

ESPOSIZIONE ALLA FORMALDEIDE NELLE ABITAZIONI. ASPETTI SANITARI E NORMATIVI



Marco De Felice, Roberta Morlino e Giovanni Ziemacki
Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, ISS

RIASSUNTO - La formaldeide è una delle sostanze organiche volatili presente nell'aria. Le fonti emissive principali per l'outdoor sono il traffico veicolare e le emissioni industriali e artigianali, mentre per l'indoor sono principalmente il mobilio in legno, le suppellettili in resine e il fumo di sigaretta. La formaldeide è prevalentemente presente nelle abitazioni rispetto all'outdoor. L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) la classifica come cancerogeno di classe 1. L'Istituto Superiore di Sanità ha apportato un contributo scientifico-tecnico contribuendo alla stesura del DLvo 10 ottobre 2008, che ha aggiornato la normativa che regola la presenza di formaldeide nei materiali da costruzione dei mobili.
Parole chiave: formaldeide; IARC; Decreto 10 ottobre 2008

SUMMARY (*Exposure to formaldehyde in dwellings. Health and regulatory aspects*) - Formaldehyde is one of the volatile organic compounds found in air. The principal outdoor sources are automotive exhaust, industrial and handmade emissions, whilst indoor sources are wood and resin furniture and tobacco smoke. The concentration of formaldehyde is higher indoor than outdoor. The International Agency for Research on Cancer (IARC) classified formaldehyde as carcinogen of group 1. The Italian National Institute of Health has made a scientific and technical contribution to the drafting of the Legislation Decree of October 10, 2008, that updated the legislation by regulating the presence of formaldehyde in building materials and furniture.

Key words: formaldehyde; IARC; Legislative decree October 10 2008

marco.defelice@iss.it

La formaldeide (aldeide formica) fu scoperta nel 1867 dal chimico tedesco August Wilhelm von Hofmann; essa è una molecola molto semplice costituita da un atomo di carbonio, uno di ossigeno e due di idrogeno. Si presenta allo stato naturale come gas, avente un punto di ebollizione di $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$, con odore pungente e irritante, e appartiene alla categoria delle sostanze organiche volatili.

La formaldeide è commercializzata generalmente in soluzione acquosa al 30-50% in peso ed è utilizzata come disinfettante (formalina) per conservare materiale biologico o alimentare (E-240). La maggior parte della formaldeide prodotta industrialmente è destinata alla produzione di resine termoindurenti polimeriche (fenoliche, melamminiche e ureiche), laminati plastici, adesivi e schiume isolanti, intermedio per la sintesi di vari derivati e agenti chelanti, solvente industriale, nel ciclo tessile come agente conciante (concia alle aldeidi delle pelli), fissante antipiega, fissante di materie coloranti, addensante per paste di stampa, indurente per pellicole fotografiche, conservante per il legno, colle e vernici, solvente per cosmetici e deodoranti.

Nelle abitazioni si ritrova prevalentemente nei mobili in legno truciolato e compensato, manufatti in MDF (*Medium-Density Fiberboard*), soprattutto quando sono nuovi. Anche l'abbigliamento e le tappezzerie, essendo la formaldeide utilizzata nelle stampe dei tessuti, possono essere fonti emissive (1-4). Inoltre, c'è da considerare il contributo come sottoprodotto di processi di combustione (fumo di sigaretta, incensi, profumanti per la casa, gas alimentare) (3-5).

Aspetti sanitari

Tossicologia

La pericolosità della formaldeide è legata prevalentemente alla sua volatilità; infatti, la via di penetrazione principale è quella respiratoria e, in conseguenza della sua elevata solubilità in acqua, riguarda soprattutto le prime vie aeree (naso, gola) con iperattività bronchiale e asma (6, 7).

L'effetto irritante è avvertibile già a concentrazioni molto basse. Gli effetti sugli occhi riguardano principalmente il loro arrossamento, ma si può arri-

vare a congiuntiviti e tumefazioni della palpebra (3). L'esposizione, specie se prolungata, può provocare effetti sul sistema nervoso centrale, con stanchezza, emicranie, nausea, sonnolenza, vertigini (3). Inoltre, può scatenare una reazione allergica, con relativo edema, infiammazione, lacrimazione e gola dolorante (7). L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha stilato, dopo numerosi studi epidemiologici, una serie di "soglie" di concentrazioni di formaldeide alle quali associare effetti sulla salute già a brevi esposizioni (Tabella 1).

