



QAES

# QAES - Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici

“Progettare, gestire e migliorare la qualità dell'aria nelle scuole”

**La scelta di materiali e prodotti a basse emissioni di sostanze nocive**

*Mariadonata Bancher, Agenzia per l'Energia Alto Adige- CasaClima*



Programma di Cooperazione Interreg V A “Italia – Svizzera 2014-2020”  
Progetto "Qualità dell'Aria negli Edifici Scolastici - QAES" (ID n. 613474)



## Obiettivo: qualità dell'aria indoor

**Criteri di selezione dei materiali/ prodotti da posare all'interno dello strato di tenuta all'aria ai fini dell'IAQ devono considerare:**

- **emissioni di sostanze nocive** per la salute o il comfort degli occupanti
- **durabilità/integrità** nel tempo
- requisiti per la **manutenzione** e la **pulizia**

**Emissioni di VOC: composti organici volatili**, ampia categoria di sostanze di cui alcune possono avere alto impatto per la salute (es. formaldeide) anche a basse concentrazioni.

**Emissioni di SVOC: composti organici semivolatili**, come ftalati e ritardanti di fiamma organofosfati. Tendono a essere rilasciati più lentamente e per periodi più lunghi rispetto ai VOC, quindi sono più persistenti.



QAES





**Problematica della qualità dell'aria:** interrelazioni anche complesse tra **fattori fisici/chimici/biologici**

Fonti di emissione	Inquinanti
Materiali da costruzione e isolanti	fibre vetrose e minerali, amianto, particolato, radon, VOC, formaldeide, agenti biologici (per presenza di umidità e/o polvere),
Materiali di rivestimento e moquette	formaldeide, ftalati (SVOC), altri VOC, agenti biologici (per presenza di umidità e/o polvere)
Arredi e pavimentazioni	formaldeide, benzene, altri VOC, agenti biologici (per presenza di umidità e/o polvere)
Collanti, pitture, sigillanti, adesivi, vernici	formaldeide, benzene, altri VOC
Pannelli fonoassorbenti	Formaldeide, VOC
Tessuti	formaldeide, organofosfati, acari della polvere

Non si può considerare solo il singolo materiale, ma va valutato **il sistema** in cui è inserito ( es. massetto- colla-pavimento)



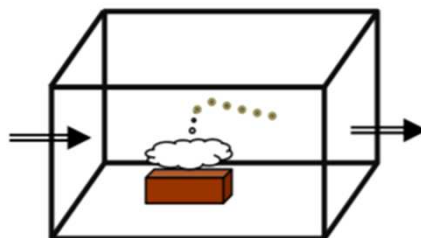
## Materiali e prodotti a basse emissioni di VOC e formaldeide

**Contenuto di  
VOC/formaldeide  
nel prodotto**



sostanze volatili  
contenute nel  
prodotto liquido  
finito  
(in **g/l**)

**Tasso di emissione di  
VOC/formaldeide  
determinato in laboratorio**



fattore di emissione  
specifico da misura in  
camera di prova  
(in  **$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$**  o  **$\mu\text{g}/\text{prodotto}$**   
h) o tasso di emissione in  
condizioni di equilibrio in  
camera standard in  **$\mu\text{g}/\text{m}^3$**

**Concentrazione di  
VOC/formaldeide  
nell'ambiente interno**



concentrazione di  
inquinanti in ambiente  
reale  
(in  **$\mu\text{g}/\text{m}^3$** )



## Contenuto di VOC nel prodotto

**Composti organici contenuti nel materiale/ prodotto:** costituenti chimici del materiale o spesso aggiunti al prodotto per conferirgli determinate caratteristiche quali ad esempio:

- durabilità (stabilizzanti e antiossidanti)
- resistenza al fuoco (ritardanti di fiamma)
- plasticità (plastificanti)
- resistenza alle muffe (antibatterici e antimicotici)

**Direttiva 2004/42/CE - Decreto Legislativo 27 marzo 2006 n.161** inerente la limitazione delle emissioni di VOCs dovuti all'uso di solventi organici in alcune vernici e pitture. La Direttiva subordina l'immissione sul mercato delle pitture e dei rivestimenti utilizzati in edilizia a **un contenuto massimo di VOC in g/l** di prodotto pronto all'uso diverso per ogni categoria.

**Ecolabel per prodotti vernicianti- Decisione 2014/312/UE** del 28 maggio 2014 e succ. modifiche: fa riferimento a **contenuti massimi di VOC e di SVOC** (semivolatili) per diverse tipologie di prodotto in g/l di prodotto inclusa acqua



## **Modalità di emissione di VOC/SVOC**

Le emissioni di VOC sono causate dalla diffusione delle sostanze volatili dall'interno alla superficie dei materiali e dall'evaporazione delle stesse nell'aria.

