

# Impacto ambiental de la apertura de una fábrica de plásticos en la ciudad de Morelia, Michoacán<sup>1</sup>

---

Laureen Albarrán Díaz de León<sup>2</sup>

## Resumen

**E**l objetivo principal de este trabajo es *evaluar el impacto ambiental de la puesta en marcha de una fábrica de plásticos en la comunidad moreliana*, cuantificar los daños, ponerlos en perspectiva y comentar acerca de la falta de aplicación de las leyes pertinentes para la fabricación de este tipo de productos, utilizando para ello la metodología del “Eco-Indicador 99” del Ministerio holandés para la Planeación de Espacios, Medio Ambiente y Urbanismo (*Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer: 1999*).

---

<sup>1</sup> Ensayo elaborado en el marco del Curso de Especialización con opción a titulación en “Desarrollo, Planeación Estratégica y Finanzas Locales” 2004. La autora agradece los comentarios realizados por el Dr. Andrés Solari Vicente, Profesor-Investigador de la Facultad de Economía de la UMSNH.

<sup>2</sup> El presente ensayo surge de la participación directa de la autora en el proceso inicial de poner en marcha una fábrica en Morelia destinada a la producción de aislantes térmicos que, a pesar de sus bondades económicas en creación de empleos, es potencialmente peligroso para la salud de los habitantes de Morelia y para el ambiente debido a que uno de sus insumos principales es un *gas de invernadero*. A partir de su experiencia a cargo del arranque y puesta en marcha de una fábrica en la Cd. de Morelia, Mich., dedicada a la producción de aislantes térmicos, la autora se enfrenta al problema de que el proyecto,

Facultad de Economía  
“Vasco de Quiroga”,  
UMSNH.  
laureenalbarran@yahoo.com.mx

## Antecedentes y metodología utilizada

*“Sin inversión, el crecimiento económico es imposible. La inversión extranjera, bien planeada y de alta calidad, puede ayudar a que las prácticas económicas en los países en desarrollo sean sustentables. Una inversión inapropiada, sin embargo, puede socavar el ambiente y la comunidad.” (IISD:2004)*

Sin duda, el crecimiento de los países implica continuos aumentos en los niveles de inversión de tal manera que éstos favorezcan el intercambio, fortalezcan el tejido económico de la sociedad y provean a sus habitantes de empleo y bienestar social. Sin embargo, ¿es la maximización del beneficio y la reducción de costos el único argumento de peso a la hora de decidir cómo y en qué invertir? ¿Qué papel juegan las cuestiones ecológicas y sociales a la hora de iniciar un proyecto? ¿Cuál es la responsabilidad social de los empresarios con su comunidad y el medio ambiente local? ¿Qué mecanismos utilizan los gobiernos para asegurar que las inversiones realizadas por particulares no tengan consecuencias nefastas para el ambiente? Estas son preguntas que la autora se planteó a sí misma durante su experiencia a cargo del arranque y puesta en marcha de una planta productora de aislamiento térmico de espuma plástica rígida en la ciudad de Morelia, Mich., inversión valuada en más de 6 millones de dólares y cuyo principal cliente potencial, la transnacional Owens Corning, (una de las 500 empresas más poderosas del mundo según Forbes) tendría el compromiso de formar una alianza estratégica con participación de capital.

Como administradora de un monto de esa magnitud, había que generar toda la investigación y planeación necesaria que asegurara la rentabilidad económica del negocio. Sin embargo, durante este proceso, la autora se da cuenta que el proyecto, orientado a la exportación, captador de divisa dura, con tecnología de punta estadounidense, donde se compartiría valiosísimo “*know how*” extranjero y se generarían empleos y redes económicas de clientes y proveedores, tendría un talón de Aquiles: uno de los insumos principales es un *gas de efecto invernadero*.

Ante esta situación, la autora se encontró frente a un dilema: ¿empleos o conservación del medio ambiente? Un debate que, entendido como un juego

---

a pesar de sus bondades económicas al respecto de la creación de empleos, es potencialmente peligroso para el ambiente debido a que uno de sus insumos principales es un gas de invernadero.

suma cero, es de gran relevancia para las generaciones actuales y futuras, pues compromete la supervivencia de la base económica más importante: los recursos naturales necesarios para la vida en el planeta.

En este sentido se hace necesario contar con instrumentos de medición del *impacto ambiental de los proyectos de inversión privados*, con los cuales sea posible el reconocimiento de posibles agentes contaminantes usados en procesos productivos o construcciones, la prohibición o mitigación de su uso y consecuencias, además de dar marco al seguimiento, inspecciones y reportes continuos por parte de la autoridad medioambiental. Todo lo anterior partiendo de la necesidad de invertir y crecer, pero de manera *sostenida*.

### **El Eco Indicador 99 como método para evaluar el impacto ambiental de procesos industriales**

El Eco-indicador 99 (Goedkoop et al:1999) es un proyecto llevado a cabo por la consultoría ambiental holandesa "Pré", bajo la autoridad del Ministerio Holandés para la Planeación de Espacios, Medio Ambiente y Urbanismo, además del apoyo de expertos suizos del Programa Prioritario para el Medio Ambiente y la Fundación Nacional Suiza para la Ciencia. Este indicador, basado en las normas internacionales ISO 14040 y 14042, fue creado con el objeto de que los diseñadores europeos tuvieran una herramienta que les permitiera medir posibles daños al medio ambiente, concepto definido como:

*"Un conjunto de parámetros biológicos, físicos y químicos influenciados por el hombre, los cuales son condiciones para el funcionamiento de la naturaleza y del ser humano. Estos incluyen: La Salud Humana, La Calidad del Ecosistema y la disponibilidad suficiente de Recursos no Renovables."* (Goedkoop et al:1999)

Estos daños podrían determinarse desde la fase de diseño de nuevos productos con lo que sería posible evitarlos o minimizarlos antes de pasar a las fases de producción o comercialización.

El proyecto de investigación de "Pré" culmina con la publicación de una serie de indicadores calculados con el objeto de determinar el impacto ambiental de cada una de las fases del ciclo de vida de productos, procesos industria-

les y materias primas de uso común, y diseñar políticas encaminadas ya sea a desechar el uso de ciertos materiales, mitigar el daño que pudieran causar, o escoger entre dos o más alternativas a la hora de lanzar un producto al mercado. Hoy es ampliamente utilizado por empresas privadas y gobiernos en la Unión Europea.

