



# Industria química y petroquímica en la cuenca del río Coatzacoalcos, México

La concentración de mercurio en el cabello de los pobladores locales en el contexto de las negociaciones del convenio internacional



Informe de la campaña de IPEN  
*Por un mundo libre de mercurio*

Enero del 2013





un futuro sin tóxicos IPEN es una red internacional constituida por más de 700 organizaciones de interés público de 116 países, que tiene como misión trabajar por un futuro libre de tóxicos para todos mediante el establecimiento de políticas públicas de sustancias químicas que protejan la salud humana y el medio ambiente. [www.ipen.org](http://www.ipen.org)



El Centro de Análisis y Acción en Tóxicos y sus Alternativas (CAATA) es un programa de la Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas en México (RAPAM) A.C., y tiene como objetivo fortalecer la participación ciudadana para lograr un futuro libre de sustancias químicas tóxicas que amenacen los derechos a la salud y a un medio ambiente para las presentes y futuras generaciones. [www.caata.org](http://www.caata.org)

**Ecología y Desarrollo Sostenible en Coatzacoalcos, A.C** es una asociación sin fines de lucro que trabaja problemáticas ambientales y de biodiversidad en beneficio de la población.

El informe *Industria química y petroquímica en la cuenca del río Coatzacoalcos, México. Informe sobre la concentración de mercurio en el cabello de los pobladores locales en el contexto de la negociación del convenio internacional* es parte de un informe internacional más amplio titulado *Global Mercury Hotspots* coordinado por BRI-IPEN y disponibles ambos en : <http://www.ipen.org/hgmonitoring>

# **Industria química y petroquímica en la cuenca del río Coatzacoalcos, México**

## **La concentración de mercurio en el cabello de los pobladores locales en el contexto de las negociaciones del convenio internacional**

### **Informe de la Campaña *Por un mundo libre de mercurio* de IPEN**

*Preparado por el Grupo de trabajo sobre metales pesados de IPEN, Ecología y Desarrollo Sostenible en Coatzacoalcos, A.C., el Centro de Análisis y Acción en Tóxicos y sus Alternativas - CAATA (México) y Asociación Arnika (República Checa)  
Coatzacoalcos – Ciudad de México - Praga – Estocolmo, 3 de Enero de 2013*

## **Introducción**

En 2009, el Consejo de Administración del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (CA-PNUMA) tomó la decisión de desarrollar un convenio jurídicamente vinculante a nivel mundial sobre el mercurio, a fin de reducir los riesgos para la salud humana y el medio ambiente (UNEP GC25/5). El CA-PNUMA indicó que el mercurio es una sustancia de preocupación mundial debido a su transporte a gran distancia, su persistencia, su capacidad para bioacumularse y su toxicidad. En parte, sus conclusiones se basaron en la Evaluación Mundial del Mercurio, PNUMA 2002, que daba cuenta de que el mercurio está presente en los peces a lo largo de todo el mundo, a niveles que afectan en forma negativa a los seres humanos y a los animales. (UNEP 2002). En los seres humanos, el cabello es ampliamente aceptado como una matriz para las estimaciones fiables de la carga corporal de metilmercurio, que probablemente proviene del consumo de pescado (Grandjean, Weihe et al 1998), (Harada, Nakachi *et al.* 1999), (Knobeloch, Gliori, *et al.* 2007), (Myers, Davidson *et al.* 2000).

Este informe está enfocado en el área de Coatzacoalcos-Minatitlán, donde existe una planta de cloro-álcali y un incinerador de residuos dentro de un complejo petroquímico, y donde se ubica una refinería de petróleo y gas. Examinamos los niveles de mercurio en el cabello de la población que vive en el área, centrándonos especialmente en los pescadores y en las personas que consumen peces capturados en esa área, para confirmar si hay trazas de las liberaciones de mercurio de los respectivos procesos industriales en el cabello de quienes residen en esos lugares. Por añadidura, dado que las liberaciones locales de mercurio se transforman en problemas mundiales debido al transporte a gran distancia, consideramos la forma en que el proyecto de texto del tratado abordará estas fuentes.