**Emissioni di VOC/SVOC primarie:** rilascio in ambiente dei composti organici volatili liberi contenuti nel prodotto.

Le **emissioni di VOC/SVOC primarie** hanno tipicamente un profilo variabile nel tempo che prevede livelli iniziali più elevati, quando il prodotto è ancora nuovo, e livelli decrescenti con il passare del tempo a causa della progressiva eliminazione delle sostanze volatili contenute nel prodotto stesso.

**Emissioni di VOC/SVOC secondarie:** composti organici volatili risultato di degradazione chimica o fisica (ossidazione, idrolisi, etc.), che si formano nel tempo per interazione del prodotto con reagenti quali ad esempio umidità, ossigeno, ozono, calore etc. oppure composti volatili prodotti dal metabolismo della flora microbiologica che si può sviluppare in alcuni materiali.



## Reazioni più comuni:

- **ossidazione**, favorita per esempio da presenza di ozono, NOx ecc.
- **idrolisi**, umidità + alcalinità delle superfici  
un massetto cementizio bagnato sotto un pavimento in PVC →  
idrolisi dei ftalati in alcoli come il 2-etilesanolo
- **reazioni in fase gas**, favorite da basse velocità/ridotti ricambi d'aria che aumentano il tempo di permanenza degli inquinanti indoor
- **reazioni varie per la presenza di superfici polverose** che aumentano la superficie reale di reazione, soprattutto se le particelle e le polveri accumulate sono igroscopiche.

Le emissioni secondarie sono dominanti dopo il primo periodo di decadimento subito dopo l'installazione e sono strettamente correlate alle condizioni ambientali interne e all'uso di prodotti detergenti.





<b>Prodotto di partenza</b>	<b>VOC secondari</b>	<b>Reagenti</b>
Tappeti e moquette a base di lana	aldeidi, formaldeide, benzotiazolo	ozono, calore
Materassini sottopavimento	acido acetico	acqua, azoto
Sughero	acido acetico, furfurolo	calore
Condotte rivestite	aldeidi	ozono
Rivestimenti di mobili	aldeidi, acrilati, stirene, terpeni	-
Linoleum	aldeidi	acqua
Vernici alchidiche	aldeidi, acidi grassi, terpeni	-
Vernici acriliche	aldeidi, formaldeide, acido formico	ozono
Primer a base di acqua	aldeidi (esanolo)	-
Attrezzature elettroniche	aldeidi, formaldeide	ozono
PVC	2-etilesanolo	acqua
Materiali isolanti	aldeidi	umidità
Prodotti a base di legno incollato	formaldeide	ozono
Schiume e resine melamminiche	formaldeide	ozono



Anche i **prodotti per l'edilizia che sono basati su materie prime naturali**, per esempio il linoleum, **possono comportarsi come una fonte di emissione secondaria**.

Nel caso del **linoleum**, ad esempio, la pulizia a umido della superficie del pavimento o un sottofondo ancora bagnato possono provocare l'aumento delle emissioni e la formazione di aldeidi a causa di reazioni di **idrolisi**.

I **terpeni** emessi dai materiali a base di legno, di per sé non problematici, possono **reagire con l'ozono** e produrre **formaldeide** e altri composti problematici.

Anche i **prodotti da costruzione con un alto tasso di deposito di ozono**, di solito quelli con un'ampia superficie come i tappeti o i pannelli in gesso dei controsoffitti, dovrebbero essere considerati come potenziali **fonti di emissioni secondarie**. Questo dipende anche dalla capacità del materiale di **adsorbire e desorbire** (riemettere) gli inquinanti (**effetto sink**).

Anche **prodotti per l'edilizia a basse emissioni** possono essere fonti di emissioni secondarie a causa del deporsi di **sporco e polvere contenenti sostanze insature** che possono reagire con ozono e ossigeno e formare aldeidi e chetoni sulle loro superfici.



## **Influenza dei parametri climatici interni sulle emissioni di VOC/formaldeide**

**Temperatura e umidità** sono i due parametri climatici che più influenzano il tasso di emissione di VOC.

L'effetto è più importante per le emissioni dominate dall'evaporazione, es. prodotti liquidi.

### **Umidità:**

può favorire la dispersione di inquinanti in quanto si sostituisce nei substrati desorbenti o adsorbenti alle sostanze stesse o può reagire con queste sostanze formando altri composti organici (idrolisi). La maggior proliferazione di agenti biologici in ambienti umidi favorisce a sua volta la formazione di ulteriori composti chimici.

**Il rilascio di formaldeide aumenta in modo proporzionale con l'aumentare dell'umidità relativa.**



### **Temperatura:**

il rilascio di VOC è correlato anche con le temperature. Aumentando la temperatura aumenta la velocità con cui avvengono le reazioni chimiche e quindi aumenta generalmente anche l'emissione di inquinanti.

