EcodAl

1er Congreso
Latinoamericano
de Ecodiseño
Santiago 2014

ISSN 0719-577X

MEMORIA ECODAL

Octubre 2014 - N°1 - Organizado por Ecodiseño.cl Ltda. Chile con la Colaboración de Cadis México y LCM Brasil.

1

1er Congreso Latinoamericano de Ecodiseño
Octubre 2014 Santiago de Chile

Memoria EcodAl N°1
1er Congreso Latinoamericano de Ecodiseño.
Octubre 2014.
Ecodiseño.cl Ltda.
Los limoneros 3558 A, Santiago de Chile.
www.ecodiseño.cl
www.ecodal.org
info@ecodal.org

Textos
Cecilia Mujica

Diseño
Cecilia Mujica

Comité Editorial
Alejandro Chacón. Director de Ecodiseño.cl Ltda. Chile.
Nydia Suppen, Directora centro CADIS. México.

1° Edición.
Ciudad de Santiago, Chile
Diciembre 2014
ISNN 0719-577X
"Mem.ECODAL" para efectos de citación y/o referencias bibliográficas.

Memoria EcodAl online
Los contenidos de esta publicación están disponibles gratuitos online,
Ingresando en: http://www.ecodal.org/memorias/

Prohibida la reproducción total o parcial de imágenes y textos. Se deja constancia que el contenido de los artículos es original y de absoluta responsabilidad de sus autores, quedando Ecodiseño.cl exento de toda responsabilidad.

EcodAl 2014

1er Congreso Latinoamericano de Ecodiseño
Octubre 2014 Santiago de Chile

Organizadores

Auspiciadores

Patrocinadores

Colaboradores

EcodAL 2014 es el primer Congreso Latinoamericano de Ecodiseño realizado entre los días 21 al 24 de octubre del año 2014 en Santiago de Chile. Participaron más de 150 personas de 29 Instituciones académicas y 28 empresas diferentes. Asistieron 10 países representando a la región y a Europa.

Sumario

Presentación

Prologo..... p.12

Palabras de Chairman y Co-Chairman EcodAl 2014..... p.14

Objetivos del Congreso..... p.15

Temáticas del Congreso..... p.16

Programa EcodAl 2014..... p.19

Comité Científico Consultivo..... p.22

Equipo Organizador EcodAl..... p.23

Estadisticas..... p.24

Capítulo 1: p.26

1. La Experiencia EcodAl..... p.28

1.1 El Lugar..... p.28

1.2 El Concepto..... p.30

1.3 Elementos..... p.30

1.3.1 Elementos de Identificación..... p.31

1.3.2 Señalética..... p.33

1.3.3 Merchandising..... p.33

1.3.4 Zona Posters..... p.34

1.4 Registro de Vivencias..... p.34

Capítulo 2: p.36

2. Ponencias..... p.38

2.1 Martes 21 de Octubre 2014..... p.38

2.1.1 MODELO DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO ASISTIDO POR HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS, COMO SOPORTE A LAS ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DEL ECODISEÑO..... p.38

País: Colombia.

Autor: Universidad Industrial de Santander.

2.1.2 LA VIGILANCIA Y ANTENA TECNOLÓGICA COMO HERRAMIENTA PARA LA INVESTIGACIÓN DE NUEVAS OPORTUNIDADES Y MEJORA COMPETITIVA EN ECODISEÑO..... p.54
País: España.
Autor: IHOBE.
2.1.3 EDUCACIÓN SUSTENTABLE EN DISEÑO, UNA PROPUESTA PARA SU IMPLEMENTACIÓN EFECTIVA..... p.63
País: México.
Autor: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
2.1.4 EL ECODISEÑO Y LA APLICACIÓN DE MODELO DE DISEÑO CONCURRENTE DESDE LA PERSPECTIVA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN LAS NUEVAS GENERACIONES..... p.76
País: México.
Autor: Universidad de Monterrey.
2.1.5 MODELO DE TRACCIÓN AMBIENTAL EN LA CADENA DE SUMINISTRO DE PRODUCTO Y/O SERVICIOS ECODISEÑADOS..... p.88
País: España.
Autor: IHOBE.
2.1.6 EL PARADIGMA DEL CAMBIO DE MODELO DE NEGOCIO COMO ESTRATEGIA DE REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN PRODUCTOS..... p.100
País: España.
Autor: IHOBE.
2.1.7 DISEÑO DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA EL DESARROLLO DE CULTIVOS ORGÁNICOS, BASADO EN PRINCIPIO DE DGS (DISEÑO GRÁFICO SUSTENTABLE)..... p.121
País: Argentina.
Autor: Laura Malavasi.
2.1.8 ANÁLISIS DE EMISIONES DE MODOS DE TRANSPORTE ALTERNATIVOS AL VEHÍCULO PARTICULAR EN LA CIUDAD DE MENDOZA..... p.137
País: Argentina.
Autor: Grupo CLIOPE, UTN Mendoza.
2.1.9 AGROLCAMANAGER: SOFTWARE PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL SOSTENIBLE EN EMPRESAS AGROALIMENTARIAS..... p.150
País: España.
Autor: IK Ingeniería.
2.1.10 PROYECTO LIFE HUELLAS: SOSTENIBILIDAD EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA FERROVIARIAS – HUELLAS DE CARBONO E HIDRÍCA..... p.158
País: España.

Autor: IK Ingeniería.

2.1.11 E2CO2CERO: CALCULANDO LA ENERGÍA EMBEBIDA Y LA HUELLA DE CARBONO DE LA EDIFICACIÓN..... p.165

País: España.

Autor: IK Ingeniería.

2.1.12 ECODISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR TÉRMICO BASADO EN LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV). CASO ESTUDIO..... p.173

País: Colombia.

Autor: Cátedra UNESCO de Ciclo de Vida y Cambio Climático.

2.1.13 OFICINA CREATIVA DE ECODESIGN..... p.184

País: Brasil.

Autor: LCM.

2.2 Miércoles 22 de Octubre 2014..... p.190

2.2.1 OPORTUNIDAD DE AGREGAR VALOR A LA CADENA LANERA..... p.190

País: Argentina.

Autor: INTI.

2.2.2 PANELES TERMOAISLANTES CON ECODISEÑO PARA VIVIENDAS SOCIALES DE ZONAS ÁRIDAS..... p.203

País: Argentina.

Autor: Arturo F. Buigues Nollens / Leonardo A. Pogrebinsky Mazarico.

2.2.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS ASPECTOS RELACIONADOS AL DISEÑO SUSTENTABLE EN LA ELABORACIÓN DE OBJETOS A PARTIR DE LA REUTILIZACIÓN DE RSU..... p.213

País: Argentina.

Autor: INTI.

2.2.4 SISTEMA DIDÁCTICO DE ENCUADERNACIÓN AUTOMÁTICO PARA LA REUTILIZACIÓN DE PAPEL ENFOCADO EN ETAPA DE EDUCACIÓN BÁSICA SEGUNDARIA Y MEDIA..... p.227

País: Colombia.

Autor: Universidad Industrial de Santander.

2.2.5 PRINCIPIOS DEL DISEÑO SUSTENTABLE Y SU CONSIDERACIÓN EN LAS ACTIVIDADES DEL CENTRO DE DISEÑO INDUSTRIAL..... p.233

País: Argentina.

Autor: INTI.

2.2.6 CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA Y ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN PARA UN CAMPUS..... p.238

País: Chile.

Autor: Universidad de los Lagos.

2.2.7 MINIMIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES A TRAVÉS DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS Y ECOINNOVACIÓN..... p.262

País: Chile.

Autor: NBC PUCV.

2.2.8 DESARROLLO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PILOTO DE MEDICIONES CLIMÁTICAS BAJO LA VISIÓN DEL ECODISEÑO PARA LA ARQUITECTURA SUSTENTABLE..... p.267

País: Argentina.

Autor: Arturo F. Buigues Nollens / Leonardo A. Pogrebinsky Mazarico.

2.2.9 IDENTIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS SOSTENIBLES APLICABLES EN LA VIVIENDA EN VILLAVICENCIO..... p.282

País: Colombia.

Autor: Corporación Universitaria del Meta.

2.2.10 INTEGRACIÓN DE CRITERIOS AMBIENTALES EN EL DISEÑO DE LOS MÓDULOS NATURPANEL ALJIBE ® PARA FACHADAS VEGETADAS..... p.295

País: España.

Autor: Universidad Politécnica de Madrid.

2.2.11 COMO INCIDE LA INVESTIGACIÓN DE LA TECNOLOGÍA AMBIENTAL EN LA PROYECCIÓN Y LA INTERVENCIÓN DE LA ARQUITECTURA NUEVA Y EXISTENTE, COMO HERRAMIENTA DE ENSEÑANZA..... p.306

País: Colombia.

Autor: Corporación Universitaria del Meta.

2.2.12 ECÓMETRO: HERRAMIENTA DE ECODISEÑO PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE EDIFICIOS..... p.317

País: España.

Autor: Asociación Ecómetro.

2.2.13 CALCULO DE HUELLA DE CARBONO PARA UN CAMPUS SUSTENTABLE..... p.329

País: Chile.

Autor: Universidad de los Lagos.

2.2.14 DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRADO DE SOLUCIONES SOSTENIBLES PARA EL BIENESTAR DOMÉSTICO..... p.343

País: Italia.

Autor: Politécnico de Torino.

2.2.15 REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL VASO DE CAFÉ 9 OZ, MEZCLADOR Y PORTAVASOS A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS DE ECODISEÑO..... p.353
País: Colombia.
Autor: Universidad El Bosque.
2.2.16 DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO BIFUNCIONAL INTEGRADO A EDIFICIO UNIVERSITARIO..... p.368
País: Argentina.
Autor: UTN-Mendoza.
2.2.17 DISEÑO SISTÉMICO APLICADO A LOS DERIVADOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR: LA PANELA EN COLOMBIA..... p.378
País: Colombia.
Autor: Sergio Ortiz / Catalina Minotta / Verónica Vergara.
2.2.18 DISEÑO DE UNIDAD SANITARIA PARA BAÑOS DONDE EL AGUA GRIS DEL LAVAMANOS ES REUTILIZADA EN DESCARGAS DEL CISTERNA DEL INODORO PARA UNA NUEVA PROPUESTA DE VIVIENDA SUSTENTABLE..... p.388
País: Chile.
Autor: Universidad de los Andes Venezuela.
2.2.19 PROYECTO AUTOMÓVIL SOLAR EOLIAN..... p.402
País: Chile.
Autor: Universidad de Chile.

Capítulo 3: p.406

3. Actividades..... p.408
3.1 Paneles Temáticos..... p.408
3.1.1 Datos para Ecodiseño..... p.408
3.1.2 Docencia y Ecodiseño p.413
3.1.3 Habitar Sustentable..... p.416
3.1.4 Consumo Responsable..... p.420
3.2 Workshops..... p.421
3.2.1 Artesanía Y Ecodiseño..... p.421
3.2.2 Economía Cero Carbono..... p.422
3.2.3 O:ECO Herramienta de Ecodiseño..... p.422
3.2.4 Diseño y Ecoinnovación..... p.423

3.2.5 Enfoque de Ciclo de Vida y Análisis de Ciclo de Vida..... p.424

3.3 Charlas..... p.424

3.3.1 Moda Sostenible / SlowFashion..... p.425

3.3.2 Ecodiseño y Certificación..... p.425

3.3.3 Materialoteca, Perfil Ambiental de los Materiales..... p.426

Capítulo 4: p.427

4. WIED..... p.429

Red Latinoamericana de Ecodiseño..... p.433

Conclusiones..... p.435

Prologo

El Primer Congreso Latinoamericano de Ecodiseño **Ecodal 2014** reunió en Santiago de Chile a un numeroso grupo de interesados y expertos en Ecodiseño, del 21 al 24 de Octubre de 2014 en Casa Loyola, una hermosa casona de ejercicios espirituales construida a comienzos del siglo XX en la comuna de Padre Hurtado, ubicada a 20 kilómetros de la ciudad de Santiago de Chile, para conocer y compartir saberes y experiencias relacionados con Ecodiseño.

Este congreso partió tímidamente, como un idea que se fue gestando en conversaciones de pasillo y en los descansos en congresos internacionales, con el objetivo de brindar un espacio específico de Ecodiseño para actores interesados de toda Latino América, con expectativas de reunir inicialmente a un grupo objetivo de alrededor de 50 personas. El resultado final, luego de más de un año de preparación y mucho trabajo, fue una reunión de más de 150 personas de 10 países de toda Latino América y Europa, con expertos del mejor nivel mundial, con ponencias de más de 30 Papers de investigación y presentación de experiencias, con charlas y talleres interactivos de variados temas relacionados con Ecodiseño y sostenibilidad, así como la realización de un Workshop Internacional de Ecodiseño, WIED, orientado a estudiantes universitarios para que pudieran experimentar la aplicación de las metodologías de Ecodiseño con productos de empresas reales, apoyados con la guía de los expertos que participaron del mismo congreso.

Este evento nos brindó la oportunidad de encontrarnos y de conocer de cerca a los principales expertos en Ecodiseño de Latino América y de Europa (de habla hispana), quienes compartieron parte de su experiencia y su quehacer actual, lo que nos permitió mirarnos, ver lo que tenemos y lo que nos falta, y empezar a buscar qué podemos hacer en Latino América para introducir la metodología de Ecodiseño con miras al desarrollo de productos más limpios, revisando los resultados obtenidos en países de Europa que van más avanzados que nosotros en estos temas, reconociendo el enorme potencial que tenemos en nuestro continente para aportar ideas y soluciones de productos y servicios para todo el mundo.

El principal objetivo de este primer congreso fue "despertar el Ecodiseño por toda Latino América", para dispersar por todo el continente el mensaje de que es posible rediseñar los productos y servicios que actualmente usamos a diario para que tengan un impacto ambiental mucho menor a lo largo de todo su ciclo de vida, que ya tenemos a disposición las herramientas y las metodologías necesarias, así como los datos técnicos que nos permiten actuar con una base sólida en la tarea de rediseñar para un mundo mejor, más limpio y sostenible en el tiempo.

El resultado de Ecodal 2014 es el que podrás vislumbrar a lo largo de esta memoria, ya que el resultado humano a través de todas las reuniones, conversaciones en los jardines y arriba de la gran terraza del tercer piso, son imposibles de transmitir por este medio.

Los animamos activamente a que sigamos trabajando en conjunto para ir incorporando estas metodologías que aportan con un granito de arena para el desafío de bajar los impactos ambientales de los productos y servicios que utilizamos todos los días.

Un gran saludo desde Chile a todo nuestro hermoso continente.

Palabras de Chairman y Co-Chairman EcodAl 2014

El deseo de poder compartir con la mayor cantidad posible de actores e interesados en Ecodiseño de nuestro continente y el mundo, para conocer de cerca lo que están haciendo actualmente, lo que están impulsando para el futuro cercano y lo que están soñando para los próximos años, todos juntos por unos días bajo un mismo techo, fue la experiencia que logramos plasmar en este congreso EcodAl 2014.

Fue una experiencia maravillosa, increíble, tremenda e inolvidable, por todo lo que significó y por todas las oportunidades y los alcances que esperamos fructifiquen a partir de este primer Congreso Latinoamericano de Ecodiseño.

Como alguien dijo al final del congreso, "fue como subir un gran cerro"; requiere trabajo y esfuerzo para llegar arriba, pero una vez ahí la recompensa es grandiosa. Un enorme trabajo y esfuerzo de equipo realizado por todos quienes participamos de Ecodal 2014, tanto los organizadores, los expertos y los asistentes. A todos ellos, muchas gracias!!!

Alejandro Chacón Aguirre
Chairman EcodAl 2014,
Ecodiseño.cl, Chile.

Estimado participante:

Unir esfuerzos en cambiar los patrones de consumo y producción desde la concepción de un producto, es para mí, uno de los logros principales de EcodAl. Compartir visiones, sueños, metodología y ciencia alrededor del Ecodiseño fue el eje central en el evento, en donde todos aprendimos y nos comprometimos por avanzar hacia un consumo y producción sustentable en América Latina.

Hemos dado el primer paso, sobre todo en la construcción de una red que permitirá despertar el concepto de Ecodiseño en el ciclo de vida para poder ser más eficientes y estratégicos en el uso de nuestros recursos, aunado con una visión cultural tan rica e importante en América Latina. Sigamos Ecodiseñando!

Nydia Suppen Reynaga
Co-Chairman EcodAl 2014,
CADIS, México.

Objetivos del Congreso

Los objetivos de EcodAl 2014 son los que se describen a continuación, los que fueron consensuados por el Comité científico consultivo.

General

Difundir el Ecodiseño como una metodología de diseño de productos y servicios para el desarrollo sostenible, con el fin de promover el consumo y la producción sostenible en el ámbito público y privado en toda Latinoamérica

Específicos

- Conocer experiencias e investigaciones en Ecodiseño y temas asociados, presentar el estado en Latinoamérica y el mundo en esta materia.
- Crear capacidades en profesionales, técnicos, académicos y estudiantes, capacitar en torno al Ecodiseño y sus herramientas asociadas para adquirir conocimientos técnicos, guiados por actores relevantes de diversos países.
- Difundir en tomadores de decisión, públicos y privados, los beneficios y oportunidades que brinda el Ecodiseño en el desarrollo de políticas públicas y en el ámbito privado.
- Consolidar una "Red Latinoamericana de Ecodiseño" con el objetivo de sentar las bases para una red de intercambio de experiencias y de conocimientos para el fortalecimiento de la metodología en nuestro continente.

Temáticas del Congreso

Detectamos tópicos que delinean las áreas de interés en la aplicación del Ecodiseño. Al ser un tema poco desarrollado en América Latina, innovador y que por tanto presenta conceptos nuevos y en cierta forma desconocidos, nos planteamos que en este congreso fuese tan importante la investigación como la aplicación de Ecodiseño en proyectos reales, así también las experiencias en políticas públicas para el Ecodiseño.

Con estas temáticas como contexto se envió la invitación para presentación de papers y proyectos. El objetivo fue mostrar claramente a los asistentes y tomadores de decisión de qué se trata, cómo se aplica y cuáles son los beneficios del Ecodiseño.

Tópico 1 Herramientas de evaluación de impactos ambientales y sociales para Ecodiseño

- ACV para Ecodiseño.
- ACV Social y Ecodiseño.
- Herramientas alternativas al ACV para Ecodiseño.
- Modelos de dispersión y Ecodiseño.
- Modelos matemáticos y Ecodiseño.

Tópico 2 Datos para Ecodiseño

- Ecoindicadores y Ecodiseño.
- Huellas ambientales para Ecodiseño (ecológica, de carbono e hídrica).
- Selección y ajuste de datos para Ecodiseño.
- Otras herramientas de valoración ambiental para Ecodiseño.

Tópico 3 Nuevos materiales y tecnologías sostenibles

- Investigación y aplicación de nuevos materiales para Ecodiseño
- Ecomateriales.
- Nuevas tecnologías y procesos productivos con menores impactos ambientales.
- Prevención y tecnologías relativas al reciclaje.
- Reutilización y reincorporación de flujos de recursos y emisiones al ciclo de vida de productos y servicios.

Tópico 4 Diseño y sostenibilidad

- Ecodiseño para diseñadores.
- Diseño para el comportamiento
- El Diseño como factor de cambio de las conductas
- Diseño para el consumo y prácticas sostenibles.
- Estrategias de diseño para fin de vida.
- Ecodiseño y Ecoinnovacion.
- Ecodiseño en la industria de la moda.

- Ecodiseño y Biomimetica (o biomimesis).
- Ecodiseño en la industria gráfica.

Tópico 5 Políticas públicas para fomentar el Ecodiseño

- Compras y contrataciones públicas verdes.
- Apoyo para la aplicación de Ecodiseño.
- Políticas públicas exitosas y no exitosas.
- Regulaciones e incentivos para la aplicación de Ecodiseño.
- Aplicación de la REP (Responsabilidad Extendida del Productor) y Ecodiseño.
- Políticas de carbono neutral.
- Armonización de normas y leyes sobre Ecodiseño.

Tópico 6 Enseñanza e investigación en Ecodiseño

- Enseñanza del Ecodiseño (en la Universidad, formación técnica y formación escolar).
- Metodologías, estrategias y herramientas de enseñanza del Ecodiseño.
- Investigación y estrategias para la sostenibilidad desde la enseñanza.

Tópico 7 Nuevos patrones de consumo

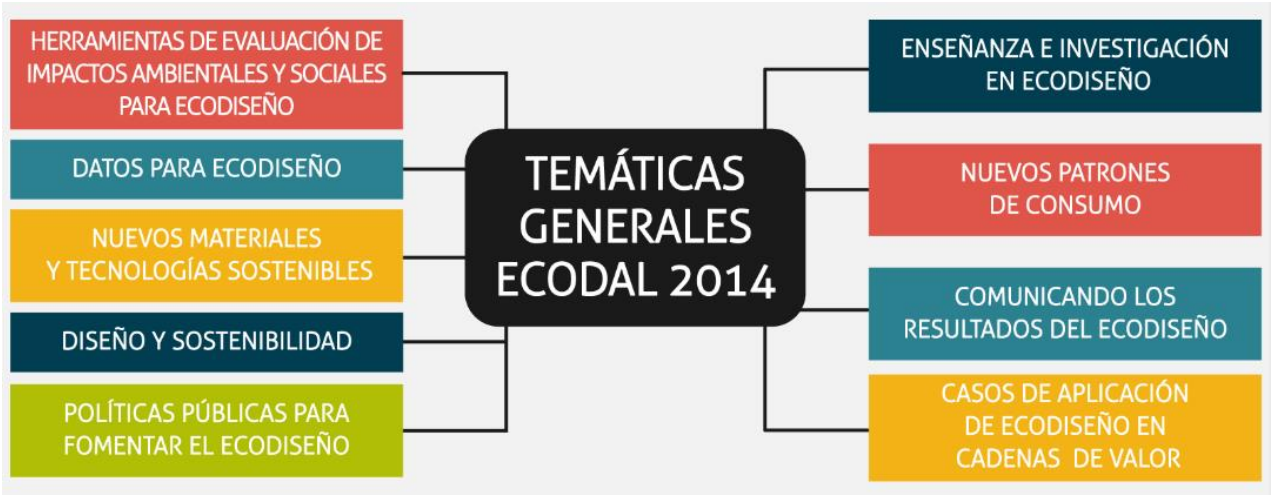
- Aceptación social de productos y servicios de Ecodiseño.
- Conducta ambiental de los consumidores ante productos ecodiseñados.
- Posibilidades y/o límites del consumo sostenible y su relación con el Ecodiseño.
- Cambio cultural y Ecodiseño.

Tópico 8 Comunicando los resultados del Ecodiseño

- Comunicar las mejoras de productos y servicios ecodiseñados.
- Herramientas y medios de comunicación para productos y servicios ecodiseñados.
- Marketing verde y Ecodiseño.
- Greenwashing y Ecodiseño.
- Certificaciones y norma ISO 14.006 de Ecodiseño.
- Familia ISO 14.040 de ACV y Ecodiseño
- Ecoetiquetas tipo I, II y III de productos y servicios en productos y servicios ecodiseñados.

Tópico 9 Casos de aplicación de Ecodiseño en cadenas de valor

- Ejemplos de productos ecodiseñados con impacto en la cadena de valor.
- Ejemplos de aplicación de RSE que hayan generado productos o servicios ecodiseñados.
- Ecodiseño en Turismo sustentable.
- Ecodiseño en Arquitectura y construcción sustentable.
- Ecodiseño en Transporte sustentable (Green logistic).
- Ecodiseño en la Industria agroalimentaria sustentable.
- Ecodiseño y ecología industrial.
- Ecodiseño en ambiente de cultura y deporte, etc.


HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES PARA ECODISEÑO
DATOS PARA ECODISEÑO
NUEVOS MATERIALES Y TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES
DISEÑO Y SOSTENIBILIDAD
POLÍTICAS PÚBLICAS PARA FOMENTAR EL ECODISEÑO
TEMÁTICAS GENERALES ECODAL 2014
ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN ECODISEÑO
NUEVOS PATRONES DE CONSUMO
COMUNICANDO LOS RESULTADOS DEL ECODISEÑO
CASOS DE APLICACIÓN DE ECODISEÑO EN CADENAS DE VALOR

Programa EcodAL 2014

El programa del congreso estuvo marcado por tres grandes hitos:

- La inauguración, realizada en la SOFOFA (Sociedad de Fomento Fabril) y en la cual se dio a conocer el congreso ante la prensa y autoridades de gobierno.
- En segundo lugar y como cuerpo central de los contenidos y actividades realizadas, fue el congreso en sí, el cual se realizó en Casa Loyola en Comuna de Padre Hurtado, Santiago de Chile.
- Por último se realizó un seminario de cierre, en el auditorio central de la Universidad Andrés Bello, organizado por el Ministerio del Medio Ambiente en el cual expusieron parte de los expertos invitados a EcodAL, además de resultados de las actividades generadas en Casa Loyola.

Programa Congreso

Lunes 20 de Octubre 2014

Bloque / Horario		Auditorio Sofofa
Mañana	10:00 – 12:00	Inauguración, Lanzamiento del congreso ante la prensa

Martes 21 de Octubre 2014

Bloque / Horario		Salón	Sala W1	Sala 100	Sala W2 / Ala B	Sala 50	Zona WIED / Ala B
Mañana	9:00 – 10:00	Recepción y Registro					
	10:00 – 11:00	Inauguración y presentación de actividades del congreso y WIED					
	11:00 – 12:00	Charla Magistral, tema: Ecodiseño y Sostenibilidad					
	12: 00 – 13:00	Vino de honor					
13:00 – 14:30	Almuerzo						
Tarde	14:30 – 16:30	Presentación papers		Presentación papers		Workshop **Artesanía y Ecodiseño** Juan F. Enríquez	Definición de grupos de trabajos
	16:30 – 16:45	Descanso para café					
	16:45 – 18:45		Workshop **Economía Cero Carbono** José P. Rojas	Workshop **Enfoque de Ciclo de Vida** Nydia Suppen / Marcela Godoy / Cecilia Mujica		Workshop **Artesanía y Ecodiseño** Juan F. Enríquez	Definen Sistema Producto
	19:00 – 20:00	Actividad cultural cierre de jornada "Merkén"					
20:00 – 21:00	Cena						

Miércoles 22 de Octubre 2014

Bloque / Horario		Salón	Sala W1	Sala 100	Sala W2 / Ala B	Sala 50	Zona WIED / Ala B
Mañana	9:00 – 11:00	Workshop **ACV** Nydia Suppen/ Cecilia Mujica		Presentación papers	Panel Temático **"Datos para Ecodiseño"** Felipe Célery / Claudia Peña	Charla **"Materialoteca – Perfil Ambiental de Materiales"** Guillermo Canale	Definen Puntos críticos
	11:00 – 11:15	Descanso para café					
	11: 15 – 13:00	Presentación papers	Panel Temático **"Docencia y Ecodiseño"** Félix Maldonado / Oscar Cuervo		Charla **Nuevos Patrones de Consumo** Carola Moya / Gabriel Cereceda		Desarrollo de Proyecto / Congreso
13:00 – 14:30	Almuerzo						
Tarde	14:30 – 16:30	Presentación papers	Charla **"Ecodiseño y Certificación"** Rubén Carnerero	Workshop **OECO** Oscar Cuervo	Panel Temático **"Ecodiseño e Industria Textil"** Gema Gómez / Carola Moya	Panel Temático **"Habitar Sustentable"** Bárbara Rodríguez / Marco Gutiérrez	Desarrollo de Proyecto / Congreso
	16:30 – 16:45	Descanso para café					
	16:45 – 18:45	Charla **"Emprendimiento Sustentable"** Humberto Salinas	Panel Temático **"Consumo Responsable"** José Manuel Melero / Gabriel Cereceda	Workshop **Diseño y Ecoinnovación** Nicola Centarola / Americo Guelere	Charla **"Proyecto Fieltro"** Raquel Ariza		Desarrollo de Proyecto / Congreso
	19:00 – 20:00	Espacio de Relajo					
20:00 – 21:00	Cena						

Jueves 23 de Octubre 2014

Bloque / Horario		Salón Principal	Zona WIED / Ala B
Mañana	9:00 – 10:30	Mesa de conclusión paneles temáticos, Gestión estratégica del Ecodiseño	Preparación de Laminas finales
	10:30 – 11:00	Descanso para café	
	11:00 – 13:00	Constitución de la Red latinoamericana de Ecodiseño	
13:00 – 14:30	Almuerzo		
Tarde	15:00 – 16:30	Exposición de Resultados Proyectos WIED	
	16:30 – 17:00	Deliberación de Jurado	
	17:00 – 18:00	Premiación	
21:00 – 00:00	Cena de gala congreso		

Viernes 24 de Octubre 2014

Bloque / Horario		Auditorio Universidad Andrés Bello
Mañana	9:00 – 13:00	Seminario de cierre MMA

Programa Seminario

XI Seminario de valorización de residuos
Ecodiseño: una herramienta para la prevención de residuos

24 de Octubre de 2014
Universidad Andrés Bello, Bellavista 121, Santiago

8:30 - 09:00	Registro de participantes
09:00 - 09:10	Bienvenida **Marcelo Mena** **Sub-secretario del Ministerio del Medio Ambiente**
09:10 - 09:20	Bienvenida **Alejandro Chacón Aguirre** **Director de Ecodiseño.cl Ltda. Chile. Chairman de EcodAl 2014**
09:20 - 09:50	Proyecto de ley de residuos **Maritza Rojas** **Ministro de Medio Ambiente**
09:50 - 10:20	Integración de la Sostenibilidad en la cadena de valor: facilitando la REP a través del Ecodiseño **José María Fernández Alcalá** **Director del Centro de Ecodiseño del IHOBE, Gobierno Vasco, España**
10:20 - 10:50	Declaraciones y certificaciones: mejorando el desempeño ambiental de productos y servicios con Ecodiseño **Rubén Carnerero Acosta** **Doctor en Ingeniería de Diseño, Universidad del País Vasco**
10:50 - 11:20	Café
11:20 - 11:50	Integración de las compras públicas verdes en empresas y gobierno utilizando las herramientas de Ecodiseño **Nydia Suppen** **Directora General Centro CADIS, México**
11:50 - 12:20	Nuevos modelos de negocio: Ecoinnovación y Economía circular. **Nicola Cerantola** **Experto en Economía circular y Ecoinnovación, Director de Ecologing, Italia**
12:20 - 12:35	Experiencias en Chile: Ecodiseño de biodigestores **Alejandro Chacón** **Chairman de EcodAl 2014, Director de Ecodiseño.cl Ltda., Chile**
12.35 – 12.50	Experiencias en diseño ambiental **Juan Karich** **Ministerio del Medio Ambiente**
12.50 – 13.10	Proyecto ganador del Congreso
13:10 – 13.20	Cierre

Comité Científico Consultivo

El Consejo Científico Consultivo de EcodAl 2014, fue conformado por profesionales con amplio conocimiento en Ecodiseño y temas afines. Su principal tarea fue apoyar la realización del congreso como también revisar y difundir el evento.

Oscar Cuervo, Profesor de Ecodiseño y director de "Diseño Sostenible", Colombia.

José Pablo Rojas, Gestor de Proyectos de "CEGESTI", Costa Rica.

Raquel Ariza, Diseñadora, Directora del "Centro de Diseño Industrial del INTI", Argentina.

Claudia Peña, "Red Chilena de Ciclo de Vida", experta en ACV, Chile.

Paulo Andrés Romero, Profesor de la "Universidad Nacional", Colombia

Guillermo Canale, Ingeniero y Profesor de Ecodiseño, Argentina.

José Manuel Melero, Director de "Ciudadano Responsable", Chile.

Rubén Carnerero, Director técnico "IK Ingeniería", experto en Certificación de Ecodiseño, España.

Joan Rieradevall, Investigador del "ICTA" y Profesor de la "UAB", experto en Ecodiseño, España.

Félix Maldonado, Diseñador, Profesor "Universidad de Chile" y consultor de "Ecoinnovación", Chile.

Joost Meijer, Director Departamento de Residuos "Gobierno de Chile MMA", Chile.

Mariana Soto, Directora "CENEM", experta en envases y embalajes, Chile.

Juan Felipe Enríquez Fiallo, Director del Departamento de Diseño de "REINO studios", Experto en innovación a partir de la cultura y la tradición. Ecuador.

Sonia Valdivia, Miembro del "World Resources Forum, departamento Sustainable Recycling Industries & Life Cycle Management de la UNEP", Francia.

José María Fernández, Responsable técnico del Basque Ecodesign Center, Centro de Ecodiseño del IHOBE, Gobierno Vasco, España.

Oscar Huerta, Doctor en Diseño y Planificación Ambiental, "*Arizona State University*". Profesor asistente "Pontificia Universidad Católica", Chile.

Marco Gutiérrez, Diseñador, permacultura y ecoaldeas, experto en Habitar Sustentable, Chile.

Aldo Ometto, Profesor de Ecodiseño y ACV, "Universidad de Sao Paulo", Brasil.

Expertos Invitados

Gema Gómez, Directora "Slowfashionspain", Moda Sostenible, España.

Nicola Cerantola, Director de "Ecologing", Economía Circular, Italia.

Gabriel Cereceda, "Universidad del Bío Bío", Comunicación del Ecodiseño, Chile.

Carola Moya, Directora "Criterio Independiente", Chile.

Equipo Organizador EcodAL

El Equipo organizador de EcodAl 2014, estuvo dirigido por los directores de tres importantes centros de investigación en Ecodiseño de Latino América, Ecodiseño.cl Ltda., Centro Cadis y LCM Innovation & Sustentability, en conjunto con un equipo profesional de apoyo.

Alejandro Chacón Aguirre, Chairman del Comité Organizador, Ecodiseño.cl, Chile.

Nydia Suppen Reynaga, Co-Chairman del Comité Organizador, CADIS, México.

Américo Guelere Filho, Co-Chairman del Comité Organizador, LCM Innovation & Sustainability, Brasil.

Marcela Godoy Carrasco, Coordinación General, Chile.

Bárbara Atenas, Desarrollo Gráfico, Gestión y comunicación digital, Chile.

Tamara López Burgos, Gestión y coordinación general, Relaciones institucionales, Chile.

Silvana Sanguinetti Castillo, Gestión y coordinación general, Equipo Ecodiseño.cl, Chile

Cecilia Mujica Muñoz, Gestión y coordinación general, Equipo Ecodiseño.cl, Chile.

Diego De Luca Ferrini, Gestión y coordinación general, Equipo Ecodiseño.cl, Chile.

Carlos Navarrete Carreño, Gestión y coordinación general, Equipo Ecodiseño.cl, Chile.

Diana Duarte Garzon, Gestión y coordinación Colombia, Colombia.

María Consuelo Bustamante Huss, Staff de apoyo, Chile.

Macarena Figueroa Fernández, Staff de apoyo, Chile.

Roberto Forewaker Martínez, Staff de apoyo, Chile.

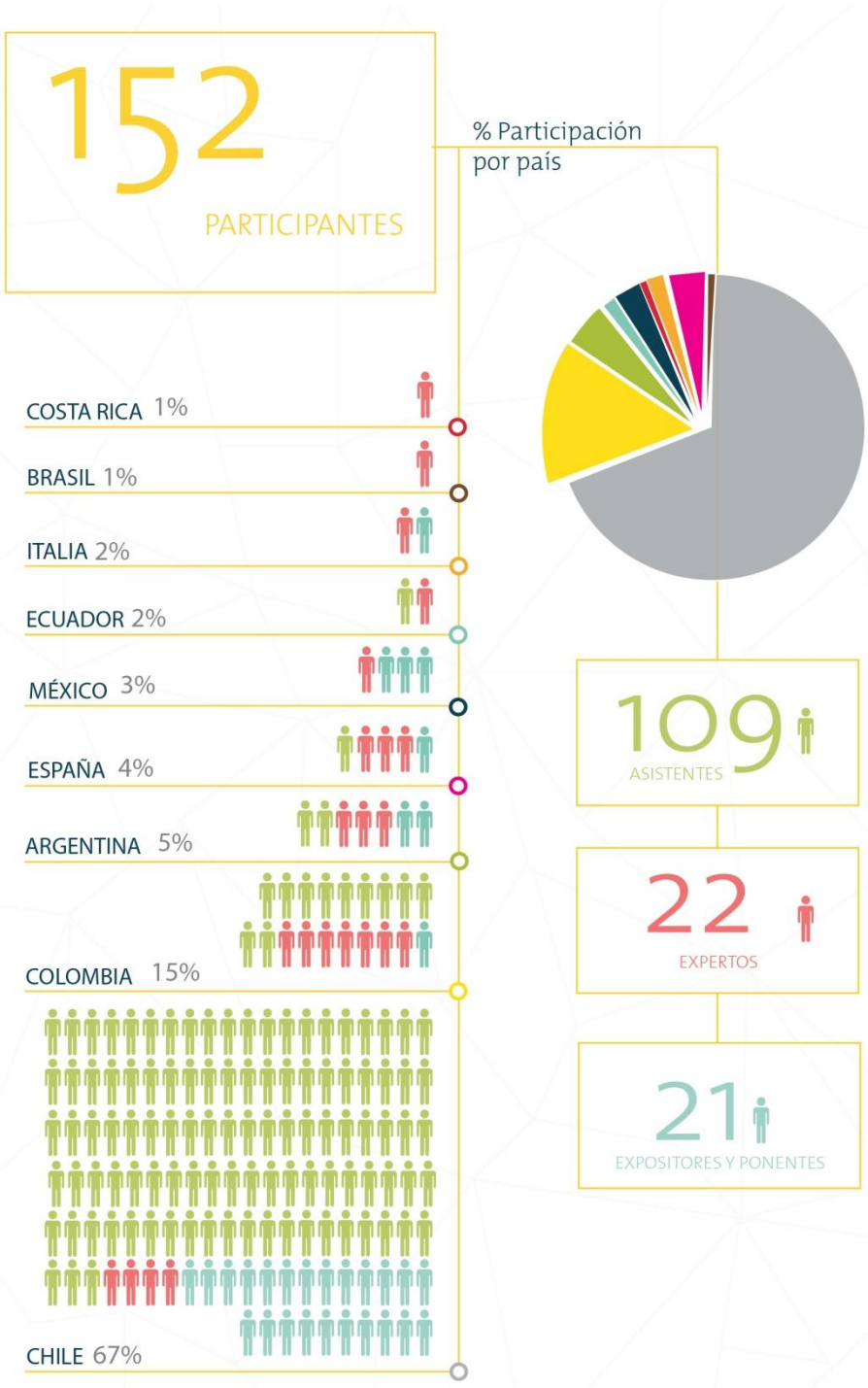
Carolina Tobar Llanten, Staff de apoyo, Chile.

Elizabeth Zuleta López, Staff de apoyo, Chile.

Valentina Abaroa Lira, Staff de apoyo, Chile

Estadisticas

A continuación se presentan dos infografías que grafican la convovatoria que tuvo el congreso, asistieron en promedio 150 personas, representando a **29 instituciones académicas y 28 empresas**.



Instituciones participantes

CAPÍTULO

1

LA EXPERIENCIA ECODAL

hub sustentabilidad.com
Este concepto utiliza una metodología que se preocupa del producto desde su origen hasta que se desecha. Su objetivo es evaluar el impacto en el medioambiente y lograr más eficiencia. Esta semana, Santiago se transforma en la capital de esta tendencia.
El Ecodiseño cambia el ciclo de vida de los productos

SODIMAC
EcodAl

1. La experiencia EcodAl

Plantearnos el reto de organizar el primer congreso latinoamericano de Ecodiseño, significo un gran desafío, básicamente porque era la primera vez que, como equipo, organizábamos un congreso y en mayor medida porque el Ecodiseño es un área que nos apasiona y deseábamos poder plasmar su espíritu en la realización del evento.

EcodAl se inició como una idea semilla, una reunión de 30 personas compartiendo su quehacer en torno al Ecodiseño y la Sostenibilidad, sin embargo la idea fue cobrando fuerza, sumando importantes patrocinios como el Ministerio del Medio Ambiente de Chile y la UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), lo cual junto a un gran trabajo humano transformó el primer congreso latinoamericano de Ecodiseño en una experiencia maravillosa, según palabras literales de distintas personas que asistieron y trabajaron en su organización. Fuimos más de 150 personas de 10 países de Latinoamérica y Europa que nos encontramos para conocer que estamos haciendo y también para vislumbrar nuevos caminos de acción en torno al Ecodiseño y la Sostenibilidad. Contamos con aproximadamente 20 expertos de diferentes países dispuestos a entregar su conocimiento. La reunión de todos ellos fue de una calidad y valor inconmensurables.

Sentimos que fue una experiencia satisfactoria para la mayoría de las personas que asistieron, aun cuando existieron áreas perfectibles dada la inexperiencia en producir un evento de tal magnitud, los resultados logrados y el ambiente generado nos han dejado con una sensación de unidad y energía, elementos necesarios para crear una nueva manera de convivir más sostenible, innovadora y donde el Ecodiseño es un protagonista.

1.1 El Lugar

El congreso fue realizado en Casa Loyola, ubicada en la comuna de Padre Hurtado en Santiago de Chile. Es un centro de espiritualidad obra de la Compañía de Jesús. Su encanto lo encontramos en el hermoso entorno natural que posee. La elección de este lugar se dio principalmente por las siguientes razones:

- La administración de este lugar se basa en uno de los conceptos fundamentales de la organización de EcodAl y del Ecodiseño en sí, "Economía en el uso de recursos".
- El entorno natural que le rodea, la naturaleza como medio de inspiración y conexión con nuestro quehacer en torno a su protección.
- Independiente del origen religioso, es un lugar en que las personas se conectan con su espiritualidad, dimensión que nosotros consideramos fundamental en la creación de un desarrollo sostenible.

Creemos que al estar retirado del centro de Santiago y que la mayoría de los asistentes alojaron en el lugar, se logró un ambiente muy especial, fueron 4 días que convivimos en casa Loyola , rodeados de bellos jardines y

en donde se podía apreciar el espíritu del Ecodiseño, economía en el uso de recursos. Este lugar fue un gran aporte a los lazos humanos e intelectuales generados.

1.2 Concepto

Al comenzar a diseñar los elementos tangibles que acompañarían el desarrollo del congreso, trabajamos en el concepto que daría forma a distintos elementos. Nuestra primordial inspiración surgió desde el Ecodiseño: *"Economía en el uso de recursos"* como primer lineamiento. Otro aspecto que nos inspiro fue el logotipo de EcodAl: *América latina con sus colores y geometrías* que acompañan gran parte de su artesanía autóctona. Luego vinieron una serie de conceptos a raíz de estos que fueron base para la realización de los elementos de diseño y desarrollo del evento: *Prisma - Desmaterialización - Color - Multifuncional - Sin residuo.*

1.3 Elementos

Los elementos que definimos para su desarrollo fueron los siguientes:

- Elementos de identificación
- Señalética
- Merchandising
- Zona Posters

1.3.1 Elementos de identificación

Nos planteamos para los elementos de identificación el desafío que no se transformaran en basura rápidamente una vez terminado el congreso, por lo que basamos su desarrollo en la multifuncionalidad y en rescatar elementos del concepto formal general: prismas, geometría y color. Los tres elementos que desarrollamos fueron los siguientes:

- Identificación del Comité Experto
- Identificación del equipo
- Identificación del Staff de apoyo

Identificación del Comité Experto

La identificación de los expertos invitados al congreso la ideamos como un regalo otorgado por su presencia en el evento. El objetivo era reunir el logo de Ecodal con una artesanía característica de nuestro país. El resultado fue un prendedor en artesanía en crin (tejido hecho a mano con pelo de caballo propio de la zona de Rari, VII región, Chile).

Identificación del equipo

Para el equipo desarrollamos un mini bolso adaptable, el cual cumplió la misión de identificar a los miembros del equipo organizador además de facilitar el guardado de cosas necesarias durante el evento. La elección de la forma fue basada en el concepto de prisma y la elección del material en el uso que tiene la tela en las artesanías latinoamericanas.

La multifuncionalidad y la elección del material asegura una mayor vida útil que solo el uso en el congreso, y por lo tanto la disminución en la generación de residuos.

Identificación del Staff de apoyo

Para el Staff de apoyo se realizó un brazalete - tobillera con la doble función de identificador en el congreso y tobillera reflectante para andar en bicicleta para su uso posterior al evento.

1.3.2 Señalética

La Señalética surgió a partir del desarrollo del concepto de la geometría y el color presente en el logo, definimos realizar prismas de cartón con aplicación de color en stencil, que vistieran casa Loyola.

La elección del material respondió a lo efímero del uso de estas señaléticas, por lo que la reciclabilidad y liviandad del material nos parecieron pertinentes.

1.3.3 Merchandising

El desarrollo del regalo corporativo para todos los asistentes al congreso surgió desde una actividad académica realizada en la asignatura taller de Diseño de la carrera Técnico Superior en Diseño Sustentable del instituto del Medio Ambiente IDMA. La propuesta escogida fue la de la alumna Elizabeth Zuleta, quien propuso una serie de juegos, de los cuales se seleccionó un caleidociclo. Este elemento refuerza los conceptos que trabajamos, tales como geometría, prisma, color, y a su vez posee la idea de ciclo, concepto fuerte del Ecodiseño.

Finalmente se les entrego el caleidociclo desarmado más una serie de pliegos de papel de piedra donados por Stone Paper, para la realización de actividades del congreso.

1.3.4 Zona Posters

Nos planteamos que el elemento para exponer los posters seleccionados fuese con la cantidad mínima de material, además de escoger un material reciclable dado el efímero uso que tendría. Nos apoyamos en los conceptos de desmaterialización y economía en el uso de recursos. Elegimos la misma materialidad que las señaléticas con el fin de dar una continuidad. El resultado fue un leve soporte de cartón que otorgó al espacio una exposición ligera y funcional.

1.4 Registro de Vivencias

A continuación presentamos una selección de vivencias que nos dejaron los asistentes a EcodAl 2014 en la encuesta realizada tras el congreso. Esperamos sea una muestra representativa de lo que se pudo vivenciar.

- *"EcodAl fue un evento muy especial para mí. Me ayudó a reforzar los conocimientos que ya poseía del tema y conocer gente maravillosa con objetivos similares a los míos. El ecodiseño es algo que me motiva mucho y no puedo esperar a trabajar en el tema. Sólo tengo palabras de agradecimiento y admiración para ustedes. Y espero que en 2016 en Colombia podamos dejar muy en alto el legado que han iniciado. Infinitas gracias chicos, fue increíble!"*

- *"Excelente experiencia, nos ayuda a darnos cuenta que hay muchas personas moviéndose en distintos países en el impulso y el entendimiento de este tema tan sonado pero tan desconocido a profundidad. Me dio mucho gusto poder escuchar ponentes que tienen la misma perspectiva de lo que es el Ecodiseño y hacia dónde va, la interdisciplinariedad y las diferentes nacionalidades dieron muchas pláticas y debates interesantes para plantearse. Por otro lado permite también ir posicionando la palabra ECODISEÑO para que no sea utilizada a la ligera, en lo personal siento que este tipo de eventos se necesitan."*

- *"Excelente, con alto grado de participación de especialistas internacionales. Y alto grado de posibilidades de transferencias. Es un Evento muy útil a nivel de Latinoamérica."*

- *"Fue muy interesante ver distintos enfoques de aplicación del ecodiseño. Sugiero que la puerta quede abierta para el próximo evento para incluir distintas visiones y profesiones para tener más puntos de vista."*

- *"Fue una grata y cálida experiencia; tener la oportunidad de compartir con expertos de primer nivel, así como con colegas y estudiantes, todos en un mismo espacio; esto promovió un tipo de conexión mucho más cercana, y el darme cuenta que somos varios profesionales preocupados por las mismas cuestiones; tener la oportunidad de compartir estas vivencias es lo más valioso."*

- *"Gran experiencia para conectar y conocer muchos de los actores, expertos, interesados en el tema de la sostenibilidad y el ecodiseño en nuestro contexto latinoamericano. Se exploró el ecodiseño desde muchos puntos de vista lo que fue muy interesante. Generó mucha motivación y se crearon redes muy interesantes que seguro crearán muchas cosas de aquí en adelante."*

- *"Ha sido una experiencia total. Todos los participantes han demostrado muchas ganas de compartir su interpretación de ecodiseño. Ha habido un trato humano excelente y ha sido un crecimiento personal, sin duda alguna."*

- *"La experiencia en EcodAl 2014 fue una experiencia satisfactoria llenas de nuevos conocimientos y motivaciones que enfocan mi vida hacia un mundo mejor en compañía del Ecodiseño."*

- *"Me pareció una experiencia muy interesante. Me encontré con dos visiones muy marcadas: La de hacer más "ecológicos" los productos ya existentes, dando énfasis en el ciclo de vida. Y otra visión mucho más amplia de repensar las soluciones que damos a las necesidades humanas. Creo que a esta última se le puede sacar mucho más provecho y en ese sentido hubieron actividades muy buenas."*

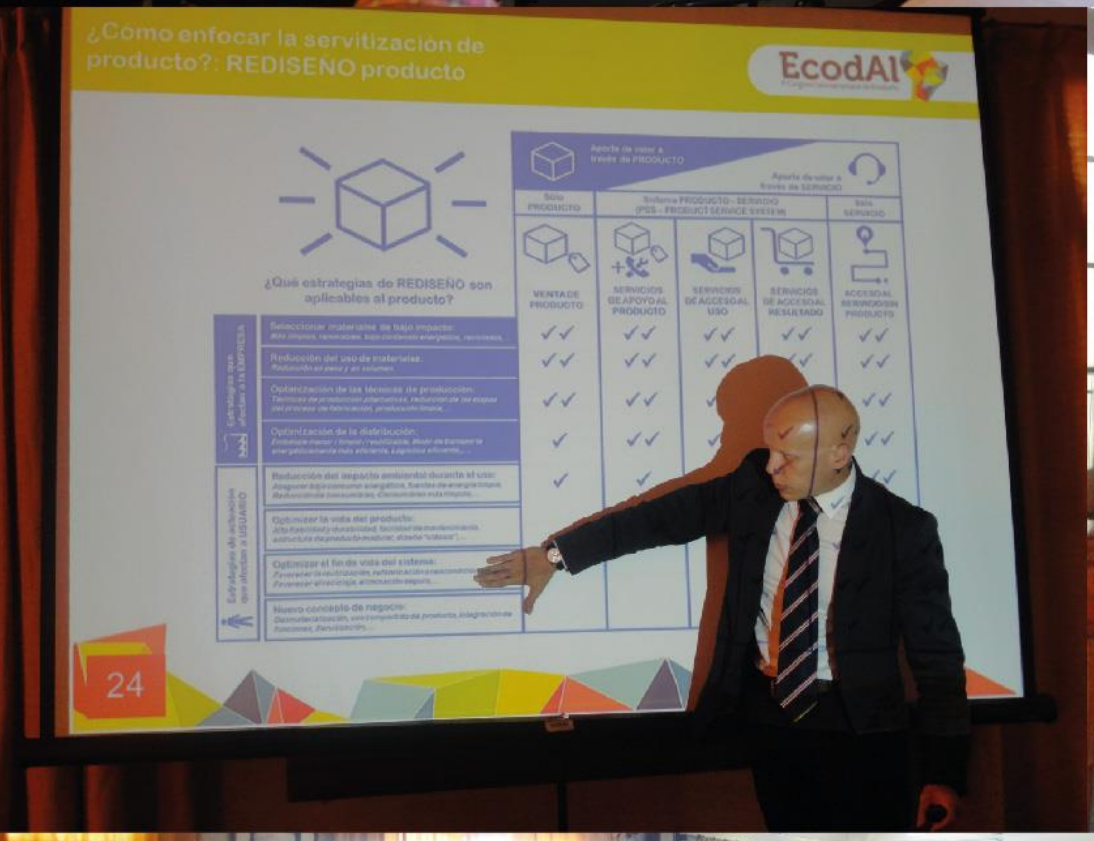
- *"El congreso fue de excelente calidad, los invitados tienen mucho por enseñar a quienes estamos interesados en estos temas. Falta solamente, terminar de conformar la red latinoamericana de ecodiseño"*

Como equipo humano tras la organización de EcodAl 2014 nos sentimos afortunados de haber participado en la concreción de este congreso, creemos que la experiencia EcodAl estuvo llena de momentos memorables y detalles que nos hacen sentir que fue una experiencia satisfactoria para quienes participaron. Gratamente nos lo confirma la encuesta realizada tras el evento.

CAPÍTULO 2

PONENCIAS

EcodAl


¿Cómo enfocar la servitización de producto?: REDISEÑO producto
EcodAl
¿Qué estrategias de REDISEÑO son aplicables al producto?
VENTA DE PRODUCTO
SERVICIOS DE APOYO AL PRODUCTO
SERVICIOS DE ACCESO AL USO
SERVICIOS DE ACCESO AL RESULTADO
ACCESO AL REPROCESADO PRODUCTO
24

2. Ponencias EcodAl 2014

Este capítulo reúne las ponencias realizadas en EcodAl 2014. Recibimos gran cantidad de material de buenísima calidad, alrededor de 60 papers, por lo que fue un difícil trabajo la selección. Finalmente se escogieron 32 trabajos que expusieron de forma oral en el congreso. Agradecemos a todos los ponentes su tiempo y dedicación para mostrar la calidad de su trabajo. Creemos ha sido una gran oportunidad conocer a los actores, las investigaciones, proyectos y el quehacer en general del ámbito del Ecodiseño en Latinoamérica y el resto del mundo.

Las presentaciones orales fueron realizadas por representantes de 7 países: Argentina, México, Brasil, Colombia, España, Italia y Chile. Las publicaciones serán agrupadas según el país de origen.

2.1 Martes 21 de Octubre 2014

Salón Principal

2.1.1 MODELO DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO ASISTIDO POR HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS, COMO SOPORTE A LAS ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DEL ECODISEÑO.

País: Colombia.
Autor: Universidad Industrial de Santander.

6.2-Díaz-Colombia-1

MODELO DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO ASISTIDO POR HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS, COMO SOPORTE A LAS ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DEL ECODISEÑO.

María Alejandra Díaz Cáceres [(1)]
Estudiante de la Escuela de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander, investigadora auxiliar adscrita al grupo de investigación Interfaz.

Javier Mauricio Martínez Gómez

Profesor Asistente Escuela de Diseño Industrial Universidad Industrial de Santander, Especialista en Gestión y evaluación de proyectos, M.Sc. en Informática e ingeniería de software y Ph.D. Sistemas de Producción & Diseño Industrial, Politécnico de Turín (Italia)

Dirección (1): Calle 10 # 34-15, apartamento 1103 Torre 3 – Barrio Los Pinos – Bucaramanga – Santander – 680006 – Colombia – Tel: (+057) 6351014 – e-mail: madic2004@hotmail.com

RESUMEN

Ante los problemas ambientales que enfrenta la humanidad y la necesidad de alcanzar el desarrollo sostenible, la reflexión sobre la enseñanza del ecodiseño en las universidades es tan necesaria, como urgente e imperativa. El presente estudio presenta la propuesta de un modelo de análisis de ciclo de vida del producto asistido por herramientas informáticas, como soporte a las estrategias de enseñanza de Ecodiseño en una escuela de Diseño Industrial. A partir de los hallazgos obtenidos de la investigación exploratoria se realizó el análisis del estado del arte, se proponen tres alternativas de modelos aplicados a la enseñanza del ecodiseño y se evaluaron mediante un estudio de caso para definir la estrategia de enseñanza e identificar el conjunto de herramientas informáticas que lo soportan. La participación activa de la comunidad académica y sus compromisos con los cambios permite vislumbrar un escenario de mejora continua de la enseñanza universitaria del ecodiseño.

Palabras claves: Ecodiseño, Análisis de ciclo de vida (ACV), Estrategias de enseñanza, Sostenibilidad, Herramientas informáticas.

INTRODUCCIÓN

La humanidad enfrenta en la actualidad problemas ambientales sin precedentes, como polución, cambio climático y reducción de recursos naturales, causados por el sistema económico, productivo y de consumo. En respuesta a esto, la Organización de Naciones Unidas (ONU) pone como meta primordial para los próximos años, alcanzar el desarrollo sostenible, lo cual significa"(…) satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. (…)" (1)

La forma en la que el hombre toma y convierte los recursos naturales es insostenible y puede llevar a una catástrofe ambiental, es la advertencia que hace la ONU, el Club de Roma, el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y diversos líderes ambientalistas. El hombre habita un mundo de recursos finitos, con un modelo económico cuyo objetivo es la favorabilidad monetaria infinita, generar ganancias a toda costa que benefician al factor económico por encima del factor social o el ambiental. El economista Chileno Manfred Max-Neef afirma al respecto: "La economía es un subsistema de un sistema mayor y finito: la biosfera. Por ende, el crecimiento permanente es imposible." (2)

Se han identificado diversos responsables de este daño al medio ambiente. Entre ellos se encuentran el sector industrial, que genera desechos diariamente como sub-producto de los procesos que desarrolla como fumigación, tala y quema de bosques o explotaciones mineras. Inclusive, los mismos productos que se ofrecen en el mercado después de poco tiempo de uso se convierten en basura, que puede contaminar el ambiente y convertirse en un riesgo para la salud. Esta realidad es consecuencia del modelo económico, el modelo de consumo y la manera en que los productos son concebidos y elaborados. Esta concepción de los productos compete a diversas profesiones, pero en gran medida al diseño industrial, pues éste perfila las características, cualidades y especificaciones del futuro producto. También es responsable del planteamiento de la relación hombre-naturaleza y en muchos casos de la toma de decisiones que atañen directamente dicha relación.

Como respuesta a esta urgencia de cambio, el ecodiseño o diseño para la sostenibilidad se enfoca en suministrar al diseñador metodologías y herramientas necesarias para generar productos y servicios menos impactantes con el medio ambiente. Existen múltiples métodos y herramientas que permiten evaluar el impacto ambiental o para sugerir estrategias

de mejora, como por ejemplo: el análisis de ciclo de vida (ACV), el Análisis de riesgo ambiental (ERA), el Despliegue de la Función de Calidad Ambientalmente Consiente (ECQFD), las Estrategias de diseño del ciclo de vida (LiDS), la Teoría inventiva de resolución de problemas (TRIZ), solo por nombrar algunos.

Particularmente, el ACV es una de las metodologías más implementadas en ecodiseño, y permite determinar el impacto ambiental que genera un producto a lo largo de su ciclo de vida, que comprende: Recolección de materia prima, producción, transporte, almacenamiento, venta, uso y disposición final. El ACV analiza las entradas (Materia prima, agua, energía, mano de obra, recursos, etc.) y salidas (Producto final, desecho de empaque, desechos de producción: Sólidos, líquidos, gaseosos, tóxicos, etc.) de un sistema productivo (3). El conocer el impacto ambiental generado por el uso y fabricación de un producto permite determinar los cambios y mejoras necesarios para hacerlo más amigable con el medio ambiente.

De igual manera, en el mercado se encuentran diversas herramientas informáticas diseñadas para realizar el LCA, que cuantifican la carga ambiental de los procesos y materiales utilizados para la producción de un objeto, y proponen parámetros e indicadores que dan cuenta del impacto ambiental generado.

Al implementar éstas herramientas, las escuelas de diseño industrial tienen la oportunidad de fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en el pregrado, al abordar el proceso de diagnóstico, análisis, evaluación e implementación del ciclo de vida del producto. Facilitando así la enseñanza práctica del Ecodiseño y la adquisición de competencias y capacidades además de fortalecer un enfoque profesional de los egresados hacia el desarrollo sostenible.

Por este motivo el presente estudio desarrolla en primer lugar una reflexión crítica del estado actual de la enseñanza del Ecodiseño y la sostenibilidad en un caso estudio: La Escuela de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander (EDIUIS). Después, se realiza un análisis de las herramientas y métodos de LCA para determinar su conveniencia dentro del modelo propedéutico y la estructura pedagógica de la EDIUIS, y así integrar la enseñanza del LCA con un conjunto de herramientas informáticas que se ajusten a los objetivos educativos del programa de diseño industrial.

Por consiguiente, el objetivo de éste proyecto es plantear un modelo de análisis de ciclo de vida asistido por herramientas informáticas y su correspondiente estrategia de enseñanza, acorde con las necesidades específicas de la profesión, las particularidades halladas en el caso estudio y el imperativo actual de llegar al desarrollo sostenible; con miras a soportar la enseñanza práctica del ecodiseño y la mejora de la capacidad, competencias y enfoque profesional de los egresados.

MARCO TEÓRICO

La revisión bibliográfica realizada para el presente trabajo se clasifica en tres tipos de bibliografía: La bibliografía de introducción al tema, la bibliografía de metodologías de ecodiseño y la bibliografía de discusión.

Dentro de la bibliografía de introducción al tema se realizó una revisión de los conceptos clave para comprender el problema. Entre ellos se encuentra la definición de desarrollo sostenible dada por la Comisión mundial de medio ambiente y desarrollo donde se manifiesta que: “El desarrollo sostenible satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (…)” (1). McMichael, Butler y Folke definen la sostenibilidad como la transformación del estilo de vida humano para maximizar las oportunidades de que las condiciones sociales y medioambientales sustenten indefinidamente la seguridad humana, el bienestar y la salud (4). Ehrenfeld define la sostenibilidad como la posibilidad de que todas las formas de vida florezcan por siempre (5). Por otra parte White realizó un estudio para llegar a una definición de sostenibilidad, analizando más de 103 definiciones, entre otras las tres dadas anteriormente y concluye que “La sostenibilidad continúa siendo un concepto elusivo. Significa diferentes cosas para diferentes personas y es difícil de definir. (…) Si la sostenibilidad es algo, es una visión del futuro.” (6)

Por otro lado, según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) el ecodiseño tiene como objetivo mejorar las ganancias, la competitividad y reducir impactos ambientales de un producto o servicio. También

abarca aspectos como el componente social de la sostenibilidad y la necesidad de desarrollar nuevas maneras de satisfacer las necesidades del consumidor de una forma menos intensiva con respecto a recursos (7).

Dentro de la bibliografía de metodologías de ecodiseño se encuentra que Ciceri, Garetti y Terzi definen el ciclo de vida como aquel que indica el completo rango de fases que se reconocen como etapas independientes que se pasan/siguen/completan por un producto, desde su concepción hasta su fin de uso (8). Así mismo, Glavič y Lukman definen el Análisis de Ciclo de Vida (LCA) como el proceso de desarrollo del producto que tiene en cuenta el completo ciclo de vida y considera aspectos medioambientales en todas las etapas de un sistema enfocado en el producto, que permite identificar los cambios para disminuir el impacto ambiental generado a través de ese ciclo de vida (9).

Otra de las metodologías implementadas en ecodiseño es el Despliegue de la Función de Calidad Ambientalmente Consiente (ECQFD), también conocido como Despliegue de la Función de Calidad para el Ambiente (QFDE). Ésta metodología introduce aspectos ambientales (requerimientos y parámetros ambientales) en el Despliegue de la Función de Calidad (QFD) para manejar la calidad del producto y la calidad sostenible del producto al mismo tiempo, como lo definen Masui, Sakao, Kobayashi e Inaba, para ser aplicado en las etapas iniciales del producto (10). Para comprender la manera de aplicar ECQFD se revisaron los textos de Vinodh y Gopinath (11) y Bereketli y Genevois (12).

Además de LCA y ECQFD se hizo una revisión a la metodología propuesta por Brezet & van Hemel en el manual PROMISE, metodología compuesta por siete fases, además de ocho grupos de estrategias encaminadas a la ideación de productos más amigables con el medio ambiente (13). Ésta metodología también se conoce como Estrategias de diseño del ciclo de vida (LiDS). Las ocho estrategias son: Desarrollo de nuevos conceptos, selección de materiales de bajo impacto, reducción de uso de materiales, optimización de las técnicas de producción, optimización de los sistemas de distribución, reducción del impacto ambiental durante el uso, optimización de la vida del producto y optimización del fin de vida del sistema. (3)

Finalmente, se hizo una revisión de bibliografía de discusión a manera de marco de referencia de estudios que tuviesen objetivos o conclusiones afines al presente proyecto y que permitiesen soportar, confirmar y controvertir las conclusiones referidas en la sección de discusión. Entre ellas se encuentra el modelo de diseño sostenible de Howarth y Hadfield, implementado en una escuela de diseño industrial de la Universidad de Bournemouth (14) y el marco de herramientas de ecodiseño soportado en un prototipo de herramienta web, de Lofthouse, implementado en la Universidad de Loughborough (15).

OBJETIVOS

El objetivo general del presente proyecto es diseñar un modelo de análisis de ciclo de vida del producto asistido por herramientas informáticas, como soporte a las estrategias de enseñanza de Ecodiseño en la Escuela de Diseño Industrial UIS.

Para lograr el desarrollo de objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Comprender los modelos y las herramientas informáticas existentes para LCA, así como las estrategias de enseñanza de Ecodiseño disponibles en la academia.
- Valorar las estrategias actualmente utilizadas para la enseñanza del Ecodiseño en la EDIUIS, incluyendo el pensum actual, el perfil del egresado y las competencias evaluadas en la asignatura Ecodiseño.
- Diseñar y evaluar alternativas del modelo de LCA asistido por herramientas informáticas.
- Proponer una estrategia de enseñanza del modelo desarrollado como soporte a la enseñanza de Ecodiseño en la EDIUIS.

METODOLOGÍA

La presente publicación corresponde a un estudio de caso en la Universidad Industrial de Santander (UIS), ubicada en el oriente colombiano, en el departamento de Santander, y es la universidad más importante en la región. Ocupa el octavo puesto a nivel nacional en el ranking de las mejores universidades realizado por Quacquarelli Symonds (16); y desde 1985 ofrece el plan de estudios de diseño industrial, dirigido por la Escuela de Diseño Industrial (EDIUIS).

En primer lugar para lograr comprender los modelos y las herramientas existentes para ecodiseño se realizó una revisión bibliográfica que tuvo como resultado una profundización en la conceptualización del marco teórico anteriormente expuesto. Además, para lograr valorar la enseñanza del ecodiseño en la EDIUIS se implementaron métodos de investigación cuantitativa y cualitativa, como vías de recolección de datos. Asimismo, se realizó una triangulación de las fuentes y los métodos para tener como resultado un cuadro de fortalezas y debilidades de la EDIUIS en ecodiseño y un conjunto de reflexiones y sugerencias que surgieron de la observación contextual. Los objetivos específicos, entradas, actividades y salidas de la metodología se ilustran en la figura 1.

Figura 1 Metodología de estudio: Objetivos específicos, entradas, actividades y salidas. Fuente: Autor

Se realizaron dos entrevistas y una encuesta. Se entrevistó a los profesores responsables por los talleres de diseño (Ver figura 2), para la valoración de las respuestas se usaron escalas cualitativas de tipo nominal y ordinal. Igualmente, se realizó una entrevista a los estudiantes que cursaron la asignatura ecodiseño en el primer periodo académico de 2014, mientras que a los estudiantes que cursaron la asignatura en semestres anteriores se les realizó una encuesta en línea donde se buscó una ponderación cuantitativa obtenida de la identificación de categorías cualitativas.

A partir del análisis del marco teórico y los resultados obtenidos de las entrevistas y encuestas se proponen algunas alternativas de diseño de un modelo particular para la EDIUIS; y las sugerencias obtenidas sirvieron como criterios para su evaluación. Por último, gracias a la identificación de las fortalezas y debilidades, se logró proponer una serie de estrategias de enseñanza del modelo LCA acordes a las necesidades de la EDIUIS.

RESULTADOS

A. SOBRE LA ENSEÑANZA DEL ECODISEÑO EN LA EDIUIS

Una vez valoradas las estrategias actualmente utilizadas para la enseñanza del Ecodiseño en el plan de estudios de la EDIUIS (ver figura 2), se encontraron algunas fortalezas y debilidades que se exponen a continuación.

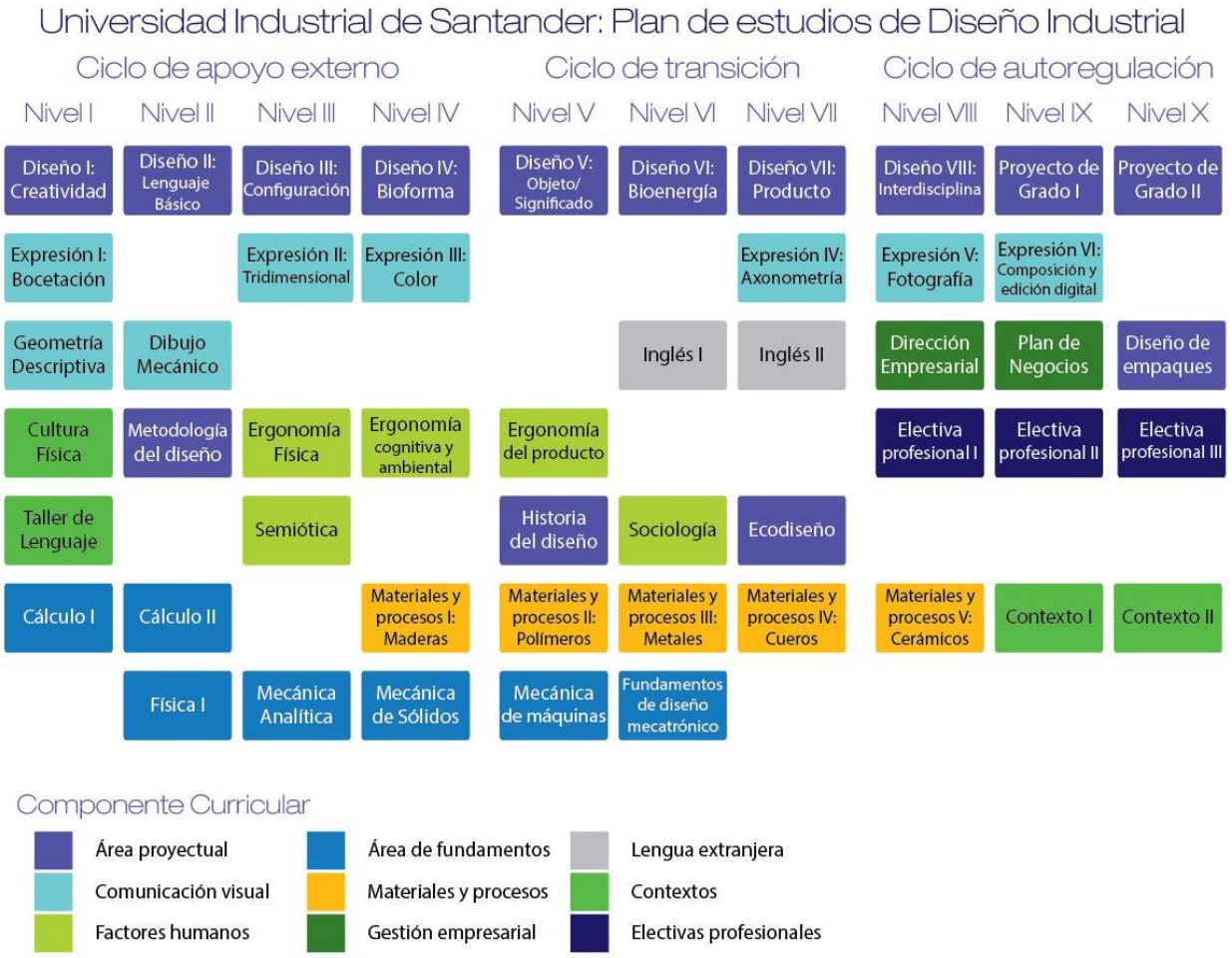


Figura 2 Plan de estudios de diseño industrial UIS. Adaptado de (17)

i. Debilidades

Respecto al plan de estudios de Diseño Industrial:

- La única materia que aborda directamente el tema de sostenibilidad es la materia ecodiseño, que se encuentra en el nivel VII del currículo y no posee pre requisito de ninguna otra materia. (Ver figura 2)

Respecto a las entrevistas y encuesta:

- Todos los profesores y todos los alumnos señalaron debilidades y fallos en la enseñanza del Ecodiseño, concluyendo que es necesario una revisión y replanteamiento de la manera de enseñar el tema.
- Dos de los profesores y todos los estudiantes consideraron que la materia Ecodiseño es insuficiente para cubrir todos los temas de sostenibilidad y se encuentra aislada de las ramas principales de la enseñanza del diseño industrial.
- Se percibe una falta de conocimientos por parte de los estudiantes en los temas de ecodiseño y sostenibilidad, evidenciado en que 3 de cada 5 entrevistados no conocían la relación entre los dos términos. Además, los estudiantes autocalificaron por debajo de lo aceptable (3/5) su capacidad de determinar el impacto ambiental de los proyectos que desarrollan.
- Se manifiesta una debilidad en la capacidad de uso de herramientas informáticas por parte de los estudiantes. En la indagación acerca de su capacidad y destreza en el manejo de herramientas informáticas, SolidWorks y Rhinoceros fueron las únicas calificadas por encima de lo aceptable (3/5). Las demás obtuvieron calificaciones por debajo de lo aceptable o no eran conocidas por los estudiantes.

- Cuando se le preguntó a los profesores cuál era el objetivo de su materia, ninguno de ellos refirió tocar el tema de la sostenibilidad en su taller de diseño como argumento principal. Aun así, tres de ellos expresaron que se incluían algunos temas relacionados con el desarrollo sostenible como reducción, reciclaje o reuso. De igual manera, el 70% de los alumnos encuestados afirmaron no haber visto temas de sostenibilidad en otra materia antes de ecodiseño.

Respecto a la revisión del programa de Ecodiseño:

- Aunque uno de las competencias manifiestas en el programa de ecodiseño es "El estudiante conoce y aplica la normatividad medioambiental existente en los procesos de concepción, diseño, fabricación y utilización de producto." En la materia ecodiseño el tema de la legislación en sostenibilidad no se evidencia de manera explícita. Además en la entrevista a los estudiantes ninguno de ellos hizo mencion a aspectos de reglamentación ambiental.
- Las metodologías expuestas en la materia ecodiseño son Desmaterialización, ACV (*Análisis de ciclo de vida*), QFD (*Quality function deployment*), AMFE (Análisis modal de fallos y efectos), LiDS (PROMISE), Pareto y PLM (*Product Lifecycle Management*). Al respecto, los estudiantes entrevistados aseguraron conocer éstas herramientas con la siguiente frecuencia: Desmaterialización 4/5, ACV 5/5, QFD 2/5, AMFE 1/5. Las demás no fueron mencionadas.
- La clase magistral de construcción de indicadores se realiza al final del semestre, cuando el proceso de desarrollo del proyecto ha avanzado considerablemente.
- Aunque se referencian varios libros, no hay en la metodología la integración de lectura de los mismos ni un control de lectura. Al respecto, tres de los cinco estudiantes aseguraron necesitar de un libro guía.
- Hay algunas competencias que deben ser revisadas, pues su alance sobrepasa el de una materia como ecodiseño, o debería encontrarse en otro nivel del proceso enseñanza – aprendizaje. Por ejemplo: "Conoce procesos para el desarrollo de productos y los procesos de manufactura." Es una competencia que podría ser desarrollada en la rama de Materiales y Procesos y no en la materia Ecodiseño.

ii. Fortalezas

Respecto al perfil del egresado:

- El perfil del egresado sostiene que el diseñador industrial de la UIS debe ser un individuo "con elevados valores éticos y morales; con sentido de responsabilidad, práctico y económico, y que, a través de su capacidad creativa de análisis y síntesis, le permita tomar decisiones acertadas; y asumir posiciones de dirección, administración y liderazgo en la empresa y la sociedad." (17)

Respecto a las entrevistas y encuesta:

- Los profesores consideran que el diseñador industrial está llamado a ser el líder del proceso de desarrollo de productos, aportando una visión holística, integral y sistémica del problema.
- Todos los profesores y alumnos perciben que la EDIUIS cuenta con una fortaleza en el aspecto técnico e ingenieril del diseño industrial. Prueba de ello se encuentra el ciclo básico de matemática que se comparte con algunas ingenierías. (Incluye las materias: Cálculo I y II, Física I, mecánica analítica, entre otras. Ver figura 2)
- Tres de los seis profesores entrevistados expresaron que el egresado EDIUIS ha desarrollado una conciencia en lo sostenible, de manera "natural" a pesar de no ser el enfoque principal de la carrera.
- Todos los profesores entrevistados reconocen la necesidad de fomentar el desarrollo sostenible desde la academia. De igual manera, todos los estudiantes coincidieron en la importancia de aplicar el ecodiseño. En promedio los estudiantes encuestados calificaron como 4,63/5 la responsabilidad del diseñador industrial en la sostenibilidad.
- Todos los profesores entrevistados consideran que es necesaria una planeación estratégica integrada de la enseñanza de la sostenibilidad en la EDIUIS, ya que consideran que no se cuenta con ello.
- Todos los profesores coincidieron en que el tema de sostenibilidad debe verse en un nivel menor del plan de estudios. Cuatro de los seis profesores dijeron que desde primer nivel y los restantes dijeron que a partir de cuarto nivel.
- Tres de los seis profesores consideran que es necesaria una mayor formación del cuerpo docente en el tema de desarrollo sostenible. Los tres restantes sostienen que el plantear requerimientos de sostenibilidad en los proyectos depende en gran medida de cómo el profesor aborda el taller de diseño. Esto indica que, según los profesores entrevistados, la enseñanza de la sostenibilidad está centrada en la educación y la perspectiva de los docentes.

iii. Sugerencias

En ésta sección cabe resaltar la importancia de las cuatro dificultades principales identificadas por los profesores: La transversalidad versus la linealidad de la enseñanza, la necesidad de preparar a los profesores en el ámbito de

ecodiseño, la falta de tiempo en los talleres y la incongruencia entre políticas de gestión ambiental y enseñanza del ecodiseño.

Al respecto se sugiere realizar una revisión conjunta que incluya a todos los profesores de la EDIUIS y los representantes estudiantiles, revisión que tenga en cuenta el presente trabajo y ponga a consideración las ventajas y desventajas anteriormente identificadas. Además tener en cuenta las múltiples sugerencias dadas por profesores y estudiantes, recolectadas en éste estudio, entre las que se destacan:

- Revisar la forma de tratar los fundamentos de sostenibilidad desde los niveles iniciales del proceso académico (p.ej. en los talleres de diseño I y II) y aumentar paulatinamente la profundidad de los contenidos; teniendo en cuenta el tiempo disponible en los demás talleres de diseño; o se debe enseñar el ecodiseño de manera lineal, aumentando el número de materias relacionadas con el ecodiseño a través del pensum.
- Revisar los planes de capacitación del cuerpo docente para incluir los temas de desarrollo sostenible.
- Revisar los posibles mecanismos para implementar estrategias de enseñanza de la sostenibilidad tales como: el uso de guías de trabajo, visitas a empresas que implementen el ecodiseño y trabajo interdisciplinar con otras carreras.
- Revisar si la enseñanza puede reforzarse con una reestructuración de la gestión ambiental de la escuela y de la universidad (p.ej. con el programa de manejo de residuos de la UIS y el sistema de gestión ambiental). Con especial énfasis en la destinación final de los trabajos entrega y la exigencia de resultados objetuales.

B. DISEÑO Y EVALUACIÓN DE LOS MODELOS

De conformaidad con los resultados obtenidos en la construcción del marco teórico y la revisión bibliográfica, se identificaron tres métodos de ecodiseño que realizan análisis medio ambiental de referencia al producto o problema y son frecuentemente utilizados en la academia (18)**:** LCA, ECQFD y LiDS. Estos tres métodos son compatibles entre sí y permiten identificar puntos susceptibles a mejora, con el objetivo de disminuir el impacto ambiental que generan los productos a través de su ciclo de vida.

De igual manera, se identificó que la herramienta mejor utilizada en el contexto EDIUIS es SolidWorks y por lo tanto, es aconsejable implementarla como la herramienta informática de soporte a los modelos propuestos. SolidWorks SustainabilityXpress, es el módulo de sostenibilidad que viene con SolidWorks 2010, permite ver información detallada de análisis de ciclo de vida (ACV) de las piezas individuales modeladas en ésta herramienta CAD. (19)

Los modelos responden a la siguiente estructura, en la cual personas, actividades y herramientas se conjugan alrededor de un modelo para cumplir un objetivo en un contexto (ver Figura 3). En el caso planteado las personas corresponden a los estudiantes y profesores, los procedimientos o actividades corresponden al método implementado (LCA, ECQFD o LiDS) y las herramientas corresponden al módulo de sostenibilidad de SolidWorks.

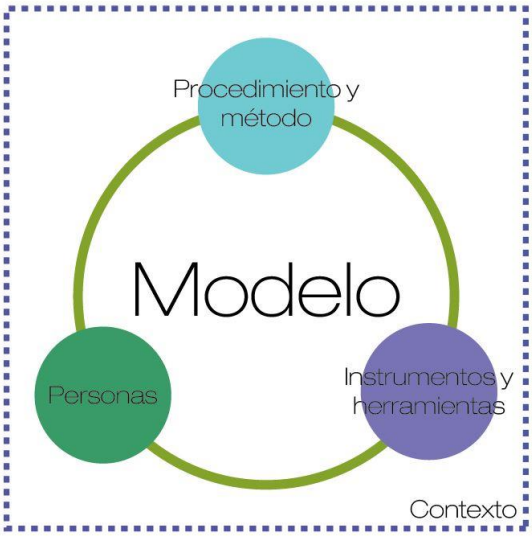


Figura 3 Estructura de modelo. Fuente: Autor.

El modelo 1 consta de la implementación del modelo de LCA (ACV) propuesto en la ISO 14040 (20), que propone como pasos la definición del objetivo y alcance, seguido del inventario de ciclo de vida (LCI) y el análisis del inventario de ciclo de vida (LCIA) que se realiza con la ayuda del software SolidWorks.
Éste análisis es interpretado y permite tomar decisiones que disminuyan el impacto ambiental. La confirmación de si éstas decisiones efectivamente disminuyen el impacto ambiental se realiza con la ayuda del software, al realizar una comparación entre el impacto generado antes y después de la implementación de éstos cambios. De no confirmarse una mejora del factor sostenible del producto, se retoma el modelo de manera iterativa. El modelo se encuentra diagramado en la figura 4.

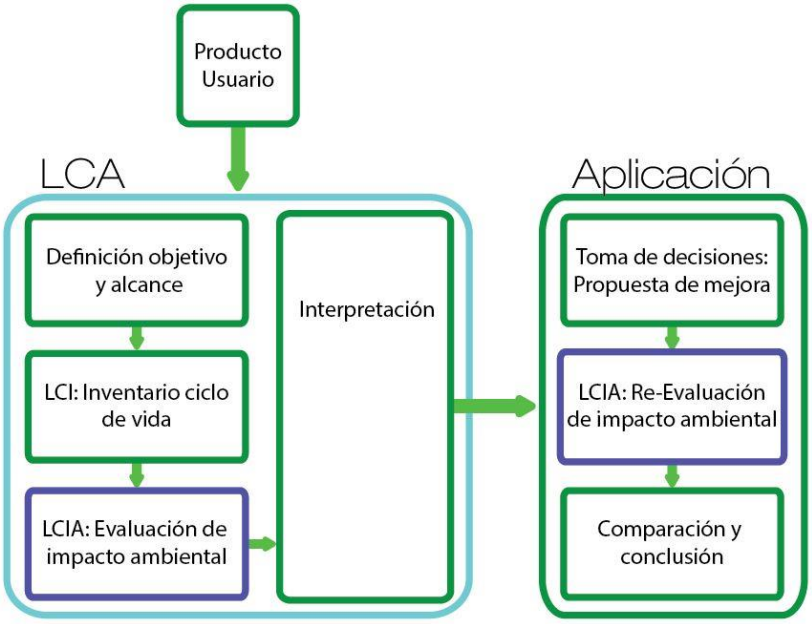


Figura 4 Modelo 1: Modelo LCA asistido por herramientas informáticas.

El modelo 2 se basa en el modelo ECQFD propuesto por Bereketli y Genevois (12) que está compuesto por tres fases. Luego de la identificación de las necesidades del cliente, tomada de la lista provista en (12) y la determinación del peso de cada una de ellas, la fase I compara las métricas ingenieriles con las necesidades del cliente. Esto permite identificar cuáles métricas se relacionan en mayor grado con las necesidades identificadas. La fase II compara estas métricas con las partes del producto, indicando qué partes son más susceptibles a dar una respuesta positiva con relación a las necesidades al ser modificadas. En la fase III las partes se relacionan con las estrategias de mejora proporcionadas por (12). De ésta manera se identifica cuál estrategia de mejora es aplicada a una parte, componente o ensamble del producto y cómo su relación una métrica ingenieril puede responder en mayor grado a las necesidades del cliente. Al igual que en el modelo anterior, se toma una decisión en éste aspecto y la diminución del impacto ambiental es confirmada por medio del módulo de sostenibilidad. De no confirmarse una mejora del factor sostenible del producto, se retoma el modelo de manera iterativa. El modelo se encuentra diagramado en la figura 5.

El modelo 3 está basado en la implementación de LiDS, propuesto en el manual PROMISE de Brezet & van Hemel (13). El modelo inicia con la definición de los objetivos y alcances, se pasa a hacer un análisis de impacto ambiental inicial en SolidWorks. Paso seguido, se identifica cuál de las ocho estrategias de LiDS puede tener el mejor impacto positivo en el rediseño, y se aplica. La propuesta de mejora se analiza con ayuda del software de sostenibilidad de SolidWorks, validando la efectividad de la decisión tomada. De no confirmarse una mejora del factor sostenible del producto, se retoma el modelo de manera iterativa. El modelo se encuentra diagramado en la figura 6.

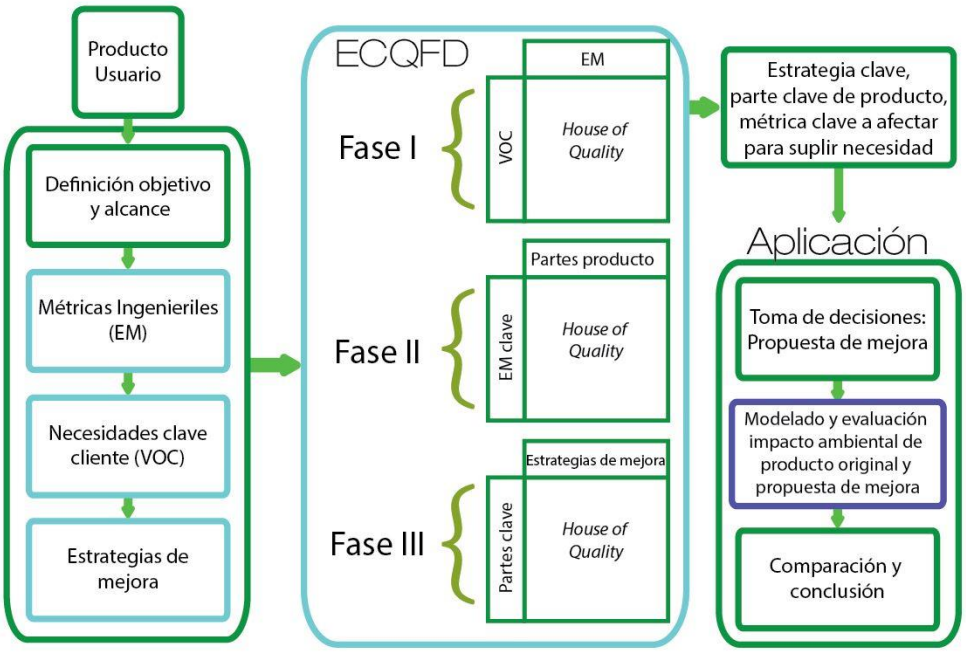


Figura 5 Modelo 2: Modelo ECQFD asistido por herramientas informáticas.

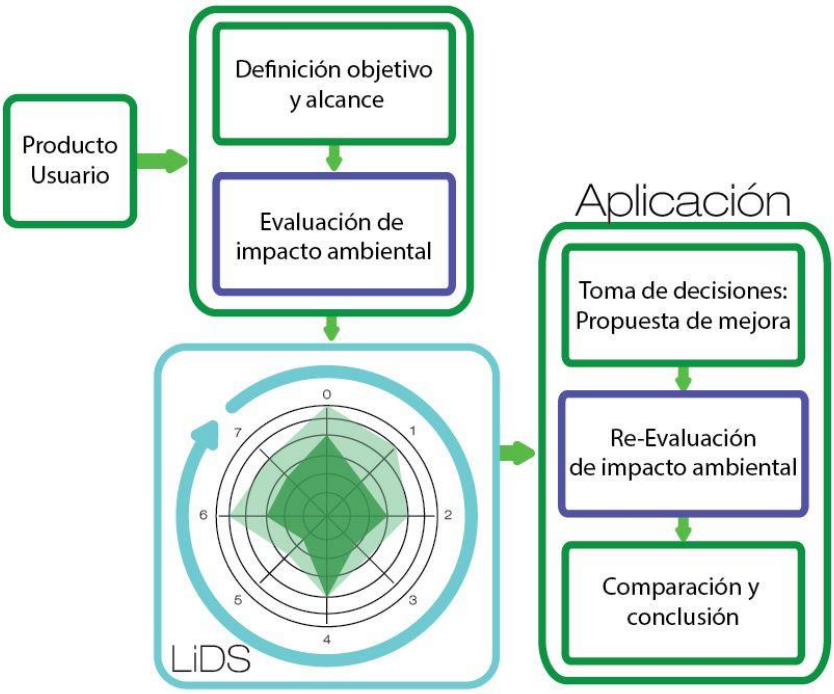


Figura 6 Modelo 3: Modelo LiDS asistido por herramientas digitales

Los tres modelos fueron evaluados en concordancia con el contexto establecido en el primer objetivo específico del presente trabajo y un caso de evaluación de un producto. Ésta evaluación concluyó que el modelo 1 provee un balance apropiado entre tiempo de uso y disminución de impacto ambiental.
La tabla 1 muestra la evaluación por matriz de cumplimiento de características deseables.

	Tiempo de aplicación	Exactitud de respuesta	Frecuencia de referenciación	Facilidad de uso	Aplicabilidad	TOTAL
Modelo 1 (LCA)	3	4	5	3	5	20
Modelo 2 (ECQFD)	1	5	3	1	2	12
Modelo 3 (LiDS)	5	2	2	5	3	17

Tabla 1 Evaluación de alternativas de modelo por cumplimiento de características deseables.

Debido a que LCA es aceptado ampliamente como la forma más importante de integrar conceptos y necesidades ambientales en el desarrollo del producto como lo afirma (21) y se considera esencial en la fase de toma de decisiones (22), el modelo 1 fue elegido para ser implementado con mayor prioridad que las otras alternativas. Cabe mencionar que todas las alternativas son modelos compatibles, y pueden aplicarse en diferentes estadios de los proyectos acedémicos de diseño industrial para multiplicar el efecto de mejora en el proceso de diseño y desarrollo de producto con perspectiva hacia la sostenibilidad.

C. PROPUESTA DE ENSEÑANZA DEL MODELO FINAL

Uno de los resultados de la valoración de la enseñanza del ecodiseño en la EDIUIS fue la necesidad de revisar la manera en la cual se enseña el ecodiseño exsitiendo dos escenarios diferentes: el primero, aumentando el número de materias relacionadas y/o con énfasis en ecodiseño; el segundo, integrando la enseñanza del ecodiseño como componente curricular de todos los talleres de diseño (ver Figura 2).

Dado que el proceso de cambio curricular está programado para el año 2016, estos dos escenarios propuestos servirán como borrador para que su consecución e implementación definitiva sea posible en esta fecha. No obstante, se plantean soluciones a corto plazo, fortaleciendo la enseñanza del ecodiseño en la ya existente malla curricular, en el escenario actual y por ello es que el presente estudio propone la integración del modelo de LCA soportado por herramientas informáticas en dos de los tres escenarios identificados.

i. El modelo en la materia ecodiseño

El semestre académico en la EDIUIS tiene una duración de 16 semanas, y la materia ecodiseño tiene una intensidad horaria semanal de 9 horas distribuidas de la siguiente manera: 3 horas de trabajo con el docente, es decir clase presencial y 6 horas de trabajo independiente por parte del estudiante. En la Tabla 1 se presenta la propuesta de contenidos, programación y evaluación en las 16 semanas del semestre.

ECODISEÑO				
Semana	**Actividad de clase**	**Trabajo independiente asignado**	**Evaluación**	**%**
1	Introducción, diagnóstico SQA	Documental HOME	Texto de opinión	5%
2	Clase magistral: Desarrollo sostenible, economía, ecología e historia	Leer Cradle to Cradle de Braungart y McDonough		
3	Ecodiseño, ingeniería ambiental, cradle to cradle y economía de servicios			
4	Clase teórica: D4X, 3R, ciclo de vida	Leer artículo Glavic y Lukman		
5	Previo temas vistos		Previo	25%
6	Introducción proyecto modelo LCA	Definir objetivos y alcances (Protocolo)		
7	Clase teórica: LCI	Modelo LCI producto	Protocolo	5%
8	Clase teórica:ECQFD, LiDS, AMFE			
9	Clase teórico práctica uso de SolidWorks Sustainability	Elaboración análisis de impacto en SolidWorks Sustainability (SW)		
10	Revisión LCI y asesoría SolidWorks Sustainability	Propuesta de mejora (Alternativas)		
11	Asesoría de mejoras (Alternativas)		Informe SolidWorks Sustainability	10%
12	Revisión alternativas de mejora y selección de propuesta	Modelado y análisis en SW de propuesta elegida		
13	Asesorías individuales	Anteproyecto		
14	Entrega de anteproyecto		Anteproyecto	15%
15	Asesorías individuales	Prototipo final y presentación		
16	Entrega final y sustentación		Entrega final y sustentación	40%

Tabla 2 Propuesta plan de estudios ecodiseño. Fuente: Autor

ii. Los modelos en las materias ecodiseño

Teniendo en cuenta la posibilidad de ampliar la materia ecodiseño a una rama o componente curricular de Ecodiseño, se propone una adición de dos materias más al currículo, de tal forma que se puedan abarcar más temas con mayor profundidad e implementar los tres modelos propuestos (LCA, ECQFD, LiDS). A continuación se presentan los planes de estudio de las tres materias.

El diagnóstico SQA se compone de tres preguntas que el estudiante debe plantearse a modo reflexivo: ¿Qué sé? ¿Qué quiero aprender? y ¿Qué aprendí? En la primera clase del semestre se realizan las dos primeras preguntas y al final del semestre la primera y la última; de tal forma que el profesor cuenta con un primer diagnóstico de los conocimientos de los estudiantes y sus expectativas además de una conclusión de los temas aprehendidos por los estudiantes. Éste diagnóstico se realiza con el objetivo de mejora continua de la materia.

El proyecto LiDS consiste en dar a la clase el mismo objeto a rediseñar. Se divide el salón en 8 grupos y se asigna a cada grupo una de las 8 estrategias LiDS a implementar y presentar una propuesta de mejora. (ver Tabla 3).

