

GESTIONE DEI RIFIUTI CONTENENTI INQUINANTI ORGANICI PERSISTENTI: IMPLICAZIONI DELL'ATTIVITÀ INTERNAZIONALE ED EUROPEA

Elisabetta Bemporad^{1,*}, Sabrina Campanari¹, Alessandro Ledda¹, Paolo Napolitano¹

¹ INAIL, Dipartimento Innovazioni Tecnologiche e Sicurezza degli Impianti, Prodotti ed Insediamenti Antropici, Roma

Sommario – Le caratteristiche di tossicità e globalità degli inquinanti organici persistenti (POP) hanno comportato l'istituzione di un quadro regolamentare internazionale anche per i rifiuti che li contengono o ne sono contaminati, recepito a livello europeo nel Regolamento CE n. 850/2004. Nel 2017 a Ginevra si è tenuta la Conferenza delle Parti (COP), in sinergia per le tre Convenzioni internazionali di Basilea sui rifiuti pericolosi, di Stoccolma sui POP e di Rotterdam sul commercio internazionale di alcune sostanze chimiche e pesticidi, nella quale sono state approvate sei linee guida tecniche per la gestione sicura dei rifiuti POP ed è stato avviato l'aggiornamento e l'elaborazione ex-novo di altre linee guida a seguito del riconoscimento di due nuovi POP. Un aspetto delicato delle linee guida sui rifiuti contenenti POP è costituito dalla definizione del valore limite di concentrazione (LPC) al di sotto del quale i rifiuti non presentano più le caratteristiche tipiche di questi inquinanti. Il presente lavoro, dopo una premessa sulle implementazioni e modifiche che il Regolamento CE n. 850/2004 ha subito dalla sua emanazione ad oggi, seguendo e talvolta anticipando, gli sviluppi delle Convenzioni internazionali, sintetizza le disposizioni relative ai rifiuti contaminati da POP e descrive gli ultimi sviluppi delle linee guida tecniche, con particolare riferimento al suddetto LPC. Il lavoro introduce quindi i criteri per la determinazione di tale limite, discutendo dei valori proposti ed approvati per tutti i POP e della loro efficacia rispetto a quanto previsto dalla normativa sui rifiuti sia europea che italiana. Il lavoro conclude evidenziando che per bilanciare le esigenze di tutela della salute umana e dell'ambiente, obiettivi delle Convenzioni, con quelle relative all'economia circolare, la definizione di un limite non è sufficiente ed è necessario perseguire un maggior coordinamento tra l'ambito dei rifiuti e quello della gestione di sostanze e processi chimici. In particolare il LPC deve essere affiancato da strategie che incoraggino l'applicazione delle migliori tecniche disponibili e delle migliori pratiche ambientali e l'inclusione di tutte le componenti del rischio associate ai rifiuti contenenti POP. Quest'ultimo aspetto è stato recentemente introdotto nel processo di valutazione delle tecnologie di gestione sicura dei rifiuti contaminati da POP, ovvero tecnologie che, sulla base di principi e criteri definiti nell'ambito della stessa Convenzione di Basilea, risultino efficaci nel tutelare la salute umana e l'ambiente.

Parole chiave: inquinanti chimici persistenti, valore limite di concentrazione, Regolamento CE n. 850/2004, linee guida tecniche, migliori tecniche disponibili/migliori pratiche ambientali

* Per contatti: via Roberto Ferruzzi 38/40, 00143 Roma, Italia. Email: e.bemporad@inail.it.

KEY ASPECTS FOR A SAFE MANAGEMENT OF WASTES CONTAINING OR CONTAMINATED WITH PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS: IMPLICATIONS OF INTERNATIONAL AND EUROPEAN ACTIONS

Abstract – The continuous release of persistent organic compound or POPs, their toxicity and persistence into the environment, led to establish an international regulatory framework concerning POPs and wastes consisting of, containing or contaminated by them (POP waste) aiming to protect human health and the environment in a sustainable way. This regulatory framework has been transposed in the EU by the EC Regulation n. 850/2004. Last year (2017), parties to the three International Conventions of Basel on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal, of Stockholm on POPs and of Rotterdam on the Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade, met in Geneva for the triple Conference of Parties (COPs). During the triple COPs parties decided to adopt six technical guidelines (TGs) for the environmentally sound management (ESM) of POP wastes and to start updating TGs or elaborating new ones due to the inclusion of two new POPs under the Stockholm Convention. The POPs content in wastes, mixtures and products as an output of recycling processes is of special concern in order to balance the two fundamental goals to protect human health and the environment and to carry out the EU Circular Economy Action Plan saving natural resources. An effort to strengthen the synergies among the three Conventions is also required to consider wastes more in a life cycle context, and to harmonize the protection levels for human health and the environment among different scopes. A critical issue of the TGs for POP waste ESM is then represented by the definition of the “low POP content” (LPC) for POPs in wastes, below which wastes don't exhibit anymore POP characteristics. The update of existing TGs for POP waste ESM could require also a reduction of the values previously defined for the LPC of old POPs. The present work, after a brief introduction about POP characteristics and the Stockholm Convention evolution, summarizes how EU regulates POP wastes. The EC Regulation n. 850/2004 covers now about thirty POPs, industrial chemicals, pesticides and/or unintentional products and obliges Member States and the Commission to take appropriate measures to control and prevent POP spreading in the environment, also by destroying or irreversibly transforming POP content in wastes below the LPC. The work introduces

then the criteria to determine the LPC, decided both by the EU and by the Small Intersessional Working Group developing TGs. The values recently proposed or approved for LPC by the Triple COPs both for new and old POPs are illustrated and compared with the values provided or going to be provided by the EC Regulation n. 850/2004. Moreover, recent concern raised by high levels of POPs in soil reported for developing countries and countries with economies in transition, where exports of POPs wastes from industrial countries occurs, without an effective and appropriately implemented management and control of POPs. High concentrations in certain plastic materials destined for recycling markets were also reported. Considering these critical issues, the LPC effectiveness towards the provisions of the current European and Italian waste legislation is discussed. Finally, the work informs about the latest activities on the TGs for the ESM of POP wastes as a result of the most recent amendments to the Annexes of the Stockholm Convention approved by the triple COP. The work concludes that the LPC is not sufficient to reconcile the aims of the Conventions with those of the Circular Economy. LPC should be supported by strategies encouraging the use of best available techniques (BATs) and best environmental practices (BEPs), by the inclusion of the all contributions to the risk associated to POP wastes, requiring more research, and finally by improving the coordination among the various scopes: waste, hazardous substances and chemical process management.

Keywords: *persistent organic pollutants, Regulation EC n. 850/2004, low persistent organic pollutant content, technical guidelines, best available techniques/best environmental practices.*

Ricevuto il 6-3-2018; Correzioni richieste il 2-5-2018; Accettazione finale il 21-5-2018.

