



FRONTESPIZIO PROTOCOLLO GENERALE

AOO: AOOAUSLPR
REGISTRO: Protocollo generale
NUMERO: 0063129
DATA: 21/09/2018
OGGETTO: Relazione risultati ambientali scuola Manara Borgo Val di Taro

SOTTOSCRITTO DIGITALMENTE DA:

Paolo Cozzolino
Marella Zatelli

CLASSIFICAZIONI:

- [04-01-03]

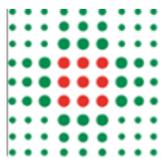
DOCUMENTI:

File	Firmato digitalmente da	Hash
PG0063129_2018_Lettera_firmata.pdf:	Zatelli Marella; Cozzolino Paolo	4C8DFE76F724862CD67D1B327C0891DB 6FAA2D46AECBDF5B626B70C89BDBAC5 9
PG0063129_2018_Allegato1.pdf:	Cozzolino Paolo	098A3F71E9FC3BEA72FE151AB60C5F57 288F79C3663A068B77C98A6745FCB395



L'originale del presente documento, redatto in formato elettronico e firmato digitalmente e' conservato a cura dell'ente produttore secondo normativa vigente.

Ai sensi dell'art. 3bis c4-bis Dlgs 82/2005 e s.m.i., in assenza del domicilio digitale le amministrazioni possono predisporre le comunicazioni ai cittadini come documenti informatici sottoscritti con firma digitale o firma elettronica avanzata ed inviare ai cittadini stessi copia analogica di tali documenti sottoscritti con firma autografa sostituita a mezzo stampa predisposta secondo le disposizioni di cui all'articolo 3 del Dlgs 39/1993.



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

DIPARTIMENTO Sanita' Pubblica
DSP/S.I.S.P. - Servizio Igiene e Sanita' Pubblica Aziendale

Comitato Tecnico Scientifico Tavolo per
la qualità dell'aria di Borgo Val di Taro
Via Benefattori 12
43043 Borgo Val di Taro (PR)

OGGETTO: Relazione risultati ambientali scuola Manara Borgo Val di Taro

Si allega alla presente relazione dei risultati ambientali effettuati presso l'Istituto Comprensivo P.V. Manara plesso posto in quartiere San Rocco di Borgo Val di Taro.
Distinti saluti.

Firmato digitalmente da:

Paolo Cozzolino
Marella Zatelli

Responsabile procedimento:
Paolo Cozzolino

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:

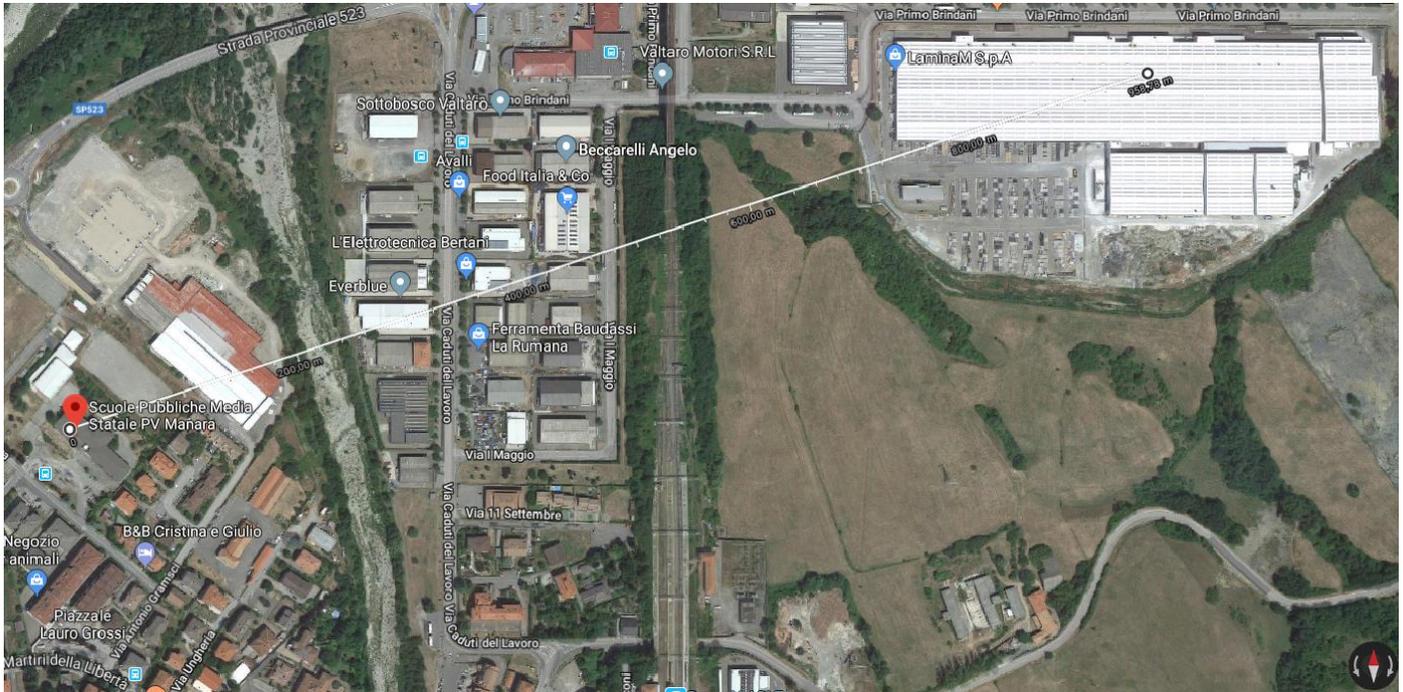
- 4 bambini sul totale di alunni, normalmente presenti, di n. 285
- 1 dipendente su un totale di n. 11 personale ATA e n.25 docenti, presenti la mattina.

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.

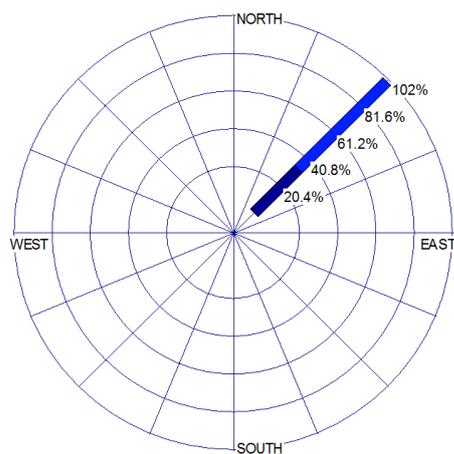
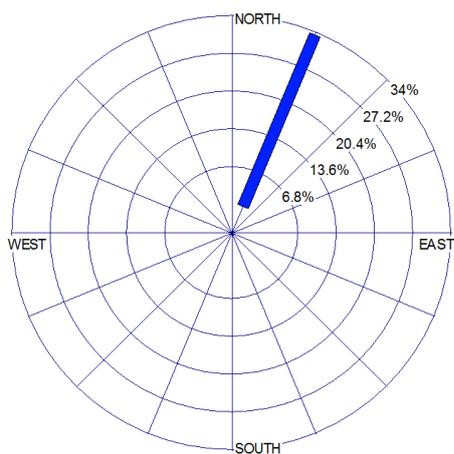


c- CONDIZIONI METEO CLIMATICHE DEL PERIODO

In assenza di una centralina meteorologica di riferimento con risoluzione temporale adeguata, i dati utilizzati provengono dal modello LAMA sviluppato da Arpa 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.