ECODISEÑO I				
Semana	**Actividad de clase**	**Trabajo independiente asignado**	**Evaluación**	**%**
1	Introducción, diagnóstico SQA	Documental HOME	Texto de opinión	10%
2	Historia del desarrollo sostenible	Leer Desarrollo a escala humana de Max-Neef		
3	Foro: Desarrollo a escala humana		Participación en foro	5%
4	Clase teórica: El ecodiseño y sus métodos			
5	Clase teórica: D4X, 3R.	Leer artículo Glavic y Lukman		
6	Previo temas vistos		Previo	25%
7	Introducción proyecto desmaterialización	Definir objeto a rediseñar		
8	Clase teórica: Métodos de desmaterialización.	Alternativas de desmaterialización		
9	Asesorías individuales.	Selección de propuesta		
10	Presentaciones proyecto desmaterialización		Presentación e informe proyecto	20%
11	Presentación proyecto LiDS.			
12	Clase teórica: LiDS	Alternativas de LiDS		
13	Asesorías grupales	Selección de propuesta		
14	Asesorías grupales			
15	Quiz LiDS			10%
16	Presentaciones de proyecto LiDS		Presentación e informe	30%

Tabla 3 Propuesta plan de estudios ecodiseño I. Fuente: Autor

ECODISEÑO II				
Semana	**Actividad de clase**	**Trabajo independiente asignado**	**Evaluación**	**%**
1	Introducción, diagnóstico SQA	Documental obsolescencia programada	Texto de opinión	10%
2	Clase magistral: Cradle to Cradle y Economía de servicios	Leer Cradle to Cradle de Braungart y McDonough		
3	Foro: Cradle to cradle		Participación en foro	5%
4	Clase teórica: LCA	Leer artículo Chang, Lee y Chen		
5	Previo temas vistos		Previo	25%
6	Introducción proyecto modelo LCA	Definir objetivos y alcances (Protocolo)		
7	Clase teórica: LCI	Modelo LCI producto	Protocolo	5%
8	Clase teórica: Ecoindicadores			
9	Clase teórico práctica uso de SolidWorks Sustainability	Elaboración análisis de impacto en SolidWorks Sustainability		

10	Revisión LCI y asesoría SolidWorks Sustainability	Propuesta de mejora (Alternativas)		
11	Asesoría de mejoras (Alternativas)		Informe SW	10%
12	Revisión alternativas de mejora y selección de propuesta	Modelado y análisis en SW de propuesta elegida		
13	Asesorías individuales	Anteproyecto		
14	Entrega de anteproyecto		Anteproyecto	15%
15	Asesorías individuales	Prototipo final y presentación		
16	Entrega final y sustentación		Entrega final y sustentación	30%

Tabla 4 Propuesta plan de estudios ecodiseño II. Fuente: Autor

ECODISEÑO III				
Semana	**Actividad de clase**	**Trabajo independiente asignado**	**Evaluación**	**%**
1	Introducción, diagnóstico SQA	Documental Isla de plástico (VICE)	Texto de opinión	10%
2	Clase teórica: Riesgos a la salud de los materiales	Leer libro Sustainable Solutions de Charter y Tichner		
3	Clase teórico práctica: Repaso QFD			
4	Clase teórica: PLM			
5	Previo temas vistos		Previo	25%
6	Introducción proyecto ECQFD			
7	Asesoría selección objeto para rediseño.	Definir objetivos y alcances (Protocolo)		
8	Clase teórica: ECQFD	Definición necesidades	Protocolo	10%
9	Clase teórica: SimaPro, GaBi, openLCA			
10	Asesoría: Revisión y conclusión de fases	Propuesta de mejora (Alternativas)		
11	Asesoría de mejoras (Alternativas)			
12	Revisión alternativas de mejora y selección de propuesta	Modelado y análisis en SW de propuesta elegida		
13	Asesorías individuales	Anteproyecto		
14	Entrega de anteproyecto		Anteproyecto	15%
15	Asesorías individuales	Prototipo final y presentación		
16	Entrega final y sustentación		Entrega final y sustentación	40%

Tabla 5 Propuesta plan de estudios ecodiseño III. Fuente: Autor

DISCUSIÓN

Los principales resultados del presente estudio se pueden clasificar de acuerdo a los objetivos planteados y desarrollados. Es así como en primer lugar, se realizó una revisión bibliográfica del cual se obtuvo un marco teórico que incluyó la identificación de los conceptos claves, las metodologías más relevantes y aplicables a la academia y las herramientas informáticas actualmente disponibles para el LCA.

En segundo lugar, la valoración del estado actual de la enseñanza del ecodiseño permitió establecer el contexto en el cual se encuentra la EDIUIS en percepción, enseñanza y apropiación del conocimiento sobre ecodiseño. Todos los actores consultados en la EDIUIS coincidieron en la necesidad e interés de hacer la reflexión y el replanteamiento de la enseñanza del ecodiseño en la escuela. El estudio evidenció una falta general de conocimientos por parte de los estudiantes sobre los métodos y herramientas existentes en ecodiseño. En contraste, los actores consultados perciben que el diseñador industrial tiene responsabilidad directa con la sostenibilidad, contrario a los hallazgos por Howarth y Hadfield, quienes encontraron “preocupante la falta de conciencia de muchos jóvenes diseñadores en los temas de sostenibilidad, dado que perciben ésta responsabilidad como de alguien más” (14).

Otro de los hallazgos del segundo objetivo es la necesidad de que la comunidad académica realice una revisión conjunta con miras a determinar si la enseñanza del ecodiseño debe hacerse de manera lineal o transversal, o de qué manera conjugar ambas opciones para generar una planeación estratégica integrada de la enseñanza de la sostenibilidad en la EDIUIS. Y adicionalmente, ésta revisión conjunta debería replantear la gestión ambiental y el tratamiento de residuos propios de la actividad académica, esto con el objetivo de aplicar los conocimientos teóricos en la práctica y reforzar la enseñanza del ecodiseño con el ejemplo a través de la utilización de herramientas informáticas.

En tercer lugar, las alternativas de modelo de ecodiseño se fundamentaron en el marco teórico y el contexto de la EDIUIS. Éstas permitieron integrar el software de análisis de ciclo de vida (SolidWorks Sustainability) con tres metodologías de ecodiseño: LCA (ACV), ECQFD y LiDS. Todos estos modelos han sido ampliamente utilizados y pueden combinarse para llegar a generar propuestas de diseño más sostenibles.

Como resultado del último objetivo, se propone a la comunidad académica dos escenarios de enseñanza del ecodiseño, que se espera sean validados y que generen una reflexión general sobre la enseñanza de la sostenibilidad en la EDIUIS.

Una de las fortalezas del presente estudio se evidenció a partir de su realización, pues generó espacios de reflexión en la comunidad universitaria: estudiantes, profesores y egresados. Producto de ésta reflexión, el profesor de la materia ecodiseño, por iniciativa propia y con el acompañamiento de los investigadores del presente proyecto, realizó un cambio sustancial al programa de la materia para el segundo semestre de 2014. Cambio que a su vez fue utilizado como base para la propuesta expuesta en este trabajo (ver Tabla 2). La reflexión continúa con los estudiantes, los cuales manifestaron satisfacción por haber participado en el estudio con sus opiniones y propuestas, además de expresar interés por conocer los resultados del presente estudio.

Las competencias desarrolladas con este tipo de estrategias pedagógicas muestran una tendencia positiva en la toma de decisiones orientadas hacia la sostenibilidad, esto se vislumbra como una fortaleza dado que los diseñadores industriales necesitan herramientas que integren temas de sostenibilidad en el proceso de diseño de manera práctica articulando guía, información y educación, tal como lo sostienen anteriores estudios. (15)

Una de las debilidades del presente estudio es, que al tratarse de un estudio de caso particular, la aplicabilidad de los resultados solo responden a las singularidades del contexto educativo de la EDIUIS. No obstante los resultados de esta experiencia podrán servir como réplica en otras entidades educativas interesadas en fortalecer las competencias de sus estudiantes en desarrollo sostenible por medio de la base metodológica y conceptual para el desarrollo de estrategias propias de enseñanza del ecodiseño que aquí se propone.

Aumentar la conciencia sostenible en la academia, enseñando la importancia y aplicabilidad del ecodiseño permite responder a uno de los principios de Hannover (23): Buscar mejoramiento constante a través del compartir del conocimiento, y sin lugar a dudas el respaldo de las herramientas informáticas lo facilita.

Promover la sostenibilidad, como objetivo de la humanidad, es posible en gran medida gracias a la educación de los futuros profesionales, labor que desarrolla la universidad en ambientes reflexivos, dinámicos y proactivos. Iniciativas como la del presente estudio permiten a la universidad cambiar, evolucionar y adaptase a los nuevos retos que enfrenta el hombre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Comisión Mundial de Medio ambiente y Desarrollo.** *Nuestro futuro común.* Oxford : Oxford University Press, 1987. p. 59.
2. **Max-Neef, Manfred.** Manfred Max-Neef y su concepto de “economía descalza”. *Forum Español para la prevención y la seguridad urbana.* [Online] 2010. http://www.fepsu.es/interculturalidad/manfred-max-neef-y-su-concepto-de-economia-descalza.html.
3. **Capuz, Salvador, et al., et al.** *Ecodiseño: Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles.* Valencia : Alfaomega, 2004.
4. *New visions for addressing sustainability.* **McMichael, AJ, Butler, C.D. e Folke, C.** 302, 2003, Science , pp. 1919 - 1920.
5. *The roots of sustainability.* **Ehrenfeld, J.R.** 2, 2005, MIT Sloan Management Review, Vol. 46, pp. 23 - 25.
6. *Sustainability: I know it when I see it.* **White, Mark.** 36, 2013, Ecological Economics, pp. 213 - 217.
7. **Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.** *Diseño para la sostenibilidad: Un enfoque práctico para las economías en desarrollo.* Bonn : Delft University of Technology, 2007.
8. *Product Lifecycle Management Approach for Sustainability.* **Cieri, Duque, Garetti e Terzi.** Cranfield : s.n., 2009, Proceedings for the 19th CIRP Conference.
9. *Review of sustainability terms and their definitions.* **Glavič, P. e Lukman, R.** 2007, Journal of Cleaner Production.
10. *Applying quality function deployment to enviromentaly conscious design.* **Masui, K., et al., et al.** 20, 2003, International Journal of Quality & Reliability Management, pp. 90-106.
11. *Integration of ECQFD and LCA for sustainable product design.* **Vinodh, S. e Rathod, Gopinath.** 18, 2010, Journal of cleaner production, pp. 833-842.
12. *An integrated QFDE approach for identifying improvement strategies in sustainable product development.* **Bereketli, Ilke e Genevois, Mujde Erol.** 54, 2013, Journal of cleaner production, pp. 188-198.
13. **van Hemel, C. e Brezet, H.** *Ecodesign: a promising approach to sustainable production and consumption.* s.l. : UNEP Industry and Environment, 1997.
14. *A sustainable product design model.* **Howarth, George e Hadfield, Mark.** 27, Poole : s.n., 2006, Materias & Design, pp. 1128-1133.
15. *Ecodesign tools for designers: Defining the requirements.* **Lofthouse, Vicky.** 14, Leicestershire : s.n., 2006, Journal of Cleaner Production, pp. 1386-1395.
16. **Quacquarelli Symonds.** QS Latin American Universities. [Online] 2014. http://www.topuniversities.com/university-rankings/latin-american-university-rankings/2014#sorting=rank+region=+country=357+faculty=+stars=false+search=.
17. **Universidad Industrial de Santander.** *Estatuto General.* Bucaramanga : s.n., 2012. p. 7.
18. **Charter, Martin e Tischner, Ursula.** *Sustainable Solutions.* Sheffield : Greenleaf Publishing, 2001.
19. **SolidWorks.** SolodWorks sustainability software. [Online] 2014. [Citado em: 9 de Septiembre de 2014.] http://www.solidworks.es/sustainability/sustainability-software.htm.
20. **AENOR.** *Norma UNE-EN ISO 14040:1998. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y estructura.* s.l. : AENOR, 1998.
21. **Veshagh, A. e Obagun, A.** Survey of sustainable life cicle design and management. *Advances in Life Cycle Engineering for Sustainable Manufacturing Buisnesses.* Londres : Springer, pp. 237-242.
22. *Review of life cycle assessment towards sustainable product development.* **Chang, D, Lee, C.K.M. e Chen, C.** 2014, Journal of cleaner production. Artículo en prensa. Tomado de http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.07.050.
23. **Mc Donough, William.** *The Hannover Principles.* Charlottesville : William McDonough Architects, 1992.

2.1.2 LA VIGILANCIA Y ANTENA TECNOLÓGICA COMO HERRAMIENTA PARA LA INVESTIGACIÓN DE NUEVAS OPORTUNIDADES Y MEJORA COMPETITIVA EN ECODISEÑO.

País: España.

Autor: Ihobe.

6.3-fernandez-españa-1

LA VIGILANCIA Y ANTENA TECNOLÓGICA COMO HERRAMIENTA PARA LA INVESTIGACIÓN DE NUEVAS OPORTUNIDADES Y MEJORA COMPETITIVA EN ECODISEÑO

Jose María Fernández Alcalá [(1)]
Responsable de proyecto de Ecodiseño en Ihobe (Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco) y del Basque Ecodesign Center, iniciativa de colaboración público privada para el fomento del Ecodiseño y el Análisis de Ciclo de Vida en el País Vasco.

Leire Elduayen
Responsable de proyectos en Ecoeficiencia en el sector industrial y responsable de los sistemas de innovación, vigilancia y gestión corporativa en Ihobe (Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco).

Dirección (1): Ihobe, S.A. Alda. Urquijo, 36 – 6ª planta – Bilbao – Bizkaia – 48012 - España - Tel.: (+34) 944230743 - Fax: (+34) 944235900 – e-mail: **jose_maria.fernandez@ihobe.net**

RESUMEN

El conocimiento del mercado y sus innovaciones tecnológicas, así como el entorno normativo y legislativo, tanto actual como futuro, son un elemento clave a la hora de desarrollar con éxito un proyecto de Ecodiseño. En aquellas organizaciones que incorporan en su proceso de diseño y desarrollo de producto los principios del Ecodiseño, es necesario que este conocimiento se vigile y analice de forma sistemática para asegurar el buen enfoque en el desarrollo de sus nuevos productos y/o servicios.

En la actualidad, existe en España la norma UNE 166006 para el desarrollo y puesta en marcha de un sistema de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva. Esta norma, permite realizar de manera sistemática la observación y búsqueda de señales de cambio y novedades enfocadas a la captura de información, la selección y el análisis, la difusión y comunicación para convertirla en conocimiento que permita la toma de decisiones, y el seguimiento de la explotación de sus resultados. El objetivo de esta ponencia es exponer el potencial de un sistema de este tipo para la detección de nuevas oportunidades y mejorar el posicionamiento competitivo en materia de Ecodiseño.

Para ello se describen los elementos que debiera contener un sistema de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva en Ecodiseño, a partir del trabajo desarrollado en el Laboratorio de Ideas del Basque Ecodesign Center, iniciativa de colaboración público privada entre el Gobierno Vasco y siete de las más importantes empresas industriales del País Vasco, para promover e integrar en el tejido industrial el Ecodiseño y el Análisis de Ciclo de Vida.

Palabras claves: Innovación, vigilancia, competitividad, prospectiva, mercado.

INTRODUCCIÓN

Conocer los aspectos claves que rigen las reglas de mercado y su tendencia en un futuro, constituye un elemento clave para la sostenibilidad de una empresa. Esta afirmación cubre todos los ámbitos del negocio, pero en especial afecta a los productos y/o servicios ofertados. Vivimos en un mercado altamente dinámico y en continua evolución, donde las pautas de consumo y la actitud del consumidor son cambiantes y están sometidas a numerosos estímulos sociales y económicos. Vigilar el mercado, las tendencias y patrones de consumo de nuestros clientes, las actividades desarrolladas por la competencia, las tendencias normativas y legislativas, así como la relación y percepción existente con el entorno social en el que se desenvuelve la actividad empresarial, es por tanto una necesidad vital para las empresas.

Definimos la Vigilancia Tecnológica como el proceso sistemático por el cual las empresas u organizaciones recogen datos y los organizan en forma de información útil para pasar después a analizarlos y convertirlos en inteligencia que proporcione el criterio necesario para la toma de decisiones correctas, de acuerdo a las etapas descritas en la figura 1.

Figura 1.- Etapas de un proceso sistemático de vigilancia tecnológica.

A su vez, el desarrollo de los sistemas de vigilancia en los últimos años ha dado lugar a un nuevo atributo esencial de las empresas innovadoras, la Inteligencia Competitiva.

De acuerdo a lo expuesto por Larry Kahaner (1998), La Inteligencia Competitiva es un programa sistemático para recoger y analizar información sobre las actividades competitivas de las demás empresas del entorno y de las tendencias de los negocios en general para poder hacer que tu propia empresa sea la mejor. Por su parte Teixeira Filho (2003), define inteligencia competitiva como el acompañamiento sistemático del entorno de negocio que supervisa las informaciones sobre clientes, proveedores, competidores, agentes reguladores, gobierno, nuevas tecnologías y todo lo demás que pueda influenciar en el mercado de la compañía.

Ambas definiciones son válidas para cualquier ámbito de actividad dentro de una empresa, si bien en la presente ponencia nos vamos a centrar en aquellos aspectos relacionados con la mejora ambiental de los productos y/o servicios de la organización. En este ámbito, sin lugar a dudas, la sistematización de la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva constituye una importante herramienta capaz de aportar los elementos necesarios para la definición y actualización constante de la estrategia de Ecodiseño de una organización.

Este documento trata de dar respuesta a las preguntas esenciales en el diseño de sistema de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva en materia de Ecodiseño. Para ello, se soporta en la norma UNE 166006 Gestión de la I+D+i: Sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva así como las diferentes metodologías utilizadas por los agentes de referencia a nivel internacional.

METODOLOGÍA PROPUESTA

La metodología de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia competitiva establece una serie de pasos en el llamado ciclo de vigilancia que se muestra en la figura 2 y que se describen a continuación:

Figura 2.- Metodología de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva propuesta en la norma UNE 166006.

1. **Análisis de necesidades.** Partiendo de una serie de temáticas de interés globales, se identifican fuentes de información que puedan aportar valor para la alimentación del sistema. El primer paso consiste por tanto en la asignación de fuentes de interés a vigilar para la empresa (competidores, suministradores de tecnología y equipos, fabricantes de materiales, universidades, centros tecnológicos, administraciones públicas, instituciones o gobiernos). Una vez llevado a cabo este paso se inicia el ciclo.

2. **Identificación de alerta.** Del análisis periódico de las fuentes, y de acuerdo con las temáticas seleccionadas, se detectan posibles alertas de interés. Cada una de ellas se documenta en formato de fichas de alerta que serán procesadas e introducidas en una base de datos interna desarrollada para la alimentación del sistema. Una vez identificada, se procederá a la búsqueda y ampliación de la información con nuevas referencias trazables.

3. **Búsqueda, tratamiento y validación.** Finalmente, con todas las alertas detectadas se procede a su tratamiento y puesta en valor, relacionado unas con otras y realizando cuantas consultas añadidas de información sean necesarias.

4. **Puesta en valor.** El resultado final se materializa en una serie de diferentes entregables internos dentro de la empresa, que incluirán propuestas concretas de actuación, así como información ya procesada que alimentará el desarrollo de proyectos ya existentes o que servirá de punto de partida para la puesta en marcha de otros nuevos.

Por tanto, a nivel operativo y para el despliegue dentro de una organización, los elementos que componen el sistema de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva en Ecodiseño quedan sintetizados en la figura 3.

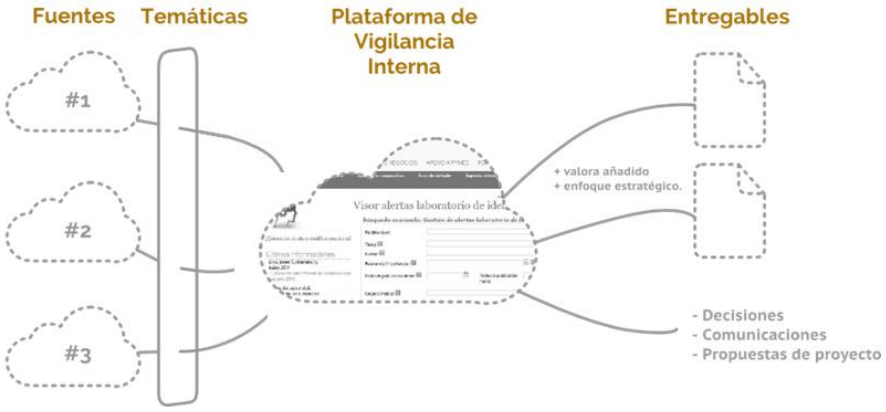


Figura 3.- Elementos del sistema de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva en Ecodiseño.

EL QUÉ: IDENTIFICACIÓN DE LAS TEMÁTICAS A VIGILAR

Uno de los elementos esenciales para una correcta gestión de la vigilancia es la identificación de las temáticas a vigilar.

Para poder ejecutar adecuadamente una búsqueda en relación a las temáticas seleccionadas y su aplicación concreta a las necesidades y el entorno de la empresa para la que se implante, es necesario detectar una serie de palabras clave asociadas a cada temática. La práctica totalidad de las búsquedas de información a realizar se apoyan sobre bases de datos que utilizan las palabras clave y la búsqueda semántica como método para filtrar la información.

Entre las temáticas necesarias:

- Competidores y referentes. Inteligencia competitiva.
- Entorno legislativo. Legislación ambiental de producto.
- Instrumentos de mercado. Sistemas de evaluación y comparación.
- Sistemas de reconocimiento ambiental en producto.
- Despliegue sectorial del *"Life cycle thinking".*
- Mercado. Demandas de los clientes.
- Iniciativas y proyectos de investigación referentes.

EL DÓNDE: LAS FUENTES DE INFORMACIÓN

Una vez determinados los campos de interés, es necesario seleccionar aquellas fuentes de vigilancia que garanticen la fiabilidad, actualización y calidad de la información.

Inicialmente se identificaron y localizaron las principales instituciones referentes, tanto públicas como privadas, para cada ámbito de interés a nivel nacional e internacional. Así mismo, se han identificado, webs, blogs o foros que hagan una función de seguimiento en torno a las novedades en los campos seleccionados. Se han elegido fuentes con una actualización mínima mensual y que se ajusten estrictamente a las temáticas anteriormente identificadas. No obstante, la periodicidad de las consultas de información a cada una de las fuentes indicadas será sistematizada en función del ritmo de actualización de cada una de ellas.

La lista de fuentes a vigilar deberá ser un elemento vivo en el que el flujo de inclusión o eliminación de fuentes sea constante y se adapte a las necesidades específicas de la investigación.

De forma general, se identifican dos tipos de vigilancia:

- La **vigilancia formal,** realizada de acuerdo a las etapas descritas anteriormente y que realiza el seguimiento de las fuentes y temáticas estandarizadas.

- La **vigilancia informal**, que comprende todas las búsquedas de información que se realizan con el objetivo de suplir necesidades temáticas muy específicas y que no pueden ser estandarizadas.

Para poder desarrollar la vigilancia informal existen diferentes herramientas genéricas de apoyo. Algunas de las más utilizadas para asistir esta vigilancia son:

- **Google trends (http://www.google.es/trends):** herramienta que proporciona información sobre la frecuencia y el lugar desde el cual se han realizado búsquedas concretas filtrando según palabras clave. Además, la herramieta permite comparar la popularidad de estos campos en relación a otras tendencias ambientales. Esta herramienta puede resultar un recurso de interés para medir la demanda latente de cierto tipo de herramientas o servicios, la sensibilización ambiental, los elementos de mayor preocupación…
- **Google patents (www.google.es/patents), espacenet (http://lp.espacenet.com/) y OEPM (http://www.oepm.es/):** herramientas de búsqueda de patentes con el fin de conocer los pasos de los competidores en cada una de las temáticas.
- Portales de **Sciencedirect (http://www.sciencedirect.com/), Wiley-Blackwell (http://eu.wiley.com/) y Springer (http://www.springer.com/):** editoriales de publicación científica que permite la búsqueda de artículos científicos en base a temáticas, journals temáticos, etc.

EL CÓMO: PLATAFORMA DE VIGILANCIA INTERNA

El personal encargado del desarrollo de las tareas de vigilancia, llevará a cabo un seguimiento periódico de las fuentes identificadas, cada una de ellas en base a la periodicidad de consulta establecida. Es lo que hemos denominado en el apartado anterior la vigilancia formal. En el caso de percibir una alerta de información relevante, la identificará y recogerá su información mediante una ficha descriptiva. Esta ficha quedará recogida en una herramienta informática de gestión de información, elemento central de la Plataforma de Vigilancia Interna que da soporte al sistema.

Cada alerta contendrá una serie de campos que deberán ser cumplimentados correctamente: fecha de documentación, temática(s) asociada(s), palabra(s) clave, departamentos afectados en la empresa, resumen de la alerta, documentación adjunta (si la hubiera). La correcta caracterización de las alertas es esencial para su posterior análisis y valorización.

Adicionalmente, en el marco de búsquedas específicas asociadas a necesidades puntuales, se producirá la llamada vigilancia informal, en base a otro tipo de fuentes no descritas en el sistema. Es vital que los resultados de esta vigilancia informal, en el caso de resultar estratégicos para la empresa, se integren también en la Plataforma de Vigilancia Interna, de igual modo que los resultados de la vigilancia formal.

La figura 4 muestra la carátula de entrada del aplicativo web desarrollado por el Basque Ecodesign Center para dar soporte al sistema de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva en Ecodiseño para sus empresas socias. A diferencia de un sistema interno desarrollado para la propia empresa, este sistema está disponible para las siete empresas socias que forman parte de la iniciativa y que pertenecen a diferentes sectores de actividad: eléctrico-electrónico, TICs, componentes de automoción, maquinaria, bienes de equipo y distribución alimentaria. Durante los dos años que lleva en funcionamiento el sistema se ha ido depurando y mejorando en función de las necesidades detectadas y de las áreas de mejora identificadas anualmente con motivo de la revisión del propio sistema. El sistema ha sido construido en entorno web y es alimentado por el equipo investigador del Laboratorio de Ideas del Basque Ecodesign Center, unidad de investigación en nuevas tendencias de mercado y temas emergentes en medio ambiente y producto, compuesto por el equipo técnico de Ihobe junto con el apoyo de profesionales externos en materia de ecodiseño y un equipo de seis investigadores recién titulados de diferentes disciplinas.

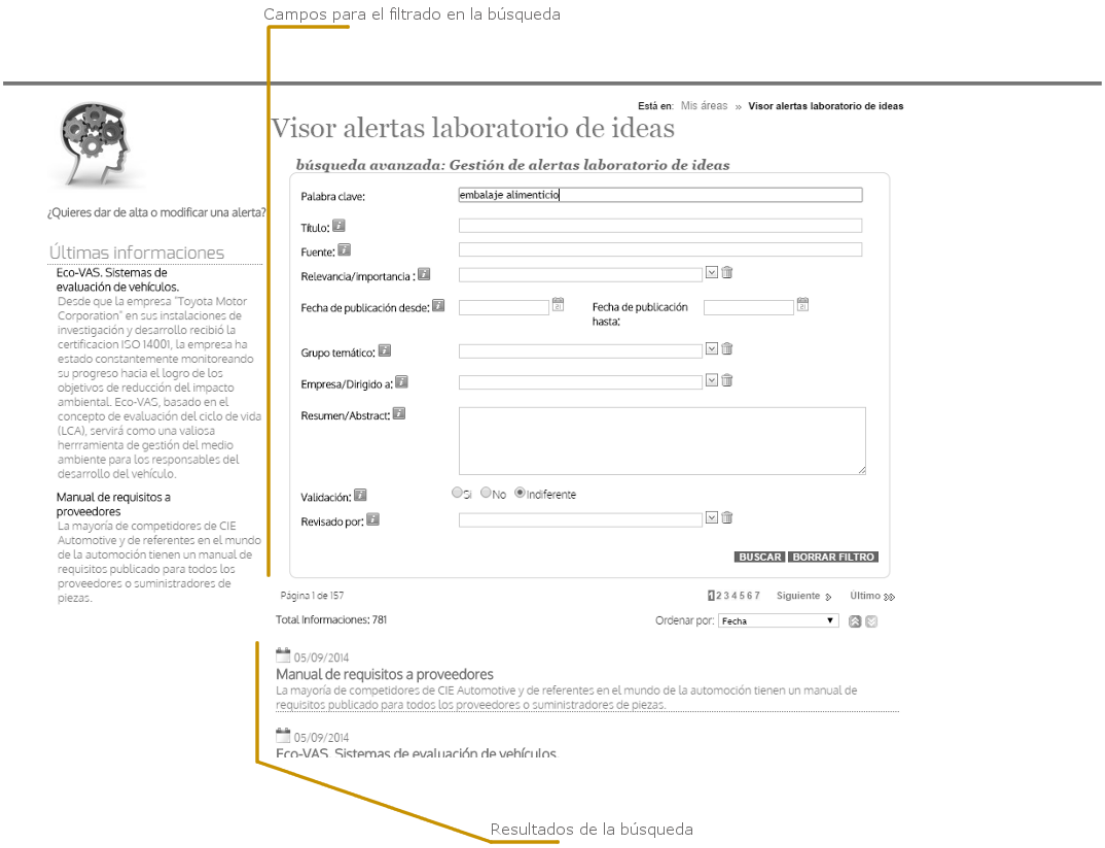


Figura 4.- Plataforma de Vigilancia Interna propuesta para almacenar las alertas identificadas.

Periódicamente, y como mínimo una vez al año, se revisan y analizan todas las alertas existentes en el sistema y de aplicación para la empresa. Para ello, se seleccionan las nuevas alertas incorporadas al sistema desde la última revisión y se analiza críticamente por personal experto en las temáticas, una a una. A su vez, comienza un trabajo para relacionar unas con otras y definir, si fuera necesario realizar, cuantas consultas añadidas de información sean necesarias. Realizada esta tarea, se relaciona a su vez con las alertas de periodos anteriores para ver cuál ha sido la evolución de las temáticas identificadas como emergentes en revisiones anteriores.

Con todo ello, se elabora un informe anual de vigilancia y antena tecnológica que se describe en el próximo apartado.

EL RESULTADO: PUESTA EN VALOR Y ENTREGABLES

Una vez definido, puesto en marcha y alimentado el sistema, como se indicaba en el punto anterior, se obtendrán diferentes entregables. Uno de lo más importante lo constituye el Informe anual de Vigilancia y Antena Tecnológica, que ya hemos mencionado, y que sirve para la orientación y revisión de la estrategia corporativa de la empresa en materia de Ecodiseño.

Este documento se estructura en diferentes apartados:

- Un DAFO que analiza el punto de partida de cada una de las empresas en relación al posicionamiento ambiental. Este diagnóstico marca los objetivos a investigar en cada caso, tratando de corregir las Debilidades propias y las Amenazas externas existentes, en base a las Fortalezas y a las Oportunidades que el mercado ofrece.

- Un diagnóstico de las actuaciones medioambientales de la empresa en relación al medio ambiente en dos

ámbitos concretos: Medio Ambiente y Empresa y Medio Ambiente y Producto (ver Figura 5).

- Un resumen de las principales alertas identificadas relevantes para la organización a nivel estratégico: aspectos tecnológicos que ofrece el mercado, nuevas legislaciones o instrumentos de mercado, actividades de los competidores, nuevos modos de negocio detectados,…

- Una serie de propuestas posibles de ecoinnovación a desarrollar, estructuradas en tres nivel de innovación en función de su complejidad (nuclear, adyacente o radical), como apoyo a la orientación estratégica de la empresa.

Figura 5.- Portada del Informe anual de Vigilancia y Antena Tecnológica y propuesta de diagnóstico de las actuaciones medioambientales de la empresa.

Para poder tener una visión exhaustiva en relación a las actividades competitivas de las demás empresas del entorno y de las tendencias generales del negocio (lo que al comienzo de esta ponencia denominábamos como Inteligencia Competitiva), el informe desarrolla más en profundidad el diagnóstico de actuaciones medioambientales, dando forma a un exhaustivo análisis comparativo de las actuaciones medioambientales de la empresa analizada en relación a su competencia (figura 6).

Este análisis incorpora, tanto para la propia empresa analizada como para su competencia directa y los referentes sectoriales los siguientes aspectos:

<u>Medio Ambiente y Empresa:</u>

- **Política Interna:**
    - Disponibilidad de una política ambiental propia
    - Pautas de tracción ambiental de proveedores
    - Pautas de tracción ambiental a lo largo de toda la cadena de suministro en materia de productos y/o servicios.
- **Transparencia en información ambiental:**
    - Publicación de Indicadores Ambientales de actividad
    - Cálculo de la Huella de Carbono de la organización
    - Publicación de actuaciones de mejora ambiental a nivel operativo

- Elabora y publica Informe Anual Corporativo en materia de Sostenibilidad

- **Reconocimiento externo:**

  - Implantación de un sistema de Gestión Ambiental (en base a ISO 14001 o EMAS – Sistema Europeo de Auditoría y Gestión ambiental).
  - Reporta Indicadores Ambientales en base a GRI - Global Reporting Initiative.
  - Presencia en redes y alianzas de mejora ambiental
  - Presencia en sistemas de reputación ambiental corporativa (DJSI - Dow Jones Sustainability Indices, CDP - Carbon Disclosure Project,…)

<u>Medio Ambiente y Productos y/o servicios:</u>

- **Mejora Ambiental de productos:**

  - Integración del "Life Cycle Thinking" en el diseño y desarrollo
  - Utilización interna del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para la evaluación ambiental
  - Disponibilidad de una política propia de Ecodiseño

- **Trasparencia en información ambiental:**

  - Publicación de actuaciones de mejora ambiental en producto
  - Publicación de los Análisis de Ciclo de Vida (ACV)
  - Elaboración y publicación de Declaraciones Ambientales de Producto (DAP)

- **Reconocimiento externo:**

  - Participación en el desarrollo de la futura Huella Ambiental de producto a nivel europeo
  - Trabajo en Ecodiseño en base a normas internacionales (ISO/TR 14062:2002, IEC 62430, ISO 14006:2011,…)
  - Reconocimiento ambiental externo en base a premios a sus productos

El análisis se lleva a cabo en base a fuentes públicas y registros oficiales de información que cubra tanto las

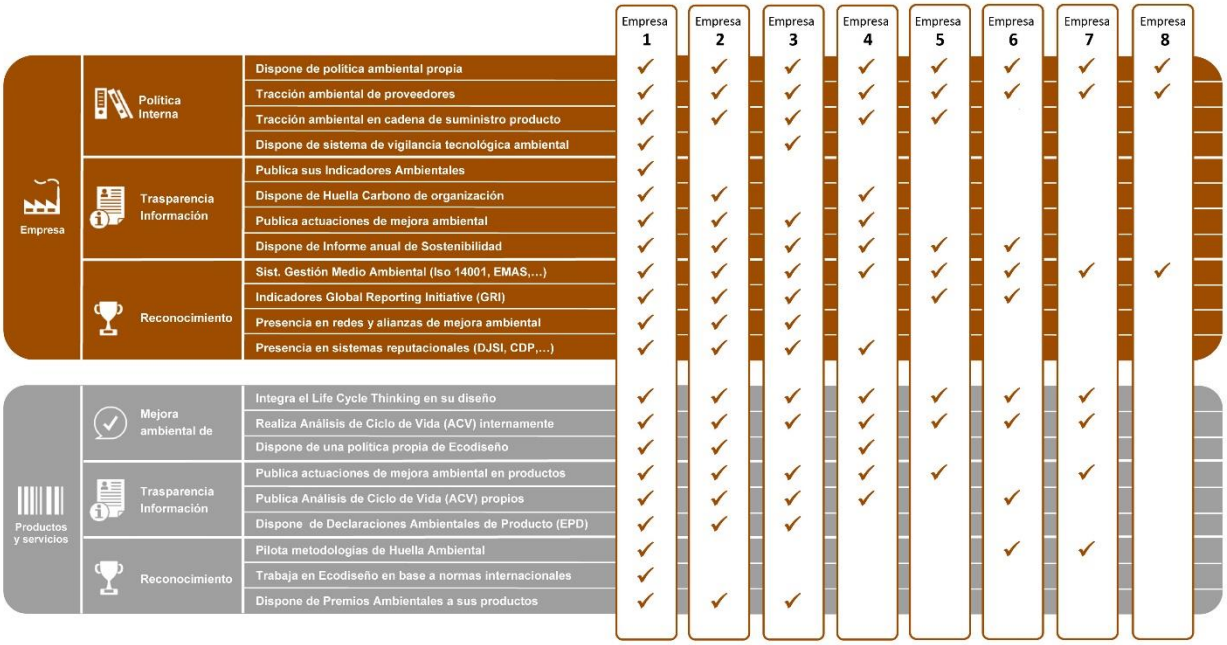


Figura 6.- Análisis comparativo de las actuaciones medioambientales de la empresa analizada en relación a su competencia.

Una vez culminado este informe, el trabajo de vigilancia no cesa, sino que se mantiene constante como una actividad más de la empresa, con el objetivo de afinar las actuaciones puestas en marcha y servir de base de los futuros informes.

De igual modo, el Informe anual de Vigilancia y Antena Tecnológica no es el único de los entregables posibles. Otros posibles usos y entregables del sistema son:

- Redacción de Informes Temáticos
- Preparación de contenidos para reuniones de trabajo
- Propuestas de nuevos proyectos para las empresas
- Inclusión de información en los proyectos activos
- Comunicación y difusión a los agentes implicados
- Toma de decisiones (orientación estratégica)

A su vez, el sistema de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva en Ecodiseño del Basque Ecodesign Center, al ser un sistema construido en entorno web está permanentemente accesible a los técnicos de las diferentes empresas socias. A través del área privada de trabajo, cada empresa tiene acceso a todas sus alertas identificadas. El sistema mantiene la confidencialidad de la información, de modo que la información detectada para una empresa es accesible únicamente por esa empresa, y no por el resto. Esto permite que, ante necesidades puntuales, los técnicos de las empresas pueden utilizar en el momento en el que lo necesiten el sistema para resolver o profundizar en alguno de los temas y temáticas identificadas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La sistemática definida en base a la norma española UNE 166006 de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva, constituye una herramienta muy útil para la identificación exhaustiva de los requisitos de entrada de un proyecto de Ecodiseño en una organización, además de servir para la definición y orientación de la estrategia empresarial corporativa. Siguiendo los pasos descritos en esta norma, es posible construir un sistema de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva en Ecodiseño al servicio de los diferentes departamentos de la empresa implicados en el diseño y desarrollo de productos y/o servicios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BASQUE ECODESIGN CENTER (2014). Informes de vigilancia y antena tecnológica. Ihobe.
2. BASQUE ECODESIGN CENTER (2014). Memoria anual de actividades 2013. Ihobe, p.23-26.
3. KAHANER, Larry (1997). “Competitive intelligence: how to gather, analyze, and use information to move your business to the top”. New York: Touchstone.
4. PORTER, M. E. (1996) “What is strategy? Harvard Business Review”, Noviembre -diciembre, p. 59-78.
5. UNE 166002:2014. Gestión de la I+D+i: Requisitos del Sistema de Gestión de la I+D+i. AENOR.
6. UNE 166006:2011. Gestión de la I+D+i: Sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. AENOR.
7. UNE-EN 62430:2009.Diseño ecológico de productos eléctricos y electrónicos. AENOR. 2009.
8. UNE-EN ISO 14006:2011. Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la incorporación del ecodiseño. AENOR.
9. UNE-ISO/TR 14062:2007 IN. Gestión ambiental. Integración de los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo de productos. AENOR.

6.3-Gómez-México-1

EDUCACIÓN SUSTENTABLE EN DISEÑO, UNA PROPUESTA PARA SU IMPLEMENTACIÓN EFECTIVA

Gabriela Gómez Valdez [(1)]
Maestra en Diseño Industrial por la Universidad Nacional Autónoma de México, Licenciada en Diseño Industrial por la Universidad Autónoma de Aguascalientes; Profesora investigadora de tiempo completo en el Depto. de Diseño de Imagen y Producto de la misma Institución.

Ana Gabriela Encino Muñoz
Maestra en Investigaciones Sociales y Humanísticas y Licenciada en Diseño Industrial por la Universidad Autónoma de Aguascalientes, México. Profesora investigadora de medio tiempo de la misma institución. Línea de investigación: Sustentabilidad en el Diseño.

Dirección (1): Avenida Universidad #940, Ciudad Universitaria. C.P. 20100. Aguascalientes, Aguascalientes, México. Tel.: (+52) 449-9109072 - e-mail: digabrielagomez@gmail.com

RESUMEN

Este artículo desarrolla una propuesta en el eje de la educación en torno a la sustentabilidad, analiza el sistema de enseñanza-aprendizaje con la finalidad de asegurar la trascendencia de la educación en el ejercicio profesional de los diseñadores. Se aborda específicamente la educación del Diseño desde una perspectiva epistemológica más integral, la cual comienza a filtrarse paulatinamente en los programas educativos a través de la inclusión de asignaturas y contenidos temáticos con un enfoque sistémico, cuyo objetivo es sensibilizar a los futuros diseñadores en el entendimiento del mundo desde una perspectiva humana y sustentable.

Estos cambios en la educación del Diseño han sido difíciles de adoptar, sobre todo porque en los esquemas educativos se ha seguido por tradición un modelo eurocentrista enfocado prioritariamente en la forma y la función de los objetos, con fines exclusivamente comerciales. No obstante, poco a poco se vislumbran esfuerzos por ajustar el enfoque y la estructura de los esquemas de enseñanza-aprendizaje no solo del Diseño, sino de la educación en general.

Por lo anterior, la investigación tuvo como objetivo desarrollar una estrategia para la implementación efectiva de una educación sustentable, que contemple las problemáticas actuales en el ejercicio profesional del Diseño, en aras de que dicha estrategia atienda no sólo la etapa formativa sino también las herramientas necesarias para que el egresado conserve el perfil sustentable durante su práctica profesional y su cotidianidad.

Palabras claves: Educación, Sustentable, Diseño, Estrategia

INTRODUCCIÓN: LA SUSTENTABILIDAD, UN NUEVO PARADIGMA DE PENSAMIENTO

En la actualidad, la crisis medioambiental originada a partir de las actividades humanas, genera la pauta para cuestionar la manera de pensar y actuar del hombre; a partir del estudio de dichas problemáticas medioambientales, se han

propuesto diferentes formas de mejorar las condiciones de vida y reducir los impactos que surgen de la actividad humana. Una de estas propuestas es la sustentabilidad.

Si bien, la visión de la sustentabilidad tiene sus orígenes en la preocupación por los desórdenes ecológicos, este discurso se ha extendido a otras esferas y por tanto, propone una visión integradora que plantea una nueva perspectiva donde la dimensión ecológica, la dimensión social y la dimensión económica son vistas como parte de un gran sistema y se encuentran en constante interacción y retroalimentación, de manera que los cambios, en cualquiera de estas dimensiones, tienen repercusiones en las otras.

Bajo estas premisas, la manera de pensar se modifica, surgen nuevas alternativas para satisfacer las necesidades humanas, las cuales buscan ser respetuosas con el medio ambiente, las sociedades y las diferentes culturas. Esta visión integradora constituye uno de los pilares para la comprensión holística que pretende generar "un nuevo orden mundial con base en un proyecto político, social y cultural más incluyente y extensivo que potencie el bienestar colectivo y la estabilidad de la biósfera" (Gutiérrez y González, 2010, p. 125).

Los discursos sustentables se abordan desde diferentes perspectivas y uno de los principales problemas es que, pareciera que la teoría sobre el tema resulta insuficiente, sin embargo, el común denominador entre dichas perspectivas es el propósito de recuperar y profundizar en los valores de la existencia humana. Por ello, es necesario recalcar que "no hay una sola visión de la sustentabilidad pues ésta depende de condiciones biogeográficas, pero sobre todo de patrones culturales que permiten comprender el sentido de nuestras acciones desde los valores sociales que las guían" (Gutiérrez y González, 2010, p. 129).

Es indiscutible la relación entre la esfera biológica -la vida y los recursos naturales-, la esfera social -las sociedades y culturas- y la esfera económica -el intercambio y adquisición de bienes-, por lo tanto, los límites del crecimiento y la explotación de recursos para la satisfacción de las necesidades humanas, deben estar regidos por un profundo respeto hacia la biósfera y las sociedades y considerar que, cualquier economía debe establecer sus límites dentro de estos márgenes, además de entender que un enfoque sustentable deberá siempre comprender las dimensiones anteriormente mencionadas:

> El significado del concepto *sustentabilidad* debe ser comprendido en sus dimensiones tanto económica como antropológica. La sustentabilidad ha de ser producto de una ética basada en los derechos humanos y la comprensión del daño a la naturaleza. De nada sirve decirse "ecologista" y defensor de la "madre tierra" si no se consideran los problemas económicos y políticos, psicológicos, antropológicos y sociales implicados; las causas y los causantes de las desgracias y desequilibrios (Martín, 2012, p. 16).

Por lo anterior, abordar a la sustentabilidad desde diferentes campos del conocimiento, implica resolver los problemas de una manera integral; entender las complejas conexiones entre la dimensión ecológica, sociocultural y económica constituye una nueva manera de entender la vida y en consecuencia, una nueva manera de ser y actuar.

EL DISEÑO Y LA APROPIACIÓN DEL ENFOQUE SUSTENTABLE

La concepción tradicional del Diseño Industrial como disciplina encargada exclusivamente de configurar aspectos formales, funcionales y productivos de los objetos, es una visión que tiene todavía una amplia difusión y, en mucho, determina el enfoque con el que se inserta la disciplina en los sectores económico y productivo.

En 1967, mientras se gestaba el pensamiento ecologista, el ICSID (International Council of Societies of Industrial Design) y la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) posicionaban al diseñador industrial como: "una persona que se cualifica por su formación, sus conocimientos técnicos, sus experiencias y su sensibilidad visual en el grado de determinar los materiales, la estructura, los mecanismos, la forma, el tratamiento superficial y el vestido (decoración) de los productos fabricados en serie por medio de procedimientos industriales…" (ICSID, UNESCO, citado en Simón, 2009). Sin embargo, la última definición aportada por el ICSID, refleja cambios para el campo del Diseño y especifica que es "una actividad creativa cuyo fin es establecer las multifacéticas cualidades de los

objetos, procesos, servicios y sus sistemas en todo su ciclo de vida [...] es el factor central de la innovadora humanización de las tecnologías y un factor crucial de intercambio cultural y económico" (ICSID, 2007).

Es preocupante observar que, aun cuando este nuevo enfoque comienza a permear en la formación de profesionales, la práctica del Diseño obedece todavía a los principios económicos que, regidos por un esquema neoliberal, hacen que la disciplina atienda mayoritariamente a los aspectos superficiales del producto así como a los sistemas de manufactura y comercialización que atentan contra los principios de la sustentabilidad.

En este sentido, es necesario analizar los principios bajo los cuales se diseñan y producen objetos y/o sistemas para satisfacer necesidades, de manera que, los esquemas en los que trabaje el diseñador contemplen principios más profundos que contribuyan al bienestar humano, respetando los diferentes sistemas en los que tiene injerencia.

La profesión del Diseño trae consigo una serie de implicaciones: la gran responsabilidad del diseñador como ente que configura y toma decisiones en el entorno productivo, además de la serie de sucesos que su trabajo desencadena como la utilización de determinados recursos y la inserción de objetos en un sistema sociocultural.

Para lograr la real implementación del discurso sustentable en la práctica cotidiana del Diseño, resulta necesario fortalecer las competencias y capacidades profesionales del diseñador. Este nuevo orden deberá aprovechar las cualidades más valiosas de la disciplina como lo son: el trabajo interdisciplinario, la capacidad de análisis y síntesis, y las habilidades creativas para dar solución a necesidades humanas, abordando los fenómenos bajo una comprensión holística en una realidad compleja.

La sustentabilidad no es una acción que pueda lograrse en poco tiempo, es más bien una consecución de cambios que, desde diferentes áreas, pueden contribuir a mejorar las condiciones de vida: "la crisis ambiental atraviesa toda la cultura y la resignifica […] requiere reflexiones profundas, una toma de conciencia, un cambio de la escala de valores en nuestro estilo de vida" (Fiori, 2006, p. 9). Este es el caso del Diseño.

La disciplina del Diseño, por su naturaleza creadora y prospectiva, tiene una gran posibilidad de mejorar la manera en la que las necesidades humanas son satisfechas; en general, el Diseño puede considerarse como: "uno de los soportes de expresión y de comunicación fundamentales para la actividad económica, sociocultural, política y artística, y por lo tanto, muy influyente en la formación de las ideas y en la determinación de actitudes" (Pimentel, 2009, p. 81). Para esto, el diseñador debe apelar a las diferentes dimensiones de un objeto y contribuir, desde su actividad diaria, a la sustentabilidad ecológica, económica y social; un profesional del Diseño debe contemplar, además de la función utilitaria de un objeto, la interacción con los usuarios, con el medio ambiente al que pertenece y los recursos que de éste se obtienen.

Este cambio de paradigma en el Diseño comienza hace algunas décadas, y el enfoque de la disciplina se ha abierto a nuevos campos, como menciona Manzini:

> La problemática del medio ambiente puede generar un nuevo horizonte para el diseño sensible y puede ser el origen de una vasta serie de transformaciones culturales y las prácticas actuales de la sociedad [...] a partir de las discusiones inevitables sobre los valores de la sociedad industrial, que la emergencia de la problemática ambiental imponen, será posible no sólo llegar a un sistema de producción más favorable para el medio ambiente, sino también para proponer nuevos valores y concepciones más profundas de calidad (citado en Buchanan, et. al., 1995, p. 220)

De manera general, podemos concluir que el enfoque que está tomando la disciplina del Diseño, aboga por prácticas mucho más humanas, sensibles con el entorno y preocupadas por aspectos de tipo comunitario y emocional. Es evidente también la inclusión de temas que tienen que ver con el desarrollo de la vida en el planeta; en general, poco a poco se ha caminado de un enfoque rígido, estructurado y racional, hacia un enfoque abierto, ético, humano y emocional.

LOS OBJETIVOS DE UNA EDUCACIÓN EN DISEÑO CON ENFOQUE SUSTENTABLE

La formación de profesionales en el área de Diseño se va modificando con el paso del tiempo de manera que, las instituciones educativas deben tener un carácter flexible que se adapte tanto al entorno inmediato como a un contexto global. Partir de la sustentabilidad como un enfoque primordial para la educación de los estudiantes, resulta de la gran fortaleza que brinda este discurso a la disciplina del Diseño: fortalece la capacidad para solucionar necesidades en la realidad y representa el comienzo de una práctica profesional responsable y apegada a estos principios.

Comenzar a trabajar en este objetivo, desde la educación profesional, está justificado por una perspectiva epistemológica que privilegia la humanización y complejidad del conocimiento; lograr la identificación del discurso sustentable como parte de un sistema cultural y personal debido a que, como menciona Maffesoli: “el proceso educativo tiene éxito cuando logramos una identidad” (2001, p. 56).

Por lo anterior es necesario cuestionar, ¿cuáles son los eslabones que necesitan construirse desde la educación profesional del diseñador para asegurar una práctica profesional sustentable?, ¿cuál debe ser el papel que desempeñe el profesor en esta educación en sustentabilidad? Y por último, ¿qué otros actores se encuentran involucrados en este proceso? Al responder a estas preguntas se tendrá como resultado una formación que, de manera integral, responda a las apremiantes necesidades del presente, garantizando la aplicación de los principios de la sustentabilidad.

A partir de lo anteriormente expuesto, se plantea la pertinencia de desarrollar una estrategia para la implementación efectiva de una educación sustentable en el Diseño que contribuya a la ejecución de proyectos con responsabilidad social y ecológica, logrando un impacto positivo en las diversas esferas en las que el diseñador es partícipe.

Para lograr este objetivo, se desglosan alcances específicos como:

- Analizar el papel que desempeña el programa educativo en la formación de diseñadores con un perfil sustentable.
- Dar seguimiento al impacto que tiene la educación con enfoque sustentable en el ejercicio profesional del diseñador egresado.
- Conocer las problemáticas a las que se enfrenta el egresado en la implementación efectiva de proyectos de perfil sustentable.

FUNDAMENTOS CONCEPTUALES PARA LA EDUCACIÓN SUSTENTABLE EN DISEÑO

Tomar a la educación como principal eje del presente trabajo de investigación, surge de la importancia que tiene dicha etapa formativa como el más importante pilar para la conformación de un pensamiento y un actuar sustentable en los futuros profesionistas. De acuerdo a lo que se expone en las siguientes líneas, es desde la formación académica que se posibilita la adopción de una auténtica y comprometida actitud sustentable, que permea no sólo en las decisiones de tipo laboral, sino en el actuar cotidiano de los individuos.

En 2005, la Comisión Económica para Europa (CEPE), auspiciada por la UNESCO, conforma un modelo que promueve la educación sustentable. Dicha estrategia no se enfoca a un tipo de educación específico, es decir, por nivel y/o área de conocimiento, sin embargo, se rescatan algunos puntos que se presumen valiosos para el desarrollo de la presente investigación y para el planteamiento de una estrategia particular para la educación sustentable en Diseño. Cabe destacar que dicho documento promueve una conceptualización del desarrollo sustentable (o sostenible, por su traducción al castellano) desde una perspectiva que adopta de manera integral las 3 esferas de la sustentabilidad.

El principal objetivo de una Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS), como lo plantea la UNESCO en dicho escrito, es el de “fomentar y reforzar en individuos, comunidades, organizaciones y países la capacidad de formarse criterios y tomar decisiones favorables al desarrollo sustentable” (UNESCO, 2005 p. 2). A partir de este planteamiento, destacan dos aspectos de gran importancia para la presente investigación: por un lado, tomar en cuenta la facultad que se le confiere a la educación como un agente capaz de moldear cambios tanto en la mentalidad como en la actitud de las

personas; y por otro lado, destacar la cualidad de la EDS como un promotor de la toma reflexiva de decisiones en cuanto a sustentabilidad se refiere.

Este último es un factor de suma importancia, debido a que tiene relación directa con la práctica del Diseño pues, durante la labor profesional, el diseñador constantemente se enfrenta a situaciones que requieren de una sensata toma de decisiones, considerando siempre el impacto que tendrán dichas resoluciones. Es por tal motivo que destaca el valor y la relevancia de que ésta facultad se vea siempre respaldada por un pensamiento y una actitud sustentables.

El mismo documento hace hincapié en la importancia de que la formación bajo el esquema de la EDS debería ofrecerse especialmente no sólo a aquellas personas con poder de decisión, sino también al resto de profesionales cuya labor se relaciona con la planificación y la gestión. Así mismo, se presumen como premisas en pro de la EDS, la aplicación del análisis sistémico, la reflexión crítica y el pensamiento creativo de los estudiantes, atributos claramente puestos en práctica en el ejercicio profesional del diseñador.

Otro factor que se retoma de la estrategia de EDS, es el carácter interdisciplinario de una educación bajo este enfoque, pues contempla la participación de diversos actores y disciplinas, así como la adopción de un enfoque completamente holístico para su adecuada implementación; dichas cualidades nuevamente conducen a la naturaleza de pensamiento y quehacer del diseñador, demostrándose que un modelo de educación que promueve el desarrollo sustentable no se encuentra alejado de la estructura o realidad de lo que se presume deseable en la educación para el Diseño.

O'Rafferty, Curtis y O'Connor (2014) refuerzan esta idea, al exponer que resulta determinante que la educación del Diseño se aleje de los tradicionales enfoques en arte y/o ingeniería, dando así cabida al aprendizaje interdisciplinario; pues es sólo a partir de un enfoque sistémico e interdisciplinar que el abordaje sustentable de la educación en Diseño es posible.

Como se afirma al inicio de este apartado, la EDS es un modelo educativo que se plantea posible y aplicable a todos los niveles de enseñanza, desde la edad temprana hasta la formación profesional e inclusive como una formación permanente. De igual manera, un pensamiento o una actitud sustentable debe reflejarse no sólo en la etapa de formación del diseñador, sino durante todas las facetas de su práctica, es decir, desde la educación hasta el desarrollo profesional y en el día a día cotidiano (O'Rafferty, *et. al.*, 2014).

Bajo esta premisa, se hace hincapié en que la construcción de una actitud o personalidad sustentable debe inculcarse en los estudiantes como "un proceso para toda la vida" (UNESCO, 2005 p. 6) o un *"frame of mind"* como lo plantean Pitt y Lubben (2009), quienes exponen la importancia de ampliar el panorama sustentable no sólo en el contexto académico o profesional, sino como una cualidad inherente al ser humano, un atributo más de su personalidad.

Pitt (2009) propone una clasificación que abarca la educación *about* -sobre-*, for* -para- y *through* -a través- de la sustentabilidad. Estas tres categorías van desde una comprensión superficial de los principios de la sustentabilidad, hasta un completo compromiso con sus ideales. El tradicional esquema de formación se enfoca exclusivamente en la educación *sobre* sustentabilidad -*about*- que es aquella que aborda el discurso únicamente desde una perspectiva superficial; es el esquema clásico de educación ambiental en el que se familiariza a los estudiantes con los conceptos básicos de sustentabilidad y no se llega a una aplicación de los mismos, por lo tanto, no se logra una auténtica interiorización del discurso.

La educación *para* la sustentabilidad -*for*- es aquella que implementa los principios sustentables en búsqueda de una aplicación real en proyectos. Este nivel se presume como deseable para lograr un cambio en la postura que tienen los estudiantes respecto al tema de sustentabilidad, y guiar de una forma más prudente la toma de decisiones durante el proceso de diseño; podría considerarse como el nivel intermedio.

En la punta de la pirámide se encuentra la educación *a través* de la sustentabilidad -*through*-, la cual, atiende al enfoque del pensamiento o la actitud sustentable como una forma de vida. Este enfoque requiere de un abordaje completamente sistémico e integral, así como de un fuerte compromiso y motivación por parte del profesorado, pues sus objetivos son la completa interiorización del discurso sustentable en los estudiantes y que ésta nueva perspectiva se convierta en un eje

rector, no sólo en las decisiones que toman en torno a su vida estudiantil y/o profesional, sino como una actitud que permee en todo tipo de decisiones, valores, creencias y en cada aspecto de su vida cotidiana de forma permanente.

Un modelo de educación sustentable para el Diseño debe tomar en cuenta estas consideraciones para llevar a cabo una propuesta en la formación de profesionales. Al abordar estos preceptos, se contempla a los diferentes actores de la problemática, además de abrir nuevas oportunidades para la disciplina.

METODOLOGÍA EMPLEADA EN LA INVESTIGACIÓN

Para generar un panorama sobre el impacto de la enseñanza con enfoque sustentable en la educación superior, así como sus alcances en el ejercicio profesional, se tomó como caso de estudio a la Licenciatura en Diseño Industrial de la Institución a la que pertenecen las investigadoras. En dicho programa educativo, se dio seguimiento a 5 generaciones de ex alumnos (2011 a la fecha) y a sus proyectos terminales o tesinas, las cuales se clasificaron por ejes temáticos. El análisis de esta información reveló que se tiene un porcentaje considerable de estudiantes que muestran interés por temáticas relacionadas a la sustentabilidad.

Los proyectos que mostraban un corte sustentable fueron el objeto de estudio principal. Para abordarlos, el procedimiento de la investigación se dividió en dos etapas: la primera consistió en realizar una encuesta para esbozar un panorama general de la situación; en la segunda etapa se llevaron a cabo entrevistas con el 30% de los egresados previamente encuestados.

La fase cuantitativa refleja el grado de factibilidad que los egresados consideran haber logrado y cuáles aspectos podrían mejorar en el proyecto para su implementación, además de las oportunidades de vinculación. La fase cualitativa profundiza en las razones de interiorización de contenidos sustentables por parte de los estudiantes y de las problemáticas a las que se enfrentan para continuar con su proyecto una vez que han salido de la institución educativa y logran incorporarse a la vida profesional.

RESULTADOS: EL ENFOQUE SUSTENTABLE DESDE LA EXPERIENCIA DEL ESTUDIANTE

Como parte de los resultados de la investigación se destaca, en primer lugar, que ninguno de los egresados encuestados continuó con su proyecto de manera formal al concluir su formación profesional. A partir de dicho hallazgo fue necesario clasificar las razones por las que el egresado abandona proyectos que presentan un alto grado de innovación en cuanto a aspectos de sustentabilidad se refiere. Dichos aspectos son:

- La dificultad para integrar conocimiento interdisciplinario genera incertidumbre en el egresado debido a las implicaciones que tiene desarrollar un proyecto de tal magnitud.

- No hay seguimiento por parte de los profesores y/o programas institucionales que brinden asesoría al recién egresado para dar continuidad a su proyecto.

- Hay desconocimiento sobre las instituciones u organismos a los cuales acudir para recibir asesoría y/o vincular su proyecto. Aun cuando la mayoría de los estudiantes afirmó conocer una institución u organismo al que pueden acudir para recibir asesoría, se evidencia la falta de certeza en este aspecto a partir de que las instituciones mencionadas no tienen la función de promover este tipo de proyectos; en algunos otros casos, se mencionaron instituciones que solamente pueden fortalecer el conocimiento para perfeccionar técnica o funcionalmente el diseño. En ningún caso se mencionó algún organismo que pueda conducir el proyecto hacia una realización efectiva.

- La necesidad de insertarse a la vida laboral para percibir un ingreso económico, obliga a los egresados a abandonar el desarrollo de su proyecto. La mayoría de los encuestados se vieron obligados a abandonar su proyecto por la falta de tiempo, el 64% mencionó tal aspecto como el motivo principal, sin embargo, esta razón se reduce a cuestiones económicas: existe urgencia por incorporarse al sistema laboral en áreas que son económicamente rentables, lo que por consecuencia lleva al abandono de su idea o proyecto.

Por otro lado, se observa que el 89% de los egresados considera que sus proyectos no son totalmente factibles debido a que algunos aspectos aún se encuentran débiles o pueden mejorarse (Figura 1).

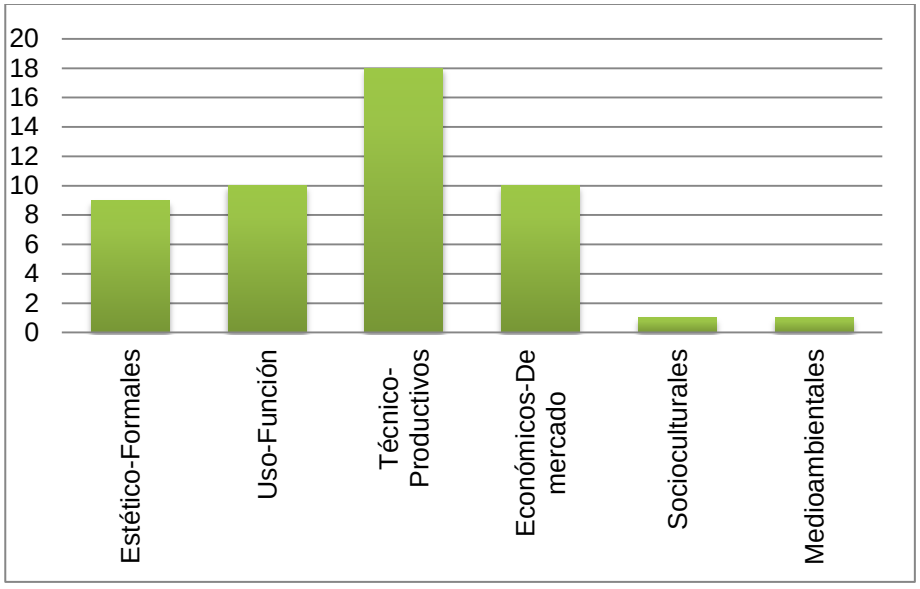


Figura 1: Aspectos de diseño en proyectos terminales que los egresados consideran mejorables. Elaboración propia.

A partir de estos resultados se puede corroborar que las principales dificultades para que los proyectos de corte sustentable sean íntegramente factibles, se encuentran en las áreas técnico-productivas, por lo que valdría la pena hacer énfasis en una educación encausada a la sustentabilidad dentro de esta área.

Al margen de los resultados anteriores, se han tenido importantes hallazgos que generan la pauta para la propuesta de una educación sustentable en Diseño, con la certeza de su implementación efectiva. Entre estos hallazgos se encuentran:

a) La interiorización de los principios de la sustentabilidad:
Se considera que, aquellos alumnos que han elegido temáticas relacionadas con la sustentabilidad, logran una mayor aprehensión de los conceptos y de la importancia de su aplicación, es decir, son conscientes de las ventajas que representa diseñar bajo este esquema. Por ello, es necesario conocer cuáles son las razones de esta apropiación del discurso para que el estudiante, bajo elección propia, trabaje las problemáticas de diseño desde esta perspectiva.

En todos los casos, los egresados mencionaron experiencias que los sensibilizaron en este tema; la generalidad habla de prácticas de convivencia con la naturaleza en la infancia, donde se genera un vínculo estrecho con el medio ambiente. Esta situación forma un interés profundo y fue la motivación para desarrollar esta temática en sus proyectos terminales:

> “Lo que me llevó a determinar esta temática en mi proyecto fue el respeto a la vida en todos los sentidos, he sido criada así… desde pequeña, mi mamá que sembraba y cosechaba siempre nos habló de eso… Mantener este tipo de vida más consciente fue lo que me motivó” (Egresada 1).
> “Todos los ambientes en que viví, estuve rodeado de ese tipo de cosas… mi familia tiene una casa productora de vino y la manera en que hacemos las cosas es artesanal, apegado a tradiciones” (Egresado 2).
> “Mi familia tiene un rancho y desde pequeña conviví con caballos, viñedos, elotes… Ahora al regresar al rancho veo los cambios a través del tiempo, las temporadas de lluvia no son iguales, afectan a las cosechas, y como estoy cercana a estos problemas, veo que es importante hacer algo al respecto” (Egresada 8).

Otras experiencias que se vinculan al interés de los alumnos por temas relacionados a la sustentabilidad son aquellas que, en su etapa de formación, impactaron su manera de concebir al Diseño. La interacción con problemáticas sociales o medioambientales influye en la forma en que se resuelven las necesidades a través del Diseño:

> "En mis prácticas profesionales vi el gran desperdicio de madera que se generaba en las fábricas de muebles, visité muchas y en todas era lo mismo… en general todo Michoacán y Durango eran zonas madereras y ahora ves que hay tala clandestina, la sobreexplotación y pobreza, y que los fabricantes, por tener cerca el recurso, desperdician más… pensé: el diseño puede hacer algo aquí" (Egresado 7).

Esta etapa de interiorización es indispensable para comprender las necesidades de una educación con perfil sustentable; aun cuando las experiencias –en su mayoría- se dieron en etapas anteriores a la formación profesional, es responsabilidad de las universidades, subsanar aquellas carencias de la educación básica y lograr dicha cercanía con las problemáticas para lograr en el alumno una aprehensión profunda de los contenidos sustentables.

b) Las carencias de la educación en torno a la sustentabilidad:

Para poder abordar este punto, se menciona como antecedente que el concepto de 'sustentabilidad' en los egresados está principalmente enfocado a los aspectos medioambientales: el aprovechamiento de recursos y el respeto a la biósfera; en algunos casos se menciona el rescate a la cultura local. Con menor frecuencia, se muestra una comprensión integral de la sustentabilidad y, en estos casos, aun cuando se tiene el conocimiento, se menciona la dificultad de atender simultáneamente a las tres esferas que componen a dicho discurso.

En la formación de los diseñadores se han detectado también fortalezas como la claridad de las bases conceptuales, la cual hace alusión al enfoque de educación *sobre* sustentabilidad *-about-*. Otra fortaleza es la solidez que se adquiere en la comprensión de la visión integral del Diseño, el trabajo multidisciplinario y la importancia de la investigación en el proceso. Dichas competencias resultan determinantes para la educación en la sustentabilidad debido a que, como se mencionó con anterioridad, son los principios de un pensamiento complejo.

En torno a las carencias de la educación en la sustentabilidad se encuentran problemáticas como la falta de aplicación de los contenidos teóricos; el aterrizaje de los conocimientos en los proyectos de diseño resulta complicado debido a dos factores: el alumno carece de interés o el profesor se enfrenta a una barrera de conocimiento que le impide acompañar al estudiante en el desarrollo de su proyecto. Muchos de los contenidos teóricos parecen imposibles de aplicar para los alumnos:

> "Conoces el concepto de sustentabilidad, pero al mismo tiempo, los talleres siguen enseñando los mismos materiales y procesos, siempre utilizamos los mismos […] es importante que se vea la implementación de nuevas tecnologías" (Egresada 8).
> "La mayoría de las veces, como diseñadores, estamos cerrados a lo que una máquina puede hacer, cuando la visión debería ser más amplia" (Egresada 1).

En este aspecto se observa que la educación *para -for-* la sustentabilidad en el Diseño, es una carencia en la formación de profesionales. Si bien, las bases teóricas logran la consolidación, se necesita un puente que enlace dicho conocimiento con el ejercicio práctico.

c) El entorno institucional y regional:

La formación de los diseñadores debe estar acompañada por un entorno institucional que promueva la educación en la sustentabilidad. En general, las prácticas institucionales presentan pocos mecanismos formales de fomento a los proyectos de sustentabilidad, debido a esto, los egresados expresan la necesidad de que la institución brinde apoyo y reconocimiento a quienes trabajan este tipo de temáticas:

> "No existe vinculación con otras áreas de la universidad que puedan darnos una perspectiva diferente del problema, tenemos que buscarlo nosotros mismos y a veces no tienen la voluntad de atenderte" (Egresada 1).

> “Hacen falta más laboratorios, un lugar donde hacer pruebas, además de que los maestros no estaban enfocados en lo que nosotros necesitábamos, y al quererlo aplicar no sabes cómo […] yo he visto como en otras universidades se hacen proyectos integrales con otras carreras y eso garantiza mejores resultados” (Egresada 6).

Respecto al entorno local y regional las principales problemáticas se enfocan en la carencia de instituciones especializadas que puedan fomentar los proyectos de este tipo y que tengan la posibilidad de apoyar a los egresados en la implementación de los proyectos a nivel estatal o nacional. La vinculación, como parte de una implementación efectiva, es fundamental y, aunque parece ajena a la formación de profesionales del Diseño, es determinante para lograr un verdadero cambio.

Según lo anterior, tanto la institución educativa como el gobierno local, necesitan mejorar sus mecanismos de vinculación, fomento y promoción, además de ser facilitadores de una colaboración interdisciplinar, así como brindar apoyos económicos y formar instituciones especializadas en el tema de la sustentabilidad.

En general, los resultados de la investigación denotan las fortalezas y carencias para la inserción de un modelo en la educación sustentable en Diseño. Aun cuando existen problemas que son ajenos a la formación de los estudiantes, la visión integral de la problemática permite abordar esta situación de manera proactiva, siendo esto fundamental para lograr la trascendencia del discurso sustentable en la sociedad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES: PROPUESTA PARA UNA IMPLEMENTACIÓN EFECTIVA DE LA EDUCACIÓN SUSTENTABLE EN DISEÑO

Como parte del análisis de los resultados se han establecido una serie de estrategias que se agrupan en tres importantes fases de desarrollo del profesional de Diseño y las cuales se consideran elementales para forjar un perfil sustentable en el diseñador:

A. Educación

B. Asesoría (o educación continua)

C. Gestión y Vinculación

Cabe mencionar que, tal cual se expuso anteriormente, este trabajo se enfoca exclusivamente en el primer rubro, es decir que se abocará de manera más profunda en la propuesta de estrategias para la fase de enseñanza (educación sustentable del Diseño), sin embargo, se plantean también algunas breves conclusiones que inciden en los demás rubros (Asesoría, Gestión y Vinculación) y las cuales servirán de guía para posteriores etapas de la presente investigación.

Ahora bien, aproximándonos exclusivamente al rubro de educación, se puede concluir que conforme a los hallazgos detectados, la manera óptima de lograr los objetivos planteados es a partir de la puesta en marcha de tres etapas que procuren que el diseñador en formación logre apropiarse de los principios de la sustentabilidad, en búsqueda de un ejercicio profesional regido bajo dicho discurso.

Estas tres etapas fueron determinadas a partir del paradigma *about-for-through* de la educación sustentable planteado por Pitt, *et. al.* (2009); el cual, determina que la formación sustentable del futuro diseñador deberá transitar a través de tres etapas ascendentes en búsqueda de una auténtica apropiación del discurso. Por ello la presente propuesta toma como fundamento dicho paradigma, para implementarlo en la construcción de un nuevo modelo de educación sustentable en Diseño:

1. ETAPA INICIAL PARA LA ADQUISICIÓN DE CONOCIMIENTOS: Educación *sobre –about-* sustentabilidad en el Diseño

Como primer punto se destaca que, de acuerdo a los resultados obtenidos en las entrevistas, las experiencias cotidianas de los estudiantes fuera del ámbito académico (actividades diversas como el cultivo, el cuidado de animales, prácticas tradicionales, etc.) se presentan como sumamente significativas. Debido a que este tipo de experiencias se vivieron en

cercanía a un contexto más natural, esto forjó en los estudiantes un interés y una preocupación auténtica que son la motivación para desarrollar proyectos de corte sustentable durante su formación profesional.

Es por ello, que en un primer momento el estudiante necesita sensibilizarse ante las problemáticas ambientales y sociales, preferentemente en contacto directo con el contexto real. En esta etapa, el profesor juega un papel determinante como promotor de una interiorización y una conexión profunda con el tema, fomentando experiencias de este tipo en los estudiantes y favoreciendo una toma de conciencia lo más auténtica y homogénea posible en la totalidad de los alumnos.

Posterior a la fase de sensibilización, y como complemento para la etapa inicial, se aborda la enseñanza sobre los conceptos de sustentabilidad, que logra que el estudiante tenga un dominio conceptual de los principios del discurso sustentable, así como de sus implicaciones en la práctica del Diseño. La intención es que el alumno logre amalgamar tanto las experiencias vividas, como las bases teóricas, logrando un aprendizaje significativo del discurso.
Cabe aclarar que, el desarrollo de la etapa inicial para la adquisición de conocimientos, deberá procurarse en los semestres iniciales de formación de los estudiantes, es decir en una etapa de formación temprana.

2. ETAPA INTERMEDIA PARA LA ADQUISICIÓN DE HABILIDADES: Educación *para –for-* la sustentabilidad en el Diseño

Esta etapa tiene como finalidad que el estudiante adquiera las habilidades necesarias para aplicar en proyectos de Diseño los conceptos aprendidos en la etapa inicial. Es el momento en el que los estudiantes consiguen implementar soluciones de Diseño que contemplan de manera integral los principios de la sustentabilidad.

La intención de ésta etapa, es que el estudiante aplique en problemas relacionados a la sustentabilidad, aquellas habilidades que utiliza comúnmente para desarrollar un proyecto de diseño como lo son: visión holística, pensamiento divergente, trabajo colaborativo y/o interdisciplinar, participación crítica y reflexiva. Si bien estas habilidades se abordan en una formación tradicional de Diseño, este modelo propone que sean implementadas con un enfoque diferente, es decir, teniendo como eje rector el conjunto de consideraciones que son el fundamento del discurso sustentable.

3. ETAPA AVANZADA PARA LA ADQUISICIÓN DE ACTITUDES Y VALORES: Educación *a través de –through-* la sustentabilidad en el Diseño

Una vez que el estudiante se ha sensibilizado, conoce los preceptos teóricos y ha implementado en proyectos de Diseño los principios de la sustentabilidad, es importante asegurar la real interiorización del pensamiento sustentable como una capacidad o competencia (O'Rafferty, *et. al.* 2014), como una forma de vida.

Cuando el alumno interioriza dicha conjunción de experiencias, saberes y habilidades, se construye una capacidad (forma de ser y actuar) que se convierte en parte de su día a día, lo que asegura un actuar sustentable consciente no sólo en su ejercicio profesional, sino también en cada una de las decisiones que toma en su vida cotidiana.

Esta etapa es fundamental, puesto que representa el vínculo con el exterior, con la realidad no meramente académica; representa ese puente entre su formación y su ejercicio profesional; por tal motivo debe conducirse durante los últimos semestres, en los cuales el estudiante comienza a vincularse con el sector productivo y empresarial a través de proyectos de diseño terminales que integran la participación en conjunto con otros entes, y que implican una serie de decisiones que el futuro diseñador debería tomar bajo un enfoque mucho más ético y sensato, cualidades que sólo logrará a partir de la adquisición de ciertas actitudes y valores, o de una capacidad sustentable.

Aunado a la propuesta del modelo, es importante rescatar algunos hallazgos valiosos durante esta investigación que fortalecen dichas etapas; estas estrategias involucran no solamente al estudiante, sino también a los profesores, al entorno académico, así como a instituciones públicas y privadas, es decir, retoman las tres fases inicialmente planteadas en este apartado:

a) EDUCACIÓN

- Aun cuando el programa educativo de Diseño cuente con materias relacionadas a la sustentabilidad, es importante que dicho enfoque permee hacia los contenidos e implementación de la totalidad de las asignaturas, asegurando en el estudiante el dominio conceptual y práctico de dicho discurso, así como su inherente aplicación en cada proyecto a

desarrollar. Esta perspectiva deberá tomarse en cuenta en las futuras revisiones curriculares y por ende reflejarse en el diseño estructural del Plan de Estudios.

- Implementar estrategias efectivas para mejorar la comprensión de los profesores sobre sustentabilidad así como promover la motivación para liderar este tipo de proyectos. De igual forma se presume necesario favorecer la confianza para incluir, tanto la dimensión social como la dimensión económica de la sustentabilidad, en pequeñas tareas de diseño, evitando la creencia de que este tipo de esferas se encuentran fuera del alcance de acción de diseñadores.

- Otorgar a los aspectos de sustentabilidad la misma relevancia que tradicionalmente se ha asignado a los demás criterios del Diseño (formales, funcionales y productivos). Esto deberá reflejarse en una equilibrada evaluación de todos los aspectos implícitos al Diseño, incluyendo la sustentabilidad. De igual forma, es importante que el abordaje sustentable permee en todo el proceso de diseño (desde el análisis, proyección, fabricación y desecho del producto).

- Que los contenidos técnico-productivos que se imparten en el programa estén vinculados a los principios de la sustentabilidad para así poder pasar de los conceptos teóricos a la aplicación práctica del conocimiento. Las estrategias de enseñanza pueden apuntar a que el estudiante contemple y/o desarrolle tecnologías alternas (materiales y/o procesos) en sus proyectos, asumiendo que los profesores de dicha área deberán tener las competencias necesarias para acompañar al estudiante durante este proceso, entre ellas el conjunto de actitudes y valores congruentes con un pensamiento sustentable.

- Llevar a la práctica los conocimientos adquiridos, promoviendo así una actitud proactiva, crítica y creativa. De igual manera, promover el aprendizaje participativo en el aula, al establecer estrategias que permitan la comunicación respetuosa de las diversas posturas entre profesores y estudiantes, así como la consensuada toma de decisiones respecto a debates de sustentabilidad y Diseño. En este modelo educativo, el profesor deja de ser exclusivamente un transmisor y el estudiante un receptor, pues ambos se convierten en participantes activos que a manera de equipo buscan soluciones a los problemas o debates planteados en el salón de clase.

- Resulta importante rescatar de igual manera, el valor del trabajo multi e interdisciplinar dentro de este nuevo enfoque de educación sustentable; pues como se ha abordado anteriormente, el tipo de fenómenos que requieren este tipo de abordaje, necesitan de la integración de conocimientos y experiencias desde diversas áreas, un enfoque holístico. Es imperioso que el diseñador aprenda a trabajar de manera coral con otras disciplinas y actores, renunciando al tradicional papel del creativo que trabaja en solitario.

- De igual forma, se presume determinante el papel del profesor como facilitador del diálogo entre estudiantes y sociedad, al favorecer el ejercicio en contextos y situaciones reales superando el aislamiento con respecto a la sociedad.

- Hablando específicamente de las instituciones educativas, son éstas quienes deberían empezar predicando con el ejemplo éste nuevo enfoque. Resulta de suma importancia que las universidades redoblen esfuerzos en búsqueda de ser más sustentables en su comportamiento -campus-, en cómo se relacionan con el mundo exterior -comunidad-, así como en sus procesos de enseñanza y aprendizaje -currículos- (Pitt, *et. al.,* 2009).

b) ASESORÍA / EDUCACIÓN CONTINUA

- Asesoría especializada durante la etapa de transición del proyecto académico hacia una fase integralmente factible. Las incubadoras de empresas dentro de las mismas instituciones educativas pueden fungir como un importante mecanismo que facilite este proceso; de igual forma, el compromiso de académicos y tutores para continuar con el desarrollo de proyectos de corte sustentable, aun cuando el alumno ha egresado de la universidad, puede promoverse a través de la inscripción de los mismos en concursos especializados o incluso en procesos para solicitud de patente.

- Debido a la escasa oferta educativa con enfoque sustentable en México, se presume necesaria la incorporación de salidas profesionalizantes o especialidades en el área, que lleven al estudiante que tiene interés en dedicarse exclusivamente a este tipo de proyectos a un nivel mucho más profundo de conocimientos, habilidades y actitudes.

- Tomar en cuenta el importante valor de la investigación como pilar de la educación sustentable en Diseño, pues es evidente que aún falta mucho trabajo por desarrollar en lo que se refiere a la proyección de metodologías eficaces de aprendizaje e instrumentos de evaluación, estrategias para la formación de actitudes y valores, así como el indispensable desarrollo de las estructuras institucionales para implantar el enfoque sustentable en todos los niveles (UNESCO, 2005)

c) GESTIÓN

- Vinculación con instituciones públicas y/o privadas que aseguren una relación efectiva entre el sector educativo con la realidad local.

- Desde su formación académica, dotar al estudiante de herramientas que le permitan primero comprender y luego comunicar los beneficios tangibles que representa la adopción de un enfoque sustentable, tanto a las organizaciones económicas como gubernamentales. Esto deriva de que la opinión generalizada de los estudiantes entrevistados respecto a este tipo de proyectos, es que estos últimos no son redituables económicamente y que su desarrollo obedece exclusivamente a motivos personales o morales. Es importante entonces, que el estudiante reflexione, sí en el valor ético de este tipo de proyectos, pero que también sea consciente del potencial económico y competitivo que hay detrás del discurso sustentable.

- Cuando un recién egresado ha conseguido desarrollar en su educación superior todas las competencias necesarias para desarrollar un proyecto a través de la sustentabilidad, debe existir alguna institución u organismo especializado que comparta la misma visión e interés del diseñador; otorgándole la importancia y seriedad requeridas a su proyecto y trabajar en conjunto para lograr la maduración, gestión y puesta en marcha del mismo.

- Una gestión sustentable en Diseño no es posible si no existe un adecuado engranaje entre las partes interesadas, es decir que, autoridades locales, instituciones de enseñanza, el sector industrial y/o empresarial y demás comunidades implícitas deberán generar alianzas sólidas y comprometidas en búsqueda de una abierta colaboración:

  "Es preciso establecer un mecanismo de coordinación para aplicar la estrategia a nivel estatal, compartir la información y estimular la creación de asociaciones entre los distintos protagonistas. Una posibilidad es la instauración de una 'plataforma nacional de EDS', quizá bajo los auspicios de los consejos de desarrollo sostenible u otros organismos competentes, que reúnan así a profesionales de distintos sectores" (UNESCO, 2005, p.11).

A manera de conclusión, podemos reflexionar que lo que hasta aquí se ha expuesto nos conduce a que la adopción del paradigma planteado por Pitt, *et. al.* (2009), aquél de la educación *a través de -through-* la sustentabilidad, requiere un cambio no sólo en la mentalidad de los actores implícitos (profesores, estudiantes, sociedad, autoridades), sino que también requiere un importante cambio en los procesos de enseñanza-aprendizaje tradicionales del Diseño.

El camino parece difícil, mas es esperanzador. Se vislumbran ya, en niveles diversos y en variadas escalas, algunos intentos por lograr que el discurso sustentable permee poco a poco en la mayoría de esferas posible. Al final, el verdadero reto radica en vincular constantemente lo que se aprende con las decisiones personales en términos de estilos de vida. Es ahí, en el día a día, donde se hará evidente la auténtica capacidad sustentable del diseñador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BUCHANAN, R., MARGOLIN, V. (Eds.) (1995). Discovering Design: Explorations in Design Studies. USA: Chicago Press

2. FIORI, S. (2006). Diseño Industrial Sustentable. Una percepción desde las Ciencias Sociales. Argentina: Editorial Brujas

3. GUTIÉRREZ, G. E., GONZÁLEZ, G. E. (2010). De las teorías del Desarrollo al Desarrollo sustentable. México: Siglo XXI

4. INTERNATIONAL COUNCIL OF SOCIETIES OF INDUSTRIAL DESIGN (ICSID), *www.icsid.org* (Consultada el día 24 de julio 2014)

5. MAFFESOLi, M. (2007). Posmodernidad. México: Universidad de las Américas.

6. MARTIN, J.F. (2012). Homoindicadores. *Versión digital*. México: Centro de Investigaciones de Diseño Industrial, UNAM

7. O'RAFFERTY, S., CURTIS, H., O'CONNOR, F. (2014). Mainstreaming sustainability in design education – a capacity building framework. International Journal of Sustainability in Higher Education, Vol. 15, N° 2, p. 169 - 187

8. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. (2005). Estrategia de la Comisión Económica para Europa de Educación para el Desarrollo Sostenible. *Versión Electrónica.*

9. PIMENTEL, J. J. (2009) en Actas de Diseño 7. Vol. 4, N° 7, p. 80-83

10. PITT, J., LUBBEN, F. (2008). The social agenda of education for sustainable development within design & technology: the case of the Sustainable Design Award. International Journal of Technology & Design Education. Vol. 19, N° 2, p. 167-186.

11. SIMÓN, S. G. (2009). + de 100 definiciones de Diseño. México: Universidad Autónoma Metropolitana.

6.1- Peñúñuri-México-1

EL ECODISEÑO Y LA APLICACIÓN DE MODELO DE DISEÑO CONCURRENTE DESDE LA PERSPECTIVA DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN LAS NUEVAS GENERACIONES

Autor Principal [(1)]: Irma Elizabeth Peñúñuri García
Diseñadora industrial con maestría en desarrollo, gestión de nuevos productos, candidata a doctor, enfocada en ecodiseño, dirige actualmente el Centro CEDIIA-urbana dedicado a diseño sustentable, colabora en iniciativas para el Centro ABRE sobre ecodiseño de empaque donde publicó en 2013 un manual de introducción al Ecodiseño.

Dirección (1): Morones Prieto 4500 poniente - Col. Jesús M. Garza - Municipio de San Pedro Garza García, Zona Metropolitana de Monterrey - Nuevo León- Código Postal: 66238- México – Tel: (+52) 81-8215-1000- extensión 1453- irma.penunuri@udem.edu, irmaepg@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo, resulta del programa piloto que se desarrolló para identificar el aprendizaje relacionado con las disciplinas creativas y de desarrollo de productos de acuerdo al ecodiseño y la visión de proyectos relacionados con la sustentabilidad.

La necesidad de incorporar metodologías de desarrollo de productos y sobre el ecodiseño, las consideraciones, evaluación ambiental de productos así como el enfoque de ciclo de vida, aunado al proceso creativo de diseño y desarrollo permitió identificar cambios en la relación de la academia, las líneas de investigación y la interdisciplinaridad de proyectos.

PALABRAS CLAVE:
Ecodiseño, Diseño sustentable, metodologías de ecodiseño, herramientas de ecodiseño, sustentabilidad.

INTRODUCCIÓN

Dentro del desarrollo de nuevos productos en la actualidad, existe una compleja interacción de requerimientos y variables que se vuelven condicionantes a la hora de realizar la conceptualización de un diseño de producto. Éstas deben cumplirse para lograr ser desarrollarlo de forma efectiva de forma industrial y con un éxito comercial que represente un beneficio para la empresa.

Para lograr el éxito, entre las variables a considerar de carácter principal debemos tener claro el mercado al cual va ir dirigido el producto, la función que cumplirá, los aspectos ergonómicos y formales del mismo, los costes, la calidad y la seguridad, de manera que como última contemplación, si es que la tiene en muchos de los casos, se desarrollan y se toman en cuenta las consideraciones medioambientales y las etapas del ciclo de vida del producto, para de esta forma lograr el cumplimiento de una función del producto con una menor incidencia ambiental en esta perspectiva.

Debemos dejar claro que para la presente investigación estaremos diferenciando los términos conceptuales que son aplicados a la enseñanza del diseño: filosofía de diseño, teoría del diseño, método de diseño, estrategia de diseño y modelo de diseño.

En este marco podemos mencionar que el complejo estudio de las metodologías, estrategias y los procesos de diseño no es algo nuevo, a lo largo del tiempo en la intervención cognitiva de los individuos y los elementos subjetivos que se unen en sistemas, a los elementos técnicos de los procesos de diseño relacionados a la han sido estudiados y desarrollados para la aplicación y enseñanza en la academia.

TEXTO

Hoy en día, el estudio de la ingeniería del diseño ha generado un movimiento de investigación, que hasta hoy, es posible llamar al diseño una ciencia (Hubka y Eder, 1992), definida por una serie de criterios iterantes, como por ejemplo: la creatividad, el cumplimiento de la satisfacción de necesidades, solución de problemas, negociación, toma de decisiones, tipo de organización, entre otras. Mismos que deben relacionarse y actuar en una sinergia para la toma de decisiones y su correcta ejecución. Este proceso o sistémica indutrial debe ser similar al que se vive en el aula.

Los procesos de diseño, por otra parte, han dejado como consecuencia investigaciones y propuestas para representarlo, lo que llamamos modelos descriptivos; modelos prescriptivos; modelos cognitivos; y modelos computacionales.[1]

Resultado de la Investigación	**Características**	**Clasificación**
Filosofía de diseño	Representa una escuela de pensamiento expresado por diseñadores e investigadores en cuanto a cómo debería ser o cómo debería realizarse el diseño. (Evbuomwat et al.,1996)	Descriptivos
Teoría de diseño	Es una colección de conceptos, principios y relaciones verificadas experimentalmente, útiles para explicar el proceso de diseño, así como para proveer un fundamento y entendimiento básico necesario para proponer métodos útiles y aprovechables. (Evbuomwan et al., 1996)	
Método de diseño	Es cualquier método, técnica, auxiliar o herramienta para diseñar. Los métodos de diseño representan un número variado de actividades que el diseñador puede combinar en el proceso de diseño (Cross, 1996)	Normativos o prescriptivos
Estrategia de diseño	Describe el plan general de acción para un proyecto particular de diseño así como la secuencia de actividades que el diseñador espera realizar durante el proyecto (Cross, 1996). En tener una estrategia implicar el estar consciente de a dónde se va y de los medios para llegar a ese fin.	

[1] (Peñúñuri García, I. 2012)

Modelo de diseño	Es una representación de una filosofía o estrategia propuesta para demostrar cómo se debe realizar la labor de diseño. (Evbuomwan, et al. 1996)	Descriptivos y normativos o prescriptivos

Tabla 6 Definiciones de los diferentes resultados de la investigación. Fuente: Adaptada de León Duarte (2005).[2]

En este marco podemos decir que el complejo estudio de las metodologías, estrategias y los procesos de diseño no es algo nuevo, a lo largo del tiempo en la intervención cognitiva de los individuos y los elementos subjetivos que se unen en sistemas, a los elementos técnicos de los procesos de diseño han sido estudiados y desarrollados.

La aparición del enfoque de sistemas en los años cincuenta originado por la incapacidad de la ciencia para tratar problemas complejos, dio origen al estudio de modelos y metodologías sistemáticas.

El problema de la complejidad es especialmente latente en las ciencias sociales, que deben tratar con un gran número de factores humanos, económicos, tecnológicos y naturales fuertemente interconectados. En este caso la dificultad se multiplica por la imposibilidad de llevar a cabo experimentos y por la propia intervención del hombre como sujeto y como objeto (racional y libre) de la investigación.

Los procesos de diseño, han dejado como consecuencia investigaciones y propuestas para representarlo, a esto lo llamamos modelos descriptivos; para ejecutarlos o realizarlos, los llamamos modelos prescriptivos; para entenderlos o asimilarlos, los llamamos modelos cognitivos; y para asistirlo o inclusive hasta lograr automatizarlo parcial o totalmente mediante los modelos computacionales.

Hoy en día, el estudio de la ingeniería del diseño ha generado un movimiento de investigación, que hasta hoy, es posible llamar al diseño una ciencia (Hubka y Eder, 1992) definida por una serie de característica que conjuntan, como por ejemplo: los requerimientos creativos y de innovación, satisfacción de necesidades y el aumento en la calidad de vida, la solución de problemas, negociación, toma de decisiones, necesidades extrínsecas o intrínseca de las organizaciones, entre otras. Todas estas consideraciones se estudian, analizan y mediante equipos multidisciplinares se conjuntan para crear soluciones en sinergia para la toma de decisiones y su correcta gestión.

Existen además otras metodologías de diseño que coexisten, como lo es la ingeniería concurrente que desarrolla una serie de técnicas de diseño con las cuales se pretende incorporar herramientas en las distintas etapas de ciclo de vida del producto, con el objetivo de realizar productos más eficientes, diseñados para su reciclaje, para su reutilización, para el medio ambiente, solo por mencionar algunas. De esta forma se pretende optimizar el ciclo de vida de producto recurriendo a una, o más de estas herramientas. Es posible mejorar un diseño mediante el análisis y técnicas para hacer un producto más sustentable desde las fases conceptuales del diseño.

Los inicios de la Ingeniería Concurrente surgen a principios de la década de los años ochenta, sin embargo el término "*ingeniería concurrente*" se populariza hasta finales de la misma década, cuando el Instituto para el Análisis de la Defensa de los Estados Unidos de América (IDA) la define y describe como:

"un método sistemático de diseño integrado y simultáneo del producto y de los subsiguientes procesos de fabricación y mantenimiento, con el objetivo de que los diseñadores tomen en consideración, desde el primer momento todos los factores que afectarán al producto a lo largo de su ciclo de vida (desde la concepción hasta su retirada), incluyendo

[2] (León Duarte J. A., 2005, p. 20)

calidad, coste, plazos y requerimientos de usuario", en esta definición se incorporan aspectos relacionados con el ciclo de vida, lo cual empata en las metodologías de diseño para la sustentabilidad.

El diseño y desarrollo de productos refiriéndose al enfoque de sustentabilidad ambiental, es nombrado de diversas formas, siendo equivalentes o comparables muchos términos. Además coexisten otras herramientas como el diseño para el ciclo de vida, el diseño medioambiental de productos industriales (EDIP por sus siglas en inglés), el Ecorediseño (*EcoRedesign* en inglés) y finalmente el término que se utilizará en esta investigación, el ecodiseño.

El ecodiseño como tal, es definido como la "consideración sistemática de la función de diseño con respecto a objetivos medioambientales, de salud y de seguridad a lo largo del ciclo de vida completo del producto y del proceso" (Fiksel, 1994)

¿Por qué el ecodiseño aplicado al diseño industrial es relevante? La justificación se puede responder relacionandolo con los tres pilares de la sustentabilidad de la siguiente manera:

- Social: Realiza el aporte a la rama de la ingeniería del diseño para crear alternativas para el desarrollo de productos de forma sistemática para mejorar tomar consideraciones ambientales desde un inicio. Logra crear conciencia de la relevancia del diseño de productos y cambiar la forma de no solo crear acciones correctivas, si no tener argumentos preventivos, sino también de reducción o incluso eliminación de posibles impactos.
- Ambiental: Generar herramientas cualitativas y cuantitativas que puedan adaptarse a las etapas conceptuales de productos o servicios en los cuales se aplica el modelo de diseño concurrente para eliminar impactos potenciales futuros y durante el ciclo de vida así como la aplicación de estrategias de optimización que se traducen en lograr consumir recursos de forma responsable, así mismo disminuir emisiones y residuos para volver a incorporarlos al sistema creando valor al subproducto, lo que nos lleva a la
- Económica: El desarrollo de productos industriales es uno de los principales motores económicos del desarrollo de nuestros sistemas capitalistas. El valorar la sustentabilidad en el sistema productivo deriva ahorros y sobre todo reducción de costes y si logramos llevar el ecodiseño desde la concepción del producto donde el enfoque sistemático aplicado al diseño conceptual donde se define entre el 70-80% de los costes totales de producción[3], lograremos impactar de forma positiva en la competitividad, aumento en la calidad y utilidad de las corporaciones.

El diseño es clave, no solo en las consideraciones económicas, sino también para reducir impactos en el ciclo de vida ya sea para productos tangibles o intangibles. En esta etapa de diseño como se menciona anteriormente se determina el 70-80 por ciento del total del coste que causará su ciclo de vida, pero lo más relevante para esta investigación es que también es en ésta etapa, donde se estiman y definen cerca del 80 por ciento de los impactos ambientales que tendrá durante la vida útil[4], es decir en su ciclo de vida de la cuna a la tumba.

Asumir criterios de prevención y eliminación de impactos ambientales en el diseño del producto y la forma en la que este proceso es asimilado en la educación superior y en las disciplinas atañidas ayudará a crear productos más responsables, con mayor estándar de calidad y con mayor competitividad para las empresas a lo largo de todo su ciclo de vida[5].

La incorporación de nuevos especialistas que enfrenten un panorama distinto al que por años se fijó. Esta reevolución o innovación industrial pretende crear soluciones que tengan como objetivo reducir el impacto ambiental, traer beneficios económicos y sobre todo dar servicio para la calidad de vida. Ésta es la razón fundamental por la que se genera esta investigación, como un modo de para incorporar el ecodiseño como una herramienta que trae beneficios económicos, tecnológicos, organizativos y que sirva en la enseñanza para crear una visión de conciencia, responsabilidad social y competitividad empresarial que promueva la innovación y el desarrollo.

[3] (Capuz Rizo & Gómez Navarro, 2002 p. 66)
[4] (Peñúñuri García, Introducción al Ecodiseño de empaque, 2013)
[5] (Generalitat Valenciana. Conselleria de Medi Ambient, 2002, p. 55)

El objetivo de la presente investigación es lograr el aprendizaje del ecodiseño en la educación superior de manera integral con la adaptación y sinergia con otras herramientas y disciplinas existentes. Además incrementar el valor y la conciencia en la sustentabilidad en el desarrollo de programas académicos directamente relacionados con la desarrollo y gestión de productos[6].

Se empleó la metodología con diferentes fases aplicado a la parte exploratoria y a la realización de la investigación en el aula para su verificación, resultados y conclusiones para la toma de decisiones.

