

ANÁLISIS COMPARATIVO DE METODOLOGÍAS CUANTITATIVAS Y CUALITATIVAS DE ECODISEÑO. UN APOORTE PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE PRODUCTOS.

Chambouleyron Mercedes¹, Correa Erica², Pattini Andrea³, Arena Pablo⁴.

LAHV (Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda) INCIHUSA (Instituto de Ciencias Humanas y Sociales) CRICYT-
CONICET. C.C. 131 (5500) Mendoza- Argentina. Tel: 54-0621-4288797 - Fax: 54-0621-4287370
E-mail: mecha@lab.cricyt.edu.ar

RESUMEN: Las herramientas de Ecodiseño existentes para el análisis ambiental de productos apuntan, en su mayoría, al análisis del impacto ambiental de las tecnologías empleadas, dejando de lado el análisis de impacto social que las mismas tecnologías producen. Dentro de este conjunto de herramientas, están las de análisis cualitativo. Estas son en su mayoría empleadas para reemplazar el arduo análisis de cálculo, típico de las herramientas cuantitativas de análisis de impacto ambiental. En este sentido el análisis cualitativo de los impactos ambientales presenta algunas debilidades, las cuales son mostradas en el presente trabajo a través de la evaluación comparativa de dos herramientas, una cuantitativa y otra cualitativa. Los resultados de la evaluación muestran correspondencia en algunas variables, mientras que en otras no. Esta falta de correspondencia estaría evidenciando la subutilización del potencial de las herramientas de análisis cualitativo al querer utilizar las mismas como reemplazantes de las herramientas cuantitativas, en vez ser utilizadas como complemento de las mismas en la medición de aspectos que las cuantitativas dejan de lado como el impacto social de los productos.

PALABRAS CLAVE

Ecodiseño- Diseño Sustentable de Productos-herramientas de evaluación- impacto ambiental- impacto social.

INTRODUCCIÓN

La respuesta tecnológica a la falta de sustentabilidad ambiental de los actuales patrones de producción del Norte se ha volcado al desarrollo de tecnologías más eficientes y menos contaminantes. Del mismo modo las herramientas de evaluación ambiental desarrolladas, han apuntado al análisis del impacto ambiental producido por dichas tecnologías. En este sentido, herramientas tales como el ACV (Análisis de Ciclo de Vida) han hecho un importante aporte a la hora de evaluar la ecoeficiencia de un sistema, fabrica, proceso, producto, etc.

En el campo del Diseño Industrial, las herramientas de análisis tradicionalmente utilizadas, se han centrado en el estudio de los atributos de los productos durante su fase de uso tales como, calidad, confort, estética, funcionalidad, costo, etc. incluyendo en algunos casos, consideraciones referidas a los procesos de manufactura. Pero a la hora de analizar el perfil ambiental de un producto, este tipo de análisis resulta inadecuado ya que no permite conocer las consecuencias ambientales que un producto tiene durante todo su ciclo de vida (Hook, 1997). Por ello es necesario utilizar herramientas específicas de Ecodiseño. Este tipo de herramientas asisten al profesional en la disminución del impacto ambiental tanto para la explotación de la materia prima y la elaboración de los materiales, como para la manufactura, distribución, uso y disposición final del producto ya que las consecuencias ambientales del mismo se manifiestan durante todas estas fases de su ciclo de vida. Nuevamente en esta dirección el método ACV ha hecho una importante contribución dentro del campo metodológico del Diseño Industrial al ampliar el objeto de estudio desde el “producto” hasta el “ciclo de vida del producto”. Debido a esto el Análisis de Ciclo de Vida se ha convertido tanto en una metodología de trabajo como en un modo de pensamiento (Lewis,2001).

Lo dicho hasta aquí es válido para el ejercicio del Ecodiseño de productos. No obstante, es importante aclarar que el objetivo del Diseño de Productos Sustentable debe moverse más allá de la ecoeficiencia, considerando además de los impactos ambientales, los impactos sociales de la tecnología. La dimensión social dentro de los tres pilares básicos de la sustentabilidad (pilar económico, ecológico y social) ha sido la menos explorada y la mas difícil de cuantificar (Fiskel, 2001). Hoy en día la mayoría de las evaluaciones de desempeño de productos, se limita exclusivamente a la evaluación del desempeño económico y ecológico.