Superfici ad alta temperatura (fortemente irraggiate o riscaldate) possono favorire reazioni chimiche tra i diversi composti presenti e la formazione di prodotti secondari.

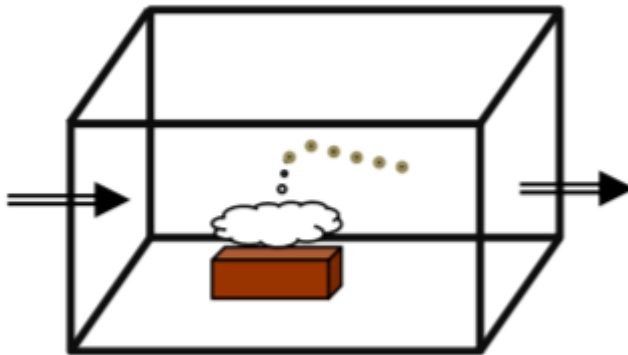
Alte temperature dei materiali possono favorire anche il loro degrado e liberare così più elevate quantità di inquinanti nell'ambiente interno.

**Il rilascio di formaldeide aumenta del doppio la sua velocità con un incremento di temperatura di 7°C.**

**Il controllo dei parametri ambientali interni (temperatura, umidità) e delle sostanze reagenti presenti nell'ambiente (es. ozono, NOx) può limitare anche le emissioni secondarie.**



## Caratterizzazione delle emissioni del materiale: misura in laboratorio



Condizioni standard definite dalle diverse norme per le prove:

**Temperatura**

**Umidità**

**Ricambio d'aria esterna e velocità aria**

**Fattore di carico**

**Fattore di emissione specifico EF:** quantità di VOC emessi nel tempo da 1 m<sup>2</sup> di superficie esposta o da un'unità di prodotto

Si misura generalmente in **µg/m<sup>2</sup>h** o in **mg/m<sup>2</sup>h** o in **µg/prodotto h** o **mg/prodotto h**

In alternativa può essere determinata la concentrazione di equilibrio in camera di riferimento standard in **µg/m<sup>3</sup>**



$$C = \frac{EF * A}{n * V} = \frac{EF * L}{n} \quad \text{in } \mu\text{g}/\text{m}^3$$

C= concentrazione di inquinante

EF= fattore di emissione specifico in  $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ h})$  del prodotto,

n = tasso di ricambio dell'aria nella camera considerata in  $\text{h}^{-1}$

A= superficie di prodotto esposta in  $\text{m}^2$

V =volume della camera in  $\text{m}^3$

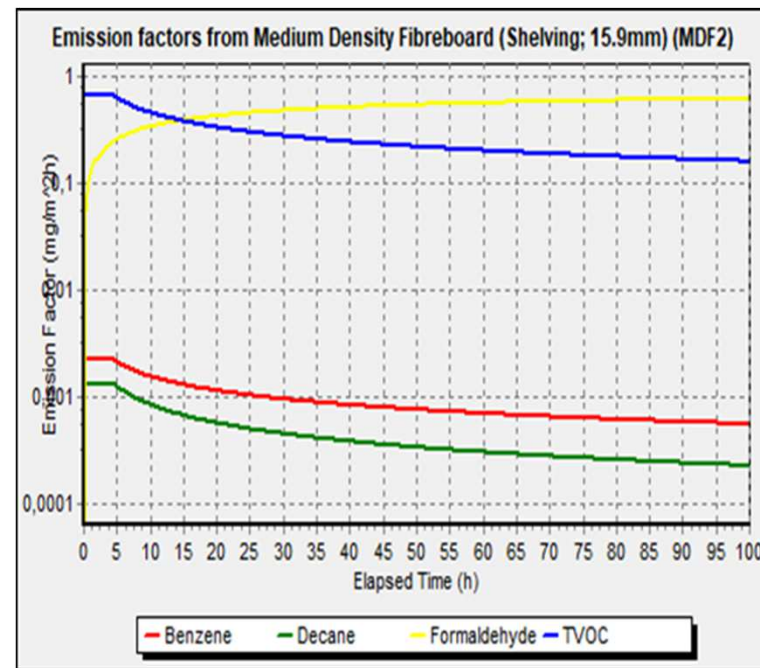
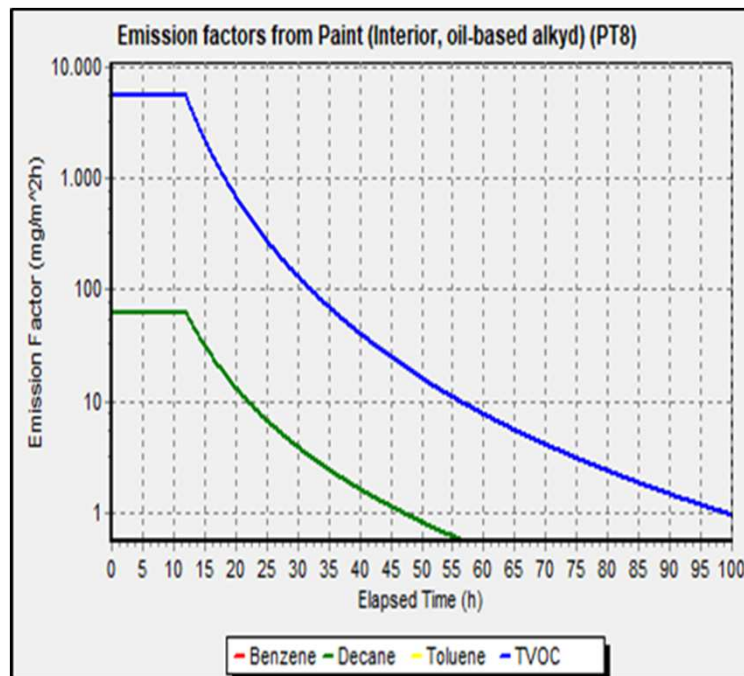
L= A/V fattore di carico in  $\text{m}^2$  di sup. emittente/ $\text{m}^3$  di volume camera