Se toma como referencia las etapas de desarrollo exploratorio, generación de programa piloto de aprendizaje-servicio vinculado a la academia, ejecución de proyectos en las asignaturas, presentación de resultados de alumnos y profesores, documentación y rediseño curricular, para la implementación del diseño concurrente y el ecodiseño en la academia.

Los resultados obtenidos nos validan la aplicación en la enseñanza y en la investigación del ecodiseño en disciplinas creativas y de generación de productos. El ecodiseño fundamentalmente es de interés en creación de valor, en la mejora de productos en numerosos aspectos y sin duda la ejecución de proyectos de manera más integral, con un perfil interdisciplinar en la academia y multidepartamental en la industria, que amplía la conciencia ambiental en la concepción de productos.

El ecodiseño, como modelo de aprendizaje en el aula resuelve, pero debe irse adaptando al cambio de paradigma que vive nuestra sociedad. El ecodiseño estructura y sistematiza las soluciones, estrategias, hacia el cambio cultural y de competitividad que demanda la enseñanza, pretendiendo que estos conocimientos puedan traspasar el aula y lograr un desarrollo que vea reflejado en corto plazo en una herramienta poderosa de innovación y de mitigación de impacto, de creación de nuevas oportunidad esde desarrollo social, de incubación de nuevos negocios y de competitividad en la formación de nuevos profesionales.

¿QUÉ ES EL DISEÑO?

Design es, en realidad, un término que reproduce el castellano diseño (del latín *designare*: delimitar, trazar, indicar). En Italia en el siglo XVI, se desarrolló en torno a este tema un debate teórico, que al final sancionó la preeminencia del dibujo (en italiano: *disegno*) como expresión del genio artístico." (Maldonado, 1993)

Además, ICSID define que el diseño concierna productos, servicios y sistemas concebidos con herramientas, organización y cierta lógica introducida por la industrialización, no sólo la que fue producida por procesos en serie. El adjetivo "industrial" pone al diseño más relacionado con el término industria o en este significado del sector de la producción o en el antiguo significado de "actividad industriosa". Así, diseño es una actividad que envuelve un amplio espectro de profesiones en cuales los productos, servicios, gráficos, interiores y arquitectura toman parte. Estas actividades, juntas, deben de complementarse mejorando - junto con otras profesiones relacionadas – la calidad de vida.[7]

El ciclo de vida lo podemos definir de tres formas, el ciclo de vida físico, el comercial y el económico. Siendo el ciclo de vida físico al que nos referimos en este documento.

Dentro del concepto del Ecodiseño de Fiskel, se centra en la consideración de la gestión del ciclo de vida del producto o proceso. Sin embargo, se puede decir que el Ecodiseño puede y debería ser extendido a otros limites, como se muestra en la figura 1. El Ecodiseño no solo se aplica al producto.

6 Productos: Se entiende por producto industrial, el grupo de atributos tangibles e intangibles que incluyen el envase o embalaje, el color, precio, calidad, la marca, los servicios…, que constituyen un producto sistema, lo cual debe ser diseñado y desarrollado para su fabricación en pequeñas o grandes series. (Peñúñuri, G. 2012.)

7 (ICSID, 2010, p. http://www.icsid.org/about/about/articles31)

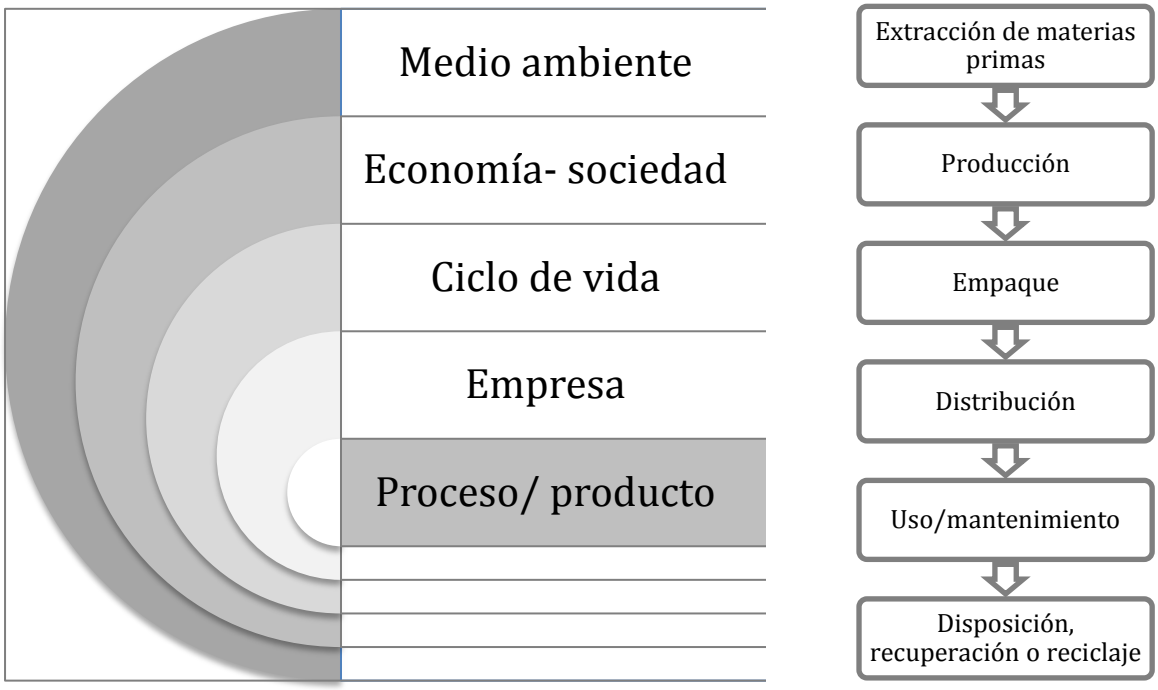


Figura 7 Extendiendo los límites del diseño de sistema (Bakshi, B.; Fiksel, J. 2003)[8]

La complejidad del estudio del diseño y es tan relevante la incoporación del ecodiseño a las disciplinas relacionadas a la creación de productos, servicios y sistemas, nos deja una reto para responder al cambio de paradigma que vivimos en la actualidad hacia el desarrollo sustentable en su visión holística.

En la integración del enfoque de ciclo de vida al diseño, los pasos que se siguen variablemente e iterante los podemos reducir a cinco fases de la aplicación como base de un modelo prescriptivo o normativo son las que se expresan en la figura 2.

[8] Bakshi, B.; Fiksel, J. The Quest for Sustainability: Challenges for Process Systems Engineering. AIChE J. 2003.

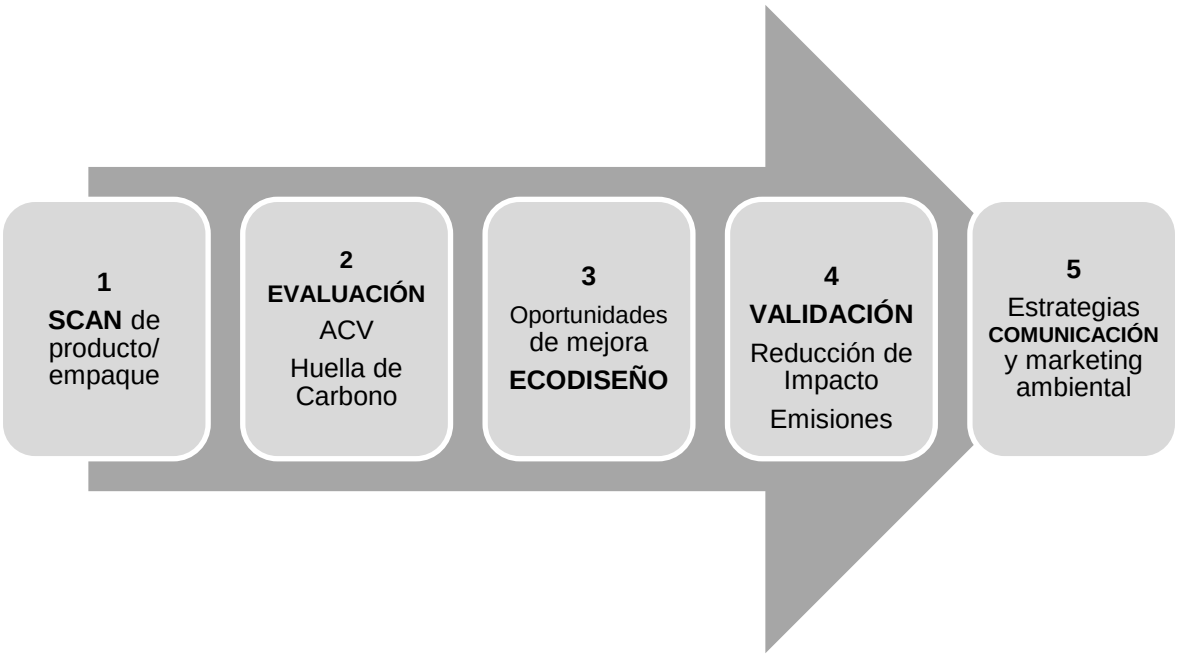


Figura 8 Procesos iterante del ecodiseño (Peñúñuri García, I. 2014)

En este proceso se aplican distintas herramientas en cada una de las fases dependiendo del alcance y del producto a evaluar. Es por eso que consiste en un proceso muy variable. Por esta razón actualmente se pretende incorporar a la metodología de diseño concurrente de Hernandis, la variable de ecodiseño. Éste modelo se encuentra en fase de investigación para ampliar el alcance al diseño de producto, y así escalarlo a otros niveles.

La implementación de metodologías de ecodiseño, no solo como lo especifica la norma ISO 14006, si no diversas herramientas que van a resolver otras consideraciones en etapas tempranas de la concepción del diseño es clave.

FASES DEL DISEÑO

Es necesario explicar que de acuerdo a un acuerdo general en los investigadores, el diseño conceptual es una fase crucial en el desarrollo de productos, en particular cuando se trata de diseñar productos innovadores o cuando se quiere generar un diseño completamente nuevo de un producto ya existente (Research Opportunities in Engineering Design, 1996; Wang, 2002; Mulet, 2003). El impacto de las decisiones tomadas en esta fase son determinantes para el resto del proceso, hasta el punto que un concepto pobre de producto es prácticamente imposible de mejorar en etapas posteriores. La figura 3, muestra el comportamiento de diversos factores implicados en el proceso de diseño de productos.

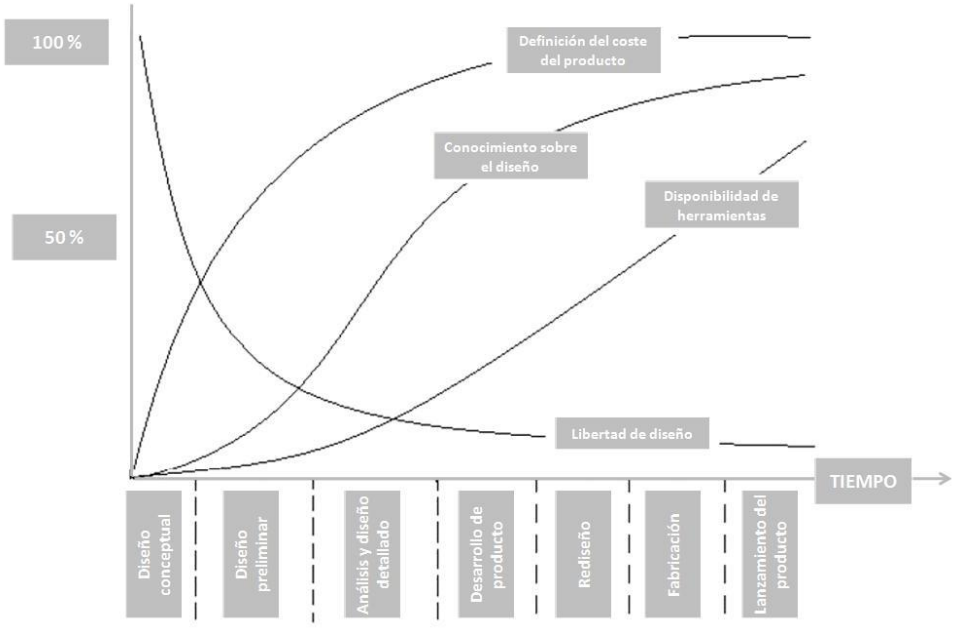


Figura 9 Tendencias de factores durante el proceso de desarrollo de productos. Fuente: Research Opportunities in Engineering Design (1996)

Según el autor Aguayo[9], "La etapa del proceso de diseño y desarrollo de producto en la que mediante un proceso de esencialización (abstracción), se identifican los problemas principales a resolver en el diseño y desarrollo, desde una visión multidimensional de la complejidad del producto"

El ECODISEÑO EN LA ACADEMIA E INVESTIGACIÓN

En los últimos cuatro años la aplicación del ecodiseño en diversos proyectos profesionales y académicos ha resultado en la actualización de curriculas, la incorporación de temas y tópicos de sustentabilidad en diferentes grados y a la generación de nuevos programas académicos profesionales en disciplinas creativas.

En cuanto al desarrollo de cambio en las curriculas, se logró actualizar planes de estudio donde discociamos la sustentabilidad y el ecodiseño en diferentes niveles a través del plan de semestre, para ir formando un enfoque sistémico y fortalecer las competencias necesarias para el desarrollo por etapas, en este caso para diseñadores industriales. Asi mismo se incorporaron nuevas herramientas en las asignaturas de diseño sustentable y la creación de bienes con consideraciones de ciclo de vida adentrándose a temas como la obsolescencia programada o percibida.

Por otro lado, se generó un nuevo programa académico que está enfocado al diseño sustentable, no solo de productos, si no también al sistema-producto, empresarial y organizacional en la generación de estrategias en las diferentes etapas del ciclo de vida extendiendo los límites del diseño de sistema.

El ecodiseño es una herramienta que puede ser trasladada no solo a métodos normativos/prescriptivos como lo desarrollamos actualmente. Sino, también como una propuesta hacia modelos descriptivos que lleven al estudio de la filosofía de diseño para crear un modelo de diseño concurrente que comparta ambas caracteristicas requeridas para el desarrollo y aplicación del ecodiseño, sino que éste sea una limitante para la creatividad y la innovación, crítica de las

[9] (Aguayo González & Soltero Sánchez, Metodología del Diseño Industrial. Un enfoque desde la Ingeniería Concurrente, 2002)

disciplinas creativas en la incorporación de metodologías similares en ciertas fases de concepción y desarrollo de producto.

Un modelo de diseño concurrente representaría una solución a la adhesión del ecodiseño en fases tempranas puesto que las "fases están interrelacionadas y todas poseen bucles de realimentación. Esto se debe a que tal y como plantea la Teoría General de Sistemas, todo Sistema debe ser tratado como parte de un Sistema más general y que además está en relación con otros sistemas, junto con los cuales compone ese sistema más general"[10].

Los datos son integrados a las fases de desarrollo conceptual dividiéndose en:

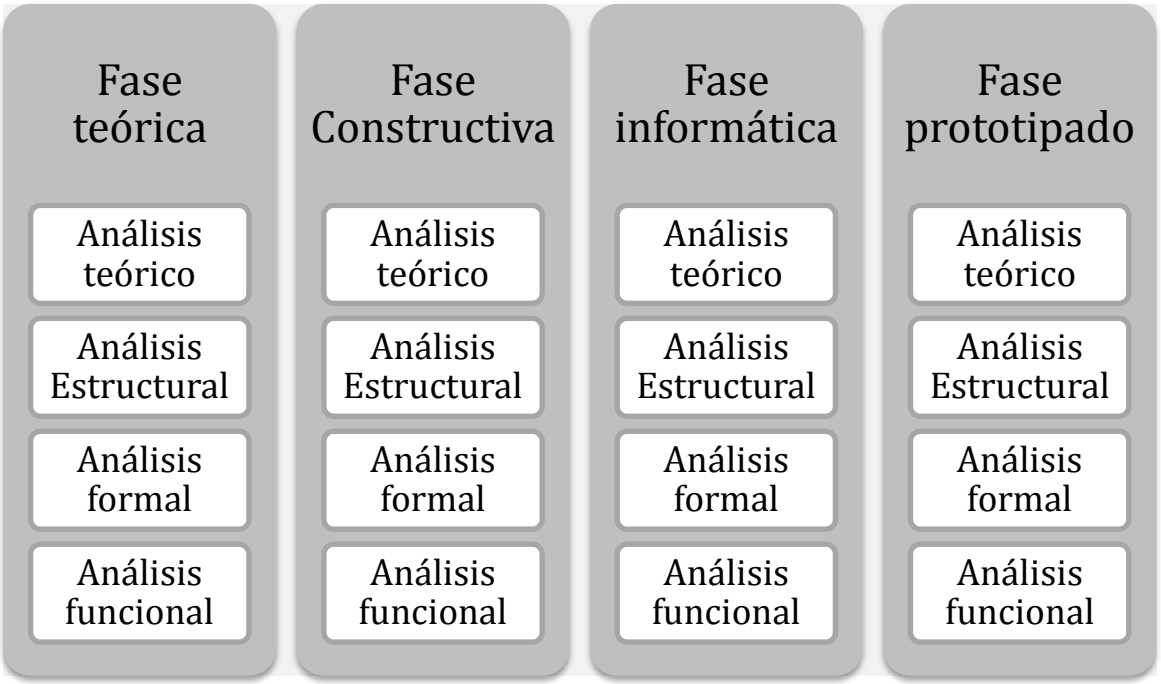


Figura 10 Modelo Definitivo de aplicado al diseño conceptual (B. Hernandis, 2002)

Se observa en este modelo que de tratarse de un objetivo metodológico como lo es la generación de productos industriales, se analizan métodos de diseño. La relevancia de relacionar estas fases con subsistemas y variables pertenecientes a otras fases distintas del ciclo de vida y del sistema (entorno) es un reto. Hernandis[11], afirma que se trata de un modelado teórico del diseño, con perspectivas transdisciplinares que integren el problema en un entorno de fácil comprensión y de uso metodologico, lo que representa una visión estratégica para el ecodiseño en fases conceptuales de diseño.

Como se describe en la figura 1. El diseño de sistemas, debe aprovecharse al desarrollo de buenas prácticas para contribuir al optiización y la extensión de los límites del diseño hacia la sustentabilidad especialmente en la consideración ambiental como:

1. Sistemas de edificación sustentable: ejemplo pueden ser el protocolo de LEED, desarrollado por el Consejo de Edificación Verde de Estados Unidos (USGBC por sus siglas en inglés). Existen otras metodologías e investigaciones que han sido desarrollados por otras universidades como la Universidad de Californai en Berkeley.
2. Sistema de procesos sustentables: en la rama de la ingeniería y el desarrollo de producto se ha desarrollado en las últimas décadas sistemas que crean sinergia entre el mejoramiento del proceso y la sustentabilidad en un concepto llamado ecoeficiencia. La ecoeficiencia mide el valor producido como una salida por cada unidad de recurso de entrada. Otras herramientas y estrategias puede ser la química verde, la producción limpia, entre otras.

[10] (Hernandis Ortuño, Modelación de sistemas: modelo de empresa, modelo de producto, 2011 p. 49)
[11] Ibid, p. 50

3. Sistemas sustentable de cadena de suministro: En diversos productos de la industria electrónica, automotriz y aeroespacial donde los componentes son desarrollados y ensamblados en distintos puntos, el ahorro y la optimización en la logística y la manufactura es clave para la reducción de impacto ambiental. Aquí las herramientas como el diseño por factores es relevante para incorporar. Así como el transporte eficiente, la logística y la manufactura esbelta juegan un rol para minimizar impacto y reducir desperdicio y emisiones.
4. Sistemas sustentables de ciclo de vida de producto: Algunas compañías ya están considerando el ciclo completo de vida de los productos y servicios lo que lleva a adoptar una nueva herramienta hacia la ecoeficiencia generando productos con valor comercial que optimizan, reducen uso de energía y reducen residuos y emisiones. Esta metodología de análisis ambiental, se puede combinar con análisis de ciclo de vida económico y de costos para lograr productos más competitivos con altos estándares de calidad.
5. Diseño de redes industriales sustentables: Optimizan las actividades colectivas de las compañias y las llevan de modelos lineales a modelos de ciclo cerrado donde el sistema ciclico del ecosistema industrial utilizan los residuos o subproductos de otras compañias como insumo. Hay ejemplos de ecología industrial que se enfoca en la simbiosis que mantienen en los procesos y producción una eficiencia ambiental.
6. Y por último el desarrollo de urbanismo y sistema de ciudades sustentables: enfocando estrategias para la gestión de la ciudad: movilidad, edificación, residuos, energía, entre otros.

Con esto nos podemos dar una clara visión de la diversidad en los temas que aplican al ecodiseño y como algunas metodologías se centran en diferentes escalas o aplicaciones de productos o procesos. Cabe recalcar que en este listado faltan las normativas y metodologías relacionadas a la responsabilidad social y sustetentabilidad social.

En la academia, esta diversificación ha resultado un reto para los académicos y una línea considerable de investigación para la enseñanza y el desarrollo. Se crearon nuevos modelos de programas académicos que respondan a perfiles de innovación enfocados a la resolución de problemas ambientales desde la perspectiva de diseño.

El desarrollo de una nueva disciplina ha sido generada para responder a la demanda que las corporaciones requieren de profesionales sensibles, con una visión integral de todo y las partes. Así mismo.

Paralelamente al nuevo programa, fortalece la línea de investigación de ecodiseño e innovación sustentable en la Universidad de Monterrey para impulsar el ecodiseño como una herramienta que se pretende potenciar mediante la colaborando inter y transdisciplinar en proyectos con otros institutos y centros de investigación.

Se busca con este nuevo modelo, relacionar el campo y el aula directamente con la enseñanza de nuevos profesionales con carácter de innovación, responsabilidad y orientados a la creación desde un nuevo modelo de diseño concurrente aplicado a las diversas escalas y magnitudes requeridas (micro y macro), sin perder de vista los objetivos ambientales, de competividad empresarial y de creatividad e innovación.

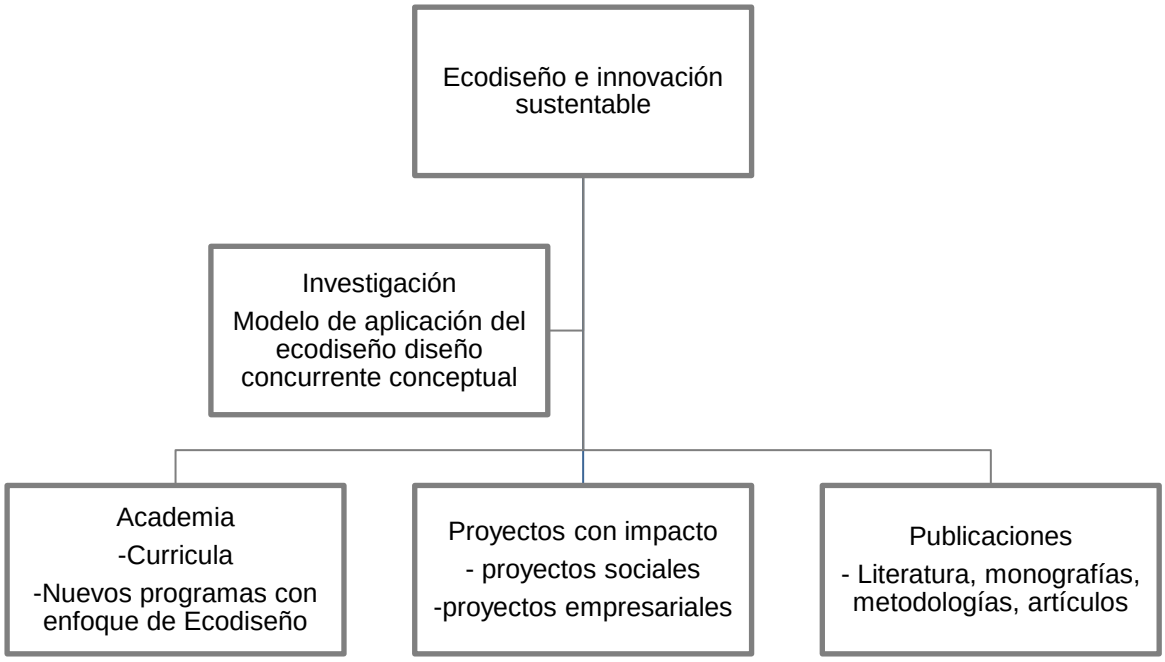


Figura 11 Modelo de linea de investigación vinculado a la academia (Peñúñuri García, 2014)

CONCLUSIÓN

En estos cuatro años de investigación y aplicación de herramientas de ecodiseño se ha desarrollado proyectos con organismos internacionales como CLAYSS (Centro Latinoamericano de Aprendizaje en el Servicio)[12], dependencias gubernamentales como el Instituto Municipal de Planeación Urbana de San Pedro Garza García y Monterrey; centros de investigación e innovación como el Centro ABRE, Centro CEDIIA- Urbana, Centro de Sostenibilidad; empresas privadas en el sector del empaque, electrodomésticos, automotriz, mueble, médica; organizaciones y proyectos sin ánimos de lucro en comunidades marginadas y finalmente en vinculación con otras universidades en Centroamérica, España y en México.

Esta documento concentra los retos de diseño vividos con la conceptualización y definición del ecodiseño en la expansión de los límites. Se tiene la certeza que la interconexión de estos sistemas o niveles crearán nuevas estrategias de innovación y de oportunidad.

Es cierto que el enfoque tradicional del diseño hacia la prevención o el control de contaminación es ya una visión obsoleta e insuficiente en muchos de los casos. Hace falta una herramienta metodológica que cree mejora en todos los niveles para la solución a sistemas complejos y aunados a esto, la formación de profesionales con un enfoque distintivo que integre y cree sinergía en la multidisciplinaridad de las herramientas como eje fundamental.

Es claro también que muchas herramientas y metodologías actuales, dejan fuera la parte humana y pueden limitar la creatividad. Tomando en cuenta que en la fase conceptual del diseño potencializa el desarrollo y las optimizaciones si logramos pensar sistemáticamente en ciclo de vida desde ahí (tanto económico, como ecológico o social). Sin embargo, aún hay tarea por hacer pues es primordial para el diseño del producto tomar en cuenta el comportamiento del usuario o del sistema en sí, requerimientos que en ocasiones es eludido.

En la investigación que se desarrolla se pretende conectar la función con ésta consideración ergonómica y la formal, como una fase exploratoria futura para el desarrollo de una metodología de ecodiseño que defina el ciclo de vida con las consideraciones humanas que hay en él, que lleven a un desarrollo que cumpla con condicionantes no solo funcionales,

[12] Universidad de Monterrey (2012)

si no de comportamiento y uso, donde muchos productos, servicios representan los mayores impactos ambientales asociados. En estos casos, el diseño óptimo de un producto considerando el comportamiento del usuario puede representar mayores oportunidades de reducción de impacto ambiental y mejor uso de los recursos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CAPUZ RIZO, S., & GÓMEZ NAVARRO, T. (2002). *Ecodiseño: ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles.* (S. Capuz Rizo, & T. Gómez Navarro, Edits.) Valencia,, Comunidad Valenciana, España: Universitat Politècnica de València.

2. CAPUZ RIZO, S., & GÓMEZ NAVARRO, T. (2002). *Ecodiseño: ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles.* (S. Capuz Rizo, & T. Gómez Navarro, Edits.) Valencia,, Comunidad Valenciana, España: Universitat Politècnica de València.

3. LEÓN DUARTE, J. A. (2005). *Metodología para la detección de requerimientos subjetivos en el diseño de productos.* Barcelona, España: Universitat Politécnica de Catalunya.

4. LEÓN DUARTE, J. (2005). *Metodología para la detección de requerimientos subjetivos en el diseño de productos.* Barcelona, España: Universitat Politécnica de Catalunya.

5. CONSILLERÍA DE MEDI AMBIENT. (2003). Ecoeficiencia: La modernización ecológica de la empresa. Valencia, Comunidad Valenciana, España: Generalitat Valenciana Consillería de medi ambient.

6. AGUAYO GONZÁLEZ, F. (2002). *Metodología del diseño industrial. Un Enfoque desde la Ingeniería Concurrente. .* Madrid, España: Ra-ma.

7. AGUAYO GONZÁLEZ, F., & SOLTERO SÁNCHEZ, V. (2002). *Metodología del Diseño Industrial. Un enfoque desde la Ingeniería Concurrente.* Madrid: RA-MA.

8. GENERALITAT VALENCIANA. CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT. (2002). *Ecoeficiencia. La modernización ecológica de la empresa* (Vols. V-1613-2002). Valencia, Valencia, España: Conselleria de Medi Ambient.

9. HERNANDIS ORTUÑO, B. (2011). Modelación de sistemas: modelo de empresa, modelo de producto. *Grupo de Investigación y Gestión del Diseño Dpto. Ingeniería Gráfica Universidad Politécnica de Valencia* . Valencia, Comunidad Valenciana, España.

10. HERNANDIS ORTUÑO, B., & IRIBARREN NAVARRO, E. (2000). *Diseño de nuevos productos: Una perspectiva sistémica* (2a. ed.). Valencia, Comunidad Valenciana, España: Universitat Politècnica de València.

11. ICSID. (s.f.). *Definition of design.* Recuperado el 2010, de International Council of Societies of Industrial Design: www.icsid.org

12. PEÑÚÑURI GARCÍA, I. E. (2012). Aplicación y desarrollo de las técnicas de ecodiseño en el modelo de diseño concurrente aplicado al diseño conceptual de productos. . Valencia, Comunidad Valenciana, España: Universitat Politécnica de Valencia.

13. PEÑÚÑURI GARCÍA, I. E. (2013). *Introducción al Ecodiseño de empaque.* (I. Peñúñuri García, Ed.) Monterrey, Nuevo León, México: Centro ABRE Universidad de Monterrey.

14. UNIVERSIDAD DE MONTERREY (2012) *Proyectos de Aprendizaje en el Servicio 2012.* Centro para la Solidaridad y Filantropía UDEM. Recuperado en el 2014, de Aprendizaje en el Servicio: http://www.udem.edu.mx/Esp/Vida-Estudiantil/Documents/aprendizaje-en-el-servicio.pdf

2.1.5 MODELO DE TRACCIÓN AMBIENTAL EN LA CADENA DE SUMINISTRO DE PRODUCTO Y/O SERVICIOS ECODISEÑADOS.

País: España.

Autor: Ihobe.

9.2-fernandez-españa-1

MODELO DE TRACCIÓN AMBIENTAL EN LA CADENA DE SUMINISTRO DE PRODUCTOS Y/O SERVICIOS ECODISEÑADOS

Jose María Fernández Alcalá [(1)]
Responsable de proyecto de Ecodiseño en Ihobe (Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco) y del Basque Ecodesign Center, iniciativa de colaboración público privada para el fomento del Ecodiseño y el Análisis de Ciclo de Vida en el País Vasco.

Gorane Ibarra
Responsable de proyectos de Compra Pública Verde en Ihobe (Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco) y apoyo en proyectos de Ecodiseño con pequeñas y medianas empresas.

Dirección (1): Ihobe, S.A. Alda. Urquijo, 36 – 6ª planta – Bilbao – Bizkaia – 48012 - España - Tel.: (+34) 944230743 - Fax: (+34) 944235900 – e-mail: **jose_maria.fernandez@ihobe.net**

RESUMEN

Durante muchos años, la tracción ambiental de proveedores ha estado relacionada con la preocupación de una empresa tractora por asegurar el adecuado cumplimiento legal, así como la implantación de aspectos básicos relativos a la gestión ambiental en el conjunto de sus empresas proveedoras. Sin embargo, en la mejora ambiental de productos y servicios, esto no es suficiente y es necesario abarcar toda la cadena de valor. Se hace necesario definir nuevos modelos de tracción ambiental. En la cadena de suministro el término “proveedores” normalmente hace referencia a los agentes “aguas arriba” del productor: los fabricantes de materias primas y los suministradores. Es por ello, que la tracción de proveedores es únicamente una pequeña parte de la tracción de la cadena de suministro y por tanto, aporta una visión incompleta.

En definitiva, en la tracción ambiental de la cadena de suministro en el marco de la responsabilidad extendida del producto, es necesario tener presentes a todos los agentes que intervienen, tanto “aguas arriba” como “aguas abajo” del productor, lo que implica, entre otros, a los fabricantes de materias primas que luego son adquiridas y procesadas por el productor, los suministradores de todos aquellos componentes ya elaborados y que formarán parte del producto, los suministradores de servicios, los distribuidores, detallistas y agentes comerciales finales de los productos o servicios, el propio cliente— consumidor, así como los gestores de fin de vida.

Palabras claves: Tracción, cadena de valor, cadena de suministro, proveedores, RSE.

INTRODUCCIÓN

La cadena de suministro hace referencia a todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de la solicitud de un cliente — consumidor.

El término “cadena de suministro”, del inglés “Supply Chain”, entró al dominio público cuando Keith Oliver, un consultor en Booz Allen Hamilton, lo uso en una entrevista para el Financial Times en 1982. Tomó tiempo para afianzarse y quedarse en el léxico de negocios, pero a mediados de los años 90 empezaron a aparecer una gran cantidad de publicaciones sobre el tema y se convirtió en un término regular en la gestión empresarial.

El “Supply chain council” define la cadena de suministro como los esfuerzos destinados a la producción y suministro de un producto o servicio desde el proveedor del proveedor y hasta el cliente del cliente, poniendo el foco prioritario en la eficiencia y los costes de los proveedores así como en los flujos materiales.

En la cadena de suministro el término “proveedores” normalmente hace referencia a 2 agentes “aguas arriba” del productor: los fabricantes de materias primas y los suministradores. Es por ello, que la tracción de proveedores es únicamente una pequeña parte de la tracción de la cadena de suministro y por tanto, aporta una visión incompleta.

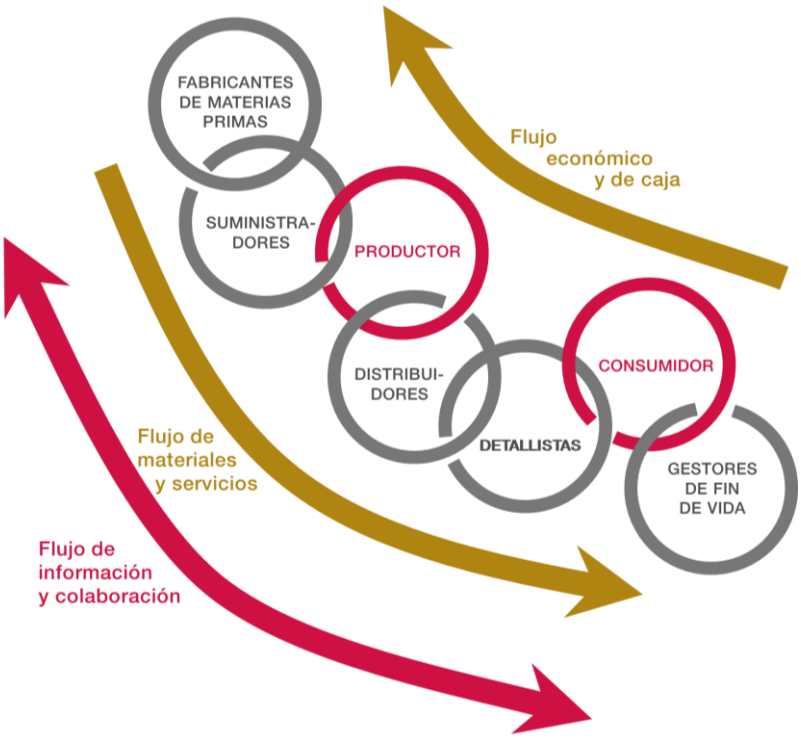


Figura 1.- Agentes que intervienen en la cadena de suministro y las relaciones existentes entre ellos.

En definitiva, en la tracción ambiental de la cadena de suministro en el marco de la responsabilidad extendida del producto, es necesario tener presentes a todos los agentes que intervienen, tanto “aguas arriba” como “aguas abajo” del productor, lo que implica a:

- **Fabricantes de materias primas** que luego son adquiridas y procesadas por el productor.
- **Suministradores** de todos aquellos componentes ya elaborados y que formarán parte del producto, así como los suministradores de servicios.
- **Distribuidores** al servicio de la empresa tractora.

- Detallistas y agentes comerciales finales de los productos o servicios.
- El **Cliente—Consumidor**, razón última del modelo de negocio y parte primordial de las cadenas de suministro. El propósito de la cadena de suministro es satisfacer precisamente las necesidades del cliente. Este podrá ser un cliente industrial (lo que se denomina B2B "Business to Business") o cliente ciudadano (lo que se denomina B2C "Business to Consumer").
- **Gestores de fin de vida**, que aglutina a una gran cantidad de agentes que se encargan de la gestión final del producto al final de su vida útil (recogedores, gestores, Sistemas Integrados de Gestión, recicladores de materias primas,…).

No es necesario que todos los agentes aquí descritos estén presentes en la cadena de suministro. El diseño apropiado de la cadena de suministro depende de las necesidades del cliente como de las funciones que desempeñan las etapas que abarca.

Una cadena de suministro es dinámica e implica un flujo constante de información, productos y servicios y fondos económicos entre sus diferentes agentes. Estos flujos se pueden aglutinar en tres:

- **Flujo de materiales y servicios**, que parte de los fabricantes de materias primas en sentido descendente a lo largo de la cadena de suministro. Es la prestación de productos y servicios, cada vez más elaborados hasta su conversión en el producto comercializado y que, tras ser adquiridos por el cliente — consumidor, finalizará su ciclo de vida en los gestores de fin de vida para su adecuada gestión final.
- **Flujo económico o de caja**, que va en sentido inverso y que supone el pago asociado al flujo de materiales y servicios.
- **Flujo de información y colaboración**, tanto ascendente como descendente, necesario para el correcto funcionamiento de la cadena de suministro.

OBJETIVOS O HIPÓTESIS

Este documento expone los pasos básicos para la definición y aplicación de un modelo de tracción ambiental en toda la cadena de suministro de un producto o servicio, aplicable a organizaciones que trabajen con un gran número de agentes.

Desde el punto de vista ambiental, considerar toda la cadena de suministro permite controlar todos los aspectos ambientales asociados al producto o servicio a lo largo de su Ciclo de Vida, y no únicamente los asociados al productor—fabricante.

Se considera que, de media, los aspectos ambientales directos del productor, apenas suponen el 40% del impacto ambiental total. Dicho de otro modo, aproximadamente el 60% del impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida del producto está en manos de la cadena de suministro de una empresa. Por supuesto, estos son valores medios y la proporción varía de un sector a otro, desde aquellos sectores intensivos en el consumo de materias primas (como los sectores económicos básicos) donde los impactos directos son mayoritarios, a aquellos otros sectores que ofertan servicios avanzados (banca y servicios financieros, telecomunicaciones,…) donde los impactos de la cadena de suministro superan el 80%. La figura 2 muestra una estimación del reparto por sectores de estos impactos ambientales.

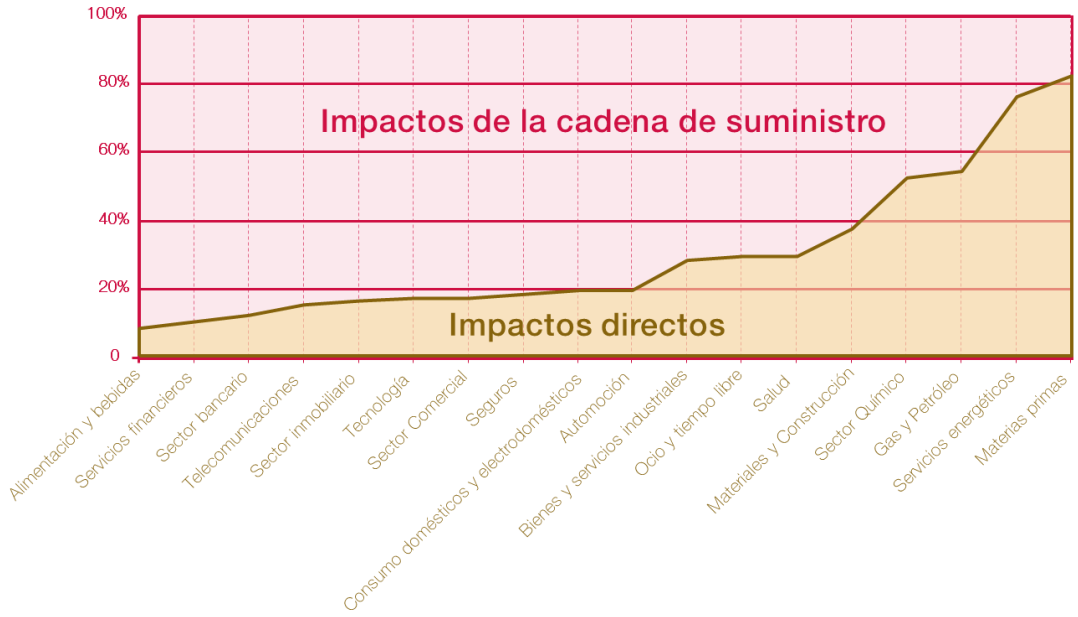


Figura 2.- Relación entre impactos ambientales directos y aquellos asociados a la cadena de suministro en función del sector de actividad de la empresa tractora.

Una buena gestión de la cadena de suministro aporta importantes ventajas:

- Mayor eficacia en las negociaciones gracias a las posibilidades de las tecnologías de información (TICs) en el intercambio de información con los agentes.
- Mayor control ambiental en la gestión. Puede gestionarse una gran cantidad de información de proveedores potenciales y a un mayor número de ofertas de manera rápida, sencilla y automatizada.
- Reducción de costes operativos, que algunos estudios llegan a cifrar del 20% al 30%.
- Disminución del tiempo de aprovisionamiento gracias a la comunicación en tiempo real con proveedores.
- Mejoras en la gestión de inventarios. La información en línea de suministros en almacenes permite prever las necesidades de producción y optimizar la gestión de stocks.
- Seguimiento de fechas de entrega de suministros, plazos de producción, y fechas de embarque, lo cual garantiza una mejor reacción a cambios en el mercado.

METODOLOGÍA EMPLEADA

El trabajo se basa en la experiencia piloto desarrollada con grandes empresas de diferentes sectores industriales de actividad. Este trabajo ha permitido el desarrollar de nuevos modelos de trabajo colaborativo en la mejora ambiental de productos y/o servicios a lo largo de toda la cadena de suministro.

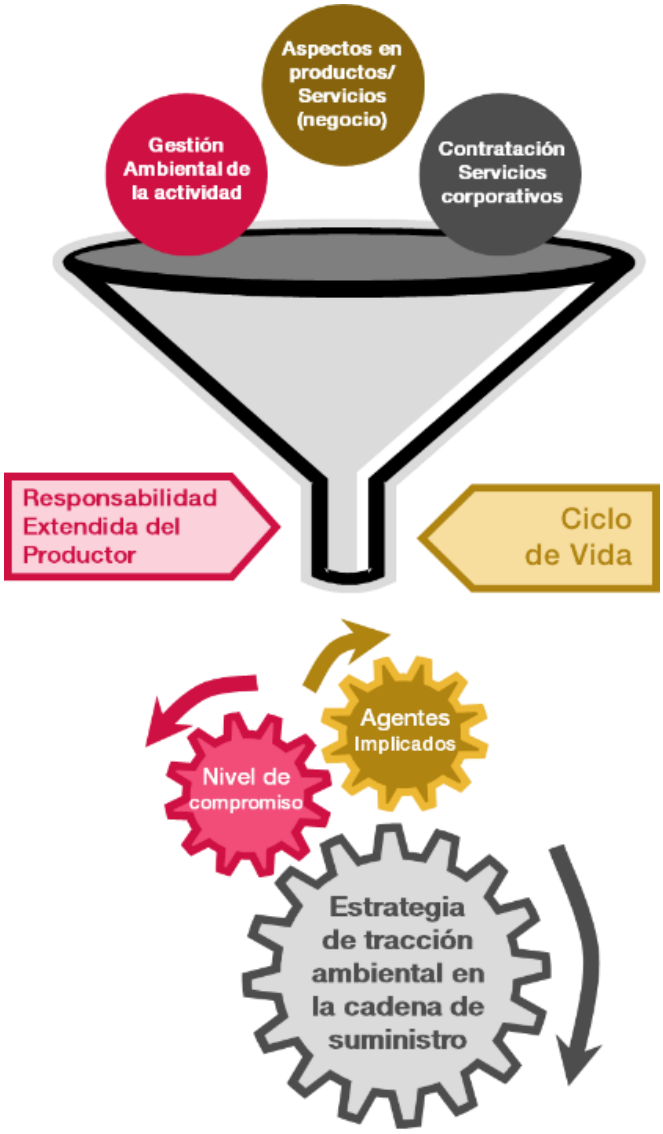


Figura 3.- Esquema básico de la metodología de trabajo propuesta.

El modelo desarrollado no sólo se centra en los aspectos generales de la gestión de una empresa, sino que cubre todos los elementos que intervienen en las consideraciones ambientales en relación a los acuerdos comerciales y de negocio entre empresas, dividido en tres ámbitos de actuación: La gestión ambiental de la actividad, los aspectos ambientales en relación a los productos y/o servicios propios del negocio de la empresa, y la compra y contratación de suministros y servicios corporativos. Y todo ello con dos principios básicos de actuación, como son la responsabilidad extendida del productor y la consideración de todo el Ciclo de Vida de la actividad de la empresa.

La responsabilidad extendida del productor

El término “Responsabilidad Extendida del Productor (REP)” del inglés “Extended Producer Responsibility (EPR)” fue acuñado por primera vez en 1990 en un informe del profesor Thomas Lindhqvist para el Ministerio Sueco de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en el que se definía como:

“La Responsabilidad Extendida del Productor es una estrategia de protección del medio ambiente que se marca como

objetivo la disminución del impacto ambiental de un producto, en la que su fabricante es responsable de la totalidad de su ciclo de vida y, sobre todo, de su recogida, reciclaje y disposición final. La responsabilidad extendida del productor se lleva a cabo a través de instrumentos administrativos, económicos e informativos. La manera en la que se determinan estos instrumentos define la forma precisa de la responsabilidad extendida del productor".

La Responsabilidad Extendida devuelve el compromiso de la gestión del producto una vez que llega a su fin de vida a la propia empresa fabricante.

Las implicaciones que conlleva esta responsabilidad por parte del fabricante serán de mucha menor envergadura si se consigue aunar los esfuerzos ambientales a lo largo de su cadena de suministro.

Este concepto, REP se basa a su vez en otros tres conceptos básicos: "prevención de la contaminación", "el que contamina paga" y el concepto de "Ciclo de Vida" que se analiza en el siguiente punto de este apartado. Se trata de un enfoque sobre política ambiental en sentido de que las responsabilidades de un productor no se limitan a la fase de fabricación del producto, sino que se extienden también a otros estadios del ciclo de vida del producto donde las responsabilidades convencionales resultan insuficientes para garantizar la óptima protección del medio ambiente.

El principio de "prevención de la contaminación", de acuerdo con la Directiva 2010/75/ UE sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación), se basa en establecer un marco general para el control de las principales actividades industriales, dando prioridad a la intervención en la fuente misma, asegurando una gestión prudente de los recursos naturales y teniendo en cuenta, siempre que sea necesario, la situación socioeconómica y las especificidades locales del lugar donde se desarrolle la actividad industrial.

Por su parte, el principio de "el que contamina paga" hace referencia a la internalización de los costes ambientales de las actividades económicas, por el cual los costes de la contaminación han de imputarse al agente contaminante, entendido por tal la persona física o jurídica, sometida a derecho privado o público, que directa o indirectamente deteriora el medio ambiente o crea las condiciones para que se produzca dicho deterioro, que debe sufragar tanto las medidas de prevención de la contaminación como los costes de la reparación de los daños eventualmente causados por la misma, sin recibir, en principio, ningún tipo de ayuda financiera compensatoria.

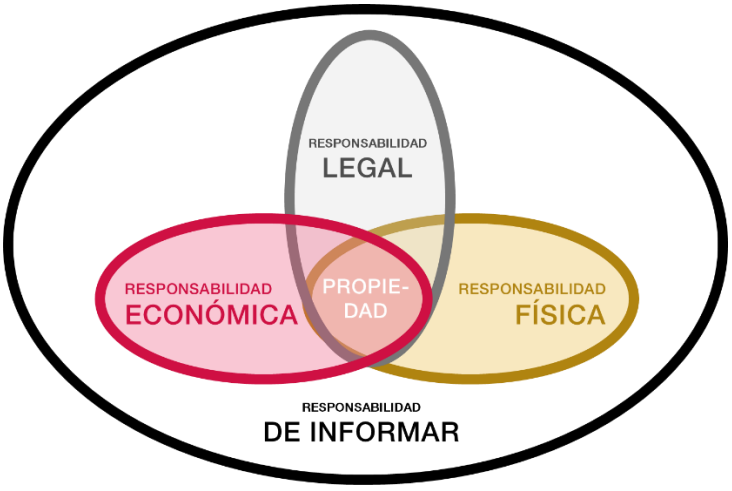


Figura 4.- Modelo para la responsabilidad extendida del productor.

El modelo de Responsabilidad Extendida del Productor incorpora en sí mismo cuatro tipos de responsabilidades que recaen en el productor, esquematizadas en la figura 4, y que son:

- **Responsabilidad legal:** implica la responsabilidad por daños probados al medio ambiente causados por el producto en cuestión. El alcance de la responsabilidad legal que determina la legislación puede incluir las diferentes etapas del ciclo de vida útil del producto, incluido su uso y disposición final.

- **Responsabilidad económica:** significa que el productor cubrirá todos o parte de los costes, por ejemplo, la recolección, reciclaje y disposición final de los productos que fabrica. Estos costes podrían ser pagados directamente por el productor o a través de una tarifa especial.
- **Responsabilidad física:** se utiliza para caracterizar los sistemas en los que el fabricante participa activamente en el manejo físico de los productos o de sus efectos.
- **Responsabilidad de informar:** implica varios tipos de posibilidades que extienden la responsabilidad del productor al requerirle que proporcione información sobre las propiedades ambientales de los productos que fabrica al resto de agentes de la cadena de suministro (entre ellos y especialmente, a los gestores de fin de vida).

El hecho de tener que considerar el conjunto de la cadena de suministro supone que el sistema de relaciones existentes entre los agentes que interviene se complica, ya que una misma empresa puede desempeñar diferentes roles al mismo tiempo, en especial si dispone de un programa propio de tracción de proveedores y al mismo tiempo está inmersa en otros programas de tracción de otros agentes de cuyas cadenas de suministro forma parte. Por todo ello, la gestión de la cadena de suministro debe regirse por dos principios básicos:

- **Trasparencia** en la toma de decisiones y en la comunicación de las mismas
- **Colaboración** con los diferentes agentes que intervienen

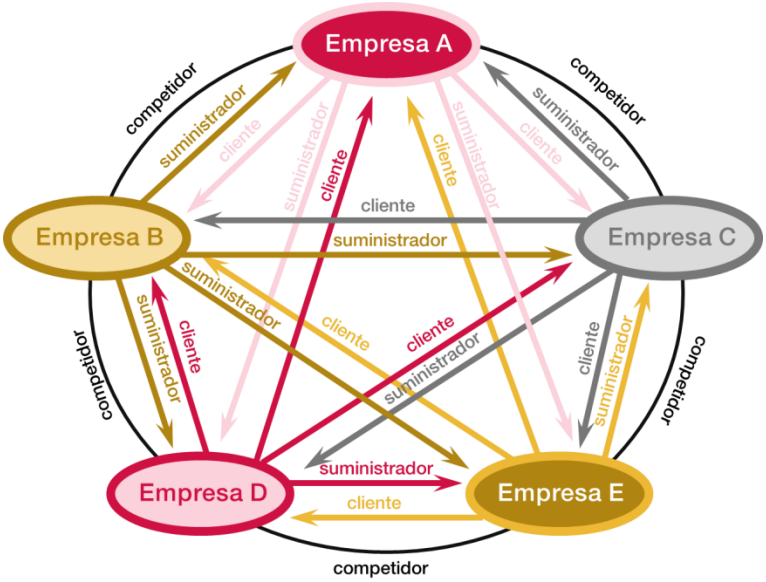


Figura 5.- Posible cuadro de relaciones entre diferentes empresas integrantes de la cadena de suministro.

ACTIVIDADES O ETAPAS DESARROLLADAS

Para la puesta en práctica del modelo, se propone un sistema gradual de pasos a seguir hasta alcanzar una estrategia de tracción ambiental en la cadena de suministro. En el camino hacia dicha estrategia, analizaremos dos aspectos complementarios: la identificación de los agentes implicados y las relaciones existentes entre ellos a lo largo de toda la cadena de suministro, así como el nivel de compromiso en la tracción que se desea obtener con cada uno de dichos agentes.

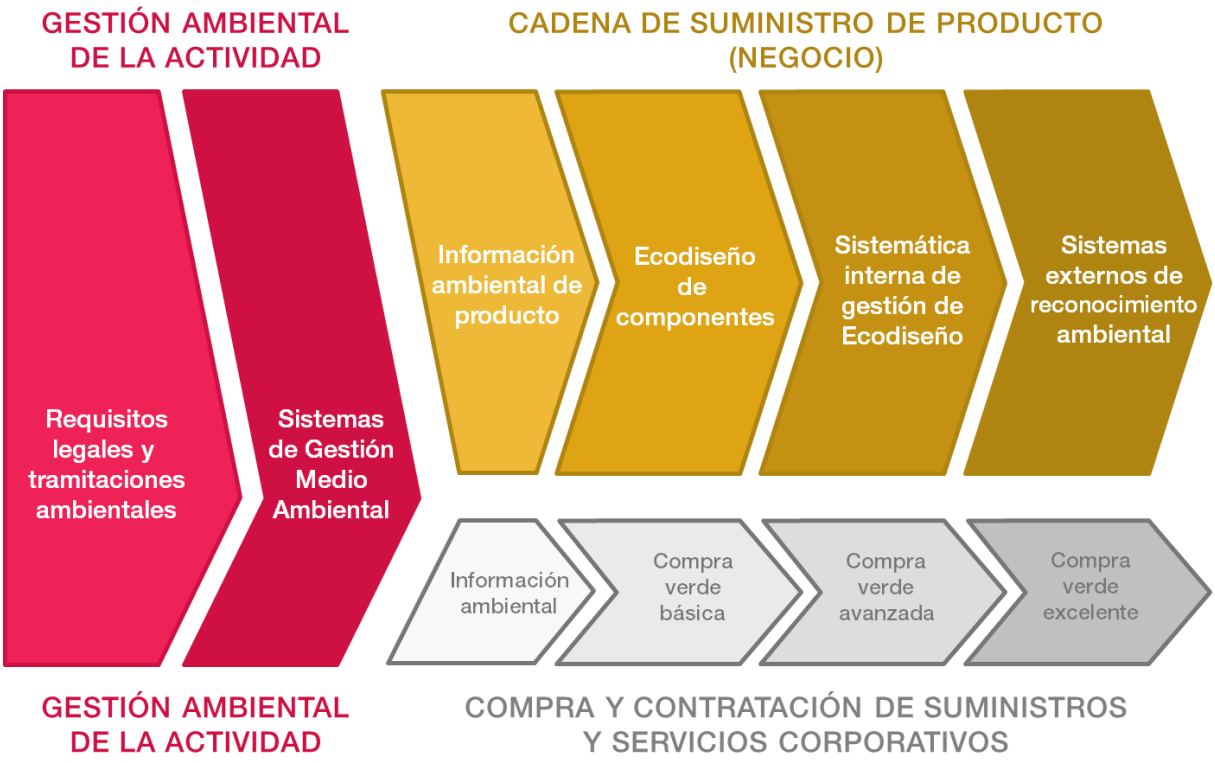


Figura 6.- Ámbitos temáticos previstos en el modelo y subclasificación de cada uno de ellos.

El trabajo se materializa en base a un modelo con 3 ámbitos de actuación:

- **Gestión Ambiental de la Actividad:** es el pilar básico hacia la sostenibilidad y los agentes implicados serán prioritariamente los proveedores. Una empresa antes de embarcarse en este proceso tiene que tener cubiertos sus requerimientos básicos, como es el cumplimiento de la legislación ambiental. A partir de este punto, la incorporación de sistemas de gestión implican por parte de la empresa un ánimo de superación a través de la mejora continua y de planificación de actividades, con el establecimiento de objetivos de mejora medioambiental.

- **Cadena de suministro de producto:** Este segundo ámbito de trabajo pretende cubrir ya a todos los agentes de la cadena de suministro. Su ámbito serán todas aquellas aportaciones y mejoras ambientales a aplicar al producto o servicio base del negocio de la empresa tractora. En esta línea de trabajo se hace efectivo el concepto de “Ciclo de Vida”, pudiendo trabajar, en diferentes grados de profundidad, en todas y cada una de las etapas del Ciclo de Vida del producto en cuestión.

- **Compra y contratación de suministros y servicios corporativos:** El último ámbito de trabajo pretende introducir cláusulas ambientales en las compras y contrataciones generales de la empresa que, aún necesarios para el funcionamiento de la organización, no entran a formar parte del negocio, y por lo tanto, no tienen implicaciones sobre sus productos/servicios.

La figura 7 muestra la relación existente entre los ámbitos de actuación ambiental y los diferentes agentes que componen la cadena de suministro, podemos comprobar que únicamente la tracción asociada a los elementos de negocio (productos y servicios) abarca a todos los agentes de la cadena de suministro.

Por el contrario, la tracción asociada a los aspectos de gestión de la actividad y a la contratación y compra de suministros y servicios corporativos sólo tiene validez “aguas arriba” del productor. Estos se corresponderían con el enfoque tradicional de “tracción de proveedores”.

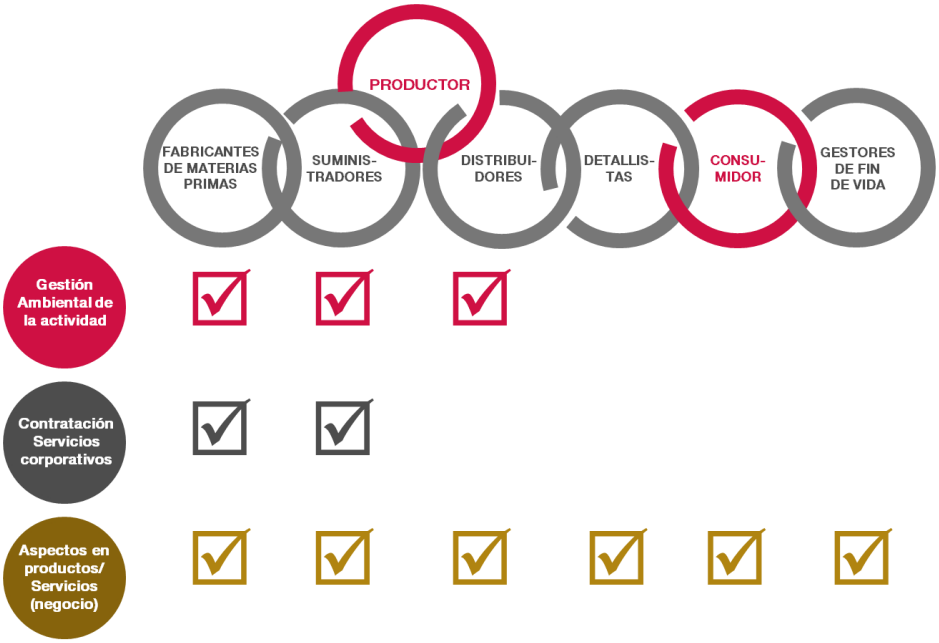


Figura 7.- Relación existente entre los ámbitos ambientales de la tracción y los agentes que intervienen a lo largo de la cadena de suministro.

Niveles de compromiso y métodos de tracción

Tradicionalmente se ha entendido la tracción de proveedores como un proceso por el cual la empresa tractora pide determinado tipo de información o exige ciertos requisitos de gestión a las empresas traccionadas.

En la tracción de la cadena de suministro, por el contrario, se valora el papel que puede jugar cada uno de los diferentes agentes involucrados y por ello, el modo de relación y las exigencias que se plantean son distintas.

La figura 8 muestra los diferentes niveles de involucración en un amplio abanico que va desde un nivel básico que cubre los aspectos más elementales de consulta de información y exigencia, hasta un nivel avanzado orientado al fortalecimiento de las relaciones entre los diferentes agentes involucrados.

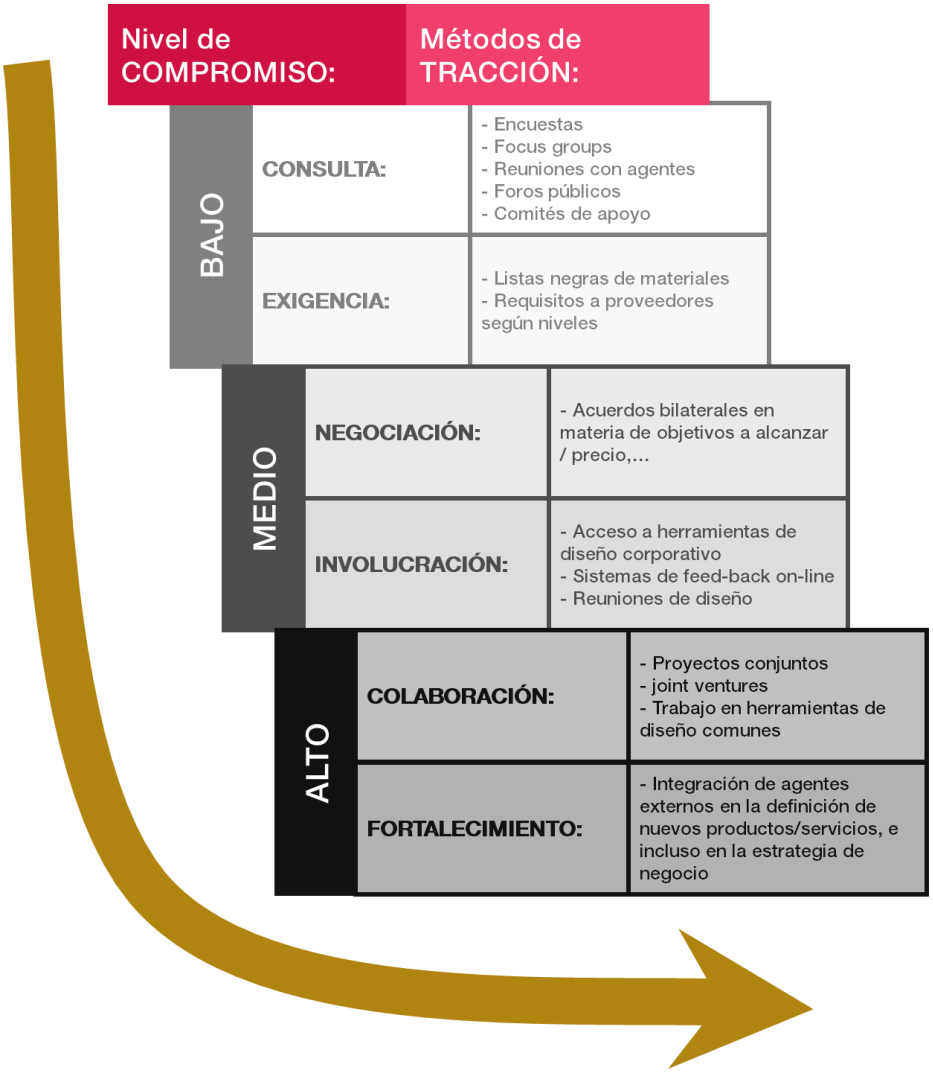


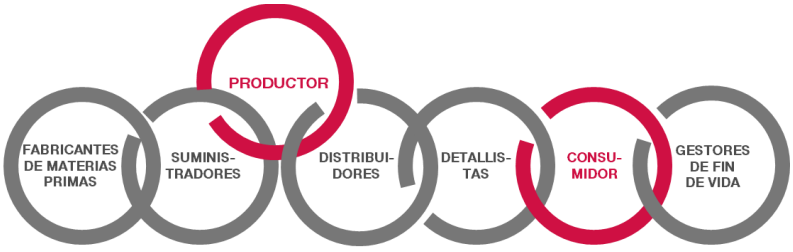
Figura 8.- Diferentes niveles de compromiso en la tracción ambiental de la cadena de suministro.

- **Consulta y exigencia de requisitos mínimos de cumplimiento (nivel BAJO):** Se basa en un intercambio de información, bien en formato de simple consulta sobre los modos empleados en la fabricación, bien en formato exigencia sobre una serie de requisitos a cumplir para poder seguir desempeñando su labor. Generalmente aplicada a empresas pequeñas donde la empresa tractora tiene una gran influencia, responde al modelo de "gestión de proveedores" tradicional. Dentro de este nivel, se identifican dos estrategias: Consulta y recopilación de determinada información, que permite conocer un primer estado de situación de los agentes que intervienen en la cadena de suministro y Exigencia o limitación en determinados comportamientos, que se materializa en cláusulas en contratos, listas negras, requisitos en un programa de tracción,...
- **Implicación de la cadena de suministro (nivel MEDIO):** Se basa en una relación bilateral, donde la empresa tractora marca el nivel de implicación que desea desplegar con sus empresas traccionadas. Aunque no exclusivamente, suele darse con pequeñas empresas avanzadas o con empresas de tamaño medio. Dentro de este nivel, se identifican dos estrategias: Negociación con los agentes para el logro de acuerdos voluntarios entre las partes para la consecución de determinadas metas ambientales e involucración con determinados agentes que participan en algunos aspectos de gestión de la empresa tractora, aunque agentes y tractora actúan aún por separado.
- **Trabajo en equipo con la cadena de suministro (nivel ALTO):** Se basa en un trabajo conjunto orientado a un beneficio mutuo tanto de la empresa tractora como de las empresas traccionadas. La tractora reconoce el

"expertise" de las traccionadas en sus ámbitos de conocimiento y no sólo toma en consideración sus criterio, sino que en ocasiones llega incluso a delegar en ellas la toma de decisiones. Dentro de este nivel, se identifican dos estrategias: Colaboración con los agentes para la toma de decisiones t trabajo en equipo, y fortalecimiento de relaciones, el máximo nivel de relación donde determinadas relaciones se deleguen directamente en los agentes de la cadena de suministro.

Como es lógico, no todos los agentes pueden ni deben participar en todos los niveles posibles. En el diseño del programa de tracción ambiental de la cadena de suministro específico de cada empresa, se deberá analizar cuidadosamente qué tipo de nivel se desea alcanzar con cada uno de los agentes. Incluso se podría definir una clasificación de niveles que sean una combinación de varios de los aquí descritos.

Como se observa en la figura 9, a excepción del nivel de exigencia (que está principalmente dirigido a aquellos agentes cercanos al productor), el resto de niveles de compromiso en la tracción expuestos, son aplicables a todos los agentes de la cadena de suministro.



BAJO	CONSULTA:	☑	☑	☑	☑	☑ *	☑
	EXIGENCIA:	☑	☑	☑			
MEDIO	NEGOCIACIÓN:	☑	☑	☑	☑	☑ *	☑
	INVOLUCRACIÓN:	☑	☑	☑	☑	☑ *	☑
ALTO	COLABORACIÓN:	☑	☑	☑	☑	☑ *	☑
	FORTALECIMIENTO:	☑	☑	☑	☑	☑ *	☑

*.- Sólo en los casos de B2B

Figura 9.- Relación existente entre los agentes de la cadena de suministro y los niveles de compromiso posibles a desarrollar.

Un caso especial merece la figura del cliente — consumidor, en el que la tracción será posible en aquellos casos en que este sea de tipo empresarial (esto es B2B), dadas las dificultades de gestión que supone la tracción del consumidor—ciudadano. Esto no quiere decir que no se pueda incorporar sus exigencias y demandas (aspecto este básico para el éxito de un negocio), sino que con él no se dará un modelo de tracción propiamente dicho.

De igual modo, si vemos la relación entre los ámbitos de actuación ambiental y los posibles niveles de compromiso en la tracción, reflejado en la figura 10, vemos que únicamente la tracción asociada a los elementos de negocio (productos y servicios) permite desarrollar todos los posibles niveles de compromiso en la tracción, especialmente los de mayor valor añadido (aquellos identificados como de nivel ALTO).

Esto es así porque, al igual que vimos en el punto anterior, la tracción asociada a los aspectos de gestión de la actividad y a la contratación y compra de suministros y servicios corporativos están relacionados con el concepto de la "tracción de proveedores" y en ella sólo son posibles de aplicar los niveles más básicos de consulta, exigencia y negociación.

Figura 10.- Relación existente entre los ámbitos ambientales de la tracción y los niveles de compromiso posibles a desarrollar.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En conjunto el modelo presentado constituye la forma en la que una organización puede sistematizar el trabajo con la cadena de suministro en todos los aspectos relacionados con la mejora ambiental de sus productos y/o servicios, asegurando no sólo el cumplimiento de los requisitos legales, sino estableciendo mecanismos de colaboración que permitan el desarrollo de proyectos colaborativos de trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AA1000 STAKEHOLDER ENGAGEMENT 2 STANDARD 2011 (2008) Final Exposure Draft. AccountAbility.
2. Basque Ecodesign Center (2013).COMPROMETIDOS CON LA TRACCIÓN AMBIENTAL EN LA CADENA DE SUMINISTRO. Ihobe. Gobierno Vasco.
3. Joel Makower (2013) STATE OF GREENBUSINESS 2013. GreenBiz Group Inc.
4. SUSTAINABLE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT IN INFORMATION TECHNOLOGY (2012) Trends in responsible supply chain management across the information technology value chain. Malk Sustainability Partners.
5. Thomas Lindhqvist, Panate Manomaivibool, Naoko Tojo (2008) LA RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR EN EL CONTEXTO LATINOAMERICANO. La gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Argentina. Lund University International Institute for Industrial Environmental Economics.

7.4-fernandez-españa-1

EL PARADIGMA DEL CAMBIO DE MODELO DE NEGOCIO COMO ESTRATEGIA DE REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL EN PRODUCTOS

Jose María Fernández Alcalá [(1)]
Responsable de proyecto de Ecodiseño en Ihobe (Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco) y del Basque Ecodesign Center, iniciativa de colaboración público privada para el fomento del Ecodiseño y el Análisis de Ciclo de Vida en el País Vasco.

Nerea Sopelana
Técnico del Laboratorio de Ideas del Basque Ecodesign Center especialidad en la aplicación de los conceptos de servitización de producto en empresas fabricantes de producto.

Dirección (1): Ihobe, S.A. Alda. Urquijo, 36 – 6ª planta – Bilbao – Bizkaia – 48012 - España - Tel.: (+34) 944230743 - Fax: (+34) 944235900 – e-mail: **jose_maria.fernandez@ihobe.net**

RESUMEN

El uso del Ecodiseño se ha extendido en el sector industrial en los últimos 20 años con grandes resultados en la mejora de la ecoeficiencia de los productos puestos en el mercado, principalmente reduciendo el impacto asociado a las fases de producción, distribución y uso (equipos más eficientes energéticamente, con menos combustibles,…).

A su vez, sus principios han inspirado y se han visto favorecidos por el desarrollo de toda una serie de instrumentos legislativos, basados en el concepto de la responsabilidad extendida del fabricante, lo que ha inducido mejoras parciales adicionales en la etapa de fin de vida (mediante la aplicación de tasas asociadas a la gestión de residuos de fin de vida de los productos).

Sin embargo, otras medidas que desde los principios del Ecodiseño podrían haber incrementado significativamente esta mejora ambiental, como la mayor vida útil de los productos, la integración de funciones o la modularidad, apenas se han implementado, dado que estas ponían en riesgo el modelo de negocio tradicional de las empresas, centrado prioritariamente en la venta de productos.

Este documento analiza el potencial que desde el punto de vista de la reducción de impacto ambiental, puede suponer el cambio de los modelos de negocio tradicionales, y más concretamente la aplicación de los principios de la servitización y el cambio en la gestión de la propiedad de los productos industriales.

Palabras claves: Servitización, propiedad, servicios, cliente, modelos de negocio.

INTRODUCCIÓN

El Ecodiseño, como metodología para la mejora ambiental de un producto desde la temprana fase del diseño, implica la toma en consideración de estrategias de mejora a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida del sistema de producto analizado.

Estas pueden quedar esquematizadas de forma genética en la herramienta de la "rueda de Ecodiseño", recogida en la figura 1. En ella, se recogen ocho grandes estrategias de rediseño del producto a lo largo de las diferentes etapas del ciclo de vida (selección de materias primas, producción, distribución, uso y fin de vida).

Figura 1.- Identificación de las ocho estrategias de Ecodiseño de un producto.

A la hora de poner en marcha un proyecto de Ecodiseño, y con el conocimiento a detalle del perfil ambiental de un producto, el diseñador identifica de estas, aquellas medidas que puedan aportar un mayor grado de mejora ambiental. Esas potenciales medidas son priorizadas desde el punto de vista técnico y económico.

De todas ellas, las que inciden directamente en la reducción de costes del fabricante (reducción del uso de materias primas, menores envases y embalajes, logísticas de distribución más eficientes,…) son fácilmente aplicables. De igual manera, aquellas que no tienen un impacto económico negativo para el fabricante y que pueden representar importantes mejoras económicas en el usuario (como es por ejemplo la mayor eficiencia en la fase de uso, menor uso de consumibles,..) son también integradas en los nuevos diseños. Este tipo de medidas, especialmente la eficiencia energética en la fase de uso ha tenido un gran impulso en Europa con el establecimiento del etiquetado de eficiencia energética, cuya primera versión se publica en el año 1992, a través de la directiva 92/75/CEE relativa a la indicación del consumo de energía y de otros recursos de los aparatos domésticos, por medio del etiquetado y de una información uniforme sobre los productos. Este sistema, obliga a los fabricantes de cierto tipo de equipos a informar al consumidor del comportamiento energético del producto durante la fase de uso, en base a ensayos en determinadas condiciones de funcionamiento. Esa información se muestra tanto en valores absolutos como en función de una comparativa con respecto a un valor medio de los productos existentes en el mercado en el momento de la publicación de los criterios por cada categoría de producto afectada. Y debe ser expuesta mediante una etiqueta directamente sobre el producto, con unas determinadas dimensiones prefijadas en la norma y mediante un fácilmente interpretable sistema de letras y colores.

Durante las década de los 90, los fabricantes de este tipo de equipos, comenzaron una rápida carrera por optimizar los parámetros de eficiencia energética de los equipos. Era sin lugar a dudas un aspecto este que no había sido tenido en cuenta hasta entonces. Los fabricantes se habían esforzado en asegurar unas buenas prestaciones en torno al resultado obtenido por los equipos. La eficiencia energética no era un aspecto que mejorara la rentabilidad económica en las empresas y tampoco era un aspecto demandado por el consumidor. El etiquetado energético supuso, por tanto, centrar la atención del producto en la eficiencia. La administración se preocupó además de sensibilizar al consumidor en las implicaciones que la eficiencia energética tenía en relación a su factura eléctrica, esto es, en "su bolsillo".

Esta mejora en la eficiencia trajo consigo sin embargo, un empeoramiento de otro factor clave en el diseño de los productos, cual es la durabilidad.

Dado que los fabricantes eran capaces de sacar al mercado, cada cortos periodos de tiempo, nuevos productos más eficientes desde el punto de vista energético, incluso desde el punto de vista ambiental, era preferible acortar la vida de los productos, para así no perpetuar en activo productos poco eficientes. Dado que ello iba a traer asociado una mayor generación de residuos en el fin de vida de estos equipos, se puso en marcha en 2002 un nuevo instrumento legal, la Directiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Con este nuevo instrumento legal, el impacto ambiental asociado a la gestión de esos residuos así como a la fabricación de un nuevo equipo quedaba en poco tiempo compensada por el uso de un equipo mucho más eficiente.

Así, como resultado no esperado de estos instrumentos legales de mejora ambiental, en el comienzo de las década del 2000, los productos con importante impacto en la fase de uso comenzaron a acortar su durabilidad, tal y como queda demostrado en la figura 2.

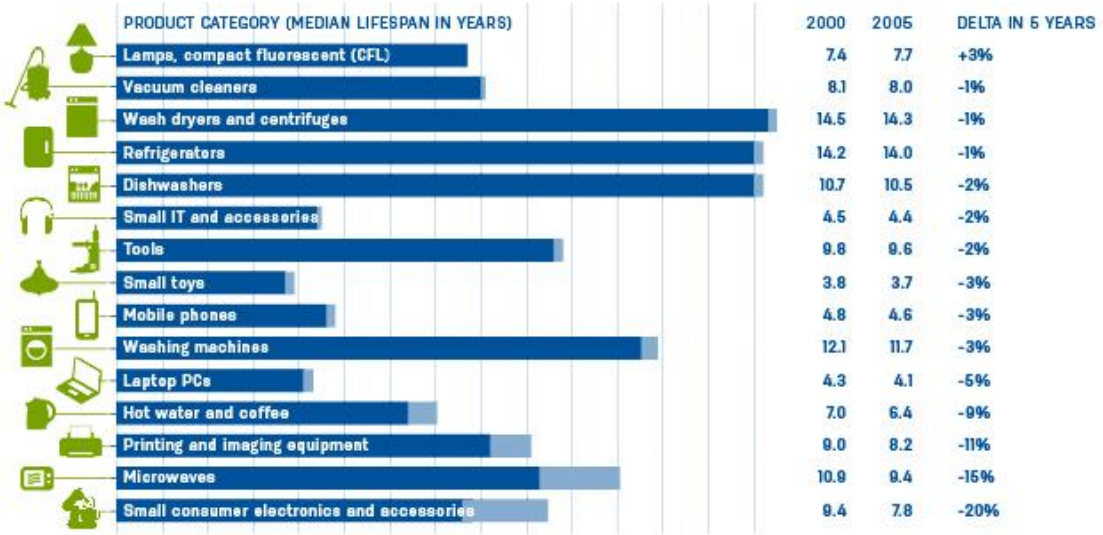


Figura 2.- Acortamiento en la durabilidad de equipos eléctricos y electrónicos entre 2000 y 2005, en base a datos recogidos en Holanda (Wang et al., 2013 – proyecto *"productsthatlast"*).

Es importante señalar en este punto que, este tipo de medidas orientadas a la reducción de la durabilidad tenía también un claro efecto positivo en la cuenta de resultados de las empresas fabricantes. Acortar la vida de los productos, iba a obligar al consumidor a tener que reemplazar esos equipos con mayor frecuencia, lo que supondría poder aumentar las unidades fabricadas y vendidas.

De alguna forma, se había conseguido aunar mejora ambiental y aumento de la productividad en las empresas.

El fin del paradigma de la bondad ambiental de la baja durabilidad de los productos

El esfuerzo de los equipos de diseño y desarrollo de productos con alto impacto ambiental en la fase de uso, por tratar de aumentar su eficiencia energética durante la misma, ha dado importantes resultados. El etiquetado de eficiencia energética ha sido uno de los instrumentos ambientales de mayor éxito en Europa en la última década.

En la figura 3 se muestra, tomando como ejemplo un frigorífico de uso doméstico, el impacto ambiental total acumulado en el trascurso de los años de diferentes modelos en función de su calificación energética. Como se puede apreciar en la figura, todos ellos tienen un impacto ambiental inicial asociado a su fabricación, seguido de un incremento gradual asociado a la fase de uso. En aquellos equipos con bajas eficiencias energéticas (calificación energética C o D) el impacto ambiental asociado a la etapa de uso domina el impacto ambiental total del producto (alcanzando el 70-80% del impacto ambiental total). Por el contrario, en aquellos equipos muy eficientes (calificación energética A++ o A+++), el impacto ambiental en la fase de uso es menos del 50% del impacto total, siendo en todos los casos el impacto en la fase de producción muy similar. Como se puede observar además, globalmente, mejorando la eficiencia energética en la fase de uso, el impacto ambiental de este tipo de productos se ha conseguido reducir a menos de una tercera parte.

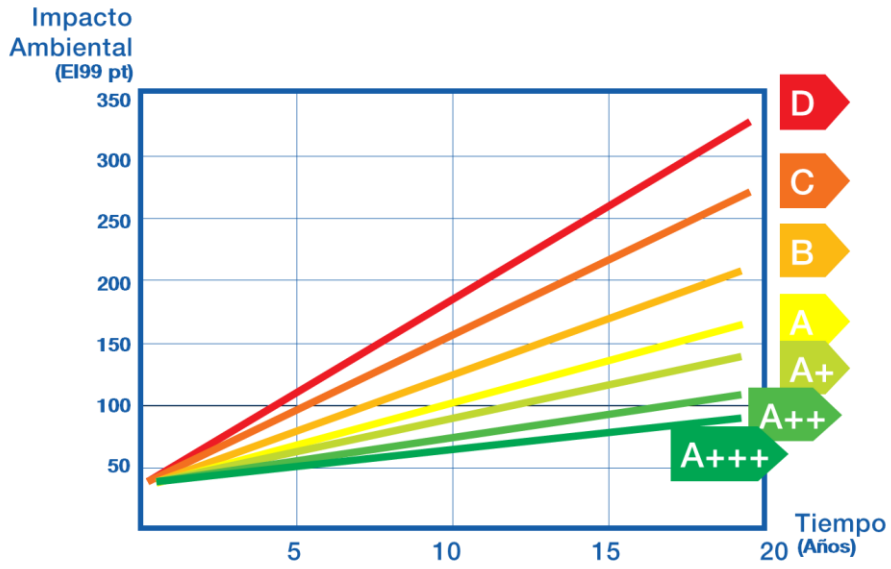


Figura 3.- Impacto ambiental total acumulado a lo largo de los años por modelos de frigoríficos domésticos de diferente calificación energética.

Sin embargo, en los últimos años se ha observado que la mejora tecnológica está empezando a dar síntomas de madurez. Los nuevos equipos que se lanzan al mercado ya no presentan significativos niveles de mejora en la eficiencia energética en la fase de uso, con respecto a sus predecesores. Este parámetro de diseño, en otros tiempos no controlado, parece estar cerca de su optimización técnica para la tecnología actual. A no ser que se produzca un salto tecnológico, es difícil que se puedan alcanzar nuevas mejoras.

Este colapso en la mejora de la eficiencia, así como el cada vez menor peso que la fase de uso representa en el total del impacto ambiental asociado a la vida de este tipo de productos, obliga a cuestionar el paradigma de la bondad ambiental de la baja durabilidad de los productos.

La Figura 4 representa el número de años necesarios para compensar, desde el punto de vista ambiental, el impacto asociado a la fabricación de un nuevo producto, en este caso, y siguiente el ejemplo anterior, un frigorífico de uso doméstico. Como se puede observar, la sustitución de un producto de muy baja eficiencia energética (Tipo C o D) por uno de alta eficiencia (tipo A+ o A++) quedaba compensada ambientalmente en apenas 3 años. Esto es, en 3 años ya se había compensado ambientalmente la fabricación de un nuevo equipo que sustituyera un equipo de baja eficiencia, de tal modo que era mejor para el medio ambiente su sustitución por uno nuevo, que mantener el antiguo. En algunos casos, este tiempo era aún menor.

Sin embargo, a medida que los productos se han ido sustituyendo y por tanto disponen de mejores parámetros de eficiencia energética, el número de años necesarios para compensar la sustitución por uno más eficiente se ha ido incrementando, superando la cifra de 14 años que es el valor que en la actualidad ofrecen los productos de este tipología en el mercado.

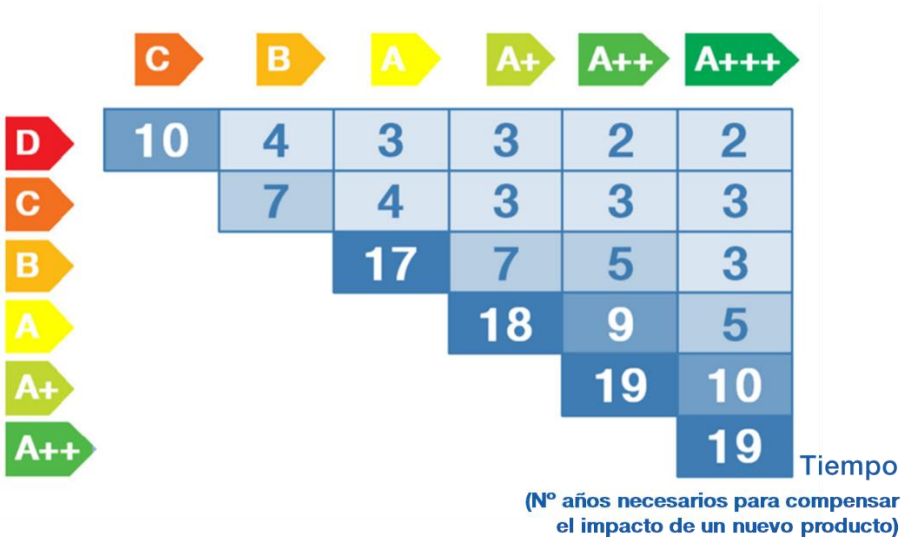


Figura 4.- Tiempo necesario para compensar ambientalmente el impacto asociado a la sustitución por un equipo más eficiente.

Con ello, se acaba el paradigma de la bondad ambiental de las bajas durabilidades de los productos y entra en juego un nuevo reto para los fabricantes, el aumento de la durabilidad de los productos que fabrican y ponen en el mercado.

Mayores durabilidades implican un cambio en el modelo de negocio

Como hemos podido comprobar, la introducción de un parámetro de Ecodiseño como era la mejora ambiental en la fase de uso, mediante la adopción de medidas de ahorro y eficiencia energética en los productos que utilizan energía, ha sido claramente exitosa y a día de hoy se puede afirmar que su aplicación se ha generalizado en todos los productos implicados. A ello ha contribuido la implantación de una serie de mecanismos de mercado, como el certificado obligatorio de eficiencia energética y diferentes directivas asociadas a la gestión de residuos de ciertas tipologías de productos.

Sin embargo, no es menos importante señalar que para los fabricantes, la apuesta por estas estrategias les ha permitido justificar el desarrollo de productos con menores durabilidades, lo que ha permitido el aumento en las unidades fabricadas, y por tanto mejoras significativas en su facturación.

El nuevo horizonte, en el que la eficiencia energética ha de dejar paso al aumento de la durabilidad de los productos, plantea un importante reto que es necesario resolver previamente. La mayor durabilidad de los mismos va a llevar asociado una reducción en el número de unidades fabricadas y vendidas y por tanto una reducción en la facturación de las empresas.

A diferencia de lo que ocurrió con el aumento de la eficiencia energética en la fase de uso, el actual modelo de negocio empresarial asociado a la fabricación y venta de equipos, se puede ver claramente perjudicado con el aumento de la durabilidad de los productos. Para que este nuevo reto pueda ser exitoso, es necesario buscar fórmulas que permitan no poner en peligro los puestos de trabajo asociados a la industria de fabricación de equipos.

Con una perspectiva de ciclo de vida asociada también a la actividad empresarial, una mayor durabilidad de los productos va a suponer el refuerzo de nuevas actividades, hasta ahora no optimizadas, como son los aspectos de mantenimiento y reparabilidad de los productos. Es necesario repensar el modelo de negocio tradicional asociado a la fabricación y venta. Son necesarios nuevos modelos de producción, pero también de consumo por parte de los usuarios. La figura 5 muestra esta evolución y las implicaciones que a todos los niveles representa.

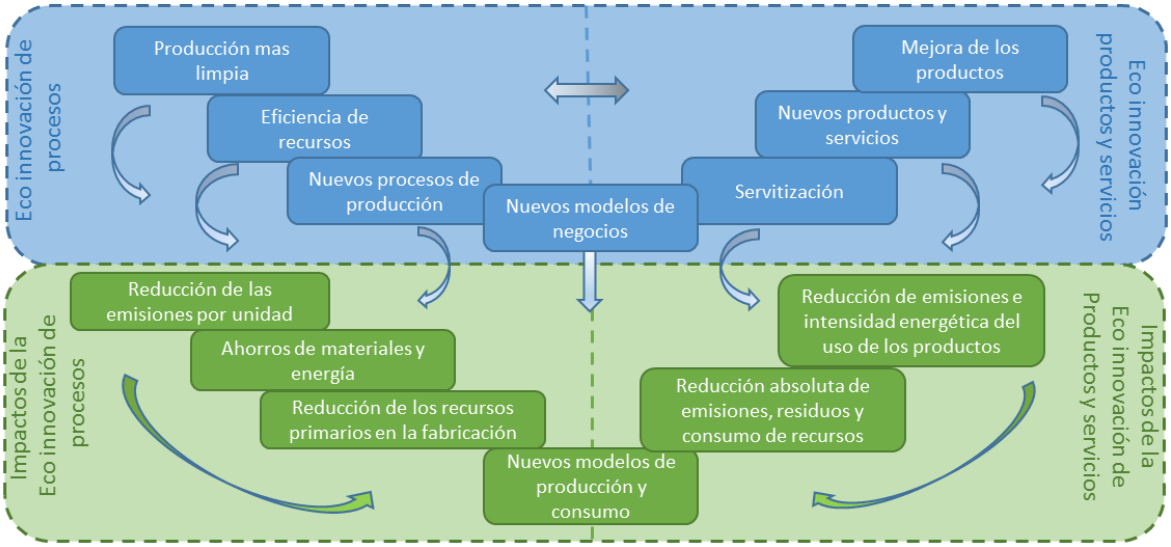


Figura 5.- Enfoque de la relación existente entre el futuro de los nuevos productos y su implicación en el desarrollo de nuevos modelos de negocio.

El término servitización fue empleado originalmente por Vandermerwe y Rada (1988) para referirse al proceso de creación de valor mediante la agregación de servicios a productos. Con la servitización se definen nuevas propuestas de valor a clientes que incluyen productos (bienes tangibles) y una serie de servicios asociados al mismo. Es importante no confundir la servitización con el mero crecimiento del sector servicios, concepto este que quedaría mejor definido por el término “terciarización”.

El cambio en el modelo de negocio tradicional puede suponer, además, la aplicación plena de todas las estrategias de Ecodiseño. Si volvemos a tener en cuenta las estrategias descritas en la Figura 1 del presente documento, aquellas estrategias muchas veces desechadas por ser contrarias al modelo de negocio tradicional asociado a la fabricación y venta de productos, como la optimización tanto de la durabilidad del producto como del sistema de fin de vida del mismo, deben ahora ser tenidas en cuenta y pueden constituir el factor diferenciador en el diseño de los productos del futuro.

Aquellas empresas que sean capaces de realizar e incorporar cuanto antes el cambio en sus modelos de negocio, serán las primeras en poder aprovechar las oportunidades que el mercado de esta nueva tipología de productos va a generar a muy corto plazo.

Estas nuevas oportunidades van a seguir basándose en el uso de productos. Sin embargo, la forma en que nos vamos a relacionar con ellos, sus prestaciones y características de diseño, van a cambiar. Es necesario por tanto evolucionar del rediseño de los mismos a cuestionar de modo completo la forma en la que han sido concebidos hasta la fecha. En definitiva, no supone más que una evolución en la mejora ambiental de los mimos, tal como queda esquematizado en la figura 6.

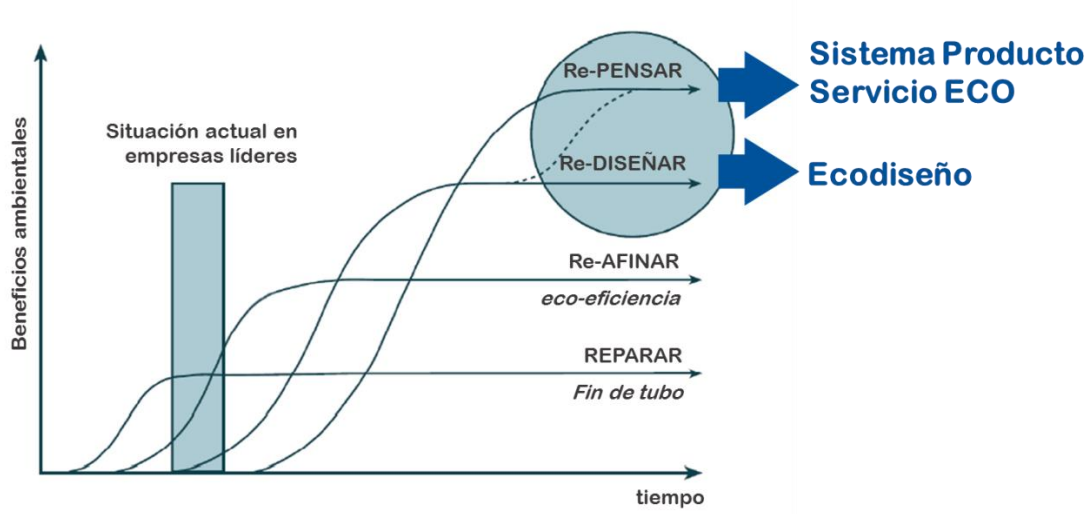


Figura 6.- Evolución en las estrategias de mejora ambiental de los productos.

OBJETIVOS O HIPÓTESIS

El presente documento analiza las implicaciones que el cambio de modelo de negocio va a suponer al diseño y desarrollo de productos. Para ello, toma como punto de partida las medidas que el Ecodiseño ha permitido aplicar en aquellos productos inmersos en el modelo de negocio tradicional basado en la fabricación y venta de equipos y desgrana los ámbitos de mejora asociados a los productos inmersos en nuevos modelos de negocio basados en equipos mejorados, con servicios complementarios de soporte y un nuevo modelo de propiedad, tal y como queda esquematizado en la figura 7.

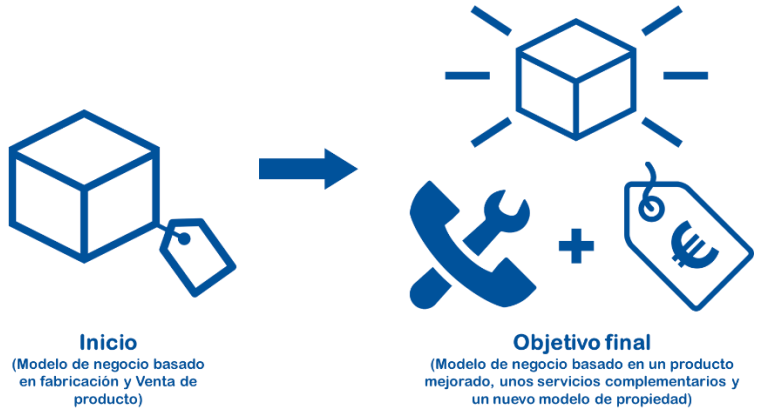


Figura 7.- Objetivos cubiertos en la metodología propuesta para el desarrollo de productos basados en nuevos modelos de negocio.

METODOLOGÍA EMPLEADA

La metodología empleada para este estudio se basa en la puesta en práctica del concepto de servitización y modelos producto-servicio desarrollado por el profesor Arnold Tukker en 2004 y su aplicación en empresas fabricantes de productos industriales, esquematizado en la figura 8.

Figura 8.- Etapas sucesivas para la incorporación de la servitización asociada a producto.

Este modelo establece tres etapas para conseguir la evolución desde el modelo de negocio basado 100% en fabricación y venta de producto al basado 100% en prestación de servicios, que son:

- **Servicios de apoyo al producto:** Basado en el modelo tradicional de fabricación y venta de producto, el fabricante lo complementa con la prestación de una serie de servicios asociados a las diferentes etapas de su ciclo de vida. Si bien en un principio, estos servicios permiten a la empresa diversificar su fuente de ingresos, dependiendo de la tipología del producto y del grado de desarrollo de esta estrategia, se podrá alcanzar un punto en el que la facturación pase de ser dominada por la venta de productos a suponer mayor peso la prestación de servicios sobre esos productos.
- **Servicios de acceso al uso:** A partir del momento en el que los servicios dominan la cuenta de resultados de la empresa fabricante, la venta del producto es menos importante que la fidelidad y cercanía al cliente. Cambiando el concepto de propiedad del producto, se establece un nuevo modelo de negocio en el que el pago se realiza por el acceso al uso del producto, manteniendo la empresa fabricante la propiedad del mismo. Nuevos servicios entran en juego, en este caso más dirigidos a actividades de soporte al cliente y al negocio.
- **Servicios de acceso al resultado:** El uso de un producto está siempre asociado a la consecución de un resultado. El uso no siempre es indicativo de la idoneidad del producto para la adecuada consecución del resultado buscado. Por ello, el siguiente paso hacia la servitización, en el que se produce una mayor lejanía del usuario al producto, consiste en que el pago se realice en función del resultado buscado y obtenido.

La consideración del doble ciclo de vida

El Ecodiseño se basa en la consideración permanente del Ciclo de Vida del producto, esto es, las sucesivas etapas que van desde la adquisición de las materias primas necesarias para el producto, su transformación hasta obtener las piezas y componentes del mismo, su montaje en fábrica, distribución, uso o utilización y fin de vida. Sólo con toda esta información se pueden controlar todos los aspectos necesarios para medir el impacto ambiental del producto y, por tanto, sus opciones de mejora.

