



# TECNOLOGÍA SIN COMBUSTIÓN YA DISPONIBLE

## NO NECESITAMOS QUEMAR LOS RESIDUOS CON COP

La comunidad mundial tiene la oportunidad de prevenir el reciclaje tóxico mediante el fortalecimiento de los valores límite para los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)<sup>1</sup> en los residuos, conocidos como Niveles Bajos de Contenido de COP. Establecer límites más estrictos para los COP en los residuos promoverá significativamente el futuro de una economía circular libre de tóxicos, ya que promoverá la innovación en el reciclaje, aumentará la presión sobre los diseñadores industriales para que eliminen los COP de los productos y garantizará que la economía circular no sea envenenada.

El Convenio de Estocolmo demanda la eliminación de los residuos que excedan los Niveles Bajos de Contenido de COP. Sin embargo, algunos actores de la industria están presionando a los tomadores de decisiones para que establezcan límites débiles que les permitan usar materiales altamente contaminados con COP en el reciclaje. ¡El reciclaje de los residuos con COP va en contra de todo el objetivo del Convenio de Estocolmo! Esta hoja informativa explota el mito de que los residuos con COP deben destruirse con incineración a alta temperatura que crea un ciclo adicional de emisiones de dioxinas al aire y montañas de cenizas tóxicas mezcladas con más COP. Algunos países ya han ido más allá de los incineradores contaminantes, implementando tecnologías sin combustión para la eliminación de residuos con COP. Estas tecnologías limpias y avanzadas pueden destruir los residuos con COP sin emisiones de dioxinas y sin generar residuos de cenizas tóxicas. Este documento proporciona una breve descripción de las tecnologías comprobadas de eliminación de residuos con COP que se pueden usar para limpiar este tipo de residuos antes de su posterior uso o eliminación.

### OXIDACIÓN EN AGUA SUPERCRÍTICA (SUPER CRITICAL WATER OXIDATION “SCWO”, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

Tanto los sistemas de oxidación con agua supercrítica como subcrítica tienen más de 30 años de desarrollo y experiencia comercial en la eliminación de los residuos con COP, como los PCBs. El término supercrítico se refiere al estado del agua justo antes de su cambio de fase de líquido a gas bajo calor y presión (por ejemplo, 374°C y 218 atmósferas). En este estado, los materiales orgánicos pueden oxidarse y descomponerse rápidamente. General Atomics ha desarrollado un modelo de alimentación de rendimiento relativamente alto diseñado para residuos industriales peligrosos en general, así como para residuos no peligrosos. Su tecnología se conoce como Oxidación con agua supercrítica industrial o iSCWO, por sus siglas en inglés. Actualmente se está implementando un proyecto financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) para tratar grandes reservas (5,000 toneladas) de residuos de DDT en un sitio contaminado en Tayikistán y la República Kirguisa utilizando esta tecnología (GEF 2017).

Los costos de instalación fueron un 15% menos costosos, y los costos de funcionamiento del SCWO fueron de solo alrededor del 10% de los costos de incineración de líquidos peligrosos (Aki et al. 1998). El ejército de los EE. UU. utiliza ampliamente el SCWO para la destrucción de residuos peligrosos y armas químicas, incluido el uso de unidades móviles basadas en barcos. Tanto las unidades móviles iSCWO (derecha) como las unidades fijas han sido desarrolladas por General Atomics. El SCWO puede destruir PBDEs, SCCP, dioxinas y todos los demás COP de acuerdo con las Directrices técnicas generales del Convenio de Basilea sobre residuos con COP.

<sup>1</sup> Los residuos con Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) son los residuos químicos más tóxicos del planeta. Su persistencia significa que no se descomponen fácilmente en el medio ambiente, contaminando el suelo durante décadas, acumulándose en la cadena alimenticia y causando niveles peligrosos de exposición humana. Se han agregado a muchos plásticos y han contaminado la cadena de reciclaje al no separarse ni destruirse. Estas sustancias están prohibidas por el Convenio de Estocolmo e incluyen a los PCBs, dioxinas, retardantes de flama bromados y PFAS.