Este vacío en la medición del desempeño social de los productos ecológicos, se ve reflejado en el tipo de herramientas de evaluación disponibles en la actualidad. Existen dos trabajos, entre otros, dedicados a la recopilación y categorización de las herramientas de Ecodiseño disponibles en la actualidad. Uno de ellos ha sido realizado por Ursula Tischner en su libro “How to do Ecodesign” (Como hacer Ecodiseño) y otro ha sido el realizado por Helen Lewis y John Gertsakis en su libro Design + Environment (Diseño + Ambiente). Dentro de este conjunto de herramientas, están las de análisis cualitativo. Estas son en su

¹ Becaria de Posgrado, Conicet.

² Becaria de Posgrado Conicet.

³ Investigadora Adjunta, Conicet.

⁴ Investigador Asistente, Conicet.

mayoría presentadas como herramientas que permiten reemplazar el arduo análisis de cálculo, típico de las herramientas cuantitativas de impacto ambiental. Estas herramientas al ser más amigables para el Diseñador Industrial que las cuantitativas, son ampliamente difundidas propagando así sus debilidades y subutilizando sus fortalezas. Dichas debilidades son mostradas en el presente trabajo a través de la evaluación comparativa de dos herramientas, mientras que las potencialidades de las herramientas cualitativas son presentadas al final como una alternativa posible de adopción dentro del trabajo del Diseñador.

OBJETIVO

Analizar las fortalezas y debilidades de las herramientas cualitativas de evaluación del desempeño ambiental de productos, dentro de la actividad de Diseño de Productos Sustentables.

METODOLOGÍA

1. Para elegir entre las herramientas disponibles en los trabajos referenciados anteriormente, cuales se deseaba analizar, primero se las dividió en dos grandes grupos, el de las cuantitativas y el de las cualitativas.
2. Luego se seleccionó de cada grupo las herramientas más difundidas y las más comúnmente empleadas para el Ecodiseño de productos. Como ejemplo de las cuantitativas se eligió el “Análisis de Ciclo de Vida” y como ejemplo de las cualitativas se eligió una Lista de Verificación o “Checklist de Ecodiseño” y se explicó el procedimiento de cada una.
3. Luego para conocer el funcionamiento de ambas herramientas se evaluó el desempeño ambiental de tres sillas de distintos materiales.
4. Finalmente para ver que tipo de información evalúa cada herramienta, se compararon procedimientos y resultados obtenidos por cada metodología.

1. Análisis de las metodologías existentes de Ecodiseño:

Las herramientas analizadas en este trabajo corresponden a los trabajos realizados por Tischner 2000 y por Lewis et al. 2001.

Dentro del grupo de las herramientas cuantitativas se encuentran, entre otras, el ACV (Análisis de Ciclo de Vida), el MIPS (Material Intensity Per unit of Service), el CED (Cumulative Energy Demand) y los Eco indicadores. Estas herramientas evalúan el impacto ambiental del producto explicando el mismo como consecuencia del uso de sustancias y procesos, es decir la elaboración de 1 kg de polipropileno consume 80,033 MJ de energía y libera a la atmósfera 11 kg de CO₂, 6,5 kg de CO, 67 gr. de NO_x, 80gr de SO_x etc, cada una de estas sustancias impacta de diferente manera sobre el medio ambiente, por ejemplo calentamiento global, disminución de la capa de ozono, acidificación, eutrofización, etc.

Las herramientas cualitativas tales como las listas de verificación o “Checklists” de Ecodiseño, los diagramas polares o matrices de doble entrada, etc. también están orientadas a evaluar el impacto ambiental del producto, pero explicando el mismo como consecuencia de un conjunto de estrategias industriales, es decir todas las decisiones tomadas respecto de, la selección de materiales certificados, adopción de procesos limpios, vinculación con proveedores locales, organización eficientes, etc. tienen una incidencia en el desempeño ambiental del producto.

2. Descripción de las metodologías seleccionadas para el análisis

La primera herramienta analizada es el ACV (Gráfico 1). Esta es una metodología de evaluación de impacto ambiental de productos, procesos, sistemas y servicios. La misma permite realizar comparaciones objetivas de impacto entre sistemas estudiados, considerando todos los flujos de materia y energía consumidos y emitidos por el sistema durante todo su ciclo de vida (EPA, 2001). De acuerdo a la ISO 14040, las etapas de un ACV son: Definición; Inventario; Evaluación de Impactos e Interpretación.

