

# **APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS DE DISEÑO RESPETUOSAS CON EL MEDIO AMBIENTE A UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE FENOL Y ACETONA EN HUELVA.**

***Mena Nieto, A. <sup>1p</sup>, Capuz Rizo, S. <sup>2</sup>***

*<sup>1</sup> Universidad de Huelva.*

*<sup>2</sup> Universidad Politécnica de Valencia.*

## **SUMMARY**

In this communication, the first advances in the results of a research project for applying Design for Environment Methodologies (DFE) to a chemical industry in Huelva are shown. This factory provides the raw material needed for manufacturing a great number of products used in several economical sectors, such as those of plastics components for automobiles companies.

The main objective of our research is to contribute to make their productive processes more sustainable, with smaller consumption of resources and smaller environmental impacts, and at the same time accomplishing the functional, technical and economics expectations of the diverse users along all their life cycle. Although be laudable the fact that many chemical industries have established standardized environmental management systems, as ISO 14001 or the Regulation EMAS, the reality is that these do not guarantee the sustainability of their processes. Besides, many chemical industries, do not know the possibilities and advantages of the utilization of other environmental management methodologies, such as Ecodesign or Environmental Value Analysis.

## **RESUMEN**

En esta comunicación se presenta un primer avance de los resultados de un proyecto de investigación consistente en aplicar metodologías de diseño respetuosas con el medio ambiente a una industria química del Polo Químico de Huelva. Dicha industria proporciona la materia prima necesaria para la fabricación de un buen número de productos empleados en los procesos productivos de varios sectores económicos, por ejemplo, en el de las empresas proveedoras de componentes plásticos para el sector del automóvil.

El objetivo último de nuestra investigación es contribuir a que dichos procesos productivos sean más sostenibles, con menor consumo de recursos y menores impactos ambientales, pero satisfaciendo las expectativas funcionales, técnicas y económicas de los diversos usuarios a lo largo de todo su ciclo de vida, dado que, aunque sea loable el hecho de que bastantes industrias químicas hayan implantado sistemas de gestión medioambiental normalizados, como la ISO 14001 o el Reglamento EMAS, la realidad es que éstos no garantizan la sostenibilidad de dichos procesos. Además, muchas industrias químicas, desconocen las posibilidades y ventajas de la utilización de otras metodologías de gestión medioambiental, tales como el Ecodiseño o el Análisis del Valor Medioambiental.

## 1. JUSTIFICACIÓN

Cada vez más, nuestra sociedad continúa demandando productos químicos que satisfagan sus necesidades y contribuyan a hacer más fácil la vida de los seres humanos, y ningún indicio hace pensar que dicha tendencia cambie a corto plazo.

Por otra parte, pese a la tradicional mala imagen de la industria química, lo cierto es que una buena parte de la industria química española está realizando esfuerzos por introducir consideraciones ambientales en el diseño de sus productos y procesos. Los Sistemas de Gestión Medioambiental (SGMA), el reglamento EMAS y el denominado “compromiso de progreso de la industria química”, todos de carácter voluntario, son ejemplos de ello. Aunque, como se explicará más adelante, su implantación en una fábrica concreta no garantiza en absoluto que dicha industria química desarrolle su actividad industrial de forma “sostenible”.

Otros datos demostrativos del esfuerzo realizado por la industria química son que las inversiones destinadas al cuidado del medio ambiente han aumentado un 133% entre 1993 y 2001, hasta 186,7 millones de euros, mientras que el personal destinado a la protección del medio lo ha hecho en un 154%. La emisión de gases a la atmósfera; en el caso de los óxidos de azufre y de nitrógeno y de compuestos orgánicos volátiles y partículas sólidas, se ha reducido un 45% por unidad producida. Igualmente, los vertidos de metales pesados, fósforo, nitrógeno y demanda química de oxígeno se han reducido en un 77% por unidad producida, mientras que los residuos totales han disminuido un 23% en los últimos nueve años (FEIQUE, 2002).

Además, según el Informe Entorno 2003 sobre la Gestión Medioambiental en la empresa española, realizado por la Fundación Entorno, la industria química es el sector económico con mayor grado de compromiso con la protección del entorno y el Desarrollo Sostenible, el más proactivo y sensibilizado en materia de medio ambiente, y el líder en formación e inversiones en esta materia. (FEIQUE, 2004)

En este contexto, y tal y como está sucediendo en otros sectores económicos, el Ecodiseño o Diseño Respetuoso con el Medio Ambiente (Design for Environment), junto con el Análisis del Valor que trata de optimizar la relación entre funciones y costes de un producto, proceso o servicio, constituyen herramientas muy útiles para obtener soluciones proyectuales más sostenibles que satisfagan los intereses de la sociedad en general, de la industria química y de los consumidores en particular.