Este enfoque, sin embargo, apenas tiene en cuenta las demandas, necesidades y expectativas del cliente usuario. En un proyecto orientado a la servitización del producto es necesario conocer más en profundidad la interacción existente entre usuario y producto. No hay que perder de vista que, en el ciclo de vida tradicional de producto, el usuario sólo interviene en las etapas de uso o utilización y en una pequeña parte de la etapa de fin de vida (aquella en la que decide cual va a ser el destino que va a dar al producto una vez convertido en residuo). Es por ello que en este nuevo enfoque de diseño de producto basado en la servitización, será necesario analizar un ciclo de vida adicional, el Ciclo de Vida de las necesidades del usuario.

Definimos Ciclo de Vida de las necesidades del usuario a las diferentes etapas que el usuario del producto desarrolla desde que surge la necesidad de disponer de un determinado producto y hasta que logra resolver dicha necesidad, dando con la solución necesaria, pasando por el uso del producto seleccionado para cubrirla e incluyendo el modo en que desarrolla este uso.

El Ciclo de Vida de las necesidades del usuario está íntimamente relacionado con el ciclo de vida del producto, ya que son dos formas de visualizar el modelo de negocio, desde la perspectiva del producto al que accede un usuario y desde la perspectiva de las necesidades de ese usuario. De forma esquemática, esta relación queda representada en la figura 9.

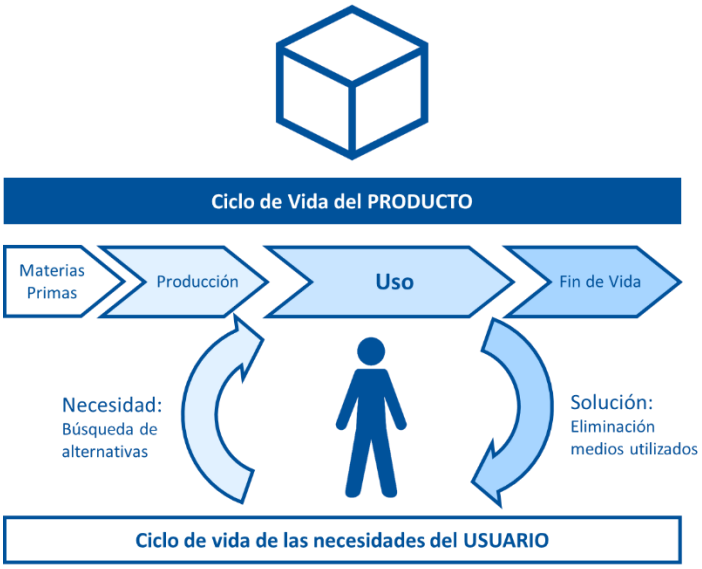


Figura 9.- Relación entre el Ciclo de vida de producto y ciclo de vida de las necesidades del usuario.

Un principio básico en un proceso de servitización de producto es, manteniendo la visión de este doble ciclo de vida, conocer mejor las necesidades del usuario del producto y por tanto, teniendo en cuenta estas, buscar nuevas soluciones de diseño que sean capaces de satisfacerlas mejor, al mismo tiempo que se consigue reducir su impacto ambiental a lo largo de todo el ciclo de vida. Y dentro de este mejor conocimiento de las necesidades del cliente, lo primero que hay que hacer es delimitar bien la tipología de usuario o usuarios que tiene nuestro producto.

Definición del usuario del producto

La forma en la que se va a desarrollar un proyecto de servitización de producto va a quedar fuertemente condicionada por la tipología de usuario que tiene nuestro producto. En muchos casos es posible incluso que esta tipología no sea única y que por tanto tengamos diferentes tipos de usuario. La figura 10 define de forma genética las diferentes tipologías posibles de usuario.

Figura 10.- Diferentes tipologías posibles de usuario del producto.

Estas se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Consumidor final (B2C, "Business to Consumer"):** El usuario es un ciudadano que accede al producto para cubrir una necesidad de tipo personal. En función de los segmentos sociales, rango de edad,… podremos segmentar aún más el tipo de necesidades y expectativas que va a experimentar en relación al producto. Esta categoría considera que ese ciudadano va a hacer un uso exclusivo de ese producto.
- **Consumidor final en consumo colaborativo (B2C2C, "Business to Consumer to Consumers"):** El consumo colaborativo es una nueva tendencia de mercado que si bien todavía es minoritaria a nivel ciudadanía, está experimentando un gran desarrollo en los últimos años, gracias a las herramientas y redes sociales y va a tener gran implicación en los modos de consumo en un futuro. En aquellos casos en los que el producto esté orientado a un consumo colaborativo ciudadano, la estrategia de servitización será muy diferente a la de un ciudadano de modo exclusivo.
- **Cliente empresa (B2B, "Business to Business"):** El usuario es otra empresa que va a hacer uso de ese producto para cubrir unas necesidades propias, esto es, el producto no es transferido a un usuario final diferente ni entra a formar parte de un producto más complejo.
- **Cliente empresa intermediario con consumidor final ciudadano (B2B2C, "Business to Business to Consumer"):** El usuario final del producto es un ciudadano (bien de forma individual o en formato consumo colaborativo) pero el cliente de la empresa fabricante es otra empresa que o bien actúa como intermediaria del cliente final o bien nuestro producto es un componente que va a ser a su vez agregado con otros componentes por nuestro cliente para confeccionar un producto más complejo cuyo destino final es un ciudadano.
- **Cliente administración (B2G, "Business to Government"):** El usuario del producto va a ser una administración pública que accederá al mismo a través de los diferentes mecanismos de licitación pública existentes.

Una vez identificado adecuadamente el o los usuarios del producto implicado, se analizará el Ciclo de Vida de sus necesidades, por separado para cada uno de ellos. Con esa información de partida, comenzaremos el proceso para analizar los posibles servicios a ofrecer, el modelo de propiedad a implantar y las estrategias de rediseño que mejor se adapten a esas necesidades, siempre con el objetivo de reducir el impacto ambiental de la solución propuesta a la largo de su ciclo de vida.

ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Teniendo en cuenta las etapas necesarias para conseguir la evolución desde el modelo de negocio basado 100% en fabricación y venta de producto al basado 100% en prestación de servicios, descrito en la figura 8 y la necesaria evaluación del doble Ciclo de Vida, el relativo al producto y el relativo a las necesidades del usuario, la aplicación de la servitización será un proceso gradual que implique modificaciones en el modelo de negocio de la empresa, la propiedad y el propio diseño del producto.

La servitización de producto, paso a paso

Tomamos como punto de partida el modelo de negocio tradicional basado en la fabricación y venta de un producto, expresado en la figura 11. En este, la empresa transfiere la propiedad al usuario del mismo en el momento de la compra. Ello le aporta a la empresa fabricante la fuente de ingresos que suporta su modelo de negocio y a partir de ese momento, la responsabilidad del producto recae en el usuario, que es además, su propietario.

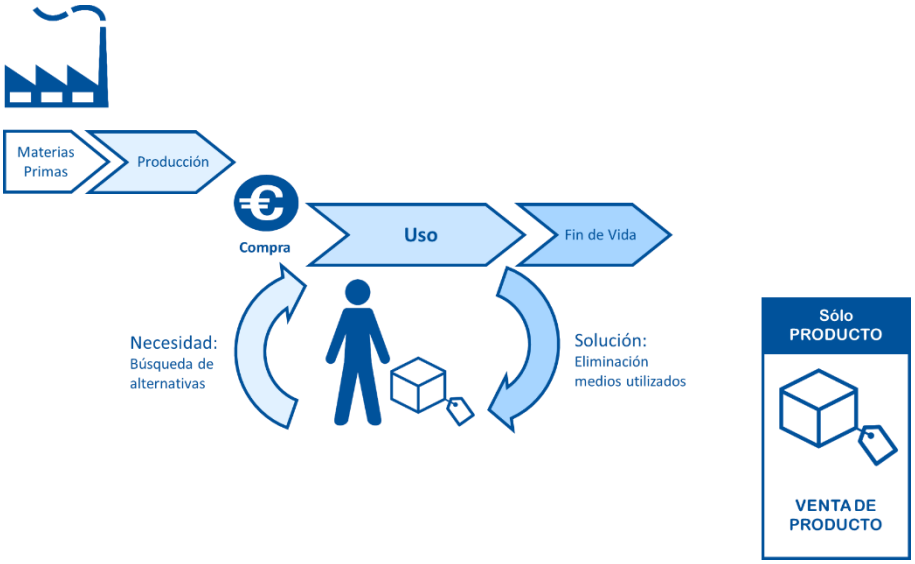


Figura 11.- Modelo tradicional basado en la fabricación y venta de un producto.

El punto de partida para la estrategia de servitización del producto, comienza con la identificación de potenciales servicios de apoyo que poder ofrecer al usuario del mismo. Es el comienzo de la etapa de servicios de apoyo al producto.

Dentro de esta etapa es posible distinguir 4 diferentes fases, a medida que los servicios empiezan a coger más importancia en el modelo de negocio. La primera de estas fases, descrita en la figura 12, consiste en la prestación de servicios a lo largo de las diferentes etapas del ciclo de vida en manos del cliente, como son las etapas de uso y de fin de vida. De modo general, se pueden identificar dos tipos de servicios en cada etapa.

En la etapa de **uso o utilización** del producto se podrán establecer servicios orientados a:

- **Instalación y puesta en marcha del producto:** Se ofrece al cliente todos aquellos aspectos relacionados con el transporte a su domicilio, la correcta recepción, instalación así como la puesta en marcha y aseguramiento del correcto funcionamiento. Dependiendo de la tipología del producto implicado, podrá cubrir también la programación para su correcta operación en función del perfil y las necesidades del cliente.
- **Mantenimiento y reparación:** Una vez en uso, el usuario tendrá acceso a servicios de mantenimiento periódico y reparación en caso de avería. Se ofrecerán alternativas como la inspección “in-situ” en casa del cliente o la creación de una red de servicios técnicos. Estos servicios podrán ser a medida o implantados mediante un sistema de “call-center” de atención al usuario.

Por su parte, en la etapa de fin de vida, se ofertarán servicios asociados a:

- **Recogida del producto** una vez finalizada su vida útil o una vez cumplida la necesidad que motivó su compra por parte del usuario.
- **Recuperación del residuo**, mediante técnicas de desmontaje, separación de componentes, reutilización de aquellos que puedan tener valor, reciclaje de las materias primas,…

Todos estos servicios no llevan asociado ninguna modificación sobre el diseño del producto, que se mantiene tal como fue inicialmente concebido. Estos servicios lo que sí que van a permitir es un mejor comportamiento ambiental, ya que tanto una correcta instalación como un mantenimiento adecuado asegurarán que la vida del producto sea la definida en las especificaciones técnicas de fabricación. De igual modo, los servicios de fin de vida asegurarán que se produzca la gestión más adecuada del residuo, evitando o minimizando su impacto al medio ambiente.

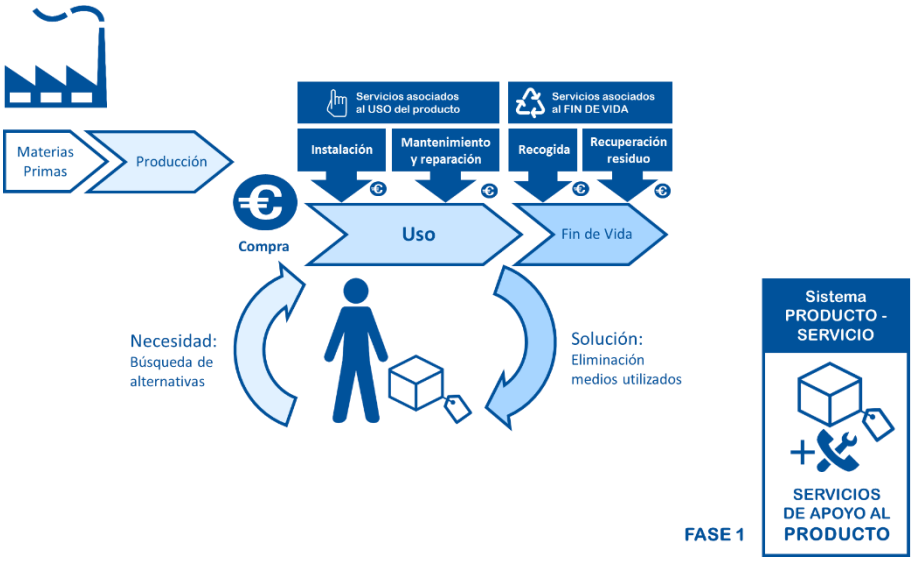


Figura 12.- Fase 1 de la etapa de servicios de apoyo al producto.

La segunda fase de la etapa de servicios de apoyo al producto supone la implantación de servicios que permitan alargar la vida útil del producto más allá de lo que definen sus especificaciones técnicas. Esta etapa, descrita en la figura 13, supone la inclusión de las primeras modificaciones en el diseño del producto, de modo que este permita poder aplicar las siguientes tipologías de servicios:

- **Prolongación de la vida útil:** El producto modifica su diseño para posibilitar el reacondicionamiento del mismo, esto es, la vuelta a las condiciones iniciales de puesta en el mercado, mediante la sustitución de aquellas piezas críticas. A su vez, se ofrecen servicios de extensión sobre la garantía del producto o la monitorización del mismo para evitar que se generen fallos técnicos e interviniendo sobre el mismo antes de que estos lleguen a producirse.
- **Incremento del valor del producto inicial:** El producto no sólo permite su reacondicionamiento sino también su actualización y modernización. Esto es, dispone de un diseño flexible que permite incorporar nuevas prestaciones no previstas inicialmente en su origen. El producto es capaz de ofrecer nuevas prestaciones simplemente en base a pequeños ajustes.

El resultado es un producto con una vida que se alarga sobre la inicialmente prevista y que además se adapta mejor a las necesidades y expectativas del cliente en cada momento. El desarrollo de esta fase está condicionada a que los ingresos obtenidos por la empresa fabricante a través de la prestación de todos estos servicios sean superiores al recorte que le va a suponer una mayor durabilidad de producto y por tanto un menor reemplazo del mismo. Menos productos fabricados pero que, junto con los servicios asociados, reportan mayores ingresos a la empresa implicada.

Además de esta simple ecuación, la empresa deberá tener en cuenta que la aplicación de estos servicios le va a permitir una mayor cercanía al cliente (y por tanto, una mayor fidelidad de este a la empresa). De igual modo, una mayor durabilidad del producto va a suponer una mejora en su imagen de marca por parte del usuario. A su vez, la primera empresa que acometa esta evolución en su modelo de negocio obtendrá la ventaja añadida del posicionamiento frente a la competencia y su diferenciación.

Desde el punto de vista ambiental, vidas más largas, así como una mejor respuesta a las necesidades del usuario, reduce de forma significativa el impacto ambiental.

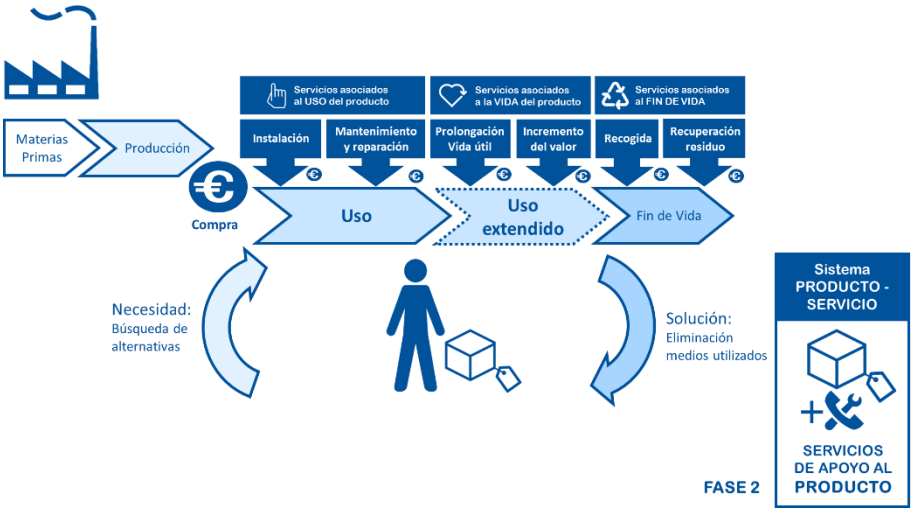


Figura 13.- Fase 2 de la etapa de servicios de apoyo al producto.

En la tercera fase de la etapa de servicios de apoyo al producto, descrita en la figura 14, la empresa fabricante comienza a alejarse del producto, pasando a prestar servicios de apoyo directamente al cliente. Es la fase de los servicios asociados a las actividades con el cliente, que se subdividen en:

- **Soporte y asistencia técnica:** El usuario del producto demanda en muchos momentos apoyo y asistencia para la resolución de dudas en relación al mismo. A través de este bloque de servicios, la empresa fabricante, el mejor conocedor del producto, ofrece respuesta a todas estas cuestiones. En función de la tipología de producto y del usuario del mismo, puede suponer incluso la cesión de personal propio de la empresa fabricante al cliente para la resolución de problemas concretos.
- **Información y formación:** Un manejo adecuado de un producto puede requerir cierta información. A través de este bloque de servicios, la empresa fabricante ofrece soluciones de información (manuales de producto, documentación técnica, información ambiental del producto,…) y de formación al cliente. Esta formación podrá incluso estar dirigida a personas que no son directamente clientes de la empresa, pero que sí desempeñan el rol de usuarios finales del producto.

La empresa diversifica su actividad con ingresos vinculados a servicios no directamente relacionados con su producto. Al igual que en los casos anteriores, todo ello permite una mayor cercanía al cliente, condición indispensable para la puesta en marcha de la últimas de las fases previstas en esta etapa para la servitización del producto.

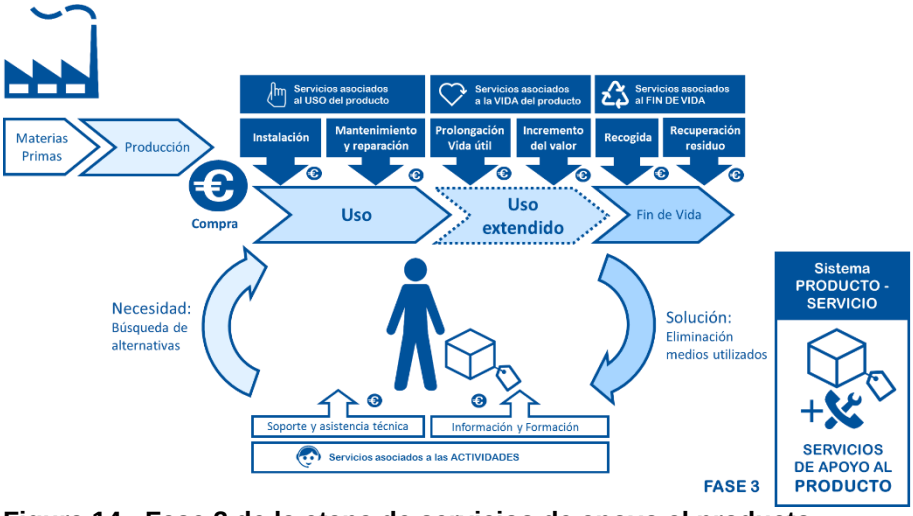


Figura 14.- Fase 3 de la etapa de servicios de apoyo al producto.

La cuarta y última fase de esta etapa consiste en apoyar al cliente en los momentos previos a la propia adquisición o compra del producto que da origen a la relación con la empresa fabricante. Descrita en la figura 15, los servicios ofrecidos en este punto se centran en apoyar al cliente a dar forma a la necesidad y a la búsqueda de alternativas de solución al problema planteado. Este bloque identificará servicios asociados a:

- **Gestión de proyectos:** El acercamiento al cliente conseguido en las fases anteriores, permite que el usuario pueda solicitar a la empresa fabricante el diseño de soluciones técnicas en base a su catálogo de productos (o incluso en base al de la competencia) que dé respuesta a sus necesidades. En este caso, el servicio consistiría básicamente en la gestión del proyecto técnico, previo por tanto a la compra del producto.
- **Servicios financieros:** Apoyo para buscar la mejor financiación que permita al cliente la compra del producto requerido.

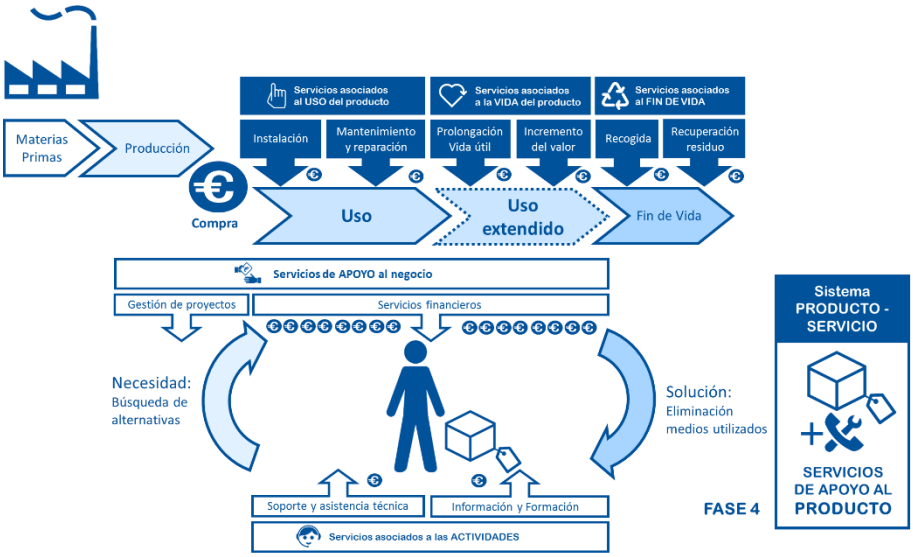


Figura 15.- Fase 4 de la etapa de servicios de apoyo al producto.

En este punto de la servitización, la empresa fabricante dispondrá de un abanico de servicios lo suficientemente amplio como para plantear un nuevo modelo de relación con el cliente en el que, en lugar de ofrecer servicios individualizados para cada necesidad, exista una opción de acceso a un paquete integral que agrupe todas las prestaciones anteriores.

Esta solución integral es el denominado “servicio de acceso al uso” que se muestra en la figura 16. En ella, el usuario accede globalmente a todos los servicios anteriores en base a un nuevo modelo de pago, asociado ya no a la compra del producto y a los servicios individuales solicitados, sino al uso que haga del mismo.

En este nuevo modelo de negocio, la propiedad del producto puede incluso quedar en todo momento en manos de la empresa fabricante, de tal modo, que el usuario en lugar de realizar un pago asociado a la compra, realiza pequeños abonos durante el tiempo que disponga de acceso al uso del producto. Con este modelo, la relación entre la empresa fabricante y el producto cambia radicalmente. Una vez que la propiedad del producto no se transfiere al usuario del mismo, su venta deja de ser la base del modelo de ingresos de la empresa. En este momento, la fabricación y el propio producto en sí mismo se convierten en un coste más asociado al sustento del modelo de negocio. Por tanto, y con el objetivo de poder reducir al máximo los costes del servicio para ser más competitivo, la empresa fabricante realizará importantes mejoras en el diseño del mismo para asegurar que los servicios unitarios descritos en la anterior etapa (y ahora integrados en un único servicio) sean lo más económico posible.

Así, las estrategias asociadas a optimizar ambientalmente la vida del producto se desarrollarán en toda su amplitud.

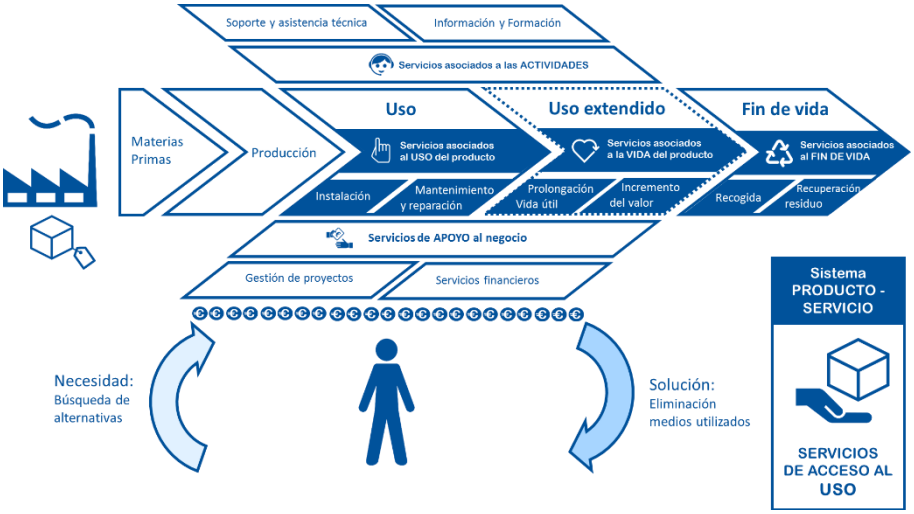


Figura 16.- Etapa de implantación del modelo de negocio basado en el acceso al uso del producto.

La última de las etapas de este camino hacia la servitización del producto, consiste en basar el modelo de negocio no ya en el acceso al uso, sino en el acceso al resultado. En ella, el cliente ya no acede directamente al producto. Este sigue existiendo como elemento clave para dar respuesta a la necesidad planteada por el cliente, pero ya no es utilizado directamente por él. En la mayor parte de los casos, es un intermediario el que hace uso del producto en nombre del cliente final y este recibe únicamente el resultado obtenido. El modelo de negocio cambia también y el pago se realiza por el resultado obtenido ya que el cliente desconoce la intensidad del uso del producto que ha sido necesario para cubrir su necesidad planteada. El éxito de este modelo de negocio radica en que ese intermediario que maneja o utilizada el producto para conseguir el resultado deseado por el cliente, es un agente experto en el manejo del mismo, que asegura su uso del modo óptimo previsto. Esta optimización en el uso le asegura la posibilidad de ofrecer un precio competitivo y por tanto este intermediario entre el producto y el cliente final es ahora quien asumirá su propiedad. Otra opción sería que la misma siga en manos de la empresa fabricante, como en la etapa anterior.

En la figura 17 se muestra esquemáticamente el funcionamiento de esta etapa.

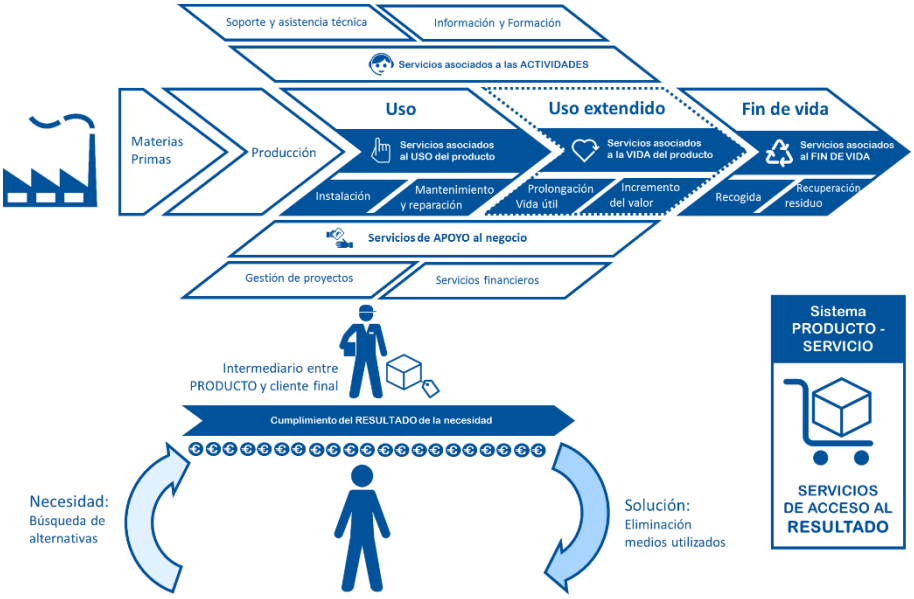


Figura 17.- Etapa de implantación del modelo de negocio basado en el acceso al resultado esperado del producto.

Las diferentes tipologías de servicios aplicables en producto y cliente

Como hemos podido comprobar, a lo largo de las diferentes etapas previstas para la servitización de un producto, son diferentes las tipologías de servicios aplicables. En cada etapa y subfase, en función de la cercanía al usuario, se irán aplicando unos u otros. Todo ello estará además personalizado y adaptado a la estrategia de servitización que cada empresa despliegue.

Representados en la figura 18, todos ellos se pueden graduar en base a dos extremos, uno de ellos representado por el producto en sí mismo y el otro representado por el cliente.

La empresa que aplique el proceso de servitización, comenzará ofertando aquellos servicios asociados a su área de mayor conocimiento, como es el propio producto. A medidas que su puesta en marcha le permita desarrollar un mayor acercamiento al cliente, los servicios ofertados irán alejándose del producto y se centrarán más sobre el usuario. En un proceso de servitización total en la que ya no exista siquiera el producto, como es lógico, todos los servicios estarán únicamente relacionados con el usuario.

Un buen proceso de servitización será aquel en el que, más allá de estar en una u otra de las posibles etapas descritas anteriormente, analice con detenimiento todas las opciones posibles de servicios a desarrollar.

Figura 18.- Representación gráfica de las tipologías de servicios aplicables al producto.

La figura 19 muestra la relación existente entre las etapas previstas para servitización de producto y las tipologías de servicios aplicables en cada caso.

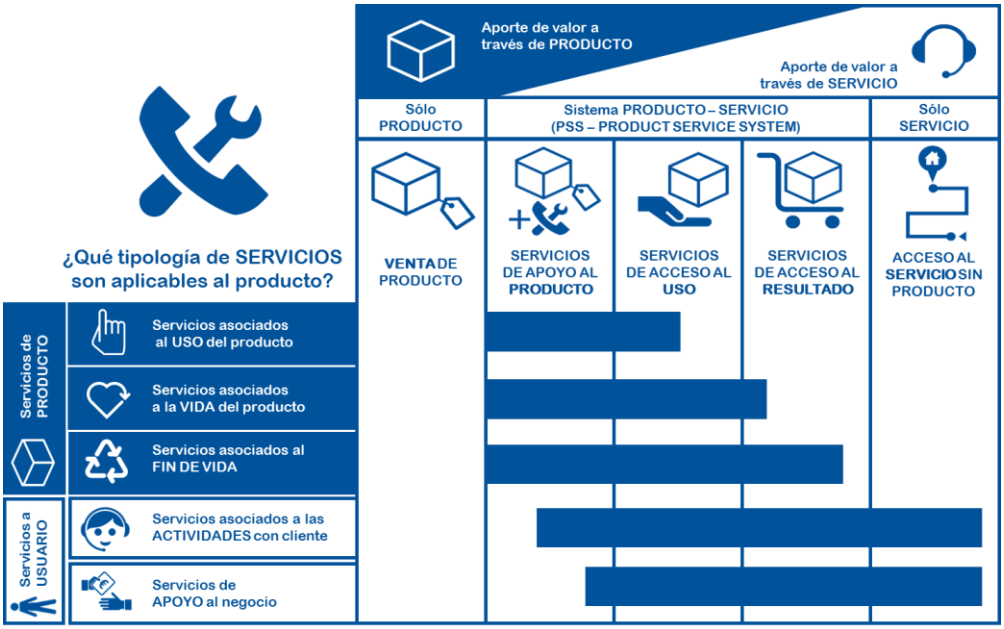


Figura 19.- Relación entre servicios aplicables y etapas previstas en la servitización de producto.

La gestión de la propiedad del producto implicado

Como ya hemos mencionado anteriormente, un segundo aspecto a tener en cuenta en un proceso de servitización de producto es el relativo a la gestión de su propiedad.

En las diferentes etapas de la metodología descrita hemos visto que la propiedad puede residir en diferentes agentes. Este concepto no es estático y a lo largo del ciclo de vida del producto la propiedad podrá ser transferida entre todos o

algunos de ellos. Un aspecto muy importante será conocer por tanto no sólo que agentes intervienen en la propiedad sino también, en qué momento intervienen unos y otros.

La figura 20 representa de forma genérica todos ellos, mientras que la figura 21 muestra la relación existente entre estos y las etapas previstas para la servitización del producto. Como se puede observar, no hay una relación exclusiva entre unos y otros pero sí que cada posible agente que ostenta la propiedad del producto es dominante en una u otra de las diferentes etapas previstas.

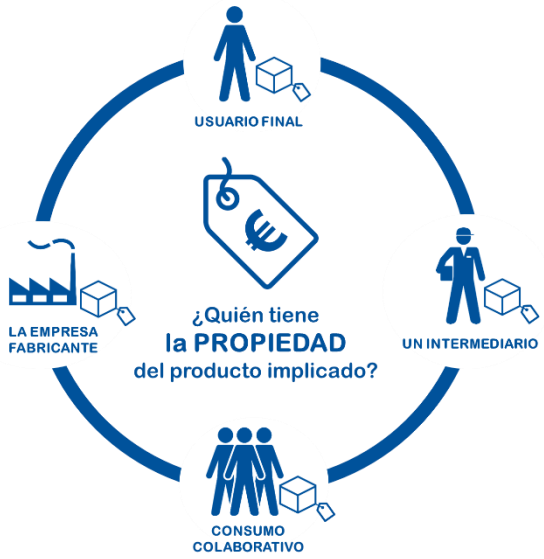


Figura 20.- Agentes que intervienen en la propiedad del producto implicado.

Entrando a detalle, los agentes que intervienen y las etapas del proceso de servitización de producto con las que se relacionan son:

- **Usuario final:** Es quien ostenta la propiedad del producto en el modelo tradicional de fabricación y venta del producto. Este usuario final podrá ser a su vez cualquiera de los descritos en la figura 10. Esta modelo de gestión de la propiedad es también uno de los más usados en la etapa de servicios asociados al producto, sobre todo en las fases iniciales en las que los ingresos relacionados con la prestación de servicios sobre el producto son despreciables frente a los obtenidos con su venta.
- **Consumo colaborativo:** Las empresas fabricantes suelen rechazar la idea de que sus productos sean vendidos colectivamente a uniones de consumidores, ya que esa opción va en detrimento de la posibilidad de poder vender una unidad del mismo a cada uno de ellos (con la consiguiente pérdida de facturación). Sin embargo, desde el punto de vista empresarial, este modelo de propiedad será el idóneo para la etapa de servicios de acceso al uso, porque permitiría el doble beneficio de generar una transacción colectiva por venta de producto y toda una serie de transacciones (bien colectivas o bien individuales) asociadas a su uso.
- **Empresa fabricante:** Es el modelo dominante en la etapa de servicios orientados al uso. La propia empresa fabricante mantiene la propiedad del producto y por ello, plantea su rediseño para reducir al máximo los costes de operación a lo largo de todo su ciclo de vida, que no son repercutidos al cliente. También puede ser el modelo de propiedad utilizado en la etapa de servicios de acceso al resultado, en caso de que sea la propia empresa fabricante quien gestione el uso del producto de cara al cliente.
- **Intermediario:** Es el caso más utilizado en la etapa de servicios de acceso al resultado. Este agente intermediario entre el cliente final y el producto es el encargado de manejar o utilizar el producto para obtener el resultado esperado por el cliente en las mejores condiciones posibles.

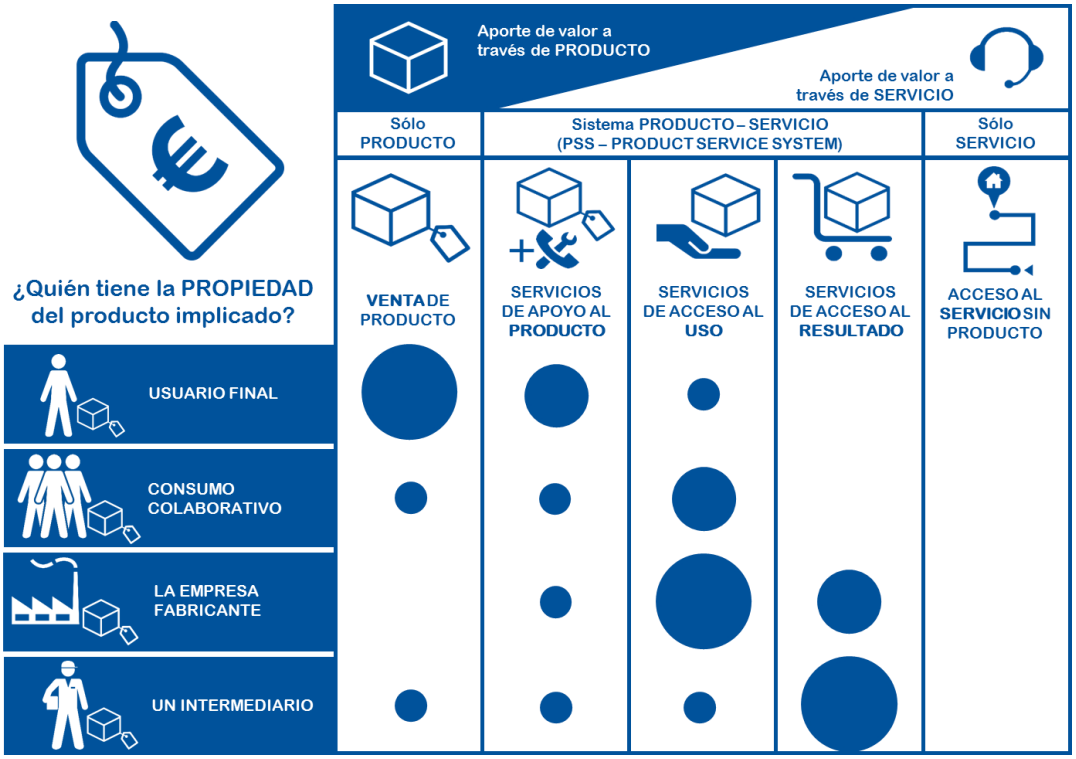


Figura 21.- Relación entre Agentes que intervienen en la propiedad del producto implicado y etapas previstas para la servitización asociada al mismo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tal y como se exponía en la introducción del presente documento, tradicionalmente algunas de las estrategias de rediseño de producto previstas en la metodología de Ecodiseño no alcanzaban todo su desarrollo debido a los riesgos que estas podían suponer para el modelo de negocio de las empresas fabricantes. Una estrategia de servitización de producto va a conseguir aunar la mejora económica de la empresa con la mejora del comportamiento ambiental.

Mediante un proceso gradual de servitización, en el que se analicen las diferentes opciones en cuanto a servicios a ofertar, gestión de la propiedad y mejoras a incluir sobre el producto, es posible conseguir que todas las estrategias de mejora propuestas en el Ecodiseño sean llevadas a cabo.

A modo resumen, en la figura 22 se muestran las estrategias posibles desde el Ecodiseño y su interacción con las etapas previstas en el proceso de servitización en producto. Se puede observar como a medida que la servitización avanza, un mayor número de medidas son posibles y por tanto una reducción del impacto ambiental asociado a la unidad de estudio.

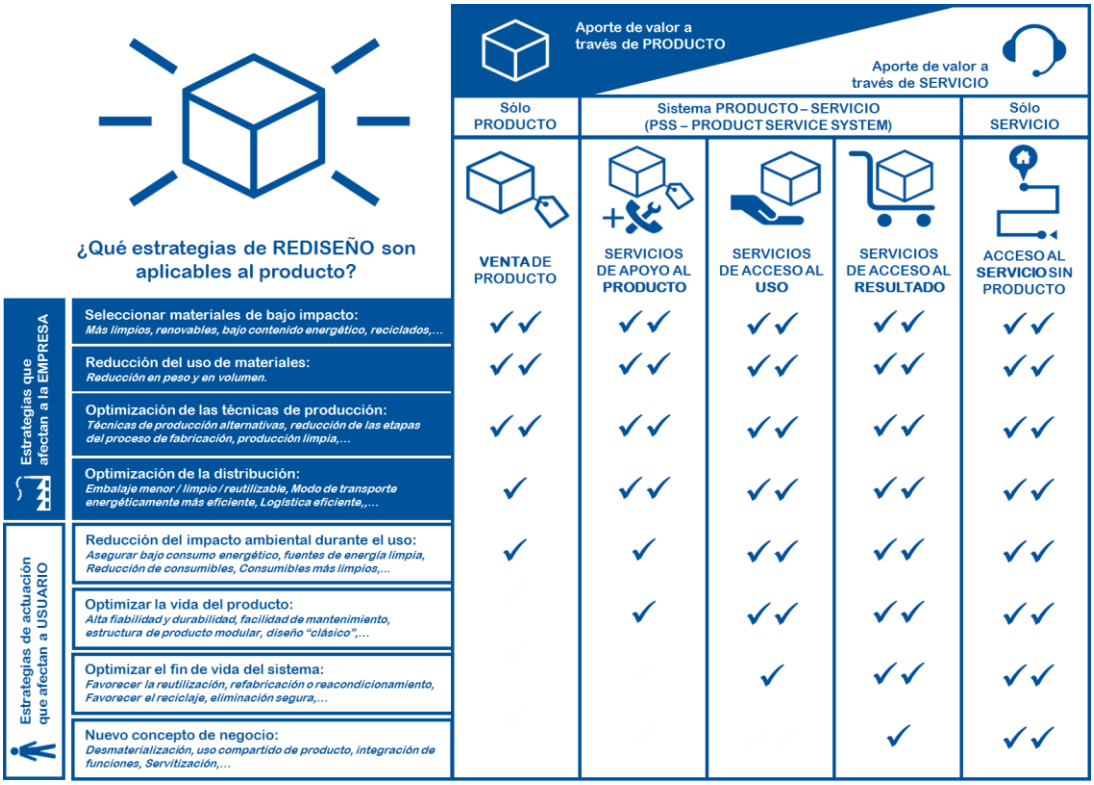


Figura 22.- Estrategias de actuación de Ecodiseño y aplicabilidad acorde al modelo de negocio incorporado en la empresa fabricante del mismo.

Por tanto, promover el cambio en el modelo de negocio en las empresas, del tradicional asociado a la venta de productos a uno nuevo basado en la prestación de servicios al cliente en el que el pago se base en el acceso al uso o al resultado obtenido, ofrece importantes mejoras ambientales al conseguir que todas las estrategias posibles de actuación incidan directamente en la mejora del rendimiento económico de la empresa. Aúna por tanto rendimiento ambiental y económico y supone además, un mayor acercamiento al cliente y un mejor conocimiento de sus necesidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carrillo-Hermosilla, J., del Rio, P., Könnölä, T. (2009). Eco-Innovation: when sustainability and competitiveness shake hands. Palgrave Macmillan.

2. Carrillo-Hermosilla, J., del Rio, P., Könnölä, T. (2010). Diversity of eco-innovations: Reflections from selected case studies. Journal of Cleaner Production, 18 (2010), 1073-1083.

3. Clinton, L., Whisnant, R. (2014). Model Behavior. 20 Business Model Innovations for Sustainability. SustainAbility Inc. Nueva York. EEUU.

4. Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco (2014). Cambio de Guardia. Ideas para avanzar hacia una ECONOMÍA VERDE en EUSKADI. Bilbao.

5. Ditte Oh Yung Sook Mikkelsen (2012). Development of archetypical Product/Service-System approaches for the maritime industry. Master thesis. Design and Innovation. DTU Management Engineering. Technical University of Denmark. Dinamarca.

6. Eco-Innovation Observatory. (2012). Closing the ecoinnovation gap: an economic opportunity for business. 12. European Commission. Bruselas. Bélgica.

7. EU Commission – DG Environment (2008). Promoting Innovative. Business Models with Environmental Benefits. Final report. Bruselas. Bélgica.

8. European Environment Agency. (2013). Towards a green economy in Europe. EU environmental policy targets and objectives 2010–2050. EEA Report 8/2013. Dinamarca.

9. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety - BMU. (2012). Memorandum for a Green Economy. Berlín. Alemania.

10. Hellek Finken, K., McAloone, T.C., Avlonitis, V., Garcia I Mateu, A., Bejbro Andersen, J., Mougaard, K., Neugebauer, L., Hsuan, J. (2013) PSS ToolBook: A workbook in the PROTEUS series, PRO-04. Denmark. Technical University of Denmark. Dinamarca.

11. Henriksen, K., Bjerre, M., Almasi, A.M., Damgaard-Grann, E. (2012). Green Business Model Innovation Series. Oslo.Norway. Nordic Innovation: Macmillan.

12. Igartua, J.I.,Ganzarain, J., Eguren, A., Exposito, L. (2013) Economía y Empleo Verdes: Guía para la Diversificación Empresarial. Mondragon Uniberstsitatea. Arrasate – Mondragon. Gipuzkoa. España.

13. Mesa Trujillo, D. (2011). Design for good obsolescence. Thinking materials according to durability of products. Politecnico di Milano. Facoltà del Design. Milan. Italia.

14. OECD/European Commission/Nordic Innovation Joint Workshop (2012) The Future of Eco-Innovation: The Role of Business Models in Green Transformation. Danish Business Authority. Copenhagen, Dinamarca.

15. Osterwalder, A., Pigneur, Y., Smith, A. (2010). Business Model Generation, www.businessmodelgeneration.com.

16. Porter, E. M., Van der Linde, C. (1995). Towards a new conception of the environment–competitiveness relationship. Journal of Economic Perspectives. Vol. 9, 97–118.

17. Rennings, K. (2000). Redefining innovation: Eco-innovation research and the contribution from ecological economics. Ecological Economics Vol. 32, 319–332.

18. Tan, A. (2011). Service-oriented strategies: a framework for development and the contribution to material productivity. BIO Intelligence Service. Paris. Francia.

19. Tukker, A. (2004). Eight types of Product-Service Systems: Eight Ways to Sustainability?. Business Strategy and the Environment. Vol. 13, 246–260.

20. Tukker, A., U. Tischner (2006). New Business for Old Europe: Product-service development, competitiveness and sustainability. Greenleaf Publishing, Sheffield. Reino Unido.

21. US Environmental Protection Agency (2009). “Green Servicizing” for a More Sustainable US Economy: Key concepts, tools and analyses to inform policy engagement. EPA530-R-09-006. Washington. EEUU.

2.1.7 DISEÑO DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA EL DESARROLLO DE CULTIVOS ORGÁNICOS, BASADO EN PRINCIPIO DE DGS (DISEÑO GRÁFICO SUSTENTABLE).

País: Argentina.
Autor: Laura Malavasi.

4.9-Malavasi-Argentina-1

DISEÑO DE MATERIAL DIDÁCTICO PARA EL DESARROLLO DE CULTIVOS ORGÁNICOS, BASADO EN PRINCIPIOS DE DGS. (DISEÑO GRÁFICO SUSTENTABLE).

MALAVASI OGAS, Ana Laura
Licenciada en Diseño en Comunicación Visual, especializada en Diseño Gráfico Sustentable, recibida en UCC. Diseñadora de Ambientes, especializada en Bio-arquitectura, recibida en UNSL. Profesora de Psicología de la Percepción y Semiótica I y II en UCC, San Luis, Argentina.

Dirección: El Algarrobo, s/n - Barrio Las Chacras - Juana Koslay - San Luis - 5701 - Argentina - Tel.: (+54) 266 - 4223552 - e-mail: **lauramalavasi@gmail.com.**

RESUMEN

El proyecto está orientado a facilitar el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje en el desarrollo de Cultivos Orgánicos, destinado a Maestros y Alumnos de Escuelas Rurales de la Provincia de San Luis, a través del Diseño de Material Didáctico, basado en principios de Diseño Gráfico Sustentable.

La problemática abordada es la falta de recursos que proporcionen un puente entre el maestro y el alumno rural para la optimización de los procesos educacionales. Un medio que haga participe al alumno fomente e incentive el conocimiento.

Esto se pretende alcanzar a través del desarrollo de un Plan Provincial “Mi Huerta”, destinado a facilitar el proceso de Enseñanza y Aprendizaje en el desarrollo de Huertas Orgánicas y conceptos relacionados con el Desarrollo Sustentable, destinado a Maestros y Alumnos de Escuelas Rurales de la Provincia de San Luis, a través del Diseño y Desarrollo de Material didáctico, pretendiendo alcanzar valores de cooperación, solidaridad, responsabilidad y compromiso.

A través de “Mi Huerta” cada niño obtendrá un kit particular que le permita aprender de forma personal y grupal, como plantar, cuidar y ver crecer un alimento, aprenderá jugando, como es la naturaleza, como funciona y como debe cuidarse. Comprenderá el funcionamiento de una huerta, cuáles son sus recursos, épocas de siembra y cuidados. Y se iniciara en una vida sustentable, a través del conocimiento de diferentes acciones para cuidar el medioambiente.

Palabras claves: Diseño Gráfico, Material Didáctico, Sustentable.

INTRODUCCIÓN

En toda sociedad por más primitiva que sea, encontramos que el hombre se educa. Y educar comprende un proceso multidireccional mediante el cual se transmiten conocimientos, valores, costumbres y formas de actuar.

La educación no sólo se produce a través de la palabra, pues está presente en todas nuestras acciones, sentimientos y actitudes; siendo su objetivo principal es incentivar el proceso de estructuración del pensamiento, de la imaginación creadora, las formas de expresión personal y de comunicación verbal y gráfica.
La Escuela forma parte de una enseñanza basada en planificaciones de estudio, abarcando la selección y utilización de material didáctico, destinado a motivar al alumno y permitirle que enfoque su atención y así pueda fijar y retener los conocimientos. Este material no es el mismo para todos, dado que cada una se relaciona de una forma particular con el contexto.

JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

El móvil de cambio lo encontré en la profesión de mi madre, Maestra unipersonal de Escuela Rural. Por ella entendí que los más chicos crean, juegan y comparten. Incorporan con gran facilidad lo que se les enseña y actúan como multiplicadores, llevando a sus casas lo que absorben en la escuela.

Es por eso que comprendí que el contexto educativo es el espacio ideal para transformar algunas formas de ver, de pensar y de actuar. Entonces el mejor medio de darles a conocer este cambio es a través de lo que usan a diario, su material de trabajo, que les permite mejorar la relación enseñanza-aprendizaje, también conocido como material didáctico. Y la temática más adecuada es la reconciliación con la naturaleza, a través del desarrollo de una huerta. Plantar, cuidar y ver crecer un fruto es una razón maravillosa para empezar a cuidar la naturaleza.

Ahora bien, el Diseño Gráfico para el desarrollo de Material Didáctico, debe ser un aporte sustentable, ya que debe servir de solución, porque los aspectos de comunicación basados en aspectos gráficos le dan otra dimensión a la enseñanza y forman parte de su motivación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se presenta una falta de recursos que faciliten la generación y comprensión de experiencias comunicativas entre el maestro y el alumno rural para la optimización de los procesos educacionales, teniendo en cuenta las variantes y condicionantes del entorno.

OBJETIVOS

Incentivar a las Escuelas Rurales y sus integrantes a emprender nuevos desafíos para mejorar su educación y capacidades de aprendizaje, a través del uso de materiales didácticos diseñados para aportar conocimiento e incentivar a un estilo de vida natural, basado en la sustentabilidad, que le permita desarrollar un medio para la producción de sus alimentos y así proyectarse hacia el futuro.

Como aporte profesional, aplicar estrategias nuevas y responsables con el medio ambiente en el diseño de comunicación visual; brindar una solución sustentable.

CONTENIDO

El proyecto se divide en tres etapas, en principio se realiza un análisis de los agentes componentes de la comunicación que intervienen en la problemática abordada, hablando en particular, de Maestros y Alumnos de Escuelas Rurales de la Provincia de San Luis.

Por otra parte, se busca comprender aún más las temáticas abordadas, definiendo conceptos claves, tales como el de Escuela Rural, Desarrollo Sustentable y Diseño basado en la Sustentabilidad.

Y en última instancia, se presenta el desarrollo de la solución a la problemática planteada, a través del desarrollo de una estrategia basada en principios sustentables.

Retomando el concepto de educación, comprendemos que educar es un proceso de formación, es vivir y convivir. Los encargados de este proceso en primer lugar es la familia, y por consiguiente la escuela. La escuela forma parte de una enseñanza basada en planificaciones de estudio, abarcando la selección y utilización de métodos y técnicas, es decir, recursos que tienen como objetivo hacer más eficiente el proceso de enseñanza y aprendizaje y así alcanzar las metas propuestas. Dentro de estas técnicas encontraremos el uso de Material Didáctico, este facilita la adquisición de conceptos, habilidades, actitudes y destrezas.

El material didáctico no es el mismo para todos, dado que cada una se relaciona de una forma particular con el contexto, y esta es la primera razón para diferenciar dos clases de Escuela, La Rural y La Urbana. La educación rural a diferencia de la urbana, comprende la educación simultánea, donde alumnos de diferentes grados se encuentran a cargo de 1 o 2 maestros; a su vez educa a las personas con los recursos que ellos tienen a su alcance, con una gran desventaja en lo que se refiere a aprendizaje, infraestructura, tecnología y entrega de información; sumado al precario estado de los establecimientos de enseñanza, la ausencia de servicios básicos, la falta de lugar para almacenaje, hacen que esta realidad ponga en evidencia la necesidad de implementar soluciones sustentables y adoptar estrategias que apunten a un nivel superior de educación reforzando los esfuerzos de estos docentes.

La temática más importante en la enseñanza rural es educar en el trabajo con la tierra, desarrollo de huertas y autoproducción de alimentos, cría de animales, entre otros; lo cual es importante ya que forma a personas capaces de poder transportar ese conocimiento al mundo urbano, brindando la posibilidad de ampliar su conocimiento en el futuro.

¿Cómo se puede mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en las temáticas más importantes que abarcan las Escuelas Rurales?

El proceso de enseñanza y aprendizaje puede optimizarse mediante la utilización de un medio que haga participe al alumno, estos medios se denominan Métodos y están elaborados de acuerdo a la temática especifica que aborda.

¿Cuáles serán los métodos adecuados para llegar a maestros y alumnos rurales donde los recursos con los que cuentan son escasos?

Los métodos óptimos para llegar a maestros y alumnos rurales comprende la utilización de recursos, es decir, Materia Didáctico, caracterizado por ser comunicativo (de fácil comprensión), estructural (conformado por partes y desarrollos) y pragmático (que sea eficiente en la transición del mensaje).

¿La diversidad de edades y niveles de aprendizaje dificultará el desarrollo y elaboración del mensaje?

La diversidad de edades y niveles de aprendizaje obliga a que el mensaje utilice un código de lenguaje universal, el gráfico, a través de la utilización de imágenes o ilustraciones que faciliten la lectura general y la pregnancia.

¿Qué condiciones debe reunir el mensaje cuya temática aborda conceptos relacionados con la naturaleza?

Todo mensaje que esté relacionado con la naturaleza debe promover su cuidado y las condiciones necesarias para que se cumpla. A esto se refiere el Desarrollo Sustentable, es decir, a una nueva forma de pensar, para la cual los seres humanos, la cultura y la naturaleza son inseparables. La sustentabilidad abarca nociones vinculadas a la ética, economía, cultura y política, según la UNESCO (Organización para la Educación, la Ciencia y la Cultura de las Naciones Unidas), una sociedad será sustentable en función de tres dimensiones: la social (valores de paz y equidad), ambiental (en función de la conservación), económica (grade de desarrollo) y le sumamos la política (democracia) porque es necesario que sea por y para todos.

La definiremos como *“aquel desarrollo que satisface las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”*. (*Comisión de Medio Ambiente de la ONU. 1987. “Nuestro futuro en común”.)*

¿Qué estrategia será la adecuada para desarrollar el mensaje?

La estrategia adecuada para desarrollar el mensaje es aquella que cumple con todas las condiciones para la elaboración de una pieza, desde lo abstracto a lo concreto. En nuestra área es lo que definiremos como Diseño Gráfico Sustentable, basado en estrategias que buscan equidad social, económica y ambiental.

Comprender que el Diseño Gráfico es una actividad proyectual, en donde intervienen procesos, para desarrollar una solución a determinada necesidad, es comprender que el Diseño destinado a la Comunicación Visual busca resolver problemas comunicacionales. Uno de los problemas actuales más importantes relacionados con el Diseño y la Sociedad en general es la producción masiva y el consumismo.

Frente a esta problemática se presenta el Diseño Gráfico Sustentable, definido como la capacidad para diseñar bajo los principios de sostenibilidad económica, social y medio ambiental. Su mayor propósito es el de producir de un modo en el que se reduzca la utilización de fuentes no renovables, y por lo tanto se minimice el impacto negativo de la actuación de los seres humanos en el ecosistema.

El diseño sustentable engloba un concepto complejo que se dirige a la relación del diseño con las implicaciones sociales, de desarrollo y ética.

El Diseño Gráfico Sustentable comprende el análisis y la fijación de nuevas estrategias en los siguientes aspectos:

1. TRABAJO EN EL ESTUDIO / Hábito Y Entorno

Los hábitos de trabajo pueden favorecer a la preparación de un producto con bases sustentables.

En la actualidad aún no se cuenta con la posibilidad de acceder a edificaciones diseñadas bajo procesos sustentables, ya sea por la lenta incorporación de la alta tecnología, o por la falta de utilización de materiales orgánicos en los procesos de construcción. Es así que generar entornos sustentables se puede lograr a partir de la iniciativa de cada uno de los diseñadores, para contribuir al medio ambiente aportando otras soluciones más ecológicas.

A continuación se detallan posibles acciones para generar hábitos y entornos sustentables.

Ubicar el espacio de trabajo con orientación sur-oeste (válido en Argentina). Son espacios templados la mayor parte del año.

Aprovechar la luz natural y mantener el ambiente limpio y libre de agentes contaminantes.

Seleccionar el material a utilizar, esto ahorra tiempo y establece parámetros más definidos.

Realizar una clasificación del papel en uso, desuso o rehúso. Separando así aquel que puede servir para pruebas de diseño o bien el que puede destinarse a reciclar. Reducir la cantidad de pruebas de impresión.

Generar iluminación a partir de fuentes directas, una de pie y otra cenital. Utilizar bombillas de bajo consumo certificadas.

Mantener los equipos electrónicos apagados y desconectados cuando no se estén utilizando.

Mantener la PC encendida solo el tiempo que lleve realizar el trabajo.

Utilizar pilas recargables en aparatos electrónicos.

2. DISEÑO Y PRODUCCIÓN / Herramientas (Guías Sustentables para el Diseñador).

Desde el inicio del proceso de Diseño se deben establecer posturas sustentables, a través del uso de herramientas que sirvan de base para la producción de piezas que contribuyan al bienestar social, económico y medioambiental.

Este enfoque necesita de herramientas y un planteamiento especialmente diseñado para tal fin. A continuación se presentan las fases que componen dos de las metodologías de eco-diseño más utilizadas en la actualidad, Metodología

PILOT, Metodología PROMISE, Estrategias del Eco Diseño basadas en el ciclo de vida del producto y Guía de Eco Diseño para Diseñadores Gráficos.

2. DISEÑO Y PRODUCCIÓN / Herramientas (Certificación y eco etiquetado).

Gestión ambiental

Se denomina gestión ambiental o gestión del medio ambiente al conjunto de diligencias conducentes al manejo integral del sistema ambiental. Dicho de otro modo e incluyendo el concepto de desarrollo sostenible, es la estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al medio ambiente, con el fin de lograr una adecuada calidad de vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales.

Certificación forestal

La certificación forestal es un proceso voluntario por el cual una tercera parte independiente asegura, mediante un certificado, que la gestión de un bosque se lleva a cabo cumpliendo un conjunto de criterios y normas previamente establecidos. Lo que diferencia a las distintas certificaciones es, básicamente, los conjuntos de criterios acordados en que se basan, y las organizaciones que los han impulsado.

3. ECO-FEEDBACK

Una nueva corriente en diseño sustentable: el «eco-feedback», se describe como el diseño «que intenta modificar la conducta de los usuarios de un sistema informando sobre las consecuencias medioambientales de sus acciones». Lo que se conoce como el diseño pensado en el usuario.

HIPOTESIS Y ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN

Es por esta razón, que este proyecto busca migrar a una sociedad SUSTENTABLE, pretendiendo establecer una reconciliación con la TIERRA, por medio de la primer y más remota forma de trabajo y alimentación, la agricultura; que traducido a este proyecto es el desarrollo de un HUERTA ORGANICA. A partir de ello se sentaran las bases para un estilo de vida basado en el concepto de Desarrollo Sustentable.

La estrategia comprende el desarrollo de un Plan Provincial, “Mi Huerta”, desarrollado en la Provincia de San Luis, emitido por el Ministerio de Educación y avalado por el Ministerio de Medio Ambiente y el INTA. El mismo proporciona un KIT personal, compuesto por semillas, herramientas de trabajo, macetas, guía instructiva e infografías.

La propuesta de diseño expresa:

SOLIDARIDAD para unir la comunidad.

CONCIENCIA por parte del diseñador, a través de los Principios Básicos del Diseño Gráfico Sustentable, el mismo aportado por herramientas sustentables, donde incluye la diferente combinación de estrategias de uso del material, tintas, papeles, etc., para el desarrollo de piezas sustentables.

RESPONSABILIDAD para que el mensaje generado sea centrado en el usuario, o también llamado Eco-feedback; a través de un diseño para customizar.

Y por último pero no menos importante, reposicionar a la TIERRA, que tanto hemos olvidado, a través del desarrollo de una identidad visual personal, con la utilización recursos naturales, orgánicos, colores tierra, es decir, volver a lo natural.

PROYECTO

El desarrollo del proyecto comprende el Diseño de Material Didáctico para el desarrollo de Cultivos Orgánicos, basado en los principios del Diseño Sustentable.

El lenguaje manejado es el estilo RETRO o VINTAGE, utilizado en los recursos gráficos como así también para la elección del color y de las tipografías.

Las piezas graficas que intervienen en el proyecto nacen desde el desarrollo de una Imagen visual, que representa a los emisores antes mencionados y se posiciona como una entidad única, a través de un naming “mi huerta”. Este naming surge a partir de la idea de generar un individualismo frente a la marca, una apropiación por parte del usuario en relación al producto.

Los recursos gráficos utilizados encierran el concepto del manejo con la tierra, es decir, la agricultura (paisajes, herramientas, materiales, etc).

IMAGEN VISUAL / Desarrollo

La imagen visual busca representar varios aspectos, por una parte la forma redondeada hace referencia a algo cíclico, en combinación con la idea de la ida y vuelta de él tan conocido anillo o círculo de Möbius. Este concepto cíclico, buscó ser representado por dos elementos gráficos, como la pala y la hoja, que significan el “trabajo y el producto”, o bien “la semilla y el fruto”. (Figura 1).

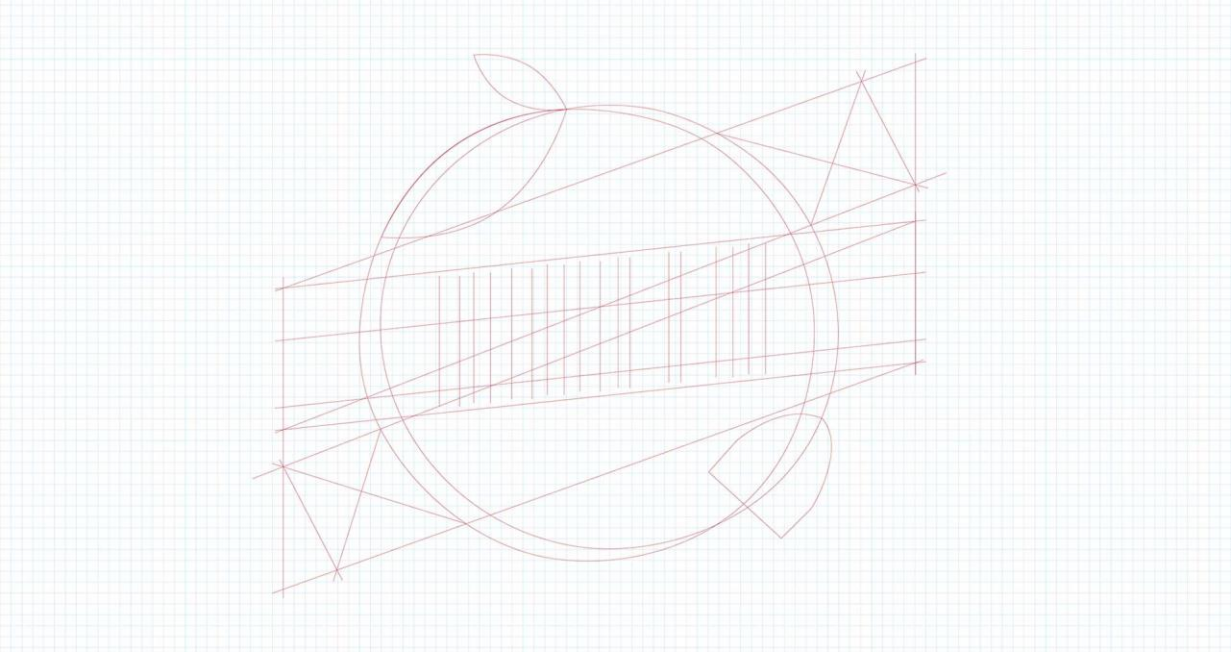


Figura 1: Conformación en grilla de Imagen Visual.

Para encerrar esta idea se utilizaron las cintas, elemento retro, para “abrazar” la marca, de ese modo le da contención y al ubicar el naming en la cinta, termina de concluir el significado de pertenencia.

El usuario a través de esta marca, debe sentir que su trabajo genera frutos.

La grilla utilizada se basó en líneas curvas y formas geométricas, sobre una base cuadriculada. Se utilizaron diagonales de 19° para generar movimiento y empuje; a lo igual que la tipografía, diseñada especialmente en una inclinación de 19°. (Figura 2).

Figura 2: Conformación en grilla de Imagen Visual con incorporación de tipografía.

Figura 3: Imagen Visual, colores corporativos.

Cuatricromía, Tinta plana y RGB

C2 M0 Y10 K0 • Pantone Y 0131 C • R249 G250 B226

C5 M10 Y21 K0 • Pantone 7401 C • R240 G228 B202

C25 M40 Y50 K15 • Pantone 7502 C • R171 G138 B111

C40 M55 Y75 K40 • Pantone 1405 C • R109 G80 B52

C53 M30 Y87 K15 • Pantone 7491 C • R121 G136 B69

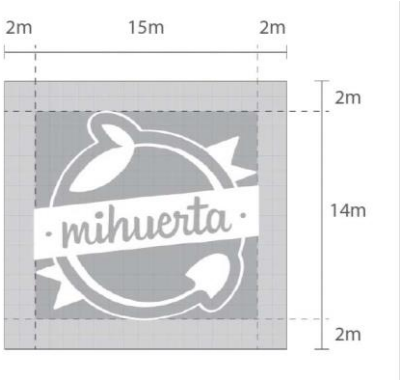
IMAGEN VISUAL / Normativa

El tamaño mínimo del logotipo se define con el menor tamaño al que puede ser reproducido conservando su adecuada visibilidad.

Mínimo tolerable 1cm x 1cm.

La planimetría es un área de seguridad, un espacio que debe existir alrededor del logotipo para que ningún otro elemento externo interfiera y genere contaminación visual. (Figura 4).

Figura 4: Imagen Visual, planimetría.



Las familias tipográficas corporativas intervienen en las aplicaciones de la marca, ya sea papel membretado o bien cartelería especifica. (Figura 5).

Figura 5: Muestra de familias tipográficas.

Source Sans Pro
ABCDEFGHIJKLMNÑOPQRSTUVWX
YZabcdefghijklmnñopqrstuvwxyz
0123456789.,-¿?¡!"#$%&/()=

Blokletters Balpen
ABCDEFGHIJKLMNÑOPQRSTUVW
XYZabcdefghijklmnñopqrstuvw
xyz 0123456789.,-¿?¡!"#$%&/()=

BOX / Desarrollo (Figura 14).

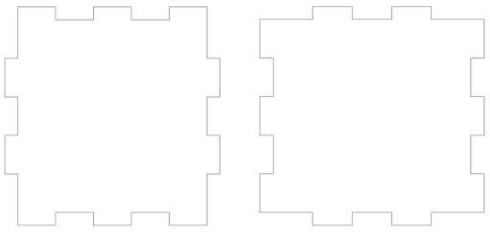
El proyecto consta del desarrollo de diferentes piezas gráficas, comenzaremos con la explicación del Diseño del Material Didáctico.

Este mismo consta del diseño de una pieza única, basada en el encastre, de este modo, girando 90° la pieza puede encastrarse con otra y así sucesivamente. (Figura 6).

El diseño de esta pieza está pensado para que conforme un cubo, es decir, un contenedor. Este mismo tendrá en su interior diferentes componentes que servirán para realizar el objetivo buscado, cultivar.

Esta caja está compuesta por tierra, semillas, macetas, piezas troquelables y un instructivo. Cada pieza que conforma la caja lleva una gráfica específica que explica su funcionamiento.

Figura 6: Pieza encastrable, doble posición.



Explicación - Vista exterior (Figura 7, 8 y 9).

En la vista frontal solo encontramos la marca, en cambio, en la vista posterior, se encuentran las especificaciones, ya sea para desarmar la caja, como así también las certificaciones, es decir, las normas que cumple el material, la impresión y los emisores. (Figura 7).

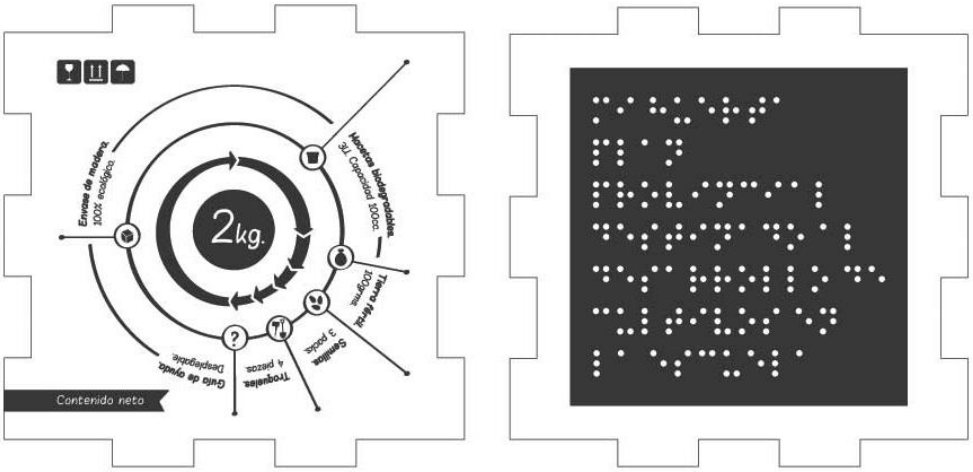
Figura 7: Pieza encastrable, frontal y posterior.

Vista frontal

Vista posterior

En los laterales encontramos información acerca del producto, en el lateral derecho todo lo referido al contenido, ya sea su peso, como los componentes. Y en el lateral izquierdo se desarrolló en base al sistema BRAILLE. La leyenda dice “Mi huerta Plan Provincial destinado al desarrollo de cultivos en la escuela”. (Figura 8).

Figura 8: Pieza encastrable, izquierda y derecha.

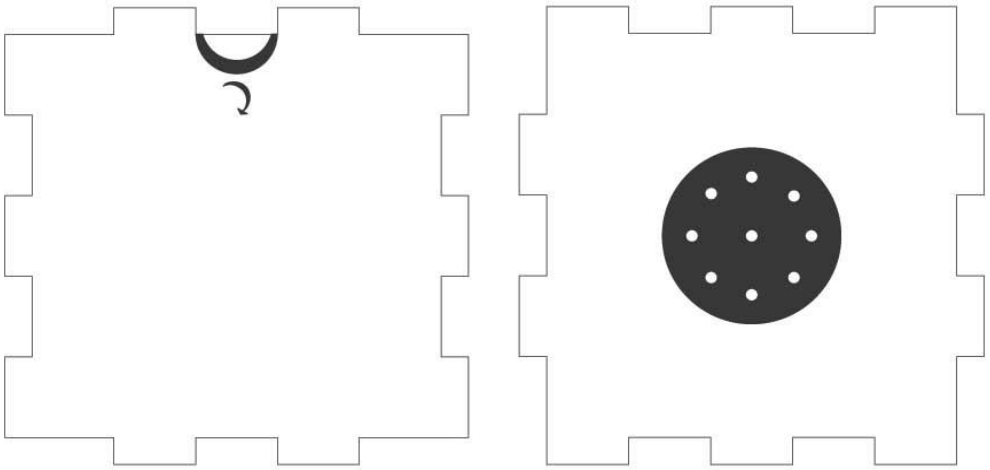


Vista lateral derecha

Vista lateral izquierda

En la parte superior se encuentra un símbolo que indica que la tapa es rebatible. Y en el caso de la base, solo encontramos unas perforaciones que servirán de desagote para la humedad que emita la maceta. (Figura 9).

Figura 9: Pieza encastrable, superior e inferior.

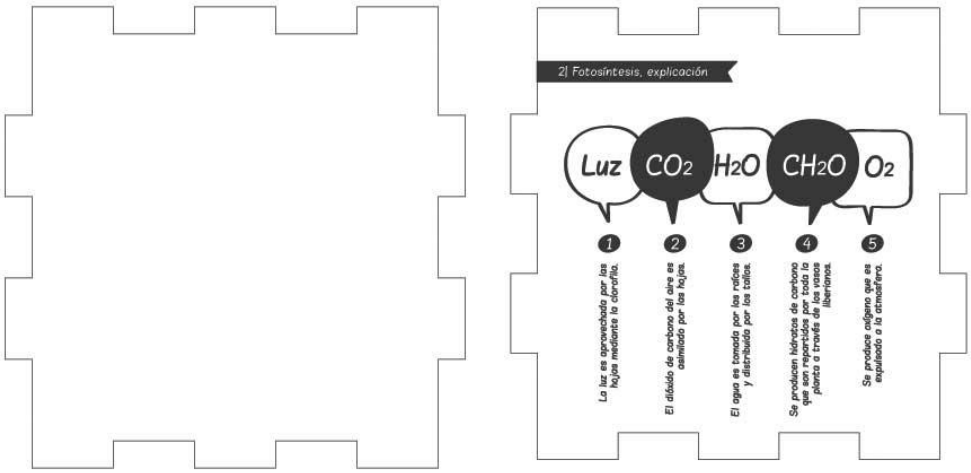


Planta superior Planta inferior

Explicación - Vista interior (Figura 10, 11 y 12).

En esta vista interna, la cual para verla necesitamos que se volteen las piezas, encontraremos en la vista posterior la II parte de la explicación de la fotosíntesis, explicando los agentes que intervienen en el proceso. (Figura 10).

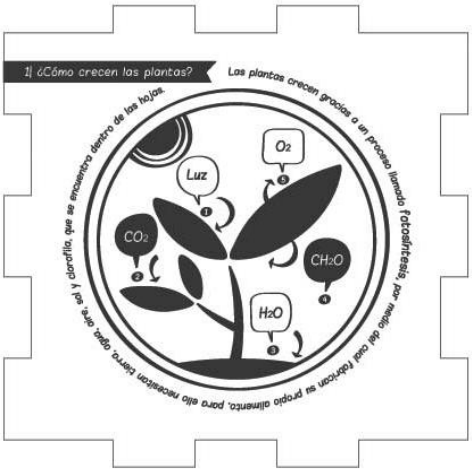
Figura 10: Pieza encastrable, frontal y posterior.



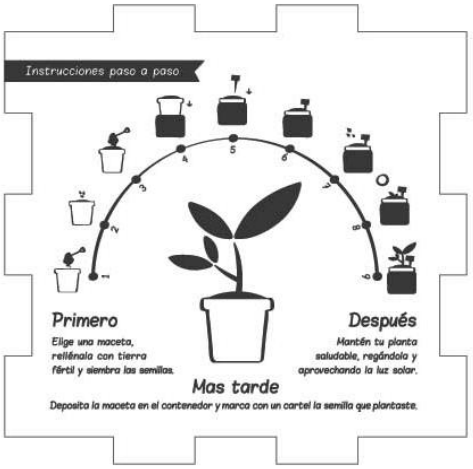
Vista frontal Vista posterior

En el caso de los laterales internos, encontraremos la I Parte de la explicación de la fotosíntesis a través de una ilustración. Y en el lateral izquierdo la explicación de cómo utilizar la caja para generar un cultivo. (Figura 11).

Figura 11: Pieza encastrable, derecha e izquierda.



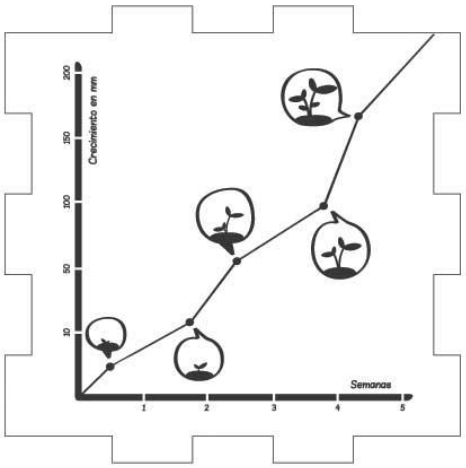
Vista lateral derecha



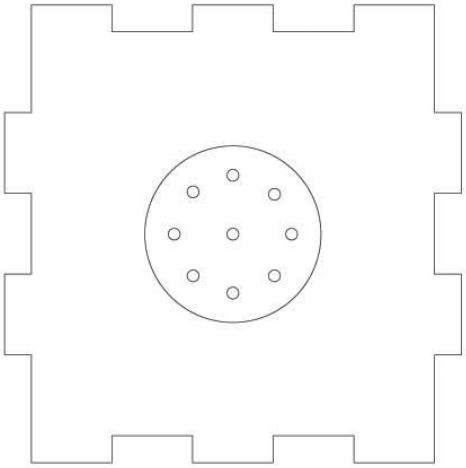
Vista lateral izquierda

En la vista superior interna, se encuentra a modo de gráfico, el nivel de crecimiento según el tiempo que valla pasando, para definir en qué momento el cultivo pide su traslado. (Figura 12).

Figura 12: Pieza encastrable, superior e inferior.



Planta superior



Planta inferior

INSTRUCTIVO / Desarrollo

El instructivo realizado como infografía, busca brindar información de forma clara y precisa a cerca de puntos importantes, los mismos seleccionados especialmente para educar a cerca de la sustentabilidad.

El estilo grafico respeta la línea de lo “retro”, pero se respetó el lenguaje que debía llegar a los niños. Como así también la utilización de colores y demás aspectos.

El instructivo ofrece 3 líneas de información, explica el funcionamiento de la caja, explica que es la gestión ambiental y el porqué de la certificación y define la sustentabilidad. Como valor agregado ofrece consejos para llevar una vida sustentable.

Y concluye con el slogan: “Por una educación sustentable”, porque es necesario educar en la sustentabilidad, a cerca de las normas y estrategias existentes para la protección de los recursos, la sociedad y el medio ambiente. Este instructivo fue impreso en papel realizado a base de fibras naturales y papel reciclado. (Figura 13).

Figura 13: Instructivo.

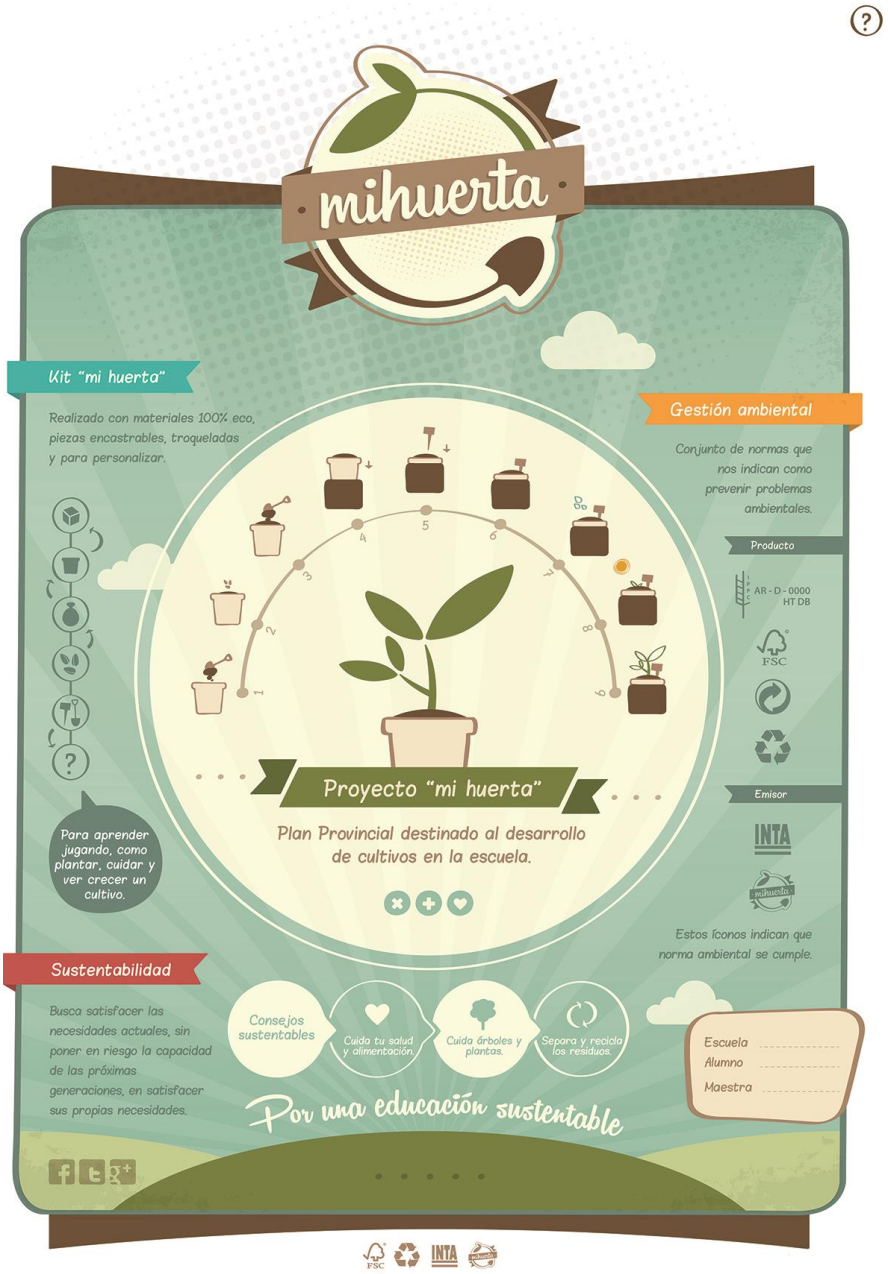


Figura 14: Proyecto completo.

CONCLUSIONES

En el caso del diseño de objetos, el objetivo primordial es que adquieran una doble funcionalidad, luego de que la primera haya cumplido su misión, el consumidor, utiliza una segunda función, a veces, impuesta por el diseñador, en otros casos, por decisión propia; para aumentar la vida útil del diseño; además de pensar en que sean de bajo consumo energético y que la totalidad de materiales sean lo más amigables con el planeta posibles.

En cuanto a la gráfica asociada al tema de Ecología, Sustentabilidad, Las 4 R (reducir, reciclar, reutilizar y recuperar) y demás cuestiones ambientales, suele respetar las siguientes condiciones:

Gran aprovechamiento del espacio, desarrollando grillas versátiles y de múltiples módulos.

Utilización de tipografías de palo seco o con serif estilo egipcias regulares.

Utilización de doble cuerpo tipográfico bien marcado, cuerpos grandes para titulares o breves introducciones y cuerpos chicos para definiciones o aclaraciones.

En caso de imágenes, se asocian a la vida al aire libre, paisajes, naturaleza, vegetación, entre otros.

Gran incorporación de ilustraciones vectoriales, ya sea iconografía de figuras simples, siluetas, vegetación, entre otros.

Y el clásico de la ilustración a mano, que le brinda calidez a la mayoría de los trabajos.

Utilización de colores pasteles y tierra.

Utilización de pocas tintas en la impresión y generalmente desaturados, con poco uso de negro en su composición.

La impresión sobre papeles reciclados (kraft), adquiere un color particular, del tipo ubicua.

Soportes de materiales reciclados, o para reciclar fácilmente certificados por FSC® y PEFC.

La toma de decisiones debe ser “lock-in”, a los impactos ambientales. El tamaño, forma, color, estilo de impresión, y las opciones de papel en última instancia, determinan la huella ecológica del diseño.

Al tomar decisiones informadas desde el primer momento, los diseñadores pueden reducir el impacto medioambiental de su diseño que resulta en menos CO2, menos residuos y el uso más eficiente de los recursos naturales.

En conclusión, un buen diseño es comprender las repercusiones, limitaciones y la búsqueda de soluciones que se adapten a los parámetros existentes. En otras palabras, hacer lo que tiene que hacer con el menor impacto - ir gráficamente verde.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. LA ENCICLOPEDIA LIBRE - Actualización 2012 - “La Educación” - Visto 2013 - es.wikipedia.org.
2. MONOGRAFÍAS - Actualización 2012 - “Historia de la Educación y Pedagogía” - Visto 2013 - monografias.com.
3. LA ENCICLOPEDIA LIBRE - Actualización 2013 - “La Escuela” - Visto 2013 - es.wikipedia.org
4. NATALY BENÍTEZ - Actualización 2012 - “La Escuela Rural” - Visto 2013 - scribd.com
5. MANUEL JURADO GARCÍA - Actualización 2010 - “La Escuela Rural” - Visto 2013 - cedoc.infd.edu.ar.
6. UNIVERSIDAD DE LA PUNTA - Actualización 2008 - “Escuelas Rurales” - Visto 2013 - escuelasrurales.edu.ar.
7. VIDA EN EL CAMPO - Actualización 2012 - “Escuelas Rurales”- actividadesrurales.com.
8. MARCO MERCADO - Actualización 2010 - “El Trabajo Docente en la Escuela Rural” - Visto 2013 - buenastareas.com.
9. ESCUELA RURAL - Actualización 2010 - “Diferencia entre Escuela Rural y Urbana” - Visto 2013 - quelindaescuela.blogspot.com.ar
10. INTERNET EDUCATIVA - Actualización 2007 - “El Niño del Medio Campesino” - Visto 2013 - telpin.com.ar.
11. JUAN CARLOS TEDESCO - “Características y necesidades educativas de los niños, jóvenes y adultos en las poblaciones menos favorecidas, rurales y urbanas” - Visto 2013 - bibliotecadigital.conevyt.org.mx.
12. ANDREA DEL CARMEN MIJANGOS ROBLES - Actualización 2010 - “Métodos de Enseñanza” - Visto 2013 - monografias.com.
13. RICHEY, FIELDS & FOXON - Elaborado 2001 - “Diseño Instruccional”.
14. EL MATERIAL DIDÁCTICO EN EL PROCESO DE EDUCACIÓN - Actualización 2000 - “Seminario Portafolio Didáctico” - Visto 2013 - alipso.com.
15. CASA HUERTA - Actualización 2013 - “Sustentabilidad y Entorno” - Visto 2013 - casahuerta.com.ar.
16. COMISIÓN DE MEDIO AMBIENTE DE LA ONU - Publicación 1987 - “Nuestro futuro común, Desarrollo Sustentable”.
17. ONG SUSTENTATOR - Actualización 2010 - “Camino a la Sustentabilidad” - Visto 2013 - sustentator.org

18. GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE SAN LUIS - Actualización 2013 - “Ministerio de Medio Ambiente” - Visto 2013 - sanluis.gov.ar

19. CHRISTIAN CHÁVEZ LÓPEZ - Actualización 2012 - “Diseño Gráfico Sustentable, Estrategias para el uso de Materiales y Procesos en el Diseño” - Visto 2013 - issuu.com - chrysa-dg.blogspot.com.ar

20. XX CONGRESO UNIVERSITARIO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LA ENSEÑANZA TÉCNICA - Actualización 2013 - “Estudio de diferentes Metodologías de Ecodiseño. Análisis y aplicación de la Rueda Estratégica” - Visto 2013 - eii.ulpgc.es

21. TICS E INFORMACIÓN - Actualización 2013 - “Medio Ambiente, diseño” - Visto 2013 - ticsyformacion.com

22. CARLOS GENOUD - VICTORIA RIQUÉ (XCRUZA) - Publicación 2011 - “¿El diseño puede ser sustentable?”.

23. REVISTA 90+10 - Publicación 2011 - “Especial de Diseño Sustentable”.

24. DG AINHOA MARTIN - Actualización 2010 - “Diseño Gráfico Sustentable” - Visto 2013 - foroalfa.org

25. DISEÑO GRÁFICO SUSTENTABLE - Actualización 2010 - “Las tres verdes del Diseño” - Visto 2013 - chrysa-dg.blogspot.com.ar

26. INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN - “Metodología PILOT” - Visto 2013 - ecodesign.at.

27. INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN - “Metodología PROMISE” - Visto 2013 - ecodesign.at.

28. LA ENCICLOPEDIA LIBRE - Actualización 2013 - “Gestión Ambiental” - Visto 2013 - es.wikipedia.org.

29. LA ENCICLOPEDIA LIBRE - Actualización 2013 - “ISO 14000” - Visto 2013 - es.wikipedia.org

30. EL DIARIO DEL CONSUMIDOR - Actualización 2013 - “Las claves para entender los símbolos del reciclaje” - Visto 2013 - consumer.es.

9.5-Barón-Argentina-1

ANÁLISIS DE EMISIONES DE MODOS DE TRANSPORTE ALTERNATIVOS AL VEHÍCULO PARTICULAR EN LA CIUDAD DE MENDOZA

Barón, Gabriela Nuri[1]
Gabriela Nuri Barón es Diseñadora Industrial, Docente e Investigadora. Posee un título de Magíster en "Diseño de Sistemas de Productos y Servicios" (Politécnico de Milán),y actualmente es becaria CONICET de Doctorado en la Universidad Tecnológica Nacional Argentina (carrera Ingeniería mención Ambiental).

Alejandro Pablo Arena es Ingeniero Electromecánico, Doctor en energética del Politécnico di Torino, docente investigador en la Universidad Tecnológica Nacional e investigador del CONICET. Director de la Maestría en Desarrollo Sustentable del Hábitat Humano, y del Doctorado en Ingeniería, Mención Civil-Ambiental. Director del Grupo CLIOPE "Energía, ambiente y desarrollo sustentable

Salvador Enrique Puliafito es Ingeniero Electrónico y Electricista por la Universidad de Mendoza, y Doctor en Ingeniería por la Universidad de Braunschweig, Alemania. Es investigador de CONICET y dirige el Centro de Estudios para el Desarrollo Sustentable, de la Facultad Regional Mendoza de la Universidad Tecnológica Nacional.

1. Grupo CLIOPE - Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza - Av. Carlos Thays s/n 5500 Mendoza – Argentina – Tel: 54 261 4445033 – Cel: 54 9261 5790393 – Email: gnbaron@mendoza-conicet.gob.ar

RESUMEN

Este trabajo aporta información actualizada sobre las emisiones de gases al ambiente como consecuencia de la elección de modos de movilidad alternativos al vehículo particular en el Área Metropolitana de Mendoza. Los modos de transporte comparados son el autobús, el trolebús y el metrotranvía, dentro del transporte público motorizado (TPM); la bicicleta y la caminata dentro del transporte no-motorizado (TNM). La unidad funcional es pasajero por kilometro transportado. Para estimar la tasa de ocupación del vehículo se han establecido 4 escenarios de ocupación basados en horarios pico o valle, área de cobertura y momento del año. Los resultados están expresados en gramos equivalentes de Dióxido de carbono (CO_2Eq) como lo especifica el Greenhouse Gas Protocol. Las emisiones consideradas son: Dióxido de carbono (CO_2), Metano (CH_4) y Óxido nitroso (N_2O).

La importancia de este estudio es que tanto en Argentina como a nivel global el consumo per cápita de energía y la tasa de motorización están en constante aumento. Esto se manifiesta en una creciente movilidad en términos de traslados de personas-km o toneladas de cargas-km anuales asociados a un mayor consumo per cápita. El diagnóstico ambiental sobre la calidad del aire en el Área Metropolitana de Mendoza muestra claramente que las emisiones vehiculares representan la fuente más importante del deterioro de su calidad del aire (Puliafito et al., 2011). Por tal motivo, se espera que los resultados de este estudio pueda motivar a los ciudadanos a cambiar sus hábitos de movilidad, así como también impulsar a los tomadores de decisiones a favorecer proyectos de movilidad con menos impacto ambiental.

Los resultados muestran que si se considera un escenario ideal de ocupación plena según la capacidad de cada medio, los vehículos operados a electricidad poseen emisiones menores. Sin embargo, al comparar TPM con TNM en escenarios de ocupación realistas, las emisiones de los primeros llegan a ser significativamente menores que las de los segundos. Por lo tanto, es imprescindible contar con índices de ocupación que reflejen la realidad del área estudiada. En el caso del ciclismo y la caminata como modo de transporte, el uso de factores de emisión específicos demuestra el alto

impacto de la producción de alimentos, que proveen las calorías para estas actividades.

Palabras claves: Movilidad Urbana, Mendoza, Huella de Carbono, Diseño de Sistemas Sustentables

INTRODUCCIÓN

En Mendoza, la tendencia creciente a vivir en las zonas periurbanas, agravado por los crecientes problemas de inseguridad, ha potenciado el uso del vehículo particular para acceder a los lugares de trabajo y estudio en las zonas urbanas (Puliafito et al., 2011). El diagnóstico ambiental sobre la calidad del aire muestra que las emisiones vehiculares representan la fuente más importante del deterioro de su calidad del aire. Se hace indispensable una nueva planificación del transporte público de manera de ofrecer nuevas opciones al usuario que habitualmente usa su vehículo particular (Puliafito et al, 2009).

El objetivo de este trabajo es cuantificar y comparar las emisiones de gases al ambiente producidas por distintos modos de transporte público del área metropolitana de Mendoza y luego analizar éstos en relación a la movilidad en bicicleta y a pie, con el objetivo de impulsar a los tomadores de decisiones a invertir en infraestructura que impulse modos más sustentables de movilidad.

La Huella de Carbono (HC) es una medida que trata de cuantificar la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) - expresada en equivalentes de CO2 - que son liberadas a la atmósfera como resultado de intervenciones humanas. La HC adquiere importancia cuando la sociedad global se percata que las emisiones de GEI causadas por el hombre tienen un impacto directo sobre el actual calentamiento global que sufre el planeta (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC, 2007). En general, al momento de calcular la HC de diferentes modos de transporte, las emisiones de gases generadas por los individuos al caminar o andar en bicicleta no son consideradas debido a su escasa relevancia. Sin embargo, al comparar estas emisiones con las del transporte público, los resultados son sorprendentes. Resulta razonable, entonces, incluir el transporte a energía humana dentro de un estudio de emisiones a la atmósfera para poder evaluar las alternativas de movilidad planteadas en este trabajo.

OBJETIVOS O HIPÓTESIS

Determinar las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a las opciones de movilidad alternativas al uso del vehículo particular en el área Metropolitana de Mendoza.

METODOLOGÍA

En esta investigación se ha realizado un inventario de las emisiones de gases relevantes en relación a los distintos modos de transporte durante su fase de uso. La fase de uso, también llamada “fase de operación” consiste en la producción de combustibles así como en su utilización. Luego se han evaluado los impactos al ambiente asociados a estas emisiones. Por último, se han interpretado los resultados en relación al objetivo de este estudio, que es la comparación de las emisiones de los distintos modos.

Los resultados presentan el total de energía necesaria para transportar un pasajero por un kilómetro, y la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero liberados al ambiente como consecuencia de este traslado. Los modos de movilidad analizados se han dividido en Transporte Público Motorizado (TPM) que incluye al autobús, el trolebús y el metrotranvía; y Transporte No Motorizado (TNM) que incluye la caminata y el ciclismo (en función de movilizarse, no en función recreativa).

El Área de Estudio es el Área Metropolitana del Gran Mendoza (AMM), que incluye los departamentos de: Maipú, Luján, Guaymallén, Godoy Cruz, Capital y Las Heras. Se han incluido éstos municipios debido a su vinculación funcional con respecto a los alcances y cobertura del sistema de transporte, la cantidad de kilómetros recorridos se relaciona directamente con el área de cobertura del sistema. Se han utilizado datos específicos de Mendoza, Cuyo y Argentina siempre que ha sido posible. Para datos de inventario de producción de algunos combustibles y alimentos se ha utilizado la base de datos Ecoinvent (Ecoinvent.org).