Esposizione

L'OMS, nel 1987, ha fissato un valore limite di qualità dell'aria di 0,1 mg/m³, ovvero la concentrazione oltre la quale si possono verificare fenomeni di irritazione (6). Inoltre, ha stabilito l'esposizione media di una giornata tipo, considerando la percentuale di tempo trascorso in casa, al lavoro e all'aria aperta, il volume d'aria respirato e calcolando i range di concentrazione e di esposizione (Tabella 2).

Tabella 1 - Correlazione tra concentrazione di formaldeide ed effetti sulla salute umana. Fonte: OMS, 2000 (6)

Effetto	mg/m ³
Percezione odore	0,03-1,2
Irritazione oculare	0,6-1,2
Irritazione gola e naso	0,1-3,1
Diminuzione percezione nasale (esposizione di 3-5 ore)	0,5-2,0
Infarto (esposizione più di 24 ore con moderata attività fisica)	2,4
Sensazione pungente occhi/naso	2,5-3,7
Tollerabilità alla lacrimazione	5-6,2
Forte lacrimazione per un'ora	12-25
Pericolo di morte, edema, infiammazione, polmoniti	37-60
Morte	60-125

Cancerogenicità

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC), considerando le informazioni provenienti da nuovi studi *in vivo* e *in vitro* e su evidenze epidemiologiche, ha portato la formaldeide in classe 1 (sostanza cancerogena per l'uomo) (7).

Il gruppo di studio della IARC ha stabilito, inoltre, che la formaldeide causa tumori naso-faringei nell'uomo e che vi è una limitata evidenza di associazione con il cancro della cavità nasale e paranasale e una forte, ma non sufficiente, evidenza per lo sviluppo di leucemia mieloide (7).

Abitazioni

Il rilascio di formaldeide nelle abitazioni dai mobili e dalle varie suppellettili è dovuto principalmente alla sua presenza nei pannelli utilizzati per la fabbricazione del mobilio; infatti, in tutte le tipologie di pannelli (particellari, MDF, compensati, ecc.) sono utilizzate resine a base di formaldeide (8, 9), (Tabella 3).

Il calore e l'umidità possono aumentare il rilascio della formaldeide dai mobili, mentre una buona ventilazione, con un'umidità controllata (30%-50%), aumenta la salubrità dell'aria (3, 4). La ventilazione è molto importante come fattore di diluizione della concentrazione della formaldeide; è buona norma, ogni volta che si eseguono lavori e/o si acquista del mobilio nuovo, incrementare il ricambio d'aria.

Infine, talune piante da interno contribuiscono a diminuire la concentrazione della formaldeide, tra le quali, ad esempio, la felce di Boston e il ficus (3). ▶

Tabella 2 - Range di esposizione alla formaldeide considerando i vari contributi degli ambienti frequentati. Fonte: OMS, 2000 (6)

Ambiente	Sorgente	Range di concentrazione (mg/m ³)	Esposizione (mg/giorno)
Aria ambiente (10% tempo totale, 2 m ³ di aria respirata)	Aria	0,001-0,02	0,002-0,04
Abitazione (65% tempo totale, 10 m ³ di aria respirata)	Ambientale	0,03-0,06	0,3-0,6
	Mobili in legno	0,1	1,0
	Fumo passivo	0,05-0,35	0,5-3,5
Ambiente lavorativo (25% tempo totale, 8 m ³ di aria respirata)	Senza esposizione professionale	0,03-0,06	0,2-0,5
	Esposizione professionale	1,0	8,0
	Fumo passivo	0,05-0,35	0,4-2,8
Fumo attivo (20 sigarette/giorno)	Sigarette	60-130	0,9-2,0

