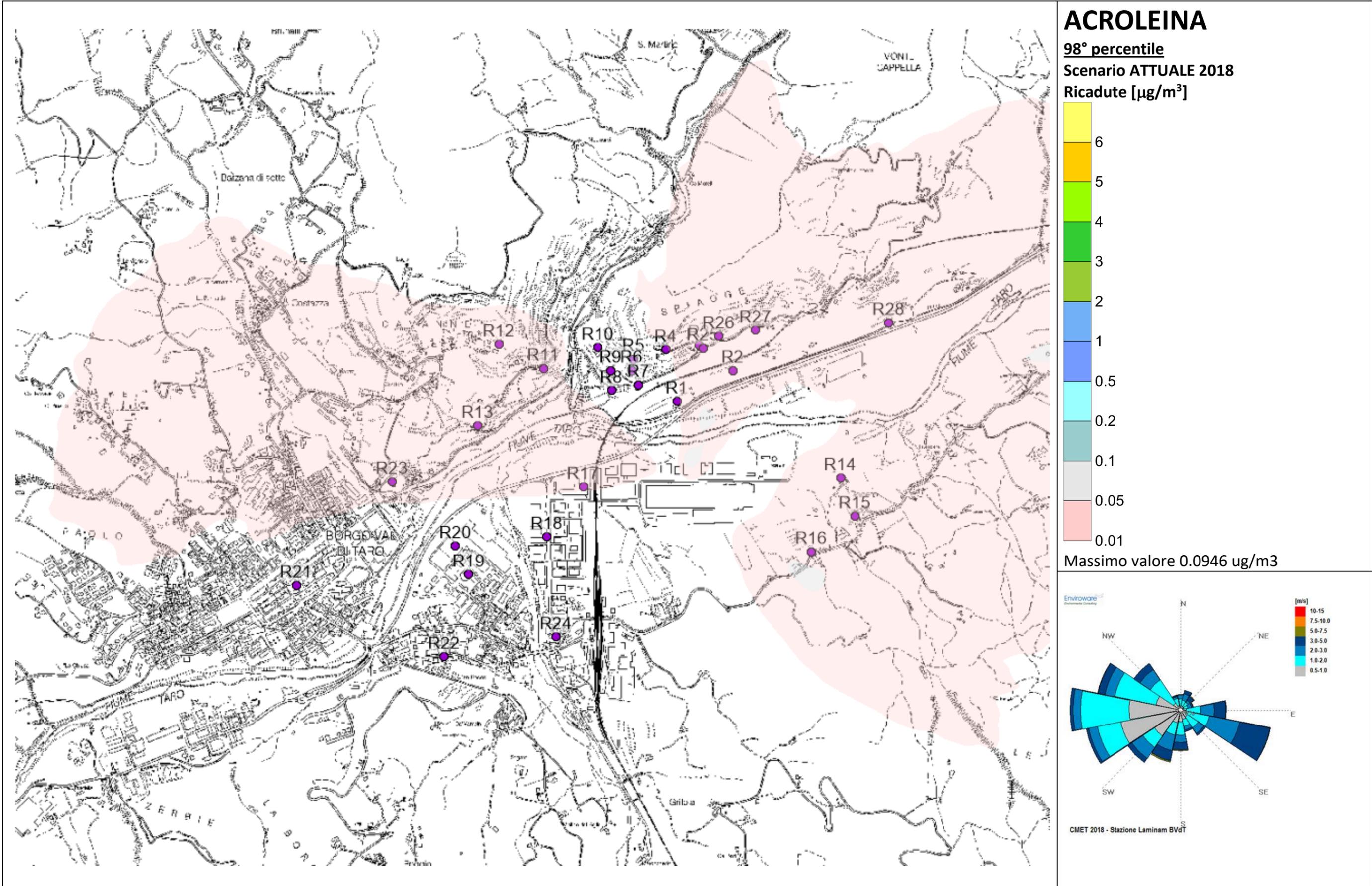