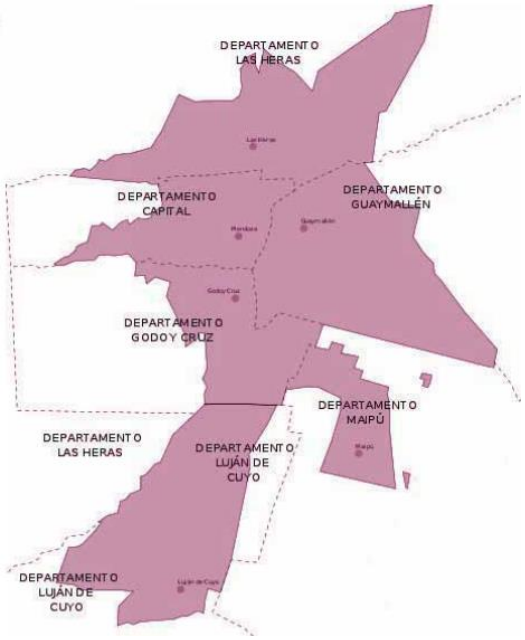


Figura 1: Composición del área de estudio cubierta por la red de TPM
Fuente: EOD 2010 (PTUMA) Mendoza

Límites del sistema

Para los fines de este estudio se ha decidido incluir sólo las etapas de extracción, producción y distribución de los combustibles utilizados en los distintos casos, así como sus etapas de uso. No se han considerado los datos en relación a la producción, mantenimiento y desecho de los vehículos involucrados, ni la infraestructura de circulación ya que ésta información excede los objetivos de la investigación.

Para realizar las comparaciones entre modos de transporte se ha utilizado una métrica de gramos equivalentes de Dióxido de Carbono (gCO2Eq) como lo especifica el Greenhouse Gas Protocol (IPCC, 1995) Las emisiones de interés, por su influencia en la calidad del aire de la ciudad de Mendoza, son: Dióxido de carbono (CO_2), Metano (CH_4) y Óxido nitroso (N_2O).

Unidad Funcional

La unidad funcional es pasajero/kilómetro transportado. Cabe asumir que al hablar de transporte público es imprescindible dividir las cargas por pasajero transportado ya que aunque movilizar un vehículo para 70 personas requiere de mucha energía, las cargas ambientales corresponderán a cada usuario del servicio. por lo tanto se estiman las emisiones por ocupación promedio del vehículo. En contraparte, en el caso de una bicicleta, todas las cargas ambientales recaen sobre un ocupante, por lo tanto, la relación entre los distintos modos sería:

Pasajero / kilometro = vehículo / kilómetro / (ocupación/vehículo)

De ésta forma, un autobús con 20 pasajeros que viaja 5 km ha completado 100 kilómetros x pasajero. Una bicicleta que ha viajado 5 km sólo ha completado 5 kilómetros x pasajero (Dave, 2010).

TRANSPORTE PÚBLICO MOTORIZADO

Según los resultados de la Encuesta Origen-Destino (EOD - PTUMA, 2010), al caracterizar cada medio de transporte de acuerdo a la motorización, esto es, analizar los viajes en relación a la presencia o ausencia de motor en los medios utilizados por los usuarios, los resultados de la encuesta indican que un 81% de los viajes que se realizan en el AMM se efectúan en transporte motorizado. Dentro de este grupo predomina el uso del colectivo con un 44,74 %, observándose luego un 31,06 % de viajes realizados en automóvil (ya sea como conductor y/o acompañante).

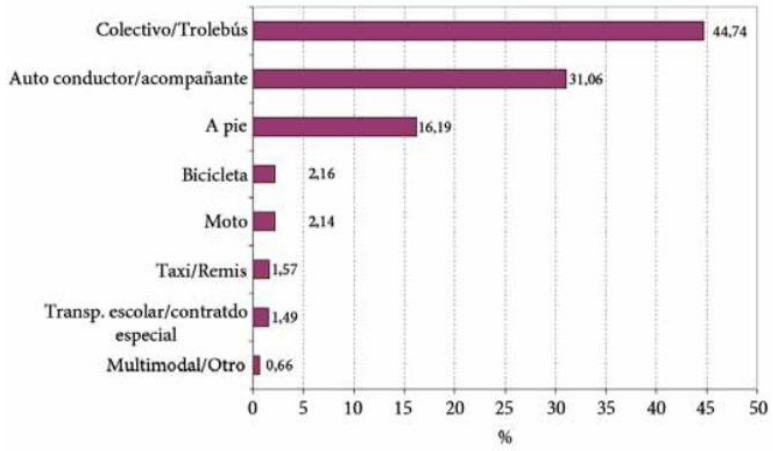


Figura 2: Distribución de viajes en el AMM según medio de transporte al año 2010
Fuente: EOD 2010 (PTUMA) Mendoza

Escenarios de ocupación

La EOD reveló que la distribución horaria de los viajes muestra tres momentos en los que se concentran el 52% de los desplazamientos diarios: uno máximo a la mañana de 7 a 9 AM, cuando se producen 322.922 viajes (21,2%); el siguiente de 12 a 2 PM, período en el que se concretan 352.853 viajes (23,1%) y un pico más pequeño de 6 a 7 PM, con 116.422 viajes (7,6%). A su vez, de la figura 3 se infiere un marcado valle entre la medianoche y las 5 AM, en el que se realiza únicamente el 1,5% de los viajes diarios.

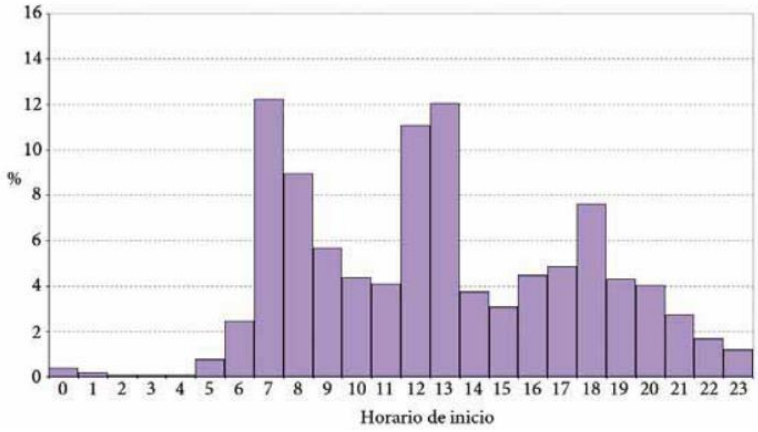


Figura 3: Distribución horaria del inicio de los viajes en el AMM
Fuente: EOD 2010 (PTUMA) Mendoza

La ocupación en horas pico y valle no sólo dependerá de la cantidad de vehículos circulando en cada horario y la capacidad de carga pasajeros de cada tipo de vehículo, sino también del área del recorrido, los servicios disponibles en esa zona urbana, la seguridad de viajar de noche, etc. Considerando esta multiplicidad de factores, se han realizado

proyecciones de ocupación ideales y realistas. Con fines de proporcionar un valor de referencia válido para la comparación, se han definido cuatro escenarios hipotéticos de ocupación para cada tamaño de vehículo: alta, media, baja y plena. Para realizar estos escenarios se ha entrevistado a personal de la Empresa Provincial de Transporte Mendoza (EPTM). La tabla 1 presenta la cantidad de pasajeros definidos para cada escenario de ocupación por tipología de vehículo.

Tipología de vehículo	A. Ocupación baja	B. Ocupación media	C. Ocupación alta	D. Ocupación plena
Autobús simple	5	35	60	76
Autobús con fuelle	10	70	120	130
Trolebús	5	35	60	80
Metrotranvía (dupla)	10	70	120	150

Tabla 1: Cantidad de pasajeros para cada escenario de ocupación por tipología de vehículo
Fuente: elaboración propia

A. Ocupación baja

Este escenario representa los momentos valle de uso de transporte público. Se trata de los días domingos y festivos y, para los días hábiles, representa las fases horarias entre las 6-7 AM, 2-3 PM, y 10 PM- 2 AM. Aunque la frecuencia de los vehículos disminuye en estas fases, la ocupación se mantiene baja. Este escenario también representa los meses de vacaciones escolares y particularmente enero donde también hay una concentración de vacaciones laborales. La ocupación baja de éstas fases se observa también en recorridos que atraviesan áreas marginadas de la ciudad que generalmente no proveen servicios y se vuelven solitarias y peligrosas en horarios nocturnos.

B. Ocupación media

Este escenario representa las medias de ocupación de cada tipo de vehículo. Se trata del lapso febrero-diciembre, en todas las fases horarias de acuerdo a las frecuencias disponibles.

C. Ocupación alta

Este escenario representa los momentos pico de uso de transporte público. Representa los días hábiles en fases horarias entre las 7-9 AM, 12-13 AM, 6-9 PM. Aunque la frecuencia de los vehículos aumenta en estas fases, la ocupación es plena. El escenario de ocupación alta también representa los recorridos céntricos, donde convergen servicios y comercio, así como áreas de recreación que son activas en horarios nocturnos y se vuelven seguras debido al constante flujo de personas.

D. Ocupación plena

Este escenario ideal representa el potencial de ocupación completa de cada vehículo. Se ha incluido en este estudio con fines analíticos y científicos, para el Transporte Público de Pasajeros en Mendoza, es necesario resaltar que no es un escenario real.

Combustibles

La tabla 2 presenta el consumo de combustible según el tipo de vehículo por km recorrido. En el caso del Autobús, a través de las numerosas unidades se pueden identificar vehículos con motores diferentes donde el consumo y la eficiencia de cada motor es diferente, es por esto que se han seleccionado 2 categorías del mismo fabricante y año, una con motor a Gasoil y otra a GNC, éstas son las más representativas para los propósitos de este estudio.

Categoría	Subcategoría	Combustible	Consumo/km
Autobús	Materfer 2013	Gasoil	0,45 litros
Autobús	Materfer 2013	GNC	0,72 m3
Autobús con fuelle	Materfer 2013	Gasoil	0,51 litros
Trole	Newflyer 1982	EE	2,125 kwh
Metrotranvía	Siemens 1989	EE	3,04 kwh

Tabla 2: Consumo de combustible por kilómetro recorrido según tipología de vehículo, expresado en L/km para gasoil, m3 para GNC y en kWh/km para EE - Fuente: elaboración propia

Para complementar el análisis de emisiones en la fase de uso, se necesitan calcular las emisiones generadas por la industria de los combustibles para que éstos lleguen a ser consumidos. Los factores de emisión para la producción de Gasoil han sido tomados de la base de datos Ecoinvent (Jungbluth, 2007) y los datos para la Energía Eléctrica se han tomado del Informe de la Red Argentina de Energía Eléctrica para el año 2012 (2013). La tabla 3 presenta los factores de emisión y conversión utilizados según tipología de combustible.

Factores de Conversión	Gasoil	GNC	Electricidad
de	1 litro	1 m3	1 kwh
a TJ	3,79E-05	3,89E-05	3,60E-06
De TJ a Kg de CO2	2,81E+00	2,18E+00	5,58E-06
De TJ a Kg de CH4	1,48E-04	2,99E-07	3,80E-03
De TJ a kg de N2O	1,48E-04	3,93E-09	1,73E+00

Tabla 3: Factores de emisión y conversión
Fuente: IPCC 1996

La producción de Gasoil *(de pozo a tanque)* genera 460,24 g CO2 Eq. por litro de combustible (Jungbluth, 2007). Las emisiones generadas por su combustión en un autobus estándar Materfer modelo 2013 son de 1266 gCO2e por km recorrido para la totalidad del vehículo. La producción de GNC *(de pozo a tanque)* genera 41 g CO2 Eq. por km recorrido (Comité Argentino del Consejo Mundial de la Energía, 2004). Las emisiones generadas por su combustión en un autobus Materfer modelo 2013 son de 898 g CO2e por km recorrido para la totalidad del vehículo. El factor de emisión de CO2 de la red argentina de energía eléctrica para el año 2012 es de 532 tCO2e/Kwh (Sec. de Energía, 2013). El consumo energético mensual de troles es de 271728 Kwh por el total de 30 coches en funcionamiento (Lambertucci, 2014). El consumo promedio de cada vehículo por km es de 2,125 kwh (Newflyer, 2014). El consumo energético mensual del metrotranvía es de 120753 Kwh por un total de 5 duplas en funcionamiento (EPTM, 2014). El consumo promedio de cada dupla por km recorrido es de 3,04 kwh (Newflyer, 2014).

Autobús (Colectivo)

El colectivo es el medio de transporte más utilizado, representa el 95% de los viajes en transporte público. La mayoría de los vehículos en funcionamiento son colectivos estándar con capacidad de 70 pasajeros (36 de ellos sentados), pero debido a la demanda en horarios pico y la falta de regulación, los colectivos transportan hasta 76 personas simultáneamente. Las tablas 4, 5 y 6 presentan las emisiones totales por pasajero/km para cada tipo de autobús según los 4 escenarios de ocupación planteados anteriormente.

Autobús Materfer 2013 Diesel Categoría de Emisiones	Producción gCO2Eq./km	Uso gCO2Eq./km	Total Emisiones/km gCO2Eq.	Emisiones pasajero/km recorrido (g CO2eq.)			
				Oc. baja	Oc. media	Oc. alta	Oc. plena
CO2	1,87E+02	1,26E+03	1,45E+03	2,90E+02	4,15E+01	2,42E+01	1,91E+01
CH4	1,87E+01	1,66E+00	2,03E+01	4,07E+00	5,81E-01	3,39E-01	2,68E-01
N2O	1,04E+00	6,66E-02	1,11E+00	2,22E-01	3,17E-02	1,85E-02	1,46E-02
TOTAL emisiones pasajero/km			1,47E+03	2,95E+02	4,21E+01	2,46E+01	1,94E+01

Tabla 4: Emisiones por pasajero/km recorrido para el autobús marca Materfer modelo 2013, Diesel
Fuente: elaboración propia

Autobús Materfer 2013 GNC Categoría de Emisiones	Producción gCO2Eq./km	Uso gCO2Eq./km	Total Emisiones/km gCO2Eq.	Emisiones pasajero/km recorrido (g CO2eq.)			
				Oc. baja	Oc. media	Oc. alta	Oc. plena
CO2	4,10E+01	8,58E+02	8,99E+02	1,80E+02	2,57E+01	1,50E+01	1,18E+01
CH4		2,94E-03	2,94E-03	5,89E-04	8,41E-05	4,90E-05	3,87E-05
N2O		4,60E-04	4,60E-04	9,20E-05	1,31E-05	7,67E-06	6,05E-06
TOTAL emisiones pasajero/km			8,99E+02	1,80E+02	2,57E+01	1,50E+01	1,18E+01

Tabla 5: Emisiones por pasajero/km recorrido para el autobús marca Materfer modelo 2013, GNC
Fuente: elaboración propia

Autobús con fuelle Categoría de Emisiones	Producción gCO2Eq./km	Uso gCO2Eq./km	Total Emisiones/km gCO2Eq.	Emisiones pasajero/km recorrido (g CO2eq.)			
				Oc. baja	Oc. media	Oc. alta	Oc. plena
CO2	2,12E+02	1,43E+03	1,65E+03	1,65E+02	2,35E+01	1,37E+01	1,27E+01
CH4	2,12E+01	1,89E+00	2,31E+01	2,31E+00	3,29E-01	1,92E-01	1,77E-01
N2O	1,18E+00	2,25E+01	2,37E+01	2,37E+00	3,38E-01	1,97E-01	1,82E-01
TOTAL emisiones pasajero/km			1,69E+03	1,69E+02	2,42E+01	1,41E+01	1,30E+01

Tabla 6: Emisiones por pasajero/km recorrido para el autobús doble marca Materfer modelo 2013, Diesel
Fuente: elaboración propia

Trolebús

El trolebús posee capacidad para 80 personas, 37 de ellas sentadas (Sec. de Transporte, 2013). Toda la flota cuenta con trolebuses marca Newflyer del 1982, que funcionan a corriente continua de 600 voltios y poseen una potencia de 95kw. La tabla 7 presenta las emisiones de carbono por pasajero/km para cada escenario de ocupación.

Trolebús - Categoría de Emisiones	Emisiones gCO2Eq./km	Emisiones pasajero/km recorrido (g CO2eq.)			
		Oc. baja	Oc. media	Oc. alta	Oc. plena
CO2	8,64E+02	1,73E+02	2,47E+01	1,44E+01	1,08E+01
CH4	7,22E-04	1,44E-04	2,06E-05	1,20E-05	9,03E-06
N2O	5,95E-05	1,19E-05	1,70E-06	9,91E-07	7,44E-07
TOTAL emisiones pasajero/km	8,64E+02	1,73E+02	2,47E+01	1,44E+01	1,08E+01

Tabla 7: Emisiones por pasajero/km recorrido para el Trolebús
Fuente: elaboración propia

Metrotranvía

El metrotranvía es un modo de transporte que se ha añadido en el año 2012 a la oferta de transporte del AMM. Todas las unidades son marca Siemens del año 1989, funcionan a corriente continua de 600 voltios y poseen una potencia de 300 kW por dupla. El metrotranvía posee 9 duplas en estado operativo, cada dupla puede trasladar hasta 130 pasajeros, 64 de ellos sentados (Lambertucci, 2014). La tabla 8 presenta las emisiones de carbono por pasajero/km para cada escenario de ocupación.

Metrotranvía - Categoría de Emisiones	Emisiones gCO2Eq./km	Emisiones pasajero/km recorrido (g CO2eq.)			
		Oc. baja	Oc. media	Oc. alta	Oc. plena
CO2	1,23E+03	1,23E+02	1,76E+01	1,03E+01	8,21E+00
CH4	1,03E-03	1,03E-04	1,47E-05	8,57E-06	6,86E-06
N2O	8,48E-05	8,48E-06	1,21E-06	7,06E-07	5,65E-07
TOTAL emisiones pasajero/km	1,23E+03	1,23E+02	1,76E+01	1,03E+01	8,21E+00

Tabla 8: Emisiones pasajero/km recorrido para el Metrotranvía
Fuente: elaboración propia

TRANSPORTE NO-MOTORIZADO

Los factores de emisión de numerosos medios de transporte están publicados desde hace varios años (IPCC, 1995; DOE, 1996) y han sido usados como fundamento para diversas estrategias nacionales de transporte en países industrializados. En estas estrategias, se intenta fomentar la caminata y el uso de la bicicleta como medio de movilidad alternativo porque se asume que las emisiones son iguales a cero. Sin embargo, aunque estos modos de movilidad sean deseables en términos ambientales, hay que considerar que sí poseen emisiones cuantificables y válidas para una comparación. A continuación explicitamos las variables que deben ser tenidas en cuenta.

La producción de alimentos para la humanidad requiere de altas cantidades de energía (Coley et al., 1998). Más allá de la energía que se necesita para procesos naturales, se necesita energía adicional para la producción y aplicación de agroquímicos, transporte, procesamiento, venta y preparación del alimento en cuestión. Por lo tanto, la cantidad de energía requerida para producir un alimento está dada por la forma en la que éste se produce, distribuye y consume, así como la región en la que se elabore. Es importante considerar que un mismo alimento, producido con metodologías diferentes, será responsable por la emisión de diferente cantidad de gases a la atmósfera.

Cabe mencionar que la otra emisión al aire cuantificable que resulta del TNM es el dióxido de carbono que se emite cuando el ritmo respiratorio se acelera en relación al ritmo respiratorio en reposo (Gordon, 2004). Sin embargo, sería incorrecto incluir estas emisiones en este trabajo ya que el CO_2 exhalado por los seres vivientes se considera parte de un ciclo natural cerrado, es decir, no hay un incremento neto de CO_2 en la atmósfera a causa de la exhalación humana. En este proceso, el reino vegetal absorbe CO_2 a través de la fotosíntesis que luego servirá de alimento a animales o humanos. En cambio, como se detalla en el párrafo anterior, sí se han contabilizado las emisiones producto de aspectos adicionales de la producción de alimentos relacionadas a su agricultura, procesamiento, transporte, etc.

Alimentación

Con el objetivo de confrontar distintos modos de transporte, el impacto causado por los combustibles necesarios para movilizar vehículos de TPM, sólo es comparable con el impacto causado para la generación del combustible necesario para movilizar una bicicleta: el alimento humano. Es importante aclarar que, aunque el gasto de energía necesario para movilizarse a pie o en bicicleta va a depender, hasta cierto punto, de factores como sexo, raza, altura, metabolismo y edad del sujeto en movimiento (Mahadeva et al., 1968), se ha demostrado que la variación es pequeña en relación al factor de masa corporal.

Considerando el cálculo realizado por David Coley (2001) se han tomado valores publicados de consumo calórico para caminar y usar la bicicleta, basados en la masa corporal de 65 kg y le agrega un factor de corrección de +/- 1.47% por cada kilo debajo o sobre los 65 kg de referencia (Sharkey, 1997). Los valores publicados son: para el ciclismo 7.5 kcal/min (Passmore and Durnin, 1967) y para la caminata 4.83 kcal/min (McArdle et al., 1994), en contraposición a las 1.5 kcal/min en estado de reposo (Sharkey, 1997). El resultado es de 30.66 kcal/km para la caminata y de 22.31 kcal/km para el ciclismo (para una persona de 65 kg). Cabe resaltar que como el gasto de energía en reposo ha sido sustraído, estas cifras representan el gasto adicional de energía. Aunque estos factores se modificarán sutilmente de acuerdo a la velocidad de caminata o pedaleo, ésta será muy pequeña ya que el gasto de energía es una función débil de la velocidad (McArdle et al., 1994).

Se han cuantificado las emisiones de GEI relacionadas a la generación de estas calorías adicionales. La cantidad de GEI estará relacionada al tipo de dieta de la región, al nivel socio-económico del individuo y a los modos de producción de cada alimento. El cálculo de las emisiones GEI generadas por los alimentos que consume la región de Cuyo se puede calcular a partir de la Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares 1996/97 (ENGHo, 1998). En esta encuesta se puede apreciar la estructura calórica de la dieta por región argentina. Para la región de cuyo vemos que el mas alto porcentaje lo tiene el pan (24,22%) seguido por la carne (16,13%) y luego encontramos a los aceites, grasas, cereales y derivados. El valor de referencia para la ingesta recomendada es de 2000 kilocalorías diarias (FAO/OMS, 2003; Resolución Mercosur 46/03, 2003).

	Metropolitana	Pampeana	Noa	Nea	Cuyo	Sur
Lácteos	7,21	6,38	4,89	5,49	5,94	5,11
Carnes	17,20	16,88	16,07	17,98	16,13	14,64
Hortalizas	1,48	1,20	1,65	1,38	1,71	1,44
Tubérculos	3,80	4,00	3,74	3,69	3,45	3,72
Frutas	2,44	2,31	3,02	2,44	2,26	1,87
Pan	18,67	18,94	21,38	17,29	24,22	15,32
Cereales y deriv.	17,17	16,37	15,95	19,64	14,07	25,78
Legumbres	0,21	0,31	0,35	0,34	0,20	0,18
Azúcares y dulces	7,24	8,49	10,79	7,56	9,01	9,86
Aceites y grasas	13,30	14,15	13,13	14,37	14,20	12,74
Bebidas y jugos	5,67	6,00	5,15	5,58	4,80	4,81
Otros	5,62	4,98	3,89	4,24	4,01	4,52

Tabla 9: Estructura calórica de la dieta por Región Argentina (% de las kilocalorías totales)
Fuente: Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares 1996/97

Conociendo la estructura calórica de la dieta típica de la región cuyana, podemos calcular las emisiones por kcal. Para éste cálculo se han tomado los resultados de Loijos (2012) que presenta las emisiones gCO2eq por kcal según tipología de alimento. El resultado es que 1 kcal de la dieta cuyana emite 0,84 gCO2eq. En la figura 4 están distribuidas las emisiones por caloría según tipo de alimento en la proporción de la dieta cuyana.

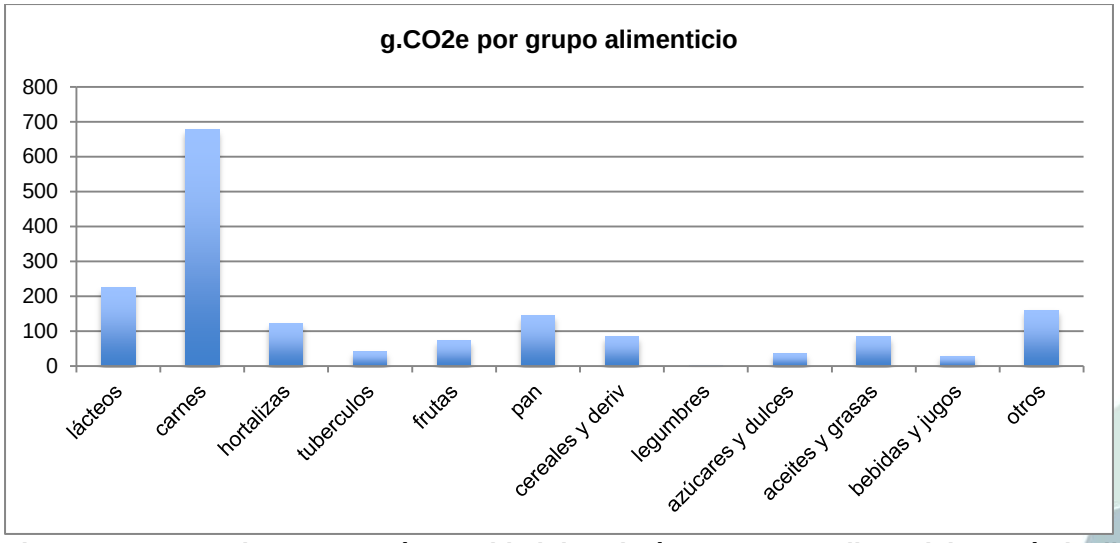


Figura 4: Gramos de CO2e según cantidad de calorías por grupo alimenticio según la dieta cuyana
Fuente: Elaboración propia

Caminata

Desde un punto de vista energético (a nivel de entradas) la caminata es un medio de transporte que no necesita más insumos que calorías ingeridas. Esta premisa presenta una controversia. Según Dave et al. no se necesitaría una ingesta de alimento mayor a la normal. Se ha asumido que en los Estados Unidos una persona que cambia el vehículo privado

por la caminata no cambia sus hábitos de alimentación, suponiendo una distancia razonable y una dieta balanceada (Dave, 2010). Sin embargo, según Westerp (2001) ya los niveles moderados de actividad, como sería caminar, incrementan el gasto de energía anual consumida por la persona.

Con el propósito de establecer una comparación adecuada entre las diferentes opciones de movilidad, este trabajo sí ha contabilizado la cantidad de calorías adicionales necesarias para caminar como medio de movilidad. Según la EOD, el 19,98% de la población mendocina realiza viajes a pie. Sin embargo, se estima que éste número podría llegar a 40% si consideramos a los viajes cortos de menos de 2 km. El hecho de que la EOD nos muestre que el 22,75 % de la población no realiza viajes se debe a que puede existir un porcentaje mayor de personas que realicen viajes a pie, ya que éstos no son registrados por la Encuesta (que no registra viajes no ocupacionales de menos de 400 metros). Se puede asumir al mismo tiempo que muchos de estos viajes cortos son realizados por ciertos grupos de la población, como niños, amas de casa y jubilados. En cuanto a los viajes a pie se destaca que del 16,9% de éstos, casi el 80% son viajes que no superan las 10 cuadras.

Bicicleta

Al evaluar distintos modos de TNM, luego de tomar la caminata como medio de transporte natural y espontáneo del ser humano, encontramos a la bicicleta en el segundo lugar. Actualmente, entre las opciones de TNM se incluye el uso de patines, patinetas y afines, pero la bicicleta es la más usada como medio de transporte más allá de su uso recreativo.

Según Blondel (2011), las emisiones de gases de efecto invernadero de la bicicleta como modo de transporte son al menos 10 veces menores que cualquier otro medio de transporte individual motorizado. Esta información resulta bastante evidente a primera vista, ya que se compara con el uso de vehículo particular, pero al comparar la bicicleta con modos de TPM, los resultados no son tan dispares.

El cálculo de emisiones de la fase de uso de una bicicleta se realiza contabilizando la ingesta de alimentos adicional de un ciclista en comparación a los usuarios de otros modos de movilidad. Como ya se ha mencionado, uno puede llegar a la conclusión de que la mayoría de las personas no comen más cuando se movilizan en bicicleta que cuando están en reposo. También se ha discutido que el combustible (calorías en este caso) ya existe en exceso en las personas normales, y necesitan ser quemado para mejorar la salud. Pero la realidad es que los ciclistas necesitan de energía y ésta sólo puede obtenerse al transformar alimentos.

RESULTADOS OBTENIDOS

Para que un mendocino de 65 kg se traslade caminando es necesario que consuma 30.66 kcal/km, que representan una HC de 25,8 g CO_2 eq/km. Si la misma persona se traslada en bicicleta necesita consumir 22,31 kcal/km y se emitirán 18,77 g CO_2 eq/km.

En el caso del TPM, se observa que el transporte con mayor cantidad de emisiones GEI por pasajero y km es el Autobús a gasoil independientemente del grado de ocupación. En todos los casos, mientras mayor sea la capacidad del vehículo, menor serán las emisiones por kilómetro.

En la Figura 5 se muestra una comparación de las emisiones del TPM con la caminata y la bicicleta, según escenarios de ocupación baja, media y alta, realistas para Mendoza y también según un escenario ideal de ocupación plena. Los medios de TNM se refieren a un uso individual.

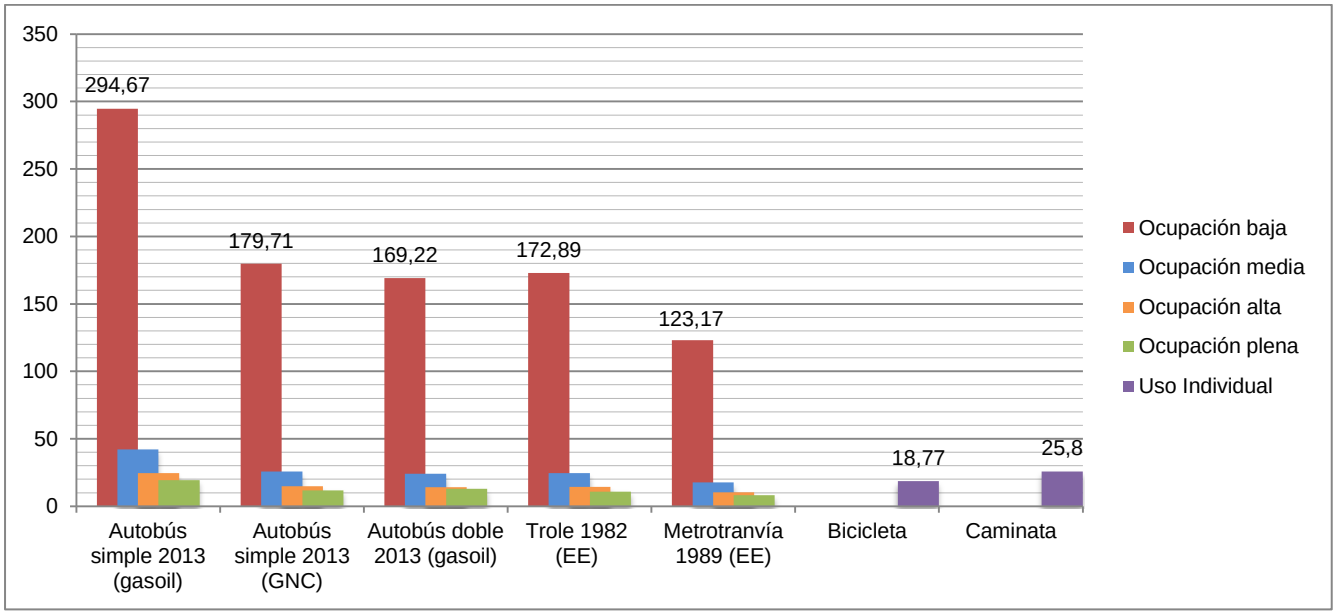


Figura 5: Comparación de emisiones GEI por pasajero/km en gCO2eq según tipo de movilidad
Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Si se considera un escenario ideal de ocupación plena según la capacidad de cada medio, los resultados muestran que los vehículos operados a electricidad poseen emisiones menores. Sin embargo, al comparar TPM con TNM, las emisiones de los primeros llegan a ser significativamente menores que las de los segundos. Por lo tanto, es imprescindible contar con índices de ocupación que reflejen la realidad del área estudiada. Las amplias variaciones de cada escenario de ocupación reflejan fielmente la realidad de los servicios de TPM, donde algunas líneas atravesarán zonas menos pobladas, más peligrosas, o habitadas por una clase que tiene mayor acceso al vehículo privado y por lo tanto, las emisiones por pasajero kilómetro serán radicalmente mayores. En el caso del Trolebús y el Metrotranvía que realizan recorridos céntricos, seguros y populares la ocupación es más cercana a la plena. De esto se puede concluir que las estrategias de Diseño para la descongestión y reducción de emisiones deberían apuntar a la optimización de la ocupación en cada recorrido, y no solamente en la eficiencia del medio en sí.

En el caso del ciclismo y la caminata como modo de transporte, el uso de factores de emisión específicos demuestran el alto impacto de la producción de alimentos, que proveen las calorías para estas actividades. Se evidencia que para reducir estas emisiones se debe apuntar a optimizar el ciclo de vida de los sistemas alimenticios, considerando tecnologías de producción, distribución, mantenimiento y preparación de los mismos.

Mientras que el uso de transporte público motorizado es una necesidad para ciertos tipos de viajes, es más eficiente a nivel de congestión urbana y la mayoría de las veces es ambientalmente sustentable, resulta inadecuado o ineficiente energéticamente en viajes cortos u horas valle. El transporte no-motorizado tampoco puede suplir por sí solo todas las necesidades de viajes de la población, por lo que una eficiente combinación de medios no-motorizados y motorizados sería la fórmula más adecuada para una ciudad como Mendoza.

Las estrategias de Diseño deberían mover su foco desde el diseño del medio físico de transporte al diseño de un sistema que conjuntamente satisfaga las necesidades reales de movilidad urbana. Un sistema que facilite y favorezca la intermodalidad, ampliando el área de cobertura mediante el uso de una flota de vehículos de diferente capacidad para ocupaciones promedio de cada zona y horario, flexible y variable, complementado con el hábito de la caminata y la bicicleta para tramos cortos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Britos, S. (1999). *Elaboración de la Canasta Básica de Alimentos*; construcción de la CBA, documentos del Taller: La medición de la pobreza, el método de las líneas de pobreza. 4to. Taller regional del MECOVI. Buenos Aires.

2. Coley, D. A. (2002). *Emission values for human activity*. Energy Policy, 30.
3. Consejo Mundial de la Energía, Comité Argentino (2004). *Evaluación del Ciclo de Vida - Informe especial del Consejo Mundial de la Energía* (pp. 1–77). Traducción al español de Comparison of Energy Systems Using Life Cycle Assessment.
4. Dave, S. (2010). *Life Cycle Assessment of Transportation Options for Commuters*. Massachusetts Institute of Technology (MIT).

5. FAO/OMS (2003). *Diet, Nutrition and Prevention of Chronic Diseases*. WHO Technical Report Series 916, Geneva.

6. Gantuz, M., **Puliafito, S.E.,** Puliafito, J.L.: "Modeling mobile source emissions by on-board characterization of roadways", in *Urban Transport 2009*, C. Brebbia, (Ed.). Editorial WIT Press, Southampton, Boston, Computational Mechanics Publications. ISBN 978-1-84564-190-0, ISSN 1746-4498, pp 541-552, 2009. http://www.witpress.com/transport-engineering.html

7. Instituto Nacional de Estadística y Censos (1998). *Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares 1996/1997 (ENGHo).* Vol 3 al Vol 9.Buenos Aires.

8. IPCC (1995). *Greenhouse gas inventor: Reference Manual. Intergovernmental panel on climate change.* ISBN 92-64-14378-5.

9. ISO 14.044 (2006). *Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines.*

10. ISO 14.064-1 (2006). *Greenhouse gases -Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.*

11. Jungbluth, N. (2007) *Erdöl. Sachbilanzen von Energiesystemen. Final report No. 6 ecoinvent data v2.0.* Editors: Dones R. Volume: 6. Swiss Centre for LCI, PSI.

12. Lambertucci, M. (2014). *Comunicación personal. Entrevista realizada el 18 de Febrero de 2014. Empresa Provincial de Transporte Mendoza.*

13. Loijos A. (2012) Carbon emissions per serving and per calorie. Base de datos publicada en Opendata by Socrate. https://opendata.socrata.com/dataset/Carbon-Emissions-per-Serving-and-per-Calorie/8nz9-yn2p

14. Mahadeva, K., Passmore, R., Woolf, B. (1968*). Classical Studies on Physical Activity.* Prentice-Hall, New Jersey, pp.95.

15. McArdle, W., Katch, F., Katch, V. (1994). *Excercise Physisology.* Lea and Febiger, Philadelphia, p. 105.

16. Newflyer (2014). *Entrevista realizada a Ian Smart, Vicepresidente Ejecutivo*. 21 de Febrero de 2014, Mendoza

17. PAS 2050 (2008). *Specification for the Assessment of the Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Goods and Services (DRAFT).*

18. Passmore, R., Durnin, J. (1967). *Energy, work and leisure.* Heinemann, London. P. 88.

19. PTUMA (2010). *Encuesta Origen-Destino 2010*. Buenos Aires.

20. Puliafito, S. E., Castro, F., & Allende, D. (2009). *Transporte y Calidad en el Aire de Mendoza. Informe N° 1: Aspectos Metodológicos.* (pp. 1–21).

21. Puliafito, I. E., Castro, I. F., Allende, I. D., Del, C., Urbano, A., & Mendoza, E. N. (2012). *Informe N . 5 : Evaluación de las emisiones vehiculares y su incidencia en la calidad del aire urbano en Mendoza* (pp. 1–46).

22. **Puliafito, S.E.**; Castro, F.; Allende, D. (2011): Air-quality impact of PM10 emission in urban centres, *Int. J. Environment and Pollution,* Vol. 46, No. 3/4, pp 127-143. Inderscience Publishers ISSN (Online): 1741-5101 - ISSN (Print): 0957-4352.) http://www.inderscience.com/browse/index.php?journalID=9&action=coming

23. **Puliafito, S.E**., Gantuz, M., Puliafito J.L (2010): Characterizing mobile emissions by on-board measurements; *International Journal for Applied Environmental Studies* Vol. 5, N. 2, pp. 297–316. ISSN 0973-6077. http://www.ripublication.com/Volume/ijaesv5n2.htm.

24. Allende, D., Castro, F., **Puliafito, S.E**. (2010): Air pollution characterization and modeling of an industrial intermediate city; *International Journal for Applied Environmental Studies,* Vol. 5, N. 2, 2010, pp. 275–296, ISSN 0973-6077http://www.ripublication.com/Volume/ijaesv5n2.htm

25. **Puliafito, S.E**., Allende, D.; Fernandez, R.; Castro, F. y Cremades, P. (2011): "New approaches for urban and regional air pollution modelling and management"; in Advance in Air Pollution, Farhad Nejadkoorki (Ed), Intech, pp-429-454. 2011. ISBN 978-953-307-511-2; Rijeka, Croatia http://www.intechopen.com/articles/show/title/new-approaches-for-urban-and-regional-air-pollution-modelling-and-management,

26. Sharkey, B. (1997). *Fitness and health*. Human kinetics. Champaign. p. 239.

2.1.9 AGROLCAMANAGER: SOFTWARE PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL SOSTENIBLE EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO.
País: España.
Autor: IK Ingeniería.

9.6-Carnerero-España-2

AGROLCAMANAGER: SOFTWARE PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL SOSTENIBLE EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO

Ruben Carnerero [(1)]
Ingeniero industrial especialidad en Fabricación. Experto en Ecoinnovación. IK INGENIERIA.

Gerardo Besga
NEIKER. Doctor Ingeniero Agrónomo (UCDavis, University of California). Experto en aplicaciones de la ciencia del suelo para la implementación de Buenas Prácticas Agroalimentario. Experto en metodologías de Análisis del Ciclo de Vida en el sector agrícola.

Amaia Garrastazu
HAZI, FUNDACIÓN. Ingeniero agrónomo (Universidad de Lérida. Cataluña). Experta en análisis sectoriales agrarios, políticas agrarias, indicadores de sostenibilidad en explotaciones y coordinadora de las entidades de asesoramiento a las explotaciones en el País Vasco.

Dirección (1): Av. San Bartolomé, 1 - Barakaldo - Bizkaia - 48903 - España - Tel.: (+34) 944181746– e-mail: **r.carnerero@ik-ingenieria.com**

RESUMEN

LIFE AGROLCAMANAGER está dirigido al sector agroalimentario, y tiene como objetivo la sensibilización del sector en el manejo de estrategias de sostenibilidad ambiental, a través del concepto de ciclo de vida y el asesoramiento en la legislación aplicable y las prácticas más beneficiosas.

Gracias a esta nueva herramienta software online especializada, se favorecerá la introducción y utilización continuada de conceptos de sostenibilidad medioambiental en las pequeñas y medianas empresas agroalimentarias. Entre sus múltiples funciones, destaca la de posibilitar al sector primario el realizar Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de sus productos, con el fin de poder incidir en la mejora de la gestión del uso de recursos durante las etapas de cultivo y posterior tratamiento y elaboración del producto, y contribuirá a reducir la generación de residuos e impactos ambientales asociados en cada una de las etapas consideradas. Otro aspecto importante a tener en cuenta son las recomendaciones que se realizan a partir de los resultados obtenidos, posibilitando al usuario seguir pautas de mejora de su situación ambiental actual.

Dentro del sector de la agroalimentación, LIFE AGROLCAMANAGER ha sido verificado y validado en tres sectores específicos: Sector de horticultura intensiva y sector remolachero, donde se ha trabajado sobre las fases de campo, y sector vitivinícola, donde se ha trabajado sobre las fases de campo y bodega.

Palabras claves: sostenibilidad, agroalimentario, horticultura, remolacha, vitivinícola.

INTRODUCCIÓN

El sector industrial agroalimentario es consciente de la necesidad de mejorar sustancialmente sus sistemas de producción desde un punto de vista de la utilización eficaz de los recursos. De hecho, y de acuerdo al estudio técnico del año 2006 “Environmental Impact of Products” (EIPRO), este sector junto con el de la construcción y el transporte, constituyen los tres sectores que más impacto ambiental provocan a nivel europeo. Concretamente, es el causante del entre 20 y 30% de los impactos ambientales que se producen en el continente relacionados con el consumo privado, valor que se incrementa hasta más de un 50% para algunos impactos ambientales específicos como lo es la eutrofización.

Durante los últimos años, la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) se ha demostrado como una de las herramientas más efectivas a la hora de evaluar los impactos ambientales, sin excluir a los sistemas de producción agrícola. Dependiendo de su fin o fines últimos, puede servir además para proporcionar una nueva visión que facilite al productor el cumplimiento de estándares de obligado cumplimiento y/o la aplicación de mejores prácticas agrícolas, ya que por lo general, un estudio de ACV proporciona a aquel que lo realiza un nuevo enfoque hasta entonces no contemplado de su sistema de producto.

No obstante, en la actualidad existen limitaciones en el uso de los ACV en el sector agrícola, limitaciones que es preciso superar si se quiere que las empresas del sector agroalimentario usen este instrumento de una forma precisa y efectiva. Y es que a pesar de ser uno de los principales sectores a mejorar desde el punto de vista ambiental, es uno de los más reticentes a modificar su operativa habitual. Esto se debe al desconocimiento en la aplicación de nuevas técnicas, y a su escepticismo a la hora de obtener resultados que puedan permitir mejorar la sostenibilidad global de sus actividades. A ello hay que añadir que por lo general, el tamaño de los agentes que intervienen a lo largo del ciclo de vida no es muy grande, siendo de mayor tamaño conforme se acerca al consumidor, pero de menor tamaño cuando más se aleja, siendo en algunos casos micro PYMEs o empresarios autónomos los que se encuentran a la cabecera de la producción, siendo muy complicado el modificar sus pautas de actuación.

En respuesta a estos problemas se materializó el proyecto AGROLCAmanager. En su desarrollo, se ha primado el acercamiento en todo momento a las PYMEs y micro PYMEs de todo aquello que les pueda resultar útil en cuanto a la mejora ambiental de sus productos se refiere: Desde la utilización de una herramienta software ACV que les proporcione información de utilidad acerca del comportamiento ambiental de sus productos, hasta legislación ambiental que les puede afectar o llegar a afectar debido a las cada vez mayores restricciones en este sentido.

OBJETIVOS

El proyecto LIFE AGROLCAmanager comenzó en Septiembre de 2011. El consorcio está liderado por NEIKER-TECNALIA, Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario; y está formado por HAZI, Entidad especializada en servicios de consultoría para el sector agroalimentario y el medio rural e IK INGENIERIA, como empresa especializada en Ecoinnovación. El proyecto se desarrolla en el Sur de Europa, aunque la metodología de cálculo de la herramienta ha sido testeada con datos de la comunidad autónoma del País Vasco, aunque una vez desarrollada completamente, su metodología es extrapolable a cualquier otro tipo de región.

La principal intención que se ha pretendido conseguir a través de este proyecto es la de apoyar a las empresas del sector agroalimentario, especialmente a las PYMES, para que sean más sostenibles mediante la gestión de los principales impactos ambientales asociados al uso de los recursos y a la generación de residuos, al mismo tiempo que se minimiza el impacto ambiental a lo largo del Ciclo de Vida de los productos agrícolas considerados. Esto se logrará proporcionando a las empresas una herramienta informática adaptada al cálculo del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) en el sector agroalimentario, que tenga un fuerte énfasis en procesos asociados a las Mejores Técnicas Disponibles.

Una de las principales innovaciones del proyecto LIFE AGROLCAmanager ha consistido en crear mecanismos automatizados que permitan a sus usuarios actuar ante los resultados que han obtenido de su valoración ambiental. Existen actualmente una gran variedad de herramientas específicas de ACV, algunas de ellas dirigidas al sector agroalimentario. No obstante, la interpretación de los resultados que proporcionan este tipo de herramientas no permite la interpretación por parte de los usuarios, debido a que dicha interpretación exige conocimientos exhaustivos sobre las

metodologías de cálculo de impactos ambientales. A través de este proyecto se ha pretendido cubrir esta parte de interpretación, obteniendo los resultados medioambientales, apoyados en todo momento por mejoras prácticas y legislación aplicables, que le permitan al usuario mejorar en sucesivas evaluaciones ambientales aquellos puntos más significativos.

Estos trabajos de interpretación han sido realizados habitualmente mediante trabajos de consultoría, los cuales han supuesto habitualmente una importante carga económica a todos aquellos agentes que se han visto en la necesidad de llevarlos a cabo. Gracias a la sistematización de este trabajo, se pretende no sólo dotar al usuario de una herramienta práctica, sino de evitar futuros costes económicos, ya que todas aquellas acciones en materia de mejora ambiental de productos y servicios es la actual tónica general mundial, y su proceso de materialización y cumplimiento por parte de todos los agentes es creciente.

Todo ello sin olvidar que iniciativas de estas características, actúan directamente sobre uno de los sectores en lo que más esfuerzos en materia de sostenibilidad se están realizando. La mejora de la sostenibilidad del sector agroalimentario afecta no sólo en la sostenibilidad de sus agentes, sino en la sociedad en general. Éste es un sector que afecta a toda ella, y las medidas que en él se tomen, repercutirán definitivamente en el usuario final como consumidor de alimentos.

ETAPAS DEL PROYECTO

El desarrollo de este proyecto ha contado con 4 etapas principales:

1º Definición de especificaciones y requisitos

Dado que la base sobre la que se sustenta la herramienta software online AGROLCAmanager es el conocimiento exhaustivo del ciclo de vida del producto, la primera acción del proyecto consistió en recopilar toda aquella información ligada a los sistemas de producto objeto de estudio. Dada la amplitud del sector, fueron seleccionados los tres sectores siguientes:

- Sector horticultura intensiva: Concretamente espinaca, lechuga iceberg, radicchio y acelga, con un alcance limitado a su fase de campo. La caracterización del estudio ha partido de la premisa de que los productores de hortalizas suministran los productos a una planta de producción, donde las verduras se procesan para la obtención final de ensaladas envasadas y preparadas para su consumo. Este sector se caracteriza por una alta rotación de cultivos.
- Sector remolachero: Para su producción de azúcar y con un alcance limitado a su fase de campo. La caracterización del estudio ha partido de la premisa de que los productores de remolacha suministran a un único productor de azúcar, quien posteriormente se encarga de su procesamiento.
- Sector vitivinícola: Con un alcance que comprende tanto la fase de campo como la de bodega. La caracterización del estudio ha partido de la premisa de que el bodeguero es el que controla ambas fases, aunque posteriormente y debido al análisis realizado, el alcance de la herramienta también considera la producción de vino a partir de uvas de parcelas ajenas a la propiedad de la bodega.

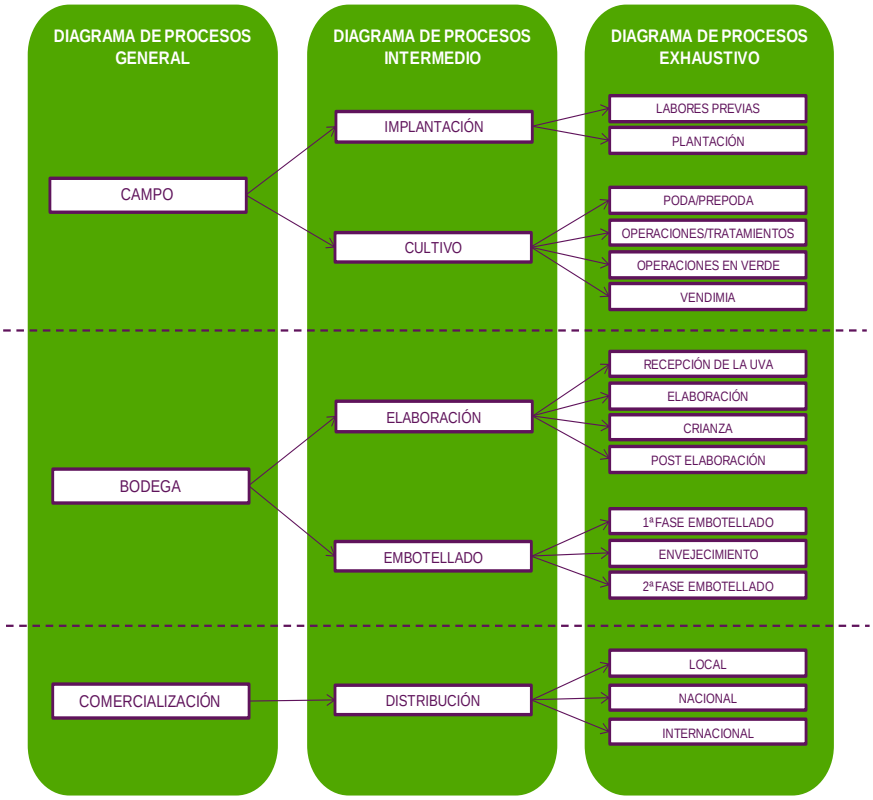
En definitiva se puede apreciar las diferentes tipologías y casuísticas posibles para los tres sectores seleccionados. A pesar de sus apreciables diferencias, para esta acción se siguió el mismo método de trabajo. Para cada uno de estos sectores y dentro de su alcance correspondiente, se identificaron los principales procesos que involucraba el ciclo de vida. Para cada uno de estos procesos, se recopiló información exhaustiva en todo lo relacionado a entradas y salidas de dichos procesos, como materias primas, energía, residuos, co-productos, etc. No obstante y como punto de vista diferencial, también se identificaron qué mejores prácticas existían para dichos sectores, a la vez que se recogió toda la información y normativa legal que es o sería en un futuro de aplicación por parte de los productores.

A lo largo de este trabajo y como preparación para la siguiente etapa, se comenzaron a investigar aquella información que pudiera ser de máximo interés de cara al usuario final. Otro de los puntos que también se pudo apreciar es la gran

cantidad de información que sería necesario incluir en la herramienta, por lo que se comenzaron a valorar alternativas para solventar este problema.

El resultado de dicho trabajo terminó con la recopilación exhaustiva de la información del ciclo de vida de cada uno de los productos anteriores.

Figura 1: Diagrama de flujos definido para la recopilación de la información correspondiente al software AGROLCAmanager.



2º Repercusión ambiental del ciclo de vida de los productos.

Con toda la información recopilada en la etapa anterior, se comenzaron a debatir acerca de qué metodologías serían las más adecuadas para comunicar el perfil medioambiental del producto analizado. Dadas las características de los sectores, varias reuniones con expertos y asociaciones implicadas, así como la identificación de las necesidades actuales y futuras de información, se optó por seleccionar las siguientes categorías de impacto ambiental divididas en tres grupos:

- Indicadores sintéticos: Son aquellos indicadores que recogen las principales tendencias actuales en materia de información ambiental, y muestran una imagen completa de todo el ciclo de vida analizado.

Indicadores	Unidad	Observación
Huella de carbono	Kg eq. CO_2	Gases de efecto invernadero emitidos a lo largo de todas las etapas involucradas analizadas
Huella hídrica	m^3	Volumen total de agua dulce usado para producir bienes y servicios producidos por una empresa, o consumidos por un individuo o comunidad
Agua verde	m^3	Volumen de agua evaporada de los recursos hídricos del planeta (agua de lluvia almacenada en el suelo como humedad)
Agua azul	m^3	Volumen de agua dulce consumida de los recursos hídricos del planeta (aguas superficiales y subterráneas)
Agua gris	m^3	Volumen de agua contaminada que se asocia con la producción de bienes y servicios
Water Stress Footprint (WSF)	m^3	Variación entre la demanda de agua frente a la cantidad disponible durante un periodo determinado

- Indicadores PTAS: Con la finalidad de alinearse con las tendencias en materia de sostenibilidad del sector a nivel nacional, se decidió la inclusión de ciertos indicadores ambientales que la Plataforma Tecnológica de la Agricultura Sostenible (PTAS) había definido para la evaluación de los impactos ambientales de diferentes cultivos (entre los cuales se encontraban los considerados dentro del alcance del proyecto y definidos en la primera etapa del proyecto).
  De esta manera, adicionalmente se facilita a las PYMES el cálculo de dichos indicadores permitiendo, entre otros, adelantarse a posibles exigencias ambientales futuras por parte de la administración. Esta es una de las acciones encaminadas a facilitar el trabajo de cálculo de indicadores a las PYMEs, ya que una de sus principales demandas es la creciente demanda de información que se les exige en diferentes formatos.

Indicadores	Unidad	Observación
I/CI	Kg eq. CO_2	Emisiones de carbono producidas por el gasto de combustible agrícola
FI	Kg eq. CO_2	Emisiones producidas por kg de cultivo analizado. Indica la diferencia entre el CO_2 absorbido por el cultivo analizado y las emisiones de CO_2 debidas al consumo directo de combustible
I/DI	MJ	Energía consumida por kg de cultivo analizado debido al consumo directo de combustible

- Otros indicadores: Por último, se seleccionaron varios indicadores útiles para el propio productor ya que están ligados íntimamente con las practicas llevadas a cabo en la fase de campo para todos los sectores considerados en el proyecto y que pueden ser de mucha utilidad y practicidad a la hora de demostrar el cumplimiento de legislación y normativa así como la aplicación de mejoras:

Indicadores	Unidad	Observación
Cantidad de fitosanitarios aplicados	Kg de MA	Cuantificación de las materias activas incorporadas al terreno mediante la aplicación de fitosanitarios
Presión fitosanitaria	Nº de tratamientos	Número medio de tratamientos fitosanitarios por parcela
Ecotoxicidad agua dulce	Kg eq. de 1,4 Diclorobenceno	Emisión de sustancias o partículas al agua que pueden generar enfermedades en la flora y fauna en este entorno
Ecotoxicidad agua marina	Kg eq. de 1,4 Diclorobenceno	Emisión de sustancias o partículas al mar que pueden generar enfermedades en la flora y fauna en este entorno
Ecotoxicidad Terrestre	Kg eq. de 1,4 Diclorobenceno	Emisión de sustancias o partículas al suelo que pueden generar enfermedades en la flora y fauna en este entorno
Ecotoxicidad humana	Kg eq. de 1,4 Diclorobenceno	Emisión de sustancias o partículas que pueden generar enfermedades en la salud humana

3º Desarrollo del prototipo de la herramienta.

En esta tercera etapa se comenzó a diseñar y desarrollar la herramienta software que soportaría principalmente, tanto la introducción de datos por parte de los futuros usuarios de la herramienta, como el cálculo de indicadores seleccionados en la etapa anterior.

Uno de los principales problemas encontrados durante el desarrollo de esta etapa fue el de la introducción de datos. La realización de un perfil ambiental tan completo exigía la introducción por parte del usuario de la herramienta de una gran cantidad de datos. Estos datos pueden llegar a ser editables y manejables una vez volcados, lo cual facilita el manejo y mantenimiento actualizado de los cálculos a lo largo del tiempo. Sin embargo y a pesar de todo, la primera introducción de los mismos suponía un gran esfuerzo.

Para solventar este problema se buscó soluciones en el denominado cuaderno de explotación. Este cuaderno propuesto desde la Comisión Europea, pretende ser una vía dentro del sector agroalimentario para recoger todos los elementos que deberá recoger el titular de una explotación agrícola. Aprovechando que la cumplimentación de este cuaderno es obligatoria para los productores, durante esta fase se creó un enlace electrónico entre el propio cuaderno de campo y la herramienta software AGROLCAmanager. Este enlace permitía, gracias a la introducción de datos en el cuaderno de explotación, exportar la información automáticamente a la nueva herramienta de ACV, con lo que se pueden calcular de manera automática todos los indicadores ambientales definidos en la anterior etapa. En paralelo, este proceso ha servido también para satisfacer las necesidades básicas de información del cuaderno de explotación, de cara a la realización de estudios de ACV de productos agroalimentarios.

Otro de los aspectos en los que más hincapié se ha hecho ha sido en la variabilidad de información ambiental que proporciona la herramienta. En el camino de proporcionar el máximo de información posible al usuario final, los métodos de cálculo implementados en el software permiten la salida de datos modificando la unidad funcional del estudio. De esa manera, es posible proporcionar la información ambiental de salida por kg de producto producido, en función de la parcela seleccionada, en función de los litros de vino producidos, etc. Asimismo y de cara a futuros cálculos

medioambientales, se han incluido módulos específicos en la herramienta que permiten comparar y/o agregar diferentes cálculos ambientales entre sí, a fin de dotar de mayor versatilidad a la herramienta.

Por último, se enlazaron dentro de la herramienta los otros dos grupos de información identificados como de utilidad al usuario: Por una parte, las mejores tecnologías disponibles identificadas en la primera fase, las cuales aparecerán de manera específica y en consonancia con los resultados ambientales obtenidos del producto calculado. Por otra parte, toda aquella normativa y legislación ambiental aplicable a producto, que de la misma manera, aparecerá ligada a los condicionantes geográficos y de producción del usuario.

Figura 3: Pantalla de inicio del software AGROLCAmanager

4º Validación de la herramienta:

La última etapa ha consistido en chequear el correcto funcionamiento de la herramienta, siendo testeada para los tres sectores para los que ha sido desarrollada. Para ello, se desarrollo de manera interna una hoja de cálculo que permitiera la validación de los tres sectores de la misma manera. En el caso de vitivinicultura, se añadió toda la etapa de bodega. Adicionalmente, algunos resultados han sido contrastados con estudios existentes como es la Huella Hídrica calculada por la Water footprint Network

En el caso de horticultura intensiva, se han seleccionado sendas parcelas con los cultivos anteriormente descritos, y utilizados por la empresa FLORETTE AGRÍCOLA. En este caso, se ha trabajado directamente con agricultores de los cuatro cultivos considerados en el sector hortícola, los cuales han proporcionado los inventarios necesarios para la validación de la acelga, espinaca lechuga iceberg y radicchio.

En el caso de remolacha, la validación se ha realizado con respecto a los inventarios de 80 agricultores pertenecientes a AIMCRA, Asociación de investigación para la mejora del cultivo de la remolacha azucarera.

Y en el caso final del sector del vino, el software se ha testeado sobre 14 bodegas de 5 denominaciones de origen repartidas por toda España con las cuales se había tenido experiencia previa en proyectos anteriores como + Vino-CO2, donde se certificaron todas ellas en el cálculo de Huella de Carbono.

RESULTADOS ESPERADOS

Se pueden considerar dos resultados importantes fruto del desarrollo del proyecto: El desarrollo de una metodología de evaluación y mejora de la sostenibilidad ambiental en el sector agroalimentario, y su utilización a través de un software online para usuarios finales. Este trabajo supone uno de los primeros pasos para el acercamiento de métodos de trabajo en la mejora ambiental, que hasta el momento han sido llevados a cabo mediante trabajos de consultoría, a un trabajo más automático, práctico y accesible a los productores del propio sector, de manera que se hacen autosuficientes a la hora de evaluar sus características ambientales y mejorarlas a lo largo del tiempo.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se ha desarrollado con el apoyo financiero de LIFE European instrument, LIFE AGROLCAmanager LIFE10ENV/ES/486.
Para más información sobre el proyecto:
http://www.agrolcamanager.com/

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ISO 14040:2006: Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia.
2. ISO 14044: 2006 Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices.
3. ISO 14025: 2010 Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales tipo III. Principios y procedimientos.
4. Plataforma Tecnológica de Agricultura Sostenible (PTAS), www.agriculturasostenible.org

2.1.10 PROYECTO LIFE HUELLAS: SOSTENIBILIDAD EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA FERROVIARIAS – HUELLAS DE CARBONO E HIDRÍCA.

País: España.

Autor: IK Ingeniería.

1.3-Carnerero-España-3

PROYECTO LIFE HUELLAS: SOSTENIBILIDAD EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS: HUELLA DE CARBONO E HÍDRICA.

Ruben Carnerero [(1)]
Ingeniero industrial especialidad en Fabricación. Experto en Ecoinnovación. IK INGENIERIA.

Francisco Barrientos
Investigador Centro Tecnológico CARTIF

Carlos Martinez
Subdirector I+D. Departamento de Gestión Ambiental. VIAS (GRUPO ACS)

José Manuel Benítez
Dpto. de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial. E.T.S. Ingenierías de Informática y Telecomunicación. Universidad de Granada

Dirección (1): Av. San Bartolomé, 1 - Barakaldo - Bizkaia - 48903 - España - Tel.: (+34) 944181746– e-mail: **r.carnerero@ik-ingenieria.com**

RESUMEN

LIFE HUELLAS está dirigido al sector de la construcción de la infraestructura ferroviaria. Tiene como objetivo mejorar los procesos de construcción de la infraestructura ferroviaria en materia de sostenibilidad en su totalidad (incluyendo aspectos ambientales, económicos y sociales) combinando el análisis del ciclo de vida (ACV) con técnicas de análisis inteligente de datos, y realizando especial hincapié en la obtención de la huella de carbono y huella hídrica.

El proyecto comenzará con la recopilación exhaustiva de la información básica necesaria para analizar el impacto de los procesos de construcción de redes ferroviarias en base a las variables que se identificarán de forma previa. Posteriormente el proyecto se centrará en el estudio de la transformación de los diferentes impacto asociados, principalmente la huella de carbono e hídrica, por medio del desarrollo de una metodología de evaluación consolidada. A partir de esta recopilación se desarrollará una herramienta que, aplicando diversas técnicas de minería de datos e inteligencia computacional, establecerá los impactos de las diferentes alternativas de planificación de las obras.

La implementación de la herramienta se validará en dos infraestructuras ferroviarias de diferentes tipologías que se ejecutarán durante el proyecto, todo ello con el objetivo final de reducir la huella de carbono y huella hídrica en un 10% y 5% respectivamente. Los resultados permitirán el desarrollo de una serie de indicadores de impacto ambiental, que se recogerán en un manual de mejores prácticas.

Palabras claves: ferroviaria, sostenibilidad, huella, carbono, hídrica

INTRODUCCIÓN

El informe “EU Transport Green House Gases Emissions: Routes to 2050” establece que el 0,2% de las emisiones globales de la EU27 corresponden al transporte ferroviario. Este informe estima que el 28% de las emisiones totales asociadas al transporte ferroviario es debido a la infraestructura. Casi la mitad de estas emisiones es causada durante el proceso de construcción de la infraestructura, mostrando el alto impacto medioambiental de esta actividad, siendo la mayoría de estas emisiones debidas sobre todo a la producción y transporte de materiales. Se considera que el transporte de materiales puede ser un elemento clave en el que se puede incidir para disminuir el impacto ambiental considerablemente.

Además, se estima que la cantidad de energía necesaria para construir infraestructuras ferroviarias incluidas túneles y puentes es de 45,000 GJ/km vía férrea, de acuerdo a la publicación “Indirect Energy Use” (Morten Simonsen, 2010), basada en el trabajo de Schlaupitz. También, se ha estimado que la construcción de un kilómetro de vía de ferrocarril emite aproximadamente 1.040 toneladas de CO_2, suponiendo que la mayoría de la energía empleada en la construcción es fuel oil (1KWh=0,2674 kg CO_2, “Conversion Factors” Carbon Trust). Ambas, las emisiones relativas y absolutas de la construcción de la vía de ferrocarril muestran el alto impacto ambiental de esta actividad y la necesidad de una solución para mitigarlo. Por ello, la implementación de herramientas de Análisis de Ciclo de Vida en la construcción de la infraestructura puede contribuir directa o indirectamente a disminuir estas emisiones.

La determinación de la huella hídrica generada por una infraestructura o proceso, está cobrando cada vez más importancia, debido a la limitación de este recurso natural. En este sentido, el presente proyecto es pionero en esta materia, ya que no se han encontrado estudios en la bibliografía que reflejen la huella hídrica causada por una infraestructura ferroviaria. Por ello, el proyecto LIFE HUELLAS, se encuentra alineado con la EUWI (European Water Iniciative), impulsando una correcta gestión de recursos hídricos.

De este modo, las infraestructuras ferroviarias constituyen una parte imprescindible de la política europea tanto en materia de transporte, como ambiental, especialmente en lo referente a la lucha contra el cambio climático y la implementación de herramientas de evaluación del ciclo de vida en la construcción de la infraestructura ferroviaria puede contribuir directa o indirectamente a reducir esos impactos.

El proyecto LIFE HUELLAS: “ACV, huellas ecológicas y análisis inteligente para el sector de la construcción de infraestructuras ferroviarias”, tiene la intención de mejorar los procesos de construcción de la infraestructura ferroviaria en materia de sostenibilidad en su conjunto (aspectos ambientales, económicos y sociales), sobre todo los aspectos relacionados con la el cambio climático, como la huella de carbono e hídrica y otros indicadores de la sostenibilidad. El objetivo principal del proyecto LIFE HUELLAS es apoyar a las empresas de la construcción de infraestructuras ferroviarias para ser más sostenible, reduciendo al mínimo los impactos ambientales, económicos y sociales de sus obras de infraestructura, con especial énfasis en la reducción de la huella de carbono y huella hídrica.

OBJETIVOS

El proyecto LIFE HUELLAS comenzó en octubre de 2013. El consorcio, liderado por la Fundación CARTIF, está formado por las empresas Vías y Construcciones e IK-Ingeniería, conjuntamente con la Universidad de Granada. El proyecto se desarrolla en España, pero una vez que la herramienta se haya implementado y evaluado, se espera que los resultados sean exportados a otras regiones que dispongan de un desarrollo ferroviario importante, especialmente las líneas de alta velocidad.

La intención del proyecto es proporcionar a las empresas del sector de la construcción ferroviaria una herramienta que combine el análisis ambiental, económico y social. La herramienta a desarrollar en el proyecto LIFE HUELLAS esta ideada para ser utilizada en la etapa de planificación de la ejecución de una obra, una vez que ha sido seleccionado un diseño específico. Esta herramienta permitirá optimizar la planificación e identificar las áreas susceptibles de modificación en la ejecución de la infraestructura ferroviaria (entendiendo la misma como el conjunto de infraestructura y superestructura), para reducir las huellas de carbono e hídrica de la misma. El objetivo de este proyecto no es interferir en la etapa de elección del trazado, ni durante el diseño básico de la infraestructura, ya que ambos procesos, están ya sujetos a procesos de vigilancia ambiental.

La innovación del proyecto LIFE HUELLAS no está limitada a la aplicación de esta herramienta a una red ferroviaria, sino al vacío detectado en las posibilidades que se abren cuando se decide aplicar un ACV a un proyecto de construcción completo. Es decir, actualmente, no existe ninguna manera de valorar la utilización de esta metodología más allá de publicaciones, no hay técnicas cuantificables que ponderen a las empresas constructoras si deciden utilizarla en su política de empresa y no hay una sistemática en las Administraciones Públicas para valorarlas.

La innovación en el proyecto LIFE HUELLAS va dirigida a la forma en que metodologías como el Análisis de Ciclo de Vida, la huella de carbono y la huella hídrica sean implementadas en el proceso de planificación de una obra ferroviaria, teniendo como fin último allanar el camino para producir cambios en la regulación del sector de construcción de infraestructuras, obligando a considerar el ciclo de vida de las actuaciones para garantizar impactos ambientales mínimos. El proyecto LIFE HUELLAS pretende adelantarse a la obligatoriedad de este cálculo, puesto que la huella de carbono será uno de los indicadores que calculará la aplicación, así como la huella hídrica de la misma, cuya regulación se está debatiendo en la actualidad.

Para este fin, se desarrollarán nuevas metodologías, cubriendo las necesidades específicas del sector ferroviario, buscar un equilibrio óptimo entre la capacidad de uso de la herramienta en el sector y la precisión y la utilidad de los datos proporcionados (tanto para la gestión de los impactos ambientales como para los fines de etiquetado ecológico).

Mediante el desarrollo de metodologías y herramientas para optimizar el proceso de toma de decisiones, se pretende reducir la huella de carbono y huella hídrica de los proyectos relacionados con la construcción de la infraestructura ferroviaria, en un 10% y 5%, respectivamente, considerando también otras posibles afecciones al medio ambiente (acidificación, la oxidación fotoquímica, la eutrofización), los indicadores económicos y sociales. Para ello, el proyecto revisará y analizará el impacto ambiental, económico y social de todas las etapas en el proceso de construcción.

ETAPAS DEL PROYECTO

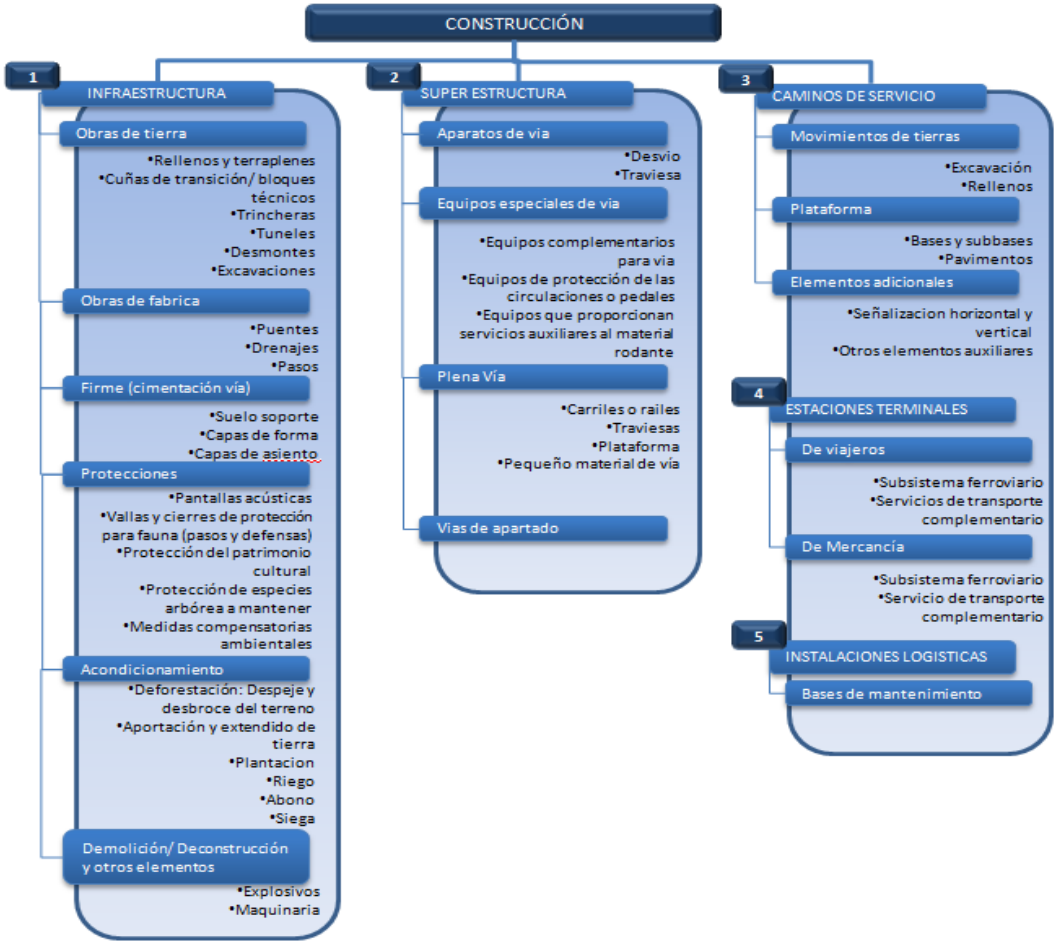
La primera acción ha consistido en la creación de una base de conocimiento sólida, que implique e incluya la definición exacta de cada proceso involucrado en cada unidad de obra de una red ferroviaria. Esta base recogerá la información básica para analizar el impacto ambiental de los procesos, a través de variables identificadas previamente, y transformarlo, mediante el desarrollo de una metodología de evaluación adaptada, en “huellas” que permitan caracterizar desde un punto de vista sostenible el proyecto de obra.

Para ello, el primer paso del proyecto ha sido la identificación y recopilación exhaustiva de los materiales, soluciones y procesos ferroviarios que componen una obra ferroviaria. El primer objetivo ha consistido en determinar exactamente lo que va a considerarse como estructura ferroviaria, teniendo en cuenta que la evaluación de la sostenibilidad de la herramienta iba a incluir toda la infraestructura y aquellas etapas de la superestructura que actualmente se realizan con más frecuencia.

Una de las conclusiones que se extrajo del estudio de los documentos, fue que para poder realizar una herramienta útil para cualquier tipo de proyecto ferroviario, se debía establecer una estructura general global de las diversas etapas que conformaban una obra ferroviaria, de forma que la herramienta fuera capaz de asimilar y modelizar cualquier tipo de proyecto o actuación, desde movimiento de tierras, hasta renovación de traviesas y raíles, etc.… Por tanto, era necesario definir un número determinado de categorías dentro de la terminología de la constructora en el que quedara recogido todo tipo de actuación relacionado con la obra ferroviaria. Paralelamente, la terminología ambiental se cruzó con la terminología constructora, de manera que todos los escenarios y actuaciones que deseen ser recogidos en los estudios tengan su correspondencia en ambas terminologías.

El proyecto dispone ya de una estructura de etapas en las que va a configurarse la herramienta, que recoge las etapas de infraestructura y superestructura que se van a considerar en el ciclo de vida de la vía. Estas fases serán la base para crear la base de datos multicriterio.

Figura 1: Estructura de la infraestructura ferroviaria considerada en el proyecto LIFE HUELLAS



Para definir el alcance de la herramienta, en segundo lugar se definió lo que podría ser el ciclo de vida de una estructura ferroviaria, que incluiría las etapas de: extracción de materias primas, transporte de materias primas, fabricación, distribución a obra, puesta en obra, uso, mantenimiento y conservación, y fin de vida.

En base a esta definición, el alcance de la herramienta, es decir, hasta qué etapa del ciclo de vida de una vía ferroviaria se extenderá la evaluación de la sostenibilidad, se definió como de la cuna a la puerta. Se decidió de forma conjunta que el proyecto se iba a centrar en la fase de construcción, puesto que para considerar la etapa de mantenimiento y fin de vida sería necesario disponer de modelos de evolución que permitieran estimar en función del diseño y la planificación de la ejecución, las necesidades de operaciones de mantenimiento y la frecuencia y tipología de renovaciones de la vía, algo que a día de hoy no era posible y no podía ser abordable en el marco del proyecto. Esto hizo decidir al consorcio que era una etapa muy compleja que, si no se delimitaba bien, podría incluir mucha incertidumbre al estudio, por lo que se consensuó dejarla fuera y considerar que todo Análisis de Ciclo de Vida que realice la herramienta lo haga con alcance de la cuna a la puerta.

A partir de esta etapa, el equipo del proyecto comenzó a trabajar en el análisis exhaustivo de las unidades de trabajo que componen la infraestructura ferroviaria. La etapa de Análisis de inventario de inputs/outputs ha consistido en la recopilación de toda la información que conformará las tipologías de unidades de obra que se van a estudiar en el marco del proyecto, para estructurar lo que será la futura petición de datos de la herramienta. Todo ello de cara a que la base de datos recoja todas las entradas que se producen en el diseño y planificación de una obra. Esta será la información primaria que trabajará con la persona que va a manejar la herramienta. Para cada unidad de trabajo, está siendo recopilada la información necesaria que será necesario asignar: materiales, dimensiones, pesos, maquinaria, consumo de energía, eficiencia, etc. A partir de esta información se desarrollaran los indicadores ambientales, económicos y sociales.

Los indicadores ambientales considerados en el proyecto son la huella de carbono y huella hídrica, el potencial de acidificación, la oxidación fotoquímica y el potencial de eutrofización. Los impactos ambientales de estos indicadores se han establecido y calculado siguiendo las pautas de las normas internacionales de referencia para la evaluación del ciclo de vida: ISO 14040: 2006, ISO 14044: 2006, ISO 14025: 2006 y la UNE EN 15804.

En el caso de impacto social, el nivel de las metodologías desarrolladas no es tan avanzado como en el caso de las metodologías medioambientales. Debido a ello, y en base a los datos bibliográficos especializados (muy limitados), han sido seleccionados los siguientes indicadores:

Figura 2: Indicadores sociales considerada en el proyecto LIFE HUELLAS

Estos indicadores se han calculado utilizando datos de 253 países y los usuarios de la herramienta no tendrán que realizar un esfuerzo añadido para poder calcular su valor, ya que los valores asignados aparecerán de forma automática.

Finalmente, con respecto a los indicadores económicos, los indicadores utilizados para calcular los costos del proyecto, se han determinado siguiendo la amplia experiencia de VIAS y se realizará un Life Cycle Costing (LCC) con las partidas ya definidas.

Después de calcular las variables e indicadores, es necesario establecer la metodología para evaluar la sostenibilidad de los procesos de planificación de la infraestructura de ferroviaria. LIFE HUELLAS se centrará en la transformación de los indicadores ambientales, económicos y sociales, mediante el desarrollo de una metodología de evaluación consolidada

hacia un valor de la sostenibilidad. Cabe señalar que en el ámbito internacional la evolución de las metodologías ha sido desigual en los tres pilares de la sostenibilidad (ambiental, económica y social), y este hecho va a influir en el desarrollo del método de evaluación del proyecto en sí. Mientras que la componente ambiental ha tenido un desarrollo muy importante en los últimos años gracias al auge del concepto de ACV, no lo han sido tanto en las componentes social y económica. Ésta última ha utilizado el mismo concepto de Ciclo de Vida para comenzar a tener en cuenta todos los costes asociados. La componente social es la que actualmente se encuentra en un estado más incipiente de evolución, aunque de igual forma que las anteriores, también comienza a tener en cuenta el concepto de ciclo de vida de una forma notoria.

Para incluir el conocimiento disponible sobre el dominio en la herramienta, será necesaria la aplicación de un proceso de Ingeniería del Conocimiento. Este proceso implicará la recopilación de información con la que posteriormente se desarrollará una herramienta fundamentada en la minería de datos e Inteligencia Computacional, lo que permitirá hacer la programación de las alternativas y mostrar los valores de huella de carbono y huella hídrica específicos así como otros indicadores sostenibles.

Además, para mejorar la usabilidad de la herramienta y hacerla más simple, el equipo del proyecto ha trabajado en identificar y clasificar los elementos más comunes de las infraestructuras ferroviarias para caracterizar y discriminarlas más adelante, de tal manera que se defina lo que debe ser la entrada de datos que la herramienta debe preguntar al usuario y qué datos se deben ignorar y dar un promedio estadístico.

También se ha establecido que la base de datos será editable y copiable para promover mejoras, y que será posible editar y cambiar cualquier material o solución de las diferentes unidades de trabajo considerados en la herramienta o introducir nuevos materiales / soluciones, en caso de que en el futuro se desarrollen nuevos materiales no incluidos ahora. Mediante estas acciones, se pretende que la herramienta sea una herramienta viva, fácilmente actualizable y escalable.

Por último, a lo largo del desarrollo del proyecto, la herramienta se implementará y validará en dos proyectos de diferentes tipologías de construcción ferroviaria con el objetivo de reducir la huella de carbono y la huella hídrica en un 10% y 5% respectivamente. De esta manera, se podrá realizar un ajuste paramétrico proporcionando a las empresas un análisis de las alternativas en la planificación y ejecución de las obras de construcción y su impacto ambiental en términos de "LIFE HUELLAS".

Los resultados de esta fase permitirán el desarrollo de una serie de indicadores de la sostenibilidad, que serán recogidos en un manual junto con mejores prácticas asociadas, que ayudarán a las empresas de ingeniería civil a reducir el impacto ambiental, económico y social de sus obras en la región. El proyecto también tiene como objetivo desarrollar una aplicación de software con funcionalidad limitada, que estará disponible en el sitio web del proyecto. Este software público desarrollará unas estimaciones ambientales preliminares y una planificación sostenible del trabajo.

La ejecución de las distintas unidades de obra implica una multitud de decisiones a tomar, desde la selección de proveedores para cada material o componente, hasta la elección de maquinaria o métodos de ejecución. La disponibilidad de una herramienta para promover no sólo el cálculo de la huella de carbono y huella hídrica, sino también el análisis de diferentes alternativas para la optimización y reducción de impactos (obviamente, integrando criterios económicos, sociales y medioambientales), sería un impulso sustancial en la reducción de emisiones y los impactos asociados a la construcción de infraestructuras ferroviarias, siendo una parte esencial de la política europea de transporte.

Por otra parte, este proyecto es de gran interés para los administradores de infraestructuras ferroviarias ya que estas entidades son las que ponen las condiciones a la hora de otorgar la ejecución de estas infraestructuras. La Iniciativa internacional de Compra Pública Sostenible (SPPI, Sustainable Public Procurement Iniciative) es un instrumento político fundamental para promover el desarrollo sostenible y avanzar hacia una economía verde que propicie la aparición de productos y servicios que maximicen los beneficios sociales y ambientales. En este sentido, el proyecto LIFE HUELLAS pretende promover la incorporación de criterios medioambientales para que las Administraciones Públicas o licitadores primen la inclusión de criterios de compra verde y sostenible dentro de la administración, mediante el uso de estas herramienta u otras similares que permiten realizar un análisis más sencillo y exhaustivo. También se pretende que estas

empresas faciliten un manual de buenas prácticas a las empresas constructoras de forma que su planificación sea medioambientalmente respetuosa.

RESULTADOS ESPERADOS

Como resultados de este proyecto podemos enumerar 3 tipos diferentes. En primer lugar, la metodología de evaluación, soportada en una herramienta de software, que proporcionará los valores cuantitativos y comparables para el cálculo de la sostenibilidad de las diferentes alternativas de infraestructura y de las alternativas de diseño y ejecución de la misma infraestructura. Esta metodología también proporcionará valores de los tres pilares de la sostenibilidad, como el son el medioambiental, el económico y el social.

El segundo de los resultados, será una lista con los trabajos, materiales y procesos más influyentes en la planificación de una red ferroviaria que facilitará su identificación para poder actuar sobre ellas con el objetivo de reducir los impactos asociados.

Y, por último, se espera crear una lista de indicadores de sostenibilidad que cubran los aspectos ambientales, sociales y económicos, que podrán ser utilizados en diferentes obras de construcción, no sólo en el sector ferroviario, sino también en la construcción de autopistas, carreteras, puertos, etc.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se está desarrollando con el apoyo financiero de LIFE European instrument, LIFE HUELLAS LIFE12 ENV/ES/000686.
Para más información sobre el proyecto:
http://www.life-huellas.eu/

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ISO 14040:2006: Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia.
2. ISO 14044: 2006 Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices.
3. ISO 14025: 2010 Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales tipo III. Principios y procedimientos.
4. UNE EN 15804:2012 Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de productos básicas para productos de construcción.
5. Guidelines for Social Life Cycle Assessment of products, UNEP, (2009); Social Hotspot Database; ISO 21929-2: Draft on sustainability in buildings and civil engineering works - Sustainability indicators -- Part 2: Framework for the development of indicators for civil engineering works.

1.3-Carnerero-España-1

E2CO2.0: CALCULANDO LA ENERGÍA EMBEBIDA Y LA HUELLA DE CARBONO DE LA EDIFICACIÓN.

Ruben Carnerero [(1)]
Ingeniero industrial especialidad en Fabricación. Experto en Ecoinnovación. IK INGENIERIA.

Francisco Campo
Ingeniero industrial especialidad en Fabricación. Experto en Análisis de Ciclo de Vida. ECOINGENIUM.

Ana Belen de Isla
Arquitecto especialidad en Urbanismo y Construcción Sostenible. LKS INGENIERIA.

Eugenio Puerto
Ingeniero técnico eléctrico experto en el desarrollo de herramientas de Ecodiseño. PACAY MEDIA

Dirección (1): Av. San Bartolomé, 1 - Barakaldo - Bizkaia - 48903 - España - Tel.: (+34) 944181746– e-mail: **r.carnerero@ik-ingenieria.com**

RESUMEN

En la búsqueda de una edificación cada vez más sostenible, los profesionales del sector han visto incluidas en los últimos años nuevas competencias, como la certificación energética de los edificios, y la rehabilitación de edificios existentes. Conforme la relación entre medioambiente y edificación va siendo más cercana, se van ampliando la cantidad de información ambiental que es solicitada a los proyectistas o constructores por parte de promotores, la administración o los propios usuarios.

Dentro de este contexto, se ha desarrollado E2CO2.0, un software on line para el cálculo de la Huella de Carbono y la Energía Embebida de los edificios construidos o en proyecto, que permite calcular, de una manera simple y rápida los dos indicadores citados atendiendo a los materiales incorporados y los procesos constructivos utilizados durante la fase de construcción.

Para ello, contempla dos tipos de cálculos posibles: una pre-evaluación o cálculo simplificado, válido para las etapas de anteproyecto o proyecto básico, y un cálculo completo, cuando ya está finalizado el proyecto de ejecución.

Para el desarrollo de la herramienta se ha realizado un potente trabajo de análisis de más de 13.000 partidas de la Base Precio Centro del Colegio Oficial de Aparejadores de Guadalajara. Los resultados expresados están respaldados por otros tantos Análisis de Ciclo de Vida de materiales de construcción, sistemas constructivos, maquinaria y otros elementos auxiliares.

Palabras claves: Edificación, huella carbono, energía embebida

INTRODUCCIÓN

A nivel internacional cada vez es mayor la exigencia en el sector de la construcción en términos de indicadores ambientales de edificios. En Europa por ejemplo, la Implementación de la Directiva Europea 2010/31/UE de Eficiencia Energética en Edificios aprobada por el Parlamento y el Consejo Europeo en mayo de 2010 tiene como principal objetivo reducir un 20% el consumo energético para el 2020. Esta norma obliga a renovar un mínimo de edificios públicos e impone auditorías energéticas a las grandes empresas. Además, a partir del 31 de diciembre de 2020, todos los edificios nuevos deben tener un consumo de energía casi nulo. Los nuevos edificios que estén ocupados y que sean propiedad de las autoridades públicas deben cumplir los mismos criterios después del 31 de diciembre de 2018.

Estas directivas consideran la energía consumida en la climatización, iluminación y suministro de agua caliente sanitaria, y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas, pero obvian la energía embebida de los edificios y las emisiones de gases de efecto invernadero originados en fases anteriores a la puesta en marcha de los edificios.

La energía embebida es la energía total consumida para la construcción de un edificio. Contempla la energía empleada para la extracción de las materias primas, la utilizada en los procesos de fabricación de los productos, materiales o sistemas constructivos, así como la energía consumida por el transporte de estos materiales a obra y la energía utilizada por la maquinaria en la ejecución de las distintas unidades de obra. Junto al concepto de energía embebida se suele utilizar también el de huella de carbono, siendo la huella de carbono de un edificio el total de los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos a consecuencia de la construcción de dicho edificio medido en masa de co2 equivalente.

Así mismo, en la búsqueda de una edificación cada vez más sostenible, los profesionales del sector hemos visto aumentadas en los últimos años nuevas competencias, como la evaluación y certificación energética y ambiental (LEED, BREEAM, etc.) de edificios, la rehabilitación energética de edificios existentes o la aplicación de estándares europeos como Passivhaus o nZEB.

Conforme aumenta la sensibilización por un desarrollo más sostenible de nuestras ciudades, se amplía proporcionalmente el cuadro de indicadores ambientales que los arquitectos y urbanistas debemos manejar. Uno de estos nuevos indicadores es el de huella de carbono, que engloba las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (expresadas en CO2 equivalente) asociadas a la extracción, fabricación, transporte y puesta en obra de los materiales con los que construimos los edificios, y con ellos los nuevos desarrollos urbanos. Un indicador difícil de calcular con los medios que habitualmente están a nuestro alcance.

Esta comunicación presenta una herramienta software: E2CO2.0 desarrollada para calcular la energía embebida y huella de carbono de forma fácil y sencilla, de forma que se puede integrar en el proceso habitual de diseño de todos los proyectos, convirtiéndose en una herramienta más al alcance de los proyectistas para disminuir el impacto tradicionalmente asociado a nuestro sector.

El proyecto se completa con el estudio de seis edificios de distintas tipologías (residencial, administrativo, industrial y servicios) y con distintas calificaciones energéticas con el objetivo de conocer la incidencia del impacto de la fase de obra en el balance energético del ciclo de vida completo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA

El software informático E2CO2.0 ha sido desarrollado por cuatro empresas: LKS, ECOINGENIUM, IK INGENIERIA y PACAY MEDIA utilizando la base de precios CENTRO gracias a un acuerdo con el colegio de aparejadores de GUADALAJARA, y a la financiación FEDER obtenida a través del programa GAITEK.

E2CO2.0 es un software informático que permite calcular de forma sencilla la energía embebida y la huella de carbono de un edificio, atendiendo a los materiales y procesos constructivos utilizados durante la fase de construcción. Ofrece a los profesionales del sector una ayuda para diseñar edificios promoviendo la selección de materiales más sostenibles, de menor Energía Embebida y/o Huella de Carbono. Es una herramienta que puede ser utilizada desde las fases iniciales del diseño y permite evaluaciones y reevaluaciones sucesivas observando la incidencia de unos materiales y otros.

Para ello, contempla dos tipos de cálculos posibles: una pre-evaluación o cálculo simplificado, válido para las etapas de anteproyecto o proyecto básico, y un cálculo completo, cuando ya está finalizado el proyecto de ejecución.

En el cálculo simplificado, E2CO2.0 permite obtener un valor aproximado a partir de los principales parámetros del proyecto: Tipología, superficie construida, número de plantas, tipo de cimentación, estructura, cerramientos, instalaciones, etc. Los valores obtenidos mediante el cálculo simplificado han sido contrastados y validados por los resultados de los mismos proyectos, una vez realizado el cálculo completo

El cálculo completo permite importar el presupuesto de ejecución, siempre que éste haya sido realizado mediante el empleo de la Base de precios Precio Centro de Guadalajara 2013 o 2014. Sin necesidad de introducir datos adicionales, el software calcula la energía embebida y las emisiones de CO2 equivalente asociadas a dicho proyecto, de manera automática.

El motor de cálculo de E2CO2.0 incluye una base de datos homogénea y completa con más de 13.000 materiales de construcción cuyo análisis se ha realizado utilizando diversas fuentes: documentación técnica de fabricantes, Declaraciones ambientales de productos (DAPs), y datos propios de las empresas desarrolladoras. Para las descripciones de productos o sistemas constructivos se ha tomado la descripción contemplada en la base de precios CENTRO, del Colegio de Aparejadores de Guadalajara.

Metodológicamente se han seguido las directrices de las siguientes normas ISO:

- ISO14040:2006. Environmental management. Life cycle assessment. Principles and framework.
- ISO14044:2006. Environmental management. Life cycle assessment. Requirements and guidelines.
- ISO 14025:2006 Environmental labels and declarations. Type III environmental declarations. Principles and procedures.

En coherencia con las directrices ISO, el análisis de ciclo de vida del material ha tenido en cuenta las siguientes fases y sub-fases:

A. FABRICACIÓN
   - A.1 Extracción
   - A.2 Transporte a fábrica
   - A.3 Proceso de fabricación
   - A.4 Embalaje

B. TRANSPORTE
   - B.1 Transporte del producto al lugar de construcción

C. PUESTA EN OBRA
- C.1 Maquinaria
- C.2 Mano de obra
- C.3 Medios auxiliares

A continuación se muestran tres imágenes como ejemplo de la interface gráfica de la herramienta E2CO2.0 y de los gráficos resultantes (figuras 01-04). La herramienta tiene la posibilidad de exportar los resultados de la evaluación a un documento Word modificable por el usuario.

Figura 1: Interface gráfica. Datos comunes.

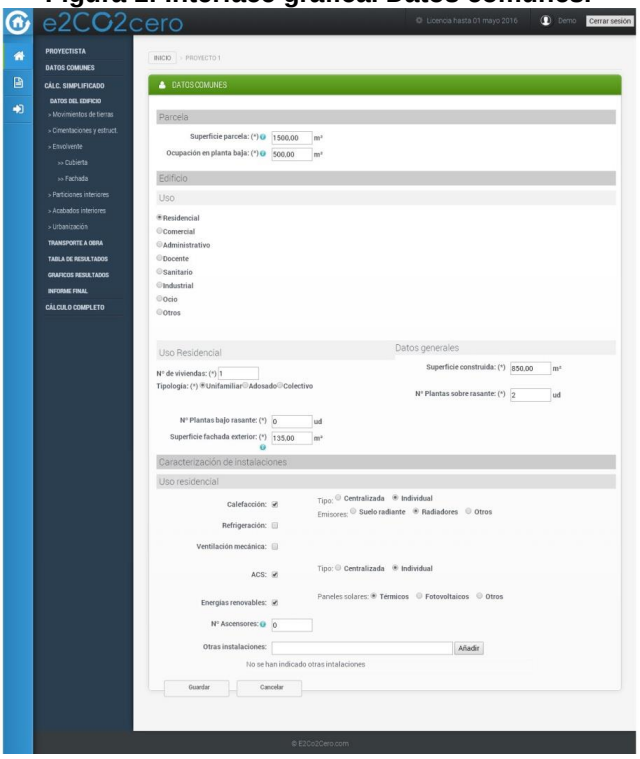


Figura 2: Interface gráfica. Datos del edificio.

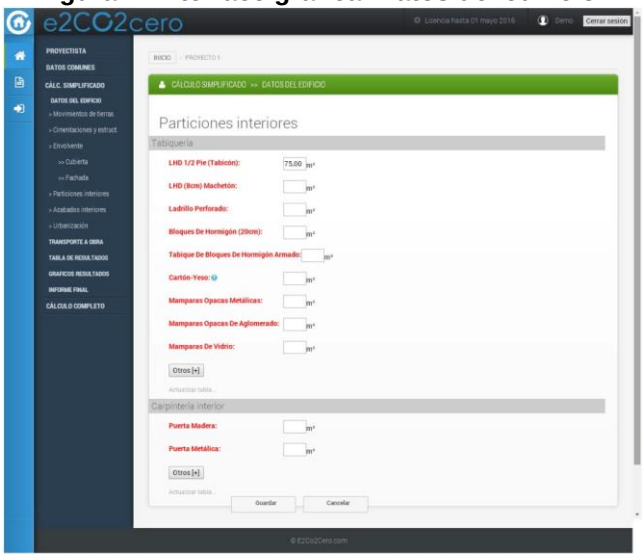


Figura 3: Gráfico de Resultados.