### **Evaluación ambiental de la producción de panel aislante de espuma rígida de poliestireno (PAERP)**

#### **PROPÓSITO DEL CÁLCULO MEDIANTE ECO-INDICADORES**

##### *i. Descripción del producto y sus componentes*

- **El panel aislante de espuma rígida de poliestireno (PAERP)**

En los países fríos, es necesario aislar las edificaciones del ambiente externo con el objeto de ahorrar lo más posible en consumo de energía, considerando los altísimos costos de calefacción generados durante la época de invierno. Sin embargo, también donde los climas son tropicales es necesario contar con ventiladores o sistemas de aire acondicionado dentro de las habitaciones, y una manera de ahorrar energía es aislar contra el calor.

Entre el 50 y el 70% del total de la energía utilizada en los Estados Unidos, por ejemplo, se deriva del uso de calefacción y aire acondicionado. (USDE:2002) Aislar los hogares y edificios mejora la eficiencia en el uso de la electricidad y esto se refleja en ahorros en dinero para los hogares y, desde el punto de vista de la conservación de los recursos, en menos consumo de combustibles fósiles (cuya reserva es finita) para producir electricidad.

Los aislantes térmicos trabajan de la siguiente manera:

- El calor fluye de manera natural de los lugares calientes a los fríos. En el invierno, el flujo de aire caliente se mueve directamente de todos los espacios con calefacción a espacios adyacentes que no cuentan con equipos que generen calor, como sótanos, cocheras, desvanes o afuera de los edificios, o también de manera indirecta a través de paredes, pisos y techos al interior. Siempre que haya diferencias en temperatu-

ras el calor tenderá a fluir hacia las zonas frías. En la época de calor, sucede lo contrario, el flujo corre de afuera hacia adentro.

Hay una gran variedad de materiales que pueden ser utilizados con este fin entre los que se encuentran el poliuretano, la fibra de vidrio, la celulosa y el poliestireno. El PAERP pertenece a la familia de los aislantes rígidos, materiales hechos de materiales fibrosos o espumas plásticas que son comprimidas o extruídas para formar placas o cubiertas para tubería. Proveen de aislamiento térmico y acústico, alta resistencia a la compresividad, poco peso y manejabilidad, además de la facilidad de cubrir extensiones grandes con una mínima pérdida de calor.

El PAERP es una alternativa en el mercado, que apuesta por la facilidad de uso. Sus ventajas clave son:

- Su poder aislante aumenta conforme la temperatura externa cae, por lo que es perfecto para climas invernales.
- El poliestireno, la materia prima principal es un termoplástico hidrofóbico, es decir resiste la humedad y protege adecuadamente el edificio contra sus efectos.
- Sus propiedades de resistencia a la compresión y durabilidad también lo colocan como una de las mejores alternativas en aislantes.
- **El Poliestireno para usos generales (GPPS) como materia prima principal**

El poliestireno es un termoplástico resultado de la polimerización del monómero estireno. Algunas de sus propiedades son su transparencia, su baja resistencia al impacto y su baja elongación, el hecho de que permite ser procesado en un amplio rango de temperaturas y el ser liviano. Algunas de sus aplicaciones más conocidas son aquellas relativas al empaque de alimentos como son los contenedores para hamburguesas, hot dogs, café para llevar, etc. Su presentación comercial es en "pellet", esferas pequeñísimas de no más de 3 mm de espesor. El uso del poliestireno para producir objetos de la vida diaria ha sido fuertemente criticado en recientes fechas. Hay un temor generalizado de que algunos residuos de estireno sean traspasados del contenedor de alimen-

tos al alimento en sí. Existe evidencia que liga el contacto humano con estireno con el desarrollo posterior de linfomas y leucemia, aunque a la fecha no hay estudios concluyentes que permitan clasificarlo como sustancia carcinógena. Por lo pronto únicamente está descrito como *posible* agente cancerígeno, tanto por el US. Environmental Protection Agency (Agencia para la protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos EPA) dentro de su "Inventario de Sustancias Tóxicas" (Toxics Release Inventory), como por la Unión Europea.

▪ **El Hexabromociclododecano como retardante a la flama (HBCD)**

El hexabromociclododecano es un compuesto utilizado para hacer que el PAERP resista el fuego. Se encuentra catalogado como sustancia peligrosa en los Estados Unidos y últimamente ha habido preocupación por el uso de la misma en productos de uso común, debido a que hay estudios en Suecia que descubrieron residuos de la sustancia en los huevos de halcones peregrinos, con lo que hay evidencia de que el HBCD ha escalado ya la cadena alimenticia.

Al ser utilizado como aditivo, el HBCD no se liga al poliestireno en su cadena química por lo que sería posible pensar que puede llegar a salir de los productos y dañar el ambiente. Esta sustancia detiene los procesos de moléculas neurotransmisoras importantes para la comunicación entre células nerviosas del cerebro. También hay estudios que sugieren que este químico y la droga conocida como "Ecstasy" tienen efectos similares a concentraciones iguales.

Sin embargo, la información existente es contradictoria. Por un lado, existen estudios que sugieren que no hay suficiente evidencia a la fecha para considerarla tóxica, teratogénica o cancerígena, pero, en buena parte de la información revisada hay evidencia de que la sustancia causa irritación en la piel y que hay la posibilidad de que se acumule en el tejido graso y que produzca engrandecimiento en el hígado y la glándula tiroides tras un contacto repetido (inclusive hay estudios que muestran que podrían inhibir la actividad de un gen en el hígado, causando que disminuyera la habilidad del cuerpo para librarse de toxinas e inclusive que es causante de cáncer de hígado). También hay estudios: que lo consideran sumamente tóxico para los organismos acuáticos (ha sido encontrado en peces y moluscos).