## **Complejo químico e industria petroquímica en el área de Coatzacoalcos–Minatitlán**

El municipio de Coatzacoalcos, ubicado en el estado sureño de Veracruz, forma parte de la llamada región Olmeca, que comprende 25 municipios y está dominada por la conurbación de las ciudades de Coatzacoalcos y Minatitlán. El área tiene una población de casi dos millones y comprende aproximadamente el 41% de la actividad económica en el estado.

Existen dos fuentes principales de contaminación por mercurio en el área de estudio: una planta de cloro-álcali dentro de un complejo petroquímico cerca de la ciudad de Coatzacoalcos, incluyendo un incinerador de residuos, y una refinería de petróleo y gas en Minatitlán, Veracruz.

La planta de producción de cloro-álcali es Industrias Químicas del Istmo, SA (IQUISA), que es parte de la empresa Cydsa. La planta comenzó la producción de cloro en 1968 utilizando la tecnología de células de mercurio. En 1981, Cloro de Tehuantepec (Mexichem) inició sus operaciones con mercurio, pero actualmente emplea celdas de diafragma y no libera mercurio en sus descargas.

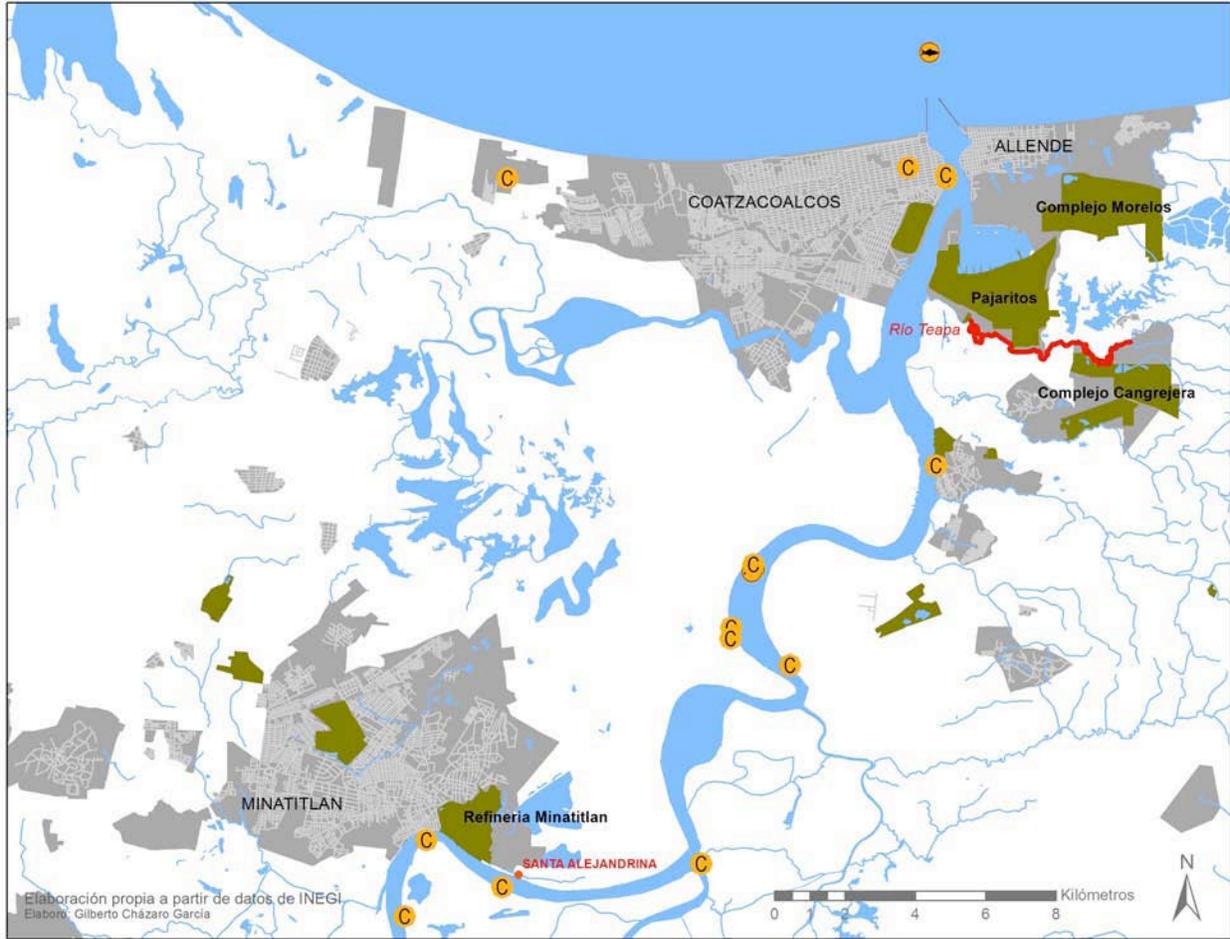
La refinería General Lázaro Cárdenas, instalada en Minatitlán, Veracruz, comenzó a operar en 1906, y fue la primera gran refinería de América Latina. En 2011 se completó la reconfiguración de la refinería, con lo que su capacidad de producción de petróleo crudo aumentará a 350.000 barriles por día (bpd), un incremento en el porcentaje de crudo maya procesado.