En la etapa de definición se determina; el objetivo del análisis, se describe el sistema que se desea evaluar, se establece el contexto y límites de dicho sistema y el nivel de precisión y modo de comunicación de los resultados para una mejor interpretación de estos últimos.

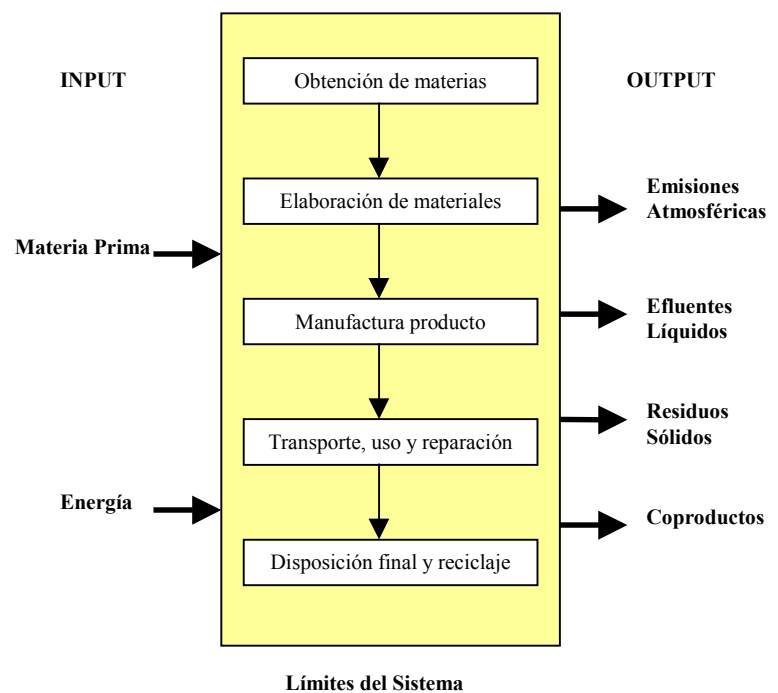


Gráfico 1. Esquema del Análisis tipo ACV

En la etapa de inventario toda la información relevante es cuantificada y organizada. Se identifican y cuantifican los insumos materiales y energéticos empleados y los desperdicios generados y liberados al ambiente.

En la etapa de evaluación de impactos, se analizan los potenciales impactos en la salud humana y en el ambiente de los recursos y emisiones identificados durante la fase de inventario estableciendo una relación entre el producto o proceso y su potencial impacto. Por ejemplo, cual es el impacto de 9 toneladas de dióxido de carbono, o de 5 toneladas de emisiones de metano liberadas a la atmósfera? Calentamiento global, deterioro de la capa de ozono, smog fotoquímico? Etc.

Finalmente en la fase de interpretación de resultados, se analiza la información obtenida y la forma mas efectiva de comunicarla.

La segunda herramienta analizada es una “Lista de Verificación de Ecodiseño”. Esta herramienta brinda información sobre el conjunto de decisiones tomadas que configuraron el desempeño ambiental del producto durante todo su ciclo de vida. Entonces lo que se evalúa, a diferencia del ACV, son estrategias en vez de sustancias. Dado que las mismas son de naturaleza muy variada, es necesario estructurar un cuestionario para poder recolectar información de manera ordenada y categorizada sobre las estrategias empleadas. Existen varios criterios para organizar el cuestionario y para categorizar las respuestas.

Fase del Ciclo de Vida	ASPECTOS AMBIENTALES					TOTAL
	Materiales	Uso de la energía	Residuos sólidos	Residuos Líquidos	Residuos gaseosos	
Premanufactura	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	
Manufactura producto	B.1	B.2	B.3	B.4	B.5	
Distribución y embalaje	C.1	C.2	C.3	C.4	C.5	
Mantenimiento y uso del producto	D.1	D.2	D.3	D.4	D.5	
Disposición final	E.1	E.2	E.3	E.4	E.5	
TOTAL						

Tabla 1. Matriz para estructurar los resultados del Checklist de Ecodiseño.