Sin embargo, en base a estas y otras consideraciones, el Parlamento Europeo debate actualmente para prohibir su uso<sup>3</sup>. Aunque aún no se encuentra clasificado como sustancia peligrosa en la Unión Europea, ya en el año 2000, la regulación 2268/95 de la Comisión Europea pertinente situó al HBCD en su Lista Prioritaria no. 2, y designó al gobierno sueco como el Estado Miembro que reportará los resultados de la evaluación de riesgo medioambiental. Los resultados finales deberán de ser publicados en diciembre de este año. (Lund et al:2001)

#### ▪ El gas refrigerante 142B/R22 y su uso como propelente

Uno de los compuestos principales en la fabricación del PAERP es el gas 142 B. Este gas pertenece a la familia de los hidroclorofluorocarbonos cuyo uso principal es el de actuar como refrigerantes. Se utiliza en aparatos eléctricos como lo son los refrigeradores, y en las cámaras frías de contenedores y otros. Los principales proveedores de este gas son también grandes corporaciones mundiales, tales como las francesas Atofina (antes ELF) y Dupont. Ambas comercializan este gas bajo los nombres comerciales de "Freón" y "Forane".

Los hidroclorofluorocarbonos, sustituyeron a los conocidos clorofluorocarbonos o CFCs, compuestos químicos en parte responsables del debilitamiento de la capa de ozono y el calentamiento del planeta. Los CFC fueron prohibidos en el año 2000 y, en los procesos industriales que los requerían, fueron sustituidos por los HCFC, los cuales son "menos dañinos", quizá una veinteaava parte según datos de SEMARNAT.<sup>4</sup>

Sin embargo, tal como lo indica el protocolo de Montreal, el gas 142B no está exento de ser un gas peligroso para el medio ambiente y está clasificado como "gas de efecto invernadero". El protocolo decidió que deberá ser completamente erradicado en su producción y uso para el año 2030 en los países más desarrollados, mientras que los países en vías de desarrollo tendrían diez años más para utilizarlos.

---

<sup>3</sup> Específicamente el parlamento inglés, a través del BSEF (Foro Científico y Ambiental para la Investigación de Brominas) ha logrado el cierre de una planta productora de HBCD, el paro temporal de una planta de PAERP y la producción de un documento de buenas prácticas de manufactura para el uso del HBCD en aplicaciones textiles y espumas de poliestireno.

<sup>4</sup> Contrariamente, la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos considera al gas 142B/R22 como un "potente" gas de invernadero (EPA:2004)

La destrucción de la capa de ozono y la consecuente sobreexposición a los rayos UVB tienen consecuencias nefastas para la salud de seres humanos y animales y en general, para el ecosistema a nivel planetario (UNEP:1998)

Entre otras se cuentan las siguientes:

- Riesgos de catarata y cáncer de piel y ojos, independientemente del color de la piel.
- Efectos en el sistema inmunológico que disminuyen la respuesta del cuerpo a infecciones y tumores, además de incrementar la incidencia de alergias y enfermedades autoinmunes
- Aumentos en la susceptibilidad de plantas a agentes patógenos
- Efectos adversos en el crecimiento, fotosíntesis, contenido proteico, pigmentación y reproducción del fitoplancton, afectando así a la cadena alimenticia en su totalidad.
- Calentamiento del planeta como consecuencia de la disminución de la capacidad de la atmósfera para procesar el bióxido de carbono.

*ii. Objetivos del análisis*

Determinar cuáles son los componentes y procesos relativos a la producción de PAERP que más contribuyen al deterioro ambiental para así establecer los primeros lineamientos dentro de un posible plan de ajuste en materia ambiental al interior de la fábrica.

*iii. Supuestos*

1. Siendo que el HBCD es un compuesto relativamente de nuevo uso, no hay información contundente que permita cuantificar los posibles daños a la salud que éste podría provocar. El Ministerio no ha desarrollado todavía un indicador que cuantifique su impacto, por lo que no ha sido tomado en cuenta para este análisis. Sin embargo, como se señaló con anterioridad, existe una preocupación creciente en lo relativo al



uso de este compuesto químico y no se descarta que pueda jugar un papel importante a la hora de realizar la evaluación final.<sup>5</sup>

2. Los otros componentes del PAERP, talco y pigmento no han sido tomados en cuenta para el análisis al considerarlos desde un principio como inocuos.

## CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO Y PROCESO PRODUCTIVO

### *Descripción*

#### ▪ **Acopio de materias primas**

El abastecimiento de materias primas para la producción de PAERP se realiza a través de transporte terrestre, principalmente (ferrocarril y camiones de carga). Las compras se realizan directamente con los fabricantes de cada producto, todos ellos multinacionales de la industria química y petroquímica.

#### ▪ **El proceso de extrusión**

Para fabricar el PAERP el poliestireno debe pasar por un proceso conocido como extrusión, el cual se define como *“un proceso de fabricación donde el plástico, previamente derretido mediante calor, es forzado continuamente por un husillo a través de un “dado” (pieza que le otorga su forma y espesor) (DMSEUI:2004)*. En el proceso específico del PAERP, los pellets de poliestireno son mezclados con una pequeña cantidad de agente nucleante (talco). Esta mezcla ingresa al extrusor principal donde es calentada mediante una serie de resistencias eléctricas, que le proporcionan la temperatura necesaria para que se derrita.

#### ▪ **El proceso de inyección de gas a alta presión**

El agente espumante (gas) se inyecta en su fase líquida mediante alta presión directamente en el extrusor principal donde se mezcla con el poliestireno

---

<sup>5</sup> Un ejercicio estimativo de los posibles daños causados por el HBCD se presenta en la sección Resultados del Análisis.

ya derretido. Un filtro es utilizado para remover impurezas de la mezcla antes de que pase al extrusor secundario. Este último se encarga de incrementar la viscosidad de la mezcla mediante un proceso de enfriado, además de proporcionarle suficiente fuerza para contener al agente espumante mientras este se expande. Ya que esta mezcla viscosa deja el segundo extrusor y pasa a través del “dado”, hace espuma y se solidifica de manera parcial. Las burbujas de gas se combinan con el agente nucleante y se forma una estructura de celdas.

- **El proceso de empaque y almacenaje**

El “dado” le proporciona su forma de placa al PAERP. Ya que éste se enfría es cortado a la medida deseada y perfilado para pasar a su fase de empaque. Se hacen paquetes de 6 placas que son cubiertas con film de polietileno estirable y flejadas para su transporte. Los paquetes son puestos en cuarentena durante 4 días para que todo el gas salga de las celdas, y finalmente pasan al almacén de producto terminado donde son guardados hasta que salen a su venta.

