

## ALLEGATO 1.

### a) ESEMPI INTERNAZIONALI – INTERVENTI IN AMBITO AERAZIONE NELLE SCUOLE

USA [https://www.centerforhealthsecurity.org/our-work/pubs\\_archive/pubs-pdfs/2021/20210526-school-ventilation.pdf](https://www.centerforhealthsecurity.org/our-work/pubs_archive/pubs-pdfs/2021/20210526-school-ventilation.pdf)

A Maggio 2021 il Center for Health Security della John Hopkins University ha pubblicato una relazione dal titolo School Ventilation: A Vital Tool to Reduce COVID-19 Spread che contiene importanti raccomandazioni rivolte al governo statunitense in materia di salubrità dell'aria nelle aule scolastiche e di sicurezza.

In questo rapporto, gli esperti hanno analizzato gli studi che indicano come i miglioramenti nella ventilazione riducono i rischi di trasmissione di malattie e hanno spiegato con un'analisi costi-benefici come tali interventi, che sono spesso percepiti come investimenti complicati e costosi, in confronto con i costi di sanificazione delle superfici siano invece una soluzione vantaggiosa quando si confrontano i costi e l'efficacia per la salute pubblica.

Nell'ambito dell'American Rescue Plan sono stati previsti fondi per ridurre i rischi legati a COVID-19 nelle scuole e secondo il rapporto della J.H. la qualità dell'aria dovrebbe essere

una priorità nelle scuole per (1) aumentare la sicurezza durante la pandemia di COVID-19 e prevenire in caso di futuri focolai di malattie respiratorie e (2) migliorare l'apprendimento degli studenti.

Nel report si afferma espressamente che 'Investments in healthy indoor air for K-12 schools are crucial for the health of the nation.', cioè investimenti nella qualità dell'aria nelle scuole primarie e secondarie è fondamentale per la salute della nazione.'

Abbiamo tradotto e riportato qui di seguito le raccomandazioni specifiche del rapporto, che sono ovviamente relative alle condizioni attuali delle scuole statunitensi, in ordine di priorità a breve e lungo termine:

1. Gli amministratori scolastici dovrebbero migliorare la ventilazione della scuola introducendo tanta aria esterna per quanto consentiranno gli attuali sistemi di riscaldamento, ventilazione e aria condizionata (HVAC) e dovrebbero migliorare la filtrazione. Nelle scuole con ventilazione meccanica, gli ingegneri edili dovrebbero massimizzare la fornitura di aria esterna e aumentare la filtrazione nel sistema HVAC, aggiornandolo con filtri che abbiano il maggior livello di efficacia possibile che il sistema possa gestire. Possono anche cambiare i fan da "auto" a "on" in modo che funzionino continuamente.

Per scuole con ventilazione naturale, l'apertura delle finestre può aiutare se combinata con ventilatori per finestre a prova di bambino per dirigere il flusso d'aria; **tuttavia, questo da solo non garantirà una maggiore ventilazione.** Le finestre non possono essere aperte in molte scuole, quindi non è possibile aumentare la qualità dell'aria senza filtri dell'aria portatili.

2. Gli amministratori scolastici dovrebbero acquistare unità di filtrazione dell'aria HEPA da collocare in aule e spazi comuni occupati.

Anche se la ventilazione in una scuola soddisfa già gli attuali standard edilizi (molti non hanno questi requisiti), un ulteriore filtraggio dell'aria con un dispositivo portatile può aiutare a ridurre il potenziale di trasmissione di SARS-CoV-2. I filtri dell'aria HEPA portatili sono facili da usare, è una tecnologia collaudata e le unità hanno il vantaggio di essere sempre accese." Un'unità silenziosa (o una combinazione di unità più piccole) può aumentare il numero di ricambi d'aria di almeno 3 a 5 volte in un'aula di 800 square feet, possono essere acquistati per circa \$ 500 e sono meno gravosi sui sistemi elettrici di un condizionatore d'aria portatile. Aumentare il numero di ricambi d'aria all'ora può ridurre sostanzialmente i rischi di trasmissione di aerosol.