1. INTRODUZIONE

Gli inquinanti organici persistenti (Persistent Organic Pollutants, POPs) sono idrocarburi alogenati con proprietà tossiche, persistenti, soggetti al trasporto ambientale su lunghe distanze (Jensen et al., 1997; AMAP, 1998). Gli organismi non sono in grado di metabolizzarli, per cui i POP si accumulano nella componente lipidica dei tessuti, bioaccumulano (Clements et al., 1994) e biomagnificano lungo la catena alimentare, dove possono raggiungere concentrazioni potenzialmente rilevanti sul piano tossicologico (Abelsohn et al., 2002). La dispersione su scala globale è legata alle loro proprietà chimico-fisiche di resistenza alla degradazione chimica e biologica e persistenza nel suolo, nelle acque e negli organismi viventi a lungo termine.

L'avvento dei POP ha avuto inizio con lo sviluppo dell'industria della chimica organica durante la prima parte del ventesimo secolo; sono stati

usati nella produzione di una vasta gamma di prodotti, quali, ad esempio, solventi, prodotti farmaceutici e PVC. Per la maggior parte i POP sono immessi nell'ambiente per volatilizzazione, perdite o eventi accidentali durante l'intero ciclo di vita del prodotto, dalla produzione allo smaltimento finale, mentre alcuni di essi si formano in piccole quantità come sottoprodotto non intenzionale di alcune attività industriali. I POP possono essere suddivisi in tre categorie: pesticidi, prodotti industriali e sottoprodotti non intenzionali dei processi industriali. In considerazione di tali caratteristiche, si è reso necessario istituire un quadro regolamentare a livello internazionale, finalizzato a proteggere la salute umana e l'ambiente da tali inquinanti, minimizzandone la diffusione nell'ambiente.

La Convenzione internazionale di Stoccolma sui POP, adottata nel 2001, è entrata in vigore nel 2004 ed inizialmente si riferiva soltanto alla cosiddetta "sporca dozzina" (PCB, DDT, policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani, clordano, esaclorobenzene, aldrin, mirex, dieldrin, toxafene, endrin, eptaclor), ha subito diverse implementazioni, nel 2009, nel 2011, nel 2013, nel 2015 ed infine nel 2017 ed attualmente include ventotto POP (sostanze singole o gruppi di sostanze). La Convenzione di Stoccolma prevede l'eliminazione di tali POP o, in attesa di trovare validi sostituti, la restrizione dell'uso e, soprattutto per i POP non intenzionali, la prevenzione e riduzione delle emissioni in tutte le matrici ambientali e nei rifiuti.

In riferimento ai rifiuti vige la Convenzione internazionale di Basilea, sul controllo dei movimenti transfrontalieri di rifiuti pericolosi e sul loro smaltimento, adottata nel 1989 ed entrata in vigore nel 1992. Ovviamente, anche a seguito delle eliminazioni dei POP, vi sarà un lungo periodo di transizione in cui il problema traslerà sul fronte dei rifiuti e dei suoli contaminati, prima di raggiungere gli obiettivi di entrambe le Convenzioni. Risulta quindi evidente la necessità che le due Convenzioni operino in modo coordinato ed in tale ambito sinergico è prevista l'elaborazione e l'aggiornamento di Linee Guida Tecniche (TG), generali e specifiche, per una la gestione sicura (Environmentally Sound Management, ESM) dei rifiuti contenenti o contaminati da POP. Con gestione sicura (ESM) ci si riferisce in particolare a tecniche e tecnologie atte a garantire che i rifiuti, soprattutto se pericolosi, siano gestiti in modo tale da proteggere la salute umana e l'ambiente dagli ef-

fetti negativi potenzialmente derivanti da essi, sulla base di principi e criteri stabiliti nell'ambito della Convenzione di Basilea, che includono, ad esempio, requisiti legislativi, requisiti impiantistici ed infrastrutturali, efficienza di risorse e processi, requisiti ambientali e di sicurezza e salute occupazionale, sistemi organizzativi e ricerca, sviluppo ed innovazione (UNEP, 2013).

Il Dipartimento di Innovazioni Tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti ed insediamenti antropici (DIT) dell'INAIL partecipa da alcuni anni, su mandato del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, allo Small Intersessional Working Group-SIWG (d'ora in poi gruppo di lavoro internazionale), per lo sviluppo delle TG.

Le disposizioni delle due convenzioni di Basilea e di Stoccolma ed alcuni contenuti delle TG sono recepiti nella legislazione comunitaria, in particolare nel Regolamento CE n. 850/2004 sui POP, soggetto periodicamente a modifiche e revisioni in concomitanza con gli sviluppi delle due sopracitate Convenzioni, che rappresenta così uno strumento normativo fortemente dinamico.

La Convenzione di Rotterdam disciplina le esportazioni ed importazioni di alcuni prodotti chimici e pesticidi pericolosi; è finalizzata a promuovere la condivisione delle responsabilità e la collaborazione tra le Parti interessate agli scambi internazionali di tali prodotti pericolosi, garantendo un controllo adeguato.

La Conferenza delle Parti (COP) delle Convenzioni, è l'organo di governo di ciascun trattato internazionale, costituito dai governi dei paesi che lo hanno accettato, ratificato o hanno acceduto ad esso. Negli ultimi anni è stata promossa la sinergia tra le tre Convenzioni di Basilea, Stoccolma e Rotterdam e recentemente, la COP, per esse, si è svolta in contemporanea (tripla COP di Ginevra, 24 aprile-5 maggio 2017), beneficiando così di una direzione e di un segretariato comuni. Inoltre, la tripla COP ha proposto l'approvazione di sei TG, tra nuove ed aggiornate, in virtù delle implementazioni degli allegati della Convenzione di Stoccolma ed ha approvato nuove modifiche agli Allegati della Convenzione di Stoccolma stessa.

Una delle criticità affrontata dalla tripla COP è stata proprio la necessità di maggiore sinergia tra le tre Convenzioni. Con riferimento all'ambito dei rifiuti e quindi alle Convenzioni di Basilea e di Stoccolma, tale necessità è particolarmente sentita a livello europeo, in considerazione del Piano di Azione UE sull'economia circolare (COM(2015) 614 fi-

nal e COM(2018) 32 final). Il mancato allineamento tra le norme europee che disciplinano la gestione dei rifiuti (Waste Framework Directive 2008/98/CE), adottate con l'obiettivo di trattare i rifiuti pericolosi senza arrecare danni alla salute umana o all'ambiente, e la produzione e l'uso di sostanze chimiche e prodotti, adottate per proteggere i cittadini e l'ambiente, (Regolamenti 1907/2006/CE e 1272/2008/CE), può creare disomogeneità nei livelli di protezione. Infatti, negli ultimi anni, particolare attenzione è stata rivolta alla presenza di POP, candidati POP e altre sostanze preoccupanti (Substances of High Concern, SHC) o molto preoccupanti (Substances of Very High Concern, SVHC) ai sensi del regolamento REACH, rilevata a livelli superiori al consentito in alcuni prodotti, per i quali è significativo il recupero di rifiuti nel ciclo produttivo (es. rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche o RAEE) in coerenza con la legislazione sui rifiuti. Recentemente è inoltre emersa l'estesa contaminazione da POP di siti in paesi con economia in transizione od in sviluppo, verso cui i rifiuti contenenti POP sono frequentemente esportati, senza che vi corrisponda un'adeguata capacità di gestirli in sicurezza, anche a causa della negligenza dei controlli e della non adeguata implementazione delle Convenzioni (Weber et al., 2013, 2015a, 2015b; Bell et al., 2016).