Además, la obligatoria adaptación antes del final del año 2007 de muchas instalaciones químicas a los requisitos establecidos a la Directiva 96/61/CE (IPPC) y desarrollados en España mediante la ley 16/2002, puede ser una magnífica oportunidad para que aplicar las metodologías anteriores de cara a aumentar la sostenibilidad de su actividad industrial.

A partir de ahí, se ha iniciado un proyecto de investigación en el que participan investigadores de la Universidad de Huelva y de la Universidad Politécnica de Valencia, cuyo objetivo es profundizar en la aplicación del Ecodiseño y de la Ingeniería del Valor a la industria química de Huelva., siendo nuestra intención el ir

extendiendo progresivamente los resultados de nuestra investigación a otras empresas del Polo Químico onubense.

En particular, se ha seleccionado una empresa química, ERTISA, que viene demostrando desde hace años mostrado una actitud muy positiva hacia el medio ambiente. Dicha empresa tiene implantado un sistema de gestión medioambiental siguiendo el modelo de la norma UNE UNE-EN-ISO 14001 desde 1999, se ha adherido de forma voluntaria al cumplimiento del sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales, conforme al Reglamento EMAS 761/2001 de la Unión Europea, y además, ha firmado el "compromiso de progreso de la industria química", cuyo objetivo es lograr que las empresas adheridas, en el desarrollo de sus actividades, logren alcanzar mejoras continuas en relación con la Seguridad, la Protección de la Salud y del Medio Ambiente de acuerdo con los principios del Desarrollo Sostenible, compromiso que es muy reconocido a nivel internacional. De hecho, empresas químicas de más de 46 países han firmado dicho compromiso.

## **2. BREVE DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

El centro de producción de ERTISA está situado en la provincia de Huelva, en el Polígono Industrial Nuevo Puerto de Palos de la Frontera (Huelva), disponiendo de una terminal portuaria para la recepción de materias primas y expedición de productos terminados. Además de su planta industrial, ERTISA tiene centros para la comercialización de sus productos en Madrid, Barcelona y Lisboa. Cuenta también con filiales en Gran Bretaña, Holanda y Estados Unidos.

Inicia su actividad en 1975 con la producción y venta de metilaminas y sus derivados (dimetilformamida y dimetilacetamida). En 1978 amplía su actividad y comienza a fabricar productos petroquímicos básicos, tales como fenol, acetona y cumeno. Finalmente, en 1997 inicia la fabricación de alifametilestireno.

Estos productos, de los que ERTISA es el único fabricante español, son utilizados como materia prima para la fabricación de un buen número de otros productos de demanda creciente en nuestra sociedad, tales como: compact disc, ordenadores, resinas, fibras sintéticas, disolventes para pinturas, herbicidas, fungicidas y otros, y en campos tan amplios como la industria del automóvil, farmacia, cosmética e informática.

## **3. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE LOS PRODUCTOS**

Se ha identificado el Ciclo de Vida que siguen los productos químicos objeto de la investigación, desde el inicio de su producción en ERTISA, en el Polígono Industrial Nuevo Puerto de Palos de la Frontera (Huelva), su transporte básicamente por barco desde la terminal portuaria "Reina Sofía" hasta los puertos de Cartagena, Valencia y Tarragona, su distribución mediante ferrocarril o camiones hasta varios clientes de las Comunidades Autónomas de Murcia, Valencia y Cataluña, su transformación química en policarbonatos, el empleo de éstos para fabricar diferentes tipos de productos, principalmente componentes plásticos para el sector del automóvil y el ensamblaje de los mismos en productos terminados que llegan al consumidor final.