Tabella 3 - Sorgenti più comuni di formaldeide

Prodotti in legno pressato
Truciolato
Compensato
MDF
Materiali utilizzati per pensili, mobili, pavimenti e pareti
Prodotti per consumatori
Smalto e rinforzante per unghie
Carte da parati
Vernici
Rivestimenti
Isolanti
Conservante alimentare
Prodotti per parrucchieri
Prodotti di resine melaminiche-ureiche
Stoviglie
Posate
Tazze
Bicchieri
Prodotti di fabbriche di stampaggio
Vestiti
Biancheria
Tende
Apparecchi da combustione
Forno a legna
Apparecchi a gas
Stufe
Tabacco
Sigarette
Sigari

Aspetti normativi

Europa

In assenza di una normativa europea, inizialmente ci si basava su disposizioni del Deutsches Institut für Bautechnik (Istituto Tedesco per la Tecnica delle Costruzioni), che emanò una direttiva con la quale catalogava i pannelli in legno per uso edilizio. Nel 1994 la direttiva tedesca DIBt 100 recepisce quanto precedentemente pubblicato dalla *Gazzetta Ufficiale*

dell'Ufficio Federale per la Sanità (BGA) nel 1991 (10), classificando i valori di concentrazione delle emissioni in base al metodo EN utilizzato (Tabella 4).

Attualmente, la normativa europea prevede il controllo dell'emissione della formaldeide dai pannelli a base di legno con il metodo di riferimento EN 717-1 (metodo della camera di emissione) e su prove successive effettuate periodicamente con i metodi EN 120 (metodo di estrazione con perforatore, per pannelli grezzi di particelle, MDF o OSB) ed EN 717-2 (metodo dell'analisi del gas, per compensati, pannelli in legno massiccio, LVL, pannelli rivestiti).

La classificazione dei pannelli in legno e loro specifiche e requisiti generali (tra cui l'emissione di formaldeide), è regolata secondo le norme europee EN 312 (pannelli di particelle), EN 622-1 (pannelli di fibra di legno), EN 1084 (pannelli di legno compensato) e la UNI EN 13986 (pannelli a base di legno per l'utilizzo nelle costruzioni - caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura), in cui si recepisce la classe di emissione E1 (Tabella 5).

Le norme UNI EN sono state nel tempo oggetto di modifiche, in modo da poter avere validità per tutti gli Stati Membri e convertite in norme ISO, in modo da avere un valore internazionale. Si hanno infatti le norme ISO 12460-1 (derivata dalla EN 717-1), 12460-2 (derivata dalla ASTM D 6007), 12460-3 (derivata dalla EN 717-2), 12460-4 (derivata dalla JANS 16) e 12460-5 (derivata dalla EN 120).

Italia

Il recepimento nella normativa italiana inizia con il DPR n. 904 del 10 settembre 1982 "Attuazione della direttiva 76/769/CEE relativa alla immissione sul mercato ed all'uso di talune sostanze e preparati pericolosi".

Tabella 4 - Classificazione E1 secondo la DIBt 100 tedesca del giugno 1994

Classificazione	EN 717-1	EN 120		EN 717-2	
	ppm	mg formaldeide/100 g prodotto		mg formaldeide/m ² h	
		Valore medio	Valore singolo	Valore medio	Valore singolo
Pannelli di particelle grezzi	0,1	≤6,5	≤8,0		
Pannelli di fibre grezzi	0,1	≤7,0	≤8,0		
Pannelli rivestiti	0,1			≤2,5	≤3,5
Pannelli destinati al rivestimento	0,1		≤10		
Compensati e piallacci grezzi	0,1	Entro 3 giorni dalla produzione		≤5,0	≤6,0
		Dopo 28 giorni dalla produzione		≤2,5	≤3,5
Compensati rivestiti			≤6,5	≤2,5	≤3,5

Tabella 5 - Emissione di formaldeide. Classificazione dei pannelli secondo la normativa tecnica

Tipo di pannello	Norma	Classe	Metodo	Requisito	
				Valore	Unità di misura
Particelle (truciolato)	EN 312-1	1	EN 120	≤8,0	mg/100g
		2			
MDF (fibre a media densità)	EN 622-1	A	EN 120	≤9,0	mg/100g
		B		≤40,0	
Compensato	EN 1084	A	EN 712-2	≤3,5	mg/m ² h
		B		≤8,0	
		C		≤8,0	

Successivamente, la Circolare n. 57 del Ministero della Sanità del 22 giugno 1983, “Usi della formaldeide: rischi connessi alle possibili modalità di impiego”, assume come limite massimo di esposizione negli ambienti di vita il valore di 0,1 ppm (0,124 mg/m³).