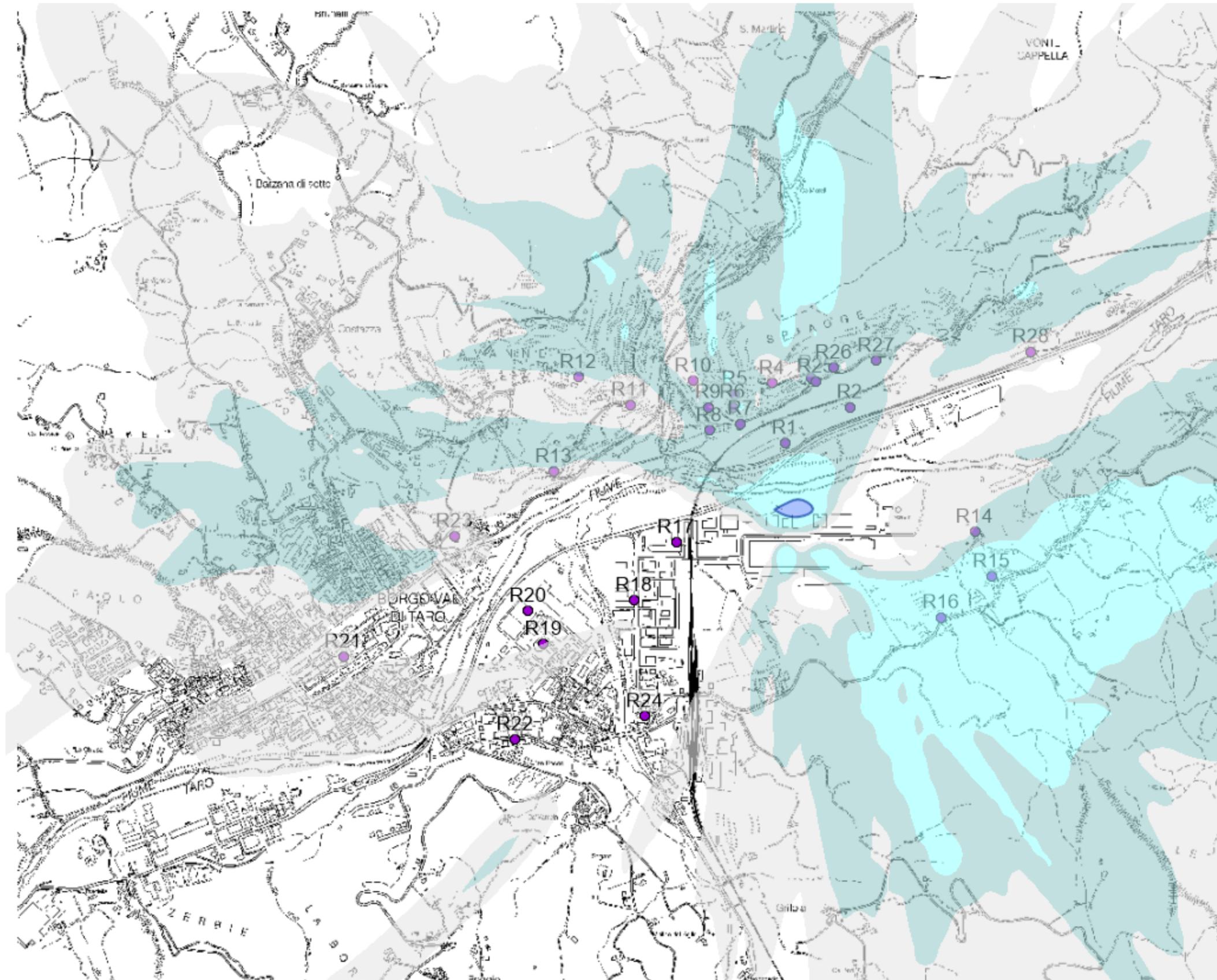


