

Stato dell'arte della normativa internazionale in materia di inquinamento indoor

F. Gallo

L'elevato livello di interdisciplinarietà dell'Indoor Air Quality contribuisce a rendere difficile e controverso il percorso che porta alla formulazione di emendamenti anche in quei paesi, attualmente più avanzati per livello di competenza e normative, che per il momento hanno formalizzato raccomandazioni riguardo le concentrazioni massime ammissibili degli inquinanti nell'aria indoor, revisionato le normative sui ricambi d'aria, avviato processi di standardizzazione delle metodologie di monitoraggio e limitazione nell'uso di materiali nocivi nelle nuove costruzioni (USA, Canada, Paesi Scandinavi, Olanda).

Malgrado molti auspichino per il futuro l'introduzione di raccomandazioni che coprano "prevenzione, diagnosi e cura" dei fenomeni dell'inquinamento indoor, le normative attualmente vigenti sono ben lungi dal costituire un quadro di riferimento esaustivo.

Alcuni standards (e questo è il caso dei livelli ammissibili di concentrazione degli inquinanti) non sono ancora stati definiti con chiarezza e coerenza a causa delle difficoltà che la ricerca sanitaria incontra nel definire i rischi da esposizione pressoché continua a basse concentrazioni di inquinanti.

Nelle nazioni in cui questi standards sono già stati introdotti, almeno a livello di raccomandazione, questi assumono infatti valori estremamente variabili a seconda dei diversi Enti (anche pubblici) che li hanno promulgati: anche in conseguenza delle lacune conoscitive sul fronte epidemiologico, la scelta di ipotesi di

base per la definizione delle soglie porta a risultati assai diversificati.

Ci sono infatti raccomandazioni, come quelle emesse nel 1987 e revisionate nell'89 dal Ministero della Sanità Canadese, che si prefiggono di proteggere la media della popolazione nel suo complesso dai rischi da inquinamento indoor. Questo significa che le soglie massime ammissibili stabilite per il lungo (ALTER) e breve (ASTER) periodo non sono sufficienti per salvaguardare i soggetti ad alta sensibilità nei confronti di IAQ (tab. I).

Nei casi di possibile o accertata cancerogeneità di un inquinante, la strategia canadese è quella di consigliare la massima riduzione fattibile, in relazione allo stato dell'arte attuale del patrimonio edilizio e ai possibili interventi futuri.

Pertanto, sul fronte della formaldeide ciò porta a stabilire una soglia di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, da ridursi in futuro alla metà: la soglia ritenuta attualmente possibile, tuttavia, è omogenea ai valori istantanei e di breve periodo consigliati negli USA dall'EPA e dall'ASHRAE, mentre il target futuro di $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è di gran lunga il più restrittivo.

Nel caso di inquinanti emessi da materiali da costruzione come la formaldeide, le decisioni dei normatori devono infatti fare i conti, oltre che con scelte socio-sanitarie, con fattori economici quali il costo del risanamento su larga scala, e con l'ostilità con cui taluni settori industriali accolgono le prescrizioni, che leggono solo in termini di opportunità e minacce per i loro prodotti.

Dott. Ing. Fernanda Gallo, Domino srl, Milano

**tabella I - concentrazioni
massime ammissibili pre-
viste dal Ministero della
Sanità Canadese**

Contaminant	Acceptable Exposure Ranges	
	Aster	Alter
Aldehydes (total)	$\Sigma C_i/C_i \leq 1^{(a)}$	—
Carbon Dioxide	—	$\leq 6300 \text{ mg/m}^3 (\leq 3500 \text{ ppm})$
Carbon Monoxide	$\leq 11 \text{ ppm} - 8 \text{ h}$ $\leq 25 \text{ ppm} - 1 \text{ h}$	—
Formaldehyde		
Nitrogen Dioxide	$\leq 480 \text{ } \mu\text{g/m}^3 (\leq 0,25 \text{ ppm}) - 1 \text{ h}$	$\leq 100 \text{ } \mu\text{g/m}^3 (\leq 0,05 \text{ ppm})$
Ozone	$\leq 240 \text{ } \mu\text{g/m}^3 (\leq 0,12 \text{ ppm}) - 1 \text{ h}$	—
Particulate Matter ^(a)	$\leq 100 \text{ } \mu\text{g/m}^3 - 1 \text{ h}$	$\leq 40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$
Sulphur Dioxide	$\leq 1000 \text{ } \mu\text{g/m}^3 (\leq 0,38 \text{ ppm}) - 5 \text{ min.}$	$\leq 50 \text{ } \mu\text{g/m}^3 (\leq 0,019 \text{ ppm})$
Water Vapour	30-80% R.H. ^N summer 30-55% R.H. ^N winter	—
Radon		