### **DESCOMPOSICIÓN CATALIZADA POR BASE (BASE-CATALYZED DECOMPOSITION “BCD”, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)**

BCD es una tecnología ex-situ que se ha utilizado para la eliminación de PCBs y para el tratamiento de suelos contaminados con PCBs en altas concentraciones. BCD fue desarrollado conjuntamente entre la Marina de los EE. UU. y la Autoridad de Protección Ambiental de los EE. UU. (US EPA) para descontaminar líquidos, suelos, lodos y sedimentos contaminados con compuestos orgánicos clorados, especialmente PCBs, dioxinas y furanos. Se han construido plantas BCD modulares, transportables y fijas. La capacidad de producción para la etapa de desorción difiere según la aplicación y oscila entre 100 kg/hora y 20 toneladas/hora (STAP GEF 2004). Por ejemplo, un tratamiento BCD a gran escala de suelos y residuos contaminados en Spolana, República Checa, involucró 200 toneladas de pesticidas y 1,200 toneladas de *dioxinas/concentrado de pesticidas* de remediación de 35,000 toneladas de suelo.

El BCD también se ha utilizado para tratar residuos con COP fuera de Europa, incluida la remediación del sitio de los Juegos Olímpicos de Sydney 2000 en Homebush Bay, que involucró el tratamiento de 400 toneladas de bencenos clorados/dioxinas. Además, más de 2,500 toneladas de PCB fueron tratadas en una instalación fija en México por S.D Meyers de México y 3,500 toneladas de plaguicidas HCH fueron tratadas entre 2000 y 2002 en España por IHOBE S.A.

### **REDUCCIÓN QUÍMICA EN FASE DE GAS (GAS-PHASE CHEMICAL REDUCTION “GPCR”, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)**

La Reducción Química en Fase Gaseosa (también conocida como Reducción de Hidrógeno) es una tecnología que se desarrolló en Canadá en la década de 1980 y se implementó con éxito para la eliminación de residuos con COP en Australia, Japón, EE. UU. y Canadá desde la década de 1990 en adelante. El proceso GPCR implica la reducción termoquímica de compuestos orgánicos a temperaturas superiores a 850 °C y a bajas presiones

donde el hidrógeno reacciona con compuestos orgánicos clorados para producir principalmente metano, hidrógeno y cloruro de hidrógeno. El exceso de hidrógeno del proceso se puede recircular o vender como combustible. Fue tan efectivo que una planta comercial a gran escala logró eliminar todas las reservas de residuos COP en Australia Occidental a mediados de la década de 1990. Las Directrices técnicas generales del Convenio de Basilea sobre residuos COP confirman que el GPCR puede destruir PBDEs, SCCP, dioxina, PFOA, HCB y todos los demás COP, incluso en concentraciones muy altas, con los más altos niveles de eficiencia de destrucción. El desarrollador de GPCR, el Dr. Doug Hallett de TRUE ENERGY INCORPORATED, también ha confirmado recientemente su aplicación efectiva en residuos complejos contaminados con COP, como los residuos de trituradoras de automóviles (ASR, por sus siglas en inglés), que están muy contaminados con PBDEs y también los lodos de depuradora que están contaminados con COP.

### **REDUCCIÓN DE METALES ALCALINOS (ALKALI METAL REDUCTION)**



La reducción de metales alcalinos implica el tratamiento de residuos donde el metal alcalino disperso reacciona con los átomos de cloro contenidos en los compuestos clorados de los residuos halogenados para producir sales y residuos no halogenados. Se han desarrollado muchos ejemplos de esta tecnología y el CDP Process® de SEA Marconi se ha utilizado ampliamente en toda Europa para deshalogenar fluidos de transformadores con PCBs. Este proceso móvil y modular puede tratar los aceites con PCBs en los transformadores mientras permanecen operativos, lo que reduce los costos y evita el transporte y la manipulación de residuos de PCBs. Las unidades modulares se unen a los transformadores y hacen circular el fluido a través de un proceso de reducción de metales alcalinos que destruye el contenido de PCBs y revitaliza los fluidos dieléctricos.