La Figura 1, muestra a detalle tanto la maquinaria utilizada en el proceso productivo, como las áreas de almacenamiento y el flujo de material a lo largo de la cadena productiva. También se muestra la utilización de colectores de polvo y molinos para recuperar material de segunda calidad, que después deberá de ser reciclada y almacenada para su reuso.

- **El proceso de distribución**

La producción del PAERP se realiza mediante licencia de la trasnacional Owens Corning. A través de ella se realiza la distribución a escala nacional en los Estados Unidos mediante la marca “Foamular”. Toda la producción está destinada a este país.

*¿Quién es Owens Corning?*

Es una empresa famosa por su historial de demandas al ser la principal productora de asbesto, compuesto altamente cancerígeno y que se usó con regularidad como aislante doméstico e industrial hasta hace relativamente poco tiempo.

Su historia se remonta a principios de siglo, cuando dos empresas, Owens-Illinois y Corning Glass se alían para producir la entonces novedosísima fibra de vidrio aislante, y en pocos años, pasan a convertirse en proveedores netos de la Marina estadounidense al producir panel aislante para los barcos de batalla durante la segunda guerra mundial.

Para los años cincuenta la alianza se convierte en una organización, que cotiza en la bolsa de Nueva York, produce carrocerías para General Motors y cuenta con su propio centro de investigación y desarrollo. Es una de las 500 empresas más poderosas del mundo, según la revista Forbes y reporta ventas por casi 5000 millones de dólares anuales y una utilidad neta de 115 millones de dólares para el año 2003. El rubro más importante dentro de su costo de operación es el de marketing, el cual representa casi un 10% del total. Opera fábricas de aislamiento térmico bajo licencias de marca, *joint ventures* y unidades propias de ventas, investigación y manufactura en 30 países en 6 continentes y posee una plantilla de 17,000 trabajadores.

#### ▪ **El proceso de tratamiento del producto como desecho**

En este rubro se ha considerado que el desecho del producto debería adaptarse a la normatividad vigente dentro de los Estados Unidos, en el entendido de que prácticamente el total de la producción será destinada para su consumo en este país. Un ejemplo de la legislación existente para disponer del PAERP es la del estado de Dakota del Norte, quien establece que el aislamiento de casas habitación que deben ser demolidas pueden ser considerados desechos inertes, es decir “...un desecho que no tiene el potencial de contaminar agua localizada en la superficie o debajo de la tierra, ni que tampoco puede servir como comida para insectos, ratas, ratones, etc.” (NDDH:2004) Los desechos inertes van directamente al basurero municipal o relleno sanitario y así consideraremos que se dispondrá del PAERP.

En la Figura 2 se presenta de manera gráfica el Ciclo de Vida del PAERP, empezando por la producción de sus materias primas principales (el poliestireno y el gas 142B/R22), para después mostrar la interacción entre los insumos mediante los procesos de extrusión, inyección de gas (procesos en los cuales se utiliza energía eléctrica).

Figura 1

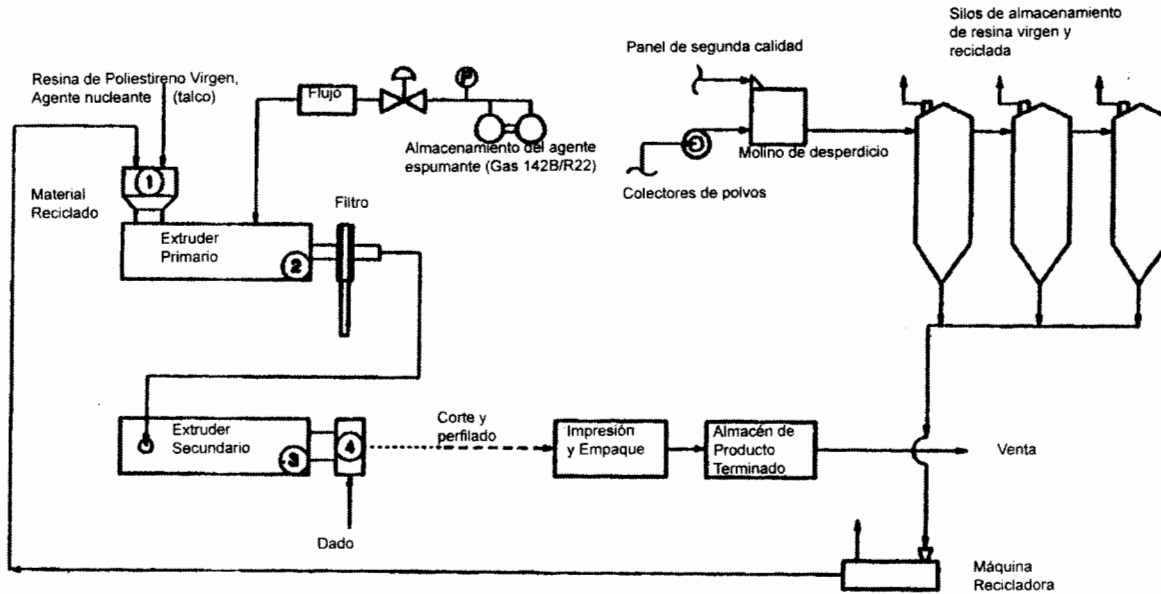
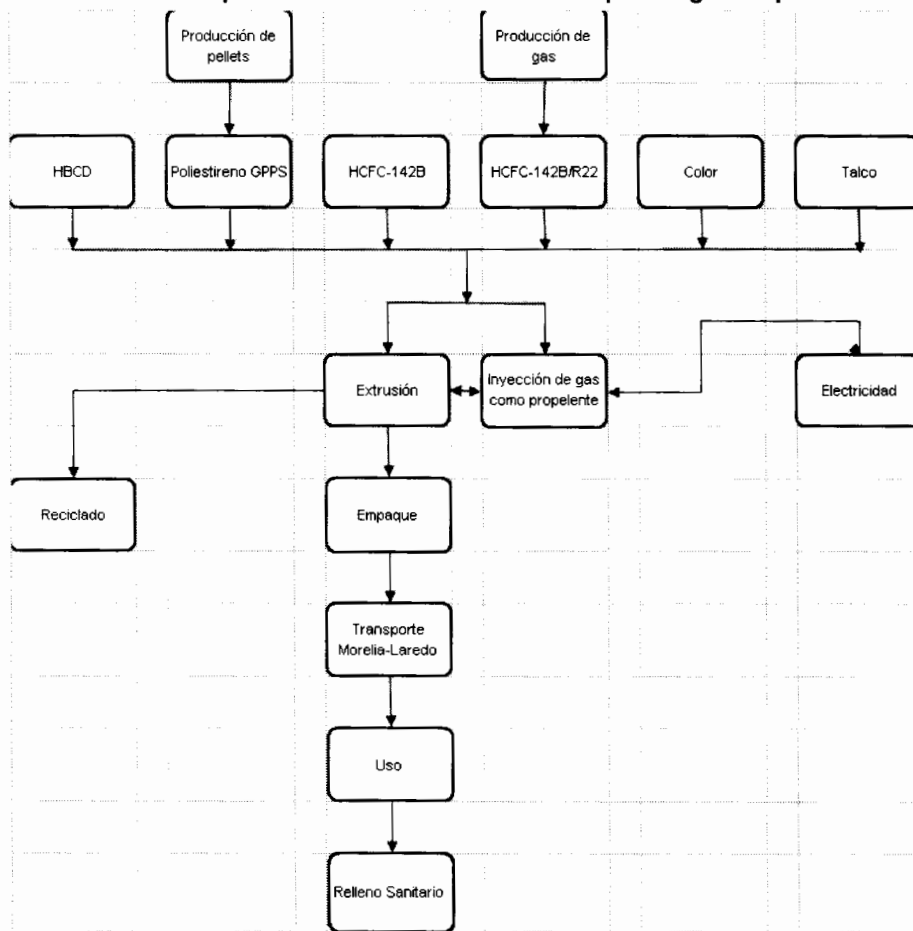