$$EF = C * \frac{n}{L} \quad \text{in } \mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ h})$$



Il fattore di emissione non è un parametro costante, ma può variare sensibilmente nel tempo a seconda della sostanza e del tipo di materiale.

**Campionamenti:** vengono fatte generalmente a intervalli di tempo diversi (**3d e 28 d**)



National Research Council Canada Institute for Research in Construction, *Indoor Air Quality Emission Simulation Tool (IA-QUEST)*,

Prove in laboratorio: **caratterizzano principalmente gli impatti di un prodotto sulla qualità indoor dovuti alle emissioni primarie.**



Le prove in laboratorio in condizioni standard non sono sufficienti per caratterizzare l'impatto dei prodotti sulla qualità dell'aria rispetto al loro intero ciclo di vita, in particolare per quanto riguarda le emissioni secondarie.

Per questo dovrebbero essere fornite specifiche informazioni anche sulle **corrette procedure di installazione, pulizia e manutenzione** e sulla **stabilità del prodotto contro la degradazione**.

**TRASPORTO**

**PULIZIA**

**INSTALLAZIONE**

**MANUTENZIONE**

**STABILITÀ ALLA  
DEGRADAZIONE**



**EMISSIONI  
SECONDARIE**





**Emissione di VOC totali:** è generalmente un dato poco significativo per restituire impatto emissivo di un prodotto:

- impatti sulla salute e il comfort delle diverse sostanze possono essere molto diversi tra di loro
- differenze nelle metodologie e strumentazioni di prova che fanno sì che i risultati possano essere molto diversi

**Label di qualità e normative:**

fanno sempre più riferimento a **limiti di emissione e a dichiarazioni per singole sostanze**, generalmente quelle più pericolose e più riscontrate per la tipologia di prodotto interessata.

**Es. CAM: 14 composti organici + VOC totali**

**VOC totali** = somma dei composti organici volatili la cui eluizione avviene tra l'n-esano e l'n-esadecano compreso, che viene rilevata in base al metodo previsto dalla norma ISO 16000-6.

Limite di emissione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a 28 giorni		
a	Benzene	<1 (per ogni sostanza)
	Tricloroetilene (trielina)	
	Di-2-etilesil-ftalato (DEHP)	
	Dibutilftalato (DBP)	
b	<b>COV totali</b>	<b>&lt;1500</b>
c	Formaldeide	<60
d	Acetaldeide	<300
e	Toluene	<450
f	Tetracloroetilene	<350
g	Xilene	<300
h	1,2,4-Trimetilbenzene	<1500
i	1,4-diclorobenzene	<90
l	Etilbenzene	<1000
m	2-Butossietanolo	<1500
n	Stirene	<350



## SVOC: composti organici semivolatili

Composti che evaporano più lentamente e quindi hanno impatti nel lungo periodo. Al contatto con liquidi o grassi si sciolgono oppure evaporano.

Tra i SVOC più preoccupanti dal punto di vista dell'impatto sulla salute ci sono i **FTALATI** utilizzati come plastificanti nelle materie plastiche (ad esempio pavimenti in PVC) ma anche ad esempio nelle vernici.