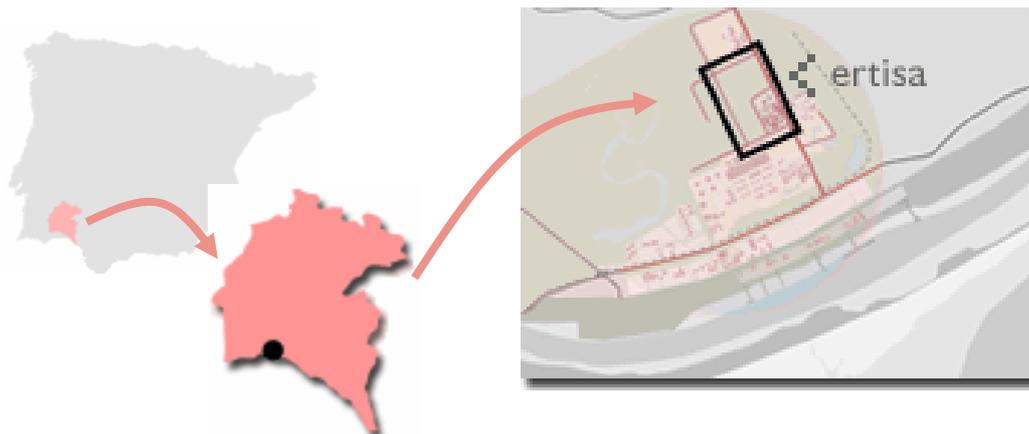


Fig. 1: Localización de la fábrica de ERTISA en Huelva

En todo proyecto es fundamental fijar los límites (el alcance) del mismo, de ahí que tengamos que realizar dos consideraciones importantes al respecto. La primera es que aunque ERTISA vende una gran parte de su producción fuera de España (Holanda, Gran Bretaña, Japón y Portugal), no obstante, el alcance de nuestra investigación se va a ceñir a sus clientes del levante español. No debe olvidarse que ERTISA es la única empresa española fabricante de fenol, acetona, metilaminas y derivados.

En segundo lugar, y tal como se aprecia en las figuras 2 y 3, propileno y benceno son las materias primas que emplea ERTISA para fabricar fenol y acetona. Siguiendo con el mismo criterio anterior, aunque el propileno puede proceder de Petrogal (Portugal) o de CEPSA y el Benceno se adquiere a Libia o a CEPSA, hemos decidido limitar el alcance de nuestra investigación y el consecuente Análisis del Ciclo de Vida a las materias primas que le llegan a ERTISA desde CEPSA mediante tuberías, ya que provienen de CEPSA-Refinería de La Rábida, empresa situada muy cerca de ERTISA, que en la práctica constituye con enorme diferencia su principal suministrador de materia prima.