Diagrama de Flujo del Proceso de Manufactura del Panel aislante de Espuma rígida de Poliestireno. Fuente: (EPA:1993)

También se hace mención de los procesos posteriores a la fabricación del producto; el reciclado de la merma generada durante el proceso, su empaque, su transporte desde la ciudad de Morelia hasta la frontera con los EEUU, su uso como aislante térmico y finalmente, su desecho en el relleno sanitario.

**Figura 2:**  
Ciclo de vida de un panel de aislamiento térmico de espuma rígida de poliestireno.



Fuente: Elaboración propia con datos de Davis Standard, fabricante de la maquinaria utilizada en la fabricación del PAERP

**Cuadro 2:  
Cuantificación de materiales y procesos**

Sustancia	Unidades	Ciclo de Vida	Proceso	Unidades x pieza producida
<b>Poliestireno GPPS</b>	<b>kg</b>	<b>Materia prima</b>	<b>Producción de pellets</b>	2.867
Poliestireno GPPS	kg	Transformación	Extrusión	3.929
HCFC-142/R22	kg	Materia prima	Producción de gas	0.405
<b>HCFC-142/R22</b>	<b>kg</b>	<b>Transformación</b>	<b>Emisión de gas al aire</b>	0.405
	tkm	Transporte	Transporte Morelia-Laredo	4.420
	kg	Materia prima	Reciclado	1.062
	kg	Desecho	Relleno Sanitario	3.929
	kWh	Transformación	Electricidad	2.947

Fuente: Elaboración propia con datos de Davis Standard, Corp., fabricante de la maquinaria utilizada para manufactura del PAERP (2004). Unidad funcional de análisis: 1 PAERP de 3.929 kg.

## RESULTADOS DEL ANÁLISIS

### *Cálculo de impacto mediante eco-indicadores y su interpretación*

Después de identificar cada uno de los procesos involucrados en cada una de las fases del ciclo de vida del PAERP y cuantificarlos, se procedió a contrastarlos con los indicadores pertinentes para cada uno de ellos.

Los procesos que más contribuyen a deteriorar el ambiente son:

- La utilización del termoplástico poliestireno, pues en su producción se encuentra el 29.89% del total de los daños causados por el PAERP al medio ambiente
- Las emisiones a la atmósfera del hidroclorofluorocarbono 142B/R22 durante el proceso de transformación del PAERP, las cuales contribuyen con el 69.89% del total de daños.

Sumando ambos procesos estaríamos dan cuenta del 99.78% de los daños causados al medio ambiente resultado del ciclo de vida del PAERP.

Un dato interesante es que el proceso de extrusión de poliestireno contribuye sólo con un 0.17% del daño total y que el reciclaje reduce este daño en un 5.24%, lo que indicaría que el proceso de transformación realizado en planta es prácticamente inocuo. Es la materia prima utilizada la que estaría contribuyendo con el deterioro ambiental y no el proceso en sí. Si el poliestireno fuera cambiado por un plástico menos contaminante y el 142B/R22 sustituido por pentano u otro propelente no dañino para la capa de ozono, el PAERP contribuiría en mucho menor medida al deterioro ambiental.

Los procesos de transporte, generación de energía eléctrica y desecho final del producto contribuyen con un porcentaje mínimo. Cualquier mecanismo que incida sobre estos tres puntos no tendrá injerencia en el daño total que ejerce el PAERP sobre el medio ambiente local, por lo que las políticas deberán concentrarse en los componentes principales, el poliestireno y el gas 142B/R22.

Los resultados para cada uno de los componentes y los valores establecidos del eco indicador se presentan en el siguiente esquema gráfico:

En el cuadro anterior se muestra que un total de **213 toneladas de gas 142B/R22 serán descargadas anualmente a la atmósfera en la ciudad de Morelia** como consecuencia de la operación de esta planta. Para poner los daños en perspectiva, 245 toneladas de este producto, equivalen a los contaminantes generados por 82,000 automóviles circulando 19,000 km por año (DEQ:2004). Las 213 toneladas determinadas en el estudio constituyen un cálculo conservador, siendo que, si se decidiera trabajar la planta 365 días al año, las emisiones se colocarían por encima de las 250 toneladas anuales y sería considerada, bajo los parámetros del Environmental Protection Agency estadounidense, como una "fuente mayor de emisiones", sujeta a un análisis extensivo en cuanto a la tecnología utilizada para mitigar sus efectos. Cabe señalar que en el estado de Oregon, 3 instituciones dedicadas a la protección del ambiente interpusieron recursos legales en contra de la posible construcción de una planta de PAERP por parte de Owens Corning este año y han puesto en evidencia la ineficacia de la autoridad y su ceguera inicial al "*determinar que el nivel de control apropiado de emisiones para la planta es ningún control*" (Riskedahl:2004).