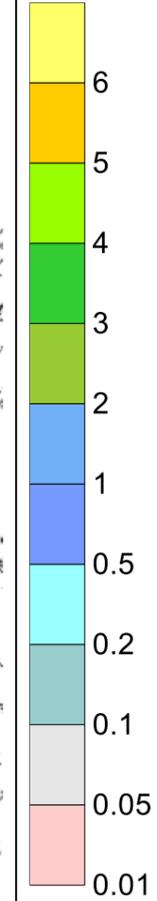
Tavola 4



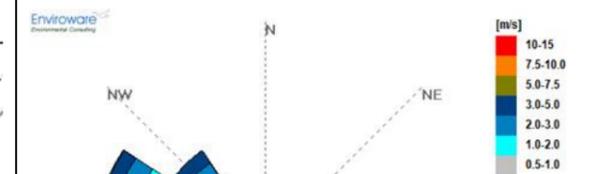
ACROLEINA

MASSIMO ORARIO
Scenario ATTUALE 2018

Ricadute [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

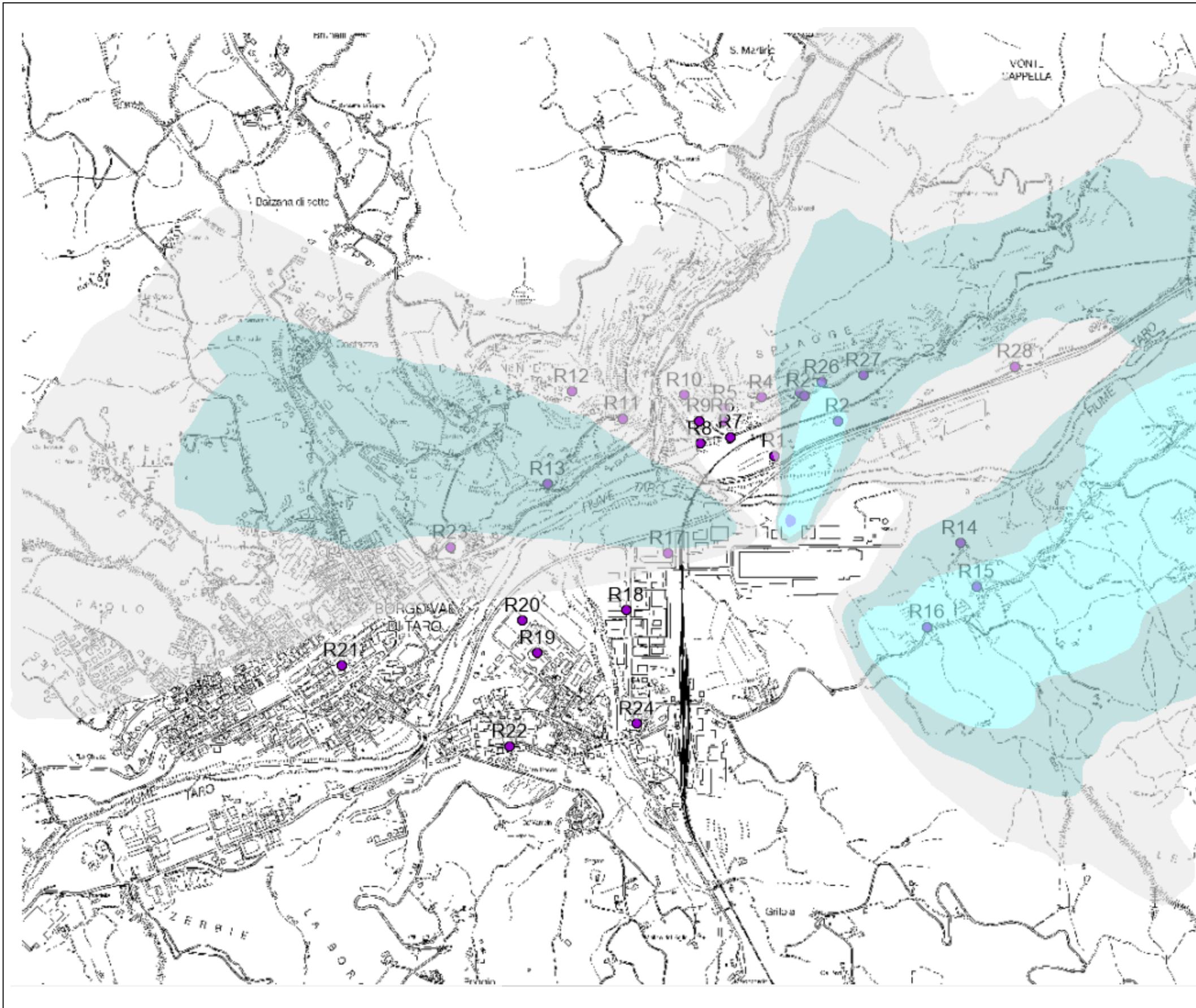


Massimo valore = 0.721 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



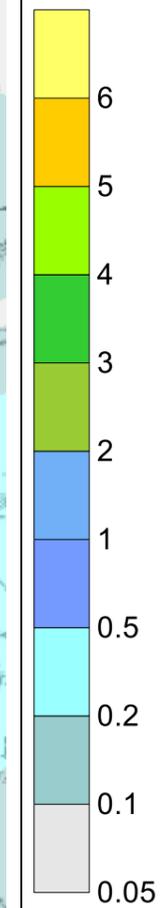
CMET 2018 - Stazione Laminam BVdT

Tavola 5



ACETALDEIDE

98° percentile
Scenario ATTUALE 2018
Ricadute [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Massimo valore 0,689 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