Fig. 2: Planta de Cumeno

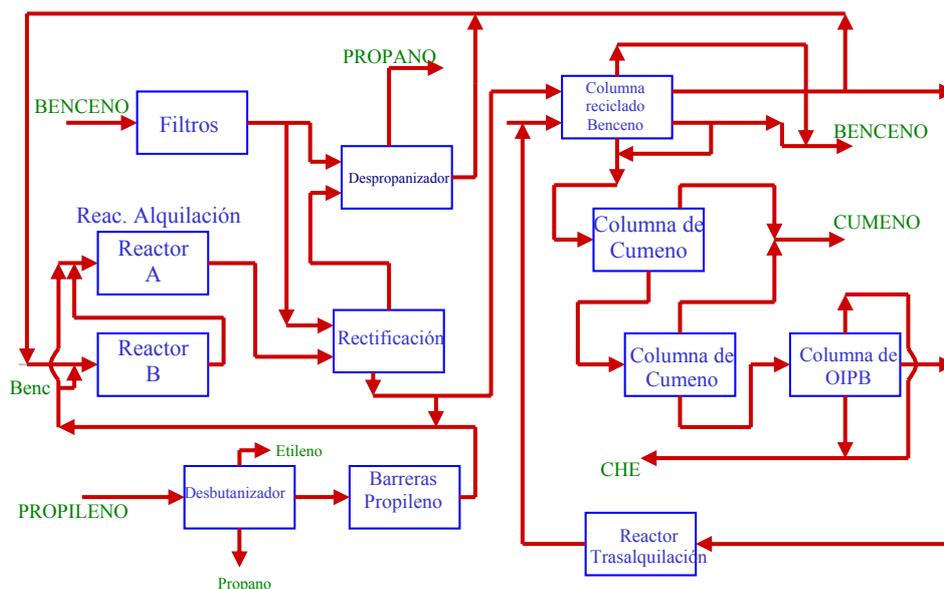


Fig. 3: Diagrama de proceso de la planta de Cumeno

Siguiendo con el ciclo de vida (ver figura 4), en la Planta de Fenol, el cumeno es oxidado con aire para obtener hidropéroxido de cumeno y posteriormente es concentrado en una planta de evaporación a vacío. El hidropéroxido de cumeno concentrado es entonces escindido a fenol, acetona y alfa-metilestireno, en presencia de ácido como catalizador; en la unidad de fraccionamiento se obtienen el fenol y la acetona, mientras que el alfa-metilestireno se purifica en una unidad independiente. Como dato, para dar idea del volumen de producción en que nos movemos, durante el año 2003, ERTISA fabricó 467.868 Tm de Cumeno, 338.313 Tm de Fenol, 211.155 Tm de Acetona y 9.130 Tm de alfa-metilestireno.

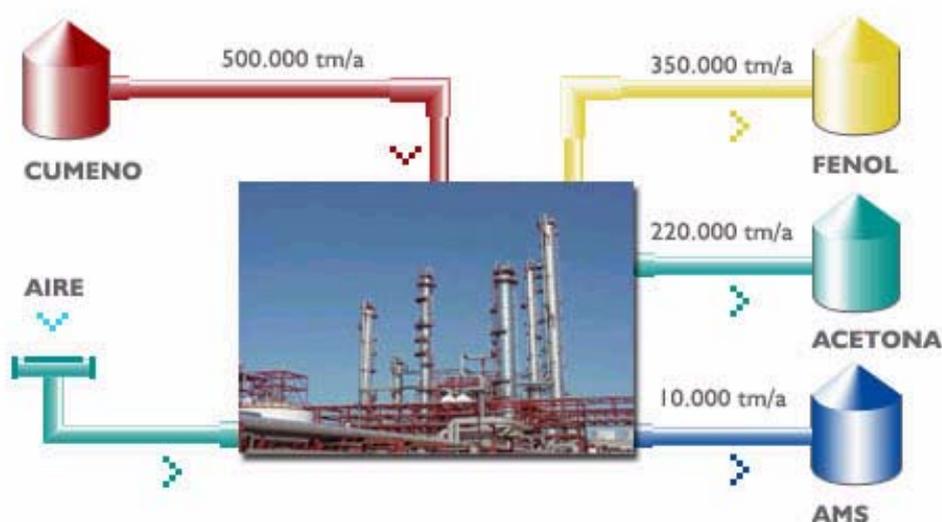


Fig. 4: Planta de Fenol, Acetona y alfa-metilestireno

El Fenol se emplea para la fabricación de resinas fenólicas: resinas de fundición, resinas de moldeo, adhesivos, laminados decorativos, fibras de vidrio y laminados industriales. Otros usos son la obtención de caprolactama (nylon), bisfenol A (base a su vez de las resinas epoxi y de los policarbonatos) así como la producción de colorantes, productos farmacéuticos, herbicidas, funguicidas, bactericidas, detergentes, antioxidantes, aditivos para aceites lubricantes y térmicos tensoactivos.

La Acetona es utilizada en la preparación de diferentes productos químicos industriales como metacrilato de metilo, isopropanol, diacetona alcohol y bisfenol A. Es un excelente disolvente para los aceites, tanto naturales como sintéticos, resinas, gomas, ceras, pinturas y barnices; por esta propiedad, es recomendada para la producción de agentes de recubrimiento, tintas de imprenta y adhesivos.

El bisfenol A constituye la base de los policarbonatos quienes a su vez constituyen la materia prima para numerosas empresas suministradoras de componentes para el automóvil, como por ejemplo, salpicaderos y revestimientos plásticos de puertas para el sector de la automoción, cerrándose el ciclo objeto de nuestra investigación.

#### **4. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES A LO LARGO DEL CICLO DE VIDA**

Se está realizando un Análisis del Ciclo de Vida (ACV) completo para evaluar el consumo de los recursos y las cargas ambientales asociadas a los productos, procesos o actividades. Se está cuantificando la energía y los materiales que se utilizan y las emisiones al medio, durante todo el ciclo de vida, para determinar y evaluar las oportunidades que pudieran mejorar la relación con el medio ambiente.

