

COME SI FORMANO E COME ARRIVANO NELL'AMBIENTE

Diossine, furani e policlorobifenili (PCB) possono essere presenti nell'ambiente anche molto lontano dai luoghi in cui sono stati prodotti o rilasciati. Per comprenderne la presenza negli alimenti occorre partire dalle loro origini: non tutte queste sostanze nascono nello stesso modo e non tutte le emissioni hanno oggi la stessa importanza.

SOTTOPRODOTTI INDESIDERATI E COMPOSTI PRODOTTI INTENZIONALMENTE

Le policlorodibenzo-p-diossine (PCDD) e i policlorodibenzofurani (PCDF) non sono normalmente fabbricati per un utilizzo commerciale. Si formano involontariamente durante determinati processi termici e chimici. I PCB, invece, sono stati sintetizzati e commercializzati per decenni grazie alla loro stabilità chimica e alle loro proprietà isolanti. Questa differenza è essenziale: per diossine e furani il problema riguarda soprattutto la prevenzione della formazione e delle emissioni; per i PCB pesa anche l'eredità di apparecchiature, materiali e rifiuti che li contengono.

La distinzione non è assoluta: alcuni PCB possono formarsi anche involontariamente in processi industriali e termici, mentre miscele commerciali di PCB potevano contenere furani come impurità. Per questo le fonti ambientali possono sovrapporsi, pur avendo storie industriali differenti.

COMBUSTIONE: PERCHÉ POSSONO FORMARSI DIOSSINE E FURANI

La formazione di PCDD e PCDF è possibile quando materiali organici e composti contenenti cloro sono coinvolti in reazioni a temperatura elevata. Non basta però la sola presenza di cloro per prevedere la quantità di diossine prodotta: contano la composizione del materiale, le condizioni della combustione, l'ossigenazione, i tempi di permanenza, la presenza di catalizzatori metallici e il raffreddamento dei fumi.

Parte della formazione può avvenire attraverso reazioni da precursori chimici; un'altra parte può avvenire sulla superficie delle particelle e delle ceneri durante il raffreddamento dei gas, secondo meccanismi spesso indicati come sintesi "de novo". Ne consegue un punto importante: la temperatura massima del forno, da sola, non descrive l'effettiva emissione all'esterno. Sono rilevanti l'intero processo, il trattamento dei fumi e le modalità di esercizio.

La combustione incontrollata dei rifiuti e la combustione condotta in impianti o condizioni inadeguate possono essere fonti di emissione. Gli inceneritori moderni, quando sono progettati, gestiti e controllati correttamente, adottano sistemi per limitare

la formazione e abbattere gli inquinanti: non è scientificamente corretto equipararli automaticamente alla combustione incontrollata.

ALTRE ATTIVITÀ INDUSTRIALI

La metallurgia, alcuni processi di produzione e trattamento dei composti clorurati e, storicamente, determinate modalità di sbiancamento della pasta di cellulosa sono fra le attività considerate nelle valutazioni internazionali delle sorgenti di PCDD e PCDF. L'importanza delle singole sorgenti cambia nel tempo e fra territori, anche in funzione delle tecnologie adottate e delle prescrizioni ambientali.

I processi termici industriali possono generare emissioni non soltanto nell'aria, ma anche residui solidi e polveri che richiedono una gestione adeguata. Per descrivere l'impatto di un impianto servono misurazioni e inventari aggiornati, non la sola appartenenza a una categoria produttiva.

I PCB: UN'EREDITÀ DI DECENNI DI UTILIZZO

I PCB furono largamente impiegati in trasformatori, condensatori e altri dispositivi elettrici, oltre che in fluidi per il trasferimento del calore e in alcune applicazioni industriali. Le proprietà che li rendevano utili — stabilità, resistenza alla degradazione e caratteristiche dielettriche — contribuiscono anche alla loro permanenza ambientale.

SORGENTI E PERSISTENZA AMBIENTALE

La formazione di PCDD/F e l'eredità dei PCB sono due problemi distinti



Benché la produzione e gli impieghi siano stati progressivamente vietati o fortemente limitati, possono ancora esistere sorgenti legate ad apparecchiature obsolete, edifici, depositi, suoli contaminati e rifiuti gestiti in modo inadeguato. Perdite, movimentazione di materiali e smaltimenti impropri possono liberare contaminanti già presenti da molto tempo. La Convenzione di Stoccolma disciplina l'eliminazione dei PCB e la gestione dei relativi materiali e rifiuti.