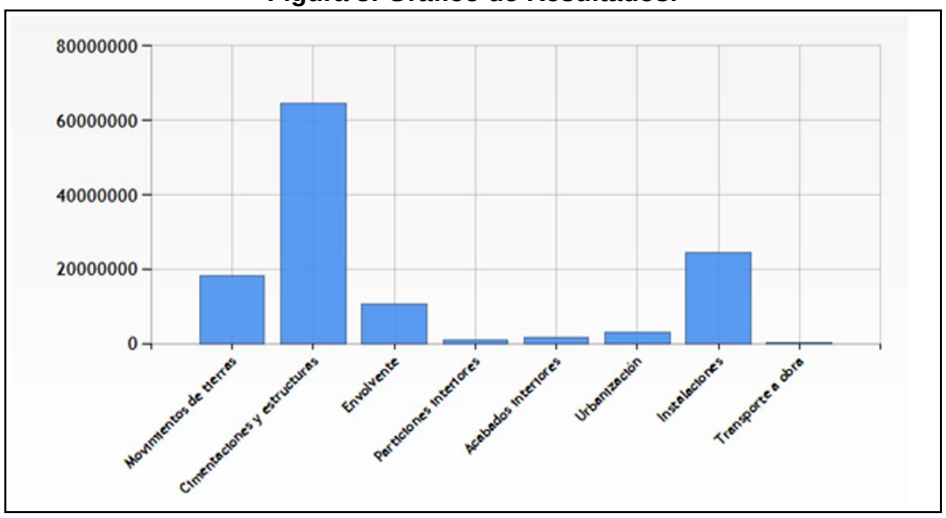
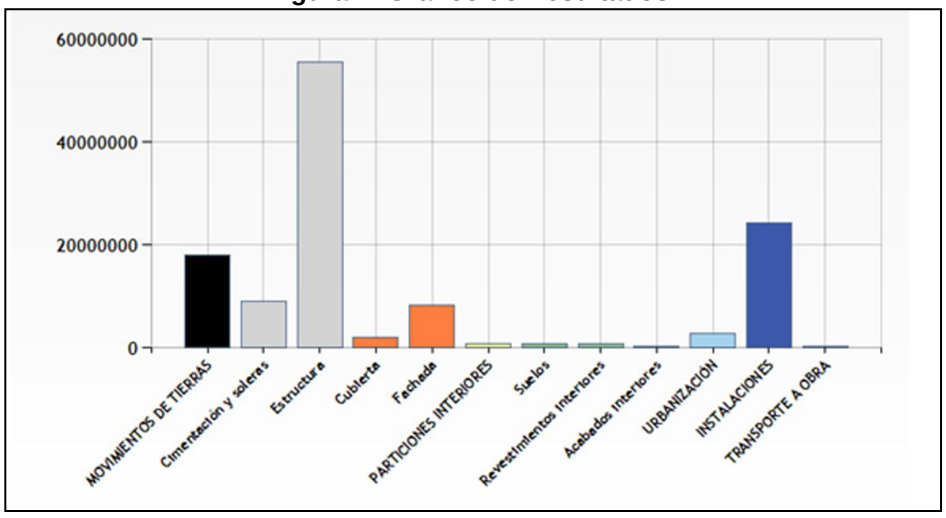


Figura 4: Gráfico de Resultados.



Para cada una de las etapas se ha considerado los siguientes alcances:

Fabricación

Se considera la extracción de materiales, el transporte de los mismos a fábrica y el proceso de fabricación según datos medios obtenidos a partir de las fuentes consultadas.

Transporte a obra

Se ha realizado el cálculo estableciendo unos porcentajes (en peso) de material con origen local, regional, interregional o nacional e internacional. A cada una de las casuísticas se ha asociado una distancia media y uno o varios de los medios de transporte habituales en el sector construcción.

Puesta en obra

Para la etapa de puesta en obra, se ha estimado el consumo de energía y huella de carbono correspondiente a las maquinarias incluidas en la definición de las partidas de BASE CENTRO a partir de potencias y tiempos medios de uso de dicha maquinaria para completar las actividades descritas.

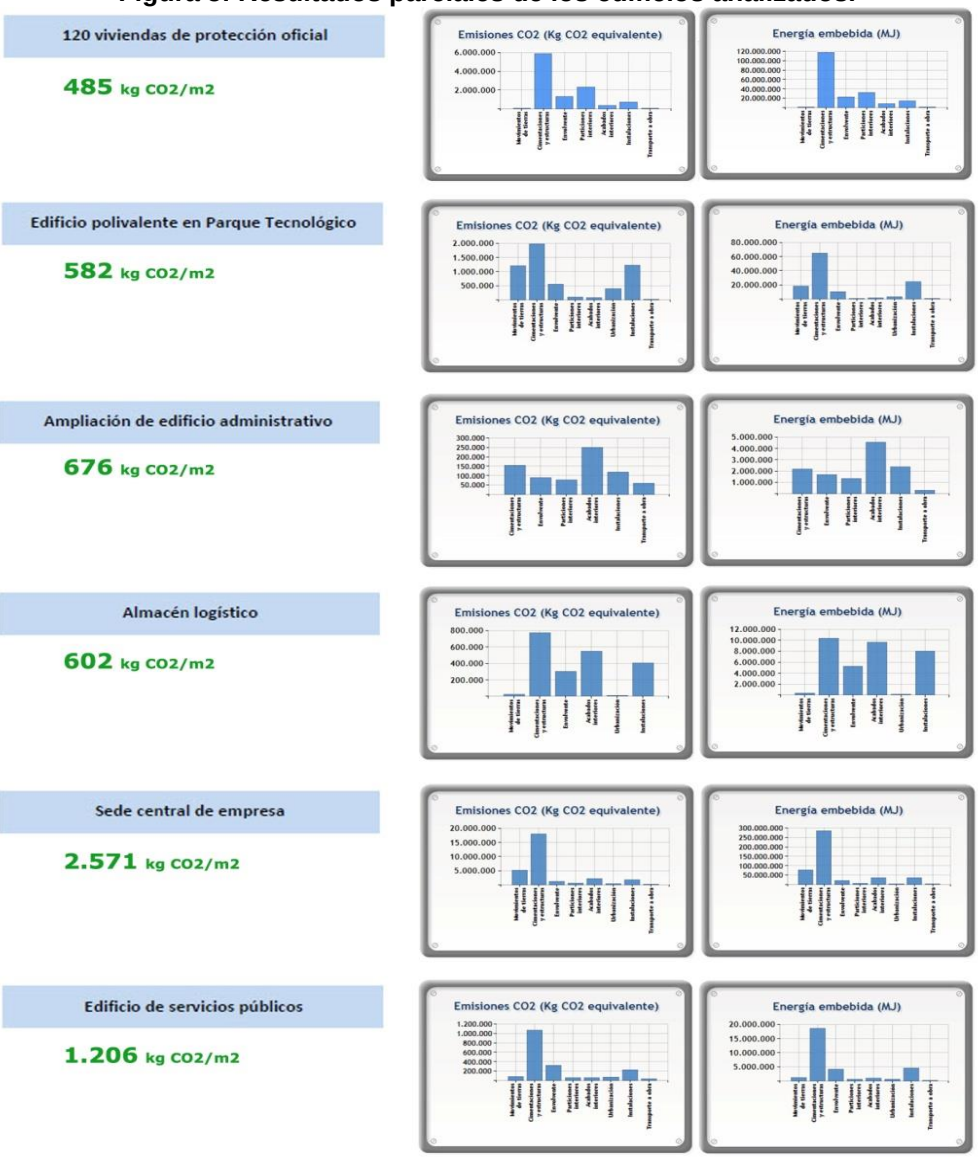
RESULTADOS OBTENIDOS

E2CO2.0 permite obtener los resultados de energía embebida y de huella de carbono para el conjunto del edificio, ofreciendo también los resultados por metro cuadrado construido y un desglose de ambos indicadores por cada capítulo de obra. Los casos analizados han sido los siguientes:

- 120 viviendas de protección oficial
- Edificio polivalente en Parque Tecnológico
- Ampliación de edificio administrativo
- Almacén logístico
- Sede central de empresa
- Edificio de servicios públicos

Estos casos analizados han obtenido los siguientes resultados parciales:

Figura 5: Resultados parciales de los edificios analizados.



Los resultados son bastante dispares, con un rango de emisiones entre los 485KgCO2/m2 y los 2571KgCO2/m2, pero coherentes con las características de los edificios seleccionados. El proyecto con mayor huella de carbono se corresponde con un edificio de compleja estructura metálica y un ratio muy alto de instalaciones por m2 construido.

A continuación se va a realizar una comparación de la incidencia de los impactos de la fase de materiales y ejecución de obra sobre el impacto global atendiendo al ciclo de vida completo del edificio, de forma que conozcamos la importancia de dichas fases.

En la medida en que los edificios sean cada vez más eficientes energéticamente y el recurso a las energías de origen renovables generadas in situ más frecuente, realidad que se impondrá en los edificios nuevos que deban cumplir las directivas europeas, el peso del impacto de la fase de Uso y Mantenimiento se reducirá derivada de las mayores exigencias normativas en reducir la demanda y el consumo energético en esta fase, mientras que la energía embebida y huella de carbono permanecerá constante o en aumento en las fases hasta la construcción, debido al empleo de materiales y sistemas más tecnológicos/complejos y por tanto con una mayor carga ecológica.

Para cuantificar el peso relativo de cada una de las dos fases se recurre a los datos de la calificación energética de cada uno de los seis proyectos. Extrapolando los resultados para una vida útil teórica de 50 años, 35 en el caso del almacén logístico atendiendo a la vida útil prevista en la ley hipotecaria.

Figura 6: Comparativa entre los seis casos de estudio.

Edificios	EMISIONES FASE EJECUCIÓN Emisiones CO2 kgCO2/m2	EMISIONES VIDA ÚTIL DEL EDIFICIO Emisiones CO2				EQUIVALENCIA Años necesarios para alcanzar ejecución	Emisiones CO2 kgCO2/m2 analisis ciclo de vida				
		Letra	kgCO2/m2 año	Vida útil	kgCO2/m2		Ejecución de obra		Uso y Mantenimiento		TOTAL
120 viviendas de protección oficial	485	B	9,3	50 años	465	52	485	51%	465	49%	950
Edificio polivalente en Parque Tecnológico	582	C	55,0	50 años	2.750	11	582	17%	2.750	83%	3.332
Ampliación de edificio administrativo	676	B	34,4	50 años	1.720	20	676	28%	1.720	72%	2.396
Almacén logístico	602	C	90,0	35 años	3.150	7	602	16%	3.150	84%	3.752
Sede central de empresa	2.571	A	16,6	50 años	830	155	2571	76%	830	24%	3.401
Edificio de servicios públicos	1.206	D	224,8	50 años	11.240	5	1206	10%	11.240	90%	12.446

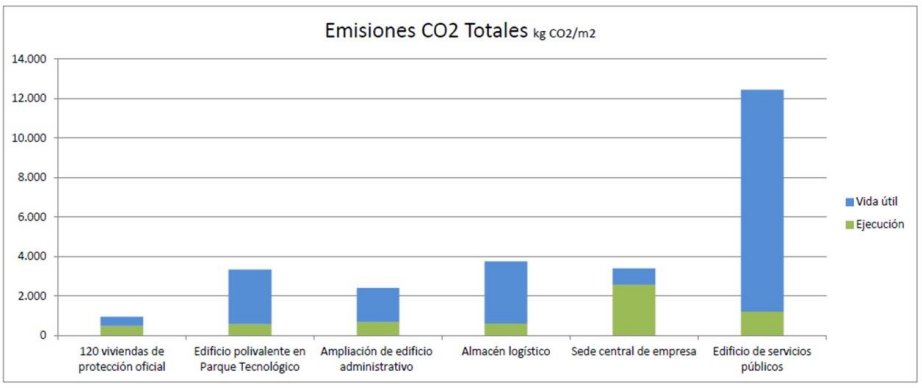
Las emisiones de CO2 estimadas para la fase de fabricación de materiales y ejecución de obra, comparadas con las correspondientes a toda la vida útil del edificio -sin tener en cuenta su demolición- suponen los siguientes porcentajes:

- 51% en el caso de las 120 viviendas de protección oficial
- 17% en el caso del Edificio polivalente en Parque Tecnológico
- 28% para la Ampliación de edificio administrativo
- 16% en el Almacén logístico
- 76% en el Edificio sede empresa
- 10% en el Edificio de servicios públicos

En dos de los seis edificios analizados el impacto de la huella de carbono en la fase de ejecución es superior a la obtenida en la fase de uso y mantenimiento. Se trata del edificio de viviendas de VPO y la sede corporativa con calificaciones energéticas B y A, respectivamente, y para los cuales el impacto de la fase de ejecución supone un 51% y un 76% respectivamente. En el resto de casos el impacto de la fase de ejecución es inferior al 25%.

La imagen 06 muestra de forma gráfica el peso específico de cada una de las dos fases en las emisiones totales de CO2 de cada proyecto:

Figura 7: peso específico de cada una de las dos fases.



Los cuatro primeros casos analizados muestran una cierta coherencia en los resultados, con una media en la huella de carbono de 586,25 KgCO2/m2 en la fase de construcción y unas emisiones medias de CO2 de 2.021KgCO2/m2 para toda la vida útil estimada en 50 años. Los ejemplos quinto y sexto son casos extremos en los que una de las fases muestra un comportamiento anómalo. La sede central tiene una altísima huella de carbono debido sobre todo a la incidencia de la estructura metálica e instalaciones y el edificio de servicios público tiene un alto consumo de energía en la fase de uso debido a una alta demanda energética. Ambos ejemplos distorsionan la media pero sirven para evidenciar las diferencias entre edificios eficientes y aquellos que no lo son.

CONCLUSIONES

La comparación entre la energía consumida en el uso de un edificio y la energía embebida originada por su construcción se ve fuertemente afectada por los sistemas constructivos utilizados y la existencia y complejidad de las instalaciones proyectadas.

En dos de los seis edificios analizados el impacto de la huella de carbono en la fase de ejecución es superior a la obtenida en la fase de uso y mantenimiento. Se trata del edificio de viviendas de VPO y la sede corporativa que tenían calificaciones energéticas B y A, respectivamente, y para los cuales el impacto de la fase de ejecución supone un 51% y un 76% respectivamente.

Por el contrario, en los edificios con calificación energética D, el impacto en la fase de uso y mantenimiento es tan importante que llega a suponer el 90% del impacto global a lo largo del ciclo analizado.

Si comparamos el impacto de la energía embebida con un edificio de referencia que cumpla estrictamente con los criterios del Código Técnico de la Edificación (CTE) modelizado según las herramientas software de Calificación energética de edificios obligatorias LIDER-CALENER, obtendremos que el gasto energético en la construcción es equivalente al gasto energético a lo largo de 30 años.

Por otra parte, el hecho de que los edificios cada vez sean más eficientes en el consumo energético en la etapa de uso del edificio, disminuyendo su demanda energética a través de las medidas contenidas en la actualización del CTE, hace que la energía embebida de los edificios tenga mayor importancia, y por tanto deba contemplarse como un factor más a tener en cuenta en su diseño.

Por último, cabe indicar que el cálculo de ACV desarrollado para cada uno de los componentes constructivos se ha basado en un producto estándar, conforme a las indicaciones especificadas por la base de precios, por lo que no se han tenido en cuenta procesos específicos de una determinada marca o producto, en los que la fabricación del material se haya desarrollado mediante procesos especiales, o empleando fuentes de energías renovables, que harían disminuir su huella de carbono. Esta limitación podría ser superada en un futuro, en la medida en que los fabricantes vayan aportando valores propios, que pueden ser incorporados al software E2CO2.0 por cada usuario final.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ISO 14040:2006: Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia.
2. ISO 14044: 2006 Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices.
3. ISO 14025: 2010 Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales tipo III. Principios y procedimientos.
4. UNE EN 15804:2012 Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categoría de productos básicas para productos de construcción.

2.1.12 ECODISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR TÉRMICO BASADO EN LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV). CASO DE ESTUDIO.

País: Colombia.

Autor: Cátedra UNESCO de Ciclo de Vida y Cambio Climático.

1.1-Raigosa-Colombia-1

ECODISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR TÉRMICO BASADO EN LA METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV). CASO DE ESTUDIO

Juliana Raigosa Montoya [(1)]
Ingeniera de Diseño de Producto (Universidad EAFIT) y M.Sc Sostenibilidad (Universidad Politécnica de Cataluña) especialidad: ecología industrial. Actualmente docente de cátedra en Universidad EAFIT (Colombia) y consultora independiente en gestión de innovación, diseño y sostenibilidad.

Dirección (1): Carrera 71 nº Circular 5-19 – Barrio Laureles – Medellín – Antioquia – 050031 – Colombia - Tel +57 3003485924 – e-mail: julyraigo@gmail.com

RESUMEN

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una metodología relevante que permite ecodiseñar productos y sistemas teniendo en cuenta los aspectos ambientales que presentan un potencial de mejora a lo largo de las diferentes etapas de su ciclo de vida. El presente trabajo evalúa el desempeño ambiental de un sistema solar térmico forzado usado para suministrar Agua Caliente Sanitaria (ACS) a una edificación de ámbito doméstico en España, comparándolo con un sistema tradicional de calentamiento de agua que usa gas natural como fuente de energía. Este estudio permite identificar ventajas del sistema solar relacionadas con importantes categorías de impacto global como el potencial de calentamiento global, e identificar puntos débiles del sistema en categorías como la acidificación y la eutrofización. El análisis también destaca los componentes con mayor impacto ambiental, como el colector, el tanque (acumulador) y la tubería de cobre. En base a este análisis se proponen tres escenarios de ecodiseño con el fin de mejorar el perfil e impacto ambiental del sistema, mostrando que la selección apropiada de materiales, tales como acero galvanizado en lugar de cobre para la tubería y el uso de aluminio con un mayor porcentaje de material reciclado en el marco del colector, son estrategias de ecodiseño valiosas con resultados positivos en este caso de estudio.

Palabras clave: ACV, Ecodiseño, Sistema solar térmico, Edificación sostenible.

INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de la era industrial, la población humana se ha expandido incrementando en gran medida su acceso y uso de los recursos naturales. El crecimiento exponencial de la población humana ha traído consigo un crecimiento paralelo en la agricultura, la urbanización y el consumo energético. En poco más de un siglo, los humanos hemos consumido una gran parte de los combustibles fósiles que tomó millones de años en ser producidos por la tierra (Crutzen, 2002). Como se ha conocido durante las últimas décadas (Smithers y Smit, 1997), esta evolución acelerada está causando importantes efectos globales además del agotamiento de los combustibles fósiles, tales como el cambio climático, producido por la generación de gases de efecto invernadero (GEI) por parte del ser humano, causando impactos negativos en la sociedad y en la economía.

Desde la década de los años 70, posterior a la famosa crisis del petróleo, las tecnologías enfocadas en energías renovables se han venido desarrollando cada vez más con el objetivo de complementar (y posiblemente en ultima instancia reemplazar) el petróleo y otros combustibles fósiles como fuentes de energía (Kamp, 2008). Este tipo de energías son producidas gracias a fuentes continuas y virtualmente inagotables, incluyendo el sol, el viento, el agua, la biomasa y la geotermia (Dincer, 2000). Sin embargo, el mundo sigue siendo dependiente en gran parte de los combustibles fósiles. La Unión Europea (UE) es un ejemplo de esta situación, siendo altamente dependiente de energía que importa de otros países fuera de la UE: 76% petróleo, 40% gas natural y 50% carbón según el documento *European Union Green Paper* publicado en el 2002 (EU Green Paper, 2002). Especialmente, el sector de la edificación es responsable en la actualidad del 40% del consumo de energía y del 35% del total de emisiones de GEI en Europa (Directiva 2010/31/EU en el desempeño energético de edificios).

Siendo consciente de esta situación, la Comisión Europea ha establecido una meta para el año 2020: todas las edificaciones nuevas deben ser “energía cero” (Directiva 2010/31/EU en el desempeño energético de edificios), es decir, deben producir tanta energía como consumen durante su fase de operación. Además, algunos autores han argumentado que esta definición debe extenderse para incluir otras etapas del ciclo de vida del edificio (Hernandez y Kenny, 2010). Existen dos posibles enfoques que permiten incrementar la sostenibilidad y reducir el consumo de energía en los edificios: sistemas activos y sistemas pasivos. En el diseño de sistemas pasivos, se encuentran ventanas, paredes, techos y suelos diseñados para recolectar, almacenar y distribuir energía calórica del sol en el invierno y rechazarla en el verano. Sin embargo, una vez el edificio está construido, es difícil reducir su demanda energética, y es entonces cuando los sistemas activos son necesarios. Estos sistemas están pensados para capturar la energía del sol y convertirla en calor o electricidad para cubrir la demanda energética del edificio, un ejemplo son los colectores solares.

En promedio, el uso de energía en un edificio residencial para el calentamiento de agua es aproximadamente un 25% del total del consumo energético (EuroACE, 2004). Los sistemas solares para el calentamiento de agua son una tecnología probada y muy usada para reducir la demanda de energía no-renovable en el abastecimiento de agua caliente sanitaria (ACS), y su potencial para disminuir la demanda energética en ámbitos domésticos ha sido frecuentemente reconocida (Hernandez y Kenny, 2012).

A pesar de ser considerada una fuente de energía “limpia”, existen impactos ambientales en la energía solar involucrados en etapas como la manufactura, transporte, uso y disposición final de los sistemas solares, debido al consumo de recursos y la emisión de contaminantes. Las consecuencias ambientales de estas transacciones incluyen el agotamiento de recursos, la emisión de GEI y acidificación, entre otras. Esta situación hace necesaria la evaluación de las tecnologías solares, teniendo en cuenta sus impactos ambientales directos e indirectos causados a lo largo de todo su ciclo de vida (Tsilingiridis et al., 2004). Estos productos y sistemas han sido investigados y mejorados de manera contínua en los últimos años, pero aún existe un importante margen de posibles mejoras.

Este artículo está enmarcado en el Proyecto RENIA (RENIA, 2012), cuyo objetivo es ayudar a fabricantes españoles de sistemas solares (térmicos y fotovoltaicos) a optimizar sus productos en cuanto al diseño y reducir su impacto en su ciclo de vida, además del desarrollo de Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) (ISO, 2006a). Dentro de este marco, este artículo se enfoca en sistemas solares térmicos, e intenta identificar sus puntos débiles (materiales, procesos, componentes) desde una perspectiva de ciclo de vida, para generar lineamientos sobre cómo optimizar estos sistemas y así reducir su impacto ambiental.

METODOLOGÍA

Tanto el ecodiseño como el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) son metodologías exhaustivas e integrales que permiten actuar en etapas tempranas del diseño de productos junto a criterios más tradicionales (técnicos y económicos).

El diseño de un producto es un factor determinante en la competitividad de fabricantes y empresas. Se ha afirmado que alrededor de un 80% de los costos del desarrollo del producto, su manufactura y su uso son determinados en las fases iniciales del diseño. Teniendo en cuenta lo anterior, en la medida en
que se tengan en cuenta factores ambientales en el producto de manera temprana, mayor será el potencial de reducción de costos y mayor será el beneficio ambiental (Mascle y Zhao, 2008). En este sentido, el ecodiseño ha sido definido como *'la integración sistemática de consideraciones y aspectos ambientales en el producto y en el proceso de diseño de productos'* (NRC Canada, 2003), cuya principal ventaja es que estas consideraciones pueden hacerse en etapas tempranas del proceso de diseño.

Por otro lado, el ACV permite la cuantificación de los impactos ambientales y la evaluación de las posibles opciones de mejora a lo largo de todo el ciclo del producto, proceso o actividad. Estas mejoras pueden ser aplicadas en diferentes etapas del ciclo de vida: selección de procesos, materiales, diseño, fin de vida, optimización (Azapagic, 1999). Tal y como está detallado en la norma ISO14040 (ISO, 2006b), el ACV pone su atención en los aspectos ambientales y potenciales impactos (uso de recursos y sus consecuencias ambientales), a lo largo del ciclo de vida de un producto, desde la consecución de las materias primas, su producción, uso, tratamiento de fin de vida, reciclaje y disposición final (de la cuna a la tumba), evitando el desplazamiento o traspaso de cargas entre etapas o categorías de impacto. Esto implica que reducir los impactos de determinada etapa del ciclo de vida en una región geográfica o categoría de impacto específica, no puede implicar un incremento en algún otro lugar o categoría (por ejemplo, ahorrar energía durante la fase de uso de un producto, mientras no se aumente la cantidad de materiales necesaria para producirlo, para que así no anule los ahorros conseguidos). Las características mencionadas anteriormente, destacan al ACV como una metodología integral y relevante que permite el ecodiseño de productos (Cerdan et al. 2009).

En cuanto al ecodiseño, existen diferentes estrategias, incluyendo la reducción de variedad y cantidad de materiales utilizados, la mejora de la eficiencia energética durante la fase de uso o el diseño para el reciclaje, la reutilización, entre otros. El uso de estas estrategias dependerá del tipo de producto o servicio o el objetivo de la compañía (Cerdan et al. 2009). La aplicación de estas estrategias pueden resultar en un ahorro de materiales y energía, así como reducción en la generación de residuos, traduciéndose de esta manera en reducciones de costos.

En el caso de los sistemas solares térmicos, se han realizado diferentes estudios de ACV, los cuales han resultado en la implementación de estrategias de ecodiseño, relacionadas básicamente con el cambio de materiales y la reducción de pérdidas de calor. Battisti y Corrado (2005) identificaron que en un sistema térmico con almacenamiento de agua (acumulador) incluido, los principales impactos ambientales están asociados a la fase producción, especialmente con la tubería de cobre, llevando a una estrategia de cambio de material (uso de acero). Con respecto a la etapa de uso, los autores proponen el uso de una cubierta adicional para el colector, en este caso policarbonato, para mejorar su desempeño en la producción de energía. También en relación con la cubierta, los autores Chaurasia y Twidell (2000), propusieron en su estudio la evaluación del desempeño de un colector integrado con y sin una capa de este material aislante transparente (policarbonato). En este caso el colector que usaba policarbonato fue más efectivo que el que usaba un vidrio como cubierta, debido a la reducción de perdida de calor (U_L).

Otro ACV realizado por Allen et al. (2010), concluyó que la fase de producción, en especial la producción de aluminio, es la de mayor intensidad en gasto energético y produce la mayoría de impactos ambientales del sistema. Este hallazgo llevó a la aplicación de una estrategia donde se aumenta el porcentaje de aluminio reciclado para el marco del colector, mostrando algunas mejoras en cuanto a su impacto ambiental: reducción de un 20% en la generación de GEI, 14% en el potencial de destrucción de la capa de ozono, 22% en acidificación y 20% en eutrofización.

CASO DE ESTUDIO

Sistema de producto

El caso de estudio llevado a cabo está enfocado en un producto de la empresa Termicol, socio del proyecto RENIA: un sistema solar de circulación forzada para producir Agua Caliente Sanitaria (ACS) en el ámbito doméstico. El estudio de

ACV fue realizado acorde a la norma ISO 14044, sin revisiones o verificaciones externas. Fue realizado usando el software de ACV GaBi v.4 y la base de datos Ecoinvent v.2 como principal fuente de datos, específicamente, la sub-base de datos *"Energy Systems"* (Dones et al. 2007) fue usada ampliamente, tomando como base el modelo *Solar System flat plate collector for one-family house - Hot water*, para adaptarlo y llevarlo a ser lo más parecido posible al sistema real (Termicol, 2011). La tabla 1, muestra la adaptación y las principales características del sistema:

Tabla 1: Adaptación y características del sistema solar de circulación forzada

Característica	Modelo Termicol	Modelo Eco-invent	Adaptación requerida
Área del colector	3.8 m^2	4 m^2	Adaptar al área real
Placa de absorción	Cobre	Cobre	-
Material cubierta	Vidrio templado (8 kg/m^2)	Vidrio templado (9.12 kg/m^2)	Adaptar el peso
Marco colector	Aluminio	Aluminio	-
Aislamiento colector	Lana de roca	Lana de roca	-
Tanque agua (acumulador)	300 L	600 L	Adaptar al volumen real
Vaso de expansión	18 L	25 L	-
Tubería circuito primario	Cobre (3.24 kg/m^2)	Cobre (2.82 kg/m^2)	Adaptar al peso real
Tubería circuito secundario	Cobre 7.13 kg	Cobre 8 kg	Adaptar al peso real
Sistema auxiliar	Caldera gas natural	No cuenta con sistema auxiliar	Añadir un sistema auxiliar al modelo
Fluido térmico	Propilenglicol	Propilenglicol	-
Mix energético	España	Suiza	Adaptar al mix Español
Vida útil	20 años	25 años	Usar 20 años como referencia

(Termicol, 2011; Dones et al. 2007)

Definición de objetivos y alcance

El principal objetivo del presente estudio es evaluar los impactos ambientales de un sistema solar térmico con circulación forzada, y compararlo con un sistema de calentamiento tradicional que usa gas natural como su principal fuente de energía. Los resultados de este estudio permitirán la identificación de puntos de mejora en el sistema y la propuesta de diferentes escenarios de ecodiseño.

La Unidad Funcional (UF) es definida como la producción de 1kWh de energía térmica para cubrir la demanda de ACS de una casa de seis (6) personas (al igual que en el modelo de Ecoinvent), ubicada en Barcelona, España. Existen dos escenarios energéticos básicos: en el primero, el uso de energía solar se combina con un sistema auxiliar de calentamiento de gas natural para cubrir el 100% de la demanda; en el segundo, el sistema solo usa gas natural para cubrir la demanda. Para ambos casos el horizonte de tiempo considerado es de 20 años; los límites del sistema se muestran en la figura 1 y 2, de manera respectiva.

Figura 1: Límites del sistema para el sistema solar con circulación forzada

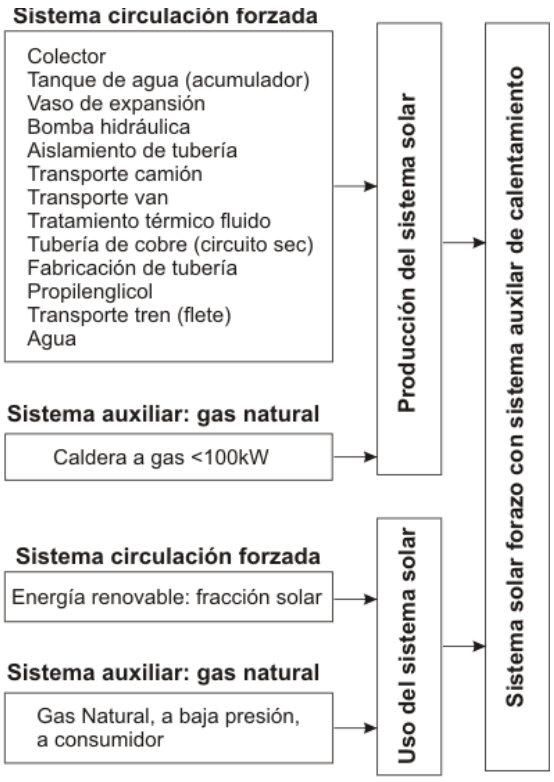
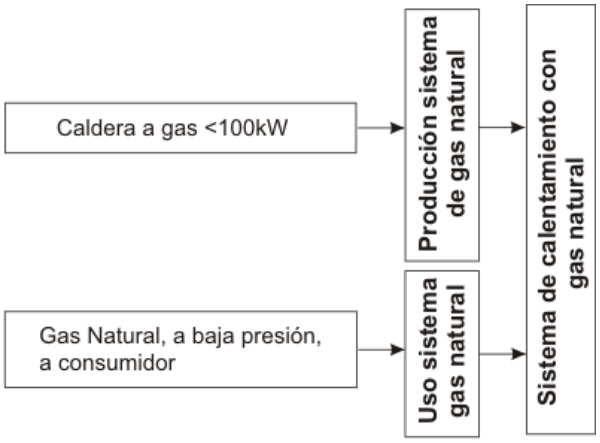


Figura 2: Límites del sistema para el sistema de calentamiento de gas natural



Análisis de inventario

En el Inventario de Ciclo de Vida los datos fueron listados para cada uno de los componentes y etapas para ambos sistemas (figuras 1, 2).

Debido a que el sistema solar incluye un sistema auxiliar para cubrir la demanda anual de ACS, algunos cálculos fueron necesarios para la fase de uso con el fin de calcular cuánta parte del total de la energía era cubierta por ambas fuentes, solar y gas natural.

De acuerdo con la regulación en la edificación en España o Código Técnico de Edificación (CTE, 2009), una persona consume aproximadamente 40L de ACS a 45º cada día, lo que implica que una casa de seis personas tiene una demanda anual de agua caliente equivalente a 3,181 kWh (Tabla 2). Para conocer cuánta de esta demanda es cubierta por el sistema solar, llamada fracción solar, deben tenerse en consideración dos parámetros básicos: la eficiencia térmica del colector $F_R(U_L)$ relacionada con las pérdidas de calor; y la eficiencia óptica $F_R(\tau\alpha)$ relacionada con la capacidad de transmisión de la luz de la cubierta (τ) y la capacidad de absorción de la superficie de cobre del colector (α) (Duffie y Beckman, 2006). Los fabricantes de este tipo de productos suelen facilitar los valores para ambos parámetros.

En este caso, la eficiencia térmica es 4.086 W/(m^2K) y la eficiencia óptica es 0.77. Teniendo esto en cuenta y considerando la capacidad del tanque y el área del colector (78.9L por cada m^2), el sistema solar estudiado es capaz de cubrir el 75.6% de la demanda anual de ACS. El sistema auxiliar de gas natural debe cubrir el resto de la demanda. La tabla 2 reporta los valores para cada mes del año y para el total de la demanda.

Tabla 2: Demanda anual de ACS y fracción solar

Mes	T agua fría (ºC)	Demanda ACS (kWh)	Fracción solar (kWh)	%
E	9	311	157.5	50.6
F	10	273	174.4	63.9
M	11	294	222.2	75.6
A	12	276	233.6	84.6
M	14	268	242.5	90.5
J	17	234	222.5	95.1
J	19	225	219.4	97.5
A	19	225	216.4	96.2
S	17	234	209.7	89.6
O	15	260	198.6	76.4
N	12	276	163.9	59.4
D	10	303	142.8	47.1
Total		**3,181**	**2,403.6**	**75.6**

Para el sistema tradicional de calentamiento, la totalidad de la demanda es cubierta con gas natural, lo que equivale a 8,781 m^3 de gas natural para los 20 años de vida útil del sistema.

Evaluación de impactos

Con el objetivo de describir los impactos ambientales del sistema a lo largo de su ciclo de vida, se seleccionaron algunas categorías siguiendo la recomendación de la norma EN15804 (2012), que contiene las principales reglas para el desarrollo de Reglas de Categoría de Producto (RCP) para materiales y productos de la construcción. Las categorías seleccionadas para las emisiones son tomadas del método CML 2001, debido a su amplio uso en el campo de estudio de ACV y su perspectiva orientada al problema (Monteiro y Freire, 2012):

- Potencial de Acidificación
- Potencial de Eutrofización
- Potencial de Calentamiento Global
- Potencial de agotamiento de Ozono Estratosférico
- Potencial en la creación de Ozono Fotoquímico

El sistema estudiado es un producto de alto consumo energético, debido a este hecho, se usan métricas adicionales relacionadas con cantidades acumuladas de energía primaria no-renovable y (renovable + no-renovable: acumulada total) que son directa o indirectamente consumidas a lo largo de la vida del sistema. Estos indicadores *"non-renewable cumulative energy demand"* (NR-CED) y *"cumulative energy demand"* (CED) son calculados incluyendo la demanda indirecta de energía para la consecución de materiales. En la literatura hace algunos años, el termino NR-CED es usado para referirse al total de energía requerida bruta (*Gross Energy Requirement* - GER). Este tipo de indicador es un requerimiento estándar en la norma EN15804 (2012), y ha sido ampliamente usado en la literatura científica para análisis

energéticos (Slesser, 1974; Gurzenich y Wagner, 2004; Thiaux et al., 2010, Ulgiati et al., 2006; Raugei et al., 2007; Ulgiati et al., 2011), a pesar de no ser una métrica estándar en estudios de ACV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Perfil ambiental del sistema

La tabla 3 reporta los resultados para las categorías de impacto y emisión descritas anteriormente y muestra el porcentaje de cambio relativo que representa el sistema solar cuando es comparado con un sistema tradicional de gas natural. La comparación entre sistemas también puede ser vista en la tabla 4, donde se lista la demanda de energía primaria.

Tabla 3: Valores para las emisiones de los dos sistemas analizados

Categoría	Unidad por kWh generado	Sistema de gas natural	Sistema Solar	Cambio relativo
Acidificación	kg SO_2	2.35E-04	2.50E-04	+6.22%
Eutrofización	kg PO_4^{3-}	2.48E-05	4.00E-05	+61.30%
Cambio climático	kg CO_2	2.64E-01	9.24E-02	-65.01%
Agotamiento Ozono Estratosférico	kg CFC11	4.07E-08	1.25E-08	-69.33%
Formación de Ozono Fotoquímico	kg etano	6.06E-05	3.60E-05	-40.58%

Tabla 4: Valores para la demanda acumulada de energía (CED) y demanda acumulada de energía no-renovable (NR-CED)

	Unidad por kWh generado	Sistema de Gas Natural	Sistema Solar	Cambio relativo
NR-CED	MJ	4.63	1.65	-64%
CED	MJ	4.65	5.30	

Cuando el sistema solar es comparado con un sistema que usa gas natural para la producción de ACS, se observa un mejora sustancial en las categorías de calentamiento global (-65% Tabla 3). Este es uno de los indicadores considerados de mayor importancia en la actualidad. Este resultado está directamente relacionado con el uso de energía primaria no-renovable (NR-CED, Tabla 4), que indica que el sistema solar usa un 64% menos de gas natural (y de manera correspondiente, mucha más energía renovable, como era de esperarse). Las mejoras también pueden verse en otras categorías de impacto global y de gran importancia como el agotamiento de Ozono Estratosférico (-69%) y la formación de Ozono Fotoquímico (-41%).

En cambio, categorías como la acidificación y la eutrofización (especialmente esta última) son puntos débiles en el perfil ambiental del sistema solar a lo largo de su ciclo de vida. Estos resultados pueden estar asociados con el uso intensivo de metales en la etapa de producción, causando un aumento en los niveles ambientales de ácidos y nutrientes (tales como el nitrógeno y el fósforo).

Sin embargo, la acidificación y la eutrofización son categorías locales que necesitan un mayor análisis debido a su radio de emisión. Por ejemplo, en el caso del sistema de gas natural, la mayoría de las emisiones que provienen de la quema del gas se producen en un radio más pequeño, focalizando su impacto en la comunidad local. Por otro lado, las emisiones del sistema solar se deben en su mayoría a la producción de los componentes y la extracción de materiales, actividades que son llevadas a cabo normalmente en sitios diferentes y probablemente muy lejos unos de otros, haciendo que estas emisiones sean más dispersas, y por lo tanto de menor intensidad en una comunidad local especifica. Sería interesante analizar también la responsabilidad ambiental asociada en términos de externalización de impactos en cada caso. Un análisis completo de aspectos como los descritos anteriormente serían muy relevantes en este tipo de categorías de carácter local. Sin embargo está por fuera del enfoque del presente estudio.

Después de comparar ambos sistemas, y como segundo paso de este análisis, el sistema solar se ha desagregado en sus componentes principales (fig.1) para conocer cuáles contribuyen en mayor medida en cada categoría de impacto. Como resultado de esta desagregación, el colector, el tanque y la tubería de cobre del circuito secundario, son los componentes con un mayor impacto ambiental en el sistema (Tabla 5).

Tabla 5: Componentes con mayor impacto ambiental en el sistema solar

Categoría	Unidad por kWh generado	Colector	Tanque de agua	Tubería cobre
Acidificación	kg SO_2	33.8%	25.0%	8.3%
Eutrofización	kg PO_4^{3-}	23.8%	28.2%	1.8%
Cambio climático	kg CO_2	9.5%	14.6%	0.3%
Agotamiento Ozono Estratosférico	kg CFC11	5.9%	6.6%	0.2%
Formación de Ozono Fotoquímico	kg etano	17.8%	24.6%	3.0%

Potencial de mejora del sistema: escenarios de ecodiseño

Con base en la detección de los puntos débiles del sistema solar analizado y gracias a la guía y estudio de los estudios de ACV hallados en la literatura (nombrados previamente en la sección: metodología), se establecen y evalúan los siguientes escenarios de ecodiseño:

1. Fase de producción: reemplazar la tubería de cobre por tubería de acero galvanizado para el circuito secundario del sistema.
2. Fase de uso: reemplazar la cubierta de vidrio templado por una cubierta de policarbonato multipared.
3. Fase de producción: incrementar el porcentaje de aluminio secundario (reciclado) en el marco del colector.

Los cambios descritos anteriormente no afectan la durabilidad del sistema ni implican un mantenimiento adicional.

Escenario 1: tubería de acero galvanizado
El principal objetivo con esta sustitución de material es reducir el impacto de las categorías de eutrofización y acidificación usando un material que es comúnmente usado en España para la producción de tubería (acero galvanizado). El cambio de material fue realizado teniendo en cuenta la equivalencia dimensional y funcional de la tubería, cambiando de 7.14 kg de cobre a 16.5 kg de acero galvanizado.

El uso de acero galvanizado produjo una reducción del 5.77% en la categoría de acidificación en el sistema solar (Tabla 6) y una pequeña reducción en la categoría de formación de ozono fotoquímico. La reducción de estos impactos es un resultado positivo que puede ayudar a mejorar el perfil del sistema. Los valores de la demanda de energía primaria (Tabla 7) aumentaron en una pequeña proporción, demostrando que tener una tubería de acero más pesada implica que sea energéticamente más intensa que la tubería de cobre.

Escenario 2: cubierta de policarbonato
El principal objetivo al cambiar la cubierta de vidrio templado a un policarbonato multipared es intentar reducir las pérdidas de calor para obtener una mayor eficiencia del colector y una mayor fracción solar usando menos gas natural del sistema auxiliar. El policarbonato multipared es conocido como un excelente material aislante y se ha usado previamente en colectores solares (Chaurasia y Twidell, 2000).

El material seleccionado es un policarbonato de 10mm de espesor 2W (2 paredes). Debido a que la inclusión de este nuevo material implica un cambio en la eficiencia del colector, deben calcularse e incluirse nuevos datos que incluyen la fracción solar. Este tipo de policarbonato tiene una eficiencia óptica FR(τα) de 0.69 (más baja que la del vidrio) y una eficiencia térmica $F_R(U_L)$ de 3.2 W/(m^2K). Estos valores indican que el policarbonato tiene menos capacidad de dejar pasar la luz a través de la cubierta pero lo compensa con menos perdidas térmicas, obteniendo una fracción solar del 76%, un valor muy similar al obtenido con el vidrio templado, de manera que la ganancia en la fracción solar es mínima

(0.4%), y este comportamiento puede ser observado en los resultados de las emisiones y demanda de energía primaria (Tabla 6 y 7).

Escenario 3: Aluminio reciclado para el marco del colector
El aluminio usado para producir el marco del colector es inicialmente *"Wrought alloy"* (aluminio forjado), y consiste en un 90% de aluminio virgen o primario y un 10% de aluminio secundario (*new scrap*) (Eco-invent Data Base v 2.2. 2009). El objetivo de este escenario es usar un porcentaje menor de aluminio primario para reducir de esta manera el impacto del colector. Para esto, se tomó un nuevo tipo de aluminio de la base de datos llamado *"Cast alloy"* (aleación), que contiene 20% de aluminio primario, 47% de aluminio secundario (*new scrap*) y 33% aluminio secundario (*old scrap*). Se asume que la pérdida de resistencia a la tracción que caracteriza a los *"Cast alloy"* no represente un problema para el marco del colector.

Los resultados del uso de un mayor porcentaje de aluminio reciclado muestra una reducción en todas las categorías de impacto (Tabla 6), especialmente en el potencial de acidificación, eutrofización y formación de ozono fotoquímico, demostrando que el uso de aluminio reciclado resulta en un menor impacto en términos de emisiones. El uso de energía primaria no-renovable (NR-CED) en este escenario se redujo en un 2.2%, lo que es un resultado positivo resultante del uso de menos energía para extraer y producir aluminio virgen (Tabla 7).

Tabla 6: Valores para las emisiones para los escenarios de ecodiseño

Categoría	Unidad por kWh generado	Sistema Solar original	Tubería acero	Policarbonato	Aluminio reciclaje
Acidificación	kg SO2	2.50E-04	-5.77%	+0.6%	-4.63%
Eutrofización	kg PO4	4.00E-05	+0.51%	+0.8%	-3.50%
Cambio climático	kg CO2	9.24E-02	+0.83%	-1.5%	-2.67%
Agotamiento Ozono Estratosférico	kg CFC11	1.25E-08	+0.48%	+0.7%	-1.14%
Formación de Ozono Fotoquímico	kg etano	3.60E-05	-0.91%	-0.8%	-3.60%

Tabla 7: Demanda de energía primaria para los escenarios de ecodiseño

Categoría	Unidad por kWh generado	Sistema Solar original	Tubería acero	Policarbonato	Aluminio reciclaje
Energía primaria de materiales renovables	MJ	3.65	0%	0%	-0.2%
(NR-CED) Energía primaria de recursos no renovables	MJ	1.65	+0.9%	-0.9%	-2.2%

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La metodología de ACV ha probado ser un herramienta apropiada en el ecodiseño de sistemas solares térmicos. La principal clave es la capacidad que brinda de dar una mirada integral y detallada a un producto o sistema, que hace posible encontrar puntos débiles y revelar aspectos 'escondidos' o difíciles de identificar gracias a la desagregación del sistema en componentes, materiales y procesos.

Al llevar a cabo un ACV de un sistema solar térmico de circulación forzada, se llego a la identificación de ventajas ambientales y puntos débiles del sistema cuando es comparado con un sistema de calentamiento tradicional que usa gas natural para proveer ACS a una casa de seis personas. A pesar que el sistema solar muestra importantes mejoras en aspectos de gran relevancia como el calentamiento global, agotamiento de ozono estratosférico y formación de ozono fotoquímico, muestra que aún hay lugar para mejoras. Los puntos débiles y con potencial de mejora incluyen las categorías de acidificación y eutrofización, mostrándose mayores que en el sistema tradicional de gas natural. En un segundo paso del análisis y posterior a la comparación de sistemas, el tanque de agua, el colector y la tubería de cobre del circuito secundario, se muestran como los componentes de mayor impacto ambiental en el sistema.

El análisis y la búsqueda en literatura, llevan a la propuesta de diferentes escenarios de ecodiseño. Específicamente el cambio de material de la tubería del circuito secundario de cobre a acero galvanizado muestra una mejora sustancial en la categoría de acidificación. El uso de policarbonato multipared en lugar de vidrio templado para la cubierta produce casi la misma fracción solar, así como en los impactos ambientales. Finalmente el uso de un mayor porcentaje de aluminio en el marco del colector produce mejoras en todas las categorías de impacto estudiadas. El desarrollo de escenarios de ecodiseño que se basan en el ciclo de vida del producto permite a las compañías conocer sus productos con mayor detalle así como su potencial de mejora, dándoles una ventaja competitiva sobre sus competidores y una oportunidad consistente y fuerte de comunicarse con sus clientes en términos de beneficios ambientales.

Se recomienda tener en cuenta posibles cambios en el desempeño de los materiales nuevos que puedan ser usados en las estrategias de ecodiseño así como la manera en la que afectan al sistema completo (su vida útil, mantenimiento, desempeño técnico, resistencia y durabilidad), ya que estos cambios pueden afectar el estudio de ACV base e implicar un mayor tiempo y dedicación en el estudio. Sin embargo, la atención a estos detalles es vital para tener un estudio y resultados cercanos a la aplicación de estas estrategias en la realidad. También se recomienda poner especial atención en el análisis de las categorías de impacto de carácter local (como la acidificación y eutrofización), ya que como se comentó brevemente en este artículo, pueden variar según su radio de emisión y otros aspectos, haciendo necesaria una revisión de las responsabilidades ambientales en la externalización de impactos.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo está basado en los resultados de una tesis de maestría llevada a cabo en cooperación con la Cátedra UNESCO de Ciclo de Vida y Cambio Climático (España) con la asesoría de: Dr. Marco Raugei, Dra. Cristina Gazulla y Oscar Enguita, y bajo la coordinación de los tutores Dra. Núria Garrido y Dr. Martí Rosas de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). A todos agradezco su guía y dedicación al proyecto. Especial agradecimiento a la empresa TERMICOL S.L por facilitar datos para esta investigación en el contexto del proyecto RENIA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALLEN, S.R., HAMMOND, G.P., HARAJLI, H.A., MCMANUS, M.C., WINNETT, A.B. (2010) Integrated appraisal of a Solar Hot Water system. Energy, Vol. 35, 1351 - 1362.
2. AZAPAGIC, A. (1999) Life cycle assessment and its application to process selection, design and optimization. Chemical Engineering Journal 73 (1999) 1±21.
3. BATTISTI R., CORRADO, A. (2005) Environmental assessment of solar thermal collectors with integrated water storage. Journal of Cleaner Production, Vol. 13, 1295 - 1300.
4. CERDAN, C., GAZULLA, C., RAUGEI, M., MARTINEZ, E., FULLANA-I-PALMER, P. (2009) Proposal for new quantitative eco-design indicators: a first case study. Journal of Cleaner Production 17 (2009) 1638–1643.
5. CHAURASIA P.B.L., TWIDELL, J. (2000) Collector Cum storage solar water heaters with and without transparent insulation material. Solar Energy, Vol. 70, Nº5, pp. 403 – 416.
6. CRUTZEN, P.J. (2002) The “anthropocene”. Journal of Physics IV, France 12 (2002).
7. CTE (Código Técnico de la Edificación) (2009) <www.codigotecnico.org/cte/export/sites/default/web/galerias/archivos/DB_HE_abril_2009.pdf> [Acceso 30.11.2011].
8. DINCER, I. (2000) Renewable energy and sustainable development: a crucial review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 4, 157±175.
9. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings. Official Journal of the European Union 18/6/2010.
10. DONES, R., BAUER, C., BOLLIGER, R., BURGER, B., HECK, T., RÖDER, A., EMMENEGGER, M.F., FRISCHKNECHT, R., JUNGBLUTH, N., TUCHSCHMID, M. (2007) Life Cycle Inventories of Energy Systems: Results for Current Systems in Switzerland and other UCTE Countries. Eco-invent © Centre, Report Nº5.
11. DUFFIE, J.A., BECKMAN, W.A. (2006) Solar Engineering of Thermal Processes. 3rd ed. John Wiley & Sons, New Jersey.
12. ECO-INVENT Data Base v 2.2. (2009) Database of Eco-invent©, version 2.2. Eco-Invent Centre – Swiss centre for Life Cycle inventories. <www.ecoinvent.ch> [Acceso 30.01.12].

13. EN 15804 (2012) Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products. EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, May 2012.
14. EU Green Paper (2002) Towards a European strategy for the security of energy supply. URL: http://europa.eu/documentation/official-docs/green-papers/index_en.htm. Consulted on November 2011.
15. EuroACE (2004) Towards Energy Efficient Buildings in Europe. EUROACE (The European Alliance of Companies for Energy Efficiency in Buildings) Final Report. London, UK.
16. GURZENICH, D., WAGNER, H.J. (2004) Cumulative energy demand and cumulative emissions of photovoltaic's production in Europe. Energy 29 (2004), 2297–2303.
17. HERNANDEZ P., KENNY P. (2010) From net energy to zero energy buildings: defining life cycle zero energy buildings (LC-ZEB). Energy and Buildings 42:815-821.
18. HERNÁNDEZ, P., KENNY, P. (2012) Net energy analysis of domestic solar water heating installations in operation. Renewable and Sustainable Energy Review, 16 (1): 170-177.
19. ISO (2006a) ISO 14025:2006. Environmental labels and declarations -- Type III environmental declarations - Principles and procedures. International Organization for Standardization 2006.
20. ISO (2006b) ISO 14040:2006. Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework. International Organization for Standardization 2006.
21. KAMP, L.M. (2008) Socio-technical analysis of the introduction of wind power in The Netherlands and Denmark. Int. J. Environmental Technology and Management, Vol. 9, Nos. 2/3, 2008.
22. MASCLE, C., ZHAO, H.P. (2008) integrating environmental consciousness in product/process development based on life-cycle thinking. Int. J. Production Economics 112 (2008) 5–17.
23. MONTEIRO, H., FREIRE, F. (2012) Life-cycle assessment of a house with alternative exterior walls: Comparison of three impact assessment methods. Energy and Buildings 47 (2012) 572–583.
24. NRC Canada (2003). Design for Environment Guide. National Research Council, Canada. <http://dfe-sce.nrc-cnrc.gc.ca/home_e.html> [Acceso 02/11/2010].
25. RAUGEI, M., BARGIGLIM S., ULGIATI, S. (2007) Life Cycle Assessment and Energy Pay-Back Time of Advanced Photovoltaic Modules: CdTe and CIS compared to poly-Si. Energy, 32(8): 1310-1318.
26. RENIA (2012) <www.reniaproject.org>
27. SLESSER M. (ed.) (1974) Energy Analysis Workshop on Methodology and Conventions, 89 p. IFIAS, Stockholm, Sweden.
28. SMITHERS, J., SMIT, B. (1997) Human adaptation to climatic variability and change. Global Environmental Change, Vol. 7. No. 2. p. 129 146.
29. TERMICOL (2011) Manual Técnico. <www.termicol.es/images/stories/pdf/Manual_Tecnico_JUL1_2010 (version2).pdf.> [Acceso 10.11.2011]
30. THIAUX, Y., SEIGNEURBIEUX, J., MULTON, B., BEN AHMED, H. (2010) Load profile impact on the gross energy requirement of stand-alone photovoltaic systems. Renewable Energy 35(3): 602-613.
31. TSILINGIRIDIS G., MARTINOPOULOS, G., KYRIAKIS, N. (2004) Life cycle environmental impact of a thermosyphonic domestic solar hot water system in comparison with electrical and gas water heating. Renewable Energy, Vol. 29, 1277–1288.
32. ULGIATI S., RAUGEI M. AND BARGIGLI S. (2006) Overcoming the inadequacy of single-criterion approaches to Life Cycle Assessment. Ecol. Model. 190(3-4): 432–442.
33. ULGIATI, S., ASCIONE, M., BARGIGLI, S., CHERUBINI, F., FRANZESE, P.P., RAUGEI, M., VIGLIA, S., ZUCARO, A. (2011) Material, energy and environmental performance of technological and social systems under a Life Cycle Assessment perspective. Ecological Modeling, 222(1): 176-189.

OFICINA CRIATIVA DE ECODESIGN

Américo Guelere Filho (americoguelere@ yahoo.com) - LCM Treinamento e Consultoria em Sustentabilidade LTDA
Fabien Brones (fabienbrones@ natura.net) - Natura Cosméticos

Resumo
O Ecodesign visa desenvolver produtos inovadores e de reduzido impacto ambiental, sendo definido como a introdução sistemática de requisitos de desempenho ambiental às fases iniciais do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) sem comprometer critérios essenciais ao sucesso comercial dos produtos. A forma geralmente apontada na literatura para se introduzir requisitos de desempenho ambientais ao PDP é por meio da utilização de ferramentas customizadas de Ecodesign possíveis de serem utilizadas desde as fases iniciais de desenvolvimento, pois é onde residem as melhores oportunidades para se reduzir os impactos ambientais de um produto. Nesse contexto, para que a introdução do Ecodesign ás fases iniciais do PDP seja feita de forma estruturada e replicável (e não apenas em projetos pilotos com suporte externo e equipe ad hoc), deve-se contemplar o desafio de conciliar abordagens divergentes com convergentes, elementos de criatividade com analíticos. O objetivo desse artigo é compartilhar os resultados de uma pesquisa aplicada conduzida na empresa Natura voltada à criação de uma ferramenta inovadora para se praticar e ensinar o Ecodesign no âmbito das fases iniciais de seu PDP. Essa ferramenta foi denominada “Oficina Criativa de Ecodesign” (OCE).

Palavras-chave: Ecodesign; processo de desenvolvimento de produtos; criatividade aplicada.

Tópico 4 Diseño y sostenibilidad.

1. INTRODUÇÃO

Entendido como a aplicação do Life Cycle Thinking ao PDP, o Ecodesign visa desenvolver produtos inovadores e de reduzido impacto ambiental, sendo definido como a introdução sistemática de requisitos de desempenho ambiental às fases iniciais do PDP sem comprometer critérios essenciais ao sucesso comercial dos produtos, tais como: qualidade, estética, desempenho, ergonomia, custo, segurança, time to market etc (HAUSCHILD;
JESWIET; ALTING, 2004, GUELERE FILHO, 2009). A despeito dos inúmeros benefícios potenciais do Ecodesign, ainda são raras as empresas que o praticam de forma sistemática auferindo vantagens competitivas (AUSEN ET AL, 2002, BAKSHI; FIKSEL, 2003, HART; MILSTEIN, 2004). A forma apontada na literatura para se introduzir o Ecodesign ao PDP é por meio da utilização de ferramentas customizadas possíveis de serem utilizadas desde as fases iniciais de desenvolvimento (RITZÉN; LINDAHL, 2001, JOHANSSON, 2002; LINDAHL, 2005, GUELERE FILHO; BRONES; COBRA, 2012). Essas fases são de especial interesse, pois é onde residem as melhores oportunidades para se reduzir os impactos ambientais de um produto, pois se estima que até a escolha de seu conceito, algo entre 60% e 90% do impacto ambiental do produto seja definido (GRAEDEL; ALLENBY, 1995, JOHANSSON, 2002, HAUSCHILD; JESWIET; ALTING, 2004). É também durante as fases iniciais do PDP que predominam processos criativos (de natureza divergente e intuitiva) que orientam a definição de conceitos para o produto em desenvolvimento, ao que se seguem abordagens analíticas à medida que suas especificações técnicas vão sendo definidas (BOKS, 2006, BHAMRA ET AL, 1999). Dessa forma, para que a introdução do Ecodesign ás fases iniciais do PDP seja feita de forma estruturada e replicável (e não apenas em projetos pilotos com suporte externo e equipe ad hoc), deve-se conciliar abordagens divergentes com convergentes, elementos de criatividade com analíticos conciliando o uso de ferramentas de Ecodesign com processos criativos primando também pelo elemento pedagógico, o qual facilita a adoção e disseminação do Ecodesign na empresa. O objetivo desse artigo é compartilhar os resultados iniciais de uma pesquisa aplicada conduzida pela Natura cujo objetivo foi criar uma ferramenta inovadora para se praticar e ensinar o

Ecodesign no âmbito das fases iniciais de seu PDP. Essa ferramenta foi denominada "Oficina Criativa de Ecodesign" (OCE) e os resultados descritos nesse artigo representam um balanço dos aprendizados da Natura em 2012.

2. METODOLOGIA

A pesquisa-ação é caracterizada quando uma pesquisa é concebida e realizada em estreita associação com a resolução de um problema e onde pesquisadores e participantes representativos desse problema atuam de forma colaborativa para sua solução (GIL, 1999; THIOLLENT, 2009). O desenvolvimento da OCE visou criar uma abordagem capaz de conciliar criatividade e tecnicidade, tendo envolvido áreas de Pesquisa e Desenvolvimento da Natura, especialistas externos e membros dos times de desenvolvimento de produtos da empresa. Inspirada em experiências europeias de prática e pedagogia do Ecodesign experimentadas em 2012 pela Natura ao promover a vinda do professor Tim McAloone da Universidade Técnica da Dinamarca (DTU) (autor do guia "Environmental improvement through product development"), essa ferramenta foi validada inicialmente em caráter experimental e depois em condições reais. Dessa forma, o procedimento técnico utilizado no desenvolvimento da OCE alinha-se à pesquisa-ação, sendo seu objetivo claramente exploratório. A metodologia de pesquisa-ação utilizada para essa ferramenta foi inspirada também na abordagem descrita por O´Hare (2010).

3. EMBASAMENTO CONCEITUAL

Abrassart e Aggeri (2002) identificaram a existência de duas "rotas" distintas para se praticar o Ecodesign: a dos designers e dos engenheiros. A primeira é intuitiva, divergente, conceitual, futurista e carente de justificativas quantificadas dos eventuais benefícios ambientais e viabilidade econômica (ABRASSART; AGGERI, 2002). Já a "rota" dos engenheiros é analítica, convergente, presente, marcada pelo intenso uso de ferramentas, por diagnósticos ambientais rigorosos e pela definição de especificações complexas que deixam pouca margem de manobra à inovação conduzindo, usualmente, a melhorias incrementais com discretos ganhos em desempenho ambientais raramente percebidos pelo consumidor final (ABRASSART; AGGERI, 2002). Segundo esses autores, existe uma oposição radical entre as duas rotas, ligadas a epistemologias diferentes. Nesse contexto, dever-se buscar unificar criatividade e tecnicidade no desenvolvimento de produtos que ofereçam uma real vantagem em termo de impacto ambiental global, com benefícios perceptíveis pelos consumidores, criando, assim, uma "terceira rota" para o Ecodesign (BRONES, 2004).

3.1. Customização de ferramentas de ecodesign

Uma das formas promissoras para se introduzir requisitos ambientais ao PDP é por meio do uso de ferramentas de Ecodesign (RITZÉN; LINDAHL, 2001, JOHANSSON 2002, LINDAHL, 2005). No entanto, a despeito da abundancia desses artefatos, sua adoção por parte de empresas continua limitada (BAUMANN; BOONS; BRAGD, 2002, LINDAHL, 2005, GUELERE FILHO, 2009). Quando se objetiva utilizar ferramentas de Ecodesign para se introduzir requisitos de desempenho ambiental de forma efetiva ao PDP de uma empresa, a correta seleção e customização de existentes passam a ser mais importante do que o desenvolvimento de novas ferramentas (RITZÉN; LINDAHL, 2001, LINDAHL, 2005, O'HARE, 2010). Diversos autores apresentam processos/procedimentos para seleção de ferramentas baseados em critérios que levem em consideração as demandas dos usuários das ferramentas, as necessidades das empresas, as características específicas de seu PDP e o que se espera, em termos de resultados, do uso das ferramentas. Com relação à sua customização, deve ser baseada em adaptações e testes com as equipes de desenvolvimento de produtos em situações reais e em continuo processo de avaliação de eficácia e eficiência frente às necessidades da empresa, dos usuários e dos resultados obtidos. Em comum, destacam a necessidade de se utilizar uma abordagem de gestão de mudanças e de registro de todas as experiências vividas com o intuito de propor melhorias e disseminar o uso das ferramentas internamente à empresa.

3.2. O guia "Environmental improvement through product development"

McAloone e Bay (2009) apresentam um guia denominado "Environmental improvement through product development" no qual uma abordagem em sete passos para a melhoria do desempenho ambiental de produtos é proposta. Segundo esses autores, os seis primeiros passos são orientados à obtenção de melhorias ambientais no produto estudado, sendo o sétimo voltado à elaboração de um plano de ação para coordenar a implantação dessas melhorias no âmbito do PDP. Os seis primeiros passos são os seguintes: Passo 1: visa descrever a funcionalidade do produto para o usuário, ou seja, sua proposta de valor que entrega a quem o utiliza; Passo 2: objetiva criar uma visão geral do ciclo de vida do produto e dos impactos ambientais significativos relacionados; Passo 3: cria o perfil ambiental e identifique suas causas-raízes;

Passo 4: esquematize a rede de partes interessadas envolvidas ao longo do ciclo de vida do produto e sua relação com os impactos ambientais observados anteriormente; Passo 5: quantifica os impactos ambientais levantados anteriormente; Passo 6: cria conceitos ambientais para a solução dos problemas relacionados aos impactos ambientais levantados e quantificados anteriormente. O Ponto forte dessa metodologia é sua pedagogia, sendo que, no entanto, no que se refere ao emprego de processos criativos na busca de soluções, não vai além da sugestão de realização de brainstorm.

3.3. Design thinking

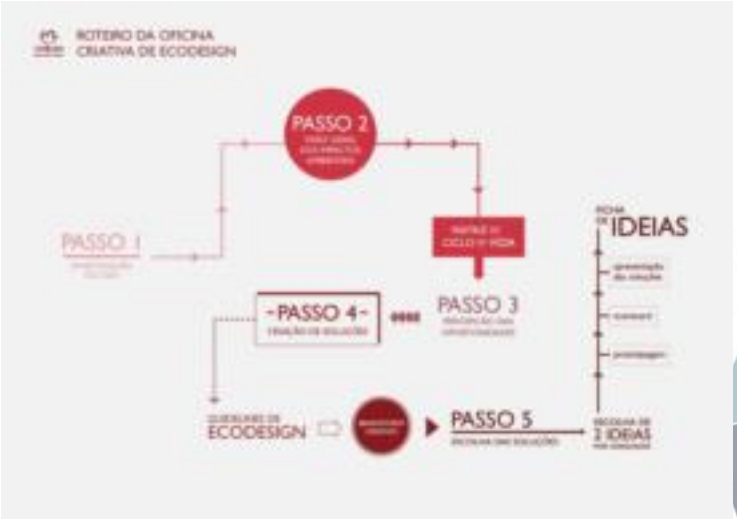
O design thinking é uma metodologia de inovação que visa estimular a busca por soluções diferenciadas, focadas sempre no usuário, nas possibilidades tecnológicas e na viabilidade econômica. É caracterizada pela multidisciplinaridade do grupo participante, pelo processo de investigação, co-criação e prototipagem das propostas. O design thinking envolve métodos que estimulam a empatia entre as pessoas e é baseado em uma série de fases convergentes e divergentes, combinando abordagens do pensamento criativo e analítico. (CUREDALE, 2012). Essa metodologia se caracteriza ainda pelo viés essencialmente prático e experimental (learning by doing), sendo um processo exploratório que pode conduzir a descobertas inesperadas e inovadoras ao longo de sua trajetória, sendo um exercício de descobrir as perguntas e as respostas ao mesmo tempo (BROWN, 2010). Essa metodologia norteou grande parte do processo da OCE.

4. A OFICINA CRIATIVA DE ECODESIGN (OCE)

4.1. Visão geral sobre a OCE

O desenvolvimento da OCE se deu no âmbito do Programa de Pesquisa em Ecodesign da Natura e seguiu princípios da Inovação Aberta. Nesse programa, a Natura, conhecida por seu forte compromisso em sustentabilidade, procura reforçar, de forma inovadora e estruturada, a visão de ciclo de vida em seu processo de inovação de produtos. O desenvolvimento da OCE seguiu os preceitos do Design Thinking: partindo-se de um desafio, juntam-se ideias nascidas de uma equipe multidisciplinar de especialistas de áreas correlatas à inovação e sustentabilidade para elaboração de protótipos de soluções os quais foram testados em ambiente real e posteriormente ajustados a partir do feedback dos participantes e também dos resultados obtidos. A OCE foi concebida também para auxiliar na definição dos requisitos técnicos do produto como um todo, ou seja, para auxiliar a definir o Design Briefing na linguagem dos designers ou a minuta do produto, na linguagem dos engenheiros de produto. Assim, pode-se partir de requisitos mais amplos e utilizar a OCE para auxiliar a definir as especificações-meta do produto. Da mesma forma, pode-se utilizar essa ferramenta diretamente no redesign de um produto existente. A Figura 1 mostra os cinco passos que compõem a Oficina Criativa de Ecodesign (OCE).

Figura 1 - Passos da metodologia proposta



Fonte: Elaboração própria

A aplicação da OCE foi dimensionada para ser feita em dois dias, sendo que no primeiro são realizados os três primeiros passos, sendo os demais finalizados no segundo dia da dinâmica. A OCE foi testada inicialmente em caráter piloto, ao que se seguiram ajustes que contribuírem para sua lapidação e nova aplicação. No entanto, ressalta-se que mesmo a aplicação piloto foi feita em um projeto real de desenvolvimento de produto, o que tornou a experiência do processo de customização mais completa. Duas ferramentas técnicas de Ecodesign foram customizadas para serem utilizadas no âmbito da OCE. A primeira delas tem caráter qualitativo e visa inspirar a equipe na busca por soluções inovadoras e de reduzido impacto ambiental e ganhou o nome de Guidelines de Ecodesign. A segunda ferramenta visa auxiliar a equipe a avaliar o impacto ambiental das diferentes soluções propostas por meio de elementos quantitativos e também qualitativos e foi denominada de Scorecard de Ecodesign. Essas ferramentas foram customizadas anteriormente à OCE, seguindo um processo similar de customização por Pesquisa-Ação em ciclos de testes, melhoria e avaliação. A seguir, os passos que compõem a OCE são apresentados.

4.2. Primeiro passo: investigação do uso

O ambiente em que os produtos são utilizados nos diz muito sobre como as pessoas interagem com esses elementos para desempenhar ações que suprem seus desejos e suas necessidades. Assim sendo, o objetivo desse primeiro passo é familiarizar a equipe de desenvolvimento de produtos com a experiência de uso do produto. Dessa forma, a OCE inicia com uma pesquisa do uso do produto objeto do estudo e do contexto em que estão inseridos. Na investigação, chamada Pesquisa Etnográfica, se dá mais atenção ao verbo (a ação de interação com o objeto) que ao substantivo (o produto em si). Investigar é fazer perguntas, sem pressa de encontrar as melhores respostas: Por que o produto existe? Pra que serve? Quem usa?. Diferente de pesquisas de consumo focadas no produto, a investigação do uso amplia e aprofunda as possibilidades de respostas aos desafios do briefing. Para a realização do exercício, houve a investigação de dois pontos de vista sobre o mesmo produto: o do usuário e o do projetista. No papel de usuários, os participantes foram solicitados a registrarem em suas casas imagens do uso cotidiano do produto objeto do estudo: a forma como se interage com esse produto, em que situações é utilizado, onde e como é guardado. Essas imagens foram expostas e analisadas conjuntamente durante a OCE. O outro ponto de vista veio da área de marketing, apresentando informações sobre os produtos, a concorrência e os desafios futuros da marca. O Primeiro Passo proporcionou aos participantes uma investigação mais focada no briefing, somada à análise mais geral de ambiente e de uso feita anteriormente. Por colocar as equipes participantes no lugar de projetista e de usuário do produto, o exercício potencializou a geração de grande volume de ideias espontâneas, sensoriais e afetivas, fruto da experiência do uso. Ideias, que possivelmente passariam despercebidas por fazerem parte de hábitos cotidianos, se tornaram importantes pontos de diferenciação, a partir do direcionamento estratégico apresentado pelo marketing.

4.3. Segundo passo: visão geral dos impactos ambientais

No Segundo Passo o olhar investigativo foi voltado para o produto objeto do estudo por meio do preenchimento de uma matriz do Ciclo de Vida do Produto. Nela, os participantes avaliaram todas as etapas necessárias para que o produto cumprisse sua função, desde a obtenção dos recursos usados na fabricação do produto, passando por todos os elos da cadeia produtiva e pela distribuição e uso, até sua disposição final. A partir daí identificaram-se os atores envolvidos (stakeholders) e os principais impactos ambientais associados a cada etapa do ciclo de vida do produto. A criação de uma matriz facilitou a coleção e organização de todos os dados levantados. Permitiu uma visão global das equipes acerca dos numerosos e diversos aspectos que se relacionam direta ou indiretamente com o produto em termos de impacto ambiental.

4.4. Terceiro passo: percepção das oportunidades

O objetivo desse passo foi despertar os participantes para as oportunidades de melhorias no desempenho ambiental do produto estudado. As equipes selecionaram então os pontos críticos em termos de impactos ambientais sendo que, nesse passo, a Ferramenta Guidelines de Ecodesign foi introduzida aos participantes como fonte de inspiração na busca por essas soluções. Dessa forma, os problemas (impactos ambientais) passaram a ser vistos como oportunidades de inovação, tendo sido criada uma grande quantidade de ideias inicias a serem melhores consideradas no passo seguinte. Assim, o foco é divergente, sendo a quantidade de ideias, e não sua consistência, o elemento mais importante.

4.5. Quarto passo: criação de soluções

O objetivo desse passo é avançar no desenvolvimento das ideias levantadas anteriormente. Para isso, as equipes destacaram as ideias mais consistentes dentre as geradas no passo anterior e desenvolveram cada uma delas e as apresentaram em plenária. Entende-se por ideias mais consistentes as propostas que mais completamente responderam às demandas do briefing. É comum nesse momento propor soluções diretas e assertiva. Esse padrão de comportamento,

se por um lado é justificado pelo foco em resultado a curto praz, por outro impede, ou pelo menos dificulta a proposição de soluções inovadoras. Para sensibilizar os participantes a conduzir os brainstorming realizados no desenvolvimento das ideias anteriormente levantadas, foram evidenciados os “matadores de ideias”. Expressões como:
“Isso já foi tentado antes”; “Não vai dar certo”; “Custará caro”; “Demorará em ser implementado”, são entraves do processo criativo e deveriam ser eliminadas. Ainda, nesse passo as atividades na OCE foram preparadas para que houvesse mais momentos de prática que de teoria. Praticar a soltura do processo criativo, a liberdade para que os participantes se permitissem ter e expor ideias que de imediato lhes parecessem inviáveis. Foi nesse ambiente que as equipes começaram a transformar ideias em conceitos de soluções aos problemas relacionados aos impactos ambientais.

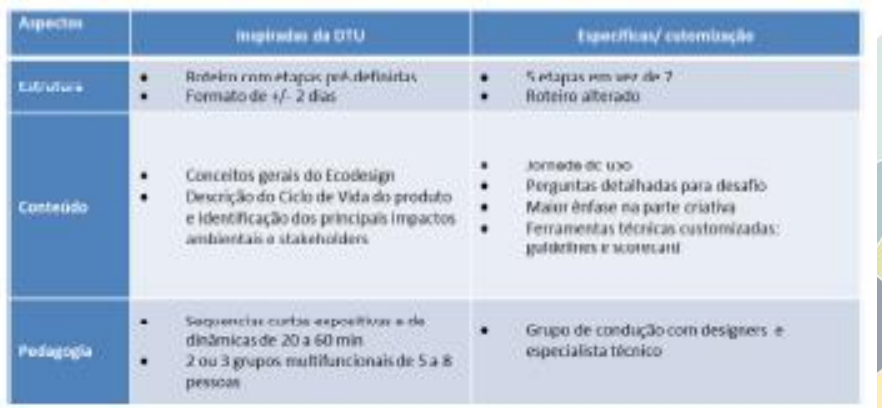
4.6. Quinto passo: escolha de soluções

O foco aqui é convergente: apurar e aprofundar os conceitos de soluções elencados anteriormente. Na prática isso foi feito filtrando as soluções propostas através de um diagrama de Venn, onde cada círculo representou uma restrição prioritária do briefing. As ideias foram posicionadas nos três círculos de acordo com o número de restrições que atendiam. As ideias localizadas na intersecção dos círculos foram consideradas as mais completas, portanto as mais promissoras a serem desenvolvidas. Após essa classificação, as equipes construíram protótipos de suas duas melhores ideias, a fim de melhor comunicá-las aos demais. A prototipagem, nessa fase, deve ser rápida e barata, com materiais simples e encontrados à mão. Serve para testar a funcionalidade da ideia de maneira concreta e com isso perceber cedo as falhas no projeto ou novas oportunidades de soluções. Além de serem testadas com os protótipos, as soluções foram avaliadas no Scorecard, o que auxiliou as equipes na escolha de conceitos de menor impacto ambiental.
Esse último passo instrumentalizou as equipes para melhor apresentar e defender suas ideias através de um modelo físico, onde a comunicação é estabelecida em níveis mais claros e diretos, facilitando a explanação dos conceitos criados e a correção de possíveis falhas não detectadas anteriormente.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os passos propostos (e conjunto de conteúdo que compuseram a OCE) foram considerados adequados ao objetivo de introduzir o Ecodesign às fases iniciais do PDP da Natura e de se ter uma abordagem didática que pudesse ser replicada internamente à empresa. Essa percepção deveu-se em grande parte ao fato de a OCE permitir a conciliação de elementos criativos e divergentes associados às práticas dos designers com elementos convergentes e pragmáticos da engenharia de produto com os elementos estratégicos definidos por pelo marketing. Chegou-se a essa conclusão por meio de avaliação crítica feita após as OCE, a qual levou em consideração os comentários dos participantes e da equipe responsável pelo desenvolvimento da ferramenta. Destaca-se também que a quantidade das ideias e a qualidade dos conceitos gerados foram também indicadores claros do sucesso da abordagem proposta. É também digno de nota que a OCE auxiliou as equipe a reverem o briefing inicialmente apresentado por marketing de tal forma que puderam inserir concretamente requisitos de desempenho ambiental nesse documento. A Figura 2 mostra uma síntese comparativa das características das OCE com o Guia da DTU descrito na seção 3.2.

Figura 2 - Comparação entre a OCE e o guia da DTU



Fonte: Elaboração própria

O processo de customização da OCE permitiu contemplar elementos específicos do contexto da empresa e das equipes participantes, com maior espaço para a criação de soluções inspiradas no design thinking quando comparadas ao guia da DTU. Essa experiência proporcionou à Natura maior familiaridade com os desafios reais relacionados à introdução do Ecodesign em projetos de desenvolvimento de produto e apontou caminhos promissores a serem seguidos, os quais devem ser validados ao longo de 2013 através da replicação da OCE em diversos projetos. Nessas próximas aplicações, oportunidades de melhoria da ferramenta poderão ser testadas, dando sequência ao processo de melhoria contínua de pesquisa participativa. Contudo, já se pode comprovar a eficácia do OCE para o treinamento e prática de
Ecodesign no contexto da empresa, sendo eu a abordagem de Pesquisa Ação seguida permitiu trazer conhecimentos e experiências anteriores em Ecodesign de diversas origens, consolidados através da experimentação em ambiente real de desenvolvimento de produtos. Espera-se que, ao compartilhar essa iniciativa com a comunidade científica e técnica que trabalha com os temas da inovação e sustentabilidade, seja dada uma contribuição ao fortalecimento de conhecimentos pertinentes a esses temas no Brasil, com os benefícios associados às várias partes interessadas envolvidas na sociedade.

REFERÊNCIAS

ABRASSART, C.; AGGERI, F. Eco-conception: du cycle de vie du produit au management environnemental. Annales des Mines. 2002.

AUSEN, D. et al. (2002). GreenPack: green electronics packaging and environmental data flow management – final report from GreenPack phase 1. [S.l.]: Nordic Industrial Fund Center for Innovation and Commercial Development. (GreenPack Report 2002-02).

BAKSHI, B.R.; FIKSEL, J. (2003). The Quest for sustainability: challenges for process systems engineering. AICHE Journal, New York, v.49, n.6, p.1350-1358, June.

BAUMANN, H.; BOONS, F.; BRAGD, A. Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives. Journal of Cleaner Production, v. 10, p. 409-425, 2002. BOKS, C. (2006). The Soft side of Ecodesign. Journal of Cleaner Production, Amsterdam, v.14, n.15/16, p.1346-1356.

BHAMRA, T. et al. (1999). Integrating environmental decisions into the product development process: part 1, the early stages. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENVIRONMENTALLY CONSCIOUS DESIGN AND INVERSE MANUFACTURING, 1999, Tokyo. Proceedings] Tokyo: [s.n.]. p.329

BRONES, F. Des déchets coquilliers en éco-produits : l´éco-conception, « alchimie verte » pour un monde durable. Thèse de Master ISIGE, 2004.

BROWN, Tim. Design Thinking. Editora Campus-Elsevier,. 2010. CUREDALE, R. Design Methods 2: 200 more ways to apply design thinking. Design Community College Inc. 2012.

GIL, A.C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 1999.

GUELERE FILHO, A. Integração do Ecodesign ao Modelo Unificado para a Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos: estudo de caso em uma grande empresa de linha branca. Universidade de São Paulo - Tese de Doutorado. São Carlos, p. 274. 2009.

HAUSCHILD, M.; JESWIET, J.; ALTING, L. Design for the Environment – Do we get the focus right. CIRP Annals - Manufacturing Technology, Paris, v. 53/n.1, p.1–4, 2004.

JOHANSSON, G. Success factors for integration of ecodesign in product development. Environmental Management and Health, [S.l.], v. 13, p. 98-107, 2002.

LINDAHL, M. Engineering designer's requirements on Design for Environment methods and tools. Doctoral Thesis, Royal Institute of Technology, 2005.

LINDAHL M. Engineering designers' experience of design for environment methods and tools – requirement definitions from an interview study. Journal of Cleaner Production 2006;14:487–96.

McALOONE, TC; BEY, N. Environmental improvement through product development: A guide. Danish Environmental Protection Agency, Copenhagen, 2009.

O'HARE, J.A. Eco-innovation tools for the early stages: an industry-based investigation of tool customisation and introduction. University of Bath- PhD Thesis. 2010.

THIOLLENT, M. Pesquisa-ação nas organizações. Atlas, 2009.

2.2 Miércoles 22 de Octubre 2014

Sala 100

2.2.1 OPORTUNIDAD DE AGREGAR VALOR A LA CADENA LANERA.

País: Argentina.

Autor: INTI.

3.5-Ariza-Argentina-1

OPORTUNIDADES DE AGREGAR VALOR A LA CADENA LANERA

Raquel Ariza [(1)]
Diseñadora Industrial. Máster Oficial en Dirección de Comunicación, Universidad Católica de San Antonio de Murcia (UCAM). Directora Técnica de INTI-Diseño Industrial. Directora del Proyecto "El Diagnóstico de Diseño como herramienta de gestión en la Pyme".

Pablo Herrero [(1)]
Licenciado en Sociología. Tesista de la Maestría de Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad Nacional de Quilmes. Coordinador de la Unidad Técnica de Investigación de INTI-Diseño Industrial. Actualmente integra el grupo de prospectiva tecnológica del INTI.

Rodrigo Ramírez [(1)]
Diseñador Industrial. Especialista en la Propiedad industrial como herramienta de gestión empresarial. Coordinador de la Unidad Técnica de Transferencia de INTI-Diseño Industrial. Responsable de las diferentes acciones de capacitaciones y asistencia técnica.

Fabiana Flores [(1)]
Licenciada en Cs. Químicas. Manager en Gestión Ambiental (DGQ), Especialista en Higiene y Seguridad en el Trabajo. Se capacitó en ACV, Huella Hídrica, Huella de Carbono, etc. Participó en el desarrollo de una metodología de ecodiseño de la Universidad Nacional de Lanús

Cecilia Palladino [(1)]
Licenciada en Cs de la educación, especialista en tecnología educativa, Tesista de la Maestría en Tecnología Educativa Universidad de Buenos Aires. Forma parte de la Unidad Técnica de Transferencia de INTI-Diseño Industrial. Investigadora IICE- UBA. Docente UBA y ISTLyR (GCBA)

Cecilia Dorado [(1)]
Diseñadora Textil. Diplomada en Desarrollo Local y Economía Social en FLACSO. Forma parte de la Unidad Técnica de Investigación de INTI-Diseño Industrial. Jefa de trabajos prácticos en la carrera de Diseño Industrial orientación Textil e Indumentaria de la Universidad Nacional de Lanús.

(1) Dirección: Av. Gral. Paz 5445 – San Martín - Buenos Aires – B1650KNA - Argentina - Tel.: (+54)11-47246387
Mail del autor principal: diseno@inti.gob.ar

RESUMEN

El Instituto Nacional de Tecnología de Industrial inició el proyecto "Diseño sustentable: oportunidades de agregar valor a la cadena lanera" en el año 2007. Pretende una perspectiva para la búsqueda de oportunidades en el diseño de productos mediante la técnica de afieltrado, que den respuesta a necesidades y construyan valor a partir de la potencialidad del material, más allá de los límites de la cadena lanera. El material tiene diferentes propiedades que benefician a los usuarios de los productos y también trae una producción alternativa económica a diferentes regiones de Argentina. Este proyecto es compatible con el crecimiento económico local y busca agregar valor a las materias primas a través del desarrollo de fieltro de lana y productos aplicados a diferentes industrias.

Palabras claves: Fieltro- Desarrollo local -cadena lanera- Investigación acción-Diseño sustentable

INTRODUCCIÓN

El proyecto "Diseño sustentable: oportunidades de agregar valor a la cadena lanera" surgió como una iniciativa para resolver el problema de los descartes del proceso de peinado de las fibras de lana, conocido como blousse. A partir de sondear algunas alternativas ligadas a la incorporación de mejoras en diferentes eslabones del proceso (en la esquila, el lavado, el peinado), nos concentramos en el afieltrado[1] de blousse de lana para obtener productos que lo utilicen en un alto porcentaje. Estas fibras no son aptas para el hilado (su longitud no es adecuada), pero sí se pueden utilizar en la técnica de afieltrado para conformar fieltros.

Esta elección estuvo motivada por varios factores determinantes: la ventaja comparativa que ofrece la fibra de lana al tener la capacidad de formar fieltros -paños no tejidos-. La posibilidad de diseñar productos a partir de las propiedades del material. La revalorización a nivel mundial de las fibras naturales y, la disponibilidad del recurso en distintas zonas de Argentina con la posibilidad de generar un impacto local.

Si bien el desafío inicial fue el de encontrarle nuevas aplicaciones al blousse, luego el trabajo se extendió a la fibra de lana en general. Por un lado, motivados por una característica del sector: más del 80% de la producción lanera argentina se exporta como materia prima (lana sucia, lavada, peinada, cardada y subproductos) y menos del 1% corresponde a productos manufacturados. Por otro lado, en el transcurso de la investigación conocimos situaciones que podían ser incluidas en nuestro abordaje. Por ejemplo, la de los productores de ovejas para consumo de carne. Estos animales se esquilan y su lana, de escaso valor para ser hilada, es incinerada. Como contrapartida, hay artesanos que dominan la técnica y que paradójicamente no pueden acceder a la materia prima en su zona.

El diseño sustentable fue uno de los principios rectores de la investigación. Consideramos que cualquier producto debe proyectarse desde una relación amigable con el medio ambiente y tener en cuenta anticipadamente cuáles serán los recursos afectados para su fabricación, uso y fin de vida, sin dejar de velar por el aspecto social, en cada una de las etapas.

[1] *Afieltrado*. Técnica textil milenaria que consiste en formar fieltros de lana en base a la capacidad fieltrante de la fibra.

Las fibras de lana son sometidas a la acción de presión + humedad + calor para ser unidas en un paño llamado fieltro.

Este proceso puede realizarse tanto artesanalmente como industrialmente.

En una lógica de investigación-acción, tomamos contacto directo e interactuamos con los actores involucrados, y combinamos los avances teóricos con la posibilidad de generar cambios concretos. Construimos el proyecto de manera participativa para estimular su apropiación colectiva, fomentando el desarrollo local. En esta línea, elaboramos material informativo en distintos formatos y organizamos talleres teórico-prácticos en diferentes regiones del país.

Objetivos

• Generar diferentes aplicaciones con fibra de lana en productos intermedios o productos finales.
• Experimentar su combinación con otros materiales, con el fin de mejorar sus características en relación con las necesidades de los usuarios potenciales.
• Generar conocimiento, metodologías y herramientas de propiedad colectiva.
• Transferir conocimientos a potenciales productores para alentar su implementación.
• Difundir las propiedades del material a consumidores y productores para que aprendan a apreciar la fibra con respecto a las ventajas comparativas que ofrece en relación con las mejoras del medio ambiente y la calidad de vida.

Metodología empleada

La metodología fue desarrollada a partir del trabajo en particular con la fibra de lana, pero proyectada para ser aplicada a cualquier fibra natural. Se basa en la revalorización de recursos propios y naturales mediante el diseño sustentable con el fin de difundir e incentivar nuevas aplicaciones en productos y sistemas de producción amigables con el medio ambiente.

Dentro de la cadena lanera (ver figura 1), hicimos foco en los eslabones que se relacionan directamente con la producción de fieltro y en las oportunidades detectadas en ellos (ver figura 1). Partimos del modelo de red productiva, que ofrece una relación dinámica entre las diferentes instancias que la componen, y que entiende al diseño como un valor integrado y no agregado. Es decir, lleva implícita una concepción del diseño como un proceso integral que no se reduce a un momento específico del proceso productivo sino que está presente a lo largo de todo el recorrido.

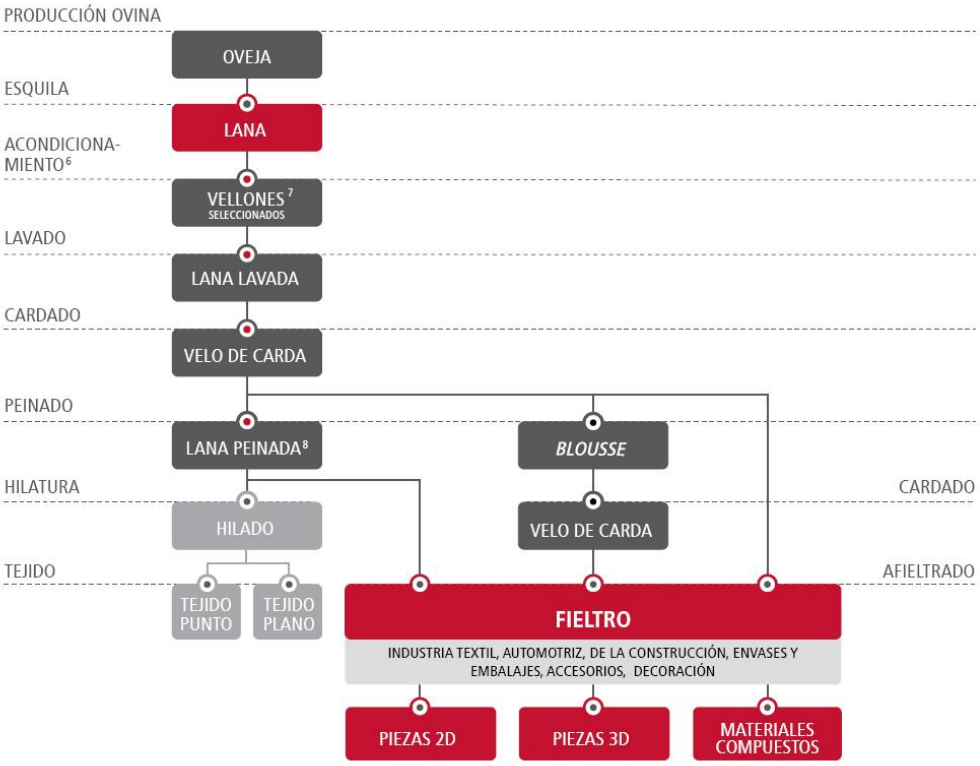


Figura 1: cadena de valor lanera, eslabones que intervienen en la producción de fieltros.

El proyecto está alineado con los conceptos de diseño sustentable porque contempla los aspectos económicos, ambientales, éticos y sociales. (ver figura 2)

Dentro de los aspectos económicos apoya al crecimiento local en regiones de producción ovina porque le agrega valor a la materia prima (lana). Por otro lado, la técnica de afieltrado es sencilla y puede implementarse tanto a nivel artesanal como semiindustrial e industrial. Esto permite su desarrollo en diferentes comunidades del país.

Con respecto a aspectos ambientales, la materia prima lana es un material natural, autóctono, renovable por excelencia y 100% biodegradable, que posee propiedades nobles e irreproducibles. Al utilizar el blousse de lana se valoriza el descarte del proceso de peinado de fibras y de lana no empleado para hilatura, con lo cual se evita su quema y/o disposición final en rellenos sanitarios.
Sobre los aspectos éticos y sociales, por un lado, se brinda la oportunidad de fortalecer los primeros eslabones de la cadena que son los más débiles apoyando el crecimiento económico local en las regiones de producción ovina.

Figura 2 Dimensiones de la sustentabilidad. (Elkington, 1997)

Uno de los factores esenciales para el diseño de productos desde un pensamiento proyectual es pensar el material de acuerdo a la función del producto final. Ello explica por qué consideramos fundamental entender las propiedades que aporta la fibra de lana.

Algunas de las características que distinguen a la fibra de lana están ligadas a sus propiedades físicas: resistencia, color, elasticidad, higroscopicidad y en particular la capacidad de afieltrarse. Por otro lado, las propiedades químicas están relacionadas con la inflamabilidad y descomposición de la fibra.

A partir de estas propiedades se puede pensar en un abanico de posibilidades de aplicación en productos. Uno de los primeros pasos de esta investigación fue relevar el desarrollo de productos de fieltro a nivel internacional. Como resultado, pudimos dar cuenta de que en nuestro país el mercado de productos realizados con este material es incipiente y presenta interesantes posibilidades de crecimiento. La información recolectada nos permitió además conocer el amplio universo de posibles aplicaciones en productos destinados a diversos rubros y para usuarios con distintas necesidades.

Los numerosos ejemplos de productos en fieltro relevados muestran la existencia de un mercado consolidado en el que el diseño sustentable aparece como un factor cada vez más importante para este tipo de productos. Además de ser amigables con el medio ambiente, los objetos realizados con esta fibra natural mejoran la calidad de vida de sus usuarios y generan un agregado de valor para los productores.

Debido al gran desarrollo de productos elaborados con fieltro de lana que existen a nivel internacional, este proyecto pretende crear las condiciones para la implementación y desarrollo local, en un escenario donde el recurso está disponible en diferentes partes de la Argentina, y se utiliza en baja escala.

Actividades

Propiedades del material y Diseño de productos

En la etapa de indagación, antecedentes y relevamiento se buscó a nivel internacional diversas aplicaciones en donde las propiedades del material son claves para definir la función del producto.

Figura 3. Tríada, apoya pava. Diseñado por Planar Objetos. Buenos Aires, Argentina. 2009. Fieltro industrial y estampado con tintas al agua

Aislamiento térmico. El rizado natural de sus fibras y el poder de recuperación de su forma una vez estiradas, le confieren a la lana su gran capacidad de retener aire seco inmóvil entre sus fibras, lo cual la convierte en un gran aislante térmico (ver figura 3).

Figura 4 Base de descanso atardecer. Diseñada por Victoria Yoguel. Buenos Aires, Argentina, 2010.Carrera de Diseño Textil de la FADU-UBA. Materia Diseño y Producción textil, cátedra Nirino.

Durabilidad. A pesar de no ser muy fuertes, las fibras de lana tienen la particularidad de que pueden doblarse y estirarse varias veces sin romperse. Esto puede observarse en prendas y tejidos que conservan su prestancia a través de los años, y en las tiendas hechas con fieltro en viviendas de culturas nómadas, entre otros (ver figura 4).

Figura 5. Funda para notebook. Diseñado y realizado por Raquel Ariza. Buenos Aires, Argentina, 2009. Fieltro artesanal, dibujos generados por hilado de alpaca y descarte de pelos de alfombra de lana, teñido de fibras artesanal.

Antiestático, amortiguante. La humedad absorbida debido a su gran higroscopicidad le otorga a la lana conductividad eléctrica. Además puede amortiguar golpes y roces en objetos como portalaptops y fundas para celulares (ver figura 5).

Figura 6 Estuches para vinos. Diseñado por Ayelén Allende y Carla Golbek. Buenos Aires, Argentina, 2009. Carrera de Diseño Industrial de la FADU-UBA. Materia Diseño Industrial V, cátedra Galán.

Bajo peso. Al ser un material liviano, la lana resulta ideal para productos con situaciones de uso que requieren mucha movilidad (ver figura 6).

Figura 7 Ambientación para bar. Diseñado por Melisa Garcia. Buenos Aires, Argentina, 2010. Carrera de Licenciatura en Diseño de Interiores de la Universidad de Belgrano. Materia Diseño Orientado, cátedra Feltrup.

Aislamiento acústico. Es un material que posee la capacidad de amortiguar y absorber el sonido de un ambiente. Por tal razón, el fieltro puede utilizarse en paneles para teatros, centros de exposición, bibliotecas, bares, y en todo tipo de cobertores para el hogar (como cortinas, tapizados y alfombras) (ver figura 7).

Figura 8 Cell + led carpet para Land Rover LRX. Diseñado por Lama Concept.

Seguridad. La lana es mala propagadora del fuego, en la combustión no emite gases tóxicos, y cuando se quema no se derrite ni gotea, en comparación con algunas fibras termoplásticas. Además tiene baja liberación de calor durante su

combustión, por lo que suele ser usada, sola o mezclada con otras fibras, en elementos de protección contra el fuego (ver figura 8).

Ensayos y experimentaciones

En el marco del proyecto realizamos diferentes muestras para investigar las posibilidades de fieltro y su combinación con otros materiales y fibras a partir de la línea de “materiales compuestos”.

Figura 9 muestra blousse con cables.

En este ejemplo se utilizó blousse de lana con cables de 1,5 mm. Esta combinación puede ser aplicada en productos como frazadas térmicas o carcasas de elementos electrónicos (ver figura 9).

Figura 10 muestra blousse con malla metálica.

Creación de una estructura moldeable a partir de blousse de lana y una malla metálica. Esta combinación permite crear estructuras volumétricas a partir de una pieza plana (ver figura 10).

Figura 11 muestra blousse con fibras de llama.

Los pelos de camélidos son fibras con estructura física y química similares a la fibra de lana. En esta muestra se mezcló este material con blousse (ver figura 11).

Figura 12 muestra blousse con red.

Se trabajó con blousse de lana mezclado con tejidos de red. Las fibras de lana al afieltrase sobre un tejido generan contracciones (ver figura 12).

En esta línea de investigación, se realizaron en el Centro INTI-Envases y Embalajes ensayos para tener un conocimiento del proceso y capacidad de afieltramiento del blousse. En estos ensayos se determinó el grado de amortiguación, para que su aplicación en el diseño cuente con un sustento técnico; mejorando la calidad y estimulando un compromiso por parte del diseñador con los usuarios.