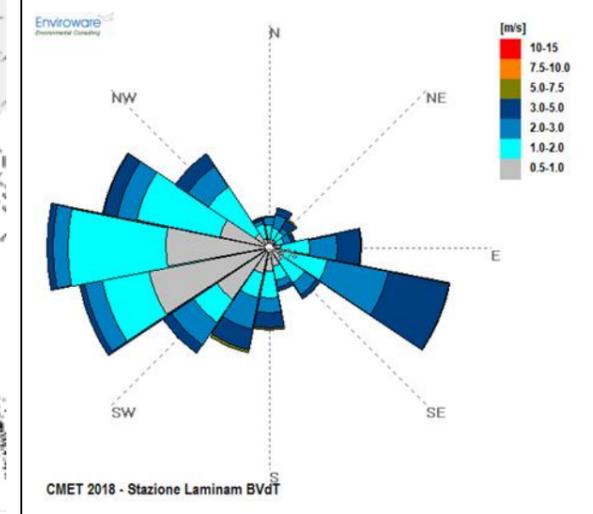
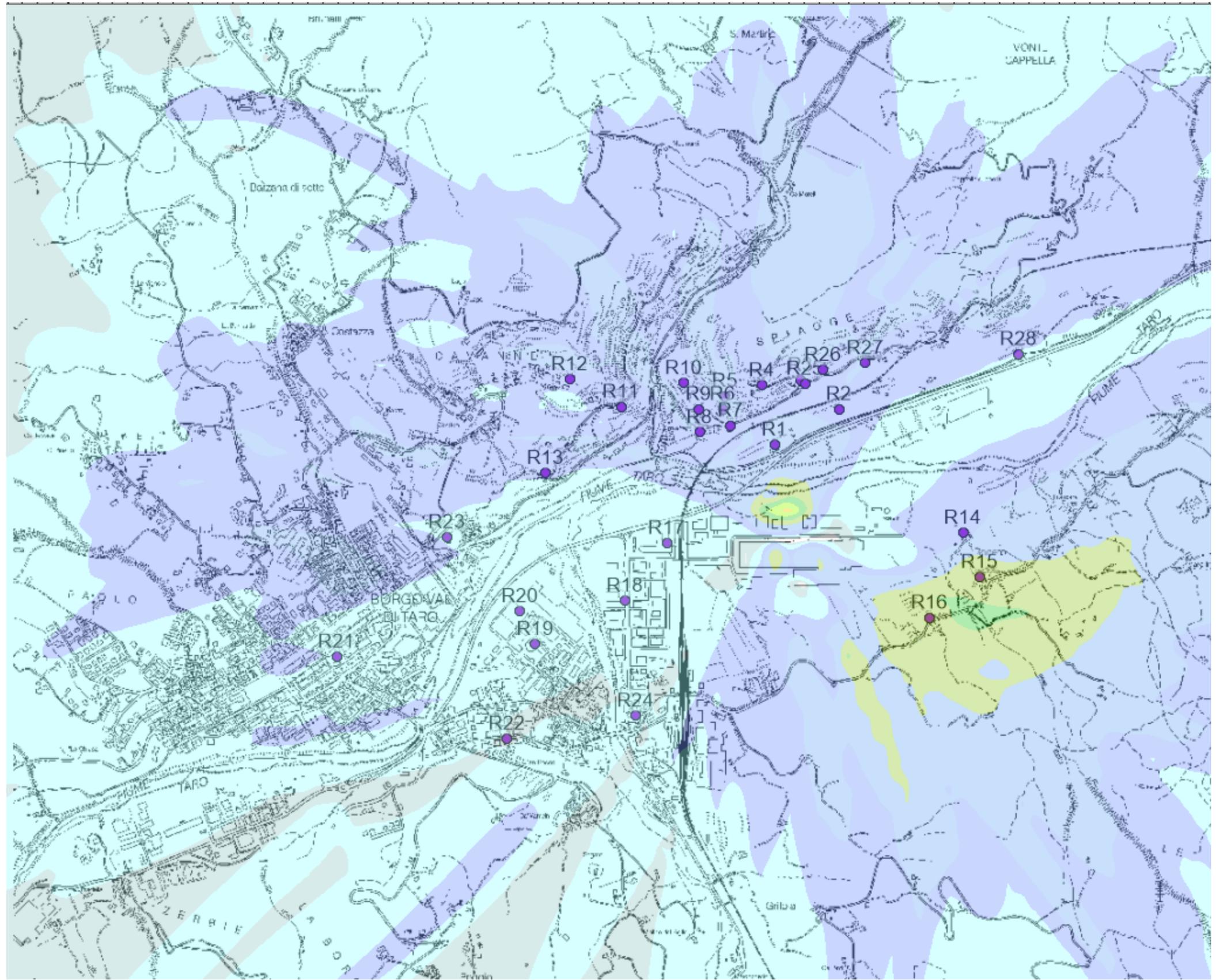
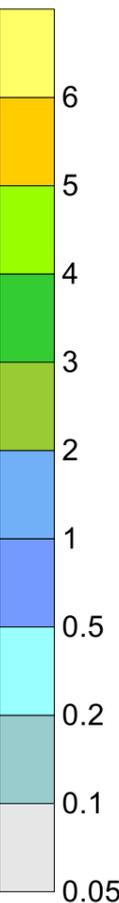