El criterio mostrado en este trabajo es el propuesto en el Tabla 1 por la matriz de doble entrada del “Kit de herramientas de Ecodiseño” (Yarwood et al. 1999). Esta matriz es llenada con los resultados de un cuestionario estructurado según; las características de los materiales empleados (casillero 1) del uso de la energía (casillero 2) de los residuos producidos (casillero 3, 4 y 5) para la fase de premanufactura (casillero A), de manufactura del producto (casillero B) y para la distribución, uso y final de vida del producto analizado respectivamente.

Para evaluar los resultados se asigna a cada respuesta un puntaje, de 1 a 5 en algunos casos o de 1 a 10 en otros. A mayor puntaje, mejor desempeño ambiental del producto. Sin embargo, al igual que el resto de las metodologías cualitativas, el puntaje asignado a las respuestas positivas se adjudica subjetivamente, por lo cual es necesario tener en cuenta que los puntajes no son representativos de la realidad. Este método es válido para la comparación de desempeños relativos entre distintos productos analizados con el mismo cuestionario.

3. Descripción de los productos analizados

Los productos analizados por ambas herramientas fueron tres sillas de distintos materiales y procesos de fabricación. Una de caño de acero curvado (gráfico 2), otra de madera torneada de álamo y totora (gráfico 3) y la tercera de polipropileno inyectado (gráfico4).

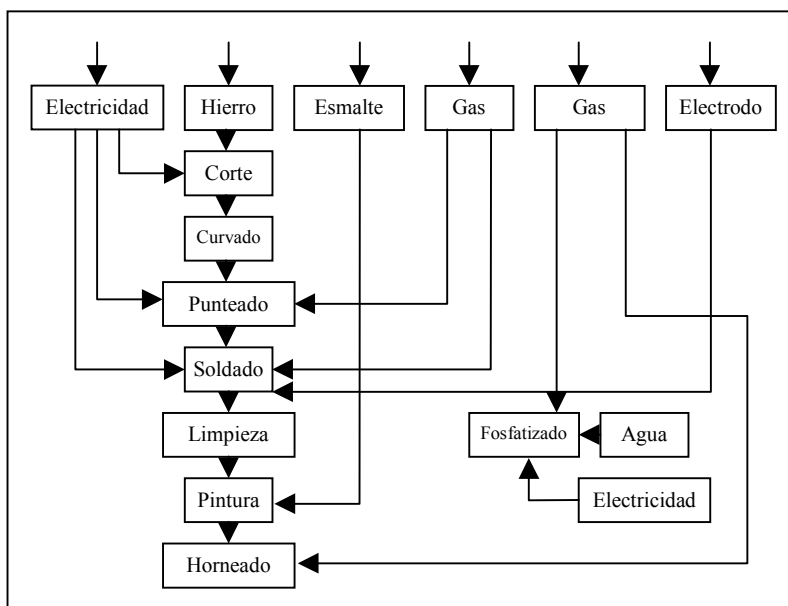


Gráfico 2

El criterio de selección de estas sillas fue que las mismas son las mas consumidas dentro del mismo sector de mercado, el del rubro gastronómico popular de las pizzerías, pancherías, heladerías, etc.

Los productos analizados están explicados en tres diagramas de flujo. Estos diagramas permiten observar las flechas que representan los insumos necesarios para llevar a cabo cada proceso considerado. Los diagramas pueden ser tan pormenorizados como profundo se desee hacer el análisis.

En caso de llevar a cabo un análisis comparativo, como este, es importante que los sistemas comparados tengan los mismos límites. En este caso para las tres sillas se consideraron datos referidos al proceso de elaboración de insumos, manufactura y transporte. El producto silla no consume energía ni genera residuos durante su fase de uso, por lo que no se consideraron datos cuantitativos para esta fase pero sí cualitativos, lo mismo para la fase de disposición final.

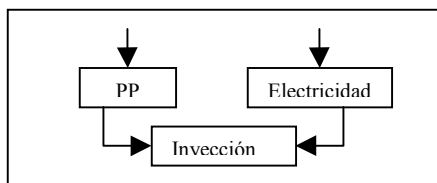


Gráfico 4

4. comparación de la información procesada por cada herramienta

En la tabla 2 se hace un análisis comparativo del tipo de datos y de información que cada herramienta analiza para cada fase del ciclo de vida de los productos evaluados.