3. I sistemi scolastici dovrebbero utilizzare solo tecnologie collaudate per migliorare la qualità dell'aria degli ambienti chiusi: ventilazione adeguata, filtrazione HEPA o germicida con irradiazione ultravioletta. Non si dovrebbero utilizzare nebulizzatori chimici o qualsiasi altro tipo di "sanificatori dell'aria" diversi da sistemi di filtrazione e/o irradiazione germicida ultravioletta. I sistemi scolastici non dovrebbero utilizzare tecnologie non testate come i generatori di ozono, ionizzazione, plasma e disinfezione dell'aria con nebulizzatori e spray chimici. Gli effetti di questi metodi di sanificazione dell'aria sui bambini non sono stati testati e potrebbero essere dannosi per la loro salute. L'obiettivo principale per migliorare la qualità dell'aria dovrebbe essere rimuovere contaminanti e impurità dall'aria e non introdurre nuove sostanze nell'aria.

4. Gli amministratori scolastici dovrebbero abbandonare pratiche di disinfezione, metodi di "pulizia profonda" e qualsiasi altra pulizia costosa.

Si dovrebbero pulire regolarmente le superfici ad alto contatto e disinfettare gli spazi se un caso viene identificato in aula o spazio condiviso, in accordo con le linee guida del CDC.

Le scuole dovrebbero anche fornire adeguate risorse per l'igiene delle mani come disinfettante per le mani nelle aule e negli spazi comuni ed eseguire la pulizia regolare di aree ad alto contatto frequente. Tuttavia, le scuole non dovrebbero adottare "giorni di pulizie approfondite" come una questione di routine. La trasmissione via fomiti (superficie) non è una delle principali vie di diffusione della SARS-CoV-2. Gli investimenti nella ventilazione forniscono un migliore risultato nella riduzione del rischio.

5. Gli amministratori scolastici dovrebbero installare sistemi di ventilazione meccanica dove non esistono e aggiornare quelli che non soddisfano gli standard attuali.

Tutti gli studenti, gli insegnanti e il personale meritano aria salubre, e molti non la stanno avendo. Una corretta ventilazione migliorerà la salute e l'istruzione.

I sistemi di ventilazione dovrebbero soddisfare tutti gli standard applicabili, essere regolarmente manutenuti ed essere soggetti a verifiche che attestino che i sistemi funzionino come previsto.

Se le scuole hanno solo ventilazione naturale, è necessario installare sistemi di ventilazione meccanica controllata.

Gli aggiornamenti alle strutture richiederanno tempo, ma miglioreranno la ventilazione nelle scuole per il lungo termine.

Il governo degli Stati Uniti dovrebbe convocare una task force federale dedicata alla scuola sulla qualità dell'aria per sviluppare linee guida su come migliorare la qualità dell'aria interna nelle scuole a lungo termine, in modo sostenibile ed economicamente efficiente.

Queste linee guida dovrebbero includere misure di accountability per accertamenti che valutino tali miglioramenti.

La task force dovrebbe essere composta da esperti in qualità dell'aria, igiene industriale, scienze dell'edilizia, sistemi HVAC, epidemiologia, ingegneria, salute ambientale per i bambini e istruzione. Insieme, dovrebbero sviluppare un'guida per migliorare, monitorare e mantenere una buona qualità dell'aria al chiuso. La task force dovrebbe creare standard per i sistemi scolastici per tenere conto dei diversi sistemi di ventilazione, clima e condizioni in tutto il paese.

Dovrebbe anche sviluppare una certificazione Ventilazione Scolastica: Uno Strumento Essenziale per Ridurre la Diffusione di COVID-19 (School Ventilation: A Vital Tool to Reduce COVID-19 Spread) per installatori e committenti HVAC e, cosa importante, dovrebbe

fornire raccomandazioni per la supervisione e le responsabilità in modo che gli studenti e gli insegnanti della scuola primaria e secondaria della nazione abbiano i vantaggi di un'aria sana nelle scuole. Si è permesso che i problemi ben documentati della scarsa qualità dell'aria interna nelle scuole primarie e secondarie continuassero per decenni. È necessario che si facciano dei passi avanti per risolvere questi problemi e dare a studenti, insegnanti e personale delle scuole primarie e secondarie l'aria salubre che meritano.

#### **IRLANDA <https://www.gov.ie/en/publication/ad236-guidance-on-ventilation-in-schools/#>**

Il Dipartimento della Pubblica Istruzione fornirà decine di migliaia di monitor di anidride carbonica alle scuole per aiutare a prevenire la diffusione di Covid-19. Inoltre, ha prodotto linee guida e vari documenti con f.a.q. di sostegno per le scuole sulla ventilazione nelle aule.

