

Le lampade ed il mercurio fantasma

EFFICIENZA ENERGETICA ED ECOLOGIA

di FAUSTO MARTIN

Da qualche tempo assistiamo al diffondersi, su scala mondiale, ad una messa al bando delle lampade ad incandescenza, motivate da ineccepibili ragioni di efficienza energetica, magari condite con pizzico di sensibilità ecologista che, talvolta, sfocia in toni maniche; qualche rara voce, più smaliziata, ha fatto notare che, se l'efficienza energetica segna un netto 5 a 1 a favore delle fluorescenti compatte, non va scordato che la vecchia lampada a filamento non contiene mercurio e, quindi, si smaltisce a costi infinitamente più bassi. Come dare loro torto?

PARADOSSO APPARENTE

A smontare questa corrente di pensiero ci ha pensato uno studio svolto da alcuni docenti di Studi Ambientali presso l'università di Yale (Connecticut), pubblicato nel mese di agosto dello scorso anno ("Spatial Assessment of Net Mercury Emission from the use of Fluorescent Bulbs", di Eckelman, Anastas et Zimmerman).

Usando dati del 2004 di 50 Stati costituenti gli USA e di altre 130 nazioni del mondo, sono giun-

TABELLA 1: Contributo delle LFC alla emissione di mercurio globale (studi precedenti)

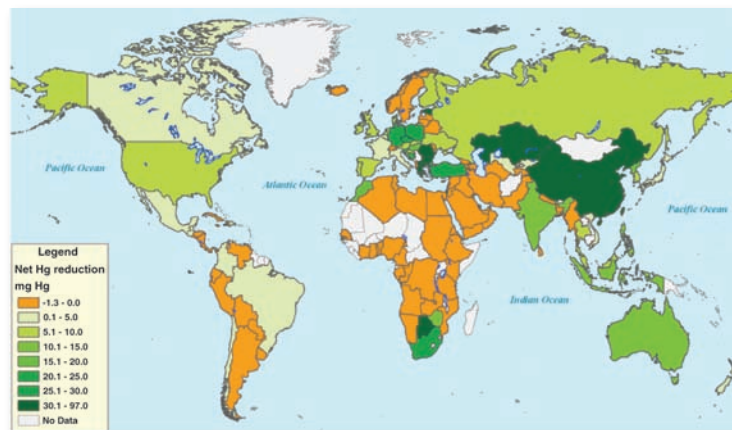
Area	Autore	kg	%
Cina	Streets et al.	24.520	4,6
Giappone	Kida, Sasaki	1.100	4,1
Messico	Acosta Ruiz	229	0,7
USA	USEPA	1.400	1,0
Europa	Pacyna	210	0,1
Fed. Russa	Danish E. P. A.	550	1,3
Mondiale	Pacyna et al.	66.400	3,0

ti a conclusioni tanto inattese quanto sorprendenti; ma andiamo con ordine. L'uso del mercurio nella produzione di lampade fluorescenti lineari è cresciuto enormemente nel corso degli ultimi 80 anni; a questo si aggiungano le emissioni dovute all'industria del cloro, all'uso negli interruttori elettrici ed alla combustione sia dei rifiuti, sia del carbone per la produzione di energia elettrica.

A tutto ciò si è aggiunto il contributo dovuto alle lampade fluorescenti compatte, che assomma a circa 4/5 dell'utilizzo totale nel settore elettrico (tabella 1).

I produttori hanno, volontariamente, perseguito una campagna volta alla riduzione del mercurio contenuto sin dal 1985, tanto che oggi una lampada fluorescente compatta (LFC) ne contiene non più di 5 mg. Si stima che negli USA siano installate 4 miliardi di LFC, di cui 700 milioni sono sostituite ciclicamente ogni anno. Secondo diversi studi, il mercurio-

Figura 1: Riduzione netta di mercurio immesso in atmosfera dalla sostituzione di una lampada incandescente con una LFC in 130 Paesi del mondo



rio contenuto nelle LFC entra in atmosfera in tre modalità: rottura della lampada, vaporizzazione durante l'incenerimento ed evaporazione dalla discarica. Si stima che solo il 20% delle LFC sostituite nel paese a Stelle e Strisce sia smaltito correttamente su circa 2,3 tonnellate in circolazione; al di là dei semplici numeri, va detto che è altrettanto importante la modalità con cui il mercurio viene immesso nell'ambiente e ciò complica ulteriormente l'analisi.

La tossicità del mercurio inorganico rilasciato da una lampada è molto inferiore a quella del mercurio organico, noto come metilmercurio, generato dalle trasformazioni che subisce nell'ambiente il mercurio inorganico immesso da centrali elettriche a carbone. Una comparazione in questo senso esula dalla presente analisi; ci interessa ricordare che il 99% del mercurio immesso per la produzione di energia deriva dalla combustione del carbone, dalla sua qualità e dal contenuto di mercurio, dalla raffinazione del carbone stesso, dall'efficienza dell'impianto e dalle tecnologie di controllo utilizzate. Lo studio considera gli effetti marginali dovuti alla sostituzione di una lampada da 60 watt con una LFC di uguale flusso luminoso nelle tre fasi: produzione, uso, smaltimento.