2. REGOLAMENTAZIONE EUROPEA DEI POP

2.1. Regolamento CE n. 850/2004

Tenendo conto del principio di precauzione, il Regolamento CE n. 850/2004 vieta, elimina e/o limita, l'uso di sostanze soggette alla Convenzione di Stoccolma sugli inquinanti chimici persistenti, o al protocollo del 1998 sugli inquinanti organici persistenti alla Convenzione del 1979 sull'Inquinamento atmosferico transfrontaliero a grande distanza (Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, UNECE-CLRTAP).

Lo scopo del Regolamento è quello di tutelare la salute umana e l'ambiente dai POP, per mezzo delle seguenti azioni:

- i) vietare, eliminare gradualmente e prima possibile o limitare la produzione, l'immissione in commercio e l'uso di sostanze soggette alla Convenzione o al Protocollo POP (UNECE, 1998);
- ii) ridurre al minimo ed in tempi brevi, ove possibile, in vista dell'eliminazione, il rilascio di queste sostanze;

iii) istituire disposizioni concernenti i rifiuti costituiti da tali sostanze o che le contengono o che ne sono contaminati.

L'adozione di adeguate misure per controllare o prevenire la produzione, l'immissione sul mercato e l'uso di sostanze e pesticidi, che presentano caratteristiche di POP, è demandata al quadro regolamentare di valutazione e di autorizzazione delle sostanze chimiche e dei pesticidi, in base alla pertinente normativa comunitaria (Regolamento REACH).

2.2. Gestione dei rifiuti contenenti POP

Le scorte di POP, se obsolete e gestite incautamente, possono comportare gravi rischi per l'ambiente e per la salute umana, ad esempio attraverso la contaminazione del suolo e delle acque sotterranee. L'articolo 5 del Regolamento CE n. 850/2004, qualifica come rifiuti le scorte di POP o i preparati contenenti tali sostanze, di cui non sia consentito l'uso, ed obbliga i detentori di scorte di sostanze di cui sono ancora consentiti la produzione e l'uso, a notificarne entità e tipo alle autorità competenti degli Stati membri che devono monitorare l'uso e la gestione delle stesse scorte.

L'articolo 7 sulla gestione dei rifiuti, prevede che i rifiuti contenenti POP siano smaltiti o recuperati con tempestività e conformemente all'Allegato V (Smaltimento e recupero), parte 1, in modo da garantire che il contenuto di POP sia distrutto o trasformato irreversibilmente, affinché i rifiuti residui ed i rilasci non presentino alcuna caratteristica dei POP.

L'Allegato V, parte 1, prevede esclusivamente quattro tipi di operazioni:

- D9: trattamento fisico-chimico;
- D10: incenerimento a terra;
- R1: impiego principale come combustibile o come altro mezzo per produrre energia, eccetto per i rifiuti contenenti PCB;
- R4: riciclo/recupero dei metalli o dei composti metallici.

È possibile derogare a questa prescrizione, purché il tenore dei POP che contaminano il rifiuto sia inferiore al valore limite di concentrazione (Low POP Content, LPC) stabilito nell'Allegato IV, che non potrà essere superiore al valore stabilito nelle TG, trattato al successivo paragrafo 3.1.

Altra possibilità di deroga è prevista per alcune tipologie di rifiuti pericolosi, elencate nell'Allegato V, parte 2, purché non si superino i valori limite di

concentrazione massima ivi elencati. Per tali rifiuti è ammesso lo stoccaggio permanente in formazioni di roccia dura sotterranee, sicure e profonde, miniere di sale o discariche per rifiuti pericolosi in presenza delle seguenti condizioni:

- i rifiuti siano solidificati o parzialmente stabilizzati se tecnicamente fattibile, come previsto per la classificazione dei rifiuti al sottocapitolo 19 03 della decisione 2000/532/CE;
- si sia dimostrato il rispetto della direttiva 1999/31/CE (discariche) e della decisione 2003/33/CE (criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica);
- si sia dimostrato che la decontaminazione non è conveniente e la distruzione o la trasformazione irreversibile eseguita secondo le Migliori Pratiche Ambientali (Best Environmental Practices, BEP) ovvero le Migliori Tecniche Disponibili (Best Available Techniques, BAT) non rappresenta l'opzione preferibile sotto il profilo ambientale.

Le operazioni di smaltimento o recupero che possono portare al recupero, al riciclaggio, alla rigenerazione o al reimpiego delle sostanze elencate all'Allegato IV (Elenco delle sostanze soggette alle disposizioni in materia di gestione dei rifiuti) sono vietate. L'operazione così autorizzata in deroga va notificata agli altri Stati membri e alla Commissione con le relative motivazioni.

2.3. POP soggetti alle disposizioni sui rifiuti

Il Regolamento CE n. 850/2004 è direttamente cogente in tutti gli Stati membri, dalla sua emanazione ad oggi ha subito ripetute modifiche ed implementazioni; attualmente disciplina circa una trentina di sostanze o famiglie di sostanze riconosciute come POP dalla Convenzione di Stoccolma. I POP inclusi, o in valutazione nella Convenzione e a livello europeo nel sopracitato Regolamento, sono rappresentati con le relative tempistiche di introduzione, in Tabella 1.

Nel corso della tripla COP di Ginevra del 2017 sono state discusse ed adottate le TG generali aggiornate e cinque TG specifiche, di cui due nuove per i rifiuti contenenti o contaminati da PeCP e HCBd riconosciuti dalla Convenzione di Stoccolma a partire dal 2015 e tre aggiornate per rifiuti contenenti o contaminati da POP prodotti non intenzionalmente (PCDD/PCDF, HCB, PCB, PeCB, cui sono stati aggiunti i PCN), per rifiuti contenenti o contaminati da PCB e affini (PCT, PBB, cui sono stati aggiunti i PCN) e per i rifiuti contenenti o

Tabella 1 – POP attualmente regolamentati (o candidati) a livello internazionale ed europeo