Además de las instalaciones de producción, en el complejo petroquímico de Pajaritos funcionaron en distintos momentos del período 1995 -2002 dos incineradores que quemaban subproductos de la industria química. El segundo de ellos tenía capacidad para quemar 1.5 toneladas por hora (aproximadamente 100 toneladas al día). En 2005 comenzó a operar un tercer incinerador destinado principalmente a la quema de residuos de la producción del monómero de cloruro de vinilo (VCM).

Otras fuentes de posible contaminación por mercurio son las industrias químicas privadas establecidas en los tres complejos petroquímicos (Pajaritos, Cangrejera y Morelos). Además, hay hospitales regionales y los crematorios situados en la zona.

## **Materiales y métodos**

Ecología y Desarrollo Sostenible en Coatzacoalcos, A.C. realizó un muestreo de cabello humano, usando protocolos desarrollados por IPEN (2011). Se tomaron 22 muestras de cabello en el área de la industria química y petroquímica en Coatzacoalcos-Minatitlán. El Biodiversity Research Institute (BRI) midió los niveles de mercurio (contenido total de mercurio = THg) de las muestras de cabello en su laboratorio de Gorham, Maine, EE.UU. Ecología y Desarrollo Sostenible en Coatzacoalcos, A.C. y CAATA hicieron la descripción del enclave y proporcionaron información acerca de su historia y de sus presuntas fuentes de mercurio.



**Figura 1: Mapa de la región de la cuenca del río Coatzacoalcos que indica la localización de las personas que donaron cabello para el análisis de mercurio.**

## Resultados y discusiones

Existe una amplia literatura acerca de la presencia de mercurio en los ecosistemas acuáticos del área de Coatzacoalcos y hay algunas mediciones realizadas en peces y en el cabello de los habitantes, pero la mayor parte de estos datos tienen más de 35 años y no se cuenta con una evaluación clínica o epidemiológica de los impactos en la población que sea de conocimiento público. En estos estudios previos, la refinería de Minatitlán nunca ha sido considerada como una posible fuente de liberación de mercurio ni su contribución al contenido de mercurio en el pescado o los seres humanos en la región. Según Lang, Gardner, Holmes (2012) las concentraciones globales de mercurio en petróleo crudo y gas van desde 0.1 a 20,000  $\mu\text{g}/\text{kg}$  en el petróleo crudo y desde 0.05 a 5000  $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$  en el gas natural. Acosta *et al.* (2001) indican que es probable que la mayor parte del mercurio presente en el petróleo crudo procesado en las refinerías de México se concentre en el combustible aunque una porción del mercurio presente al inicio del proceso puede transferirse a las fracciones más ligeras, como el diésel o el gas que se genera en la torre de enfriamiento atmosférico.