Los resultados obtenidos demostraron que no es conveniente usar el fieltro de lana como material amortiguante en envases y embalajes. Sin embargo, presentaron una amortiguación aceptable para productos como fundas para laptops y celulares, donde se exige otro tipo de materiales: antiestáticos, de buena presentación y aptos para el contacto con la piel.

Tecnologías y procesos productivos

Con respecto a tecnologías y procesos productivos, el fieltro de lana se puede producir a escala artesanal, semiindustrial e industrial Bajo la indagación de estos niveles de producción INTI ha desarrollado un prototipo de afieltradora semiindustrial con la idea de ayudar el sistema productivo de microemprendimientos. La máquina afieltradora puede utilizarse para realizar paños y productos de fieltro, permitiendo la automatización de la técnica de afieltrado en aquellas etapas donde la labor se vuelve repetitiva (ver figura 13).

El desarrollo de este prototipo se encuentra dentro de una de líneas del proyecto, la Unidad Demostrativa de Afieltrado. Se pretende promover la apropiación colectiva de técnicas y tecnologías para el proceso de afieltrado. En este sentido, se transfieren los planos para la fabricación de la máquina con pequeños emprendimientos (interesados en la incorporación del fieltro en el desarrollo de productos). La Unidad Demostrativa de Afieltrado se conforma con distintos dispositivos y herramental necesarios para la producción de afieltrado artesanal y semiindustrial. Se pretende que sea un espacio de referencia en el tema en donde emprendedores e interesados puedan acceder a tecnologías aptas para replicarlas. Estos espacios estarán orientados a emprendedores de la región y su objetivo es agregar valor a materias primas locales (especialmente fibras animales), fortalecer la ocupación productiva del territorio en regiones postergadas, fomentar la conformación de redes, y articular con actores vinculados a esta temática.

Figura 13. Instalación del segundo prototipo en la Línea Sur de Río Negro. A partir de la articulación entre INTI y el Ministerio de Desarrollo Social de la Nación, se logró fabricar éste equipo.

Transferencia y construcción colectiva

Como se mencionó anteriormente este proyecto se concibió desde sus comienzos de manera participativa para estimular su apropiación colectiva, fomentando el desarrollo local. En este sentido, se definieron distintas estrategias en pos de transferir y comunicar lo desarrollado, a la vez de buscar intercambios que continuaran enriqueciendo el proceso.

Difusión en las redes

En 2009 se creó el blog Objeto Fieltro que funciona como una herramienta y plataforma de conocimiento donde acceden diariamente interesados en la temática (ver figura 14).

Figura 14. Blog Objeto Fieltro http://objetofieltro.blogs.inti.gob.ar/

Libro “Objeto Fieltro: oportunidades de agregar valor a la cadena lanera”.

En el año 2011 se editó el libro “Objeto Fieltro: oportunidades de agregar valor a la cadena lanera”.
En esta publicación se desarrollaron todos los temas de la investigación, las herramientas para desarrollar productos y además se comparte una reseña de las experiencias de trabajo en los talleres exploratorios realizados en diferentes regiones del país (ver figura 15).

Figura 15. Blog Objeto Fieltro http://objetofieltro.blogs.inti.gob.ar/

El taller exploratorio: la importancia de la construcción colectiva
Se propuso el taller exploratorio “Nuevas aplicaciones para la fibra de lana”. El mismo busca transferir las potencialidades de la fibra para nuevas aplicaciones en productos que mejoren la calidad de vida y que signifiquen un agregado de valor económico al recurso local incentivando el trabajo de emprendedores.

La propuesta se enmarca en la metodología de taller, articulando teoría y práctica. Desde el año 2008 se llevaron adelante cerca de veinte acciones de capacitación en diferentes regiones diferentes de Argentina, capacitándose más de 500 participantes: artesanos, productores, emprendedores y docentes vinculados a la cadena de valor lanera (ver figuras 16 y 17).

Los aportes realizados por los asistentes a los talleres resultaron fundamentales para el avance del proyecto.

Figura 16 Taller de fieltro en Pilcaviejo, Río Negro.

Figura 17 Taller de fieltro en San Francisco de Alfarcito, Jujuy.

Formación de formadores

Las acciones realizadas generaron una demanda permanente para la realización del taller en diferentes puntos de Argentina, donde actores locales visualizan a esta herramienta como una oportunidad para innovar en los procesos y los productos que se realizan en sus comunidades -siendo la lana una materia prima local disponible-. Esta demanda motivó la elaboración de un proyecto en conjunto con la Subsecretaría de Responsabilidad Social del Ministerio de Desarrollo Social de la Nación, para el armado de una red de formadores en la temática del diseño y desarrollo de productos de fieltro.

En este contexto se diseñó el programa de Formación de formadores en el diseño de productos de fieltro, que busca transferir los contenidos y la modalidad del dictado de los talleres (combinando actividades en formato presencial y a distancia); y está a cargo de especialistas tanto de diseño industrial y textil como de educación.

El proyecto tiene como objetivo capacitar futuros formadores, para que puedan desempeñarse como capacitadores en los contenidos específicos de este taller y llevarlo adelante en sus localidades. A su vez, permitirá que se conformen en referentes locales y articulen una red de apoyo para los actores vinculados a la temática. Se busca continuar fortaleciendo la apropiación colectiva de un saber innovador que pueda aportar al desarrollo local, en tanto puesta en valor de la cadena lanera a partir de un conocimiento tecnológico-social innovador para el contexto.

La conformación de este programa fue un hito muy importante para el avance del proyecto. La primera capacitación intensiva para esta formación se realizó en Bariloche en junio de 2013 (ver figura 18).

Para el desarrollo de esta acción –que contó con la participación de actores de diferentes regiones del país– también resultó clave el aporte de diversas herramientas tecnológicas. En esta línea se ha trabajado exhaustivamente en diseñar una mediación a través de un campus virtual, que de algún modo “acorta la lejanía” territorial y acompaña un proceso sólido que se comenzó a construir desde encuentros presenciales.

Para el desarrollo de este programa se diseñaron diferentes materiales didácticos complementarios, propuestos como un sistema: cuadernillo teórico práctico, anexo de trabajo, campus virtual, CD con las múltiples filminas, videos a utilizar a futuro en los talleres y el libro. Los materiales se complementan entre sí y acompañan el recorrido de formación, principalmente en los momentos de trabajo a distancia.

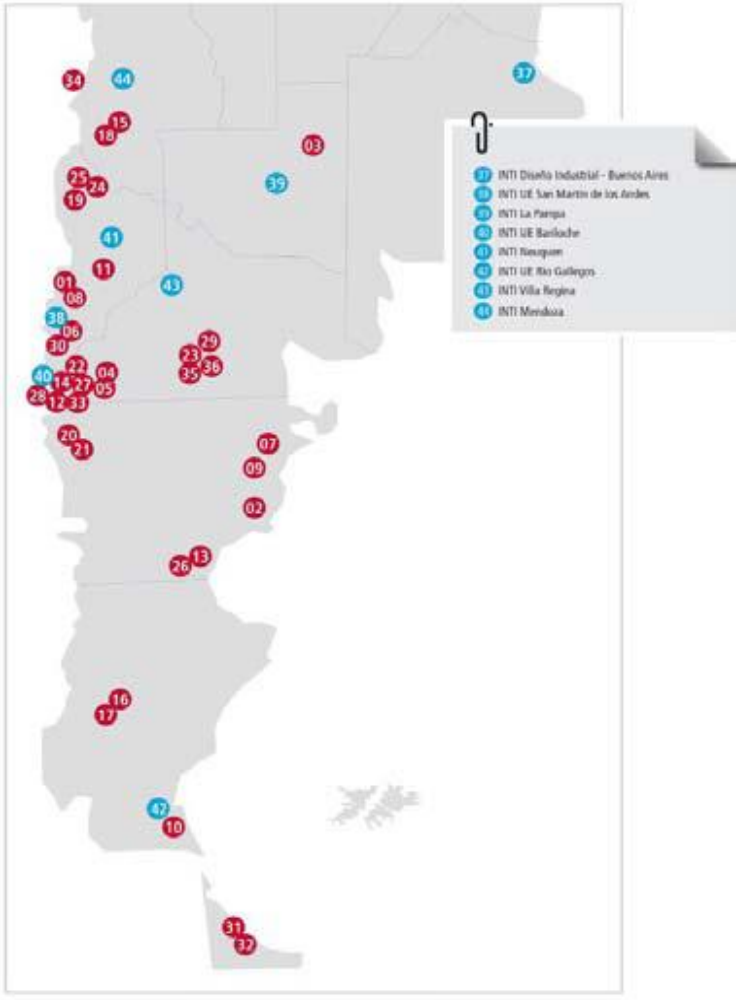


Figura 18. Mapa de actores participantes del formador de formadores 2013

Conclusiones y recomendaciones

El panorama nacional en relación a la temática "fieltro" cambió considerablemente desde los primeros años de investigación –en el año 2007- hasta la actualidad. En este sentido, no sólo la técnica ha ganado un mayor reconocimiento nacional sino que además se produjeron algunos avances en relación a la federalización de la cadena lanera (como fue el caso de la apertura de nuevos lavaderos de lana de baja escala en Chos Malal y Zapala, los proyectos de lavaderos en Malargüe y Línea Sur, entre otras acciones).

Para nuestra sorpresa, en la recorrida por el territorio pudimos tomar dimensión del impacto que tuvo la del libro Objeto Fieltro y de la necesidad de darle un nuevo impulso a este tema. Así surgieron nuevos proyectos (como la máquina afieltradora, las unidades demostrativas de afieltrado, el programa de formación de formadores, entre otros). Además la metodología de trabajo desarrollada para la cadena lanera sirvió como referencia para fortalecer las cadenas de valor de otras fibras naturales -como es el caso de la fibra de camélidos, para la cual se está trabajando a través de una línea de financiamiento del Fondo Argentino Sectorial del Mincyt-.

Nuestra meta inicial de trabajar desde una lógica de investigación acción no sólo tuvo sus frutos sino que además llevó a que los diferentes actores que forman parte de la cadena lanera se apropiaran del proyecto y aportaran su experiencia. Al respecto podemos mencionar el caso de los productores laneros del sur quienes nos han enseñado diferentes técnicas de lavado para quitarle restos de ceniza a las fibras de lana, afectadas por la erupción del volcán Puyehue de Chile.

Sin lugar a dudas el proyecto ya no nos pertenece a quienes iniciamos este proceso hace años. Es parte de una gran red de productores, artesanos, emprendedores y profesionales (del diseño y de otras disciplinas); que han encontrado en esta técnica y en las posibilidades de aprovechamiento de la lana, un medio de vida y una manera de relacionarse con su tierra y sus productos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BEILLEROT, JACKY. La formación de Formadores. Colección Formación de Formadores. Buenos Aires: Co- edición: Novedades Educativas- UBA, 2006.
2. CAMILLONI, ALICIA; LITWIN, EDITH Y OTROS. Corrientes didácticas contemporáneas. Buenos Aires:Paidós, 2008.
3. COLOM CAÑELLAS, ANTONIO J.; SARRAMONA I LÓPEZ, JAUME. Educación No Formal. Madrid: Editorial Ariel, 1998.
4. FERRY, GILLES. Pedagogía de la formación. Colección Formación de Formadores. Buenos Aires: Co- edición: Novedades Educativas- UBA, 2004.
5. SANTOS, LIDIA. El aprendizaje en el adulto. Buenos Aires: Ediciones UBA, 2000.
6. Ariza, Raquel y Yoguel, Victoria. Anteproyecto: Desarrollo sustentable: Oportunidades de agregar valor a la cadena lanera. Buenos Aires: INTI-Programa de Diseño, 2007.
7. How to conduct Usability Testing. http://www.usidfoundation.org/pastevents.html.
8. Klemmer, R.S., Thomsen, M., Phelps-Goodman, E., Lee, R. and Landay, J.A. Where do web sites come from? Capturing and interacting with design history. In Proc. CHI 2002, ACM Press (2002).
9. Mather, B.D. Making up titles for conference papers. Ext. Abstracts CHI 2000, ACM Press (2000).
10. Schwartz, M. Guidelines for Bias-Free Writing. Indiana University Press, Bloomington, IN, USA, 1995.
11. Zellweger, P.T., Bouvin, N.O., Jehøj, H., and Mackinlay, J.D. Fluid Annotations in an Open World. Proc. Hypertext 2001, ACM Press (2001), 9-18.

3.1-Buigues Nollens-Argentina-2

PANELES TERMOAISLANTES CON ECODISEÑO PARA VIVIENDAS SOCIALES DE ZONAS ARIDAS

Arturo F. Buigues Nollens (1)
1987 – 2014: Arquitecto. Doctor en Arquitectura, Investigador Adjunto del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Director del Programa de Energías Alternativas. Profesor del Departamento de Ingeniería Electromecánica. Director de Tesis Doctorales y Maestría en la Univ. Nac. de San Juan y de Mendoza.

Leonardo A. Pogrebinsky Mazarico
2010 – 2014: Ingeniero en Electrónica. Jefe de Trabajos Prácticos (JTP) de Física II del Depto. de Física, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan (FI - UNSJ). JTP con tareas de investigación en el Área Energías Alternativas, Instituto de Mecánica Aplicada, FI - UNSJ.
Dirección (1): Av. Libertador Gral. San Martín 1109 (oeste) – Ciudad de San Juan – Depto. Capital – Provincia de San Juan – Código Postal 5400 – República Argentina – Tel.: (+54) 4211700 (interno 320) **e-mail: abuigues@unsj.edu.ar**

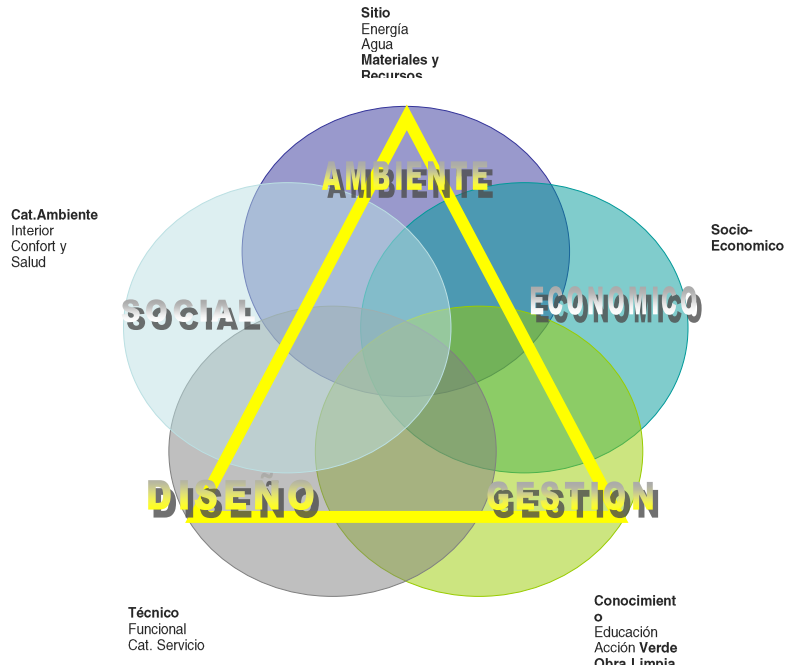
RESUMEN

Este trabajo se encuentra dirigido al Diseño y Desarrollo de Paneles Termoaislantes, que incluyen como relleno a un material regional de origen volcánico denominado Pomeca Puzolánica. Este conjunto de procesos presenta como objetivos el estudio y aplicación experimental de un sistema de fachada ventilada, destinado al Refrescamiento de Viviendas Sociales teniendo en cuenta estándares mínimos de calidad, en la Región Árida de Cuyo, Provincia de San Juan, Argentina. La metodología utilizada en el desarrollo experimental de paneles termoaislantes para habitantes de Zonas Áridas y sísmicas, destinado al acondicionamiento térmico de viviendas de interés social, incluye la gestión del proceso de diseño y desarrollo de productos, durante el desarrollo de las siguientes etapas: de Diseño, al establecer objetivos teniendo en cuenta las diferencias que dan lugar a la Propuesta Actual con Ecodiseño; de Fabricación, al considerar enfocar la problemática de la Sustentabilidad tanto en la Generación de Alternativas como en la Generación de Modelos Piloto a ser ensayados; y en la Etapa de Pruebas, al considerar la Realización de Experimentos o Simulaciones y evaluar Resultados. Esta transformación permite obtener una Solución Tecnológica Sostenible, que incluye un material aislante regional, teniendo en cuenta la norma ISO 14006 en todas las etapas del ciclo de vida. Y cuyo comportamiento térmico demuestra convenientes resultados verificados mediante un sistema electrónico de mediciones climáticas para el sensado de sus variaciones, que contribuyen al Uso Racional de la Energía a lo largo del ciclo de vida.

Palabras Claves: Paneles, Termoaislantes, Ecodiseño, Viviendas Sociales, Aridez.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en parajes áridos existen inviernos muy fríos y rigurosos donde los usuarios de las viviendas sociales (VS) deben soportar críticas situaciones a raíz de sus necesidades térmicas, que los llevan a utilizar y hasta depredar impactando negativamente el recurso leña del entorno. A esa situación térmica, se le agregan veranos muy cálidos, con temperaturas máximas extremas, baja humedad con alto nivel de amplitud térmica y elevada radiación solar, que lleva a valorar el importante rol de la aislación térmica. Debido a que con aislación termica es posible resolver la necesidades de acondicionamiento térmico, evitando las fugas o ganancias de calor según la época o clima adverso y ayudar a descontaminar interiores al disminuir el humo de materia leñable, con la posibilidad del ahorro y uso racional de energía (URE) durante todo el año, tal como es necesario en la provincia de San Juan, Argentina (VOLANTINO et al, 2002). A la vez el Árido San Juan, es una provincia que presenta el riesgo sísmico más elevado del país, con antecedentes de terremotos de mayor magnitud en escala de Ritcher (INPRES, 2013).
Generalmente en las VS, se utiliza al poliestireno expandido o EPS, como material aislante térmico incluido casi siempre a granel y a veces en planchas en las cubiertas de techo dependiendo de su diseño, formas y localización. También se aplica dentro de interiores en planchas y a modo de cielorrasos. Este material de origen sintético e inflamable presenta costes de producción elevados y del orden de los 75 a 125 KJ/Kg^2 (IVE, 2011).
Comúnmente en estos techos existe ausencia del espesor adecuado y particularmente en las envolventes verticales falta aislación térmica, por lo tanto se justifica el mejoramiento a través del Ecodiseño aplicado a Paneles Termoaislantes (PT), resultando muy necesario desarrollar técnicas constructivas y envolventes aplicables en muros tradicionales, por presentar características constructivas de mayor complejidad que las utilizadas en techos.
Para concretar la producción de un material aislante con bajos costes energéticos y el URE considerando el Ecodiseño en zonas áridas, se indagó respecto a la posible existencia de publicaciones que enunciaran recomendaciones para la aplicación de este tipo de productos.



Áreas de conocimiento de Ecodiseño y Sostenibilidad

- Aislamiento térmico de edificios.
- Métodos de Cálculo.
- Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.
- Tabla de Conductividades Térmicas.
- Acondicionamiento Térmico de Edificios.
- Clasificación bioambiental de la Argentina.
- Condiciones de habitabilidad en edificios.
- Valores máximas de transmitancia térmica en cerramientos opacos.

Normas IRAM 11601,11603, 11605

Figura 1: Dimensiones de la sostenibilidad y cobertura en relación el aspecto Materiales y Recursos considerando la Norma ISO 14006 y la Normas IRAM 11601,11603, 11605 .

En esa exploración se hallaron para la Rehabilitación Energética tanto para edificios y viviendas existentes así como nuevas, tanto en el orden internacional (IVE, 2011), (ISO 14006, 2011), como en el orden nacional tales como las Normas del Instituto Argentino de Racionalización de Materiales actualmente llamado Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM 11601, 2002), (IRAM 11603, 1996), (IRAM 11605, 1996). Cabe mencionar que en IRAM en la actualidad se revisa la Normas de Sustentabilidad ISO 15392.
En la Figura 1 se observan integradas las dimensiones de la Sostenibilidad y Cobertura según las norma 14006 y la IRAM considerando el aspecto Materiales y Recursos por la Certificación VERDE, siglas derivadas del título "Valoración de Eficiencia de Referencia de Edificios" desarrollado por el Consejo para la Edificación Sostenible de España,(ATECOS, 2010).

OBJETIVOS O HIPÓTESIS

Esta actividad correspondiente a la 1ª Etapa o Etapa de Diseño de un sistema de fachada ventilada por el exterior con lana mineral para la Rehabilitación de VS mediante PT incluye el desarrollo del estudio y aplicación experimental utilizando como aislante térmico a la Pomeca Puzolánica (PP), presenta como objetivo general, contribuir al URE a lo largo del ciclo del vida (CV) para su uso en las VS**,** teniendo en cuenta estándares mínimos de calidad, en la Región Árida de Cuyo, Provincia de San Juan, Argentina (SSDUV, 2006) (HIKMAT, et al, 2009)**.**
Y como objetivos particulares se busca: Aplicar criterios y medidas asociadas de evaluación sostenible provenientes de métodos internacionales, en lo que se considera tanto en las etapas Diseño, Fabricación y Prueba de los Paneles Termosolares con PP, enfocar el problema de la reducción de impactos ambientales considerando los siguientes aspectos (QUESADA, 2014): Reducir la cantidad de energía no renovable utilizada en el transporte incentivando el uso de un material regional de construcción de origen volcánico. Reducir los impactos asociados al consumo de energía no renovable incorporada en este mediante la elección de un material con bajo consumo de la misma durante su proceso de extracción y transformación así como mediante el uso de materiales reutilizados y/o reciclados. Reducir los residuos generados durante la obra de rehabilitación, con el uso de elementos prefabricados e industrializables. Empleo de procesos de obra controlados que minimicen la producción de residuos (ATECOS, 2010).

METODOLOGÍA EMPLEADA

La metodología utilizada en el desarrollo experimental de paneles termoaislantes para habitantes de Zonas Áridas y sísmicas, destinado al acondicionamiento térmico de viviendas de interés social, incluye la gestión del proceso de diseño y desarrollo de productos (MIRANDA, 2000), durante el desarrollo de las siguientes etapas: de Diseño, al establecer Objetivos teniendo en cuenta las diferencias que da lugar a la Propuesta Actual con Ecodiseño; de Fabricación al considerar enfocar la problemática de la Sustentabilidad tanto en la Generación de Alternativas como en la Generación de Modelos Piloto a ser ensayados; y en la Etapa de Pruebas al considerar la Realización de Experimentos o Simulaciones y evaluar Resultados. Este proceso permite obtener PT como una Solución Tecnológica Sostenible que incluye un material aislante regional teniendo en cuenta la norma ISO 14006 en todas las etapas del ciclo de vida. Y cuyo comportamiento térmico demuestra resultados verificados mediante un sistema electrónico de mediciones climáticas para el sensado de sus variaciones.

ETAPAS o ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Luego de establecer en la etapa de Diseño los objetivos correspondientes al Diseño Actual considerando a la PP para obtener una Tecnología más Sostenible, durante esta 2ª Etapa o Etapa de Fabricación, se desarrollaron las siguientes actividades:

Actividad 1: Transporte del material aislante considerando una reducida cantidad de energía no renovable

Los mantos de pumicita presentan espesores variables, en algunos casos, de 3 o 4 m de profundidad. Se la extrae, previa limpieza de los materiales que la cubren, mediante la utilización de cargadores frontales que la depositan en

zarandas para la limpieza del material, eliminando la arena y la toba. Una vez limpia, la piedra se transporta hasta la planta para su molienda y clasificación por tamaño. Las mayorías de las plantas se localizan en los mismos yacimientos. Así la PP es extraída en forma natural y a cielo abierto de la cantera de Piedra Pómez, sin necesidad de utilizar en su proceso energías no renovables como el gas (IDR,1998). Posteriormente es trasladada 270 km en camión semirremolque hasta la Ciudad de San Juan desde San Carlos Mendoza, donde existe una producción renovable de 20.000 tn./año. Es recepcionada por industrias o corralones y descargada de acuerdo con las especificaciones bajo Galpones del departamento Capital. Ya dentro del depósito cubierto por un tinglado metálico, es movilizada y acopiada con una pala mecánica chica. De acuerdo a la demanda la PP es distribuida en camión y protegida de voladuras bajo la lona cobertora hasta la obra en construcción o fábrica, donde es descargada, Figura 2.

Figura 2: Transporte del material desde la planta de extracción al lugar de procesamiento

Actividad 2: Empleo de una Técnica Constructiva con bajo consumo de energía durante el proceso de transformación.

Como respuesta a la coordinación modular de un muro de bloques de hormigón trabados, la propuesta corresponde a limitar la transferencia de calor con un sistema que ha sido desarrollado considerando una producción en serie para revestir muros de fachadas, dadas las necesidades de contener, proteger el aislante térmico y brindar terminación según las alternativas de diseño que surgieron en relación con viviendas terminadas o por construir.
La técnica constructiva empleada en este sistema consiste en la aplicación del aislante térmico PP por la parte externa del muro soporte (fachada existente), una cámara de aire o conducto donde circula el aire por simple convección y de una protección formada, por una lámina ligera externa, aislada con PP. El sistema de aislamiento por el exterior se incorpora cada vez con mayor frecuencia como consecuencia de sus excelentes prestaciones de ahorro energético en los periodos cálidos del año.
La hoja de protección se fija al muro soporte mediante subestructuras diseñadas para tal fín.
Este sistema compañado de condiciones de ventilación, contribuye a la eliminación de problemas de salubridad interior, como humedades y condensaciones. Los materiales empleados son desmontables y reciclables/reutilizables. (FENERCOM, 2008).
No precisa de preparaciones previas de la superficie externa del muro (decapados, saneados, etc.).
Permite alojar opcionalmente instalaciones entre la cámara y el aislante. La cámara de aire ventilada exterior protege al aislante y muro soporte de las inclemencias exteriores (agua, sol, viento, etc.).

La PP ha sido analizada en laboratorio, según la Normas IRAM mediante un estudio difractometría de Rx y observación óptica, en el Instituto de Investigaciones Mineras de la FI-UNSJ. La obtención de los resultados de estudio de laboratorio mencionado confirmaron que los minerales presentes con abundante estructura cristalina tal que pueden ser detectados por el método son: cuarzo, feldespato, calcita y mica (biotita). Donde el porcentaje de minerales aislantes tales como el vidrio es alto, y de.

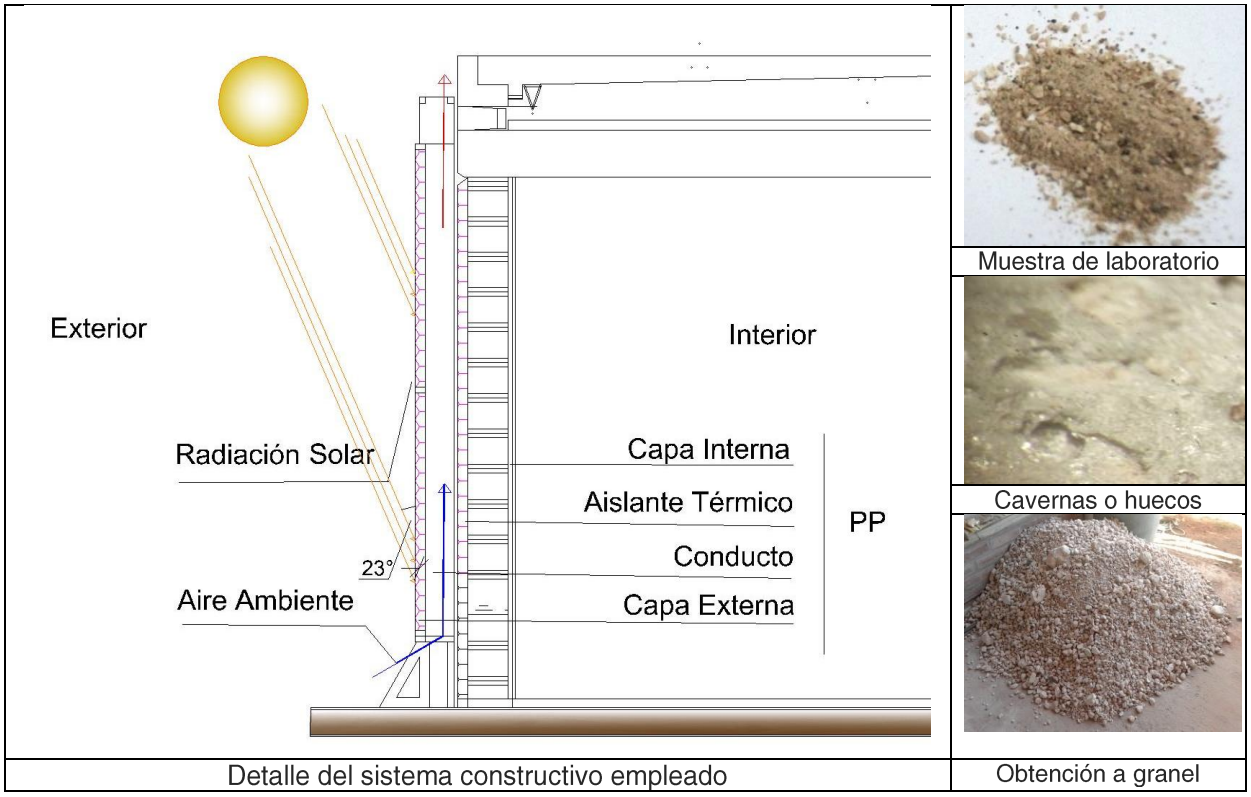
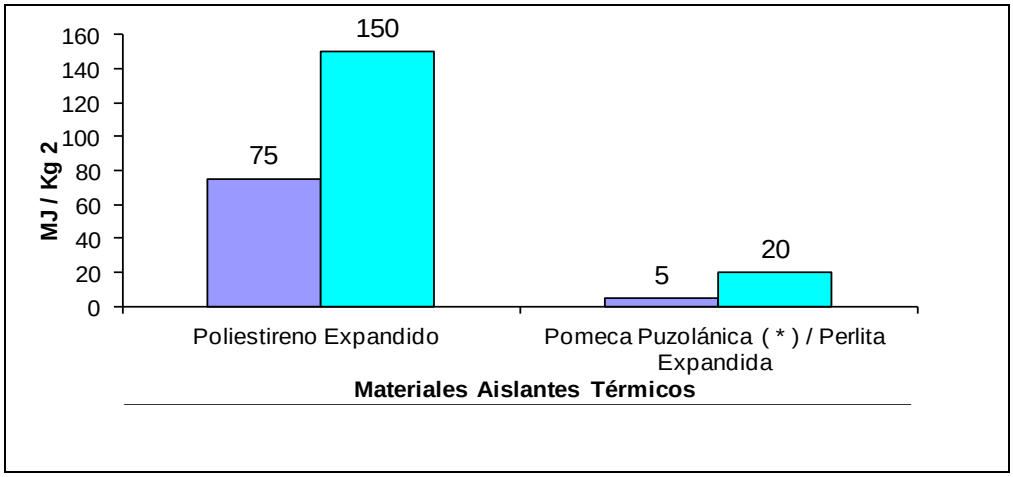


Figura 3: Características generales del panel y del relleno termoaislante

alrededor del 60 % comparado con la baja presencia de otro material aislante como la mica y del orden del 6 % (BUIGUES NOLLENS, 2013). Esta situación permitió determinar que en total en la PP se cuenta con la presencia del 66% de minerales aislantes sumados a la existencia de cavernas o huecos

Siendo posible utilizar la PP como relleno, en forma directa y a granel según es obtenido de la planta de producción y sin ningún proceso industrial o de transformación posterior, Figura 3.

Este relleno aislante, se complementa con la "piel" blanca, para disminuir aún más el intercambio térmico entre exterior e interior. El coste energético de producción similitud que presenta un material aislante de origen volcánico la Perlita similar a la PP (*) varía de 5 a 20 MJ/Kg^2, Figura 4.



Valores Máximos y Mínimos

Figura 4: Análisis comparativo de Costos de Producción del Poliestireno Expandido y la Pomeca o Perlita Expandida.

De acuerdo a los valores obtenidos de diferentes fuentes documentadas y hacen referencia al coste energético de los materiales en los procesos de extracción de materia prima, fabricación, transformación, transportes asociados por el Instituto Valenciano de la Edificación (IVE, 2011).

Actividad 3: Generación de Alternativas con reducida producción de residuos por el uso de elementos prefabricados e industrializables durante la obra.

Durante el Proceso de Fabricación se generaron diferentes alternativas y variantes conteniendo la implementación de dos placas aislantes modulares y sus respectivos sistemas constructivos, que fueron aplicadas de diferentes formas:

Alternativa 1: Directamente sobre el muro de 0.50 m x 0.50 m x 0.05 m.
Alternativa 2: Separado del muro a modo de conducto transventilado de 3.40 m x 1.00 m.

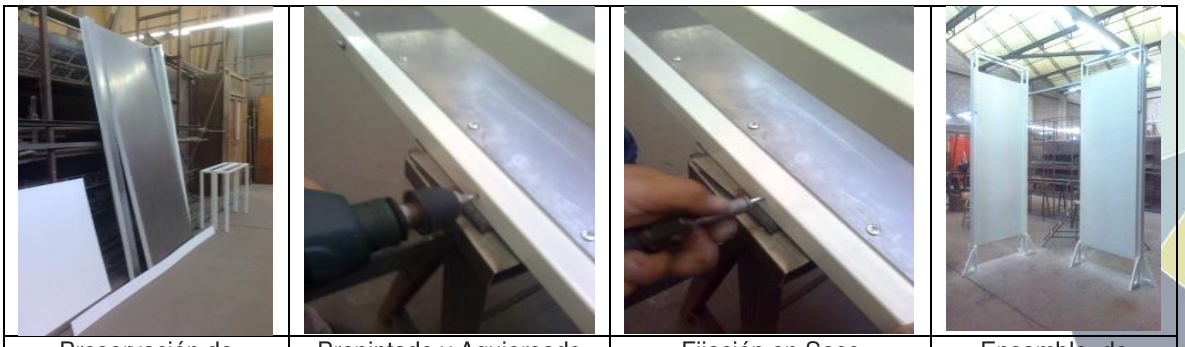
En este trabajo, no se presenta el desarrollo a la Alternativa 1, correspondiente a la placa aplicada directamente sobre el muro (BUIGUES NOLLENS, 2013), y si se presenta la Alternativa 2 con la aplicación del PT, utilizando el sistema separado del muro a modo de conducto transventilado. Este conducto contempla dos capas una interna y otra externa.

La "piel" exterior de capas ha contado con las siguientes características constructivas:

- Bajo peso específico, ser versátil y adaptable a la probable presencia de movimientos sísmicos. Por ello es que se han seleccionado a los metales dentro de este trabajo. Y específicamente dentro de los metales a la chapa de Acero y los caños negros laminados, debido a que combinan resistencia y trabajabilidad para una zona con antecedentes de terremotos con elevada magnitud, y a un precio relativamente bajo con posibilidad de ser aplicado en viviendas sociales. Estos motivadores llevaron a determinar que la "piel" exterior de ambas capas sea construida por chapas DD negra N° 18 pintada con convertidor de oxido color blanco.

- Resistencia mecánica, para contener y proteger la PP.

- Mínima existencia de residuos y desperdicios respecto de la presentación industrial de la chapa de acero con dimensiones de 1.22 x 2.44 m. Debido a que fue considerado durante la construcción de esta envolvente, el mantenimiento de la chapa de acero en su dimensión longitudinal para la altura del panel y la reducción en el sentido longitudinal mediante un solo corte para obtener el ancho del conducto. Con el objetivo de facilitar su reutilización, recuperación o reciclado de la dimensión original de la chapa, al final del CV para obtener un nuevo producto, Figura 5.



Preservación de dimensiones originales	Prepintado y Agujereado	Fijación en Seco	Ensamble de Componentes

Figura 5: Elementos industrializados utilizados, proceso de transformación y terminación

Actividad 4: Fabricación de modelos considerando el empleo de procesos de obra controlados con mínima producción de residuos.
Con el objetivo de minimizar la producción residuos a través de estudios alternativos utilizando como relleno de capas, a la PP sin zarandear, tal como viene de la cantera y zarandeada. Ambas capas fueron estudiadas con el material termoaislante de origen volcánico a través de las siguientes variantes de la Alternativa 2:

Variante 1: Sin zarandear

Tal como viene de la cantera, suelta a granel y sin utilización de agua durante el proceso industrial la aplicación de la PP requiere durante la colocación de regla para distribución, compactación y protección de los operarios contra el polvo. Para controlar la voladura de los minerales en polvo que contiene la PP entre la chapa y el marco estructural, se colocó una junta selladora estanca, Figura 6.

Distribución y compactación

Relleno por Etapas

Colocación de junta estanca

Figura 6: Proceso de rellenado y ejecución de terminaciones para ensamble final con PP sin zarandear.

Variante 2: Zarandeada

Obtener la provisión de la PP luego de ser zarandeada con un tamizado mínimo de 1 cm, mejora la colocación del material, evita la necesidad de protección contra el polvo y juntas en el sistema envolvente, disminuye el peso en casi 50%, lo cual contribuye por un lado a disminuir la sobrecarga de la estructura antisísmica principal de la vivienda social.
Por otro lado la PP zarandeada, al disminuir la densidad, reduce la presencia de tierra volcánica y su capacidad puzolánica, compuesta por el feldespato y la calcita, para aumentar la capacidad como aislante térmico del relleno. Debido a que el material así seleccionado presenta mayor granulometria, y contiene gran cantidad de microcélulas cerradas y vacías. Este material contiene un alto porcentaje de biotita y mica, con una resistencia térmica similar a la Perlita Expandida suelta y granulada. Y que para una densidad entre 30 -130 kg/m^3 alcanza una conductividad térmica de 0.054 W/m^2 K. Este valor que varía entre 0.040 - 0.060 W/mK es asumido como un valor intermedio para la PP, Figura 7.

Tamizado

Pasos de zarandas probadas

Distribución y compactación

Relleno en una Etapa

Ensamble de Componentes

Figura 7: Proceso de rellenado y ejecución de terminaciones para ensamble final con PP zarandeada.

Actividad 5: Transformación, Montaje y Desarme.

La habitabilidad de la vivienda es el principal factor propuesto para evaluar y determinar la calidad de la vivienda, en tanto se entienda que la habitabilidad depende del correcto funcionamiento de sus soportes físico y social. Es en la unión de ambos soporte donde se encuentra la adaptabilidad. Por lo tanto la adaptabilidad de la VS, implica procesos de transformaciones funcionales, morfológicos y constructivos (FISCARELLI y CORTINA, 2013). A estos procesos responden las características aplicadas tanto en la fabricación de los PT, como en el sistema constructivo y los componentes empleados por ello cabe destacar las siguientes características:

- Transformable: Los metales como el acero representa uno de los ejemplos más notorios de materiales para su transformación como metal nuevo, consolidando un circuito de transformación del material, debido al alto coste de fabricación del metal a partir de su materia prima. Esta es una de las razones que explican creación del circuito de su transformación (BAÑO NIEVA, 2005).

- Montaje y Desarme: Este sistema envolvente aislante vertical, se encuentra ejecutada con la técnica de montaje "en seco" y constituida por componentes industrializados y prefabricados sin tomar juntas. El conjunto está soportado por una estructura liviana de caños laminados negros 30x30 de espesor 0,9 mm, que sostiene en forma independiente tanto la capa interna como la capa externa constituida por los componentes industrializados de acero a modo "piel". Tanto la piel como la estructura se encuentran vinculados a través de un sistema de fijación atornillado tal como se muestra en la Figura 5.
Lo cual posibilita el traslado por módulos desde el Taller de Fabricación, sin necesidad de considerar demoras en el secado del producto y terminaciones por clima adverso durante el proceso de fabricación, tal como sucede en la construcción tradicional, desde el taller de fabricación y rápida fijación del sistema a la obra, Figura 8.

Vivienda Social con bloques de Hormigón vistos	Laboratorio Experimental con placa aislante	Laboratorio Experimental y conductos aislantes transventilados

Figura 8: Vivienda Social y verificación de alternativas experimentales.

En la Etapa de Prueba o 3ª Etapa, y luego de haber concluido con el desarrollo de la Alternativa 2 y sus Variantes, se realizaron diferentes campañas de mediciones vinculadas al estudio del comportamiento térmico de los PP.
Con el objeto de realizar la validación y del diseño y desarrollo, de acuerdo a las etapas realizadas, y para verificar el comportamiento térmico de la Variante 1, (ISO 14006) dispuesta a modo de conducto transventilado, destinado a satisfacer la demandas de confort interior en relación al refrescamiento durante el período estival de la VS en el Árido San Juan, se han realizado actividades vinculadas a la distribución, posicionamiento, calibración, e instalación de los sensores; determinación de la frecuencia de lectura, almacenamiento e instalación del sistema de adquisición de datos; aplicación de software avanzado de tendencia y análisis para graficar información en tiempo real.

En la campaña de mediciones realizadas en el laboratorio para experiencias en la ciudad de San Juan, durante los primeros días del mes de octubre de 2014 a las 14 h, con una temperatura ambiente de 29.4 °C, humedad relativa del 32 %, velocidad de viento en la dirección este – noreste de 10 km/h, se obtuvieron lecturas en la fachada norte, de temperaturas de superficie y aire con sensores de temperaturas integrados alámbricos LM73, en conjunto con el programa programa Matlab 7.0.4. Los resultados preliminares permiten observar el siguiente desempeño general, Figura 9:

Mientras los sensores de la superficie exterior de la Capa Exterior pintada blanco rellena con PP llega a alcanzar entre 45 y 50 °C, la temperatura de la superficie interior y la del aire en el interior del conducto alcanza los 35 a 38 °C. Y

mientras la temperatura del aire en la salida del conducto alcanza los 42 °C, la temperatura de la Capa Interior, identificada como la superficie exterior del muro, variaba entre 25 y 35 °C la temperatura de la superficie interior del muro de bloques por debajo entre los 18 y 25 °C.

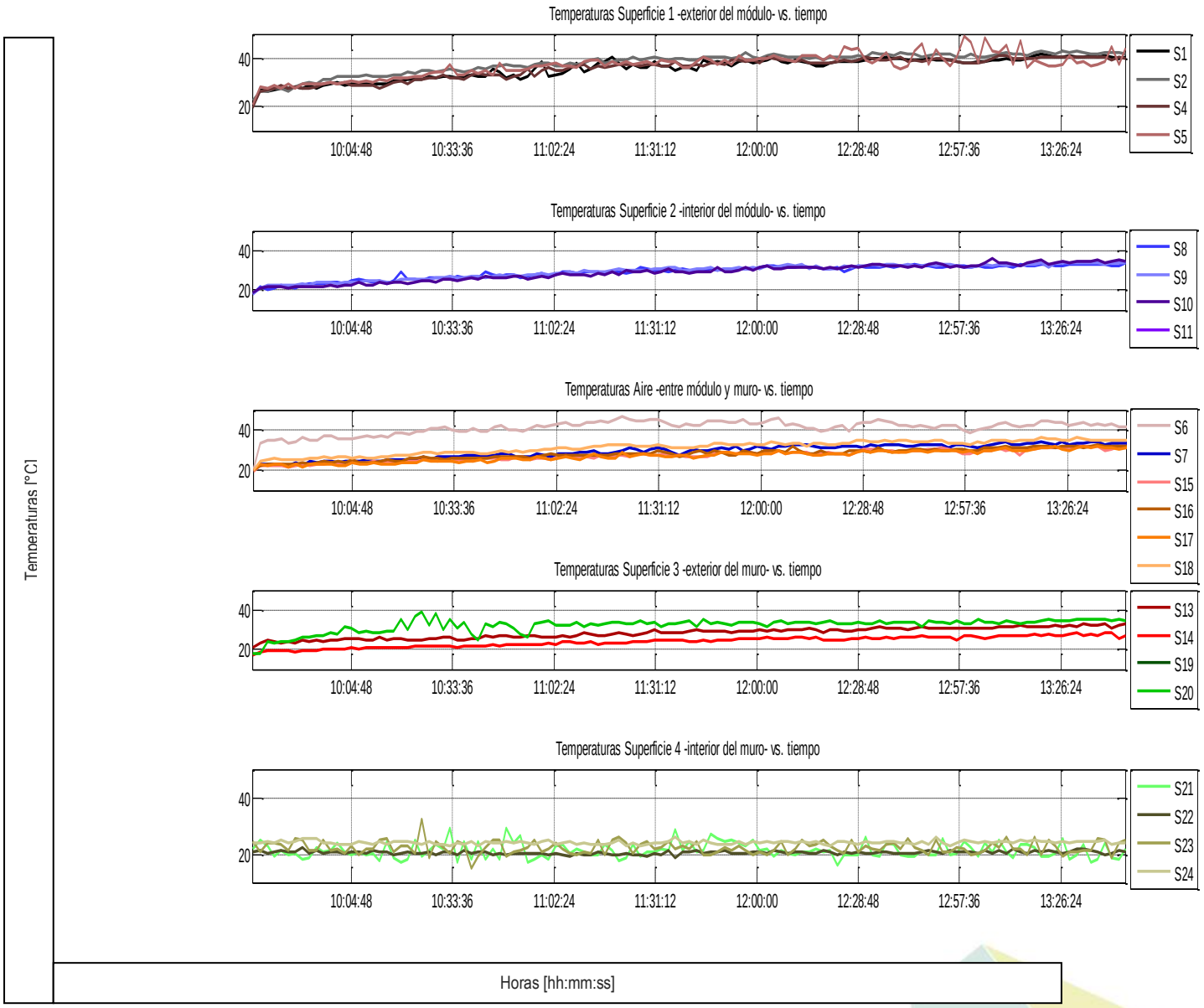


Figura 9: Verificación del Comportamiento térmico del Muro Norte de Bloques de Hormigón con Conducto Transventilado aislado con Pomeca Puzolánica.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con el objeto de aportar a la sustentabilidad arquitectónica de Viviendas Sociales en Zonas Áridas, aplicando la metodología del Ecodiseño de Paneles Termoaislantes, dispuestos en la dirección Norte y separados por el exterior de un muro de bloques de hormigón a modo de conducto transventilado, se han realizado investigaciones experimentales dirigidas a verificar, validar el diseño y desarrollo; y verificar el comportamiento térmico utilizando un sistema electrónico de mediciones climáticas para el sensado de sus variaciones, teniendo en cuenta la norma ISO 14006 en las etapas del ciclo de vida producto. Por lo tanto se ha cumplido con un proceso de aplicación de conocimientos científico-técnicos

que vinculan el estudio de un material aislante regional de origen natural, con el diseño y análisis térmico para fachadas de viviendas construidas o por construir, que demuestra un beneficio cuantificado, al brindar una solución innovadora al problema de URE, a través de la incorporación de la aislación térmica.
Como tecnología sustentable brinda la posibilidad de Rehabilitación y Refrescamiento de numerosos hogares de familias con escasos recursos facilitando la adaptación del hombre en zonas áridas y permite satisfacer las necesidades de habitabilidad, lo que significa tener en cuenta además del confort y el ahorro de energía que surge de una vivienda bien aislada térmicamente, a la salud y calidad de vida de sus habitantes.
Por lo tanto se demuestra, que es posible utilizar a este material regional, incluido como relleno en adecuados espesores, y como paneles termoaislantes (PT), para poder disminuir pérdidas térmicas con bajos costos. De esta manera se integra un sistema tecnológico alternativo, que utiliza técnicas de producción y construcción sencillas, contribuye a mitigar gastos energéticos, satisfacer diferentes necesidades de grupos sociales con bajos recursos, y proteger el ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ATECOS, 2010 Certificación Verde**,** Materiales Aislantes Térmicos. Asistente Técnico para la Construcción Sostenible. Fundación Entorno-BCSD, la Fundación de la Universidad Autónoma de Madrid (FUAM) y la empresa Miliarium.com España, **www.atecos.es .**
2. BAÑO NIEVA, A., VIGIL, E., DEL POZO, A. (2005) Materiales de Construcción Sostenible. Los metales. Guía de construcción sostenible. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS), España, p.31-40.
3. BUIGUES NOLLENS, A. F. (2013) Aprovechamiento de la Pomeca Puzolánica en Envolventes . Desarrollo Experimental de un Panel Termoaislante para Viviendas de Zonas Áridas en Argentina. Revista Hábitat Sustentable, Vol. 3 Nº1, p.62-71.
4. FENERCOM, (2008) Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Guía de rehabilitación energética de edificios de viviendas Madrid. Madrid Vive Ahorrando Energía. España, p.33-36.
5. FISCARELLI, D. M., CORTINA, K. A. (2013) La adaptabilidad como variable de la calidad de la vivienda. Vivienda, adaptabilidad y criterios proyectuales 1º Congreso ALCONPAT Patología, control de calidad y rehabilitación en la construcción. Argentina, p.12-17.
6. HIKMAT H., ALI A, SABA F., AL NSAIRAT B. (2009) Developing a green building assessment tool for developing countries, Case of Jordan. Building and Environment. Elsevier. Vol. 44, p.1053–1064.
7. IDR, (1998) Caracterización Minera de la Provincia de Mendoza - Subsecretaria de Programación Económica - Instituto de Desarrollo Rural - Ministerio de Economía Gobierno de Mendoza, Argentina, p.123- 129.
8. INPRES, (2013) Zonificación Sísmica, Nuevo Reglamento INPRES CIRSOC 2013. Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes. Instituto Nacional de Prevención Sísmica Secretaría de Obras Públicas - Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Parte 1, Argentina, p.13-45.
9. IRAM 11601. (2002) Argentina. Aislamiento térmico de edificios. Métodos de Cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario. Tabla de Conductividades Térmicas. Corresponde a la revisión de la norma IRAM 11601:1996. Ref. Numérica: IRAM 11601,Argentina, p.14- 20.
10. IRAM 11603. (1996) Acondicionamiento Térmico de Edificios. Clasificación bioambiental de la Argentina, p.1- 47.
11. IRAM 11605, (1996) Acondicionamiento Térmico de Edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos, 1-27.
12. ISO 14006 (2011) Sistemas de gestión Ambiental. Directrices para la incorporación del ecodiseño.Traducción Oficial, Suiza, p.1-15.
13. IVE, (2011) Productos y Materiales. Propiedades de Aislantes Térmicos para Rehabilitación Energética. Cuadernos de Rehabilitación. Instituto Valenciano de la Edificación. España. P1, p 3-4.
14. MIRANDA, F. (2000) La gestión del proceso de diseño y desarrollo de productos, [en línea] 5campus.com, Economía de la Empresa <http://www.5campus.com/leccion/desapro> [07/10/2014].
15. QUESADA M., F. (2014) Métodos de evaluación sostenible de la vivienda: Análisis comparativo de cinco métodos internacionales. Doctorado en Arquitectura y Urbanismo – Universidad del Bío-Bío –Concepción. Revista Hábitat Sustentable, Chile. Vol. 4, Nº1, p. 56-67.
16. SSDUV, (2006) Estándares Mínimos de Calidad para Viviendas de Interés Social Revisión 2006. Documento Técnico: Acondicionamiento Higrotérmico. Dirección de Tecnología y Producción Ciudad de Buenos Aires. Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. Secretaría de Obras Públicas. Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Argentina, p.12- 27.
17. VOLANTINO, V., BILBAO, P., AZQUETA, P. E., BITTNER, P., ENGLEBERT, A. y SCHOPFLOCHER, M. (2007) Ahorro energético en el consumo de gas residencial mediante aislamiento térmico en la construcción. Unidad Técnica

Habitabilidad Higrotérmica. Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI Construcciones. Comisión de trabajo URE en edificios. AVERMA, Vol.11, p.08.123 – 08.130

2.2.3 IDENTIFICACIÓN DE LOS ASPECTOS RELACIONADOS AL DISEÑO SUSTENTABLE EN LA ELABORACIÓN DE OBJETOS A PARTIR DE LA REUTILIZACIÓN DE RSU.

País: Argentina.

Autor: INTI.

1.3-Ariza-Argentina-1

IDENTIFICACIÓN DE LOS ASPECTOS RELACIONADOS AL DISEÑO SUSTENTABLE EN LA ELABORACIÓN DE OBJETOS A PARTIR DE LA REUTILIZACIÓN DE RSU.

Raquel Ariza [(1)]
Diseñadora Industrial. Máster Oficial en Dirección de Comunicación, Universidad Católica de San Antonio de Murcia (UCAM). Directora Técnica de INTI-Diseño Industrial. Directora del Proyecto "El Diagnóstico de Diseño como herramienta de gestión en la Pyme".

Fabiana Flores [(1)]
Licenciada en Cs. Químicas. Manager en Gestión Ambiental (DGQ), Especialista en Higiene y Seguridad en el Trabajo. Se capacitó en ACV, Huella Hídrica, Huella de Carbono, etc. Participó en el desarrollo de una metodología de ecodiseño de la Universidad Nacional de Lanús

Pablo Herrero [(1)]
Licenciado en Sociología. Tesista de la Maestría de Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad Nacional de Quilmes. Coordinador de la Unidad Técnica de Investigación de INTI-Diseño Industrial. Actualmente integra el grupo de prospectiva tecnológica del INTI.

Rodrigo Ramírez [(1)]
Diseñador Industrial. Especialista en la Propiedad industrial como herramienta de gestión empresarial. Coordinador de la Unidad Técnica de Transferencia de INTI-Diseño Industrial. Responsable de las diferentes acciones de capacitaciones y asistencia técnica.

Dirección (1): Av. Gral. Paz 5445 – San Martín - Buenos Aires – B1650KNA - Argentina - Tel.: (+54)11-47246387. Mail del autor principal: diseno@inti.gob.ar

RESUMEN

Durante el 28 y 29 de septiembre de 2011 se desarrolló en la sede central del INTI la Primera Jornada Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU). El evento fue promovido por el Programa GIRSU del INTI y contó con el auspicio de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, el Consejo Federal de Medio Ambiente y el Ministerio de Trabajo de la Nación. A ella asistieron más de 400 personas pertenecientes a organismos de gobierno, ONGs, universidades, cooperativas y empresas.

El Centro de Diseño Industrial del INTI fue convocado al evento con el fin de organizar un stand de exhibición permanente de objetos de diseño producidos a partir de la reutilización de residuos sólidos urbanos (RSU). Para ello

realizamos una convocatoria abierta a quienes producen objetos a partir de elementos generados y desechados en actividades realizadas en núcleos urbanos (domésticos, comerciales, institucionales, asistenciales e industriales no especiales).
Debido a que existe un concepto muy afianzado que presupone que la reutilización de RSU es ecodiseño, para la selección hubo que desarrollar una herramienta que permitiera evaluar si la reutilización de RSU que se hacía para la generación de cada producto implicaba estar realizando un diseño sustentable; y hacia qué aspecto de la sustentabilidad (ético-social, ambiental o económico) estába orientado cada producto. El desarrollo de esta herramienta se hizo necesario debido a que las que están disponibles para evaluar estos aspectos están orientadas a producciones industriales y tienen el objetivo de encontrar puntos a mejorar.

El presente trabajo inicia desarrollando los conceptos que implican al ecodiseño y al diseño sustentable; describe la herramienta desarrollada a partir de otras descriptas en el libro “Design for Sustainability: A Step-By-Step Approach” de UNEP; presenta los resultados obtenidos y las conclusiones a las que se arribaron.

Palabras clave: RSU, Residuos, Diseño, Sustentable, Reutilización.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han desarrollado distintas líneas en el INTI que se orientan a investigar acerca de las posibilidades de utilizar residuos de procesos industriales como recurso o materia prima de otros procesos productivos. Esto está muy vinculado a uno de los principios de “De la cuna a la cuna”[1]: la basura de un proceso productivo es el alimento de otro; y es uno de los métodos usados para minimizar el impacto ambiental de un producto (o servicio) a lo largo de su ciclo de vida (que incluye a los procesos productivos).

Muchas veces estos procesos, al generar nuevas dinámicas productivas, terminan teniendo un alto impacto social positivo. El apoyo al desarrollo local es uno de los principios del desarrollo sostenible. Incorporar los principios de desarrollo sostenible en el diseño o rediseño de productos es hacer diseño sustentable.

En este camino uno de los primeros proyectos del Centro de Diseño Industrial del INTI fue encontrar una solución al problema de un residuo industrial: la lana que se descarta en uno de los procesos previos a la obtención de su hilado. Esto dio origen a un trabajo que fue migrando desde la búsqueda de posibilidades de uso de ese residuo, hacia el apoyo al desarrollo local en zonas productoras de lana (criadoras de oveja). En este marco se editó el libro “Objeto Fieltro: oportunidades de agregar valor a la cadena lanera[2]” que describe todo el proceso de la investigación, las herramientas para desarrollar productos y además se comparte una reseña de las experiencias de trabajo realizadas en diferentes regiones del país. (Fig.1)

Figura 1: OBJETO FIELTRO: OPORTUNIDADES DE AGREGAR VALOR A LA CADENA LANERA

Basados en esta experiencia comenzamos a incorporar, a las actividades y proyectos del Centro, la observación sobre sus impactos ambientales y sociales siguiendo metodologías desarrolladas y/o apoyadas por el PNUMA[3].
Una de estas actividades consistió en organizar un stand de exhibición de objetos de diseño producidos a partir de la reutilización de residuos sólidos urbanos (RSU) en el marco del evento organizado el 28 y 29 de septiembre de

2011 por el Programa GIRSU del INTI: la Primera Jornada Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU). Para ello realizamos una convocatoria abierta a quienes producen objetos a partir de elementos generados y desechados en actividades realizadas en núcleos urbanos (domésticos, comerciales, institucionales, asistenciales e industriales no especiales).

Para la selección hubo que desarrollar una herramienta que permitiera evaluar si la reutilización de RSU que se hacía para la generación de cada producto implicaba estar realizando diseño sustentable, y analizar hacia qué aspecto de la sustentabilidad (ético-social, ambiental o económico) estába orientado cada producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño sustentable está alineado a los principios de desarrollo sostenible. Estos principios giran en torno a la "necesidad de balancear el desarrollo económico con la protección ambiental; en un contexto donde las necesidades humanas se satisfagan por el mejoramiento de la calidad de vida, y se valoren cuestiones éticas como la justicia social y los derechos para la futuras generaciones[4]" (Charter y Tischner, 2001).

Por medio del diseño definimos las interfases entre los usuarios y los productos, con la intención de influir significativamente en el modo en que éstos serán fabricados, consumidos y utilizados. Usualmente a partir de un buen diseño se obtiene un producto rentable que ofrece una respuesta de manera equilibrada a los requerimientos de su fabricante y a las necesidades de los usuarios. En este sentido el ecodiseño busca, además, integrar consideraciones medioambientales dentro del diseño y desarrollo de producto (Fig.2). Este ciclo se inicia con la extracción, procesamiento y suministro de las materias primas y luego sigue con la producción, distribución, uso y fin de vida del producto. En estas diferentes fases ocurren impactos ambientales de distinto tipo, los cuales deberían ser considerados de una manera integrada junto a los requisitos y condicionantes iniciales del producto.

El objetivo principal del ecodiseño "es minimizar el consumo de recursos naturales y energía y los consecuentes impactos sobre el medio ambiente mientras se maximizan los beneficios a los fabricantes" (Charter y Tischner, 2001) (Fig.3).

En el diseño de un producto (o servicio) si, además de integrar las consideraciones medioambientales, también integramos las consideraciones relativas a los aspectos sociales y éticos afectados a lo largo del ciclo de vida del producto, se diseñarán y generarán productos y servicios "sustentables".
Esto redundará no solo en una reducción del uso de recursos y energía, sino que además mejorará la "calidad de vida" de todos los afectados a lo largo del ciclo de vida del producto. Diseñar, producir y comercializar productos que contemplen todos estos aspectos es hacer diseño sustentable.

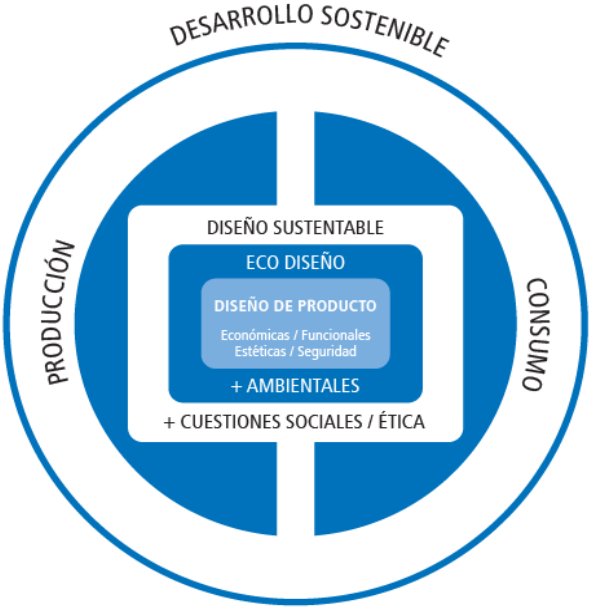


Figura 2: RELACIÓN ENTRE DISEÑO DE UN PRODUCTO, ECODISEÑO, DISEÑO

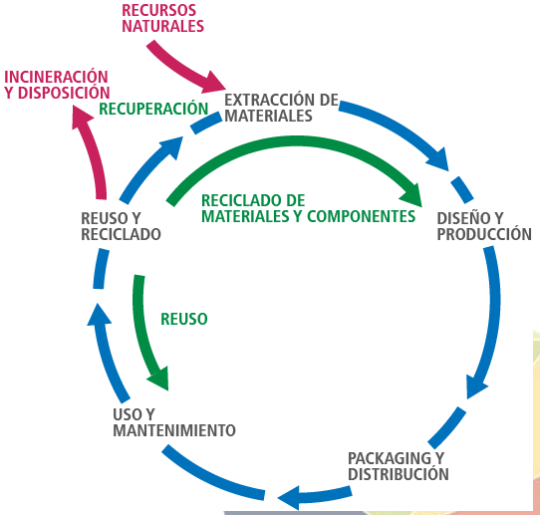


Figura 3: CICLO DE VIDA DE UN

Debido a que existe un concepto muy afianzado que presupone que la reutilización de RSU es ecodiseño, para la selección hubo que desarrollar una herramienta que permitiera evaluar si la reutilización de RSU que se hacía para la generación de cada producto implicaba estar realizando un Diseño Sustentable; y hacia qué aspecto de la sustentabilidad (ético-social, ambiental o económico) estába orientado cada producto. El desarrollo de esta herramienta se hizo necesario debido a que las que están disponibles para evaluar estos aspectos están orientadas a producciones industriales y tienen el objetivo de encontrar puntos a mejorar.

Una de las herramientas que tiene en consideración no solo los aspectos ambientales, sino también los aspectos sociales afectados por la producción y uso de un determinado producto es la desarrollada por Ursula Tischner, Chris Ryan y Carlo Vezzoli para UNEP en el libro "Design for Sustainability; a step-by-step approach", que es el enfoque de "Sistema Producto-Servicio para el Diseño para la sostenibilidad" *(PSS-D4S)*.

El concepto de PSS propone la transición de las empresas de vender sólo productos (o servicios) a diseñar y proporcionar un sistema de productos y servicios (e infraestructuras conexas) capaces de cumplir con las necesidades y exigencias de los clientes más eficientemente, y con mayor valor para las empresas y para los clientes que con soluciones basadas puramente en productos.

Cabe aclarar que si bien el PSS es un concepto que no está necesariamente conectado con el paradigma de desarrollo sostenible, muchas investigaciones (por ejemplo SusProNet, MEPSS etc.) han aplicado el PSS como una estrategia efectiva para conducir hacia el desarrollo sostenible. De hecho se ha demostrado que el PSS puede dar lugar a sistemas de producción-consumo ambiental y económicamente mucho más eficientes, aunque no es algo dado per se.

El enfoque PSS-D4S incorpora, a las rutinas de diseño y desarrollo de producto, la integración de aspectos ambientales y sociales (sostenibilidad), así como también la observación de la estética, semántica del producto, sus aspectos culturales, el comportamiento del consumidor y sus preferencias.

Tomando en cuenta lo antedicho, se utilizó la herramienta "PSS sustainability guidelines, Level 2[5]" como referencia de análisis para la evaluación de los productos (realizados a partir de la reutilización de RSU) que se presentaron en nuestra convocatoria. Los principios ambientales y sociales que nos sirvieron como guía para la evaluación fueron:
> aumento de la proporción de recursos renovables en actividades económicas;
> aumento de la creación de riqueza para un mayor número de personas;
> disminución de las emisiones contaminantes y generación de residuos a nivel local y regional;
> aumento del uso sostenible de los recursos locales en las actividades económicas;
> incremento del valor agregado a los recursos locales;
> aumento de la proporción retenida en las regiones de los beneficios del valor agregado;
> aumento en la proporción de inmateriales (por ejemplo, información y conocimientos) y de recursos materiales de mayor valor agregado a través de las fronteras en los flujos de recursos;
> aumento de la diversidad y la flexibilidad de las actividades económicas;
> aumento de la diversidad e intensidad de la comunicación y colaboración entre actividades regionales.

Para la selección de productos para la exposición, se les pidió a los postulantes que enviaran un formulario completo. La información volcada en el formulario se utilizó como insumo para el análisis de la sustentabilidad de los productos. Los datos solicitados consistieron en:

- breve descripción del producto
- Residuo Sólido Urbano que utiliza para la elaboración del producto
- ¿el producto se comercializa? ¿a qué precio?
- dirección página web
- fotografías del producto

A continuación se les pidió que especificaran en cada una de las siguientes dimensiones (Ambiental, Socio-cultural y Económica) el aporte que realizaba el producto –si es que correspondía- de acuerdo a los puntos descriptos en la tabla 1.

TABLA 1: DIMENSIONES PARA EL ANÁLISIS DE PRODUCTOS

A) DIMENSIÓN AMBIENTAL	**B) DIMENSIÓN SOCIO-CULTURAL**	**C) DIMENSIÓN ECONÓMICA**
A1. Optimización de uso y vida del producto (qué se tuvo en cuenta para la extensión de la vida o intensificación de uso del producto).	B.1 Salud y seguridad (de empleados, consumidores, partes interesadas y público en general).	C.1 Posición en el mercado y competitividad.
A2. Reducción de transporte/distribución (qué se tuvo en cuenta para minimizar el transporte de personas, productos o componentes).	B.2 Condiciones de vida/calidad de vida (perspectiva de los usuarios/consumidores).	C.2 Agregado de valor para los usuarios.
A3. Reducción de recursos (qué se tuvo en cuenta para un uso mínimo de energía y materiales a lo largo del ciclo de vida del producto).	B.3 Empleo/condiciones laborales (perspectiva del empleado).	C.3 Desarrollo de negocios a largo plazo/riesgos.
A4. Minimización de residuos/valorización (qué se realizó para favorecer el reciclado o compostaje).	B4. Equidad y justicia/relación con los grupos de interés (sociedad/perspectiva global).	C.4 Asociación/ cooperación.
A5. Minimización de toxicidad (qué se tuvo en cuenta para evitar o minimizar el uso de sustancias tóxicas a lo largo del ciclo de vida del producto).	B5. Respeto a la diversidad cultural (perspectiva social/local).	C.5 Efecto macroeconómico.

Con las respuestas del formulario, la observación de la información brindada en las páginas web, entrevistas publicadas en la web, y presentaciones personales de algunos de los productores, se comenzó a evaluar en detalle de acuerdo a los puntos detallados en la tabla 2:

TABLA 2: EVALUACION DE LOS PRODUCTOS SEGÚN VARIABLES

A. DIMENSIÓN AMBIENTAL	**B. DIMENSION SOCIO CULTURAL**	**C. DIMENSIÓN ECONÓMICA**
A1. Optimización del uso y vida del producto.	B.1 Salud y seguridad (de empleados, consumidores, partes interesadas, público en general).	C.1 Posición en el mercado y competitividad.
El diseño del producto está pensado de manera tal de: - Ofrecer actualizaciones estéticas y culturales. - Facilitar al usuario los cuidados para una larga duración del producto (se observó el material usado).	Cuando se diseña se considera el cuidado de la salud y las condiciones de seguridad: - En la producción (incluyendo proveedores y distribuidores). - En el transporte. - En el uso. - En el reciclaje (del producto).	Cuando se planifica el diseño de un producto se procura: - Identificar exactamente los grupos destinatarios y las necesidades que se van a satisfacer. - Comparar el producto (y sus servicios asociados: garantía, servicio técnico, centro de ayuda a usuarios, etc.) que se ofrece actualmente con los de la competencia y encontrar maneras de hacer más atractiva la oferta. - Estar en la posición correcta en la cadena de valor, con los socios adecuados, para ofrecer un producto/servicio con la calidad adecuada.

TABLA 2: EVALUACION DE LOS PRODUCTOS SEGÚN VARIABLES (continuación)

A. DIMENSIÓN AMBIENTAL	**B. DIMENSION SOCIO CULTURAL**	**C. DIMENSIÓN ECONÓMICA**
A2. Reducción del transporte/distribución.	B.2 Condiciones de vida/calidad de vida (perspectiva de los usuarios/consumidores).	C.2 Agregado de valor para los usuarios.
El diseño implica al uso, de modo de:	Cuando se diseña un producto se procura:	Cuando se planifica el diseño de un producto se procura:
- Permitir el aprovechamiento de recursos locales (refiere a los lugares donde será usado el producto). - Permitir el uso de repuestos/insumos locales. - Facilitar el acceso de información al usuario sobre el producto y su reparación de modo de evitar su traslado (para los casos en que el producto fuera reparable).	- Satisfacer una (positiva) necesidad detectada de la sociedad. - Cumplir una (positiva) demanda de la sociedad. - Resolver un problema existente (o próximo a existir). - Hacer una investigación seria de mercado para comprender las necesidades del usuario. - Ofrecer productos/servicios con precios asequibles para el grupo de destino. - Involucrar al usuario en el diseño de productos y ofrecer algo adaptado a las necesidades individuales, que genere un alto valor para el usuario.	- Crear un sistema de producto/servicio más barato para su usuario que otras soluciones de la competencia. - Asegurar la comunicación de esto último al mercado. - Generar beneficios materiales para los usuarios (por ejemplo, creando más ingresos, reducción de la deuda/impuestos, aumento en las oportunidades de financiación, ahorro de costos, etc.). - Beneficios inmateriales para el usuario (por ejemplo, satisfacción, dejar fuera de sus manos responsabilidades negativas como el trabajo infantil, etc.). - Ofrecer soluciones personalizadas. - Ofrecer mayor flexibilidad para el usuario (por ejemplo, horarios amplios para asistencia técnica).

TABLA 2: EVALUACION DE LOS PRODUCTOS SEGÚN VARIABLES (continuación)

A. DIMENSIÓN AMBIENTAL	**B. DIMENSION SOCIO CULTURAL**	**C. DIMENSIÓN ECONÓMICA**
A3. Reducción de recursos	B.3 Empleo/condiciones laborales (perspectiva del trabajador)	C.3 Desarrollo de negocios a Largo Plazo/Riesgos
El diseño está pensado para:	Cuando se diseña se procura:	Cuando se planifica un diseño se procura:
- Facilitar el uso colectivo de repuestos/insumos o de partes del producto. - Favorecer patrones de consumo ecoeficientes. - Proporcionar información ambiental sobre el consumo de recursos orientando la decisión del usuario a las opciones de menor consumo. - Facilitar al usuario el ahorro de material/energía para el mantenimiento del producto.	- Diseñar los lugares de trabajo de modo que faciliten la interacción con los usuarios (los lugares de trabajo se encuentran a la vista del usuario). - Ofrecer educación, entrenamiento e información a los empleados, especialmente en relación con la innovación en sustentabilidad. - Crear un ambiente de trabajo positivo y de apoyo. - Involucrar a los empleados en la toma de decisiones. - Pagar salarios justos por horas de trabajo adecuados (según normas regionales). - Crear un clima que permita la creatividad y las innovaciones sugeridas por los empleados. - Trabajar con sus asociados (aguas arriba y aguas abajo) para ofrecer igualmente buenas condiciones de trabajo a lo largo de la cadena de valor.	- Aprender de nuevos socios. - Incorporar procesos de mejora continua (por ejemplo, mediante la introducción de un sistema de monitoreo y retroalimentación directa). - Crear clima e incentivos para la innovación y dar espacio a los empleados para visiones de futuro. - Brindar información y entrenamiento de los empleados y socios (aguas arribaaguas abajo), establecer rutinas simples para colectar conocimiento y gestionar. - Compartir responsabilidades con más socios y delegar. - Compartir inversión con otras empresas. - Evitar productos críticos o con una imagen negativa en el público. - Estudiar el ciclo de vida completo de los bienes que se utilizan para la producción.

TABLA 2: EVALUACION DE LOS PRODUCTOS SEGÚN VARIABLES (continuación)

A. DIMENSIÓN AMBIENTAL	B. DIMENSION SOCIO CULTURAL	C. DIMENSIÓN ECONÓMICA
A4. Minimización de residuos/valorización	B4. Equidad y justicia/relación con los grupos de interés (sociedad/perspectiva global)	C.4 Asociación/ cooperación
El diseño está pensado para facilitar el desarme de los servicios de retorno enfocados a: - La recuperación de energía proveniente de los productos (de modo ambientalmente aceptable). - El reciclado del producto. - El compostaje.	Para diseñar se procura: - Incluir la perspectiva de todas las partes interesadas en la investigación de mercado. - Capacitar a sus empleados y usuarios procurando interacciones fructíferas. - Favorecer la multiplicación de las ocasiones para los contactos sociales y el intercambio de conocimientos (incluso entre los diferentes usuarios y otros interesados). - Mejorar la situación de miembros "débiles" de la sociedad: por ejemplo, niños, ancianos, discapacitados y analfabetos. Tenerlos en cuenta en el sistema productivo y/o de uso del producto. - Asegurar condiciones laborales dignas tanto para la organización como para los proveedores.	Cuando se planifica el diseño de un producto se procura: - Utilizar la asociación con otras organizaciones para mejorar la oferta, hacerla más barata, hacerla más profesional, mejorar la organización, mejorar la apariencia en el mercado, entre otros - Establecer un método pragmático para organizar la asociación - Buscar asociados adecuados (ajuste de tamaño, contenido y capacidad). - Cuidar de que la asociación refuerce la posición en la cadena de valor - Verificar que todos los socios están dispuestos, sean capaces de cooperar y tengan en claro su motivación

TABLA 2: EVALUACION DE LOS PRODUCTOS SEGÚN VARIABLES (continuación)

A. DIMENSIÓN AMBIENTAL	B. DIMENSION SOCIO CULTURAL	C. DIMENSIÓN ECONÓMICA
A5. Conservación/ biocompatibilidad /toxicidad	B5. Respeto a la diversidad cultural (perspectiva social/local)	C.5 Efecto Macroeconómico
El diseño está pensado para: - Incorporar repuestos/insumos/partes del producto, basados en recursos de materiales/energía renovables, biocompatibles y no agotables. - Proveer servicios/funcionalidades para evitar/minimizar la toxicidad/peligrosidad de materiales y energía.	Cuando se planea el diseño de un producto se procura: -Tratar de comprender las necesidades de grupos destinatarios en diferentes países y regiones. - Ofrecer conceptos de productos adaptados a los valores y las diferencias culturales de los grupos de destino y a las partes interesadas en diferentes regiones. - Crear una interfaz de usuario emocionalmente positiva. -Atender la integración sensata del producto en su entorno. -Aumentar la estética y la belleza a través de un diseño excelente. -Que la estética y la belleza ayuden a la aceptación del producto en "diferentes" hábitos de uso comunitario de los recursos.	Cuando se planifica el diseño de un producto se procura: - Crear puestos de trabajo en una región específica. - Usar productos locales y regionales. - Crear oportunidades de negocios locales. - Acceder a mercados diversos con diferentes actores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los productores que se seleccionaron para la exposición fueron diez (Foto 1):

- Regomax (www.regomax.com) recicla neumáticos mecánicamente de forma industrial para la obtención de pellets para proveer a los fabricantes de césped sintético.
- Buna (www.buna.com.ar) es una línea de equipamiento para exteriores a partir de fibras de caucho recicladas de neumáticos: asientos, macetones, y otros productos relacionados.
- Neumática (www.neumaticanet.com.ar) reutiliza cámaras de neumáticos para la confección de carteras, cinturones, cuadernos, etc.
- Ana Amitrano (www.anamitrano.com.ar) reutiliza cartones resistentes descartados para la elaboración de muebles de diseño.
- Contenido prensado (www.contenidoprensado.masekos.com) es una cooperativa que elabora productos a partir de planchas obtenidas a partir del prensado de materiales plásticos, mayormente bolsas de polietileno descartadas y recolectadas por la misma cooperativa.
- UPT-Coca Cola fue un encargo, a través del Programa Unidades Productivas Tipo del INTI (www.inti.gob.ar/upt), de una embotelladora a un grupo de emprendedores para la realización de bolsos para sus empleados, realizados a partir de la reutilización de banners publicitarios de la empresa.
- Vero Icono son instrucciones para la elaboración de pequeños artículos de packaging decorativos a partir de la reutilización de botellas de PET.
- INTI-Diseño Industrial (www.inti.gob.ar/diseno) presentó pufs elaborados con la reutilización de botellas de PET.
- Pablo Bianchi (http://www.pablobianchi.info) presentó la reutilización de residuos de industria maderera para diferentes productos
- La música está suelta (www.lamusicaestasuelta.com) reutiliza residuos de la industria del fieltro de lana para elaborar alfombras.

Foto 1: Imágenes de productos. Jornada GIRSU-INTI. 2011

A continuación se presenta el análisis realizado en cada uno de las dimensiones que se relevaron.

Dimensión Ambiental

Del análisis de los productos realizados a partir de la reutilización de RSU que se presentaron para la exposición, los que mejor desempeño ambiental demostraron fueron aquellos que ofrecían una vida útil prolongada, además de requerir un bajo mantenimiento a comparación de los mismos productos hechos con otros materiales. Éste fue el caso del producto realizado a partir de neumáticos fuera de uso, cuya resistencia a su procesamiento, tanto para reutilización como para reciclado mecánico, hacen que sean procesos de cierta complejidad. Por ejemplo, la gestión para llegar al montaje de la planta industrial de reciclado de Regomax en el Complejo Ambiental Norte III de CEAMSE[6] para la obtención de pellets para la fabricación de canchas de césped sintético fue iniciada por INTI-Caucho en 2003, y concluyó con la puesta en marcha de dicha planta en el año 2010.

Otro producto de buen desempeño ambiental fue el elaborado a partir de residuos de paños de fieltro de lana, cuya característica principal es la de conservar las propiedades nobles la misma además de ser un material íntegramente de producción nacional[7]. Esto abarca a toda la cadena de valor de la lana. El producto no requirió una elaboración muy exigente.

Los muebles fabricados a partir de la reutilización de cartones resistentes fueron ejemplos interesantes y de un mensaje muy potente, donde el diseño jugó un papel importante. La liviandad es una característica destacable, aunque requieren un cuidado especial en comparación a un mueble estándar. (por ejemplo en su limpieza). El intento de mejorar su *performance* en su mantenimiento, para acercarlo al de un mueble estándar, requeriría de tratamientos que luego no posibilitarían su reciclado, característica distintiva del cartón.

Los productos elaborados a partir de la reutilización de residuos plásticos en general (incluyendo lonas vinílicas y botellas de PET) tienen el inconveniente de ser altamente dependientes del mantenimiento que se les dispense. Usualmente se dice de este tipo de reutilización que solo consiste en posponer un tiempo su disposición final.

Dimensión Socio Cultural

La investigación iniciada por el Centro de Caucho de INTI en 2003 y todo el proceso que involucró a diferentes actores de interés -como al CEAMSE, cooperativas de reciclaje, grandes generadores del residuo (terminales de colectivos de larga distancia), entre otros- llevó al diseño, de acuerdo a las bases técnicas de INTI-Caucho[8], del modelo de planta procesadora de neumáticos fuera de uso, teniendo en cuenta el aseguramiento de la demanda del material reciclado. En 2007 se firmó un convenio entre una empresa y el CEAMSE, a partir del cual este último cedió un terreno de 2 hectáreas por 20 años y la entrega de los neumáticos fuera de uso a la planta de reciclado. Dicha empresa construyó la planta y realizó la inversión en bienes de capital por dos millones de dólares aproximadamente. Una vez que alcance el punto de equilibrio del proceso, la empresa pagará un canon anual a CEAMSE que será destinado a las Plantas Sociales de Reciclado.

Este proyecto, en el que han intervenido diversos actores, era el que mejor desempeño sociocultural tenía: comprendía desde actores sociales hasta un estudio previo de la demanda de los usuarios de los productos.

Los productos elaborados por cooperativas suelen tener un alto desempeño social, por estar integradas por miembros "débiles" de la sociedad. Son actividades que tratan de generarles a estos actores alguna mejora significativa en su situación, aunque no se ha podido ir a observar si trabajaban en condiciones dignas. Exceptuando las entidades que se presentaron como cooperativas de trabajo, ninguno de los otros expositores declaró trabajar en relación a alguna cooperativa.

Dimensión Económica

Al igual que en la dimensiones anteriores, el reciclado industrial de neumáticos presentaba el de mejor desempeño económico, debido a que contaba con la asociación entre organizaciones refererentes que aportaron su experticia, y que implicó la búsqueda de una empresa que fuera adecuada y que quisiera invertir en la construcción de la planta. Las

condiciones establecidas para la inversión hicieron que le proyecto fuera rentable para la empresa. Todos los socios debieron estar dispuestos y ser capaces de cooperar para llevar adelante el proyecto, cada uno con sus motivaciones particulares.

De presentaciones que hicieron los productores que reutilizan cámaras neumáticas, se observa que era la intención vender en mayores cantidades al logrado al mercado interno. Y que tienen demanda del exterior porque son observados como artículos artísticos.

Respecto al caso de cooperativas, la elaboración de bolsas a partir de lonas fue un trabajo a pedido de una empresa, lo cual constituye a la bolsa en un producto de demanda circunstancial. Los productores de las planchas de plástico también presentan demandas circunstanciales (como la elaboración de cestos de residuos para la Municipalidad de Morón), pero elaboran otros productos como billeteras.

De los productores de muebles de cartón no hemos obtenido mayores datos al respecto. Por su parte, los proyectos de la reutilización de PET no pueden evaluarse dado que son experimentaciones, lo mismo que la reutilización de residuos madereros y la alfombra de fieltro. Al no contar con información básica sobre el desarrollo del negocio, se transforma más en una herramienta de educación/transferencia de conocimiento que en un producto bajo las reglas generales del sistema comercial (posición en el mercado, competitividad, agregado de valor para el usuario, efecto macroeconómico del desarrollo).

CONCLUSIONES

Para que un proyecto de reutilización o reciclado de RSU tenga un desempeño que abarque todos los aspectos de la sustentabilidad, se requiere de un estudio previo que incluya todas las experticias posibles que pueda involucrar al proyecto, y que tome en cuenta desde usuarios hasta actores sociales. Esto demanda un tiempo extenso para la elaboración del proyecto.

En el caso de producciones de diseño, sería interesante que tomaran en cuenta la asociación con cooperativas de trabajo para mejorar el desempeño social. Son conocidos algunos casos exitosos.

Otra observación que se pudo realizar a partir de la experiencia fue que la mayor falla que se presenta en general es la falta de estudios del mercado, para determinar a dónde se quiere dirigir la producción.

Hay que considerar que las herramientas disponibles actualmente de medición y/o evaluación de dimensiones ambientales, sociales y económicas, en general están pensadas desde la visión de los países centrales para sectores industriales maduros. El mayor desafío es poder pensar y poner en marcha herramientas que sean flexibles para monitorear y evaluar productos que han sido pensados dentro de un contexto social y productivo mucho más heterogéneo, donde las herramientas de evaluación deben lidiar con situaciones críticas tanto a nivel del producto como de la organización laboral, los distintos tipos de usuarios y la realidad local en la que se insertan esos productos.

BIBLIOGRAFÍA

1. McDonough, William y Braungart, Michael. *De la cuna a la cuna: Rediseñando la forma en que hacemos las cosas.* Madrid: Mc Graw Hill, 2005.

2. Ariza, Raquel et.al. *Objeto Fieltro: Oportunidades de agregar valor a la cadena lanera*. Buenos Aires: INTI, 2011.

3. Tischner, Ursula y Charter Martin. *Sustainable product design, Sustainable solutions: developing products and services for the future*. Londres: Greenleaf, 2001.

4. Worksheets D4S Product Service Systems. Disponible en http://www.d4s-sbs.org/

5. Disponible en http://www.inti.gob.ar/prodiseno/gacetillas/girsu.htm

6. L. Rehak, K. Potarsky, R. Poliak *Modelo de gestión de reciclado de neumáticos fuera de uso (NFU).* Disponible en http://www.inti.gob.ar/encuentros_10/libroElectronico.pdf; p. 28 y 29.

7. Elkington, John. Cannibals with Forks: *The triple botton line of 21 st century business*. Oxford, UK: Capstone Publishing, 1997.

8. Tischner, Ursula; Schmincke, Eva; Rubik, Frieder y Prösler Martin. *How to do EcoDesign? A Guide for Environmentally and Economically Sound Design*. Frankfurt: Art Books International, 2000.

9. United Nations Environment Programme. *Life Cycle Management: A Bussiness Guide to Sustainability*. Paris: UNEP, 2007.

---

[1] McDonough, William y Braungart, Michael. *De la cuna a la cuna: Rediseñando la forma en que hacemos las cosas.* Madrid: Mc Graw Hill, 2005.

[2] Ariza, Raquel et.al. *Objeto Fieltro: Oportunidades de agregar valor a la cadena lanera*. Buenos Aires: INTI, 2011.

[3] PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (en inglés UNEP: United Nations Environment Programme)

[4] Tischner, Ursula y Charter Martin. *Sustainable product design, Sustainable solutions: developing products and services for the future*. Londres: Greenleaf, 2001.

[5] Worksheets D4S Product Service Systems. Disponible en http://www.d4s-sbs.org/

[6] Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado: es una sociedad del estado de carácter interjuridiccional, ya que su capital accionario lo comparte en partes iguales el Gobierno de la Provincia de Buenos Aires y el Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

[7] En la actualidad, si bien la materia prima es nacional, su procesamiento se realiza mayormente en Brasil y China.

[8] L. Rehak, K. Potarsky, R. Poliak *Modelo de gestión de reciclado de neumáticos fuera de uso (NFU).* Disponible en http://www.inti.gob.ar/encuentros_10/libroElectronico.pdf; p. 28 y 29.

Elkington, John. Cannibals with Forks: *The triple botton line of 21 st century business*. Oxford, UK: Capstone Publishing, 1997.

Tischner, Ursula; Schmincke, Eva; Rubik, Frieder y Prösler Martin. *How to do EcoDesign? A Guide for Environmentally and Economically Sound Design*. Frankfurt: Art Books International, 2000.

United Nations Environment Programme. *Life Cycle Management: A Bussiness Guide to Sustainability*. Paris: UNEP, 2007.

4.3-Mantilla-Colombia-1

SISTEMA DIDÁCTICO DE ENCUADERNACIÓN AUTOMÁTICO PARA LA REUTILIZACIÓN DE PAPEL ENFOCADO EN ETAPAS DE EDUCACIÓN BÁSICA SECUNDARIA Y MEDIA.

Silvia Nathalia Mantilla Niño [(1)]
Estudiante de Diseño Industrial, Universidad Industrial de Santander, mantillansilvia@gmail.com.

Alvaro Andrés Lamus Caballero [(2)]
Estudiante de Diseño Industrial, Universidad Industrial de Santander, di_anlaca@hotmail.com.

Dirección (1): Carrera 28a no 40 -66 edificio el cacique apto 402 – Sotomayor – Bucaramanga – Santander – Código postal: 680003 – Colombia – Tel: 6901419 – E-mail: mantillansilvia@gmail.com

RESUMEN

La educación ambiental es una herramienta que promueve el desarrollo de procesos de concientización, comprensión y valoración del medio ambiente en las personas y comunidades. Brindar conocimiento de manera eficaz y generar actividades pedagógicas que dinamicen los procesos de aprendizaje es de vital importancia para incentivar la integración de esfuerzos en la solución de las actuales problemáticas ambientales. En el análisis del estado actual de la educación ambiental en las instituciones educativas de la ciudad de Bucaramanga-Colombia se encontraron deficiencias en estos procesos puesto que los estudiantes no visualizan un impacto real y no cuentan con material didáctico que fortalezca la comprensión de los conceptos y atraiga su atención. Como un aporte a la solución de esta situación se propone el diseño de un sistema didáctico de encuadernación automático para la reutilización de papel enfocado en etapas de educación básica secundaria y media, para promover un cambio en la perspectiva de ellos como usuarios primarios. Para abordar el aspecto humano del proyecto se planteó el diseño centrado en el usuario con el cual se identificaron las necesidades, expectativas y capacidades del mismo, de esta manera se establece la estructura metodológica del proyecto conjuntamente con el proceso proyectual de generación de productos, necesario para responder a caracteres de uso, funcionales, estructurales, productivos y de mercado, enmarcados en la solución de una situación problema, respondiendo a requerimientos y restricciones específicas. Como resultado de esto, se formularon ideas basadas en la secuencia de actividades a desarrollar por el usuario que desea hacer un empaste manual de un conjunto de hojas. Por otra parte, como resultado de un trabajo de diseño interdisciplinar surge un sistema automático y compacto, de poco peso y gran resistencia al uso, con mecanismos especialmente adaptados para el proyecto; presentando una solución eficiente para cada una de las etapas del proceso de encuadernación. El diseño como disciplina de creación puede aportar elementos que beneficien los procesos educativos y sean factores de cambio en las actitudes y pensamientos de los estudiantes de cualquier nivel educativo.

Palabras clave: Educación ambiental, Encuadernación, Interdisciplinariedad, Papel reciclado, Sistema didáctico

INTRODUCCIÓN

El medio ambiente se ha establecido como centro del debate internacional en las últimas décadas debido a los cambios cada vez más evidentes en el comportamiento de la naturaleza y en los impactos que ella genera en las sociedades actuales. La población mundial ha sido testigo de un progresivo deterioro y destrucción del entorno natural evidenciado a mayor escala en las últimas décadas debido a factores como el acelerado crecimiento científico y tecnológico, la disminución del valor de la naturaleza para el hombre contemporáneo, la explotación a gran escala de los recursos naturales y el poco control del uso de los mismos (1).

Las soluciones planteadas para este problema global se han diversificado en tres aspectos principales: políticos, económicos y sociales, siendo en este último donde se encuentra la educación ambiental determinado como un elemento de fomento de buenas prácticas enfocadas al mejoramiento del medio en su dimensión humana (2). Por consiguiente la educación ambiental de las nuevas generaciones en temas de desarrollo sostenible, ecología, protección del medio ambiente, reciclaje y reutilización de residuos es una de las opciones más relevantes y que mayor impacto pueden tener en el bienestar del planeta.

En el análisis del estado actual de la educación ambiental en las instituciones educativas de la ciudad de Bucaramanga - Colombia se encontró deficiencia en estos procesos puesto que los estudiantes no visualizan un impacto real y no cuentan con material didáctico que fortalezca la comprensión de los conceptos y atraiga su atención.

Como un aporte a la solución de esta situación se propone el diseño de un sistema didáctico de encuadernación automático para la reutilización de papel BukBox, que fue desarrollado en una práctica académica de desarrollo de producto con un componente interdisciplinar enfocado en el apoyo a cursos, talleres y actividades prácticas en colegios, asociaciones e instituciones medioambientales de la ciudad, para la educación en el uso práctico e inteligente del papel.

OBJETIVOS

Diseño de un sistema didáctico de encuadernación automático para la reutilización de papel enfocado en etapas de educación básica secundaria y media.

Objetivos específicos

- Fraccionar el problema de diseño para mejorar la identificación de soluciones en cada una de las etapas de la secuencia de uso.
- Adquirir mayor comprensión, sensibilidad y conciencia acerca del medio ambiente como factor fundamental de la calidad de vida del ser humano.
- Promover el cambio de perspectiva en cuanto a los procesos educativos ambientales en los estudiantes utilizando el diseño como método para generar interés e impacto.

METODOLOGÍA

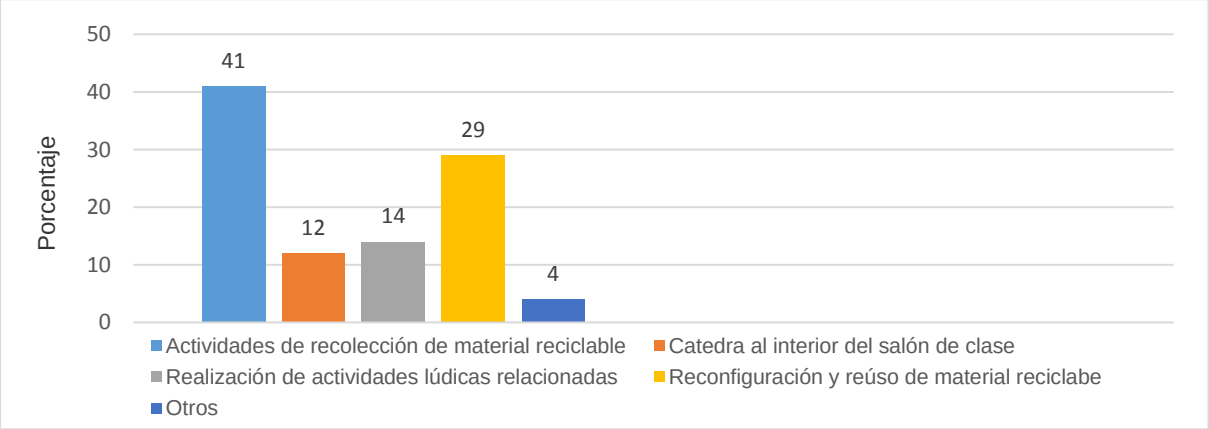
La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto correspondió a la planteada por Gerardo Rodríguez en “El Manual del Diseño Industrial”, que se basa a su vez en el proceso proyectual de Gui Bonsiepe, ideal para abordar la generación de productos puesto que se debe responder a distintos caracteres de uso, funcionales, estructurales, productivos y de mercado, enmarcados en la solución de una situación problema, la cual responde a requerimientos o restricciones específicas (3).

Para abordar el aspecto humano del proyecto se planteó un componente de diseño centrado en el usuario con el cual se identificaron las necesidades, expectativas y capacidades del mismo, fundamento que sentó las bases para la estructura metodológica del proyecto.

ACTIVIDADES REALIZADAS

Para el planteamiento e identificación del problema, como acción primaria de un proceso de diseño, fue necesaria la determinación precisa de los límites de desarrollo del proyecto (3). En esta etapa se realizó una investigación sobre los procesos de educación ambiental realizados en diferentes instituciones y grupos formales y no formales del área metropolitana de Bucaramanga. Se identificó que la mayor cantidad de procesos desarrollados se centran en crear conciencia mediante actividades de recolección y separación de material reciclable y reutilizable, seguido por procesos de reconfiguración y reuso de estos elementos como se muestra en la figura 1.

Figura 1: Actividades de educación ambiental en la ciudad de Bucaramanga, Colombia.



Se llevó a cabo un análisis de las soluciones existentes respecto a soluciones objetuales propuestas para apoyar las dos actividades con mayor resultado en la investigación previa y a los procesos o información adicional que pudiese ser relevante como marco teórico del proyecto. Para esto se hicieron búsquedas en bases de datos de productos, registros de patentes e investigación de campo en sectores comerciales de la ciudad.

Luego de analizar el fenómeno desde el punto de vista del diseño industrial se estableció como usuarios primarios a los estudiantes de educación básica secundaria y media de la ciudad de Bucaramanga, usuarios secundarios como profesores, talleristas y padres de familia; cerrando así las variables que llevan a la declaración de objetivos.
Para este proyecto se especificaron requerimientos de diseño divididos en cuatro grupos según los aspectos a los cuales hacen referencia, por ello hablas de Aspecto Humano, Estético-formal, Técnico-productivo y Funcional. Y a su vez se les fue adjudicado un nivel de importancia en su aplicación al proyecto: Taxativos, Deseables y Opcionales. De este proceso surge la tabla 1 de requerimientos.

Tabla 1: Requerimientos de diseño.