Categoria	Sostanza o miscela	Convenzione di Stoccolma	Regolamento CE n. 850/2004	Deroghe uso e/o produzione
Pesticidi Organoclorurati (OP)	Difenil tricloroetano (DDT)	dal 2004	dal 2004	NO
	Aldrin			
	Clordano			
	Dieldrin			
	Endrin			
	Eptacloro			
	Mirex			
	Toxafene			
	Esaclorocicloesano (HCH) α e β	dal 2009	Reg. UE n. 757/2010	-
	Lindano (γ -HCH)		dal 2004 (solo Protocollo)	
	Clordecone	dal 2009		
	Endosulfano	dal 2011	Reg. UE n. 519/2012	SI*
Pentaclorofenolo, suoi Sali ed Esteri (PeCP)	dal 2015	non ancora	SI (convenzione)	
Dicofol	candidato	non ancora	-	
Prodotti Chimici Industriali (IC)	Acido perfluorottano solfonico, suoi Sali e derivati (PFOS)	dal 2009	Reg. UE n. 757/2010	SI
	Esabromobifenile (HBB)		dal 2004 (solo Protocollo)	-
	Polibromodifenileteri o PBDE (dal Tetra-BDE all'Epta-BDE)		Reg. UE n. 757/2010	SI
	Esabromociclododecano (HBCD)	dal 2013	Reg. UE n. 293/2016 e n. 460/2016	SI*
	Esaclorobutadiene (HCBd)	dal 2015	Reg. UE n. 519/2012	
	Paraffine clorate a catena corta C10-13 (SCCP)	dal 2017	Reg. UE n. 2030/2015	
	Decabromodifeniletere (Deca-BDE o BDE-209)	dal 2017	non ancora	SI*
	Acido pentadecafluorottanoico (PFOA), sali e composti correlati	candidato	non ancora	-
	Acido perfluoroesano solfonico (PFHxS), sali e composti correlati	candidato	non ancora	-
	Octametilciclotetrasilossano (D4)	proposta CE (30/05/2017)	non ancora	-
UB (Sottoprodotti non intenzionali)	Policlorodibenzodiossine e Policlorodibenzofurani (PCDD/PCDF) (17 congeneri)	dal 2004	dal 2004	-
IC e UB	Policlorobifenili (PCB) (209 congeneri)			SI*
	Policloronaftaleni (75 congeneri) §	dal 2015	Reg. UE n. 519/2012 (solo Protocollo)	
OP, IC e UB	Pentaclorobenzene (PeCB)	dal 2009	Reg. UE n. 757/2010	NO
	Esaclorobenzene (HCB)	dal 2004		

* CON RESTRIZIONI (solo per articoli prodotti e/o messi in uso prima di una certa data e/o entro una data fissata).
 § la Convenzione li considera a partire dai dicloronaftaleni, il Regolamento include anche i monocloronaftaleni.

contaminati da pesticidi POP (Aldrin, α - e β -HCH, Clordano, Clordecone, Dieldrin, Endrin, Eptacloro, HCB, HCBD, Lindano, Mirex, PeCB, PFOS, Endosulfan tecnico ed isomeri correlati, cui sono stati aggiunti i PeCP).

La tripla COP di Ginevra del 2017 ha anche approvato l'inclusione nell'Allegato A (Eliminazione) della Convenzione di Stoccolma delle paraffine clorurate a catena corta, o SCCP, del deca-BDE e l'inserimento del HCBD nell'Allegato C (Produzione non intenzionale). Il gruppo di lavoro internazionale ha quindi inserito in agenda l'aggiornamento delle TG generali e di tre TG specifiche per i rifiuti contenenti o contaminati da POP-BDE, da POP non intenzionali e da HCBD e l'elaborazione di una nuova TG per rifiuti contenenti o contaminati da SCCP. Sono state discusse, all'interno del gruppo la prima bozza di quest'ultime e le prime revisioni delle tre TG in corso di aggiornamento, quindi il gruppo ha proceduto alla revisione delle TG generali e le sei TG ad aprile 2018 sono state presentate al Segretariato delle Convenzioni, in modo che le stesse possano essere sottoposte, discusse ed approvate dalle Parti della Convenzione di Basilea nell'undicesimo Open Ended Working Group (OEWG11) che si terrà a Ginevra a settembre 2018.

L'aspetto principale delle TG con maggiori ricadute per la gestione dei rifiuti contenenti POP, è rappresentato dal LPC, di seguito affrontato.

3. SOGLIA DI CONCENTRAZIONE DEI POP NEI RIFIUTI

3.1. *Low pop content limit (LPC): significato*

La Conferenza delle parti della Convenzione di Stoccolma, collabora strettamente con gli organi competenti della convenzione di Basilea per stabilire il LPC per le sostanze chimiche elencate negli Allegati A, B e C. Il LPC previsto nella Convenzione di Stoccolma è indipendente dalle disposizioni sui rifiuti pericolosi ai sensi della Convenzione di Basilea e rappresenta il valore al di sotto del quale si presume che i rifiuti contenenti POP non comportino più rischi per la salute umana e l'ambiente. Le TG prescrivono comunque che i rifiuti contenenti POP in concentrazioni superiori al LPC siano gestiti analogamente ai rifiuti pericolosi.

3.2. *Criteri per la definizione del LPC*

I criteri internazionali previsti per la definizione del LPC, proposti e condivisi dai diversi membri

del gruppo di lavoro internazionale nel corso dell'aggiornamento delle TG generali effettuato nel 2014, sono i seguenti:

- a) potenziale analitico (limite di quantificazione (LOQ), limite di rivelabilità (LOD), accuratezza, per diversi materiali e matrici);
- b) contaminazione ambientale di fondo (dati del monitoraggio internazionale su suolo, sedimenti, biota, acque ed atmosfera);
- c) potenziali impatti sulla salute associate con l'esposizione ai rifiuti contaminati;
- d) potenziali impatti ambientali;
- e) capacità di trattamento disponibile (tecnologie ESM);
- f) considerazioni economiche (fattibilità ed implicazioni sociali).

Ulteriori considerazioni di cui si è tenuto conto sono (UNEP, 2014):

- 1) non tutti i fattori elencati hanno la stessa importanza;
- 2) il volume totale dei rifiuti e la concentrazione dei POP totali rientranti varieranno in funzione del valore stabilito (minore il LPC, maggiore il volume di rifiuti inclusi);
- 3) differenti flussi di rifiuti contaminati da POP differiscono in termini di impatti ambientali e sulla salute umana;
- 4) per la gestione di rifiuti ad alto impatto (salute umana o ambiente) e flussi massivi di rifiuti con caratteristiche peculiari dovrebbe essere utilizzato un approccio conservativo;
- 5) l'incertezza e la mancanza di conoscenza e dati possono influenzare.

Quest'ultime, di cui al punto 5), sono poi state inserite tra i criteri elencati nelle General TG, ad oggi divenuti sette (UNEP, 2015, 2017).

Nell'ambito del gruppo di lavoro internazionale, si è operato attivamente affinché la definizione dei criteri nelle TG fosse sostanzialmente in linea con quella utilizzata dall'Unione Europea. In particolare l'UE ha considerato i seguenti criteri per stabilire rispettivamente il limite inferiore della concentrazione di POP nei rifiuti di cui all'Allegato IV del Regolamento CE n. 850/2004 (LPC) ed il limite superiore (maximum POP content, MPC), di cui all'Allegato V, parte 2, dello stesso regolamento, al di sotto del quale, per i rifiuti ivi elencati, è consentito in deroga lo stoccaggio permanente (BiPRO, 2005; ESWI Consortium, 2011, Potrykus et al., 2015).