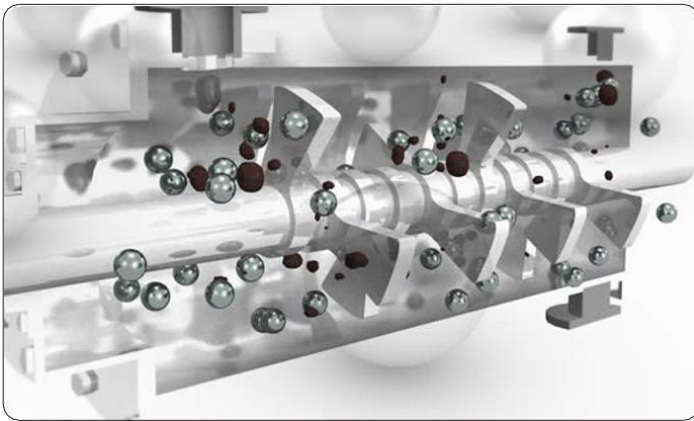
### **DECLORACIÓN CATALÍTICA UTILIZANDO CATÁLISIS DE COBRE (CATALYTIC DECHLORINATION USING COPPER CATALYSIS “CDC”, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)**

CDC es un proceso basado en la deshalogenación selectiva como su operación principal mientras suprime las reacciones de acoplamiento. El proceso utiliza una reacción a través de un intermedio de arilcobalto que impulsa la transferencia de electrones. Tiene una capacidad demostrada para tratar diferentes tipos de residuos, incluidos suelos y materiales de construcción contaminados, cenizas de incineración, residuos líquidos y sólidos que contienen COP y arenas de filtración (Ocelka 2010). La tecnología CDC se ha utilizado en una operación comercial en Jaworzno, Polonia, y también se ha aplicado en parte a la descontaminación de suelos contaminados con pesticidas COP de Klatovy, República Checa (Ocelka 2011; Ocelka 2017).



## VARIANTES DE TECNOLOGÍA DE MOLIENDA DE BOLAS (BALL MILLING TECHNOLOGY VARIANTS)

Estos procesos han sido desarrollados por varias empresas y se conocen como destrucción mecanoquímica y triboREMEDY (UE), el primero de los cuales ha tenido éxito en la eliminación de residuos COP a gran escala en Nueva Zelanda en sitios contaminados y en Vietnam, donde la ONU probó la tecnología para eliminar dioxinas de alta concentración en suelos contaminados en la antigua base de la Fuerza Aérea de los EE. UU. Bien Hoa utilizada para almacenar el Agente Naranja durante la Guerra de Vietnam (GEF 2015). TriboREMEDY utiliza mecanoquímica y tribólisis para eliminar los COP bromados y clorados y está bajo desarrollo patentado con fondos de la Comisión Europea<sup>2</sup> para destruir los residuos COP y los patógenos en el agua potable.



### Destrucción Mecanoquímica (Mechanochemical Destruction “MCD” by EDL Europe)

El diseño exacto del Triboreactor es actualmente confidencial debido a los procesos de patente. El reactor EDL MCD se basa en la adición de residuos con COP a un cilindro de metal sellado en el que las bolas de acero se agitan vigorosamente junto con reactivos no peligrosos de bajo costo. Las reacciones químicas que se obtienen en este ambiente destruyen los residuos con COP.