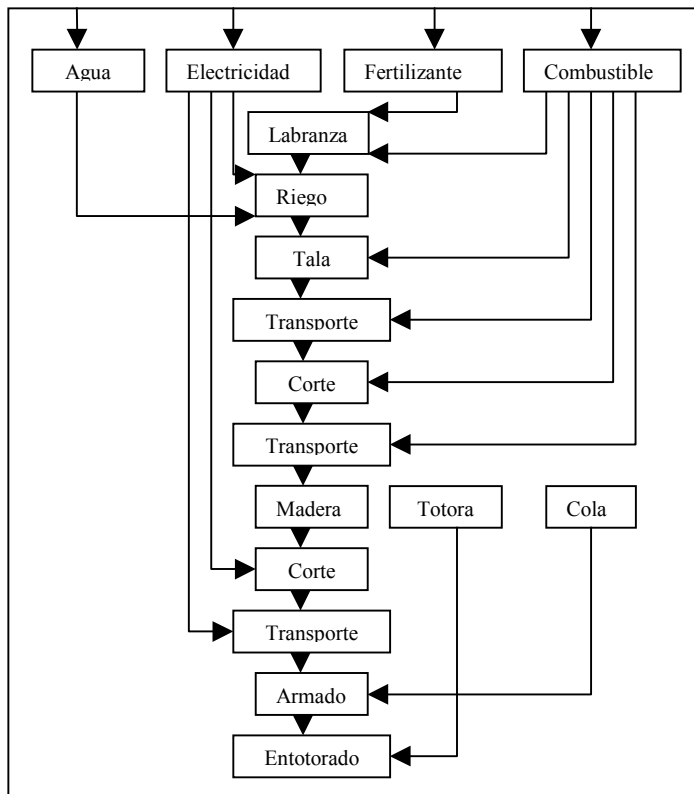


Gráfico 3

	Información procesada con el Análisis de Ciclo de Vida	Información procesada con la Lista de verificación
Premanufactura de materiales	Para la producción de x grs. de polipropileno se consumen x MJ de electricidad. Para la producción de x MJ de electricidad se emiten x Kg. de CO ₂ , de SO ₂ , etc.	Elaboración certificada de materiales. Proveedores certificados. Empresa con sistema de gestión ambiental. Eliminación de sustancias y residuos tóxicos Reutilización de energía, etc.
Manufactura de productos	Para la elaboración de una silla de metal se necesitan: x cantidad de caño, x Kg. de pintura, x MJ de electricidad, etc. La producción de energía mas la energía empleada en la producción del metal emiten x cantidad de CO ₂ y el SO ₂ . Luego el CO ₂ produce calentamiento global y el SO ₂ acidificación (lluvia ácida).	Elaboración certificada de materiales. Proveedores certificados. Procesos productivos simples y limpios. Eliminación de sustancias y residuos tóxicos Reutilización de energía, etc. Máxima resistencia del producto con uso mínimo de material. Baja producción de residuos.
Embalaje y transporte	El caño de metal proviene de una empresa a 1000 Km. de distancia, para su transporte se usa un camión con una capacidad de 10m ³ y un consumo de x lts. de gas oil cada 100Km. Estos datos brindan el consumo de gas oil por caño c/100 Km. Se cuantifica el impacto de la distancia a la cual se encuentran los proveedores.	Productos que optimizan el espacio de transporte y almacenamiento. Aprovechamiento del espacio de transporte a la ida y a la vuelta. Uso racional del embalaje. Empleo de material reciclado en el embalaje, etc.
Uso y mantenimiento	Para tapizar la silla metálica se produce goma espuma. La fabricación de esta última emite x Kgs. de CO ₂ , CO, SO ₂ . Estas emisiones se multiplican por cada reposición del tapizado. Si para fabricar una silla de PP se consumen 30 MJ de	Producto que no genera desperdicios durante su vida útil. No utiliza insumos descartables. Utiliza insumos recargables. La rotura del producto permite el reemplazo de

	energía, para cuatro reposiciones de la silla se consumirán 120 MJ.	sus partes en vez de su descarte total. No es tóxico. Es seguro, etc.
Disposición final del producto	Para hacer relleno sanitario hay que excavar fosas. Las excavadoras consumen 20lts/h de gas oil y excavan 10m ³ de tierra/h. El m ³ de basura tiene un consumo de 2 litros de gas oil. El consumo de gas oil emite CO ₂ , CO, SO ₂ y metano. El metano contribuye al calentamiento global, al smog fotoquímico, a la ecotoxicidad y a la toxicidad humana.	Producto de fácil desmontaje en partes componentes. Fácil reposición de piezas rotas. Permite actualización del diseño. Facilita reuso, reciclaje y remanufactura de sus partes. Materiales biodegradables.