Tavola 6

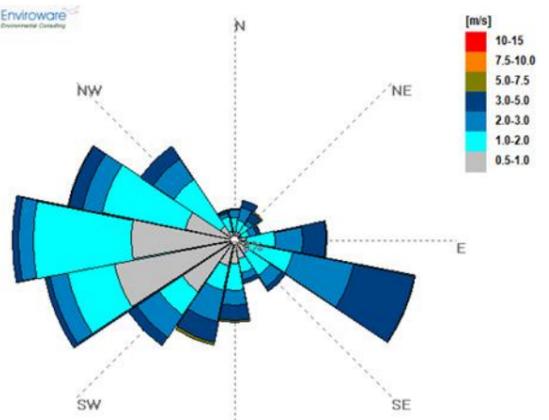


ACETALDEIDE

MASSIMO ORARIO
Scenario ATTUALE 2018
Ricadute [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Massimo valore 5,24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



CMET 2018 - Stazione Laminam BVdT

ALLEGATO 1
Risultati tabellati

Tabella 3: Coordinate dei recettori

ID	Label	X [km]	Y [km]	Qslm [m]	Qsls [m]
R1	Abitazioni	562.444	4927.083	383.741	4
R2	Abitazioni	562.658	4927.201	389.863	4
R3	Abitazioni	562.530	4927.297	414.567	4
R4	Abitazioni	562.400	4927.280	418.999	4
R5	Abitazioni	562.278	4927.245	414.097	4
R6	Abitazioni	562.271	4927.201	405.604	4
R7	Abitazioni	562.297	4927.147	396.246	4
R8	Abitazioni	562.193	4927.124	390.663	4
R9	Abitazioni	562.190	4927.201	401.274	4
R10	Abitazioni	562.141	4927.288	408.266	4
R11	Abitazioni	561.932	4927.209	415.790	4
R12	Abitazioni	561.761	4927.301	446.871	4
R13	Abitazioni	561.680	4926.989	404.130	4
R14	Abitazioni	563.070	4926.789	404.495	4
R15	Abitazioni	563.127	4926.642	426.750	4
R16	Abitazioni	562.959	4926.507	433.646	4
R17	EX Conad	562.084	4926.755	394.911	4
R18	Negozi	561.945	4926.563	398.486	4
R19	Scuola	561.646	4926.419	400.363	4
R20	Campo Sportivo	561.595	4926.528	395.391	4
R21	Centro Borgotaro	560.984	4926.377	409.455	4
R22	San Rocco	561.552	4926.104	427.802	4
R23	via Osacca	561.351	4926.775	399.613	4
R24	Pizzale Marconi	561.980	4926.180	412.104	4
R25	Abitazioni Le Spiagge	562.545	4927.286	411.059	4
R26	Abitazioni Le Spiagge	562.605	4927.332	418.627	4
R27	Abitazioni Le Spiagge	562.745	4927.354	411.812	4
R28	Abitazioni Le Spiagge	563.257	4927.385	386.580	4
R29	Boschi dei Ghirardi	559.79	4928.184	684,00	4

Tabella 4: Risultati simulazione per il periodo Gennaio – Dicembre 2018.