#### **ISOLE BALEARI <http://www.caib.es/govern/sac/fitxa.do?codi=4709892&lang=es&coduo=7>**

Nelle Isole Baleari le cui scuole e centri educativi erano già stati dotati di misuratori di CO2 l'anno scorso, si sta procedendo all'acquisto di purificatori con filtri Hepa da installare per ogni classe entro l'inizio del prossimo anno scolastico.

#### **FRANCIA [https://www.lemonde.fr/planete/article/2021/05/27/covid-19-les-capteurs-de-co2-et-les-purificateurs-d-air-font-leur-apparition-dans-les-ecoles\\_6081682\\_3244.html](https://www.lemonde.fr/planete/article/2021/05/27/covid-19-les-capteurs-de-co2-et-les-purificateurs-d-air-font-leur-apparition-dans-les-ecoles_6081682_3244.html)**

Il ministro della Pubblica Istruzione, Jean-Michel Blanquer, ammette finalmente che per contrastare la diffusione del virus nelle aule scolastiche è necessario d'ora in poi installare rilevatori di CO2 e purificatori d'aria "Incoraggiamo le comunità ad (utilizzare) sensori di CO2 e depuratori d'aria (...) ogni volta che è rilevante", ha affermato il ministro il 25 aprile, spiegando il nuovo protocollo sanitario messo in atto per la riapertura delle scuole.

#### **CANADA <https://www.tvanouvelles.ca/2021/05/27/quebec aura a l'i la qualite de l'air dans toutes les classes-1>**

Il governo Legault si prepara a lanciare una gara d'appalto per dotare le 48.000 classi del Quebec di un lettore computerizzato di CO2, al fine di monitorare la qualità dell'aria e limitare così il rischio di trasmissione del COVID19 nelle scuole.

#### **b)QUADRO NORMATIVO ITALIANO**

Come accennato in premessa, il Rapporto IIS Covid-19 n.12/2021 ha posto particolare attenzione al miglioramento del microclima e alla ventilazione negli ambienti indoor. Il documento, infatti, evidenzia come la modalità di trasmissione del Covid-19 avvenga per lo più attraverso la via aerea piuttosto che il contatto e che, in ragione di questo, particolare attenzione vada prestata al microclima degli ambienti indoor attraverso l'installazione di sistemi di ventilazione, l'utilizzo di sensori CO2 e/o di sistemi di purificazione/ionizzazione dell'aria.

A livello normativo, ricordiamo inoltre che il Testo Unico della Sicurezza (D.Lgs. 81 del 09 aprile 2008) ha sostituito il precedente D.Lgs. 626/94 e gli altri provvedimenti degli ultimi 50 anni in materia di tutela della sicurezza e salute durante il lavoro, trovando piena applicazione sia nel settore privato che in quello pubblico.

E' auspicabile che nel comparto scuola esso trovi piena ed integrale applicazione attraverso l'intervento diretto del Ministero dell'Istruzione al fine di garantire una uniformità nella adozione e nella gestione di tutti gli aspetti e di tutte le problematiche intese ad evitare la diffusione nell'ambiente scolastico del virus. Mentre alla classe dirigente dovrebbero essere demandati gli adempimenti di tipo amministrativo e gestionali dalle scelte apicali derivanti.

Con D.L. 7.10.2020 n. 125 convertito in legge 27.11.2020 n. 159 la soglia di rischio del virus è stata innalzata e il Covid da "agente di categoria 2" è diventato "AGENTE BIOLOGICO DEL GRUPPO 3" ovvero agente che può causare malattie gravi in soggetti umani e costituire un serio rischio per i lavoratori (Allegato 46 D.Lgs. n. 81/2008 T.U. Sicurezza).

In ragione di questo, il datore di lavoro è tenuto ad adottare tutte le cautele possibili per garantire l'incolumità dei lavoratori ed evitare il verificarsi di sinistri che possano mettere a repentaglio la vita e la sicurezza degli stessi.