Criteri di limite inferiore:

- 1) potenziale analitico (LOQ);
- 2) contaminazione ambientale di fondo;

Tabella 2a – Classificazione POP, valori limite proposti in ambito internazionale e vigenti in UE

POP	Class.ne armonizzata UE (Reg. CLP) o (in sua assenza), notificata (ECHA, 2018)	Class.ne IARC	LPC approvato (proposto) in TG [mg/kg]	LPC in Reg. 850/2004 [mg/kg]
Aldrin	Acute Tox. 3* H301 Acute Tox. 3* H311 Carc. 2 H351 STOT RE 1 H372 ** Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	2A (Monogr. 117, in prep.)	50	50
α -HCH, β -HCH	Carc. 2 H351 Acute Tox. 3 H301 Acute Tox. 4* H312 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	2B (Suppl. 7, 1987)	50 come somma	50 come somma
Lindano (γ -HCH)	Acute Tox. 3* H301 Acute Tox. 4* H332 Acute Tox. 4 * H312 STOT RE 2* H373** Lact. H362 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	1 (Monogr. 113, in prep.)		
Clordano	Carc. 2 H351 Acute Tox. 4* H312 Acute Tox. 4* H302 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	2B (Monogr. 79, 2001)	50	50
Clordecone	Carc. 2 H351 Acute Tox. 3* H311 Acute Tox. 3* H301 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	2B (Monogr. 20, Suppl. 7, 1987)	50	50
DDT	Carc. 2 H351 STOT RE 1 H372** Acute Tox. 3 * H301 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	2A (Monogr. 117, in prep.)	50	50
Dieldrin	Carc. 2 H351 STOT RE 1 H372** Acute Tox. 1 H310 Acute Tox. 3* H301 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	2A (Monogr. 117, in prep.)	50	50
Endrin	Acute Tox. 2* H300 Acute Tox. 3* H311 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	3 (Monogr. 5, Suppl. 7, 1987)	50	50
HBB	H302 H312 H332	PBB 2A (Monogr. 107, 2016)	50	50
HBCD	Repr. 2 H361 Lact. H362	-	100 o 1000	1000 (riesame 20/4/2019)
HCBD	Acute Tox. 4 H302 Acute Tox. 4 H312 Skin Irrit. 2 H315 Skin Sens. 1 H317 Acute Tox. 4 H332 Aquatic Acute 1 H400	3 (Monogr. 73, 1999)	(10 o) 100	100
Eptacloro	Carc. 2 H351 STOT RE 2 H373** Acute Tox. 3* H311 Acute Tox. 3* H301 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	2B (Monogr. 79, 2001)	50	50
Penta-BDE (tecn.)	STOT RE 2(*) H373(**) Lact. H362 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	-	50 o 1000 come somma	1000 come somma
Octa-BDE (tecn.)	Repr. 1B H360Df	PBB 2A (Monogr. 107, 2016)		
Altri POP-BDE	varie autoclassif. (escluso Hepta-BDE)			
Deca-BDE	Acute Tox. 4 H302 Acute Tox. 4 H312 Eye Irrit. 2 H319 Acute Tox. 4 H332 Muta. 2 H341 STOT RE 2 H373 Aquatic Chronic 4 H413	3 (Monogr. 71, 1999)	-	(includere in somma POP-BDE)
HCB	Carc. 1B H350 STOT RE 1 H372** Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	2B (Monogr. 79, 2001)	50	50
Mirex	Carc. 2 H351 Repr. 2 H361fd Lact. H362 Acute Tox. 4(*) H312 Acute Tox. 4(*) H302 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	2B (Monogr. 20, Suppl. 7, 1987)	50	50
PCB	STOT RE 2* H373** Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	1 (Monogr.107, 2016)	50 (o 10)	50
2,3,7,8-TCDD	Acute Tox. 1 H300 Eye Irrit. 2 H319 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410			
2,3,4,7,8-PeCDF	Acute Tox. 1 H300 Eye Irrit. 2 H319 STOT SE 3 H335 (Lungs) Carc. 1A H350 STOT RE 2 H373 (Oral) Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	1 (Monogr. 100F, 2012)	0,015 (o 0,001) (TEQ)	0,015 (TEQ)
Altri PCDD e PCDF	-	3 (Monogr. 69, 1997)		
PeCP	Carc. 2 H351 Acute Tox. 2* H330 Acute Tox. 3* H311 Acute Tox. 3* H301 STOT SE 3 H335 Skin Irrit. 2 H315 Eye Irrit. 2 H319 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	1 (Monogr. 117, in prep.)	(1 o 10 o) 100 (o 1000)	(100)
Pentaclorofenolato di sodio	Acute Tox. 3* H301 Acute Tox. 3* H311	PeCP e loro Sali di sodio		

Tabella 2b – Classificazione POP, valori limite proposti in ambito internazionale e vigenti in UE

POP	Class.ne armonizzata UE (Reg. CLP) o (in sua assenza), notificata (ECHA, 2018)	Class.ne IARC	LPC approvato (proposto) in TG [mg/kg]	LPC in Reg. 850/2004 [mg/kg]
	STOT SE 3 H335 Carc. 2 H351 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410			
Altri sali ed esteri PeCP	-			
PCN	Aquatic Chronic 4 H413			
PeCN	Acute Tox. 4* H302 Acute Tox. 4* H312 Skin Irrit. H315 Eye Irrit. H318 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	-	10 (o 50)	10
PeCB	Flam. Sol. 1 H228 Acute Tox. 4* H302 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	-	50	50
Perfluorooctane sulfonic acid (PFOS)				
Potassium perfluorooctanesulfonate	Acute Tox. 4* H302 Acute Tox. 4* H332 STOT RE 1 H372**			
Diethanolamine perfluorooctane sulfonate	Carc. 2 H351 Repr. 1B H360D***			
Ammonium perfluorooctane sulfonate	Lact. H362 Aquatic Chronic 2 H411			
Lithium perfluorooctane sulfonate				
	Acute Tox. 3 H301 Eye Dam. 1 H318 Acute Tox. 3 H331 Repr. 1B H360 (Unborn child) STOT RE 1 H372 (Not available) Aquatic Chronic 2 H411	-	50	50
Perfluorooctane sulfonyl fluoride (PFOS-F)				
Tetraethylammonium heptadecafluorooctanesulphonate	Acute Tox. 3 H301 Acute Tox. 4 H332 Carc. 2 H351 Repr. 1B H360 (Unborn child) Lact. H362 STOT RE 1 H372 (Not available) Aquatic Chronic 3 H412			
Didecyldimethylammonium perfluorooctane sulfonate	-			
Endosulfan tecnico	Acute Tox. 2 * H300 Acute Tox. 4 * H312 Acute Tox. 2 * H330 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	-	50	50
Isomeri endosulfan	-			
Toxafene	Acute Tox. 3 * H301 Acute Tox. 4 * H312 Skin Irrit. 2 H315 STOT SE 3 H335 Carc. 2 H351 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	2B (Monogr. 79, 2001)	50	50
SCCP	Carc. 2 H351 Aquatic Acute 1 H400 Aquatic Chronic 1 H410	C ₁₂ 60% Cl 2B (Monogr. 48, 1990)	-	10.000

3) capacità di recupero/smaltimento;

4) fattibilità economica.

Criteri di limite superiore:

- 1) principio di precauzione;
- 2) peggior scenario per i rischi sulla salute umana (worst case);
- 3) valori limite esistenti già stabiliti dall'Unione Europea.

Al di sopra del LPC i rifiuti sono quindi soggetti alle disposizioni dell'art. 7 del regolamento POP.