ID	Descrizione	FORMALDEIDE [µg/m3]		ACROLEINA [µg/m3]		ACETALDEIDE [µg/m3]	
		98° perc	Massimo orario	98° perc	Massimo orario	98° perc	Massimo orario
R1	Abitazioni	0.032	0.765	0.007	0.167	0.048	1.213
R2	Abitazioni	0.145	0.576	0.032	0.126	0.229	0.912
R3	Abitazioni	0.111	0.834	0.024	0.182	0.174	1.328
R4	Abitazioni	0.041	0.445	0.009	0.097	0.062	0.703
R5	Abitazioni	0.040	0.845	0.009	0.185	0.059	1.347
R6	Abitazioni	0.036	0.783	0.008	0.171	0.053	1.249
R7	Abitazioni	0.029	0.527	0.006	0.115	0.044	0.837
R8	Abitazioni	0.029	0.507	0.006	0.111	0.043	0.804
R9	Abitazioni	0.032	0.463	0.007	0.101	0.046	0.733
R10	Abitazioni	0.037	0.458	0.008	0.100	0.055	0.726
R11	Abitazioni	0.053	0.349	0.012	0.076	0.083	0.552
R12	Abitazioni	0.059	0.308	0.013	0.067	0.089	0.491
R13	Abitazioni	0.093	0.392	0.020	0.086	0.148	0.624
R14	Abitazioni	0.099	0.456	0.022	0.100	0.158	0.726
R15	Abitazioni	0.152	1.644	0.033	0.360	0.242	2.617
R16	Abitazioni	0.171	1.750	0.037	0.383	0.272	2.786
R17	Conad	0.053	0.171	0.012	0.037	0.084	0.272
R18	Negozi	0.014	0.155	0.003	0.034	0.022	0.247
R19	Scuola	0.010	0.197	0.002	0.043	0.016	0.313
R20	Campo Sportivo	0.019	0.140	0.004	0.031	0.030	0.222
R21	Centro Borgotaro	0.016	0.146	0.004	0.032	0.026	0.233
R22	San Rocco	0.005	0.098	0.001	0.021	0.007	0.156
R23	via Osacca	0.052	0.185	0.011	0.040	0.082	0.294
R24	Pizzale Marconi	0.005	0.146	0.001	0.032	0.007	0.233
R25	Le Spiagge	0.120	0.700	0.026	0.153	0.186	1.115
R26	Le Spiagge	0.124	0.439	0.027	0.096	0.197	0.694
R27	Le Spiagge	0.099	0.690	0.022	0.151	0.156	1.099
R28	Le Spiagge	0.053	0.264	0.012	0.058	0.082	0.421
R29	Boschi dei Ghirardi	0.021	0.197	0.005	0.043	0.031	0.310

Tabella 5 concentrazioni di VOC stimati nei punti di campionamento aria ambiente ISS.

<i>ID</i>	FORMALDEIDE [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		ACROLEINA [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		ACETALDEIDE [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	98° perc	Massimo orario	98° perc	Massimo orario	98° perc	Massimo orario
<i>lam1</i>	0.0631	0.1722	0.0138	0.0377	0.1006	0.2739
<i>lam2</i>	0.0120	2.0585	0.0026	0.4504	0.0190	0.2783
<i>sez175</i>	0.0337	0.5453	0.0074	0.1193	0.0511	0.8687
<i>sez132</i>	0.1364	1.4929	0.0298	0.3266	0.2172	2.3776
<i>bianco</i>	0.1472	1.5301	0.0322	0.3348	0.2282	2.4216
<i>lam3</i>	0.0046	0.1179	0.0010	0.0258	0.0070	0.1876
<i>sez184</i>	0.0051	0.1358	0.0011	0.0297	0.0070	0.2158
<i>sez16</i>	0.0055	0.1180	0.0012	0.0258	0.0080	0.1872
<i>sez11</i>	0.0090	0.2101	0.0020	0.0460	0.0140	0.3299
<i>sez03</i>	0.0112	0.2171	0.0024	0.0475	0.0173	0.3445
<i>sez160</i>	0.0220	0.2714	0.0048	0.0594	0.0336	0.4286
<i>sez06</i>	0.0259	0.3090	0.0057	0.0676	0.0409	0.4883
<i>sez08</i>	0.0414	0.3890	0.0091	0.0851	0.0660	0.6192
<i>sez18</i>	0.0616	0.2931	0.0135	0.0641	0.0971	0.4634
<i>sez22</i>	0.0932	0.4626	0.0204	0.1012	0.1478	0.7363