El Cuadro 1 muestra los niveles de mercurio (Hg) en las muestras de cabello del área de Coatzacoalcos - Minatitlán (ver mapa de Figura 1).

**Cuadro 1: Contenido de mercurio de las muestras de cabello del área de Coatzacoalcos – Minatitlán en México**

	Tamaño de la muestra	Concentración media Hg (ppm)	Desviación estándar	Concentración mínima Hg (ppm)	Concentración máxima Hg (ppm)	Dosis de referencia (ppm) <sup>1</sup>	Fracción de muestras por arriba de la Dosis de Referencia
Todas las muestras	22	1.754	1.075	0.289	4.318	1.00	73%
Boca del Uxpanapa	4	1.495	0.8881	0.721	2.761	1.00	75%
Municipio Cosoleacaque	3	1.267	0.290	0.940	1.491	1.00	67%
Municipio de Minatitlán	4	1.754	1.060	0.812	3.132	1.00	75%
Ixhuatlán del Sureste	6	2.262	1.037	1.409	4.318	1.00	100%
Coatzacoalcos	5	1.647	1.614	0.289	3.464	1.00	40%

Abreviaturas: Hg: mercurio; ppm: partes por millón o mg/kg

Los resultados en el Cuadro 1 muestran que el nivel promedio de mercurio en el total de las 22 muestras de cabello es más de 1,7 veces más alto que la dosis de referencia de la US EPA de 1 ppm. Cerca de tres cuartas partes del cabello de toda la gente donante tuvo niveles de mercurio más altos que la dosis de referencia. El valor máximo de mercurio observado en las muestras de cabello de Ixhuatlán del Sureste, México, excedió en más de cuatro veces la dosis de referencia de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA); y en todas las seis muestras de este sitio superan la dosis de referencia.

Como se demuestra en la Figura 2, las tres cuartas partes (16 de 22) de las muestras superaron el nivel de dosis de referencia (línea roja). El enfoque de nuestro estudio se dirigió principalmente a los pescadores o a las personas que venden pescado. La mayoría de ellas también comen pescado con relativa frecuencia; sin embargo hay diferencias entre los individuos del grupo. Los niveles más altos en el grupo de voluntarios están relacionados con los que consumen más pescado.

<sup>1</sup> La dosis de referencia (RfD) de la U.S. EPA está asociada a una concentración de mercurio en la sangre de 4-5 µg/L y a una concentración de mercurio en el cabello de aproximadamente 1µg/g.” US EPA (1997). ). Mercury study report to Congress, Volume IV, An assessment of exposure to mercury in the United States. EPA-452/R-97-006: 293.