■ PRO E CONTRO

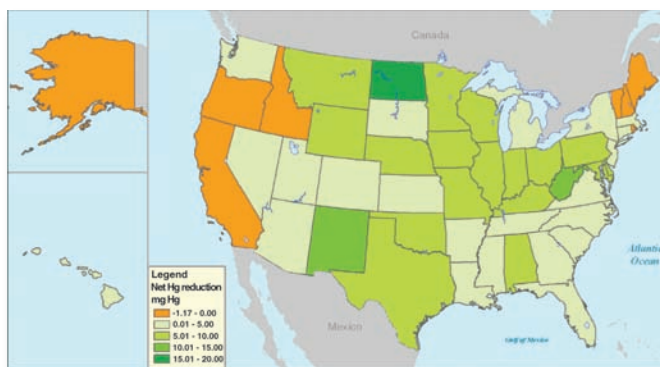
La maggior vita media delle LFC, circa 10 volte superiore alle incandescenti, comporta una minor energia spesa nella fabbricazione delle medesime; le emissioni di mercurio, sia dirette, sia indirette, durante il processo di fabbricazione delle LFC sono leggermente superiori a quelle delle lampade a filamento, comunque non tali da spostare il bilancio finale e, per questo motivo, verranno trascurate. Assumendo che una LFC da 15 W sia 4 volte più efficiente di una lampada ad incandescenza da 60 W e duri 10.000 ore, otteniamo un risparmio di energia pari a 450 kWh. Usando i dati del Dipartimento dell'Energia e quelli della Energy Information Agency si è risa-

liti alle emissioni di CO₂, di mercurio, di SO₂ e di ossidi di azoto per unità di energia prodotta per ciascuna centrale nel periodo 1999 - 2004. Per i soli Stati Uniti si è assunto un rendimento medio di conversione delle centrali elettriche pari al 33%, con perdite di trasmissione del 6,7% secondo la EIA. L'emissione di mercurio dalla combustione del carbone è pari a 0,18 g per tonnellata, mentre per l'olio combustibile è di mille volte inferiore, solo 0,0006 g/ton.

Lo smaltimento presenta maggior caratteri di disomogeneità, dovuti alle diverse politiche ambientali perseguite, a livello locale, dai vari Stati. Negli USA, per esempio, si stima che solo il 21% delle LFC sia smaltito correttamente, mentre il 25% della frazione rimanente emetta il mercurio in atmosfera in seguito alla rottura del vetro. Mediamente, per l'Europa, si è assunto un tasso di riciclo del 20%, che si riduce di un quarto per i Paesi Emergenti, per finire con un tasso nullo attribuito ai Paesi di più recente industrializzazione. Nell'Europa dei 25 è stato anche possibile introdurre il tasso di distribuzione della porzione di mercurio contenuto nelle lampade emesse in atmosfera (tabella 2).

■ RISULTATI SORPRENDENTI

Gli effetti dello studio hanno dimostrato una grande differenza nella emissione globale di mercurio, che può essere contenuta con l'impiego di LFC, e questo vale sia per gli USA, sia a livello mondiale. In generale, nelle aree dove la produzione di energia elettrica avviene dalla combustione del carbone, la sostituzione delle lampade ad incandescenza con le LFC comporta una si-



◀ **Figura 2:** Riduzione netta di mercurio immesso in atmosfera dalla sostituzione di una lampada incandescente con una LFC negli Stati Uniti

TABELLA 2: Tasso di riciclaggio del mercurio nelle LFC nei diversi Paesi del mondo

Area	Autore	Tasso di riciclo (%)	Fattore distribuzione applicato (%)
Canada	Hilkene Frissen et al.	7,0	-
USA	USGS	20,0	-
Messico	Acosta Ruiz	0,0	-
Europa 25	Kindbon et al.	-	9,0
Bielorussia	UNEP	10,0	-
Sud Africa	-	5,0	-
Corea	Kim	12,0	-
Taiwan	Hilkene Frissen et al.	87,0	-
Giappone	Asari et al.	9,0	-

TABELLA 3: Quantità di mercurio impiegato nelle lampade secondo la Direttiva RoHS

Tipo	mg
Fluorescenti compatte	< 5,0
Standard (alofosfati)	< 10,0
Trifosfori normali	< 5,0
Trifosfori lunga vita	< 8,0
Fluorescenti usi speciali	esenti
Compatte (HID)	esenti

gnificativa riduzione delle emissioni di mercurio in atmosfera; dove il mix di fonti energetiche è più variegato, tale effetto positivo si riduce considerevolmente. Dove le centrali a carbone detengono oltre l'85% della produzione totale (Nord Dakota, West Virginia e Nuovo Messico) e la qualità del carbone non è delle migliori, accompagnata da scarsi trattamenti di raffinazione, l'introduzione delle LFC si traduce in minori emissioni di mercurio in ambiente. La situazione si ribalta (maggiori LFC = maggior mercurio immesso) lungo la West Coast e l'estremo Nord Est (California, Alaska, Oregon, Idaho, Vermont, New Hampshire, Maine, Rhode Island), in cui la bassa percentuale di elettricità derivata dal carbone implica un leggero aumento di emissioni nette di Hg.