En este sentido, tomando como referencia el año 2003, se ha obtenido los principales impactos ambientales del proceso de producción de ERTISA, distinguiendo entre:

- emisiones a la atmósfera ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  y COV de los distintos focos de combustión),
- efluentes líquidos (DQO, fenoles, aceites y grasas, amoníaco y sólidos en suspensión)
- impacto sobre las aguas subterráneas,
- residuos (de fabricación, mantenimiento, inertes y asimilables a urbanos),
- residuos valorizables (aceites usados, tubos fluorescentes, cartuchos de impresoras, baterías, chatarra, lodos planta efluentes, papel y bidones metálicos),
- ruidos
- impacto sobre el suelo.

Como ejemplo, se presentan las emisiones de  $\text{SO}_2$  y de  $\text{NO}_x$ , más las cantidades de los residuos generados como resultado de la actividad industrial de ERTISA durante 2003, expresadas en cantidades por tonelada de producto final:

	SO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )		NO <sub>x</sub> (ppm)	
	Autorizado	2003	Autorizado	2003
<i>Horno gas/fuel</i>	3400	224	300	139
<i>Horno gas</i>	4300	0	300	33
<i>Caldera A</i>	4300	4	300	73
<i>Caldera B</i>	4300	3	300	91
<i>Caldera C</i>	4300	3	300	75

Fig. 5: Producción de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> por Tm de producto final  
Fuente: Declaración Medioambiental de ERTISA 2003

	2002	g/Tm	2003	g/Tm
<i>Catalizadores</i>	29 Tm	51	15 Tm	27
<i>Resinas</i>	12 Tm	22	19 Tm	33
<i>Tierras e Hidrocarburos</i>	268 Tm	474	175 Tm	304
<i>Otros</i>	246 Tm	43	521 Tm	91

	2002	g/Tm	2003	g/Tm
<i>Aceites usados</i>	2.360 Kg	4	3.460 Kg	6
<i>Tubos fluorescentes</i>	403 Kg	1	576 Kg	1
<i>Baterías</i>	3.055 Kg	5	1.585 Kg	3

	2002	g/Tm	2003	g/Tm
<i>Lodos planta efluentes</i>	1.147 Tm	2026	1.184 Tm	2062
<i>Lodos agua bruta</i>	95 Tm	169	56 Tm	98
<i>Chatarra</i>	75 Tm	132	97 Tm	169

Fig. 6: Producción de residuos por Tm de producto final  
Fuente: Declaración Medioambiental de ERTISA 2003

Obviamente, dependiendo de su composición y características, los distintos tipos de residuos generados en las plantas han sido enviados a tratamiento, reciclado o depósito, en lugares adecuados en el exterior de las instalaciones por gestores autorizados.

## 5. APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE VALOR AMBIENTAL.

El concepto de valor es el cociente entre la satisfacción de las necesidades y los recursos empleados para conseguirlos. Si en ese cociente, situamos en el denominador a los costes ambientales, estamos hablando de Análisis de Valor Ambiental. Suponiendo que se mantiene constante la satisfacción del cliente, cuanto

menores sean los costes ambientales en que se incurre en el proceso productivo mayor será el valor.

La cuestión puede plantearse como la búsqueda de la manera de satisfacer las necesidades de los clientes pero con el menor coste ambiental posible, por ejemplo, reducción del consumo de materiales, reducción del consumo de energía, reducción de residuos, etc.

Para ello, se está llevando a cabo un completo análisis funcional de los procesos de la fábrica de ERTISA, siguiendo el método propuesto en la Norma UNE-EN 12973:2000, para tratar de establecer de una forma suficientemente aproximada para los objetivos que pretende nuestra investigación, una estimación “preliminar” los costes ambientales de los productos fenol y acetona. Ello no es fácil, dado que no es fácil separar de los impactos ambientales de toda la fábrica, los debidos exclusivamente a la producción del fenol y de la acetona.

A partir de los resultados de las dos actividades anteriores se incorporarán los costes medioambientales a las celdas de las matrices resultantes de la aplicación del Análisis del Valor.

## **6. SELECCIÓN DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD Y VALIDACIÓN/ PONDERACIÓN DE DICHOS INDICADORES.**

Simultáneamente, se están analizando los indicadores de sostenibilidad técnicos, sociales, económicos y medioambientales disponibles en la bibliografía. A partir de la información anterior, y aplicando técnicas de decisión multicriterio y multiexperto, se seleccionarán de entre ellos, los más adecuados para nuestro caso, incluso pudieran proponerse adaptaciones o nuevos indicadores, caso de que se considere necesario.