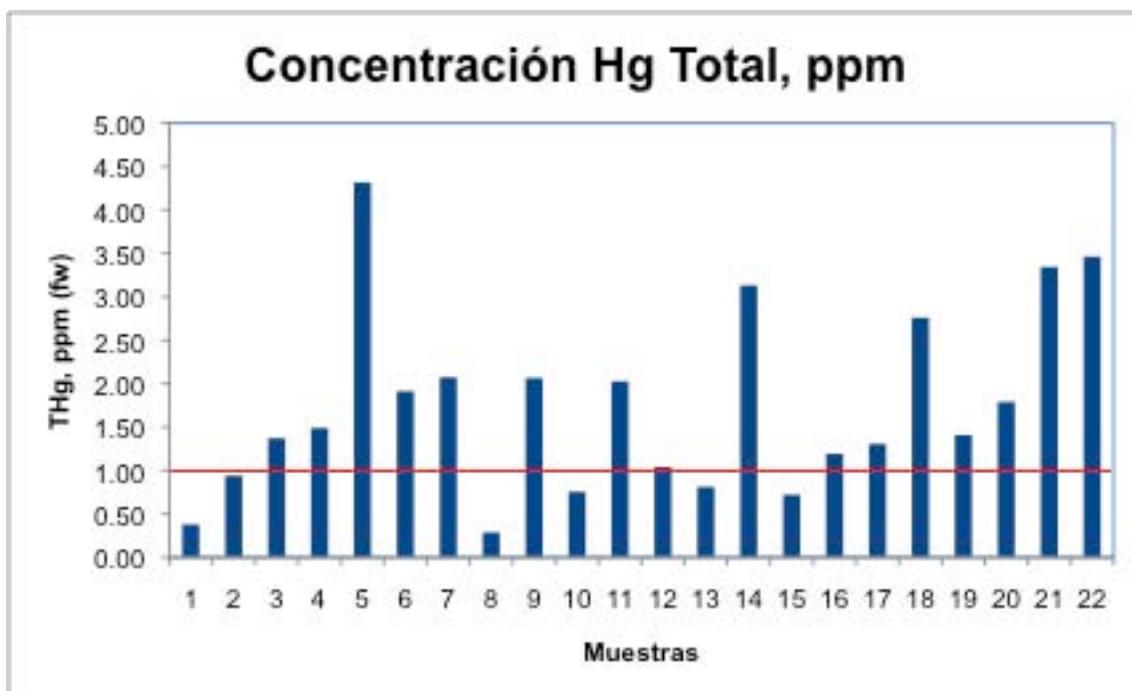


Figura 2. Niveles de mercurio total en muestras de cabello del área Coatzacoalcos-Minatitlán, México en ppm

Báez *et al.* (1976) observaron las concentraciones de mercurio en el cabello en dos grupos: el primero, integrado por adultos sin exposición ocupacional al mercurio y con concentraciones que fluctuaban entre 1 y 12 ppm en el cabello, y el segundo, compuesto por adultos que trabajaban en el complejo petroquímico de Pajaritos, con exposición ocupacional al mercurio, que registraban valores de 1.81 a 35.5 ppm en el cabello y un promedio de  $7.36 \pm 7.12$  ppm. No se registraron síntomas de envenenamiento entre los adultos seleccionados; esto fue confirmado por un examen médico. Nuestro estudio estuvo enfocado en un grupo sin exposición ocupacional, a diferencia de esta antigua investigación en Coatzacoalcos.

En el sistema lagunar de Alvarado, los investigadores Guentzel, Portilla *et al.* (2007) registraron niveles récord de mercurio total en el cabello desde 0.10 hasta 3.36  $\mu\text{g/g}$  ( $n = 47$ ), y el 58% de las muestras superaban la dosis de referencia de la US EPA. Los resultados de este estudio son similares a otros estudios que muestran la exposición resultante del consumo de pescado. Los resultados presentados de la zona de Coatzacoalcos-Minatitlán en nuestro informe muestran niveles ligeramente más altos de mercurio en el cabello.

El transporte del mercurio en la atmósfera fue inferido por Báez (1976) a partir de la lluvia ácida de Coatzacoalcos, producto de las emisiones aéreas generadas por los tres complejos petroquímicos de Morelos, Pajaritos y Cangrejera, y transportadas con rumbo sur y sureste por las corrientes de aire que prevalecen en la región de Coatzacoalcos. La población posiblemente expuesta a estas emisiones incluye a las personas que viven en Mundo Nuevo, municipio de Coatzacoalcos; en Nanchital de Lázaro Cárdenas y en Ixhuatlán del Sureste, al igual que en el centro urbano de la ciudad de Coatzacoalcos. En un radio de 40 kilómetros existe también ganadería extensiva y cría comercial de pollos de engorda. Las emisiones atmosféricas de la

refinería de Minatitlán, llegan a la gente que habita la Isla de Capoacán y el área rural vecina del municipio.