La maglia nera spetta all'Estonia, dall'alto del suo 92% di energia da carbone a basso potere calorico misto ad elevato contenuto di mercurio (8,79 GJ/ton con 0,3 gHg/ton), mentre la Norvegia ed il Paraguay, che hanno alte percentuali di energia prodotta da impianti idroelettrici, incrementerebbero le emissioni nette di mercurio con la sostituzione delle lampade ad incandescenza. Lo stesso vale per molti paesi dell'America Latina (Brasile escluso), dell'Africa e del Medio Oriente, che dovrebbero attuare serie politiche di riciclaggio delle LFC esaurite. Se non sorprende che Cina e le Repubbliche del Caucaso abbiano maggior margini di miglioramento, troviamo in loro compagnia anche le europeissime Grecia, Bulgaria e Romania. Italia e Francia, per motivi di politica energetica molto diversi ed altrettanto noti, stanno meglio di Germania, Polonia e Repubblica Ceca, che fanno ancora ricorso alle loro riserve di carbone; in posizione intermedia, Spagna, Portogallo, Regno Unito ed Irlanda, Ucraina, Finlandia e Russia.

In linea del tutto generale possiamo dire che l'adozione di LFC è un modo per ridurre le emis-

sioni di mercurio; solo nei Paesi in cui non vi sono centrali a carbone accompagnate dall'assenza di politiche ecologiche adeguate, le LFC portano ad un incremento netto del mercurio immesso in ambiente. Negli USA, presi come un'unica entità geografica, l'elevato ricorso al carbone per la produzione di energia elettrica, fa sì che l'uso delle LFC comporti una netta riduzione nel futuro immediato.

Nel mondo si sono poste in essere tre politiche a riguardo delle LFC: limitazione della quantità di mercurio, elevato smaltimento e limitazione all'uso delle incandescenti, unite a campagne per l'educazione all'uso delle fluorescenti compatte. In Europa, dal 2006, la Direttiva RoHS ha limitato l'impiego di sostanze pericolose, tra cui il mercurio nelle fluorescenti (tabella 3), esentandone l'uso laddove non esistano alternative tecnologiche (lampade per usi speciali). Il Canada ha piani di riduzione di tale metallo pesante pari all'80%, su base 1990, entro il 2010; gli USA vorrebbero raggiungere tale traguardo entro l'anno in corso, corrispondente ad una diminuzione netta di 2 tonnellate di mercurio. Tale quantità si può superare solo introducendo appositi involucri che preservino da rotture del vetro durante il trasporto delle lampade, tecnologia, peraltro, già disponibile.

Molti Paesi (Australia, Brasile, Nuova Zelanda, Canada, alcuni Stati Europei) hanno proibito la vendita delle lampade ad incandescenza; gli USA attueranno un simile programma tra il 2012 ed il 2014, con un risparmio stimato pari a 25 tonnellate di mercurio non immesso dalle centrali a carbone. Una quantità annua più che doppia potrebbe derivare da politiche di raffinazione del carbone, mentre lo sfruttamento di centrali idroelettriche e ad energie rinnovabili si tradurrebbe in altre 5 tonnellate di mancate immissioni in ambiente (tabella 4).

I maggiori produttori di LFC dichiarano di impiegare appena la metà del mercurio consentita dal codice di autoregolamentazione (5 mg), mentre la ricerca e la sensibilità ambientale lasciano prevedere che, nel secondo decennio di questo secolo, saranno disponibili LFC "mercury free".

■ AUTORE

Fausto Martin, ingegnere libero professionista, componente del SC 34C e D del CEI, Segretario del Comitato Tecnico della European Sign Federation. (www.faustomartin.com).

TABELLA 4: Riduzione annuale del mercurio su base nazionale con le politiche ambientali

Azione	Riduzione (tonnellate)	Fattore distribuzione applicato (%)
Riciclaggio (80%)	2	Lungo le vita media della LFC (4 anni)
Bandire incandescenti	25	Per singola sostituzione con LFC
Raffinazione carbone	56	Installazione di sistemi anti inquinamento
Fonti rinnovabili	5	Introduzione di centrali ad energia rinnovabile