(a) $C_i = 120 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (formaldehyde); $50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (acrolein); $9000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (acetaldehyde), and C_i are respective concentrations measured over a five-minute period.

La tabella II testimonia la variabilità che questi standards possono assumere a seconda del peso che gli enti preposti alla promulgazione di norme danno a questi fattori.

Anche nel caso degli inquinanti emessi da apparecchiature a fiamma libera (o comunque relativi a processi di combustione) l'omogeneità delle soglie prescritte per l'indoor è lungi dall'essere raggiunta (tab. III). Né giova a utenti e operatori la presenza di soglie per tempi di esposizione diversificati che è gestibilissima in ambiente industriale (e outdoor) ove il monitoraggio in continuo degli inquinanti si avvale di metodologie e tecniche collaudate e accessibili in termini di costi/benefici, ma è impraticabile in ambiente domestico o comunque indoor in senso stretto ove si faccia uso di fiamme libere.

Stabilite le soglie massime di concentrazione da rispettare, lo scoglio successivo in materia normativa sarà quello di fornire metodologie di monitoraggio per far sì che le misurazioni effettuate siano affidabili e confrontabili: nonostante la ricerca in questo campo sia avanzata ed esistano molte soluzioni, sia sul fronte delle procedure che in campo strumentale, gli standards ad ampio spettro in questo campo sono pochissimi: c'è ad esempio una procedura di massima rielaborata nell'ambito del progetto comunitario COST 613 sulla base di una metodologia danese e

c'è una procedura proposta dal Ministero dei Lavori Pubblici Canadesi che, allo scopo di incentivare l'uso di metodologie omogenee e di basso costo, propone la fornitura di un kit di strumenti, completo di manuali d'uso e manutenzione, procedure di monitoraggio e check-lists per l'analisi dei parametri edilizi e delle abitudini degli occupanti da verificare.

Il kit-base per la verifica di CO_2 , CO, formaldeide, radon, VOC, umidità e temperatura viene fornito in uso gratuito da Public Works Canada, nelle regioni di propria competenza.

Sul fronte degli interventi normativi per il ripristino e la conservazione di una buona qualità dell'aria indoor gli sforzi attualmente sono concentrati per lo più sull'adeguamento delle norme sulla ventilazione, sia perché assicurare ricambi d'aria adeguati è il rimedio più praticabile sul breve periodo, in attesa dell'evoluzione di prodotti, materiali e tecnologie più sane nel settore edilizio, e sia per porre rimedio alle eccessive restrizioni apportate in passato a tali standards nel perseguire politiche di contenimento del consumo energetico.

Superfluo ricordare che il processo del ricambio d'aria in un edificio è influenzato da tre fattori interagenti (l'infiltrazione attraverso interstizi, la ventilazione naturale e quella meccanica, se esistente) di cui il meno costoso, come mostra la tabella IV, è stato tenden-