**Cuadro 3**

Determinación del impacto ambiental del proceso productivo del panel de espuma rígida de poliestireno mediante el método del Eco indicador. Las celdas enmarcadas en línea gruesa señalan los procesos más contaminantes.

Sustancia	Unidades	Ciclo de Vida	Proceso	Unidades x pieza producida	Unidades mensuales utilizadas	Unidades anuales	Indicador (mPt)	x pieza	mensual	anual	%
<b>Poliestireno GPPS</b>	<b>kg</b>	<b>Materia prima</b>	<b>Producción de pellets</b>	<b>2.867</b>	<b>308,624</b>	<b>3,703,485</b>	<b>370.00</b>	<b>1,060.79</b>	<b>114,190,787.37</b>	<b>1,370,286,448.42</b>	<b>43.84%</b>
Poliestireno GPPS	kg	Transformación	Extrusión	3.929	308,624	3,703,485	2.10	8.25	648,109.87	7,777,318.49	0.25%
HCFC-142/R22	kg	Materia prima	Producción de gas	0.405	17,798	213,581	240.00	97.12	4,271,616.00	51,258,392.00	1.64%
<b>HCFC-142/R22</b>	<b>kg</b>	<b>Transformación</b>	<b>Emisión de gas al aire</b>	<b>0.405</b>	<b>17,798</b>	<b>213,581</b>	<b>8,400.00</b>	<b>3,399.14</b>	<b>149,506,560.00</b>	<b>1,794,078,720.00</b>	<b>57.39%</b>
	tkm	Transporte	Transporte Morelia-Laredo	4.420	388,800	4,665,600	15.00	66.30	5,832,000.00	69,984,000.00	2.24%
	kg	Materia prima	Reciclado	1.062	92,587	1,111,045	240.00	254.88	22,220,909.97	266,650,919.66	-8.53%
	kg	Desecho	Releño Santaro	3.929	345,600	4,147,200	7.40	29.07	2,557,440.00	30,689,280.00	0.98%
	kWh	Transformación	Electricidad	2.947	259,200	3,110,400	22.00	64.82	5,702,400.00	68,428,800.00	2.19%
							<b>8,816.50</b>	<b>4,470.61</b>	<b>260,488,003.27</b>	<b>3,125,856,039.22</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de la empresa objeto de estudio.



La producción de poliestireno, la cual tiene lugar en la ciudad de Altamira, Tamps., también es un punto clave por considerar. La planta convertidora de estireno de BASF (trasnacional alemana) en esta ciudad tiene capacidad para 145,000 toneladas anuales, de las cuales, el proyecto de producción de PAERP en Morelia consumirá 3,703.

La producción de poliestireno sí está normada por la SEMARNAT y está sujeta a inspecciones, regulaciones y control de inventarios de emisiones, entre otras. Una planta de esa magnitud equivale en Químicos Orgánicos Volátiles (VOC)<sup>6</sup> a 1,500 toneladas anuales o aproximadamente la puesta en circulación de 146,000 automóviles circulando diariamente 25 km durante un año. (CCS: 2004). Las implicaciones para el ecosistema de Altamira son por demás evidentes.

Aunque no se ha incorporado de manera formal al análisis, se hace necesario comentar más ampliamente las consecuencias que puede causar el uso de hexabromociclododecano (HBCD) durante el proceso productivo. Específicamente, realizar un ejercicio estimativo de los riesgos a la salud para los directamente implicados.

La fábrica utilizará anualmente 68 toneladas de este material y la preocupación principal estriba en el contacto que los trabajadores de la planta tendrán con el producto. En cada turno, los obreros asignados a alimentar el *extruder* principal deberán estar en contacto continuo con 80 kg de este material. Tendrán que abrir 3 paquetes de 25 kg cada uno y alimentar la máquina de manera continua, por lo que seguramente habrá contacto con la piel y respirarán aire que esté en contacto con este producto al ser abierto. Aproximadamente 3 personas por turno (hay tres turnos) estarán expuestas al producto, 6 días a la semana. Esto es preocupante, considerando que en la actualidad este producto está siendo evaluado por su neurotoxicidad y ya se han encontrado rastros de éste en la leche materna en madres suecas. Ante esta situación está muy claro que debe prohibirse a todas las mujeres que trabajan en la fábrica que se acerquen a la zona donde se está trabajando con el material.

---

<sup>6</sup> Compuestos orgánicos que reaccionan con óxidos de nitrógeno bajo la presencia de luz solar formando ozono y por lo consiguiente, smog.

Derivado de los riesgos de cáncer de hígado y mal funcionamiento de la glándula tiroides debería de regularse estrictamente su manipulación dentro del área de trabajo considerando la constante exposición a la que estarán sujetos los trabajadores. Equipo de seguridad, como guantes, lentes y cubre bocas, deberán de estar disponibles para evitar cualquier contacto con este producto.

Por el momento, la planta se encuentra todavía en la fase de arranque, por lo que no ha habido hasta ahora emisiones de material. Para enero de 2005, deberá entrar en funcionamiento y se deberán comenzar a cuantificar las emisiones a partir de esa fecha.

### **Comentarios finales**

Dos comunidades mexicanas estarían siendo las principales afectadas según los cálculos realizados: la ciudad de Altamira, Tamps., donde se lleva a cabo la producción de poliestireno y por otro lado, la ciudad de Morelia, donde el gas 142B/R22 será liberado directamente a la atmósfera. Los usuarios finales del PAERP en los Estados Unidos no tendrían que sufrir más que un pequeño porcentaje del daño total. "Foamular", inclusive, ha sido aprobado bajo los rígidos parámetros del Greenguard, una asociación dedicada al análisis de productos en cuanto a su inocuidad ecológica. El producto ha sido certificado como "verde" al contener una proporción de formaldehído despreciable, lo que significa que no contamina el aire que respiran aquellos que colocan el PAERP como aislante. Todo el costo ambiental y en salud estaría siendo absorbido por las comunidades productoras.