3.3. Valori del LPC vigenti in ambito internazionale ed europeo

Le TG della Convenzione di Basilea definiscono il LPC per ciascun POP. In Tabella 2 sono riportati,

unitamente alla classificazione UE armonizzata dei POP, i valori per il LPC proposti e recentemente approvati nella tripla COP (UNEP, 2017) e quelli stabiliti nel Regolamento CE n. 850/2004. La tabella include anche i POP di ultimo riconoscimento per cui non è ancora disponibile una TG ufficiale, ma sono invece disponibili o proposti valori a livello europeo.

Dal confronto emerge un non completo allineamento tra i valori del LPC internazionali e quelli vigenti in UE. Una delle ragioni del disallineamento è rappresentata dalle differenti tempistiche con cui l'UE implementa il Regolamento CE n. 850/2004, rispetto l'aggiornamento delle TG nell'ambito della Convenzioni, oltre al fatto che il regolamento copre anche la Convenzione UNE-

CE CLRTAP del Protocollo POP e tiene conto degli sviluppi correlati al regolamento REACH, la cui applicazione sta incrementando la conoscenza sulle proprietà e gli effetti delle sostanze chimiche.

L'UE ha effettivamente un ruolo significativo nella discussione dei LPC proposti e, nel corso della tripla COP, ha fortemente sostenuto i valori di LPC contenuti o in via di approvazione nel Regolamento CE n. 850/2004; ma si è anche dichiarata disponibile a considerare la possibilità di valori più bassi, sulla base di evidenze tecnico-scientifiche che li supportino e della loro fattibilità tecnica ed economica, la possibilità di valori multipli ove almeno uno di questi sia previsto nel regolamento e ha ovviamente rimarcato l'opportunità di evitare l'adozione di valori superiori.

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

4.1. Implicazioni dei valori del LPC sulla gestione dei rifiuti

Le difformità sui valori del LPC tra ambito internazionale e regolamento europeo si sono limitate, in approvazione, a due soli POP, HBCD e POP-BDE, per cui comunque è previsto un doppio valore e quello superiore coincide con il limite nel Regolamento. Per essi, è stato evidenziato come i limiti inferiori proposti potrebbero comportare problemi per quantità di rifiuti molto significative (RAEE, veicoli fuori uso, rifiuti da costruzione e demolizione) e diminuirli, nel medio termine, risulta problematico. Come riportato in Tabella 2 (valori tra parentesi), in fase di discussione sono comunque state avanzate proposte di valori inferiori rispetto a quelli del regolamento per i nuovi POP (HCBd, PCP e PCN) e sono inoltre state esercitate pressioni per diminuire i valori per PCB e PCDD/PCDF, soprattutto da parte dell'International POPs Elimination Network (IPEN), che ha presentato documentazione di supporto in merito. Le parti della Convenzione di Basilea si sono impegnate ad esaminare tale documentazione in vista del prossimo OEWG11 (settembre 2018).

Al riguardo occorre evidenziare una criticità legata al fatto che, per i rifiuti contenenti PCDD/PCDF, DDT, Clordano, HCH (compreso il Lindano), Dieldrin, Endrin, Eptacloro, Esaclorobenzene, Clordecone, Aldrin, Pentaclorobenzene, Mirex, Toxafene, Esabromobifenile e/o PCB, ai

sensi della decisione 955/2014/UE, che, secondo quanto riportato nella nota MATTM prot. 0011845/RIN del 28/09/2015, dal 1/06/2015, insieme al Regolamento UE 1357/2014 ha sostituito l'allegato D alla parte IV del d.lgs. 152/2006, il LPC è divenuto anche il limite per la classificazione di pericolosità. Nonostante la dichiarata indipendenza del LPC dal limite di pericolosità, ai fini della Convenzione di Basilea, come già accennato, al di sopra del LPC i rifiuti vanno comunque gestiti come pericolosi, ma dal punto di vista applicativo delle norme europee e nazionali attualmente, se contengono i POP sopra elencati, lo sono a tutti gli effetti e ciò comporta oneri amministrativi differenti. Un LPC troppo basso limita fortemente le possibilità di recupero dei relativi rifiuti contenenti POP, dove non siano ancora disponibili tecniche ESM per la separazione di tali POP dai rifiuti. In proposito si segnala che nell'aggiornamento delle TG generali, all'interno della trattazione dell'incenerimento di rifiuti pericolosi, tra le tecnologie ESM è stata inserita una nuova tecnologia emergente di pretrattamento per la separazione dell'HBCD. L'HBCD è ampiamente utilizzato nel settore dell'edilizia, principalmente nelle schiume di polistirolo espanso (EPS) e polistirolo espanso estruso (XPS). Questa nuova tecnologia prima dell'incenerimento prevede un'operazione di triturazione, dissoluzione, sedimentazione e distillazione, con eventuale pretrattamento a ciclo chiuso nel caso in cui l'agente espandente del polistirolo sia un gas che impoverisce lo strato di ozono (UNEP, 2017).

Inoltre, se lo smaltimento in discarica al di sopra del LPC, è vietato dal Regolamento CE n. 850/2004, in Italia, ai sensi dell'art. 6, comma 6

Tabella 3 – Limiti normativi a confronto per PCB e PCDD/PCDF

Limite	Contesto	PCB [mg/kg o ppm]	PCDD/PCDF [µg/kg o ppb]
Per lo smaltimento	Discarica per rifiuti non pericolosi	10	2
	Discarica per rifiuti pericolosi	50	10
LPC	Attuale	50	15
	Proposto	10	1

e dell'art. 8, comma 1 del DM 27/09/2010, fatta salva la possibilità di deroga di cui all'art.10 dello stesso DM e quanto previsto dall'art.7, comma 4, lett. b) del Regolamento CE n. 850/2004 (vedi paragrafo 2), è vietato lo smaltimento in discarica di rifiuti contenenti PCB e PCDD/PCDF oltre i limiti riportati in Tabella 3, a confronto con i relativi LPC, rispetto ai quali risultano inferiori o tutt'al più uguali. Ovviamente, in caso di abbassamento del LPC nella futura revisione delle TG, tali limiti potrebbero subire, in prospettiva, a seguito del necessario recepimento nel Regolamento, un'ulteriore diminuzione, fino al di sotto dei valori raggiungibili con le tecniche ESM.

In riferimento a PCDD/PCDF e PCB si ritiene opportuno segnalare che vi sono aspetti che, nonostante siano consolidati in altri ambiti, non sono attualmente considerati nell'ambito rifiuti, mentre sarebbe auspicabile che lo fossero, pur con i dovuti adattamenti e limitazioni. Tra questi l'opportunità di distinguere tra PCB dioxin-like (dl) e non dl, tenendo conto dei primi nel calcolo dei livelli di Tossicità Equivalente (TEQ), essendo già disponibili i valori dei fattori di tossicità equivalente (TEF) necessari al calcolo (Van der Berg et al., 2006). Finora l'impatto dei PCB-dl nei rifiuti non è stato ancora pienamente investigato e l'elevata accessibilità di questo gruppo di composti può contribuire significativamente ai TEQ quando i rifiuti siano introdotti nell'ambiente e riescano a contaminare attraverso la catena alimentare (SEPA, 2011).