tabella II - standards esistenti sulla formaldeide

Agente inquinante	Sorgenti tipiche	Concentrazioni tipiche di inquinante rilevate nel corso di monitoraggi	Standard (concentrazione massima ammissibile)	Tempi di esposizione	Ente	Nazione
Formaldeide (1 ppm = 1231 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Urea formaldeide negli isolanti, collanti, pannelli con fibre di formaldeide ecc.	da 0,001 ppm ($\approx 1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a 0,5 ppm (615 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 ppm in poche case mobili USA	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	media annuale	EPA	USA
			120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 ore	EPA	USA
			120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	istantanea	ASHRAE	USA
			0,10 ppm	all'ora x sett.	ASHRAE	USA
			1 ppm	istantanea	ACGIH	USA
			0,24 ppm	all'ora x sett.	OSHA	USA
			3 ppm (edifici professionali)	8 ore	OSHA	USA
			0,40 ppm	all'ora x sett.	HUD	USA
			120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	action level	HEALTH & WELFARE	CANADA (*)
			60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	target level	HEALTH & WELFARE	CANADA (*)
			0,1 ppm (nuove abitazioni)	media annuale	NATIONAL BOARD OF HEALTH AND WELFARE	SVEZIA
			0,7 ppm (vecchie abitazioni)	media annuale	NATIONAL BOARD OF HEALTH AND WELFARE	SVEZIA
			150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (nuove abitazioni)	media annuale	NATIONAL BOARD OF HEALTH	FINLANDIA
			300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (vecchie abitazioni)	media annuale	NATIONAL BOARD OF HEALTH	FINLANDIA
			0,12 ppm	media annuale	n.d.	DANIMARCA
0,1 ppm 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	media annuale	MINISTERO DELLA SANITÀ	OLANDA			
0,1 ppm 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	media annuale	MINISTERO DELLA SANITÀ	GERMANIA FEDERALE			
100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	media annuale	OMS	—			

zialmente abolito da norme contro gli sprechi energetici.

È evidente che il mantenimento di una buona qualità dell'aria comporta maggiori consumi energetici; tuttavia le prime normative nel settore della ventilazione a favore di IAQ, in assenza di adeguati supporti metodologici e tecnologici per il controllo delle fonti di emissione e del livello di inquinamento indoor, possono essere altrettanto discutibili se raccomandano ricambi d'aria elevati e non relazionati ai livelli di inquina-

mento indoor esistenti nell'edificio.

In questo senso, lo stesso standard ASHRAE 62, durante le sue revisioni, è stato oggetto di accese polemiche (tab. V); tuttavia esso contiene due approcci procedurali che aprono prospettive interessanti per il futuro:

- una procedura basata sul rispetto di elevati ricambi d'aria minimi (VRP), che presenta una soluzione indiretta ai problemi IAQ laddove ciò non comporti una crescita eccessiva del consumo energetico;

tabella III - standards esistenti sugli ossidi di azoto e di carbonio

Agente inquinante	Sorgenti tipiche	Concentrazioni tipiche di inquinante rilevate nel corso di monitoraggio	Standard (concentrazione massima ammissibile)	Tempi di esposizione	Ente	Nazione
Monossido di azoto (NO)	nessuna raccomandazione per l'aria indoor		—	—	—	—
Biossido di azoto (NO ₂) 1 ppm = 1881 µg/m ³	Cucine e caldaie a gas, prodotti della combustione, aria esterna	da 25 a 75 ppb in case con cucina a gas da 100 a 500 ppb valori di punta per case con cucine e caldaie a gas nello stesso locale	100 µg/m ³	media annuale	EPA	USA
			100 µg/m ³	media annuale	ASHRAE	USA
			100 µg/m ³	media annuale	HEALTH & WELFARE	CANADA
			480 µg/m ³	1 ora	HEALTH & WELFARE	CANADA
			400 µg/m ³	1 ora	OMS	—
			150 µg/m ³	24 ore	OMS	—
Monossido di carbonio (CO) (1 ppm = 1,145 mg/m ³)	Cucine e caldaie a gas, prodotti della combustione, fumo di tabacco, fumi d'emissione d'autoveicoli	> 50 ppm in locali con caldaie > 50 ppm in locali adiacenti ad autorimessa da 2 a 15 ppm in cucine con fornelli a gas da 2 a 10 ppm in case di forti fumatori, bar o altri locali	10 mg/m ³	8 ore (max 1 volta/anno)	EPA	USA
			40 mg/m ³	1 ora		
			10 mg/m ³	8 ore	ASHRAE	USA
			40 mg/m ³	1 ora	ASHRAE	USA
			50 ppm	istantanea	ACGIH	USA
			11 ppm	8 ore	HEALTH & WELFARE	CANADA
			25 ppm	1 ora	HEALTH & WELFARE	CANADA
			10 mg/m ³	8 ore	OMS	—
			50 ppm	8 ore	OSHA	USA
			0,001 g/m ³	24 ore	n.d.	URSS
Biossido di carbonio (CO ₂) (1 ppm = 1,8 mg/m ³)	Gente, caldaie a gas, fumo di tabacco, aria esterna	da 320 a 400 ppm nell'aria esterna da 2000 a 5000 ppm in ambienti interni sovraffollati con ventilazione non adeguata da 2000 a 3000 ppm in cucine con fornelli a gas	4500 mg/m ³	istantanea	ASHRAE	USA
			5000 ppm	istantanea	ACGIH/OSHA	USA
			6300 mg/m ³	media annuale	HEALTH & WELFARE	CANADA
			12600 mg/m ³	istantanea	HEALTH & WELFARE	CANADA
			1000 ppm	istantanea	n.d.	GIAPPONE
			2500 ppm	istantanea	NATIONAL BOARD OF HEALTH	FINLANDIA