Ante esta situación, tendría que llevarse a cabo una investigación que permitiera sustituir estos componentes. Esto inclusive se presenta como urgente, tomando en cuenta que tanto México como los Estados Unidos han firmado el protocolo de Montreal y hay un límite para el uso del 142B/R22. Esto significa que, en un espacio reducido de tiempo, el producto dejaría de venderse. Primero, su importación se prohibiría en los Estados Unidos y, más tarde, también su producción en México. Muy posiblemente, este tipo de investigaciones no son costeables para la empresa mexicana, pero seguramente un consorcio del tamaño de Owens Corning tiene todos los medios y recursos para llevarlas a cabo. Sería urgente, que las cuestiones ambientales se pusieran en la mesa a la hora de negociar considerando que la contaminación que se genera daña a

las comunidades mexicanas y no a las estadounidenses. Debería existir algún mecanismo de compensación (de tipo económico) que permitiera que, durante el tiempo en que la fábrica esté operando en esas condiciones, las comunidades afectadas se vieran favorecidas en otros aspectos.

Uno de los aspectos más cuestionables a la hora de revisar los resultados de este estudio, es la falta de preocupación por parte de las autoridades locales, (las cuales están directamente implicadas en permitir la construcción y operación de proyectos como este) para que la legislación ambiental se cumpla cabalmente y se compense y proteja a los afectados. Más allá de determinar si un producto es dañino o no en el plano general, nos ponemos a pensar en las condiciones de la comunidad en la que se localiza su fabricación. ¿Se ha cumplido o no con la legislación mínima? ¿Están conscientes los administradores de los posibles daños a la salud que el proceso productivo puede tener para los trabajadores de la fábrica? ¿Han establecido los mecanismos mínimos de seguridad para proteger a los trabajadores? ¿Está consciente la autoridad de la existencia de esta fábrica y de los componentes que utiliza? ¿Se tomó en cuenta estas cuestiones a la hora de otorgar la licencia de construcción de la misma? ¿Se llevaron a cabo todas las investigaciones necesarias y se hicieron recomendaciones en materia ambiental, sanitaria y de seguridad?

Este es un tema que preocupa sobremanera a la autora, puesto que en ningún momento fue visitada por la autoridad ni cuestionada en lo relativo a sus procesos. Tampoco hubo visita a la hora de levantar una planta de almacenamiento de gas para 55,000 litros, visible desde muchos metros, y que constituye un riesgo muy serio para la integridad de la comunidad en la Cd. Industrial.

No es posible que bajo la lógica de “promover el desarrollo local” y “fomentar la instalación de empresas” se haga caso omiso de las regulaciones sanitarias y de seguridad, y que se liberen desechos tóxicos a la atmósfera y dañinos para la comunidad que habita o trabaja dentro o en las inmediaciones de estos complejos industriales sin que exista un claro sistema de compensaciones y garantías a la integridad física de los implicados y sin duda de todas las instalaciones vecinas y sus activos.

El marco legal local es claro al respecto. La Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Michoacán de Ocampo, por ejemplo,

señala en su art. 34 que "...los responsables de la realización de obras y actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrios ecológicos en aquellas materias no reservadas a la Federación, deberán presentar una manifestación de impacto ambiental que será evaluada por la Secretaría y estará sujeta a la autorización previa de ésta y/o de los ayuntamientos correspondientes..."; así mismo, "...estarán obligados al cumplimiento de los requisitos o acciones para mitigar el impacto ambiental que pudieran ocasionar, sin perjuicio de otras autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes, y que una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental (art. 37), la Secretaría (en este caso SUMA) dictará la resolución correspondiente otorgando, negando o condicionando la autorización para la ejecución de la obra o realización de la actividad de que se trate."

Asimismo, la legislación estatal en su artículo 154, prohíbe la emisión a la atmósfera de contaminantes como humos, polvos, gases y vapores que rebasen los límites permisibles contemplados en las normas oficiales mexicanas y en las disposiciones aplicables, además de mencionar (art. 155-III) que tanto la secretaría como los Ayuntamientos deberán convenir con quienes realicen actividades contaminantes para controlar, reducir o evitar las emisiones a la atmósfera, y que a éstos se les puede requerir de la instalación y operación de equipos de control, además de la integración de inventarios de las diferentes fuentes de contaminación de la atmósfera.

No solamente a nivel estatal o federal se contemplan cuestiones de tipo medioambiental, el municipio de Morelia, por su parte, en su reglamento de protección al ambiente establece en su artículo 14 que es precisamente la protección al medio ambiente "...el principio fundamental del desarrollo municipal..."

Con esto se entiende que todas las funciones y servicios que desempeña el Ayuntamiento deberían tener como eje rector la conservación del medio y que de igual manera, deberían de ser evaluadas en este sentido (quizá mediante algún indicador que demuestre que se está trabajando en ese sentido)

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del municipio (arts. 6 y 11) tiene diversas atribuciones, entre las que se encuentran:

- Prevenir y controlar la contaminación y el deterioro ambiental de la zona urbana y rural del municipio
- La vigilancia del cumplimiento de la Ley de Equilibrio Ecológico del estado
- La evaluación de los estudios de impacto y riesgo ambiental
- El otorgamiento de licencias de emisiones a la atmósfera para establecimientos mercantiles, industriales y de servicios que operen con equipos de combustión de acuerdo con lo establecido en la NOM
- Atender las denuncias de los ciudadanos
- Realizar actividades de inspección y vigilancia.
- Determinar el monto de las sanciones económicas a los infractores.

Si efectivamente están contemplados los mecanismos de inspección y control de emisiones a la atmósfera tanto en el ámbito estatal como municipal, ¿por qué no ha habido visitas por parte de la autoridad para controlar las emisiones que pudieran derivarse de este proyecto?

Más grave aún, ¿por qué se autorizó la construcción de la nave e instalación de maquinaria sin haberse realizado ningún estudio de impacto ambiental tal como lo plantea el reglamento del Municipio de Morelia? La legislación habla en sus artículos 18 y 19 que es competencia del municipio autorizar la construcción y operación de plantas y establecimientos mercantiles, industriales y de servicios, además de que debe requerirse un informe preventivo previo al inicio de la obra o actividad o incluso una Manifestación de Impacto Ambiental. Esto es particularmente relevante si se considera que de acuerdo con su artículo 53, "...la prevención y control de la contaminación atmosférica por humos, polvos y gases en el área urbana de la ciudad de Morelia y su zona suburbana es una *prioridad* de las políticas ambientales municipales."