L'assorbimento di questi composti può avvenire oltre che per **inalazione** anche per **ingestione** e **contatto con l'epidermide**. Le dosi assorbite dai neonati e dai bambini possono essere significative anche perché entrano più spesso degli adulti in contatto con oggetti di plastica (es. gattonando per terra o mettendo in bocca oggetti)





**Ftalati a basso peso molecolare: DEHP, BBP, DBP, DIBP  
agenti tossici per la riproduzione (interferenti endocrini)**

Per il Regolamento REACH sono trattati come “**Substances of Very High Concern**” -  
**forti limitazione all'uso**

**Ftalati a alto peso molecolare: DINP, DIDP, DUP, DIUP, DTDP, FTALATI LINEARI**

Non sono considerati come tossici per la riproduzione ma alcuni studi hanno dimostrato che esiste il rischio di **tossicità epatica soprattutto nei bambini piccoli**. Ciò ha portato al divieto d'impiego di queste sostanze in concentrazioni superiori allo 0,1 % nei giocattoli destinati ai bambini o negli articoli per bambini piccoli.

Le conoscenze sulla tossicità e le limitazioni all'utilizzo ftalati hanno fatto sì che oggi si utilizzino sempre più **plastificanti sostitutivi «non ftalati»**:

- il DINCH
- derivati degli acidi organici, in particolare dell'acido citrico o dell'acido adipico.



## Limiti di riferimento per prodotti a basse emissioni per edifici scolastici

Limite di emissione ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a 28 giorni		
<b>a</b>	Benzene	<1 (per ogni sostanza)
	Tricloroetilene (trielina)	
	Di-2-etilesil-ftalato (DEHP)	
	Dibutilftalato (DBP)	
<b>b</b>	COV totali	<1500
<b>c</b>	Formaldeide	<60
<b>d</b>	Acetaldeide	<300
<b>e</b>	Toluene	<450
<b>f</b>	Tetracloroetilene	<350
<b>g</b>	Xilene	<300
<b>h</b>	1,2,4-Trimetilbenzene	<1500
<b>i</b>	1,4-diclorobenzene	<90
<b>l</b>	Etilbenzene	<1000
<b>m</b>	2-Butossietanolo	<1500
<b>n</b>	Stirene	<350

### CAM Edilizia D.M. 11 ottobre 2017

- Pitture e vernici
- Tessili per pavimentazioni e rivestimenti
- Laminati per pavimenti e rivestimenti flessibili
- Pavimentazioni e rivestimenti in legno
- Altre pavimentazioni (diverse da piastrelle di ceramica e laterizi)
- Adesivi e sigillanti
- Pannelli per rivestimenti interni (es. lastre in cartongesso)



Tabella 1: Valori guida di qualità dell'aria dell'ECA, dell'OMS e di alcuni Paesi europei

	ECA	OMS outdoor	OMS indoor	Germania	Francia	Belgio	Finlandia	Portogallo
Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	450	-	-	4 (7 gg)	2 (7 gg)	$\leq 2$	-	-
Formaldeide $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10	100 (30 min)	100 (30 min)	12	30 (7 gg)	$\leq 10$ (30 min) 100 (30 min)	50	100
CO $\text{mg}/\text{m}^3$	-	100 (15 min)	100 (15 min)	60 (30 min)	100 (15 min)	5,7 (24 h)	8	12,5
	-	60 (30 min)	35 (1 h)	15 (8 h)	60 (30 min)	30 (1 h)	-	-
	-	30 (1 h)	10 (8 h)	-	30 (1 h)	-	-	-
	-	10 (8 h)	7 (24 h)	-	10 (8 h)	-	-	-
NO <sub>2</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	200 (1 h)	200 (1 h)	350 (30 min)	200 (1 h)	$\leq 135$ (1 h)	-	-
	-	40 (1a)	40 (1a)	60 (7 gg)	40 (1a)	200 (1 h)	-	-
Naftalene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	10 (1a)	20-200 (7 gg)	10 (1a)	-	-	-
	-	-	-	30-300 (7 gg)	-	-	-	-
Stirene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	250	260 (7 gg)	-	-	-	-	-	-
	-	70 (30 min)	-	-	-	-	-	-
Tetracloroetilene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	250 (1a)	250 (1a)	1 (7 gg)	1380 (1-14 gg)	$\leq 100$	-	-
	-	-	-	-	250 (1 a)	-	-	-
Tricloroetilene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-	1 (7 gg)	800 (14 gg-1 a)	$\leq 200$	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
Diclorometano $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	3000 (24 h)	-	200-2000 (24 h)	-	-	-	-
	-	450 (7 gg)	-	-	-	-	-	-
Toluene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2900	260 (7 gg)	-	300-3000 (1-14 gg)	-	$\leq 260$	-	-
	-	1000 (30 min)	-	-	-	-	-	-
VOC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	-	-	-	$\leq 200$	-	600
	-	-	-	-	-	-	-	-
PM <sub>10</sub>	-	50 (24 h)	-	-	50 (24 h)	$\leq 40$ (24 h)	50	150
	-	20 (1a)	-	-	20 (1a)	-	-	-
PM <sub>2,5</sub>	-	25 (24 h)	-	25 (24 h)	25 (24 h)	$\leq 15$ (1 a)	-	-
	-	10 (1a)	-	-	10 (1a)	-	-	-