## **Las plantas de cloro-álcali que usan mercurio, las refinerías de petróleo y los incineradores de residuos en el convenio sobre el mercurio**

El área crítica de la industria química en Coatzacoalcos hace surgir interrogantes acerca de qué medidas podría exigir el convenio sobre el mercurio para eliminar la contaminación por mercurio del medio ambiente y de los peces proveniente de las plantas de cloro-álcali y de otras fuentes importantes de contaminación por mercurio.

Estudios más recientes (Pirrone, Cinnirella *et al.* 2010) y (Mukherjee, Bhattacharya *et al.* 2009) estiman que el sector del cloro-álcali produce tres veces más de emisiones de mercurio al aire que la indicada originalmente en el inventario de emisiones atmosféricas de la División de Productos Químicos del PNUMA (2008), en tanto que las liberaciones mundiales al agua causadas por las plantas de cloro-álcali no fueron calculadas en lo absoluto. Estos hallazgos, al igual que el caso documentado en este estudio subrayan la necesidad de establecer la fecha más temprana posible para la eliminación progresiva del uso de mercurio en la producción de cloro. Aún hay dos opciones de fecha (2020 ó 2025) en negociación en la actual propuesta del Anexo D para el convenio (UNEP (DTIE) 2012)<sup>2</sup> y ambas permiten el uso continuo de mercurio durante un largo tiempo. Además, no existe acuerdo sobre si los países tienen que identificar y caracterizar el uso de mercurio en las plantas de cloro-álcali o si se debe permitir nuevas plantas de cloro álcali que usen mercurio bajo determinadas circunstancias en el futuro (UNEP (DTIE) 2012).<sup>3</sup>

En el caso de Coatzacoalcos también sería útil asegurar la protección de la salud humana y el medio ambiente frente a los residuos tóxicos de mercurio. Para evitar problemas relacionados con la generación de residuos de mercurio en el futuro, sería útil que el convenio exigiera reducir al mínimo y evitar la generación de residuos que contengan mercurio, pero el texto actual no hace esto (UNEP (DTIE) 2012).<sup>4</sup>

Para evitar la continua contaminación con mercurio del área de Coatzacoalcos, incluyendo todos los ecosistemas acuáticos y las personas que dependen de esos ecosistemas, es necesario evitar que se produzcan nuevas liberaciones de la industria química en su totalidad, por lo que debe ponerse fin a los residuos y especialmente al uso continuado de mercurio en la producción de cloro. Hasta que estos problemas sean abordados, el mercurio seguirá contaminando el área local y contribuyendo a la contaminación por mercurio a nivel mundial.

---

2 UNEP(DTIE)/Hg/INC.5/3 ; dos opciones de eliminación están entre corchetes en el Anexo D, Parte I: Procesos sujetos al Artículo 7, párrafo 2.

3 UNEP(DTIE)/Hg/INC.5/3; el párrafo 5 en Artículo 7 aún está entre corchetes. El texto alternativo brinda la oportunidad de usar mercurio en instalaciones nuevas.

4 UNEP(DTIE)/Hg/INC.5/3; No presente en Artículo 13 sobre Residuos.

También se encontraron niveles importantes de mercurio en el entorno de la refinería de petróleo de Minatitlán, cuya reconfiguración fue terminada en 2011. Esto aumentará su capacidad de procesamiento de petróleo crudo a 350.000 barriles por día (bpd) y puede conducir a un aumento importante de las emisiones de mercurio en la región amplia de Coatzacoalcos- Minatitlán, de acuerdo a la US EPA (2001) y los recientes hallazgos en el Reino Unido (Lang, Gardner *et al.* 2012). El texto actual del convenio no aborda el tema de las emisiones de mercurio de las refinerías de petróleo (UNEP (DTIE) 2012).<sup>5</sup>

### **Agradecimientos:**

Ecología y Desarrollo Sostenible en Coatzacoalcos, AC, CAATA, Asociación Arnika e IPEN agradece el apoyo financiero de los gobiernos de Suecia y Suiza, entre otros, así como el apoyo técnico del Instituto de Investigación en Biodiversidad (BRI) para analizar los datos. El contenido y las opiniones expresadas en este informe, sin embargo, son de los autores y de IPEN, y no necesariamente reflejan las opiniones de las instituciones que prestaron apoyo financiero y técnico.