A partir de estos indicadores se propondrán funciones de valor que permitan agregar los resultados del cálculo de los diversos indicadores, normalmente heterogéneos entre sí, en un *índice de contribución al desarrollo sostenible* que cumpla los requisitos de la política integrada de producto europea (IPP), es decir, que sea *relevante, riguroso y sencillo*, y que sirva para evaluar la contribución de los productos industriales a la consecución del Desarrollo Sostenible de la región donde se realiza la fabricación.

Si fuera posible, se intentará validar la propuesta de indicadores, de funciones de valor o de índices, recabando el juicio tanto de expertos, como de la sociedad de Huelva en su conjunto, mediante la constitución de un Panel de Producto (PP) con representación de todos los agentes implicados en el ciclo de vida del producto (fabricante, proveedores, distribuidores, consumidores, administración pública y grupo de investigación), siguiendo el modelo de otros paneles de producto constituidos en experiencias semejantes de otros países (Dinamarca, Suecia y Holanda).

Partiendo del perfil funcional, técnico, económico y medioambiental de los productos objeto de la investigación, y del índice de sostenibilidad (agregación de diversos

indicadores económicos, sociales y medioambientales), se evaluará su contribución al Desarrollo Sostenible. Seguidamente se propondrán objetivos de mejora medioambiental, pero también funcional, técnica y económica.

Como resultado de la investigación, se espera poder proponer algunas mejoras en el proceso industrial y en su red de distribución y comercio, de forma que sean más sostenibles. Finalmente, se intentará establecer las bases para la posible aplicación y extensión de nuestra metodología a otros productos industriales de otras fábricas de Huelva y se dará publicidad y difusión del proceso y de los resultados obtenidos en el proyecto.

## **7. LA CUESTIÓN PENDIENTE: LA INTEGRACIÓN DEL ECODISEÑO Y DE LOS SISTEMAS DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL (SGMA)**

Aunque bastantes industrias químicas tengan implantados sistemas de gestión medioambiental normalizados, como ISO 14001 o el Reglamento EMAS, la realidad es que la implantación por una empresa de un Sistema de Gestión Medioambiental (SGMA) no asegura un desarrollo sostenible de la actividad industrial, ni garantiza la sostenibilidad de sus procesos productivos, básicamente porque aunque el reglamento EMAS y la norma ISO 14001 incluyan aspectos específicos referidos al diseño de productos y procesos, lo cierto es que, en la práctica, los SGMA no dedican la atención que merecería esta función tan trascendental para la empresa. Como resultado, puede producirse “la paradójica situación de que una empresa fabrique mediante procesos limpios, productos que no lo son” (Capuz Rizo, Gómez Navarro et al. (2002, p. 234). Dicho de otra forma, aunque una empresa tenga certificado su sistema de gestión medioambiental (proceso), puede que este fabricando productos que presenten un elevado impacto ambiental a lo largo de su ciclo de vida.

Por consiguiente, las empresas debieran plantearse la necesidad de integrar el ecodiseño en dichos SGMA y en aumentar su interés en la función empresarial del diseño, interesándose por aspectos específicos del diseño en ingeniería en (engineering design).

## **CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS**

El desarrollo sostenible como principio básico para la expansión económica, no debe ser tomado como una mera declaración de intenciones, sino como una realidad que debe ser aplicada a toda y cada una de las actividades de las empresas, seleccionando las mejores técnicas disponibles para optimizar sus procesos, preservando los recursos naturales, mediante un menor consumo de materias primas y la utilización de combustibles más limpios.

Resulta plausible el hecho de que bastantes industrias químicas no se limiten a cumplir con la legislación ambiental exigible, sino que voluntariamente tengan implantados sistemas de gestión medioambiental normalizados, como ISO 14001 o el Reglamento EMAS. Sin embargo, para poder seguir mejorando la sostenibilidad de sus procesos productivos y de sus productos, resulta obligado que den un paso

más, necesitan incorporar a sus SGMA otras metodologías de gestión medioambiental, tales como el Ecodiseño o la Ingeniería del Valor Medioambiental.

Sin embargo, en el caso de la industria química, la mayoría de sus técnicos desconocen las posibilidades y ventajas de la utilización de dichas herramientas. En este sentido, este proyecto de investigación pretende aplicar y difundir dichas metodologías en una empresa modélica del sector químico que siempre ha sido pionera en la protección medioambiental, como otros investigadores ya lo están haciendo en otros sectores industriales.