Al riguardo, la Suprema Corte di Cassazione ha affermato che qualora sussista la possibilità di ricorrere a plurime misure di prevenzione di eventi dannosi, il datore di lavoro è tenuto "ai sensi dell'art. 2087 c.c., a garantire la sicurezza al meglio delle tecnologie disponibili"; "trattasi, invero, di principio cui non è possibile derogare soprattutto nei casi in cui i beni da tutelare siano costituiti dalla vita e dalla integrità fisica delle persone" (Cassazione Civ., sez. lav. 1.9.2016 n. 18503; ed ancora Cass. Pen. 2 marzo 2020, n. 8160; Cass. Pen. 3 febbraio 2016, n. 4501 Cass. Pen. 2 febbraio 2016, n. 4325). D'altronde, l'obbligo imposto dall'art. 2087 c.c. di adottare "tutte le misure" significa che per giudicare la completezza della protezione occorre applicare il criterio "della massima sicurezza tecnologicamente possibile" al fine di ridurre l'esposizione al rischio, AL DI LA' DI SPECIFICHE DISPOSIZIONI NORMATIVE (Cass. Civ. sez. lav., 21.9.2016 n. 18503; Cass. Pen., IV 17.10.2019 n. 6566).

Il Protocollo di Sicurezza per il prossimo a.s. 2021/2022 dovrà necessariamente tenere in considerazione il mutato scenario epidemiologico e le scelte assunte ad Agosto 2020 quando non era ancora stata recepita la Direttiva UE del 03/06/2020.

I punti da affrontare al fine di evitare che la Dirigenza Scolastica possa applicare il documento in modo discrezionale, creando situazioni difformi sul territorio nazionale sono:

D'altronde, per il prossimo anno non tutti i minori saranno vaccinati e la vaccinazione stessa, non essendo obbligatoria, non potrà essere l'unico strumento di tutela e di prevenzione.

**ARIA E SISTEMI DI FILTRAZIONE:** la Tabella XLVII T.U. stabilisce che nei confronti degli agenti biologici di categoria 3 siano necessari (non raccomandati ma necessari!) sistemi di filtrazione dell'aria in entrata ed in uscita.

Lo scorso 6 aprile, è stato sottoscritto il nuovo "*Protocollo condiviso di aggiornamento delle misure per il contrasto e il contenimento della diffusione del virus SARS-CoV-2/COVID-19 negli ambienti di lavoro*" tra lo Stato e le parti sociali.

Il Protocollo aggiorna e rinnova i precedenti accordi su invito del Ministro del Lavoro e delle Politiche sociali e del Ministro della Salute, che hanno promosso un nuovo confronto tra le Parti sociali, in attuazione della disposizione di cui all'articolo 1, comma 1, numero 9), del decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 11 marzo 2020, che – in relazione alle attività professionali e alle attività produttive – raccomanda intese tra organizzazioni datoriali e sindacali. Il documento tiene conto delle misure di contrasto e di contenimento della diffusione del SARS-CoV-2/COVID-19 negli ambienti di lavoro, già contenute nei Protocolli condivisi sottoscritti successivamente alla dichiarazione dello stato di emergenza, in particolare il 14 marzo e il 24 aprile 2020, sviluppati anche con il contributo tecnico-scientifico dell'INAIL.

Il Protocollo aggiorna tali misure tenuto conto dei vari provvedimenti adottati dal Governo e, da ultimo, del dPCM 2 marzo 2021, nonché di quanto emanato dal Ministero della salute. A tal fine, contiene linee guida condivise tra le Parti per agevolare le imprese nell'adozione di protocolli di sicurezza anti-contagio, ovvero il Protocollo di regolamentazione per il contrasto e il contenimento della diffusione del virus SARS-CoV2/COVID-19 negli ambienti di lavoro.

**EBBENE, TALE DOCUMENTO CONTIENE DEI PRINCIPI CHE NON POSSONO TROVARE APPLICAZIONE SOLO NEL SETTORE PRIVATO** perché si verrebbe a creare una ingiustificata disparità di trattamento a scapito della sicurezza dei lavoratori che operano nella Pubblica Amministrazione.

**IL PROTOCOLLO CONDIVISO** del 09/04/2021 prevede il distanziamento di almeno un metro; la riorganizzazione delle postazioni di lavoro e degli spazi; orari differenziati; la riduzione del numero di presenze in contemporanea nello stesso luogo e un'aerazione continua degli spazi comuni ovvero degli spazi che sono frequentati da più persone contemporaneamente.