Fonte: Fellin, Negri, Marra



## Marchi di qualità per materiali a basse emissioni indoor

EB label	<b>The Blue Angel (ISO 14024)</b>	Nato nel 1977 in Germania, conta più di 4000 prodotti suddivisi in 80 categorie. Impone dei valori massimi di emissione a 1 giorno e a 28 giorni per pannelli a base di legno, pavimenti, adesivi, pitture, materiali isolanti e molti altri prodotti.
EB label	Indoor Climate Label	Fondato nel 1993 in Danimarca dal ministero per l'edilizia, definisce i requisiti di emissione dei materiali in termini di VOC, SVOC, sostanze cancerogene e rilascio di polveri e fibre e valuta l'impatto degli stessi in termini di odore e di irritazione nei confronti dell'uomo. Comprende una vasta gamma di prodotti tra cui arredi, pitture, tappeti e pavimenti.
EB label	<b>M-1 Classification</b>	Etichetta finlandese nata nel 1995, valuta i prodotti rispetto al loro impatto sulla qualità indoor e sulla salute. La classificazione definisce precisi limiti per le emissioni di VOC, formaldeide e ammoniaca e prevede test sull'accettabilità degli odori sprigionati dai materiali.
EB label	<b>Natureplus (ISO 14024)</b>	Nato in Germania, considera l'intero ciclo di vita dei prodotti e richiede la verifica delle emissioni di inquinanti, tra cui VOC e formaldeide. Comprende isolanti, materiali in legno, materiali compositi per cappotti, pitture, rivestimenti superficiali, adesivi, ecc.
EB label	<b>EU Ecolabel (ISO 14024)</b>	È un marchio di tipo I disciplinato dal Regolamento (CE) n. 66/10, applicato a tutti i beni distribuiti e/o consumati in Europa, ad eccezione dei medicinali. Definisce requisiti per diversi gruppi di prodotti quali rivestimenti per pareti e pavimenti, vernici, mobili, prodotti tessili e per pulizia.



## Marchi di qualità per materiali a basse emissioni indoor

EB label	<b>Émissions dans l'air intérieur</b>	Come sancito dal Decreto n. 321/2011, tutti i materiali edilizi per interni venduti e commercializzati in Francia devono riportare tale etichettatura, basata su una dichiarazione del produttore in base a delle prove in laboratorio. L'etichetta prevede la classificazione dei prodotti in 4 categorie a seconda delle emissioni di VOC a 28 giorni.
EB label	<b>ANAB – ICEA (ISO 14024)</b>	Nasce in Italia dalla collaborazione tra ANAB e ICEA con lo scopo di valorizzare i prodotti ecologici per costruzione e per arredo. Comprende prodotti e materiali per la bioedilizia, tra cui laterizi, isolanti, malte, intonaci, pitture, detergenti ecologici e bio-arredi.
EB label	EcoProdukte	Nata in Svizzera grazie al consorzio Ecobau come strumento per aiutare i progettisti e i committenti nel soddisfare i criteri dei protocolli Minergie-ECO e SNBS, questa valutazione prevede tre categorie di qualità dei materiali in funzione del consumo di energia grigia e dell'emissione di sostanze inquinanti. Comprende tutti i materiali da costruzione.
EB/CB label	<b>Nordic Swan Ecolabel (ISO 14024)</b>	Il Nordic Swan Ecolabel è stato istituito nel 1989 dal Nordic Council of Ministers come sistema volontario di etichettatura ecologica per i paesi nordici Danimarca, Finlandia, Islanda, Norvegia e Svezia. Definisce stringenti criteri ambientali legati al ciclo di vita, alle emissioni e all'utilizzo di sostanze chimiche per 59 categorie di prodotti.
EB label	<b>GEV-EMICODE</b>	Nato in Germania nel 1990, questo label prevede per diverse categorie di materiali, tra cui pavimenti, adesivi, vernici e materiali da costruzione, test di emissione secondo la ISO 16000-6. A valle di questi test, i materiali vengono suddivisi in tre classi in funzione dell'emissione di TVOC.



## Certificazioni di sostenibilità: CasaClima School

### Requisiti prodotti in legno incollato

### Pannelli grezzi o rivestiti, compensati, pannelli di rivestimento, pavimenti

<b>VALORE MASSIMO DI EMISSIONE DI FORMALDEIDE:</b>	
VALORE AI SENSI DI UNI EN 717-1 (CAMERA DI PROVA) PANNELLI GREZZI O RIVESTITI	<b>0,05 ppm (0,062 mg/m<sup>3</sup>)</b>
VALORE AI SENSI DELLA UNI EN ISO 12460-3 (GAS ANALISI) COMPENSATI, PANNELLI DI LEGNO MASSICCIO, LVL, PANNELLI RIVESTITI	1,5 mg/h m <sup>2</sup>
VALORE AI SENSI UNI EN ISO 12460-5 (PERFORATORE) PANNELLI GREZZI DI PARTICELLE, MDF, OSB	4 mg/100 g
VALORI DAI SENSI DI JIS A1460 (DESICCATOR TEST)	F**** 0,3 mg/l