tabella IV - raccomandazioni in materia di tenuta all'aria e ventilazione

		NORD AMERICA		EUROPA						PAESI SCANDINAVI				
		USA	Canada	Italia	Francia	Svizzera	Belgio	Olanda	Germania	Gran Bretagna	Danimarca	Finlandia	Norvegia	Svezia
TENUTA ALL'ARIA	COMPONENTI	Finestre	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	
		Porte	●	●									●	
		Altri componenti	○	○									●	
		Intero edificio			●		●		○				●	●
RICAMBI D'ARIA MINIMI	Residenze	●	●	●	●	■	●	●	●	●	●	●	●	●
	Altri edifici	●	●	●		■		●	●	●	●	●	●	●

Fonte: Elaborazione su dati IEA/AIVC, settembre '90

● in vigore ○ in preparazione ■ solo per alcuni tipi di locali

**tabella V - tassi di ventilazione con aria
esterna raccomandati dall'ASHRAE
standard 62 (l/s per persona)**

	1973	1981		1989
		Non Fumatori	Fumatori	
Residenze	> 3 (racc. 4-5)	5	5	> 7,5 (sogg.) > 12 (cucine)
Uffici	> 8 (racc. 8-13)	2,5	10	> 10
Locali per fumatori				> 30

- una procedura "IAQ", che prevede la possibilità di contenere la ventilazione ove si dimostri (inizialmente con calcoli a tavolino) di poter contenere le concentrazioni dei principali inquinanti entro le so-

glie previste da standards, mediante combinazioni di varie forme di ventilazione (naturale, meccanica a portata costante o variabile, con o senza ricircolo e uso di filtri...).

L'efficacia di questa procedura, che cerca un equilibrio tra usi energetici e qualità dell'aria, dipenderà in futuro da molti fattori, quali la gestione e manutenzione degli ambienti indoor e dei loro impianti e la possibilità di effettuare controlli periodici (o in continuo) sulla qualità dell'aria tecnicamente ed economicamente accettabili anche in ambienti non gestiti professionalmente, quali le abitazioni.

In questo settore difficilmente si otterranno risultati senza l'aiuto di sperimentazioni a grandezza reale.

Relazione presentata al Convegno Italgas "Il metano e la qualità dell'aria negli ambienti domestici. Stato dell'arte e prospettive di ricerca" - Torino, 11 aprile 1991.

CALL FOR PAPER

Si richiede l'invio di relazioni per il Convegno A.I.CARR che si svolgerà ad Abano il 18 giugno 1992.

Il tema del Convegno è il seguente: "La climatizzazione nell'industria".

Il riassunto, di non oltre 30 righe dattiloscritte, dovrà pervenire alla Segreteria dell'A.I.CARR entro il 30 gennaio 1992. I testi delle memorie dovranno pervenire entro il 7 maggio 1992.