In seguito, il DM del 15 aprile 1994 recepisce la norma UNI EN 712-2, inserendo la formaldeide tra gli inquinanti di interesse prioritario.

Il successivo DLvo 351/99 inserisce la formaldeide negli inquinanti che sono disciplinati dalle direttive dell'Unione Europea, indicando gli “inquinanti da considerare nel quadro della valutazione e della gestione della qualità dell'aria ambiente”.

L'Istituto Superiore di Sanità (ISS), in collaborazione con il Ministero della Salute, ha apportato contributi tecnico-scientifici per la stesura di un DM. Il 6 giugno 2008 l'ISS ha rappresentato presso la Sezione III del Consiglio Superiore di Sanità, insieme a una rappresentanza del Ministero della Salute, la necessità dell'approvazione della normativa per “la definizione di un limite di emissione della formaldeide nei manufatti in legno”, utilizzati in ambienti di vita, al fine di tutelare la salute pubblica. Tale limite è stato fissato a 0,1 ppm con l'approvazione del DM 10 ottobre 2008 (11).

In Italia, dopo la pubblicazione del Decreto, è vietato quindi importare pannelli, semilavorati e prodotti finiti a base di legno con emissioni superiori alla certificazione E1 (art. 4). Il Ministero ha stabilito che si avvarrà della collaborazione dell'ISS per l'attività di vigilanza (art. 6) e comminerà sanzioni a chi immette sul mercato manufatti, semilavorati e prodotti finiti contenenti formaldeide in difformità alle previsioni del decreto approvato (art. 7). Il Ministero, nel 2009, ha prodotto una circolare esplicativa, indirizzata alle autorità competenti a livello regionale, per fornire chiarimenti riguardo i procedimenti di prova, tipo e frequenza dei controlli, le dichiarazioni di conformità e i ruoli di responsabilità della catena produttiva e commerciale. ■

Riferimenti bibliografici

1. De Felice M, Morlino R, Fuselli S. Composti carbonilici: monitoraggio indoor ed outdoor in una zona urbana di Roma. *I quaderni di Ecomondo* 2007;511-4.
2. Fuselli S, De Felice M, Morlino R. Formaldeide nelle abitazioni. In: Santarsiero A, Fuselli S (Ed.). *Convegno nazionale. Inquinamento indoor residenziale-abitazione e qualità dell'aria. Istituto Superiore di Sanità. Roma, 9 ottobre 2009. Riassunti*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2009 (ISTISAN Congressi 09/C7).
3. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - ISPRA. *Ambienti confinati. Inquinamento indoor in casa* (www.indoor.apat.gov.it/site/it-IT/AMBIENTI_CONFINATI/Casa/).
4. California Environmental Protection Agency. Air Resource Board. Formaldehyde in the home. *Indoor Air Quality Guideline* 2004;1:1-16.
5. Steven S, Hang H, Jian ZY. Concentrations of formaldehyde and other carbonyls in environments affected by incense burning. *J Environ Monit* 2002;4(5):728-33.
6. WHO Regional Office for Europe. *Air quality guidelines for Europe*. Copenhagen; 2000 (WHO Regional Publications, European Series, No. 91).
7. The International Agency for Research on Cancer (IARC). Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol. IARC Monographs on The Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. 2006:88.
8. European Concerted Action. Indoor air quality & its impact on man. Report No. 10. Effects of indoor air pollution on human health. EUR 14086.
9. Bulian F. Il problema formaldeide nel settore legno-arredo. *CATAS* (www.catas.info/sito/upload/Legno_e_formaldeide.pdf).
10. Germania. Procedimenti di prova per i materiali in legno. *Gesetzblatt von dem Bundesgesundheitsamt, BGA (Gazzetta Ufficiale dell'Ufficio Federale per la Sanità)*, ottobre 1991, n. 10.
11. Italia. Decreto legislativo 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. *Gazzetta Ufficiale - Serie Generale* n. 288, 10 dicembre 2008.