Estos son solo algunos ejemplos de las tecnologías limpias sin combustión desarrolladas para destruir los residuos con COP sin recurrir a la quema de residuos en incineradores contaminantes. Se están utilizando muchas más tecnologías de este tipo, entre ellas:

- EcoSPEARS y RIDS con técnicas innovadoras para extraer PCBs y dioxinas del sedimento y destruirlo en una tecnología de reducción de álcali modificada (RIDS).
- Hidrogenación catalítica (Hydrodec) que destruye PCBs en Australia, Japón y Estados Unidos.
- Tecnología de reducción de álcali para transformadores con aceite de PCBs.
- Véase también el informe IPEN (2021)<sup>3</sup> sobre tecnología de no combustión para la eliminación de residuos con COP.

## REFERENCIAS

- Aki, S.N.V.K, (1998). An Economic Evaluation of Catalytic Supercritical Water Oxidation: Comparison with Alternative Waste Treatment Technologies Environmental Progress (Vo1.17, No.4)
- Marrone, P. A. (2013). Supercritical water oxidation—Current status of full-scale commercial activity for waste destruction.” J. of Supercritical Fluids 79: 283-288.
- Global Environment Facility (2017). Compilation of Comments Submitted by Council Members on the GEF November 2017 Work Program. <https://www.thegef.org/sites/default/files/work-program-documents/Compilation%20of%20Council%20Comments%20-%20November%202017%20Work%20Program.pdf>
- STAP GEF (2004). Review of emerging, innovative technologies for the destruction and decontamination of POPs and the identification of promising technologies for use in developing countries. The Scientific and Technical Advisory Panel of the GEF United Nations Environment Programme. Final – GF/8000-02-02-2205
- Ocelka, T. (2017). Characterisation and perspectives of novel method for dehalogenation of POPs: Chemical Destruction using Copper (CDC).
- Ocelka, T., S. Nikl, R. Kurkova and L. Pavliska (2011). Application of Copper Mediated Destruction technology for trial dehalogenation of pesticides concentrates in Jaworzno dump site in mobile full scale unit. 11th HCH and Pesticides Forum. Baku, Azerbaijan. Session 13: POPs management and destruction.
- United States Environmental Protection Agency (2010). Reference Guide to Non-combustion Technologies for Remediation of Persistent Organic Pollutants in Soil, Second Edition – 2010. United States Environmental Protection Agency. EPA 542-R-09-007. 103 p. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1008PKH.PDF?Dockey=P1008PKH.PDF>
- Veverka, Z., L. Čtvrtníčková, L. Kašparová, L. Ládyš, J. Prokop, L. Ševčíková and L. Žitný (2004). Projekt Spolana – dioxiny. Odstranění starých ekologických zátěží. Dokumentace o hodnocení vlivů na životní prostředí (EIA report). Praha, BCD CZ, a.s.: 125.
- Kümming, K. et al, (2001). Gas-phase chemical reduction of hexachlorobenzene and other chlorinated compounds: Waste treatment experience and applications, 6th International HCH & Pesticides Forum Book, pp. 271-275. Available from: [http://www.hchforum.com/6th/forum\\_book/](http://www.hchforum.com/6th/forum_book/).
- Kümming, K. E., Gray D.J., Power J.P., Woodland S.E., (2002). Gas-phase chemical reduction of hexachlorobenzene and other chlorinated compounds: Waste treatment experience and applications, 6th Int. HCH & Pesticides Forum, 20-22 March 2001, Poznan, Poland, February 2002. [http://www.hchforum.com/6th/forum\\_book/A.5.6.pdf](http://www.hchforum.com/6th/forum_book/A.5.6.pdf)
- GEF/UNDP (2015). Independent Expert Evaluation of Three Pilot/Laboratory Scale Technology Demonstrations on Dioxin Contaminated Soil Destruction from the Bien Hoa Airbase in Viet Nam.



<sup>2</sup> <https://cordis.europa.eu/project/id/829047>

<sup>3</sup> <https://ipen.org/documents/non-combustion-technology-pops-waste-destruction>