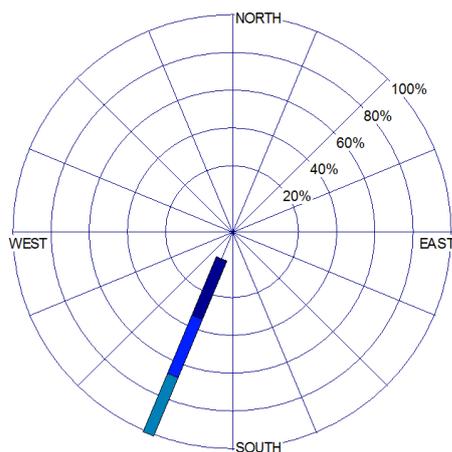
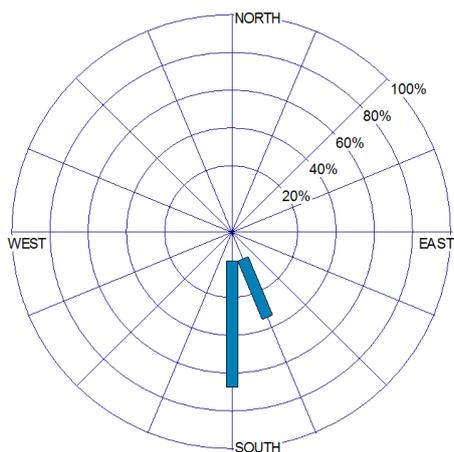
Nella giornata del 17/04 si è osservata una sostanziale calma di vento fino alle ore 6, con provenienza da Nord-Nord Ovest (310°). Nelle ore successive la provenienza si è spostata a Nord (15/25°), sempre con velocità molto basse (< 2 m/s). Durante la mattinata il vento gradualmente cambia ancora di 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.

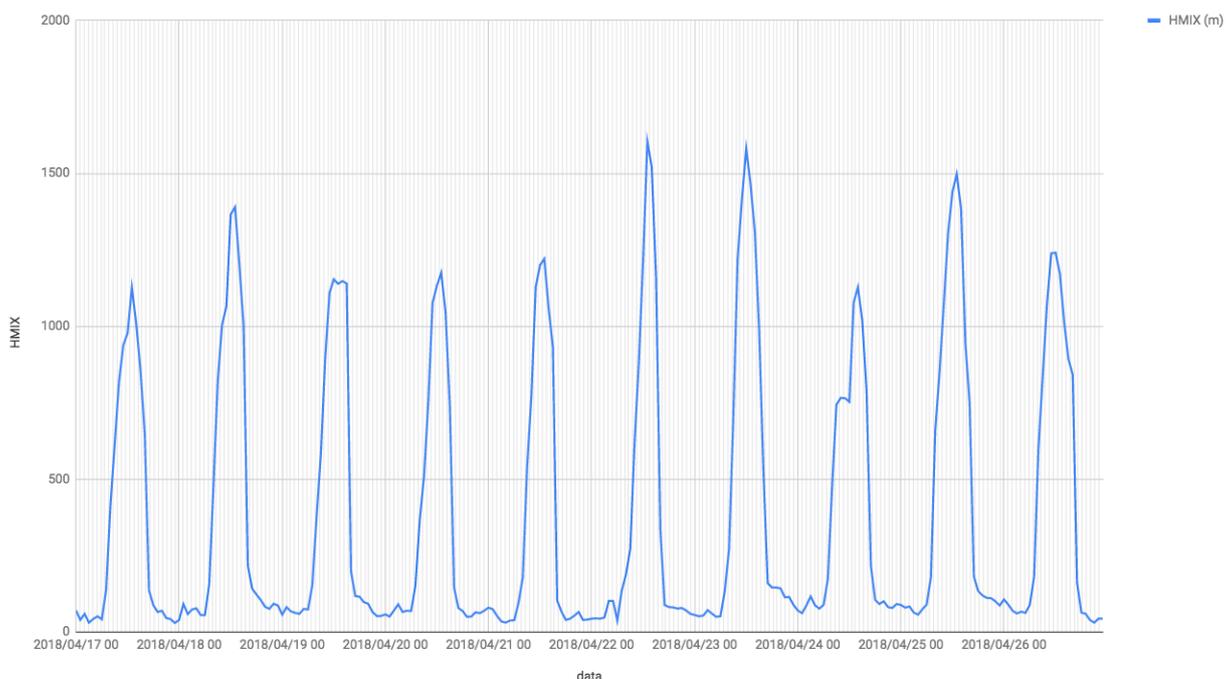


provenienza del vento nelle giornate del 24 e 26/4

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.