Como muestra del compromiso ambiental de ERTISA, nos gustaría señalar que, aunque no tenía obligación hasta 2007 de adaptar sus instalaciones de producción a los requisitos establecidos a la Directiva 96/61/CE (IPPC) y desarrollados en España mediante la ley 16/2002, ERTISA ha adelantado dicho proceso y ha sido la primera empresa del Polo Químico de Huelva que ha obtenido la Autorización Ambiental Integrada para sus instalaciones, lo cual contribuye a facilitar el desarrollo de nuestra investigación.

Finalmente, esperamos poder desarrollar una metodología de ecodiseño adaptada a las características de la industria química. Para ello se partirá de las prácticas habituales de diseño y fabricación de la empresa, combinándose y adaptándose al enfoque del Ecodiseño, e integrando en esta nueva metodología tanto las herramientas de Análisis de Valor, como las de Análisis del Ciclo de Vida, así como los indicadores e índices que se vayan generando. Para ello, necesitaremos que el Análisis/Ingeniería del Valor tome en consideración, además de los criterios funcionales y económicos (como se ha hecho hasta ahora), también los costes medioambientales.

Además, se pondrá en marcha una red de trabajo para el desarrollo de diseños en el marco de paneles de producto, de acuerdo con la estrategia del Libro Verde de la Política Integrada de Producto Europea.

## **REFERENCIAS**

Capuz, S.; Gómez, T. et al. (2002): "ECODISEÑO. Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles". Editorial Universidad Politécnica de Valencia, Ref.: 2002.675. Valencia. ISBN: 8497051912.

Capuz, S.; Gómez, T. et al. (2003): "Diseño y fabricación de productos respetuosa con el medio ambiente". Editorial Universidad Politécnica de Valencia Ref.:2003.4261. Valencia. ISBN: 84-9705-339-7

Ertisa (2003): Declaración Medioambiental 2003.

Federación Empresarial de la Industria Química Española-FEIQUE (2002): V Informe de realizaciones del Compromiso de Progreso para el periodo 1993-2001.

Federación Empresarial de la Industria Química Española-FEIQUE (2004): La Industria Química y el Protocolo de Kioto.

Ferrer, P. (2004): Propuesta Metodológica para la aplicación del Ecodiseño, mediante la integración de las consideraciones ambientales en las técnicas de desarrollo de producto, en el marco del diseño sistemático. Tesis Doctoral. Departamento de Proyectos. Universidad Politécnica de Valencia.

Gómez, T., Capuz, S. et al. (2003): Identificación de la etapa de mayor impacto en el Ciclo de vida de un producto industrial. Proceedings del VII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. Asociación Española de Ingeniería de Proyectos-Dpto. de Proyectos de la Universidad Pública de Navarra. ISBN: 84-9769-037-0. Pamplona.

Mena, A. (2002): Normativa Española sobre Ingeniería del Valor: situación actual y perspectivas futuras. Proceedings del VI International Congress on Project Engineering. Editores: Dpto. de Proyectos de Ingeniería de la Universidad Politécnica de Cataluña y Asociación Española de Ingeniería de Proyectos (AEIPRO). ISBN: 84-600-9800-1. Barcelona.

Norma UNE-EN 12973: 2000 "*Gestión del Valor*".

Shillito, M.L. y De Marle, D.J. (1992): *Value, Its Measurement, Design and Management*. John Wiley and Sons, New York, 1992.

White Paper on the Strategy for a future Chemicals Policy COM (2001) 88 de 13 de febrero de 2001.

## **AGRADECIMIENTOS.**

El presente trabajo se enmarca dentro del proyecto de investigación "Desarrollo de una Metodología de Ecodiseño para productos industriales químicos, considerando todo su ciclo de vida, aplicando Ingeniería del Valor a la mejora de su diseño, fabricación y retiro, con criterios ecológicos, tomando en consideración los costes medioambientales y definiendo índices de sostenibilidad, en el marco de la política integrada de producto europea", financiado por el IX Plan Propio de la Universidad de Huelva (UHU2003-004-3).

## **CORRESPONDENCIA:**

Angel Mena Nieto. Departamento de Ingeniería de Diseño y Proyectos. Universidad de Huelva. Ctra. Palos de la Frontera s/n, La Rábida, 21819. Tfno. (959)017444. E-mail: [mena@uhu.es](mailto:mena@uhu.es)