Tanto la ley como los reglamentos se refieren sólo a la contaminación derivada de procesos de combustión y sólo a estas actividades se refiere a la hora de hablar de inspecciones, formularios y reportes trimestrales. ¿Desconoce la autoridad la situación derivada de las sustancias que agotan la capa de ozono y cuyo uso no es como combustible sino como propelente? ¿Cómo puede ser esto posible si claramente se establece que el reglamento es coherente con el protocolo de Kyoto y otros?

En el caso de la normatividad federal para la producción de espumas de poliestireno, ¿por qué ésta establece inspecciones sólo para aquellas dónde “*también se produzca el poliestireno*” y no incluye a la microindustria? ¿Cuáles son los argumentos detrás de esta resolución? Es evidente que ningún establecimiento que se dedique a transformar el poliestireno tiene la capacidad de producir su propio plástico, siendo esta actividad prerrogativa de las grandes trasnacionales como BASF, DOW y NOVA Chemical. Con esto, la legislación estaría deslindando a prácticamente el total de empresas que utilizan el poliestireno como materia prima, y evidentemente a todas aquellas que utilizan gas como espumante principal.

No se encontró una Norma Oficial Mexicana donde se especifiquen los niveles máximos permitidos de emisiones de hidroclorofluorocarbonos a la atmósfera. En este sentido, México está a la zaga considerando que otros países están ya acelerando la prohibición de HCFC ante nueva evidencia de que su potencial de daño a la capa de ozono es similar al de los CFC. Las estadísticas indican que el uso de estas sustancias va en aumento (SEMARNAT:2004) y no existe una sola referencia a su uso, control y parámetros en la literatura revisada, sino exclusivamente su mención como “Sustancia agotadora de la capa de ozono”. Esto contrasta con la especificidad encontrada en las Leyes norteamericanas donde se establecen claros parámetros de emisiones para esta sustancia y más aún, reglas claras para la construcción, instalación y puesta en marcha de fábricas de PAERP (EPA:2001).

Dada la evidencia presentada en este proyecto, la producción de PAERP en la ciudad de Morelia debe ser evaluada por un organismo municipal que determine qué tipo de condicionantes deberá cumplir esta fábrica para continuar su operación comprometiendo lo menos posible el medio ambiente local. Esto apegándose a la normatividad establecida y sentado un precedente para nuevos proyectos de inversión que deseen instalarse en el municipio.

El desarrollo de la comunidad no puede soslayar las cuestiones de sustentabilidad ni debe de ser visualizado como un *trade off* entre lo económico y lo ambiental. El desarrollo debe ser promovido como un proceso de largo plazo, que sienta las bases para su continuidad en las generaciones que siguen y que permita armonizar los aspectos sociales y económicos, con aquellos que se refieren a la conservación del hábitat local.

Mucho se habla de los grandes pactos ecológicos llevados a cabo por los países, pero poco hay al respecto de lo que hace la comunidad en su espacio de influencia para detener su deterioro. Disminuir en 5% las emisiones mundiales a la atmósfera puede sonar lejano para el ciudadano común, pero saber que en el lugar donde él y su familia habitan, existe un lugar que contribuye a deteriorar el aire que respira y que no se está haciendo nada para detener o modificar estas emisiones, ni por los dueños, ni por la autoridad electa, muy posiblemente contribuya a que no sólo ésta, sino algunas otras voces, se alcen para defender lo que de alguna manera todavía es un bien público, un bien común: el aire.

## Bibliografía

- De Wit, Cynthia A.* Brominated Flame Retardants (2000) Swedish Environmental Protection Agency [En línea]. Disponible en: [http://www.greenstart.org/efc9/bfrs/bfr\\_pdfs/BFR\\_1\\_Swedish\\_EPA\\_2000.pdf](http://www.greenstart.org/efc9/bfrs/bfr_pdfs/BFR_1_Swedish_EPA_2000.pdf) [Consulta: diciembre 2004].
- Goedkoop et al* (1999) Annex Eco-Indicator 99. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assesment. Manual for Designers Methodology Report Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubehee [En línea]. Disponible en: <http://www.pre.nl> [Consulta: octubre 2004].
- Goedkoop et al.* (1999) The Eco Indicator 99. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assesment. Methodology Report Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubehee: 1999 [En línea]. Disponible en: <http://www.pre.nl> [Consulta: 14 octubre 2004].
- Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente del estado de Michoacán de Ocampo* (2000) [En línea]. Disponible en: <http://publicador.michoacan.gob.mx> [Consulta: diciembre 2004].
- Reglamento de Protección al Medio ambiente del Municipio de Morelia* [En línea]. Disponible en: [http://www.mimorelia.com/anuncios/reglamento\\_municipales](http://www.mimorelia.com/anuncios/reglamento_municipales) [Consulta: diciembre 2004].
- Riskedahl, Mark.* Hold Owens Corning Accountable. (2004) Oregon Live [En línea]. Disponible en: [http://www.oregonlive.com/public\\_commentary/oregonian/index.ssf?base/editorial/1102165351269170.xml](http://www.oregonlive.com/public_commentary/oregonian/index.ssf?base/editorial/1102165351269170.xml) [Consulta: diciembre 2004].
- Simonsen et al.* (2000) Brominated Flame Retardants: Toxicity and Ecotoxicity. Environmental Project No. 568 . Danish Environmental Protection Agency [En línea]. Disponible en: <http://www.mst.dk> [Consulta: noviembre 2004].

*State of Oregon. Department of Environmental Quality* (2004) Second Public Hearing, Information Meeting for Owens Corning Corporation. Proposed Air Quality Permit. Comment Deadline extended to Jan.24 [En línea]. Disponible en: [http://www.deq.state.or.us/news/publicnotices/uploaded/041210\\_312\\_260122-PN22041final.pdf](http://www.deq.state.or.us/news/publicnotices/uploaded/041210_312_260122-PN22041final.pdf) [Consulta: diciembre 2004].

*United Nations Environmental Programme Environmental* (1998) Effects of Ozone Depletion Assessment [En línea]. Disponible en: <http://sedac.ciesin.org/ozone/docs/UNEP98/UNEP98p2.html> [Consulta: diciembre 2004].