Analogamente, per il calcolo del TEQ sarebbe opportuno considerare ulteriori composti, in particolare diossine e furani bromurati, PBDD/PBDF. Infatti è ormai scientificamente assodato che PCDD/PCDF e PBDD/PBDF hanno meccanismi di formazione e tossicità molto simili e possono significativamente contribuire ai TEQ complessivi, così come alcuni non-orto dl PBB (Van der Berg et al., 2013). L'incertezza e le limitazioni nell'uso dei TEF, basati su studi di tossicità orale, principalmente attraverso consumo alimentare, per matrici abiotiche quali suoli, sedimenti e rifiuti, sono esattamente le stesse per tutti i fattori, sia quelli già utilizzati per i diciassette congeneri tossici di PCDD/PCDF attualmente considerati per il calcolo del TEQ nei rifiuti, sia quelli per gli altri composti citati. Appare quindi ragionevole applicare gli analoghi valori "ad interim" per i congeneri clorurati e bromurati (Van der Berg et al., 2013), per controllare il rischio per la salute uma-

na, piuttosto che non stressare solo una componente del rischio, con impatti piuttosto pesanti per la gestione di molti flussi significativi di rifiuti, considerata l'ubiquitarietà di PCB e PCDD/PCDF. Tale aspetto è stato infatti preso in considerazione nelle più recenti valutazioni sulle tecnologie di distruzione ESM per i nuovi POP (BiPRO, 2017), nonostante né PCB-dl, né PBDD/PCDF rientrino ad oggi tra i POP regolamentati e quindi non concorrano direttamente ad uno dei principali criteri a tale fine previsti (efficienza di distruzione dei POP).

Per quanto riguarda HCBD e PCN i flussi di rifiuti interessati sono piuttosto limitati e quindi una difformità nel valore del LPC non comporterebbe invece particolari problemi.

Infine, con riferimento al deca-BDE (BDE-209), regolamentato soltanto di recente, che rappresenta attualmente il PBDE maggiormente diffuso (Leslie et al., 2016; Hale et al., 2001; Zegers et al., 2000) e costituisce una fonte attiva, per bio foto-degradazione di POP-BDE (Martin et al., 2017), si ritiene che il valore attuale per la somma di quest'ultimi nel Regolamento CE n. 850/2004 lasci margine all'inserimento del candidato, senza ostacolare il riciclo dei relativi rifiuti rendendo così necessaria una richiesta di deroga in sede della Convenzione di Stoccolma, già avanzata nel corso della recente tripla COP. Del resto l'inclusione di un nuovo addendo non può rappresentare di per sé una valida giustificazione ad un aumento del valore del LPC. In proposito merita un cenno il fatto che, mentre non è stato sollevato alcun dubbio sull'efficacia dell'incenerimento in impianti per rifiuti pericolosi ai fini della distruzione del contenuto di deca-BDE fino a livelli inferiori al LPC, è invece aperta la discussione riguardo l'incenerimento cosiddetto avanzato, cioè in impianti per i rifiuti urbani adeguati alle BAT. La discussione è in particolare incentrata sulle criticità che il prevedibile incremento del contenuto di alogeni (Br) nei rifiuti alimentari può comportare:

- un maggior onere impiantistico-gestionale per la sezione trattamento fumi (gas acidi);
- un maggior potenziale corrosivo che può ridurre il recupero energetico (es. limitazione dei parametri del vapore al surriscaldatore).

Si prospetta dunque un approfondimento sulla possibilità che tali aspetti possano essere affrontati, mantenendo l'efficienza nella distruzione dei relativi POP fino a concentrazioni inferiori al LPC, attraverso opportune valutazioni/adequamenti im-

piantistici, in funzione delle BAT adottate dall'impianto, oltre che delle specificità locali nella composizione dei rifiuti urbani normalmente alimentari. Ad esempio potrebbe essere determinante il rivestimento delle pareti del surriscaldatore in leghe speciali resistenti alla corrosione (es. Inkonel 625) e/o potrebbe essere individuata una quota massima di rifiuti contenenti POP bromurati da autorizzare in alimentazione.

5. CONCLUSIONI

La regolamentazione dei POP, sia in ambito internazionale che europeo, è fortemente dinamica e l'ambito di applicazione della Convenzione di Stoccolma, dalla sua ratifica ad oggi è passato dalla cosiddetta sporca dozzina a circa una trentina di POP.

La necessità di eliminare e/o ridurre al minimo la diffusione dei POP nell'ambiente comporta il bisogno di definire i livelli di concentrazione ammessi nei rifiuti, finalità per cui si è evidenziata l'opportunità di coordinare e rendere più sostenibile la gestione delle sostanze chimiche e dei rifiuti, bilanciando le esigenze di tutela della salute umana e dell'ambiente, con quelle relative all'economia circolare.

Non bisogna dimenticare che la diffusione nell'ambiente dei POP è controllata, ove la sostituzione degli stessi non sia ad oggi fattibile, anche con l'applicazione delle BAT/BEP nei settori industriali coinvolti. Il gruppo di lavoro internazionale, istituito nell'ambito della Convenzione di Basilea, ha infatti operato in sinergia con gli esperti della Convenzione di Stoccolma, per la revisione della parte riguardante i rifiuti, delle Guide sulle BAT/BEP per l'uso dei PFOS, per cui sono ancora vigenti deroghe e per il riciclaggio e per lo smaltimento dei rifiuti da articoli contenenti PBDE.

La concorrenza di diversi limiti di concentrazione nella regolamentazione della gestione dei rifiuti, inclusi i rifiuti contenenti POP, può risultare in alcuni casi controproducente, soprattutto ove tali limiti insistono su un'unica componente del rischio correlato alla presenza dei POP in questione, come accade per PCB e PCDD/PCDF.

In proposito il processo di valutazione delle tecnologie ESM per i rifiuti contaminati dai POP di più recente inclusione nella Convenzione di Stoccolma e nel Regolamento CE n. 850/2004, HCBD e deca-BDE, si sta orientando verso l'inclusione di tutte le componenti del rischio associate ai rifiuti

contenenti o contaminati da POP, anche se attualmente in via essenzialmente qualitativa, considerando il margine di incertezza che grava ancora sulla loro quantificazione. L'applicazione di limiti di concentrazione nei rifiuti, non può da sola risultare sufficiente a perseguire l'obiettivo delle Convenzioni di Stoccolma e Basilea.

Emerge dunque la necessità di continuare a perseguire un maggior coordinamento e confronto tra l'ambito rifiuti e quello relativo alla gestione di sostanze e processi chimici, valutando con la massima attenzione le implicazioni reciproche delle decisioni e regolamentazioni adottate.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Abelsohn A., Gibson B.L., Sanborn M.D. et al. (2002) Identifying and managing adverse environmental health effects. 5. Persistent organic pollutants. Ottawa: Canadian Medical Association Journal 166:1549-1554.

AMAP (1998) Assessment Report: Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway.