Nel documento si chiarisce che la prosecuzione delle attività produttive può avvenire solo in presenza di condizioni che assicurino alle persone che lavorano adeguati livelli di protezione. Mentre, **la mancata attuazione del Protocollo, che non assicuri adeguati livelli di protezione determina la sospensione dell'attività fino al ripristino delle condizioni di sicurezza.**

### c) EVIDENZE E RACCOMANDAZIONI NAZIONALI

Un gruppo di accademici, giuristi e intellettuali della SIMA (Società italiana di medicina ambientale) unitamente a quelli della Rete “La scuola che vogliamo” e della Cattedra Unesco Educazione alla salute e sviluppo sostenibile dell’Università Federico II, ha elaborato 8 proposte operative per una scuola in salute. Si tratta di uno studio che si prefigge di mettere in atto vere e proprie proposte operative che prevedono interventi in questa situazione emergenziale ma al tempo stesso di (ri)programmare a medio termine la scuola come contenitore di salute per studenti e personale docente.

Un lavoro che si fonda essenzialmente sulla qualità dell'aria indoor, cioè su quel microclima che si viene a determinare negli ambienti chiusi che può essere un facile veicolo di contagio del virus: per intenderci, non parliamo solo di ricambi d'aria, ma di una serie di attività a corollario che contribuiscono a rendere più salire l'ambiente scolastico. “La Commissione Europea ha effettuato nel 2015 un’indagine – ‘SInPHONiE- Schools Indoor Pollution and Health Observatory Network in Europe’ - per valutare la qualità dell’aria in 114 scuole primarie (5.575 studenti) di 23 paesi dell’UE, scoprendo che l’85% degli studenti è esposto a concentrazioni di PM2,5 e PM10 (particelle solide e droplet in sospensione aerea che veicolano l’agente patogeno) più elevate rispetto a quelle considerate sicure dall’OMS. Uno scarso ricambio d’aria in presenza di persone infette da coronavirus nell’aula può aumentare il rischio di contagi”, si legge in una nota a firma del gruppo di lavoro. “L’Italia fa scuola” è il paper predisposto che si articola in 8 proposte operative (da cui ne estraiamo solo una piccola parte) per una scuola in salute: hanno partecipato medici, giuristi, filosofi, chimici, epidemiologi, ingegneri, pedagogisti, e che ha coinvolto anche il terzo settore, impegnato sul campo nel variegato mondo della scuola:

**1) Promuovere un’ottimale qualità dell’aria** in aula è fondamentale per garantire il pieno benessere psico-fisico, dimostrando effetti positivi anche sul rendimento scolastico degli alunni. L’attenzione alla qualità dell’aria è tanto più cruciale nel corso dell’emergenza Covid-19 per il proseguimento o la ripresa dell’anno scolastico e va garantita con l’installazione dei sistemi di Ventilazione Meccanica Controllata (VMC) con filtrazione dell’aria in entrata, scientificamente validati. La VMC è eventualmente associabile (ma non sostituibile) all’utilizzo di purificatori d’aria certificati in grado di filtrare particelle sino a 0,1 µm e di garantire nell’arco orario l’intero rinnovarsi del volume d’aria ambiente.

Nel frattempo cosa è successo? NULLA! È disattesa da anni la normativa EU EN 16798-1 che l’Italia ha recepito ma di fatto mai applicato integralmente (Direttiva 2010/31/EU.)

In base a questa normativa il ricambio d’aria deve essere di almeno 10 litri/secondo/persona.

Uno studio del 2011 del Min. Salute sulle scuole dichiarava 3 l/s/p. A marzo 2020 sempre il Min. Sal. dichiarava che andava rilevato questo dato, e contemporaneamente però l’OMS suggeriva già i 10 l/s/p. Ad oggi tranne continuare a dire di aprire le finestre (senza altre indicazioni o precisazioni che non siano demandate alla sensibilità personale e estremamente opinabile) non è stato fatto nulla.

**2) Adottare protocolli e misure per il monitoraggio della qualità dell’aria** in ogni scuola, prevedendo la figura di un responsabile ad hoc come già avviene negli USA. Gli insegnanti e il personale scolastico dovranno essere informati che una scadente qualità dell’aria ha un impatto sia sulla salute degli alunni che sul loro rendimento scolastico.

**3) La salubrità delle scuole**, come luogo di lavoro, e la tutela di chi vi opera deve essere una questione prioritaria. Negli ultimi anni la qualità dell’aria indoor è stata finalmente riconosciuta come obiettivo imprescindibile di una strategia integrata relativa all’inquinamento atmosferico nel suo complesso.