INCENDI, EVENTI ACCIDENTALI E SORGENTI NATURALI

Incendi di materiali contenenti composti clorurati e incidenti industriali possono comportare emissioni episodiche di PCDD, PCDF e, a seconda dei materiali coinvolti, PCB. Per interpretarne le conseguenze ambientali occorrono dati specifici sul tipo di incendio, sui materiali combusti, sulla dispersione e sulle deposizioni: la presenza di fumo non basta a quantificare un rischio alimentare.



Anche incendi boschivi ed eventi naturali, come le eruzioni vulcaniche, possono contribuire alla presenza ambientale di PCDD e PCDF. Non vanno tuttavia usati come

spiegazione generica per contaminazioni specifiche: in ogni situazione occorre distinguere contributi naturali, storici e antropici.

DALLA SORGENTE ALL'AMBIENTE: ARIA, SUOLO E SEDIMENTI

Una volta emesse, queste sostanze possono associarsi alle particelle atmosferiche, essere trasportate e depositarsi sul terreno o sulle superfici acquatiche. La deposizione può interessare aree vicine alle sorgenti, ma il trasporto atmosferico consente anche una diffusione a distanze maggiori. La ripartizione fra fase gassosa e particolato dipende dal composto e dalle condizioni ambientali.

Nei suoli e nei sedimenti, la scarsa solubilità in acqua di molti congeneri e la loro affinità per la materia organica ne favoriscono la ritenzione. La degradazione può essere lenta e variabile. Pertanto, la riduzione delle emissioni attuali non implica necessariamente l'immediata scomparsa delle contaminazioni accumulate negli anni.

Il ritrovamento di una sostanza in un suolo o in un sedimento non permette, da solo, di attribuirlo a una sorgente precisa. A volte il profilo dei congeneri, la distribuzione spaziale, i dati storici e le analisi ambientali consentono di formulare ipotesi di attribuzione, che devono comunque essere valutate criticamente.

EMISSIONI ATTUALI E CONTAMINAZIONE STORICA

È utile separare due concetti: il flusso di nuove emissioni e la quantità già presente nell'ambiente. Una regione può avere emissioni oggi ridotte ma conservare depositi contaminati formati in passato. Viceversa, la presenza di una nuova sorgente emissiva non dimostra automaticamente una contaminazione significativa degli alimenti locali.

Questa distinzione è decisiva per leggere correttamente i risultati dei monitoraggi. Le misure alle emissioni descrivono ciò che esce da una sorgente in determinate condizioni; quelle su aria, suolo o sedimenti descrivono concentrazioni ambientali; le analisi alimentari misurano un altro passaggio ancora. Non sono dati intercambiabili.

RIDURRE LA CONTAMINAZIONE ALLA FONTE

La Convenzione di Stoccolma sui contaminanti organici persistenti prevede interventi sulle sostanze prodotte involontariamente, fra cui PCDD, PCDF e PCB, attraverso l'identificazione delle sorgenti, le migliori tecniche disponibili (BAT) e le migliori pratiche ambientali (BEP). Per i PCB storicamente utilizzati, assumono particolare importanza

anche l'identificazione dei materiali che li contengono e una gestione sicura fino alla loro eliminazione.

In pratica, la prevenzione richiede impianti ben progettati, gestione controllata dei processi e dei residui, verifiche delle emissioni e bonifiche dove necessarie. La misura dell'efficacia non dipende da uno slogan tecnologico, ma dai risultati verificabili dei controlli e dal progressivo miglioramento delle condizioni ambientali.

DALL'AMBIENTE AGLI ALIMENTI: IL PASSAGGIO SUCCESSIVO

La presenza ambientale è il presupposto di possibili trasferimenti agli organismi viventi, ma non coincide con la concentrazione in un alimento né con il rischio sanitario per chi lo consuma. Il passaggio attraverso vegetazione, mangimi, animali terrestri ed ecosistemi acquatici dipende da meccanismi differenti che saranno esaminati nel Capitolo 3.

RIFERIMENTI SCIENTIFICI E NORMATIVI

[Organizzazione mondiale della sanità \(2026\). Dioxins — scheda informativa aggiornata.](#)

[OMS \(2019\). Dioxins and dioxin-like substances — scheda tecnica.](#)

[Convenzione di Stoccolma. Testo della Convenzione, Allegato C: produzione non intenzionale.](#)

[Segretariato della Convenzione di Stoccolma. Unintentional POPs: quadro generale, BAT e BEP.](#)

[Convenzione di Stoccolma. The 12 Initial POPs — schede sulle famiglie PCDD e PCDF.](#)

[Unione europea. Decisione 2006/507/CE relativa alla conclusione della Convenzione di Stoccolma.](#)