Bell L., Weber R., De Borst B. et al. (2016) Assessment of POPs contaminated sites and the need for stringent soil standards for food and feed safety. Working document for UNEP Dioxin Toolkit and BAT/BEP group, Bratislava, Slovakia.

BiPRO (2005) European Commission, "Study to facilitate the implementation of certain waste related provisions of the Regulation on Persistent Organic Pollutants (POPs)" Reference: ENV.A.2/ETU/2004/0044 Final Report. Beratungsgesellschaft für integrierte Problemlösungen, Brussels, Belgium.

BiPRO (2017) Consultancy service on updating the Basel Convention Technical Guidelines to include information on decaBDE (for Norwegian Environment Agency). Case number: 2017/5815. Supplementary Information on Destruction Technologies, 30 th November 2017. Beratungsgesellschaft für integrierte Problemlösungen, Brussels, Belgium.

Clements R.G., Boethling R.S., Zeeman M. et al. (1994) Persistent Bioaccumulative Chemicals: Screening the TSCA Inventory. Presented at the SETAC Foundation Workshop: Environmental Risk Assessment for Organochlorine Chemicals. Alliston, ON, Canada.

ESWI (2011) "Study on waste related issues of newly listed POPs and candidate POPs", Final Report under the framework contract N° ENV.G.4/FRA/2007/0066. Expert Team to Support Waste Implementation Consortium.

ECHA (2018) Banca dati dell'inventario C&L. Disponibile su: [<http://echa.europa.eu/it/information-on-chemicals/cl>]

- inventory-database*] Notifications submitted/updated by: 13 February 2018. European Chemicals Agency, Helsinki, Finland.
- Jensen J., Adare K. and Shearer R. (1997) Canadian Arctic Contaminants Assessment Report; Department of Indian Affairs and Northern Development, Ottawa, Canada.
- Hale R.C., La Guardia M.J., Harvey E. et al. (2001) Flame retardants: persistent pollutants in land-applied sludges. *Nature* 412, 141-2. London, United Kingdom.
- Leslie H.A., Leonards P.E.G., Brandsma S.H. et al. (2016) Propelling plastics into the circular economy – weeding out the toxics first. *Environment International* 94, 230-234.
- Martin O.V., Evans R.M., Faust M. et al. (2017) A Human Mixture Risk Assessment for Neurodevelopmental Toxicity Associated with Polybrominated Diphenyl Ethers Used as Flame Retardants. *Environmental Health Perspectives* 125(8).
- Potrykus A., Milunov M. and Weißenbacher J. (2015) Identification of potentially POP-containing Wastes and Recyclates – Derivation of Limit Values Texte 35/2015, Environmental Research of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety Project No. (FKZ) 3712 33 342 Report No. (UBA-FB) 002097/E, Umweltbundesamt Dessau-Roßlau. Disponibile su: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/identification-of-potentially-pop-containing-wastes>
- SEPA (2011) Low POP Content Limit of PCDD/F in Waste Evaluation of human health risks, Report 6418, March 2011, CM Gruppen AB, Bromma 2011, ISBN 978-91-620-6418-1, ISSN 0282-7298. Swedish Environmental Protection Agency.
- UNECE (1998) Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, The 1998 Aarhus Protocol on Persistent Organic Pollutants (POPs). Disponibile su: http://www.unece.org/env/lrtap/pops_h1.htm. *United Nations Economic Commission for Europe*.
- UNEP (2001) Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Stockholm (Sweden) 22 May 2001. Disponibile su: http://www.wipo.int/edocs/trtdocs/en/unep-pop/trt_unep_pop_2.pdf. United Nations Environment Programme.
- UNEP (2013) Framework for the environmentally sound management of hazardous wastes and other wastes, adopted by the Conference of the Parties to the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal, Eleventh meeting, Geneva, 28 April – 10 May 2013, UNEP/CHW.11/3/Add.1/Rev.1, Disponibile su: <http://www.basel.int/Implementation/CountryLedInitiative/EnvironmentallySoundManagement/ESMFramework/tabid/3616/Default.aspx>
- UNEP (2014) Draft updated general technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants, Supporting document for the development of section III of the general technical guidelines for the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants. Open-ended Working Group of the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal, 9th meeting, Geneva, 16-19 September 2014, UNEP/CHW/OEWG.9/INF/9/Add.1. Disponibile su: [http://www.basel.int/TheConvention/OpenendedWorkingGroup\(OEWG\)/Meetings/OEWG9/MeetingDocuments/tabid/3684/Default.aspx](http://www.basel.int/TheConvention/OpenendedWorkingGroup(OEWG)/Meetings/OEWG9/MeetingDocuments/tabid/3684/Default.aspx). United Nations Environment Programme.
- UNEP (2015) General technical guidelines on the environmentally sound management of wastes of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants, 14 July UNEP/CHW.12/5/Add.2/Rev.1. United Nations Environment Programme. Disponibile su: www.basel.int/Implementation/Publications/LatestTechnicalGuidelines/tabid/5875/Default.aspx.
- UNEP (2017) General technical guidelines on the environmentally sound management of wastes consisting of, containing or contaminated with persistent organic pollutants, Draft of 1 May 2017. United Nations Environment Programme.
- Van den Berg M., Birnbaum L.S., Denison M. et al. (2006) Review: The 2005 World Health Organization Reevaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-Like Compounds. *Toxicological Sciences* 93(2):223-241.
- Van den Berg M., Denison M.S., Birnbaum L.S. et al. (2013) Polybrominated Dibenzo-p-Dioxins, Dibenzofurans, and Biphenyls: Inclusion in the Toxicity Equivalency Factor Concept for Dioxin-Like Compounds. *Toxicological Sciences* 133(2):197-208.
- Weber R., Aliyeva G. and Vijgen J. (2013) The need for an integrated approach to the global challenge of POPs management. *Environmental Science and Pollution Research* 20:1901-1906.
- Weber R., Schlumpf M., Nakano T. et al. (2015a) The need for better management and control of POPs stockpiles. *Environmental Science and Pollution Research* 22:14385-14390.
- Weber R., Watson A., Petrlik J. et al. (2015b) High levels of PCDD/F, PBDD/F AND PCB in eggs around pollution sources demonstrates the need to review soil standards. *Organohalogen Compounds* 77, 615-18.
- Zegers B.N., Lewis W.E. and Boon J.P. (2000) Levels of some polybrominated diphenyl ether (PBDE) flame retardants in dated sediment cores. *Organohalogen Compound* 47, 229-32.



INGEGNERIA DELL'AMBIENTE

per il 2018 è sostenuta da:



Veolia Water Technologies Italia S.p.A.



INGEGNERIA
DELL'AMBIENTE



N. 1/2018



UNICALCE

Innoviamo la tradizione



RICREA

CONSORZIO NAZIONALE RICICLO
E RECUPERO IMBALLAGGI ACCIAIO



ecopneus

il futuro dei pneumatici fuori uso, oggi



comieco

Consorzio Nazionale Recupero e Riciclo
degli Imballaggi a base Cellulosica



progettazione e costruzione impianti trattamento acque, fanghi e rifiuti



SEAM
engineering

l'acqua e l'ambiente