A prescindere da questa lista delle buone intenzioni vediamo cosa si potrebbe fare operando una disamina di quanto già è noto in merito alla letteratura e alla conoscenza riguardo la qualità dell’aria negli ambienti confinati.

Basti pensare che nel 2000 l’Organizzazione Mondiale della Sanità, tramite il documento del “The Right to Healthy Indoor Air”, ha riconosciuto una salutare aria indoor come un diritto umano fondamentale. La **qualità dell’aria indoor** (Indoor Air Quality-IAQ) si riferisce all’aria interna che si respira negli ambienti confinati, quali: abitazioni, uffici pubblici e privati, strutture comunitarie (ospedali, scuole, uffici, caserme, alberghi, banche), ambienti destinati ad attività ricreative e sociali (cinema, bar, ristoranti, negozi, strutture sportive), mezzi di trasporto pubblici e/o privati (auto, treno, aereo, nave, etc). Nelle indicazioni del Ministero della Salute si specifica, qualora ce ne fosse bisogno, che negli ambienti chiusi o semichiusi l’ossigeno presente nell’aria (interna) viene gradatamente consumato, mentre con la respirazione e la traspirazione umana sono immessi nell’aria alcuni componenti quali: vapore acqueo, anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) e diverse sostanze organiche veicolate da droplet e aerosol di dimensioni ascrivibili a PM2,5 e PM10. In assenza di adeguata ventilazione, la qualità dell’aria interna tende ad alterarsi, come conseguenza della presenza e dell’accumulo di sostanze con caratteristiche tali da modificare la normale composizione o stato fisico dell’aria e alterarne la salubrità.

Con la ventilazione è possibile rinnovare l’aria viziata di un ambiente, sostituendola con aria più pulita e diluire la concentrazione delle sostanze nocive prodotte da fonti interne; inoltre è possibile eliminare anche il vapore acqueo in eccesso e il conseguente aerosol disperso con la respirazione. La **ventilazione degli ambienti** svolge quindi un ruolo importante nel garantire una buona

qualità dell'aria interna. L'aria esterna può essere introdotta in un ambiente chiuso attraverso i sistemi di ventilazione meccanica (o forzata).

Uno studio dell'ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, sin dal 2010 evidenzia che le persone, nell'arco della giornata, trascorrono la maggior parte del proprio tempo in ambienti chiusi (indoor). **I risultati di numerosi studi mettono in evidenza che la concentrazione di inquinanti nell'aria indoor è spesso superiore ai rispettivi valori esterni.** Le stesse linee guida sulla qualità dell'aria dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO Air Quality Guidelines, Global Update 2005) presentano una disamina dell'evidenza scientifica dei problemi sanitari associati alla presenza di umidità e di inquinanti biologici all'interno degli spazi chiusi, fornendo raccomandazioni e misure di controllo date le evidenze in merito a quanto è ormai palese: **l'inquinamento indoor può causare effetti che vanno dal disagio sensoriale a gravi conseguenze sullo stato di salute.**

L'accordo del 27/09/2001 tra il Ministero della salute, le regioni e le province autonome definisce gli *ambienti indoor* come ambienti confinati di lavoro e di vita nel quale la popolazione trascorre gran parte del proprio tempo e dove subisce le potenziali conseguenze di una prolungata esposizione a fattori di rischio per la salute individuale. La composizione dell'aria indoor è spesso caratterizzata da una miscela di composti molto variabile rispetto a quanto riscontrabile nell'aria atmosferica esterna. A volte si registrano valori di concentrazione di inquinante all'interno superiori a quelli presenti nello stesso momento all'esterno dell'ambiente o, frequentemente, si riscontra la presenza di sostanze inquinanti non rilevabili all'esterno (formaldeide, radon, ecc.). Nelle scuole e negli uffici, gli inquinanti di tipo biologico e correlati ad agenti infettivi e a particolato aerodisperso, costituiscono la principale fonte di rischio per gli occupanti. Va inoltre considerato che, anche se a basse concentrazioni, la presenza di contaminanti negli ambienti confinati può avere un importante impatto sulla salute e sul benessere degli occupanti a causa di esposizioni di lunga durata. Il rischio, infatti, più che alla concentrazione di inquinanti, in generale molto varia ed eterogenea, è legato all'esposizione e alla concentrazione integrata nel tempo.