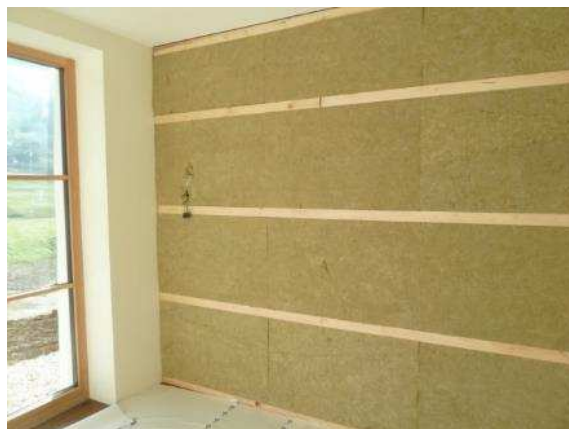
**Sono escluse travi portanti dei tetti e dei solai (limite 0,10 ppm)**





## Requisiti prodotti isolanti (termici o acustici)

VALORE MASSIMO DI EMISSIONE DI FORMALDEIDE:	
UNI EN 717-1, UNI EN ISO 16000-3	<b>0,05 ppm (0,062 mg/m<sup>3</sup>)</b>
VALORE MASSIMO DI EMISSIONE DI TVOC (28 d)	
UNI EN ISO 16000-6, UNI EN ISO 16000-9, UNI EN ISO 16000-11	<b>300 µg/m<sup>3</sup> (0,3 mg/m<sup>3</sup>)</b>

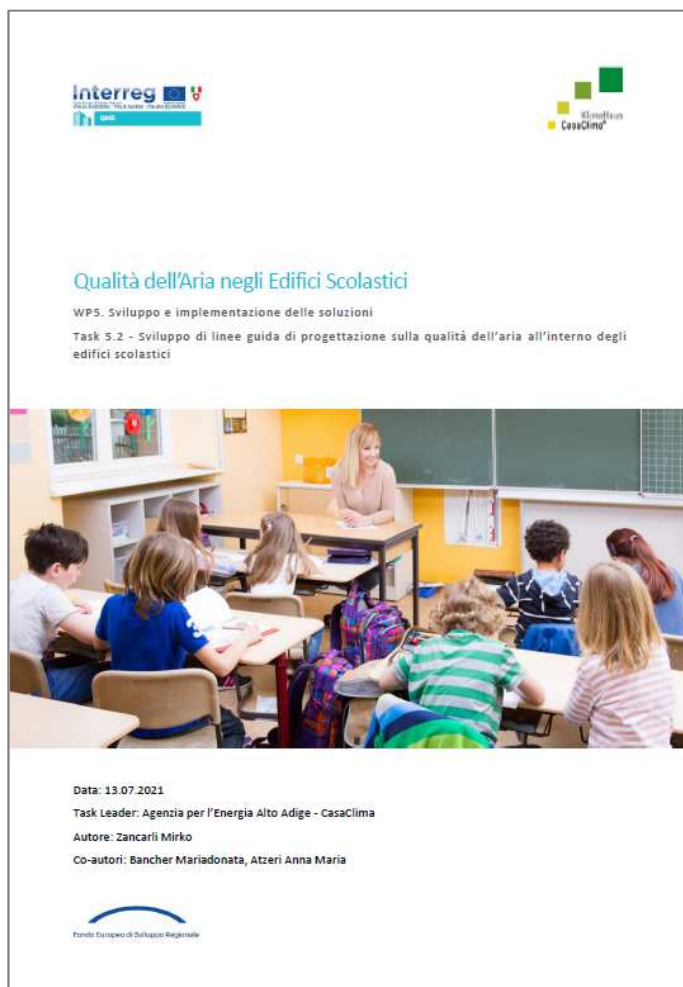




## Requisiti prodotti liquidi per finiture interne



- **Contenuto massimo di VOC**
- **Assenza di alcune indicazioni di pericolo**
- **Assenza di metalli pesanti**
- **Contenuto massimo di formaldeide**
- **Assenza di alcuni composti organici**



## Linee guida di progettazione della qualità dell'aria all'interno degli edifici scolastici

- selezione di materiali e prodotti basso emissivi
- marchi di qualità per prodotti basso emissivi
- consigli per diverse categorie di prodotti
- tecniche di inibizione delle emissioni
- scelta dei prodotti di pulizia e prodotti per l'igiene.