5. Comparación de los resultados obtenidos.

Los gráficos 5 y 6 muestran de manera agregada los resultados obtenidos por cada herramienta. En ambos gráficos puede verse que la silla de acero es la de mayor impacto ambiental. En el extremo opuesto se encuentra la silla de madera con menor impacto ambiental.

En el gráfico 5 puede verse para cada una de las sillas, la importancia relativa de los impactos ambientales generados por el uso de los sustancia involucradas (recursos y desechos) en el ciclo de vida de cada producto. Por ejemplo se observa que el impacto ambiental más importante para la silla de acero es la Ecotoxicidad (ET), la cual se refiere a todas las sustancias que afectan la salud del ecosistema, seguido de la Toxicidad Humana (HT), la cual se refiere a todas las sustancias que afectan la salud del hombre, provocando cáncer, afectando sistema nervioso central, vías respiratorias, etc. (Chambouleyron et al. 2002).

En el gráfico 6 puede verse para cada silla el desempeño relativo de cada una en las distintas fases del ciclo de vida. Por ejemplo el mejor desempeño de la silla de madera respecto de la de PP, esta dado fundamentalmente por las acciones conducentes a optimizar su disposición final,

es decir que su diseño con materiales biodegradables permiten su fácil degradación ambiental situación contraria a la de la silla plástica. Respecto del desempeño durante la fase de manufactura la silla de polipropileno es la que hace un uso mas eficiente del material durante la manufactura ya que logra la máxima resistencia con la menor cantidad de material y con la menor cantidad de procesos productivos respecto de las otras dos sillas. La silla de madera por ser torneada produce una enorme cantidad de desperdicios durante su manufactura y la totora utilizada tiene un alto porcentaje de desperdicio por desperfectos.

CONCLUSIONES

La correspondencia de los resultados obtenidos en ambos gráficos, podría conducir a la conclusión de que el uso indistinto de una herramienta por otra para analizar impacto ambiental de un producto es adecuado. Sin embargo esto no es del todo así. Las herramientas presentadas en este trabajo realizan evaluaciones de distinto nivel de profundidad. Para una rápida orientación del sentido ambiental del producto, pueden emplearse herramientas cualitativas y cuantitativas simplificadas y de ágil operatividad. Este es el caso de la lista de verificación de Ecodiseño utilizada en este trabajo. Justamente por su rapidez operativa, esta herramienta cualitativa brinda una información superficial para una primera fase de análisis, que también podría ser obtenida con una herramienta cuantitativa de rápida ejecución como el caso de “los Ecoindicadores”.

No obstante esto, para un conocimiento real del impacto ambiental de un producto, deberá hacerse un análisis mas profundo, posibilidad que hasta ahora solo brindan las herramientas cuantitativas como el ACV. No existen herramientas mas blandas que