Per contaminanti biologici s'intende una serie di sostanze di origine biologica che possono incidere negativamente sulla qualità dell'aria indoor. Le principali fonti di inquinamento microbiologico nei locali sono rappresentate dagli occupanti (uomo, animali, piante) e dalla polvere (ottimo ricettacolo per i microrganismi). Tra i contaminanti biologici più comuni si trovano: i batteri (trasmessi dalle persone e dagli animali ma presenti anche in luoghi con condizioni di temperatura ed umidità che ne favoriscono la crescita) i virus (trasmessi dagli animali e dalle persone infette) lo studio evidenzia inoltre che il tempo passato dalle persone in ambienti di lavoro o studio, è nell'ordine del 35% rispetto al tempo totale di una giornata. Dette percentuali rispetto alla data dello studio si sono notevolmente alzate fino a raggiungere, e in qualche caso eguagliare, il tempo trascorso tra le mura domestiche. Lo studio ha analizzato pertanto la presenza di PM2,5 e PM10 in aria indoor ed è stata effettuata la conversione a  $\mu\text{g}/\text{mc}$ , assumendo di essere in condizioni ambiente con riferimenti su temperatura e pressione atmosferica pari a: T = 25°C, P = 1 atm. È emerso che detti inquinanti si presentano con una presenza indoor abbastanza massiccia.

Il PM2,5 presenta valori indoor ascrivibili all'intervallo 5-199  $\mu\text{g}/\text{mc}$ . Per tali inquinanti lo studio non riporta i valori limite per gli ambienti considerati ma è facile riscontrare che sono molto al di sopra dei limiti previsti per le medesime concentrazioni in ambiente esterni. A titolo esemplificativo la normativa italiana pone tale limite a 25  $\mu\text{g}/\text{mc}$  come media annuale entro il 01/01/2015 (*D. Lgs. n.155 del 13/08/2010, "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa." Pubblicato nella Gazz. Uff. 15 settembre 2010, n. 216, S.O.*), mentre le *"Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide"*, WHO, 2006 considerando i seguenti limiti: 10  $\mu\text{g}/\text{mc}$  come media annuale e 25  $\mu\text{g}/\text{mc}$  come media giornaliera. Si rileva come ci si trova ad una altissima concentrazione che supera addirittura i limiti previsti per gli ambienti esterni. La situazione non cambia se si analizza il PM10. Lo studio presenta una concentrazione variabile nell'intervallo 24-153  $\mu\text{g}/\text{mc}$ . La norma nazionale già citata prevede quali limiti: 50  $\mu\text{g}/\text{mc}$  come media delle 24 ore da non superare più di 35 volte l'anno e 40  $\mu\text{g}/\text{mc}$  come media annuale. La *"Air quality guidelines for Europe"*, WHO, 2000 fissa tali limiti in 20  $\mu\text{g}/\text{mc}$  come media annuale e 50  $\mu\text{g}/\text{mc}$  come media giornaliera. Anche in questo caso si ravvisano picchi di presenza in ambiente indoor di molto superiori ai limiti previsti per attività outdoor. Si aggiunga a supporto di quanto relazionato che l'US. EPA National Ambient Air Quality Standards indica come limite per il PM2.5 i valori 15,0  $\mu\text{g}/\text{mc}$  in un anno e 35  $\mu\text{g}/\text{mc}$  in un giorno evidenziando ancora l'altissima concentrazione rilevata dallo studio di riferimento.

Occorre chiarire che il particolato aerodisperso (PM2,5 e PM10) può provocare un effetto irritante e nocivo per le vie respiratorie, ostruzione degli alveoli polmonari, disturbi cardiaci e la possibilità di indurre alterazioni nel sistema immunitario; nella fattispecie i valori del particolato analizzato vanno assimilati e confrontati con le droplet che dimensionalmente presentano caratteristiche similari e costituiscono veicolo di trasmissione del virus Sars-Cov-2, il quale in ambiente confinato può veicolarsi anche con le particelle di particolato aerodisperso; tutto in relazione alla tipologia di filtrante da utilizzare per i DPI che devono essere oggetto di rivalutazione, e per evidenziare la necessità di operare una ventilazione meccanica controllata (VMC) degli ambienti indoor per le ragioni fin qui esposte.