Bibliografia per approfondimento della tematica



## Prodotti liquidi per finiture interne: pitture e vernici

- utilizzare prodotti a basse emissioni di VOC e se possibile, ad asciugatura rapida.
- evitare pitture e vernici per interni che contengono plastificanti e vernici spray;
- richiedere i dati di emissione relativi alla composizione finale della vernice, includendo eventuali coloranti in essa aggiunti;
- coprire materiali in tessuto che potrebbero assorbire VOC, ad esempio con teli di plastica. Le applicazioni "bagnate,, andrebbero fatte prima di installare materiali molto assorbenti;
- applicare le vernici durante i periodi di chiusura della scuola, mantenendo un'adeguata ventilazione sia durante che dopo la tinteggiatura;
- effettuare il "*flush out*" dell'edificio prima che questo venga occupato. Nei periodi successivi, garantire ricambi d'aria maggiori rispetto a quelli normalmente registrati



## **Pavimenti resilienti**

- scegliere prodotti che siano stati testati circa le emissioni di VOC e ftalati compresi adesivi e colle;
- selezionare materiali che richiedano poca pulizia e manutenzione, da effettuarsi con prodotti a basse emissioni di VOC secondo le indicazioni del costruttore;
- fornire una ventilazione addizionale per un minimo di 72 ore successive all'installazione;
- tenere sotto controllo i parametri climatici interni, compreso l'ozono



## Pavimenti in moquette

- Utilizzare prodotti con basse emissioni di TVOC, formaldeide, stirene e 4-PC (4-phenylcyclohexene) e scegliere adesivi che siano anche essi a basse emissioni e compatibili con il tipo di moquette;
- scegliere tessuti che richiedano poca manutenzione e che possano essere puliti facilmente. Prevedere un'aspirazione regolare da effettuarsi con un'apposita macchina dotata di un sacchetto di filtrazione ad alte prestazioni;
- stoccare il tessuto in un luogo pulito, asciutto e ben areato;
- assicurarsi che il sottofondo sia sufficientemente indurito e asciutto prima che la moquette venga installata su di esso, al fine di evitare la formazione di muffe e funghi;
- ritardare l'installazione fino a completa asciugatura delle pitture e vernici o coprire tutte le superfici tessili con dei teli e di incrementare la ventilazione fino a completa asciugatura delle vernici, arieggiare almeno 72 ore;
- nelle ristrutturazioni, l'installazione della moquette dovrebbe avvenire nella stagione estiva o quando l'edificio scolastico non è in uso per lunghi periodi di tempo.



## **Prodotti a base di legno incollato**

- utilizzare materiali privi di resine ureico-formaldeide, così come di resine melamminiche e fenoliche, preferendo colle vegetali prive di emissioni;
- evitare di effettuare tagli o lavorazioni sul prodotto finito. Se necessario, applicare barriere e/o trattamenti per limitare le emissioni in corrispondenza degli angoli e delle superfici esposte;
- impiegare prodotti che siano stati etichettati sulla base delle emissioni dei singoli VOC e non solo in funzione della formaldeide;
- assicurare un'adeguata ventilazione durante l'installazione e nel periodo successivo, fino a completa estinzione dell'odore caratteristico di questi materiali;
- proteggere il pannello da alte temperature e da elevati valori di umidità.



## Sigillanti e adesivi

- tra i prodotti adatti ad una determinata applicazione, identificare e utilizzare quelli meno emissivi e testati in riferimento all'intero sistema;
- minimizzare la quantità di adesivo impiegata in fase di installazione, rispettando comunque i requisiti di performance imposti dal produttore;
- utilizzare, ove possibile, sistemi di sigillatura meccanica;
- aumentare i tassi di ventilazione nelle aree interessate sia durante che dopo l'applicazione degli adesivi e sigillanti, realizzando, se possibile, un *flush-out* dell'edificio.





## Materiali porosi

- limitare l'uso di materiali porosi, o perlomeno, ritardarne l'installazione fino a quando l'emissione da parte di vernici e solventi non si sia esaurita o comunque stabilizzata per limitare il «sink effect»;
- utilizzare prodotti a basse emissioni di VOC e formaldeide

## Consigli generali

Per favorire un rilascio di sostanze inquinanti già prima dell'installazione, i materiali andrebbero stoccati in luoghi ben ventilati e asciutti, liberi dall'imballaggio ma protetti da sporco e polvere.

Dopo l'installazione è preferibile sempre un **flush out** dell'edificio: procedura che fa lavorare l'impianto di ventilazione a portate superiori a quelle di funzionamento normale per smaltire inquinanti e odori prima dell'entrata degli occupanti e nel primo periodo di occupazione.



**Grazie per l'attenzione**



**Per maggiori informazioni:**

**[www.agenziacasaclima.it](http://www.agenziacasaclima.it)**

**[mariadonata.bancher@agenziacasaclima.it](mailto:mariadonata.bancher@agenziacasaclima.it)**