### **Referencias**

Acosta, I., *et al.*, (2001). Inventario Preliminar de Emisiones Atmosféricas de Mercurio en México. Informe Final. Agua Prieta, Sonora, México: 93.

Báez, A. P., N. R., I. Rosas and L. Gálvez (1976). "Aquatic organism contamination by mercury residues in the Coatzacoalcos River Estuary, Mexico." International Atomic Energy Agency, Viena: 73-99.

Grandjean, P., P. Weihe, R. F. White and F. Debes (1998). "Cognitive Performance of Children Prenatally Exposed to "Safe" Levels of Methylmercury." Environmental Research 77(2): 165-172.

Guentzel, J. L., E. Portilla, K. M. Keith y E. O. Keith (2007). "Mercury transport and bioaccumulation in riverbank communities of the Alvarado Lagoon System, Veracruz State, Mexico." Science of The Total Environment 388(1-3): 316-324.

Harada, M., S. Nakachi, T. Cheu, H. Hamada, Y. Ono, T. Tsuda, K. Yanagida, T. Kizaki and H. Ohno (1999). "Monitoring of mercury pollution in Tanzania: relation between head hair mercury and health." Science of The Total Environment 227(2-3): 249-256.

IPEN (2011). Standard Operating Procedure for Human Hair Sampling. Global Fish & Community Mercury Monitoring Project, International POPs Elimination Network: 20.

Lang, D., M. Gardner and J. Holmes (2012). Mercury arising from oil and gas production in the United Kingdom and UK continental shelf, University of Oxford. Department of Earth Sciences. South Parks Road, Oxford, Reino Unido.

Mukherjee, A., P. Bhattacharya, A. Sarkar and R. Zevenhoven (2009). Mercury emissions from industrial sources in India and its effects in the environment. Mercury Fate and Transport in the Global Atmosphere. R. Mason and N. Pirrone, Springer US: 81-112.

---

<sup>5</sup> UNEP(DTIE)/Hg/INC.5/3; La producción y refinación de petróleo y gas está entre corchetes en la propuesta del Anexo F sin establecer límites por el momento.

Myers, G. J., P. W. Davidson, C. Cox, C. Shamlaye, E. Cernichiari and T. W. Clarkson (2000). "Twenty-Seven Years Studying the Human Neurotoxicity of Methylmercury Exposure." *Environmental Research* 83(3): 275-285.

Pirrone, N., S. Cinnirella, X. Feng, R. B. Finkelman, H. R. Friedli, J. Leaner, R. Mason, A. B. Mukherjee, G. B. Stracher, D. G. Streets and K. Telmer (2010). "Global mercury emissions to the atmosphere from anthropogenic and natural sources." *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions* 10: 4719-4752.

UNEP (2002). *Global Mercury Assessment*. Geneva, Switzerland, UNEP: 258.

UNEP (DTIE) (2012). UNEP(DTIE)/Hg/INC.5/3: Draft text for a global legally binding instrument on mercury. Chair's draft text. Intergovernmental negotiating committee to prepare a global legally binding instrument on mercury - Fifth session - Geneva, 13– 18 January 2013, United Nations Environment Programme: 44.

UNEP Chemicals Branch (2008). *The Global Atmospheric Mercury Assessment: Sources, Emissions and Transport*. Geneva, UNEP - Chemicals: 44.

US EPA (1997). *Mercury study report to Congress, Volume IV, An assessment of exposure to mercury in the United States*. EPA-452/R-97-006: 293.

US EPA (2001). *Mercury in petroleum and natural gas: estimation of emissions from production, processing, and combustion*, Office of Air Quality Planning and Standards, National Risk Management, Research Laboratory, Research Triangle Park, NC 27711.

-----