Resultados evaluación cuantitativa

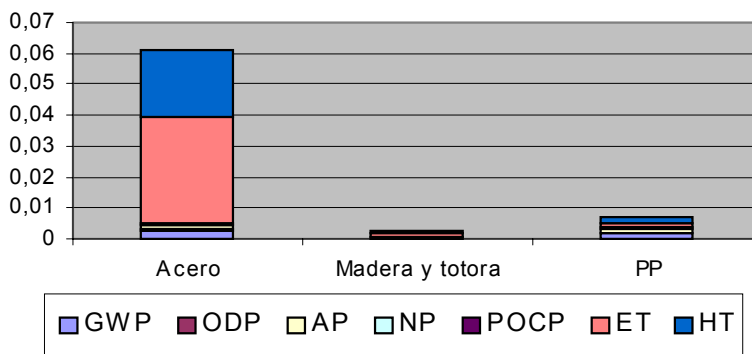


Gráfico 5

Resultados evaluación cualitativa

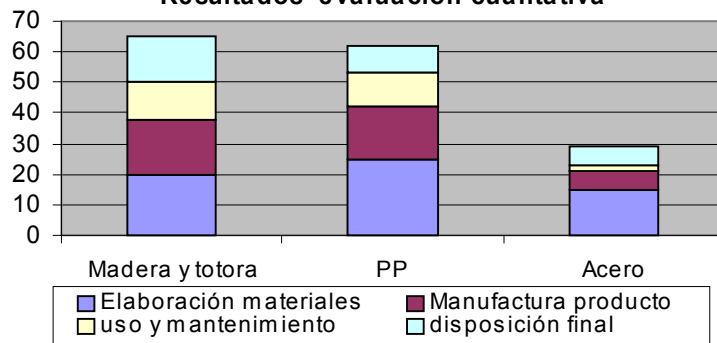


Gráfico 6

permitan un análisis profundo y amigable del impacto ambiental del producto. Esta particularidad estaría evidenciando un vacío que aún no ha sido llenado debido a la subutilización de las fortalezas de las herramientas de análisis cualitativo.

Existen aspectos ligados a la sustentabilidad del diseño de productos, que las herramientas duras como el ACV no pueden evaluar. Este es el caso de la evaluación del impacto social de los productos y de su tecnología. Aspectos tales como “dependencia tecnológica”, “inequidad social”, “desempleo”, etc. son básicos para el Desarrollo Sustentable de Productos y aún no han sido abordados estructuralmente por ninguna metodología de evaluación para Diseñadores Industriales.

Esta posibilidad de análisis de las herramientas cualitativas, permitiría finalmente superar el abordaje limitado de las existentes herramientas de Ecodiseño, centradas en evaluar exclusivamente la ecoeficiencia de los productos.

Finalmente no deberá concluirse que las herramientas blandas de evaluación ambiental no son aconsejables, muy por el contrario, permiten por un lado realizar un primer abordaje de la problemática ambiental implícita en la actividad profesional del Diseñador Industrial y por otro lado, ayudar a desarrollar un pensamiento cíclico, actividad poco habitual en el ejercicio tradicional del Diseñador.

BIBLIOGRAFÍA

- Billett, E. 1997. *Ecodesign: practical tools for designers*. Co-Design Journal. Green Design Volumen N 5/6.
- Chambouleyron, M. Arena, P. Pattini, A. 2002. Consideraciones sobre Ecodiseño para fábrica de muebles locales. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* Vol. 6, N° 2., Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184.
- Fiskel J. 2001. Measuring Sustainability in Ecodesign, en *Sustainable solutions* Capítulo 9. Greenleaf Publishing. Sheffield. UK.
- Hook, E. 1997. *LCA, Help or Jeadache?* Co-Design Journal. Green Design Volumen N 5/6.
- Jeremy M. Yarwood, Patrick D. Eagan. 1999. Minnesota Office of Environmental Assistance. *Design for the Environment, a Competitive Edge for the future. Toolkit*. Minnesota Technical Assistance Program.
- Lewis H. Gertsakis J. 2001. *Design + Environment. A Global guide to designing greener goods*. Greenleaf Publishing. Sheffield. UK.
- Tishner, U. Schmincke, E. Rubik, F. Proslar, M. 2000. *How to do EcoDesign? A guide for environmentally and economically sound Design*. Federal Environmental Agency. Verlag Form. Frankfurt.
- U.S. Environmental Protection Agency and Science Applications International Corporation. 2001. *LCAccess - LCA 101*. Retrieved from <http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/lcaccess/lca101.htm>.

ABSTRACT

The available Ecodesign tools for environmental assessment of products usually focus on environmental impacts of technologies, leaving aside the social impacts that product and process technologies produce. The qualitative assessment tools belong to this group. These tools are usually employed to replace the hard calculation task, typical of quantitative evaluations. According to this view, qualitative assessment of environmental impacts has certain weaknesses that are shown in this paper through a comparative evaluation between two tools, a quantitative and a qualitative one. In this evaluation, some results are comparable and some are not. This lack of parallelism between results could show the under use of qualitative tools strengths, when using them as substitute of quantitative tools. Thus, qualitative tools should be used instead to counterpart quantitative analysis weaknesses related to the social impact of products.