REQUERIMIENTO	ASPECTO HUMANO	ASPECTO FORMAL ESTÉTICO	ASPECTO EXPRESIVO FORMAL	ASPECTO TÉCNICO PRODUCTIVO	ASPECTO FUNCIONAL
TAXATIVOS	- Debe ser seguro para el usuario. - Las dimensiones de los mandos deben ser adecuadas para el usuario. - Los mandos deben ser accesibles para el usuario.	- Debe ajustarse a la disposición más eficaz de los mecanismos a utilizar.	- El lenguaje de uso debe ser claro para el usuario. - Por cada acción que emprenda el usuario con el dispositivo, este debe generar una respuesta perceptible.	- Debe estar hecho de un material resistente su uso. - Las piezas que componen el dispositivo deben cumplir los estándares internacionales. - El dispositivo debe ser producido mediante procesos disponibles en nuestra región.	- Debe funcionar (encuadernar libros). - Utilizar mínimo 3 mecanismos. - Los mandos deben estar al alcance del usuario. - Las dimensiones del dispositivo deben facilitar su utilización en espacios académicos.
DESEABLES	Propiciar posiciones normales para las manos del usuario.	- Tener coherencia intraformal. - Topografía de uso evidente para el usuario.	- Comunicación entre el dispositivo y el usuario clara, rápida y sencilla. - Utilizar en gran medida esquemas mentales ya conocidos para facilitar su uso.	- Piezas intercambiables en caso de avería o desgaste. - Material fácil de limpiar. - Debe facilitar los procesos de reparación y cambio de piezas.	- Mecanismos precisos para asegurar un buen funcionamiento.
OPCIONALES		- Partir de la composición modular.			- Facilidad de transporte

RESULTADOS

En el proceso de generación de alternativas se formularon ideas basadas en la secuencia de actividades a desarrollar por una persona que desea hacer un empaste manual de un conjunto de hojas. Para esto se formuló una secuencia de uso y se analizaron las diferentes opciones que tiene un usuario en la resolución de cada uno de los pasos a seguir.

SECUENCIA DE USO

1. Prensado del papel
2. Ranurado por corte
3. Incrustado de los hilos
4. Aplicación del pegante
5. Refuerzo de tela

- Prensado del papel:
    1. Prensa de ajuste lateral por torsión
    2. Prensa de ajuste al centro por torsión
    3. Prensa de ajuste lateral por presión
    4. Prensa de ajuste al centro por presión
    5. Prensa de ajuste con resorte

- Ranurado por corte:
    1. Corte por serruchado con hojilla
    2. Corte por presión
    3. Corte por hojilla circular y rotación

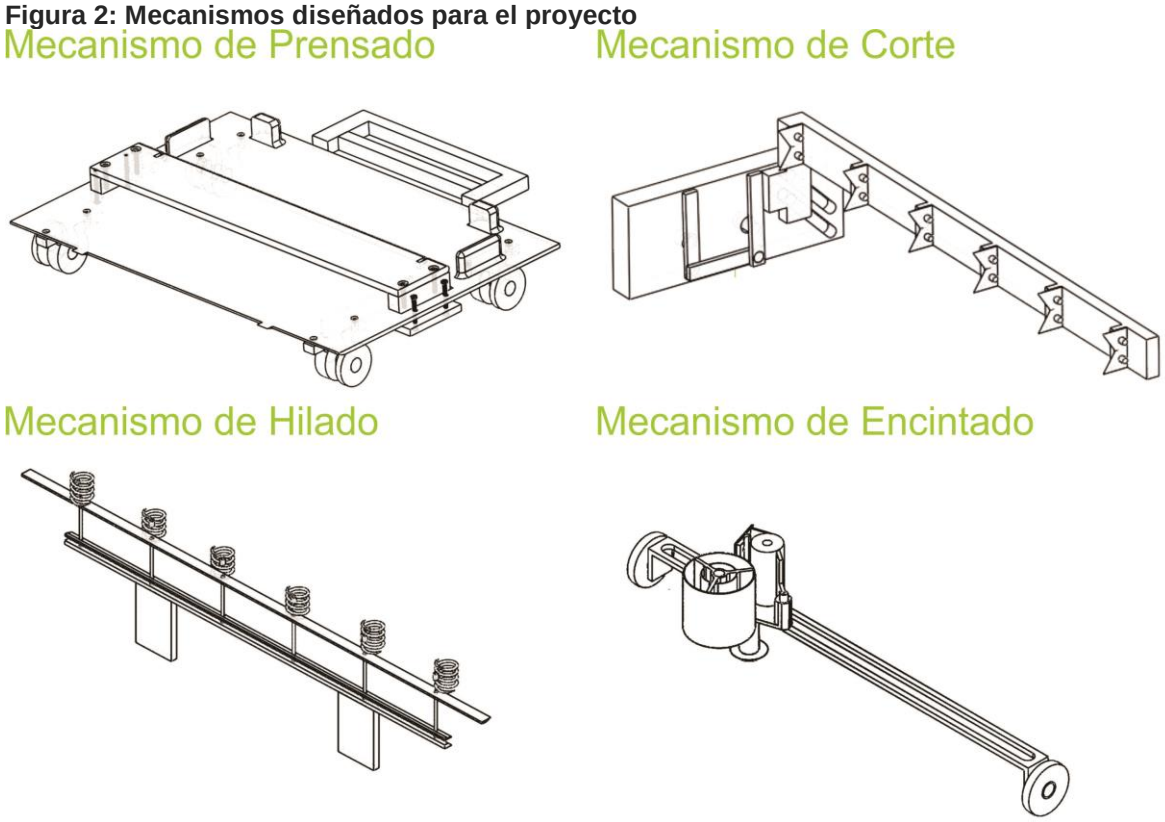
- Incrustado de los hilos:
    1. Por enhebrado con aguja
    2. Por incrustado por la ranura

- Aplicación del pegante
    1. Aplicación manual, distribución con espátula
    2. Aplicación manual, distribución con brocha
    3. Elemento que contenga el pegante líquido y lo aplique por contacto (Griffin)
    4. Aplicación manual de pegante en aerosol
    5. Aplicación con resorte (que este tenga forma de espátula y lo distribuya)

- Refuerzo de tela
    1. Se desenrolle en sentido horizontal, a lo largo del lomo
    2. Presión en sentido vertical

Luego para cada proceso se buscaron alternativas de mecanismos para la automatización del mismo como está planteado en los requerimientos de diseño, este proceso llevó a que el proyecto contara con la colaboración de estudiantes de Ingeniería Mecánica las cuales aportaron sus conocimientos para el desarrollo específico de los mecanismos y la puesta a punto de la automatización
Como resultado de este trabajo de diseño interdisciplinar surgió un sistema completamente automático y compacto, de poco peso y gran resistencia al uso, con mecanismos especialmente adaptados para este proyecto en específico (Figura 2). Para cada una de las etapas del proceso de encuadernación que se mostró anteriormente se presentó una solución eficiente y en concordancia de los requerimientos del proyecto y de los estándares de calidad actuales.

Figura 2: Mecanismos diseñados para el proyecto



Este ejercicio se complementó con un diseño elaborado con el fin de que el conjunto de mecanismos no fuera intimidante para los usuarios primarios y brindara protección tanto al dispositivo como a ellos en la interacción funcional. En la figura 3 se puede ver el resultado final de este proceso en donde además se tuvo en cuenta puntos importantes para alargar el ciclo de vida del dispositivo como las posibilidades de mantenimiento y reparación. El resultado final del proyecto es el

diseño de un dispositivo con el cual se pueden enfatizar de manera didáctica y segura lo útil de los procesos de recolección y reutilización del papel.

Figura 3: Bukbox en su etapa final

CONCLUSIONES

El diseño como disciplina de creación puede aportar elementos que beneficien los procesos educativos y sean factores de cambio en las actitudes y pensamientos de los estudiantes de cualquier nivel educativo, en este caso de secundaria y media. Además ayuda a promover la diversificación de las actividades propuestas en el ámbito académico, ya que usualmente incurren en la repetición, situación que puede resultar poco estimulante para adolescentes de estas edades.

En cuanto a las etapas metodológicas desarrolladas, el proceso de fraccionamiento del problema para generar alternativas de solución en aspectos puntuales de la secuencia de uso permitió un enfoque más detallado, lo cual generó mejores alternativas y una solución final que cumplió con los requerimientos planteados al comienzo de la fase proyectual.

Trabajar con un tema tan importante como el medio ambiente y los procesos educativos al respecto, generó una inquietud aún mayor tanto por adquirir más conocimientos relacionados como por seguir diseñando en consecuencia de los parámetros que muchos investigadores y teóricos del diseño han planteado para que el desarrollo de productos sea un aliado más en la protección del planeta.

Para futuras etapas de desarrollo del proyecto, se plantea la construcción de un prototipo del dispositivo para valorar el impacto real en los usuarios y su percepción en cuanto a los procesos y actividades relacionadas con la educación ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CONFERENCIA INTERGUBERNAMENTAL SOBRE EDUCACIÓN. La educación ambiental: las grandes orientaciones de la Conferencia de Tbilisi. UNESCO, 1980.

2. BARRENO, N. Estrategias para promover la educación ambiental en los niños y niñas de 4 a 5 años. Tesis de grado (Licenciada en ciencias de la educación especialización parvularia). Directora de tesis: Rosario Terán. Quito, Ecuador, Universidad Tecnológica Equinoccial, 2004.
3. RODRÍGUEZ, G. Manual de diseño industrial: curso básico UAM-A GG. G. Gili, 1985.

4.4-Ariza-Argentina-3

PRINCIPIOS DEL DISEÑO SUSTENTABLE Y SU CONSIDERACIÓN EN LAS ACTIVIDADES DEL CENTRO DE DISEÑO INDUSTRIAL

Raquel Ariza [(1)]
Diseñadora Industrial. Máster Oficial en Dirección de Comunicación, Universidad Católica de San Antonio de Murcia (UCAM). Directora Técnica de INTI-Diseño Industrial. Directora del Proyecto "El Diagnóstico de Diseño como herramienta de gestión en la Pyme".

Maximiliano Zito [(1)]
Diseñador Industrial. Posgrado en Gestión Estratégica del Diseño en la Universidad de Buenos Aires. Maestrando de Gestión de la Energía en la Universidad Nacional de Lanús.

Pablo Herrero [(1)]
Licenciado en Sociología. Tesista de la Maestría de Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad Nacional de Quilmes. Coordinador de la Unidad Técnica de Investigación de INTI-Diseño Industrial. Actualmente integra el grupo de prospectiva tecnológica del INTI.

Fabiana Flores [(1)]
Licenciada en Cs. Químicas. Manager en Gestión Ambiental (DGQ), Especialista en Higiene y Seguridad en el Trabajo. Se capacitó en ACV, Huella Hídrica, Huella de Carbono, etc. Participó en el desarrollo de una metodología de ecodiseño de la Universidad Nacional de Lanús.

Rodrigo Ramírez [(1)]
Diseñador Industrial. Especialista en la Propiedad industrial como herramienta de gestión empresarial. Coordinador de la Unidad Técnica de Transferencia de INTI-Diseño Industrial. Responsable de las diferentes acciones de capacitaciones y asistencia técnica.

(1) Dirección: Av. Gral. Paz 5445 – San Martín - Buenos Aires – B1650KNA - Argentina - Tel.: (+54)11-47246387
Mail del autor principal: diseno@inti.gob.ar

RESUMEN

El presente trabajo explica un Modelo de Abordaje desarrollado por el Centro de Diseño Industrial del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) el cual se utiliza para diagnosticar proyectos donde se hace necesario evaluar y mejorar aspectos económicos, ambientales y sociales.
Su objeto es recopilar la información necesaria para diagramar un modelo de intervención "a medida", según las necesidades de la organización y del entorno donde ésta se desempeña, obteniendo así un máximo aprovechamiento de sus posibilidades.

Palabras clave: desarrollo, sostenible, sustentabilidad, diseño, sustentable

INTRODUCCIÓN

El diseño es una excelente herramienta para mejorar los aspectos de sustentabilidad en un sistema-producto, fundamentalmente debido a su carácter de actividad planificadora por un lado, y por tener una mirada transversal por el otro. El hecho de ser una disciplina que debe involucrase en un proyecto en sus etapas iniciales, permite que una organización pueda obtener importantes beneficios con una baja inversión. La razón de ello es que al no existir aún físicamente el producto, el diseño tiene un alto grado de libertad para cambiarle sus atributos. Sumar al proceso de diseño y desarrollo de un producto criterios de sustentabilidad, permiten que a través de él se puedan mejorar considerablemente las esferas económica, social y ambiental.

Objetivos o hipótesis

Presentar el uso de un modelo de abordaje que integre distintas técnicas y que permita diagnosticar las herramientas más adecuadas al contexto del proyecto, la organización que lo solicita y sus objetivos. En este sentido el formato de "metodología paraguas" que pueda contener y cruzar distintas herramientas de análisis vuelve más potente la capacidad de incidir en el contexto de trabajo.

La utilización de esta metodología en las actividades del Centro de Diseño Industrial del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) permiten obtener mayores impactos en cuanto a las tres esferas del desarrollo sostenible: la económica, la ambiental y la social.

Metodología empleada

Se trata de utilizar la metodología más adecuada según el objetivo y el alcance del trabajo. El Centro utiliza una variedad de herramientas y metodologías, y se hace necesaria una elección para definir cuáles de ellas se consideran mas relevantes.

Siguiendo esta línea metodologías como el Análisis de Ciclo de Vida, la Huella de Carbono o el *Design for Sustainability* (D4S) (1) se utilizan generalmente en función de poder aprovechar y potenciar el conocimiento de los integrantes del equipo que llevarán a cabo el trabajo.

Actividades o etapas desarrolladas

El primer paso consiste en identificar los aspectos más relevantes del proyecto, desde los objetivos generales que persigue, hasta el tiempo y medios disponibles para llevarlo a cabo. Según estas conclusiones, se definen los requisitos generales del proyecto y particularmente los límites de intervención.

De manera paralela, mediante un diagnóstico rápido, se logra una comprensión de la organización, el entorno en el cual interactúa, sus fortalezas y debilidades. Para llevar a cabo esta etapa se utilizan herramientas convencionales de análisis de negocios, como ser la matriz FODA[1], el modelo de 5Fuerzas de Porter u otros similares. En este sentido, el Centro de Diseño Industrial desarrolló una herramienta de diagnóstico denominada Los 6 Escenarios[2], que se ha comprobado como de gran utilidad para este fin.

Asimismo, los proyectos muchas veces necesitan focalizarse con mayor énfasis en una esfera de la sostenibilidad en particular. Las metodologías y herramientas que se utilizarán también dependen de evaluar previamente este punto, es decir si se hará foco en lo social o lo ambiental.

Con estos datos recopilados, se define el cronograma del proyecto y los integrantes del equipo de trabajo, tanto internos del Centro y de otros centros del INTI, como también los de la contraparte de la empresa. En caso de ser necesario, se contempla la participación de expertos externos.

[1] Matriz FODA: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenzas.
[2] http://www.inti.gob.ar/disenoindustrial/pdf/publicaciones/UIA_empresas.pdf

A continuación se define la metodología a utilizar para realizar el diagnóstico. Cuando se requiere un diagnóstico detallado de los impactos ambientales de un producto o conocer la Huella de Carbono, se realiza un Análisis de Ciclo de Vida según las normas ISO 14.040 y 14.044. Si por el contrario, la capacidad de la organización o el objetivo del estudio pretenden algunas mejoras mas evidentes, se utilizan herramientas con menor complejidad como ser la Matriz MET (Materiales, Energía y Toxicidad), cuyos diagnósticos son más rápidos pero más generales e imprecisos.

Si el proyecto tiene un énfasis en la esfera social, se trabaja con el análisis de la cadena de valor y sus actores.

En el enfoque del Centro de Diseño Industrial, además del diagnóstico se fomenta pasar a la acción para llevar a cabo las mejoras necesarias para mejorar la sustentabilidad del sistema-producto. Para ello se pueden utilizar otras herramientas englobadas dentro del ecodiseño, como ser la rueda del ecodiseño del PNUMA, o la metodología desarrollada por el Wupperthal Institute[3]. También puede considerarse utilizar un manual sectorial de ecodiseño.

La otra restricción que influye en la elección de la metodología, es el objetivo que persigue el proyecto, puesto que no es lo mismo si el fin del trabajo es llevar a cabo una certificación (como una ecoetiqueta), ser el insumo dentro de un informe de Responsabilidad Social para presentar a accionistas, o para uso interno de la organización.

Durante el avance del proyecto pueden surgir observaciones, logros u obstáculos que hagan que se modifiquen las metas o el objetivo mismo del proyecto. Lo más importante es que luego de avanzado o finalizado el proyecto se generen resultados y/o herramientas para transferir.

Resultados obtenidos

Un resultado positivo en relación a la metodología descripta, es el proyecto de Objeto Fieltro [(2)]. En primera instancia se pudo identificar que la esfera social era la que mayor importancia requería. A partir de ello, se analizó la cadena de valor para definir los puntos de intervención.

Luego se analizó la materia prima y sus características. En la etapa de puesta en marcha, se instrumentaron talleres a lo largo del país para transferir conocimientos a diferentes actores de la cadena de valor. El resultado fue haber capacitado más de 500[4] formadores para repensar sus productos, transformando materia prima con bajo valor comercial en productos con mayor valor agregado. El proceso en definitiva abrió una nueva fuente de ingresos, logrando un impacto positivo en la esfera social y económica.

El modelo de abordaje también se aplicó para una empresa del sector metalmecánico, donde debido a las necesidades de incorporar criterios de mejoras ambientales se decidió dividir el proyecto en dos componentes: uno inicial, donde se utilizó la metodología de Huella de Carbono basada en las ISO14040 y 14044[5]. El fin fue verificar cómo la empresa puede ajustar su sistema de información a los requerimientos de este tipo de norma, y por otro lado, comenzar a posicionarse en la temática.

En este caso de la segunda etapa, el proyecto buscó implementar algunas cuestiones de ecodiseño en el proceso de diseño y desarrollo habitual de la empresa. De esta forma, se buscó asegurar que se tomaran en cuenta algunos criterios ambientales en la etapa de concepción de nuevos productos.

[3] Guia de Diseño Sustentable - Wupperthal Institute for Climate, Environment and Energy
[4] Datos propios del Centro de Diseño Industrial del INTI, Argentina.
[5] Normas ISO relativas al Análisis de Ciclo de Vida. Utilizadas como base para realizar la Huella de Carbono.

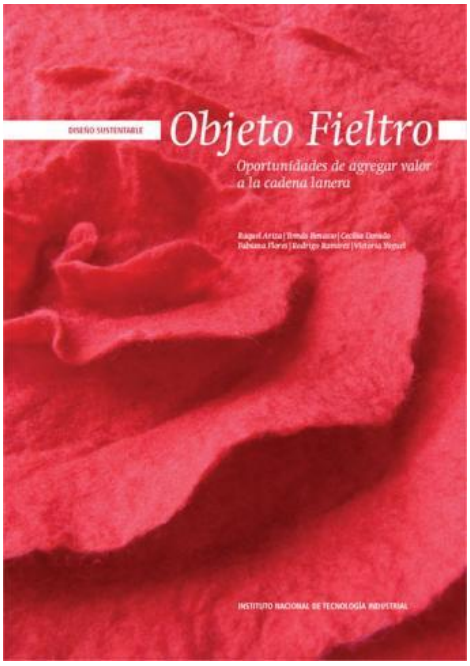


Figura 1: Publicación “Objeto Fieltro”.

Otra intervención se llevó a cabo en el marco de un programa institucional de Evaluación de Productos[6], por cada tipología de producto se elaboran metodologías de abordaje para su evaluación con el fin de poder relevar el desempeño de los bienes y servicios en relación con criterios de seguridad, usabilidad, accesibilidad, disposición y características de la información al consumidor, etc., de acuerdo a normativas y regulaciones nacionales e internacionales. Éstas últimas son muy importantes para la evaluación de los aspectos ambientales y sociales del producto, ya que usualmente las regulaciones de países desarrollados están más avanzadas en la consideración de estos aspectos.

Figura 2: Evaluación de Productos

Conclusiones y recomendaciones

[6] http://www.inti.gob.ar/productos/

Las experiencias demuestran que se trata de un modelo de abordaje altamente flexible. El cruce entre distintas metodologías y herramientas ha resultado muy positivo, potenciado los beneficios ambientales, sociales y económicos según el proyecto del cual se trate.

Es relevante manifestar que no hay una herramienta a priori más adecuada que las otras para introducir los principios del desarrollo sostenible. Se trata, más bien, de entender a nivel sistémico la organización y su entorno, para a partir de allí saber qué herramientas utilizar. En ese sentido, muchas de las herramientas más tradicionales de negocios, como el FODA y el Modelo de las 5Fuerzas se han revelado como muy útiles para tal fin. Tienen una importante ventaja en cuanto a que conforman parte de un lenguaje conocido por los integrantes de una organización, resultando en una comunicación más fluida con los mandos medios y directivos.

Por otro lado, el uso de los 6 Escenarios ha demostrado ser una herramienta con la capacidad de vincular elementos de una organización, permitiendo abordajes novedosos para encarar los problemas referidos a la sustentabilidad. En este sentido en el marco del desarrollo de una Guía Metodológica para el Diagnóstico de Diseño para el desarrollo de productos [(3)], la incorporación de la sustentabilidad como temática de importancia para el diagnóstico de las empresas ha sido un avance significativo. Esta Guía Metodológica es una primera aproximación para que los profesionales puedan acompañar y brindar una asistencia sistematizada a las empresas.

En base a estas conclusiones, el centro se encuentra trabajando en desarrollar aún en mayor profundidad esta metodología de integración para mejorar su implementación. En este sentido la posibilidad de encarar diagnósticos de empresas desde un enfoque de la sustentabilidad genera desafíos tendientes a pensar como pueden cruzarse herramientas propias del campo de la economía, como es el análisis de cadena de valor con otras que toman en cuenta el ciclo de vida del producto, siendo allí el campo mas fructífero para la innovación en las empresas.

Figura 3: Guia Metodologica, diagnostico de diseño para el desarrollo de productos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PNUMA, Universidad Tecnológica de Delft (2007). Diseño para la sostenibilidad: un enfoque práctico para economías en desarrollo. Paris: UNEP.
2. INTI-Diseño Industrial. (2014). Objeto Fieltro: oportunidad de agregar valor a la cadena lanera (2ª Ed.). Buenos Aires: INTI.
3. RAMIREZ, R., et. al. (2011). Guía metodológica: diagnóstico de diseño para el desarrollo de productos. Buenos Aires: INTI, UIA.

2.2.6 CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA Y ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN PARA UN CAMPUS.

2.2-Ballesteros-Chile-1

CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA Y ESTRATEGIAS DE REDUCCIÓN PARA UN CAMPUS SUSTENTABLE

Tomás Ballesteros Cohen [(1)]
Egresado de Ingeniería Ambiental, Universidad de los Lagos. Consultor Asistente de Medio Ambiente con énfasis en la Gestión Ambiental. Conocimientos y experiencia en procedimientos de aplicación de normativas para procesos industriales y sistemas de evaluación de impacto ambiental.
Paola Ballerino Contreras
Ingeniero (e) en Biotecnología, U. Tecnológica de Chile, Máster en Tecnologías Geoambientales, U. Politécnica de Madrid. Académica del Depto. de Recursos Naturales y Medio Ambiente, U. de Los Lagos. Directora del Centro Experimental de Algas del Consorcio BalBiofuels, Puerto Montt, Chile.

Dirección (1): Camino a Chinquihue, Km 6 – Puerto Montt - Provincia de Llanquihue – Región de Los Lagos - Chile - Tel.: (+65) 2322390 - Fax: (+65) 232-2417 – e-mail: **tomas.ballesterosc@gmail.com**

RESUMEN

La huella hídrica (WFP) se estima para cuantificar el impacto de un determinado proceso o servicio sobre el recurso hídrico. Si bien su concepto ha representado un importante avance en esta materia, las metodologías de evaluación de la WFP existentes, están enfocadas principalmente en cuantificar la cantidad de agua utilizada, más que el impacto relacionado (Jeswani el al., 2001). Y las experiencias de evaluaciones, más cercanas al área productiva que a la de servicios. El presente trabajo consistió en determinar la WFP en un Campus universitario, para el período comprendido entre agosto 2012 y agosto 2013. El Campus está distribuido en 9 edificios y albergó durante el período de estudio en promedio, 857 personas diariamente. Para la medición, se clasificó la WFP en consumo directo e indirecto. El consumo directo corresponde a los volúmenes de agua mensuales utilizados por la universidad. Para este cálculo se recopilaron las facturas de agua, y se obtuvo un valor de 11.050.000 litros/período. El consumo indirecto, a su vez, representa la WFP de los productos alimenticios consumidos en el Campus, los cuales contribuyeron a la WFP con 45.710.289 litros/período, siendo el chocolate el producto alimenticio con la WFP más alta (20.802.003 litros/período) seguido por el pan (7.920.266 litros/período) y el café (4.342.190 litros/período). Otro producto considerado dentro del consumo indirecto, fueron las hojas de impresión, las cuales aportaron con un valor de 10.280.000 litros/período. El consumo indirecto tuvo un valor total de 55.990.289 litros. Finalmente la suma de lo que corresponde al consumo directo e indirecto, lo que representa la WFP total del Campus, obtuvo un valor final de 67.040.289 litros durante el período de estudio (61.861.226 litros/año). Para reducir la WFP del Campus, correspondiente al consumo directo se plantearon diferentes alternativas tecnológicas, sin embargo debido a la falta de medidores de agua individuales por cada edificio, no se pudo cuantificar una reducción real. Para el consumo indirecto solo fue posible proponer la reducción de la ingesta de chocolate y uso de las hojas de impresión. Con lo anterior se logra reducir la WFP en un 23,8% (16.041.753 litros/período), volumen con el cual se podría abastecer de

agua a 406 personas aproximadamente durante un año, considerando un consumo promedio de 100 litros/habitante/día, de acuerdo a lo establecido por la OMS (Howard el al., 2003).

Palabras claves: huella hídrica, estrés hídrico, sobrepoblación, campus sustentable.

INTRODUCCIÓN

1. Problemática mundial

El agua dulce es un recurso escaso, la disponibilidad es limitada y la demanda está en constante aumento. La humanidad ha superado los niveles sostenibles en el uso del agua, además de distribuirla de manera desigual entre las personas. La problemática mundial del agua se debe principalmente a las luchas de poder e intereses por países desarrollados. Esto establece tres problemas básicos con el agua: cantidad, calidad y disponibilidad. La razón más clara de cualquier conflicto relacionado con el agua es la competencia por el suministro limitado (Gorbachev, 2005).

La escasez del agua se mide a través de la relación agua/población. Debido a esto, se establece que cerca de 1.200 millones de personas, casi una quinta parte de la población mundial, vive en áreas de escasez física de agua, mientras que 500 millones se aproximan a esta situación. Otros 1.600 millones, alrededor de un cuarto de la población mundial, se enfrentan a situaciones de escasez económica de agua, donde los países no poseen infraestructura para transportar el agua desde ríos y acuíferos (WWAP, 2012).

La escasez de agua es un fenómeno no sólo natural (3% de agua dulce total) sino también causado por la acción del ser humano. El planeta aun así, posee agua suficiente para abastecer a los 7.000 millones de personas que lo habitan, pero ésta está distribuida de forma irregular, se desperdicia, es contaminada y se gestiona de forma insostenible. Un concepto utilizado para referirse a los problemas mundiales de agua es el estrés hídrico, que según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) se denomina a la situación caracterizada por una demanda mayor de agua, que la cantidad disponible, durante un periodo determinado. El estrés hídrico induce efectos adversos en los recursos de agua dulce en términos de cantidad (acuíferos sobre explotados, ríos secos, etc.) y de calidad (eutrofización, contaminación por metales pesados, intrusión salina, etc.). Según la ONU el estrés hídrico impactará a comunidades de países andinos, dependientes del agua de glaciares para consumo humano y generación de energía. Si la temperatura mantiene las tasas actuales de incremento, el estrés hídrico podrá elevarse y perjudicar la vida de más de 80 millones de personas al
2050 (ONU-DAES, 2013).

2. La huella hídrica

Toda actividad humana genera diariamente enormes tasas de consumo de agua. Comparativamente, sin embargo, se utiliza mucho más a nivel operativo en sectores de actividad industrial, como agroalimentario, textil, papelero, etc.

Para medir estas cantidades abruptas de agua consumidas, nace el concepto de huella hídrica (WFP), el cual es un indicador multidimensional que muestra los volúmenes de agua consumida en la elaboración de un determinado producto. Fue acuñado por primera vez por Arjen Hoekstra en el año
2002 (CNIC, 2012), quien actualmente es miembro de la Water Footprint Network (WFN), una fundación sin fines de lucro, que tiene por objetivo constituir una red internacional de referencia, que almacena una base de datos con publicaciones relacionadas a estudios de huella hídrica.

La WFP también puede definirse según Hoekstra, et al (2011), como el volumen de agua dulce utilizada para producir los bienes y servicios de un individuo, de una comunidad o de una organización. Todos los componentes del total de la huella hídrica son especificados geográfica y temporalmente.

La WFP se compone de tres huellas distintas: azul, verde y gris. La WFP azul se refiere al consumo de recursos de aguas subterráneas y de cuerpos superficiales, a lo largo de la cadena de suministro de un producto. El consumo se refiere a la pérdida correspondiente a la columna de agua disponible en la superficie y napas subterráneas. Las pérdidas ocurren cuando el agua se evapora, y regresa a otra zona de captación o es incorporada en un producto. La WFP verde se refiere al consumo de aguas provenientes de la humedad del suelo o de aguas lluvias en la medida que no se transformen en escorrentía. Esto se traduce en el volumen de agua evaporada de los recursos naturales. La WFP gris corresponda al volumen de agua dulce que requiere asimilar la carga contaminante que figura en concentraciones naturales y las normas de calidad de agua existentes. (Hoekstra, et al. 2011)

El cálculo de la WFP establece información para conocer en qué puntos de una determinada cadena productiva podemos reducir el consumo de agua, de forma que se puedan aplicar los principios de un desarrollo sostenible (CNIC, 2012). Asimismo permite tabular las cantidades promedio de agua dulce que se requieren para elaborar un determinado bien, cuantificando los requerimientos en cada una de las etapas de obtención de sus componentes. A modo de ejemplo, de acuerdo a los datos de WFN (Water Footprint Network, 2013), para producir 1 kg de chocolate, se necesitan aproximadamente 17.196 litros de agua. Este volumen se explica porque en promedio, los granos de cacao requieren de alrededor de 20.000 litros de agua por kilogramo de granos cosechados. Un 97 % de la huella total de este valor, se asigna a la pasta de cacao que se obtiene de estos granos, y el resto se atribuye a los subproductos. Un kilogramo de granos de cacao da aproximadamente 800 gramos de pasta, de modo que la WFP de la pasta de cacao corresponde a unos 24.000 litros / kg. La pasta de cacao se separa en manteca de cacao y cacao en polvo. Alrededor del 66% de la huella de agua de la pasta de cacao se asigna a la manteca de cacao y el 34% al cacao en polvo (esta atribución se realiza con base en el valor relativo de los dos productos). De un kilogramo de pasta de cacao se obtienen unos 470 gramos de manteca de cacao y 530 gramos de cacao en polvo. Sobre la base de estas cifras, podemos inferir que la manteca de cacao tendría una WFP de 34.000 litros / kg y el cacao en polvo una WFP de 15.600 litros / kg. Cuando asumimos que el chocolate se compone de 40% de pasta de cacao (Con una WFP de 24.000 litros / kg), 20% de manteca de cacao (34.000 litros / kg), y un 40% de azúcar de caña (1800 litros /kg), podemos calcular que el chocolate tiene una WFP promedio cercana a los 17.000 litros / kg, por lo que una barra de chocolate de 100 gramos, tendría una huella de 1.700 litros de agua. Esta cifra corresponde al valor promedio de referencia mundial y pero varía dependiendo del origen de las materias primas y las circunstancias de la producción (Water Footprint Network, 2013).

La sumatoria de todas las WFP's de productos consumidos en un tiempo determinado, proporciona la información necesaria para conocer el aporte indirecto de una organización a la huella hídrica.

3. Campus sustentable y la eficacia del recurso hídrico

La idea de promover la sustentabilidad en la educación superior nace en la declaración de Estocolmo en los años 70 y varias universidades en el mundo ya consideran la necesidad de ser sostenibles (UNESCO, 1972). Las Universidades, más allá de transmitir saberes, tienen un compromiso intrínseco de generar un impacto cultural sobre la comunidad. Sus estudiantes y egresados deben llevar consigo la misión de recoger, desde cualquier ámbito profesional en el que se desarrollen, las necesidades del entorno y orientar su trabajo hacia soluciones sostenibles, como respuesta a los valores entregados por la institución que los formó. Una universidad sostenible es aquella que posee un ambiente que no dependa de recursos que se agoten, y cuyo desarrollo no deteriora el ambiente. La gestión ambiental dentro de un campus universitario debe considerar su responsabilidad social y local, proporcionar ambientes sanos dentro de las instalaciones, proteger la salud de quienes alberga y propiciar el bienestar, tanto de

los humanos como de los ecosistemas y preparar a las futuras generaciones a través de la entrega de conocimientos enfocados a los cambios ecológicos y sociales que se deben afrontar hoy y en el futuro (Rivas, 2011).

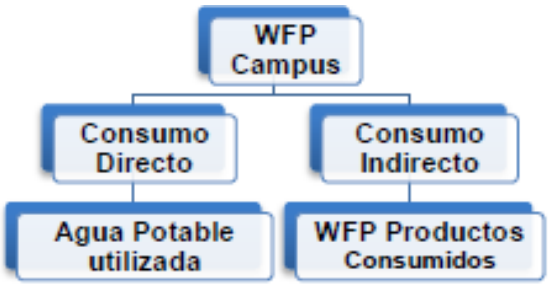
OBJETIVOS

Conocer la huella hídrica (WFP) en una institución de educación superior, para el periodo comprendido entre agosto 2012 y agosto 2013, con el fin de proponer estrategias de reducción.

METODOLOGÍA

El área de estudio se enmarca en un campus universitario, cuya superficie edificada al canza los 10.500 m2, distribuidos en 9 edificios, donde se albergó un promedio 857 personas diarias durante el periodo de estudio. Para el cálculo de la WFP se utilizó una metodología basada en la propuesta por la WFN (2011), adaptada en función del alcance y vocación del área de estudio, que no corresponde en sí a una unidad productiva, ni tampoco genera un bien tangible, sino un servicio (educación superior). En el esquema de la Figura 1 se representa el diseño de la metodología en un diagrama de bloques que reúne todas las huellas hídricas de procesos consideradas de acuerdo a la procedencia del consumo (Hoekstra, et al. 2011).

Figura 1: Representación esquemática de los constituyentes para el cálculo de la WFP en el Campus (Elaboración propia).



1. **Definición de límites y alcances**

   - **Consumo Directo:** La WFP correspondiente al consumo directo, se calculó a través de la cuantificación del abastecimiento de agua potable dentro del periodo de estudio.

   - **Consumo Indirecto:** El cálculo de la WFP procedente del consumo indirecto, se desarrolló en función de los productos alimenticios más consumidos en el casino del campus por funcionarios, académicos y estudiantes, considerando aquellos cuya huella hídrica es sobresaliente, de acuerdo a la información publicada por la WFN (Ver Tabla 1). Para el consumo indirecto también se consideró el uso del papel, debido a su alto consumo por parte de la institución.

Se consideraron datos de consumo para ambos alcances, comprendidos entre agosto del año 2012 hasta agosto del año 2013 (13 meses), establecido según el Nivel A de la explicación “Espacio- temporal” (Hoekstra, et al. 2011), el cual entrega un nivel de detalle general y considera antecedentes bibliográficos (WFP de productos, establecidos en WFN) con el objetivo de causar sensibilización e identificar los productos que contribuyen significativamente en la WFP

Tabla 1: Productos consumidos en el Campus Chinquihue a considerar en la cuantificación de su WFP (Water Footprint Network, 2013).

Producto	Huella Hídrica Promedio (Litros)	Cantidad
Café	132	125 ml
Pan	1.827	1 kg
Mantequilla	5.553	1 kg
Papel	10	1 hoja
Queso	3.178	1 kg
Huevos	196	1 Unidad
Choclo	1.222	1 kg
Leche	255	250 ml
Carne de Cerdo	5.988	1 kg
Papas	287	1 kg
Arroz	2.497	1 kg
Té	27	250 ml
Tomates	214	1 kg
Chocolate	17.196	1 kg

2. Cálculo de la WFP

Para el cálculo de la WFP se utilizaron las siguientes ecuaciones de acuerdo a los límites y alcances definidos:

Ecuación 1. WFP_{campus} = *Consumo Directo + Consumo Indirecto [volumen/tiempo]*

Para calcular el consumo directo, se utiliza la Ecuación 2, cuyo resultado arroja la sumatoria total de los volúmenes de agua gastados mensualmente en el período de estudio[1].

Ecuación 2. *Consumo directo* = Σ Consumo de agua mensual *[volumen/tiempo]*

El consumo indirecto se obtiene de la sumatoria mensual de todas las WFP's de los productos consumidos y utilizados en el Campus, según la Ecuación 3. Los consumibles a evaluar corresponden a aquellos definidos en los límites y alcances.

[1] El agua potable en Campus es distribuida desde de la red pública, como única fuente de abastecimiento. Este corresponde a un servicio presatdo por empresa sanitaria ESSAL S.A.

Para el caso del consumo de alimentos, debido a que la concesionaria del casino comenzó a funcionar desde agosto del año 2013, se extrapolaron los datos hasta agosto del 2012 para cumplir con el periodo propuesto en los objetivos. En el Campus Chinquihue, el casino compra los productos alimenticios de acuerdo al número promedio de personas que asisten mensualmente, es decir, en temporadas bajas (vacaciones) se compran menos productos, por lo que la extrapolación se estimó de acuerdo al número de personas que concurrieron cada uno de esos meses a la Sede.

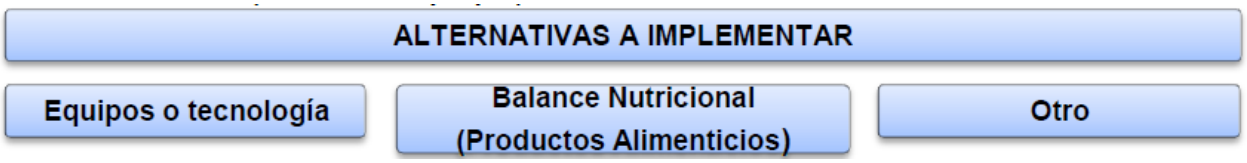
Ecuación 3. *Consumo Indirecto = Σ $WFP_{producto\ consumido}$ x Cantidad volumen/tiempo]*

3. Estrategias de reducción

De acuerdo a los valores obtenidos (directos e indirectos) se revisó la variedad de alternativas disponibles para la reducción de la WFP, diferenciando aquellas, cuyo impacto incide sobre el consumo directo, de las que lo hacen sobre el consumo indirecto. Para las primeras, se plantearon soluciones tecnológicas, mientras que para el consumo indirecto, se seleccionaron aquellos productos que más aportan a la WFP del Campus, con la intención de buscar a través de prácticas saludables, la reducción del consumo excesivo de los alimentos con mayor aporte a la huella, y racionalización del uso del papel.

Complementariamente se realizó una detección de fugas de agua que explicara los consumos directos excesivos, si fuera el caso

Figura 2: Acciones a considerar para generar estrategias de reducción en la WFP según los alcances definidos (Elaboración propia).



ACTIVIDADES

i. Cuantificación del consumo directo de agua del Campus, de acuerdo a la sumatoria de los caudales mensuales reportados en el periodo de estudio, en las facturas de la empresa sanitaria proveedora del servicio.
ii. Cuantificación del consumo indirecto de agua
    a. Selección de productos alimenticios con WFP sobresaliente según la WFN (XXX)
    b. Cuantificación del consumo de los productos alimenticios seleccionados en el punto anterior, según datos proporcionados por el casino del Campus correspondientes al periodo de estudio
    c. Cuantificación del consumo de papel de impresión en el periodo de estudio, de acuerdo a datos proporcionados por el departamento de compras del Campus.
    d. Cálculo de la WFP, basada la cuantificación del consumo directo de agua realizada en la actividad i.
    e. Cálculo de la WFP, basada en la cuantificación del consumo productos alimenticios realizada en la actividad b.
    f. Cálculo de la WFP, basada en la actividad c.
iii. Estrategias de reducción
    a. Revisión y selección de tecnologías de ahorro de agua disponibles
    b. Propuestas de reducción de consumo de papel

c. Propuestas de reducción de consumo de alimentos con alta WFP de acuerdo a recomendaciones de alimentación saludable

iv. Detección de fugas de agua en día inhábil (son actividades en el Campus)
a. Cierre de dispositivos de agua b. Lectura de medidor
c. Identificación de dispositivos de agua en mal estado

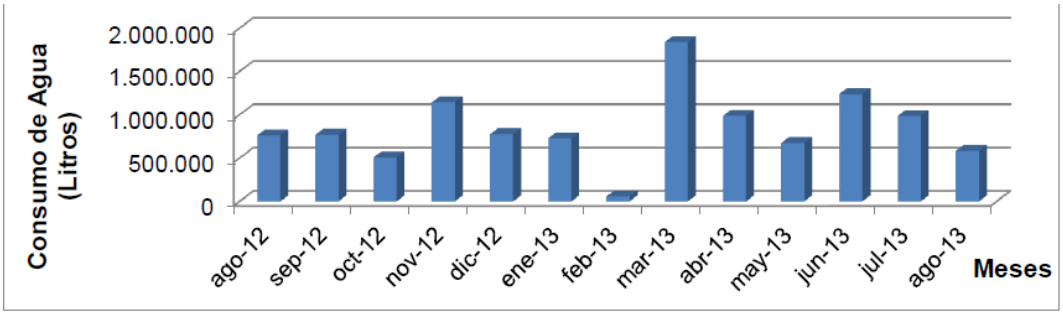
RESULTADOS OBTENIDOS

1. Consumo directo

De acuerdo a la Ecuación 2, el Consumo directo es de 11.050.000 litros y el consumo promedio por persona mensual es de 1.558. Por lo tanto, el consumo por persona diario es de 51,9 litros (Considerando el mes con 30 días).

Fecha	Consumo de Agua (Litros)	N° Personas	Consumo por Persona (Litros)
ago-12	762.000	420	1.814
sep-12	769.000	840	915
oct-12	509.000	840	605
nov-12	1.144.000	840	1.361
dic-12	775.000	840	922
ene-13	728.000	200	3.640
feb-13	57.000	10	5.700
mar-13	1.840.000	1300	1.415
abr-13	986.000	1300	758
may-13	673.000	1300	517
jun-13	1.240.000	1300	953
jul-13	985.000	1300	757
ago-13	582.000	650	895

Figura 3: Gráfico del consumo de agua durante agosto 2012 - agosto 2013



2. Consumo indirecto

La WFP del consumo indirecto se calculó por medio de la Ecuación 3, considerando la WFP producto del movimiento de compras en el casino de los alimentos seleccionados previamente y el gasto de papel.

2.1. WFP de productos alimenticios

El consumo indirecto total de agua producto del consumo de alientos corresponde a 5.349.959 litros, como se indica en la Tabla 3.

Tabla 3: Consumos mensuales de productos alimenticios en la sede Chinquihue, considerando la WFP por producto.

Producto	Consumo Mes Sede	WFP Promedio del producto (Litros)	WFP Mes (litros)
Café	480.000 ml**(*)**	132 litros/125 ml	506.880
Pan	506,32 kg	1.827 litros/kg	925.047
Mantequilla	7,5 kg	5.553 litros/kg	41.648
Queso	75 kg	3.178 litros/kg	238.350
Huevos	300	196 litros/1 unidad	58.800
Choclo	120 kg	1.222 litros/kg	146.640
Leche	24 kg	255 litros/kg	24.480
Carne de Cerdo	80 kg	5.988 litros/kg	479.040
Papas	160 kg	287 litros/kg	45.920
Arroz	150 kg	2.497 litros/kg	374.550
Té	70.000 ml	27 litros/250 ml	7.560
Tomates	300 kg	214 litros/kg	64.200
Chocolate	141,6 kg	17.196 litros/kg	2.434.954
		TOTAL	**5.349.959**

(*)Observación: Los 480.000 ml consumidos de café, corresponden a 2400 vasos de 200 ml, y los 70.000 ml consumidos de té, corresponden a 350 bolsitas utilizadas en vasos de 200 ml.

2.2. Extrapolación de datos de consumo de alimentos

A continuación se entregan los resultados de las extrapolaciones del consumo de alimentos durante los meses estudiados y su correspondiente WFP (Tabla 4 a 10), de acuerdo al número de personas albergado en el campus en cada uno de los meses, según el registro de la tabla.

Tabla 4: Extrapolación del consumo de productos alimenticios de Agosto 2012 y su respectiva WFP de acuerdo al número de personas que alberga el Campus durante dicho mes, según Tabla 2.

Mes	Personas	Productos	Consumo Mes Sede	WFP promedio (L)	WFP mes (L)
Agosto 2012	420	Café	155.077 ml	132 litros/125 ml	163.761
		Pan	163 kg	1.827 litros/kg	297.801
		Mantequilla	2 kg	5.553 litros/kg	11.106
		Queso	24 kg	3.178 litros/kg	76.272
		Huevos	96	196 litros/1 unidad	18.816
		Choclo	38 kg	1.222 litros/kg	46.436
		Leche	7 kg	255 litros/kg	1.785
		Carne de cerdo	25 kg	5.988 litros/kg	149.700
		Papas	51 kg	287 litros/kg	14.637
		Arroz	48 kg	2.497 litros/kg	119.856
		Té	22.615 ml	27 litros/250 ml	2.442
		Tomates	96 kg	214 litros/kg	20.544
		Chocolate	45 kg	17.196 litros/kg	773.820
				TOTAL	**1.696.977**

Tabla 5: Extrapolación del consumo de productos alimenticios de Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre 2012 y sus respectivas WFPs, de acuerdo al número de personas que alberga el Campus durante dichos meses, según Tabla 2.

Mes	Personas	Productos	Consumo Mes Sede	WFP promedio (L)	WFP mes (L)
Septiembre Octubre Noviembre Diciembre 2012	840	Café	310.153 ml	132 litros/125 ml	327.522
		Pan	327 kg	1.827 litros/kg	597.429
		Mantequilla	4 kg	5.553 litros/kg	22.212
		Queso	48 kg	3.178 litros/kg	152.544
		Huevos	193	196 litros/unidad	37.828
		Choclo	77 kg	1.222 litros/kg	94.094
		Leche	15 kg	255 litros/kg	3.825
		Carne de Cerdo	51 kg	5.988 litros/kg	305.388
		Papas	103 kg	287 litros/kg	29.561
		Arroz	96 kg	2.497 litros/kg	239.712
		Té	45.230 ml	27 litros/250 ml	4.885
		Tomates	193 kg	214 litros/kg	41.302
		Chocolate	91 kg	17.196 litros/kg	1.564.836
				TOTAL	**3.421.138**

Tabla 6: Extrapolación del consumo de productos alimenticios para Enero 2013 y su respectiva WFP, de acuerdo al número de personas que alberga el Campus durante dicho mes, según Tabla 2..

Mes	Personas	Productos	Consumo mes	WFP promedio (L)	WFP mes (L)
Enero 2013	200	Café	73.846 ml	132 litros/125 ml	77.981
		Pan	77 kg	1.827 litros/kg	140.679
		Mantequilla	1 kg	5.553 litros/kg	5.553
		Queso	11 kg	3.178 litros/kg	34.958
		Huevos	46	196 litros/1 unidad	9.016
		Choclo	18 kg	1.222 litros/kg	21.996
		Leche	3 kg	255 litros/kg	765
		Carne de cerdo	12 kg	5.988 litros/kg	71.856
		Papas	24 kg	287 litros/kg	6.888
		Arroz	23 kg	2.497 litros/kg	57.431
		Té	10.769 ml	27 litros/250 ml	1.163
		Tomates	46 kg	214 litros/kg	9.844
		Chocolate	21 kg	17.196 litros/kg	361.116
				TOTAL	**799.246**

Tabla 7: Extrapolación del consumo de productos alimenticios para Febrero 2013 y su respectiva WFP, de acuerdo al número de personas que alberga el Campus durante dicho mes, según Tabla 2.

Mes	Personas	Productos	Consumo mes	WFP promedio (L)	WFP mes (L)
Febrero 2013	10	Café	2.385 ml	132 litros/125 ml	2.519
		Pan	2,52 kg	1.827 litros/kg	4.604
		Mantequilla	0,031 kg	5.553 litros/kg	172
		Queso	0,4 kg	3.178 litros/kg	1.271
		Huevos	2	196 litros/1 unidad	392
		Choclo	77 kg	1.222 litros/kg	94.094
		Leche	11,4 kg	255 litros/kg	2.907
		Carne de cerdo	0,4 kg	5.988 litros/Kg	2395
		Papas	0,8 kg	287 litros/kg	230
		Arroz	0,7 kg	2.497 litros/kg	1.748
		Té	348 ml	27 litros/250 ml	38
		Tomates	1,5 kg	214 litros/kg	321
		Chocolate	0,7 kg	17.196 litros/kg	12.037
				TOTAL	**122.728**

Tabla 8: Extrapolación del consumo de productos alimenticios de Marzo, Abril, Mayo, Junio y Julio 2013 y sus respectivas WFPs, de acuerdo al número de personas que alberga el Campus durante dichos meses, según Tabla 2.

Mes	Personas	Productos	Consumo mes	WFP promedio (L)	WFP mes (L)
Marzo Abril Mayo Junio Julio 2013	1300	Café	480.000 ml	132 litros/125 ml	506.880
		Pan	506,32 kg	1.827 litros/kg	925.047
		Mantequilla	7,5 kg	5.553 litros/kg	41.648
		Queso	75 kg	3.178 litros/kg	238.350
		Huevos	300	196 litros/1 unidad	58.800
		Choclo	120 kg	1.222 litros/kg	146.640
		Leche	24 kg	255 litros/kg	24.480
		Carne de Cerdo	80 kg	5.988 litros/kg	71.856
		Papas	160 kg	287 litros/kg	45.920
		Arroz	150 kg	2.497 litros/kg	374.550
		Té	70.000 ml	27 litros/250 ml	7.560
		Tomates	300 kg	214 litros/kg	64.200
		Chocolate	141,6 kg	17.196 litros/kg	2.434.954
				TOTAL	**5.348.069**

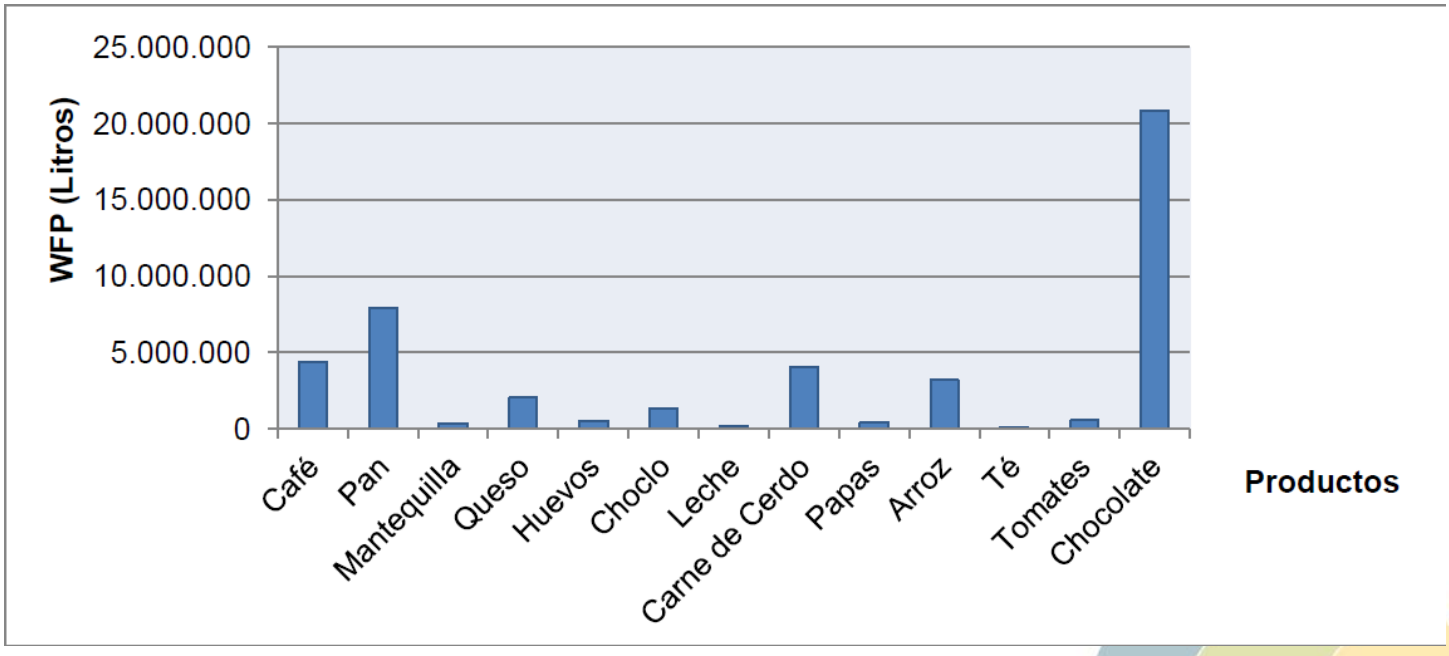
Tabla 9: Extrapolación del consumo de productos alimenticios para Agosto 2013 y su respectiva WFP, de acuerdo al número de personas que alberga el Campus durante dicho mes, según Tabla 2.

Mes	Personas	Productos	Consumo mes	WFP promedio (L)	WFP mes (L)
Agosto 2013	650	Café	240.000 ml	132 litros/125 ml	253.440
		Pan	253 kg	1.827 litros/kg	462.231
		Mantequilla	3,75 kg	5.553 litros/kg	20.823
		Queso	37 kg	3.178 litros/kg	117.586
		Huevos	150	196 litros/1 unidad	29.400
		Choclo	60 kg	1.222 litros/kg	73.320
		Leche	12 kg	255 litros/kg	3.060
		Carne de Cerdo	40 kg	5.988 litros/kg	239.520
		Papas	80 kg	287 litros/kg	22.960
		Arroz	75	2.497 litros/kg	187.275
		Té	35000 ml	27 litros/250 ml	3.780
		Tomates	150 kg	214 litros/kg	32.100
		Chocolate	71 kg	17.196 litros/kg	1.220.916
				TOTAL	**2.666.411**

Tabla 10: Resumen de la WFP de productos alimenticios consumidos en el Campus Chinquihue por mes.

Fecha	WFP (Litros) Productos Alimenticios
ago-12	1.696.977
sep-12	3.421.138
oct-12	3.421.138
nov-12	3.421.138
dic-12	3.421.138
ene-13	799.246
feb-13	122.728
mar-13	5.348.069
abr-13	5.348.069
may-13	5.348.069
jun-13	5.348.069
jul-13	5.348.069
ago-13	2.666.441
TOTAL	**45.710.289**

Figura 4: Gráfico de la WFP de los productos alimenticios durante 08/2012 a 08/2013



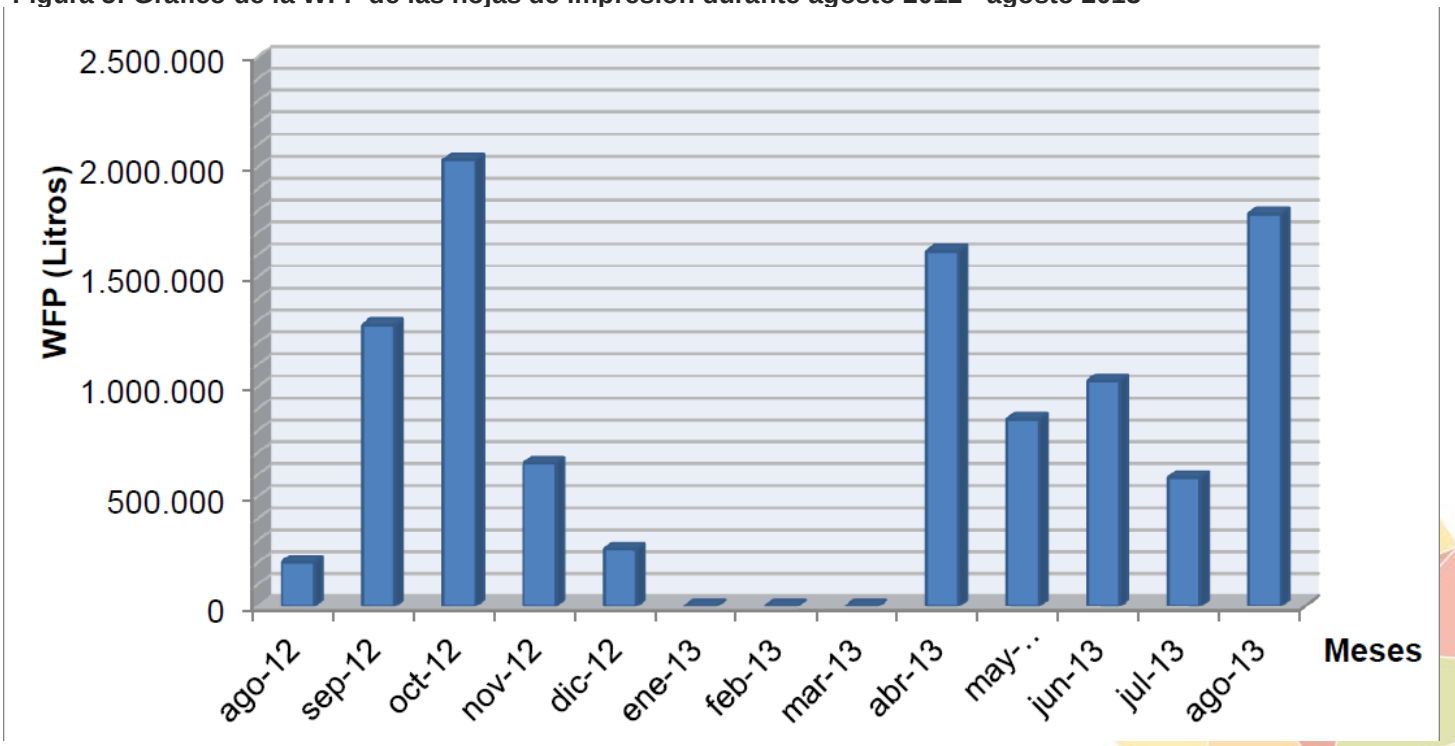
2.3. WFP del papel de impresión

La WFP correspondiente al papel de impresión es de 10.280.000 litros (ver Tabla 11).

Tabla 11: WFP del papel de impresión correspondiente al consumo mensual de resmas.

Mes	Resmas	N° Hojas	WFP (Litros)
ago-12	40	20.000	200.000
sep-12	256	128.000	1.280.000
oct-12	406	203.000	2.030.000
nov-12	130	65.000	650.000
dic-12	52	26.000	260.000
ene-13	0	0	0
feb-13	0	0	0
mar-13	0	0	0
abr-13	323	161.500	1.615.000
may-13	170	85.000	850.000
jun-13	205	102.500	1.025.000
jul-13	117	58.500	585.000
ago-13	357	178.500	1.785.000
	TOTAL	**1.028.000**	**10.280.000**

Figura 5: Gráfico de la WFP de las hojas de impresión durante agosto 2012 - agosto 2013



Reemplazando los datos en **Ecuación 3**:

Consumo Indirecto = Σ $WFP_{producto\ consumido}$ *[volumen/tiempo] Consumo*

Indirecto = $WFP_{papel\ de\ impresión}$ + $WFP_{productos\ alimenticios}$

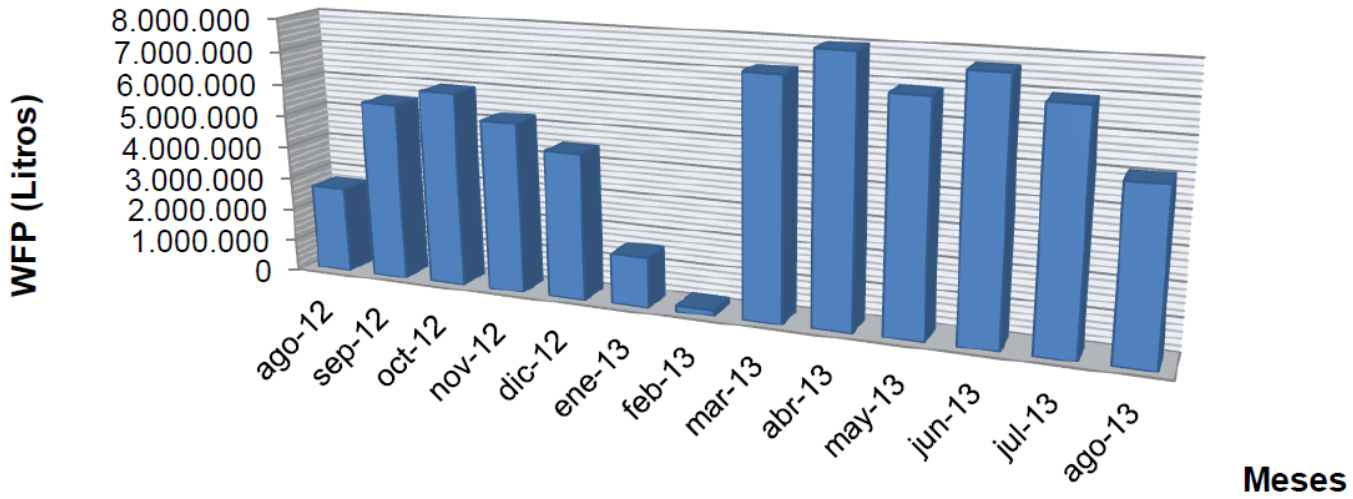
Consumo Indirecto = 10.280.000 litros/período + 45.710.289 litros/período

Consumo Indirecto = 55.990.289 litros/período

Tabla 12: Resumen mensual de las WFP's correspondientes a los Consumos Directo e Indirecto.

	Consumo Directo	Consumo Indirecto		
Mes	**WFP Agua Potable (Litros)**	**WFP productos Alimenticios**	**WFP hojas de impresión (Litros)**	**TOTAL**
Agosto 2012	762.000	1.696.977	200.000	**2.658.977**
Septiembre 2012	769.000	3.421.138	1.280.000	**5.470.138**
Octubre 2012	509.000	3.421.138	2.030.000	**5.960.138**
Noviembre 2012	1.144.000	3.421.138	650.000	**5.215.138**
Diciembre 2012	775.000	3.421.138	260.000	**4.456.138**
Enero 2013	728.000	799.246	0	**1.527.246**
Febrero 2013	57.000	122.728	0	**179.728**
Marzo 2013	1.840.000	5.348.069	0	**7.188.069**
Abril 2013	986.000	5.348.069	1.615.000	**7.949.069**
Mayo 2013	673.000	5.348.069	850.000	**6.871.069**
Junio 2013	1.240.000	5.348.069	1.025.000	**7.613.069**
Julio 2013	985.000	5.348.069	585.000	**6.918.069**
Agosto 2013	582.000	2.666.441	1.785.000	**5.033.441**
TOTAL	**11.050.000**	**45.710.289**	**10.280.000**	

Figura 6: Representación gráfica de la WFP mensual de la Sede Chinquihue.



Entonces, reemplazando en **Ecuación 1**:

WFP_{campus} = Consumo Directo + Consumo Indirecto [volumen/tiempo] WFP_{campus}= 11.050.000 litros/período + 55.990.289 litros/período WFP_{campus} = 67.092.289 litros/período

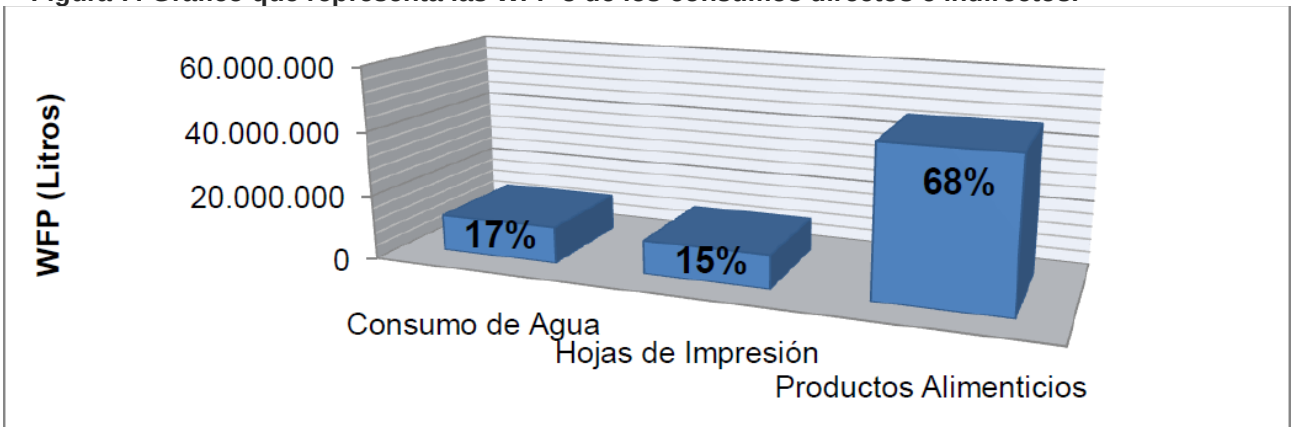
WFP_{campus} = 61.861.266 litros/año

En la Tabla 13 se muestra la distribución porcentual de la WFP del Campus

Tabla 13: Distribución porcentual de la WFP del Campus en el periodo de studio

Producto	WFP (Litros/período)	Porcentaje (%)
Agua Potable	11.050.000	17
Hoja de Impresión	10.280.000	15
Productos Alimenticios	45.710.289	68
TOTAL	**67.092.289**	**100**

Figura 7: Gráfico que representa las WFP's de los consumos directos e indirectos.



3. Propuestas de reducción

Las propuestas de reducción para la WFP del Campus, corresponden a alternativas tecnológicas para la disminución del consumo directo y reducción de papel utilizado y productos alimenticios que se consumen diariamente para el caso de la WFP proveniente del consumo indirecto. Es importante señalar que la primera acción que se debiese implementar para cuantificar la efectividad de la reducción del consumo directo, corresponde a la instalación de medidores de agua por cada edificio. Esto permitiría monitorear el consumo en tiempo real, detectar fugas de manera más inmediata y medir logros en materia de reducción.

3.1. Reducción consumo directo

Identificación de dispositivos de agua en mal estado

Los dispositivos con pérdidas visibles fueron principalmente encontrados en los edificios de deporte y acondicionamiento físico del Campus. Estos corresponden a duchas y lavamanos que presentaban fugas visibles de agua (Ver Figura 8).

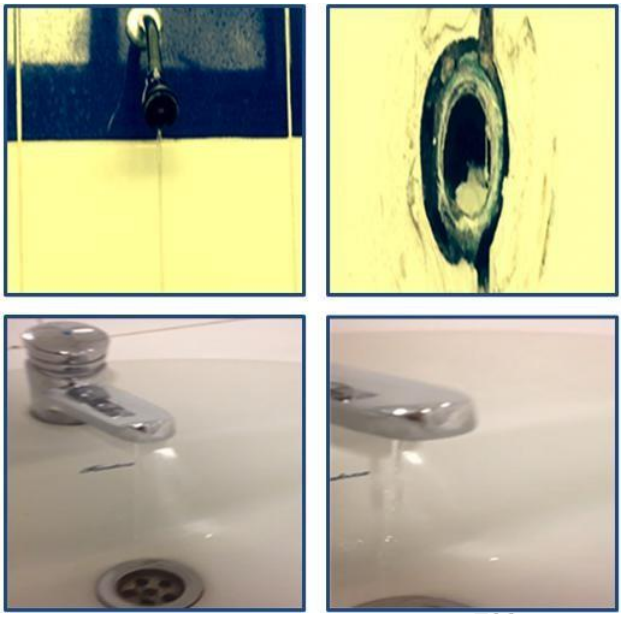


Figura 8: Imágenes de duchas y grifería de lavamanos con pérdidas de agua

Estimación de pérdidas de agua

Para estimar el impacto de las fugas en términos de caudal de agua desperdiciado en la red, se observó la lectura del medidor de agua un día no hábil (sin actividades en el campus). En la Tabla 14 se muestra el resultado de dicha medición

Tabla 14: Lectura del medidor de agua del Campus Chinquihue durante 1 minuto y 38 segundos (Ver Figura 9).

Lectura (Litros)	Tiempo (Segundos)
10	0
11	18
12	33
13	49
14	65
15	83
16	98

Figura 9: Fotografía tomada del medidor de agua del campus al momento de iniciar la lectura. Los números en color negro indican la cantidad de agua en m^3 que ha pasado por el medidor y los números en color rojo, la cantidad de litros.

De acuerdo a lo mencionado en la Tabla 14 podemos decir que en 98 segundos pasaron 6 litros de agua, (se consideraron los 10 litros de agua que marcaba el medidor cómo partida en tiempo cero), de esto se desprende que asumiendo que la fuga se ha dado en forma permanente, y si desde septiembre del año 2012 hasta agosto del año 2013 se facturaron $13.575, las pérdidas por concepto de esta situación, ascenderían a $2.313.068, lo que representa un 17% del total de agua fa cturado en un año (ver tabla 15).

Tabla 15: Resumen y conclusión de los datos obtenidos de la lectura del medidor.

Litros	Tiempo	Dinero CLP (1.000 litros = $1.198)*
0,061	1 segundo	$0,07
3,673	1 minuto	$4,4
220,4	1 hora	$264
5.289,7	1 día	$6.337
158.693	1 mes	$190.114
1.930.775	1 año	$2.313.068
2.063.009	13 meses	$2.471.484

***Observación**: El precio del litro fue obtenido a partir de la factura (división del monto pagado por el m^3 consumido).

De acuerdo a lo anterior, las oportunidades de ahorro generales, detectadas en grifería y duchas son las siguientes:

- Instalación de *perlizadores*: Piezas que se acoplan a los grifos de los lavamanos, sustituyendo a los filtros habituales, que mezclan agua con aire, produciendo un chorro abundante y suave. Ahorran hasta un 50 % de agua y energía.

- Regulador de flujo: Reducen el chorro de agua de grifos. El ahorro oscila entre el 75 % y el 86 %.

- Calibración de grifos temporizados: actualmente estos dispositivos se encuentran instalados, sin embargo muchos de ellos se encuentran en mal estado, proporcionando un caudal exagerado o un tiempo de salida del agua mayor al necesario, de acuerdo a su función. Adaptar el caudal y tiempo de apertura de toda la grifería temporizada sería una medida que contribuiría en la economía del recurso, de acuerdo al punto anterior.

- Reductor de caudal para duchas (similares a *perlizadores* descritos anteriormente): Se acoplan a las duchas, entre el flexo y el grifo. Mezclan el agua con aire reduciendo su flujo. Permiten un ahorro de hasta el 50% sin disminuir la sensación de abundancia del agua, al momento de ducharse.

Producción de agua desde la atmósfera

Hoy en día existe la tecnología para producir agua potable fresca de forma ilimitada y sostenible en el tiempo a través de la atmósfera. Esto gracias a generadores/dispensadores de agua disponibles en el mercado (www.awm.cl). Este dispositivo filtra el aire y captura la humedad del ambiente. El sistema tiene la capacidad de deshumidificar y purificar el aire, obteniendo agua pura como producto. Funciona mediante un proceso de filtración y purificación de 10 capas, basado en una malla electroestática, nanomolecular, membrana de ósmosis inversa, filtros de carbón activado, tecnología de esterilización mediante luz ultravioleta, micro-filtros y un sistema de circulación constante que producen hasta 60 litros de agua purificada por día.

3.2. Reducción consumo indirecto

Para la reducción de los insumos por parte del consumo indirecto se considerará el promedio de personas que albergó la universidad durante el periodo comprendido entre agosto 2012 y agosto 2013, que fue de 857 aproximadamente y

además se tomará en cuenta que los alumnos y académicos comen sólo una de las tres comidas diarias en la universidad.

En la Tabla 16 se detallan los productos alimenticios con mayor aporte en la WFP del Campus.

Tabla 16: Productos que más aportan a la WFP de la Sede Chinquihue en Agosto 2012 hasta Agosto 2013 (Se omitió febrero 2013 debido a la concurrencia de solo 10 personas).

Producto	WFP (Litros/año)
Chocolate	20.790.000
Hoja de Impresión	10.280.000
Pan	7.914.942
Café	4.339.630
Carne de Cerdo	4.077.828
Arroz	3.196.170
Queso	2.255.742

- **Chocolate:** El chocolate es el producto que más aporta al total de la WFP de la Sede Chinquihue. Comer una onza y media de chocolate negro (40 gramos) reduce los niveles de hormonas de estrés en personas sometidas a mucha presión, según demuestra un estudio reciente realizado por científicos de *Nestle Research Center* de Suiza (Martin, et al. 2009). Este producto no se encuentra dentro de la guía alimentaria que promueve la Organización Mundial de la Salud (Howard el al.,2003), sin embargo, según un estudio publicado en la revista *Journal of the American College of Cardiology*. (Larsson, et al. 2011) indica que el chocolate podría tener múltiples efectos que beneficiarían al sistema cardiovascular. Chile tiene un consumo anual de confites de 2,6 kilogramos per cápita, de los cuales 1,8 kilos corresponderían al producto chocolate, es decir se consumen 150 gramos mensuales por persona. En la universidad se consumieron 1.209 kg de chocolate durante el periodo de agosto 2012 hasta agosto 2013, los cuales estuvieron presentes en un tercio de sus comidas diarias, si consideramos que la población universitaria sólo realiza una comida diaria en el Campus. En teoría, fuera de la universidad se consumen los otros dos tercios restantes (2.418 kg), lo que hace un total de 3.627 kg de chocolate. Si cada chileno consume 1.8 kg al año, para el promedio diario de personas que alberga la universidad (857 personas), debiese haber un consumo promedio de 1.543 kg de chocolate. Esto, ya considerando las 3 comidas diarias, es decir el chocolate que se come dentro y fuera de la universidad. En vista de lo mencionado, se podría asumir que se está consumiendo un exceso de 2.084 kg de chocolate al año. Para compensar lo anterior, solo en lo correspondiente al consumo de chocolate en la universidad, se podría reducir 695 kg (un tercio del exceso), es decir reducir los 1.209 kg a 514 kg de chocolate, lo que implicaría reducir la WFP del chocolate de 20.790.000 litros/período a 8.838.744 litros/período, cambiando los hábitos de alimentación de académicos, estudiantes y funcionarios.

- **Hoja de Impresión:** Salvo casos excepcionales, se recomienda imprimir por ambos lados las hojas de impresión. Esto significaría utilizar aproximadamente la mitad de ellas y reducir con esto su WFP (10.280.000 Litros/año) a **5.140.000 Litros/período.**

- **Pan:** El pan no es un alimento fácil de reducir, ya que forma parte importante de la dieta diaria del común de las personas y muy especialmente en Chile. Sin embargo, según la Organización Mundial de la Salud (Howard el al., 2003), sólo se recomienda la ingesta de 250 gramos al día de pan. De acuerdo a la última estimación de consumo de pan realizada por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA, 2012), el consumo promedio en Chile en el año 2010 fue de 86 kg/habitante, lo que representa una ingesta diaria de 253 g/habitante al día (Valenzuela, et al.2013). Si cada chileno come 253 gramos diarios, para el promedio de personas que alberga la universidad (857 personas) debiese haber un consumo promedio anual de 73.702 kg de pan. De acuerdo a lo anterior no sería posible disminuir la ingesta diaria de pan para reducir la WFP en el Campus, motivo de que en el periodo de estudio, sólo se consumieron 4.335 kg de pan.

- **Café:** El café corresponde a una de las bebidas más consumidas en el mundo y al igual que el pan, culturalmente nada fácil de reducir. La cafeína es un alcaloide que penetra con facilidad en todas las células del organismo y la evidencia científica nos dice que estimula la transmisión de los impulsos entre las neuronas. De forma general, una cantidad diaria de cafeína inferior a 300 miligramos (2-3 tazas de café, es decir 219 litros/persona/año aproximadamente, considerando 3 tazas de 200 ml al día), tonifica al organismo, alivia la fatiga, retrasa el cansancio y favorece las funciones intelectuales, aunque, como todo en alimentación y nutrición, el abuso no es conveniente (Varela, et al. 2010). En la universidad se consumieron 4.112,4 litros de café durante el periodo de estudio, es decir 4,8 litros/persona. En vista de lo mencionado, tampoco sería posible disminuir la ingesta diaria de café para reducir la WFP, motivo de que en la universidad durante el periodo de estudio se consumió menos de lo recomendado, aun asumiendo que existen otros 2 tercios de café por persona que se consumen fuera de la universidad.

- **Carne de Cerdo:** En cuanto al consumo unitario aparente de carne de cerdo, en el año 2012, este registra un incremento de 5,5% respecto al año anterior, con un promedio anual de 27 kilogramos por persona (ODEPA, 2012). De acuerdo a lo anterior no es posible disminuir la ingesta diaria de carne de cerdo para reducir la WFP, debido a que en el campus, durante el periodo de estudio, se consumieron 681,4 kg de carne de cerdo, y la cantidad restante se consume fuera de la universidad.

- **Arroz:** Los chilenos consumen 7,2 kilos per cápita de arroz al año, cifra con la cual superan el consumo de los chinos, de 6,4 kilos per cápita al año (Euromonitor, 2010). En la universidad se consumieron 1280 kg de arroz durante el periodo de estudio. De acuerdo a lo anterior no es posible reducir la cantidad de arroz, esto debido a que según la cantidad promedio de personas se debiesen consumir 6.170 kg de arroz aproximadamente.

- **Queso:** La cantidad de queso consumida diariamente, depende de una dieta completa, sin embargo, se establecen algunas raciones máximas diarias. En el caso de los lácteos y sus derivados la ingesta corresponde a 200–250 ml de leche, 200–250 gramos de yogur y 80–125 gramos de queso (Gil, et al. 2010). Según lo anterior el consumo de queso estaría bajo lo recomendado, por lo que no es posible hacer una reducción a la WFP por la ingesta del queso.

En la Tabla 17 se resume la información planteada en los puntos anteriores, sobre oportunidades de reducción de la WFP asociadas a la dieta balanceada de acuerdo a diferentes fuentes.

Tabla 17: Resumen de las opciones de reducción del consumo indirecto por parte de los productos alimenticios con mayor aporte en la WFP.

Producto	WFP total (L)	Reduccion WFP	en %
Chocolate	20.790.000	8.838.744	63,1
Hoja de Impresión	10.280.000	5.140.000	50
Pan	7.914.942	0	0
Café	4.339.630	0	0
Carne de Cerdo	4.077.828	0	0
Arroz	3.196.170	0	0
Queso	2.255.742	0	0
TOTAL	**50.854.312**	**13.978.744**	**27,4**

3.3. Reducción de la WFP total

Si se adoptaran las medidas de reducción para el consumo de chocolate, uso de hojas de impresión y minimización de las pérdidas en los dispositivos de agua en mal estado (sin considerar la adquisición de nuevos equipos y/o tecnología), la disminución de la WFP total sería de 16.041.753 Litros/período (valor estimado), lo que corresponde a un 24% de reducción.

Para la reducción del consumo directo, se proponen alternativas tecnológicas, pero no es posible determinar con exactitud cuánto se podría reducir debido a que no se poseen medidores de agua por cada edificio, sin embargo, por parte del consumo indirecto la reducción afecta a la WFP total según lo indicado en la Tabla 18.

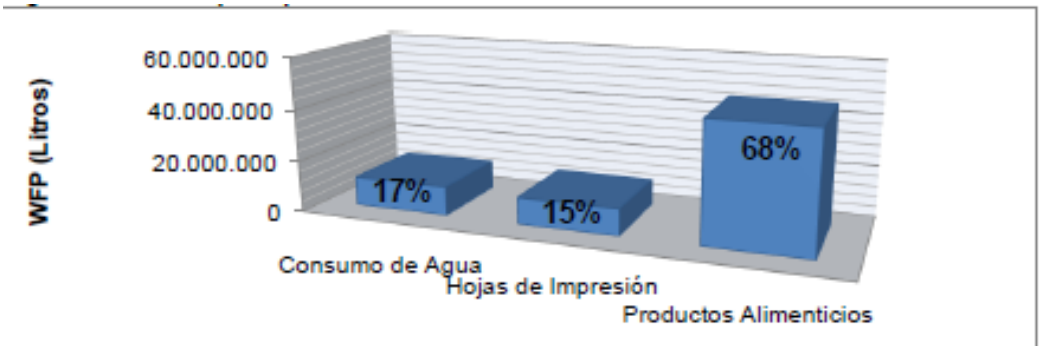
La WFP total se reduce a un 76% de la actual, aplicando medidas mínimas y orientadas a buenas prácticas de gestión y hábitos saludables de alimentación (ver Figura 10)

Tabla 18: Resumen de la WFP total de la Sede Chinquihue desde Agosto 2012 hasta Agosto 2013.

Productos	WFP (l/periodo)	WFP reducida
Consumo de Agua	11.050.000	8.986.991
Productos Alimenticios y Hojas de impresión	55.990.289	42.011.545

TOTAL WFP	**67.040.289**	**50.998.536**

Figura 10: Gráfico que representa la reducción de la WFP total.



C O N

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La WFP es un indicador empírico de cuánta agua es consumida a lo largo de las diferentes etapas de la cadena del ciclo de vida de un producto. Debido a que la universidad no es una empresa que produce un bien, sino una institución que entrega un servicio, la educación, es que p ara calcular su WFP, se tomaron los productos alimenticios consumidos por académicos, estudiantes y funcionarios, cuyos valores de WFP corresponden a los más altos, de acuerdo a la base de datos de la WFN (www.waterfootprint.org). Se cuantificó además la huella correspondiente a la hoja de impresión y el consumo directo de agua potable, de acuerdo a la metodología propuesta.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede observar que el consumo directo en la universidad (52 litros/habitante*día) no corresponde a un valor excesivo. La Organización Mundial de la Salud (Howard el al., 2003) considera que la cantidad media óptima de agua para consumo doméstico humano es de 100 litros/persona/día, incluyendo el aporte necesario para la agricultura, la industria y los servicios (Howard, G. y Bartram, J., 2003). Sin embargo, no se han evaluado o implementado dentro de la institución, suficientes tecnologías orientadas a la gestión económica del recurso hídrico, ni conciencia colectiva por su cuidado, con lo cual se podría reducir el consumo de agua por persona, por debajo de este valor.

Para cuantificar a exactitud la potencial reducción del consumo directo, sería necesario saber cuál es el gasto diario de agua de cada edificio del Campus, por lo que el primer paso sería instalar medidores para cada uno de ellos.
Un paso para lograr la sustentabilidad en un establecimiento de educación superior, es el manejo adecuado del recurso hídrico, teniendo en cuenta no sólo el consumo directo de agua, sino también la cantidad necesaria para crear los productos que se consumen a diario. En una institución de servicio, que excluye procesos industriales, el impacto que genera la sumatoria de todas las WFP asociadas a los productos de consumo, es comparativamente superior a aquélla que genera el uso directo de agua.

Para calcular el consumo indirecto de agua por parte de los alimentos, se consideró que el Campus Chinquihue albergó un promedio de 857 personas durante el periodo de estudio (agosto 2012 – agosto 2013) y que estás consumían una de las tres comidas del día en el Campus. Sin descartar las medidas que podrían implementarse para promover un consumo directo racional del recurso dentro de la institución, es imperativo proponer acciones orientadas a reducir la WFP indirecta, que además mejoren la calidad de vida de quienes ella alberga. Haciendo un análisis de la WFP indirecta, vemos que la mayor parte de ella es atribuible al consumo de chocolate,

que corresponde a 570 litros/hab*día, lo que significa que la ingesta de este producto alcanza a los 1.410 g anuales por persona sólo dentro del Campus.

De acuerdo a las medidas propuestas para la reducción del consumo indirecto, sería recomendable promover la disminución de la ingesta del chocolate, así como el uso de las hojas de impresión, con prácticas sencillas como utilizar las hojas de papel por ambos lados. Sólo con esto, se lograría una reducción de 5.140.000 litros de agua, con lo cual se podría abastecer a 130 personas durante un año, de acuerdo a los índices de consumo de agua por persona establecidos por la OMS (Howard el al., 2003). Plantear la disminución del consumo de chocolate junto con el uso de la hoja de impresión, reduciría la WFP en un 21% (13.978.744 litros/año), con lo que se podría cubrir la necesidad básica de agua de 383 personas aproximadamente durante un año.

En cuanto al consumo directo, el cual corresponde al 17% de la WFP total del campus, aportando con 11.050.000 litros de agua en el periodo de estudio, si sólo se repararan las fugas identificadas, la reducción del consumo sería de aproximadamente 1.930.775 litros/año. Con este volumen de agua, sería posible abastecer de agua a 53 personas aproximadamente durante un año. Esto sin implementar el uso de nuevas tecnologías para abastecimiento.

Considerando ambas reducciones (directa e indirecta, es decir 16.041.753 litros/período) la WFP total disminuye en un 23,8%. La cantidad de agua que representa el valor reducido, se traduce en 40.612 litros/día, cantidad que podría cubrir la necesidad básica de agua de 406 personas aproximadamente durante un año.

Adoptar las reducciones propuestas en este trabajo no sólo permitiría cuidar el agua, sino también se lograrían reducir costos económicos sustanciales (hasta $2.313.068 al año aproximadamente), cifra considerable para una universidad pública chilena. El Campus Chinquihue, está adherido al Acuerdo de Producción Limpia, Campus Sustentable, entre cuyas metas, la del manejo adecuado del recurso hídrico constituye un paso estratégico. Una institución de educación superior tiene por misión entregar conocimientos y valores éticos. La cuantificación y reducción de su WFP no sólo representa un pequeño aporte en la disminución de la escasez mundial del agua, sino que sobre todo, entrega un invaluable aporte en la sensibilización de la comunidad frente a esta problemática. Es imperativo que en nuestro Campus universitario, alumnos y académicos de todas las disciplinas, conozcan e interioricen los datos recopilados en este trabajo. Esta información permitirá que desde las carreras con vocación social, se propongan políticas institucionales orientadas hacia la protección del recurso hídrico. Que de mano del área de los recursos naturales, se divulguen las consecuencias ecológicas de la escasez del agua. Las carreras del área del deporte y la salud, hacer su contribución estableciendo parámetros nutricionales que además se relacionen en forma directa con la disminución de la huella hídrica. Proponer soluciones sustentables en la construcción de viviendas, de parte del departamento de arquitectura y el uso de tecnologías que permitan mejorar la eficiencia de la explotación del recurso. Las instituciones de educación deben ser de cualquier forma, pioneras en la adopción de medidas que favorezcan la conservación de las reservas hídricas, ya que en ellas se alberga la posibilidad de construir los cimientos del desarrollo sustentable a través de la formación de profesionales responsables con su entorno.

La demanda de agua aumenta cada año en desproporción a la sobrepoblación mundial, lo que nos indica que si no cuidamos el recurso hídrico ahora, cada vez será más difícil hacerlo. El cuidado del agua en un país, se puede lograr fortaleciendo la gobernanza sobre los recursos naturales, a través de un conjunto de políticas nacionales e internacionales. Generar por ejemplo, un impuesto específico de agua para los productos que más requieran de este recurso en su elaboración, podría incentivar a las empresas del país a medir su huella hídrica, e invertir en tecnología economizadora de agua, con la finalidad de reducir impuestos. Crear normativas que establezcan niveles máximos permisibles de uso agua, para los sectores industriales que utilicen este recurso en mayor proporción, o generar políticas y fijar metas internas en cada institución, empresa o corporación, guiadas con incentivos gubernamentales, son algunas de las medidas que pueden proponerse a nivel de los gobiernos tanto locales como centrales. En un futuro

no muy lejano, el agua podría perturbar la economía mundial, llegando incluso a ser una moneda de cambio de muy alto valor, lo que podría desembocar en serios conflictos internacionales. Es deber de cada ser humano, generar hábitos para el cuidado de este compuesto que nos permite la vida, el agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN DE Calidad (CNIC) (2012). Boletín N°155 Huella Hídrica. 1-2 pp.
2. EUROMONITOR, (2010) http://www.estrategia.cl/detalle_cifras.php?cod=5234 (acceso 11 abril 2014)
3. GIL, A., MALDONADO, J., MARTINEZ, E. (2010) Tratado de Nutrición Tomo III Nutrición Humana en el Estado de Salud, Ed. Médica Panamericana, 60 pp.
4. GORBACHEV, M., (2005). La Situación del Mundo, 2005. Editorial Icaria. 157 pp.
5. HOEKSTRA, A., CHAPAGAIN, A., ALDAYA, M., MEKONNEN, M., (2011) The Water Footprint Assessment Manual: Setting the global standard, 2-3-4-12-22 pp.
6. HOWARD, G., BARTRAM, J., (2003) Domestic Water Quantity, Service Level and Health, OMS, 22 pp.
7. JESWANI, H.K., AZAPAGIC, A. (2011). Water footprint: methodologies and a case study for assessing the impacts of water use. J. Clean. Prod. 19, 1288e1299
8. LARSSON, S., VIRTAMO, J., WOLK, A., (2011) Chocolate Consumption and Risk of Stroke in Women. Journal of the American College of Cardiology. 58 (17), Recuperado desde http://content.onlinejacc.org/cgi/content/full/58/17/1828
9. MARTIN, F., REZZI, S., PERÉ-TREPAT, E., KAMLAGE, B., COLLINO, S., LEIBOLD, E., KASTLER, J., REIN, D., FAY, L., KOCHHAR, S. (2009) Metabolic Effects of Dark Chocolate Consumption on Energy, Gut Microbiota, and Stress-Related Metabolism in Free-Living Subjects, 8 (12), pp 5568-5579
10. ODEPA, (2012) Producción Pecuaria 2007 – 2012, Instituto Nacional de Estadísticas Chile, 27 pp.
11. ONU-DAES, (2013) Waterforlifedecade. www.un.org/spanish/waterforlifedecade (acceso, 20 septiembre 2013).
12. PROGRAMA MUNDIAL DE EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS Hídricos (WWAP) (2012). Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo.
13. UNESCO, 1972. Stockholm Declaration.
14. VALENZUELA, K., QUITRAL, V., VILLANUEVA, B., ZAVALA, F., ATALAH, A., (2013) Evaluación del programa piloto de reducción de sal/sodio en el pan en Santiago de Chile, 199 pp.
15. VARELA, G., CAPEL, C., VON WICHMANN, M., FERNÁNDEZ, R., LIZARRAGA, M., PÉREZ, J., RIOBÓ, P. (2010) Café y estilo de vida saludable., Ed. EDIMSA. 10 pp.
16. WFN. (2013) WaterFootprintNetwork http://www.waterfootprint.org (acceso, 11 noviembre 2013).

3.3- Sanchez-Chile-01

MINIMIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES A TRAVÉS DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS Y ECO-INNOVACIÓN EN LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS DE LA REGIÓN DE VALPARAÍSO .

Inmaculada Sánchez Cantero [(1)]
Coordinadora del Centro de Gestión y Fortalecimiento para el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Núcleo de Biotecnología de Curauma, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Elba Vivanco Tarifeño
Gerente del Núcleo de Biotecnología de Curauma, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Rolando Chamy Maggi
Director del Núcleo de Biotecnología de Curauma, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Dirección: Núcleo de Biotecnología de Curauma, Avda. Universidad, 330 – Campus Curauma, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso- Chile - Tel.: (+56) 32-2274823 - e-mail: **i.sanchez@cgfmdl.cl**

RESUMEN

La Región de Valparaíso (Chile) presenta un crecimiento que, encontrándose por debajo del promedio nacional, evidencia la necesidad de implementar estrategias en las Pequeñas y Medianas Empresas de la Región orientadas a satisfacer las necesidades de los mercados entre las que se encuentran el desarrollo de productos y procesos orientados a la minimización de impactos ambientales. En este sentido, la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso desarrolla un Programa financiado por el Gobierno Regional de Valparaíso titulado *Aumento de la Competitividad a través de la Incorporación de Tecnologías Limpias en las PyMEs de la Región de Valparaíso*. Dicho programa presenta como objetivo principal el fortalecimiento de las Pequeñas y Medianas Empresas de la Región de Valparaíso mediante la mejora del acceso e implementación de tecnologías limpias en pro del desarrollo sostenible, la capacidad eco-innovadora y aumento de su competitividad.

Para la consecución de este objetivo principal, se ha desarrollado una metodología basada en el diagnóstico de los procesos, la evaluación de propuestas factibles para la integración de tecnologías limpias con un posterior seguimiento y evaluación de mejoras una vez integradas las mejores alternativas de eco-mejora.

Si bien el pequeño y menor tamaño de estas empresas presenta brechas en cuanto a las capacidades de integrar eco-innovación y eco-diseño, este proyecto ha permitido el fomento de las capacidades y el acercamiento de estas empresas a estándares internacionales relativos a la producción limpia. A partir del análisis de los procesos manufactureros de 6

empresas de la industria alimentaria y 7 empresas del sector agrícola (productores de palta y uva) de la Región se identificaron las alternativas más favorables para la obtención final de productos con menores impactos ambientales producidos durante su cadena productiva. Así mismo, este proyecto permite la identificación de sinergias entre las empresas de la región en cuanto a la valorización de subproductos generados en dichos procesos.

Palabras claves: Pequeña empresa, tecnologías limpias, mitigación, eco-innovación

INTRODUCCIÓN

En Chile, la Región de Valparaíso presenta una economía altamente diversificada, con múltiples sectores productivos relevantes para la economía regional pero con un crecimiento inferior al promedio nacional en los últimos 10 años; entre un 13 y un 15% inferior al promedio nacional entre el año 2003 y 2009 respectivamente (Banco Central e INE).

Este crecimiento bajo el promedio nacional se debe a múltiples factores, dentro de los cuales se encuentra la baja inversión pública; estrechamente relacionado con el crecimiento regional, baja productividad en comparación con el promedio nacional y el menor desempeño en términos de innovación, ciencia y tecnología, particularmente en el aspecto de transferencia tecnológica desde el mundo universitario al sector privado, donde la Región de Valparaíso ocupó el lugar N°12 en el ranking nacional en innovación empresarial.

Para alcanzar el crecimiento promedio nacional se hace necesario incorporar a los procesos de las pequeñas y medianas empresas los nuevos requerimientos del mercado para incrementar la competitividad. Son estos mercados los que están promoviendo la necesidad de comercializar productos con cada vez menores impactos ambientales fruto de procesos productivos eco-eficientes y diferenciadores.

La integración de estas variables en procesos productivos de industrias como la alimentaria o sector agrícola en la Región viene a afrontar además la realidad de problemas ambientales como la escasez hídrica y la vulnerabilidad territorial hacia el cambio climático. Por ello, las presiones sobre la cada vez más escasa presencia de recursos y mercados internacionales exigentes hacia la sostenibilidad de los productos que importan, hace que la integración de eco-innovación en los procesos sea un aspecto para la diferenciación y benchmarking de las empresas.

Si bien la integración de indicadores ambientales acerca de los impactos generados por la producción de bienes y servicios es un reclamo hacia la exportación, sin éstos, las empresas no pueden establecer políticas hacia la mitigación de impactos.

En este punto, desde el pasado mes de enero de se desarrolla un Programa financiado por el Gobierno Regional de Valparaíso titulado Aumento de la Competitividad a través de la Incorporación de Tecnologías Limpias en las PyMEs de la Región de Valparaíso, cuyo objetivo principal es el fortalecimiento de las Pequeñas y Medianas Empresas de la Región de Valparaíso mediante la mejora del acceso e implementación de tecnologías limpias en pro del desarrollo sostenible, la capacidad eco-innovadora y aumento de su competitividad.

Esta iniciativa se basa en la consecución de objetivos específicos orientados al análisis de los procesos productivos de los sectores de turismo, agricultura e industria alimentaria para la integración de proyectos innovadores como herramienta para mejorar el desempeño ambiental, y que contemple además las implicancias de las actividades en el entorno social y en la productividad. Para ello, en una primera fase se facilita a las empresas el acceso a una plataforma digital diseñada para las Pymes a partir de las cuales se monitorean indicadores ambientales, sociales y productivos, desde la huella de carbono, consumo de agua por unidad de producto, generación de residuos, etc. Esto permite a las empresas marcar su posición respecto de las otras empresas de los mismos sectores y perfiles productivos enmarcadas en este Programa evaluando los hot spots del proceso.

Posteriormente, las empresas integran proyectos desarrollados específicamente para cada caso en materia de eficiencia energética, energías renovables no convencionales y gestión de residuos según el análisis de los impactos determinados, consiguiendo finalmente una mejor posición competitiva dentro del rubro y alcanzando estándares internacionales relativos a la mitigación de impactos ambientales.

METODOLOGÍA

En primer lugar, la metodología de este proyecto (ver figura 1) parte por el **diagnóstico** de los procesos productivos desde un enfoque de desempeño sostenible. Para ello, se realiza en primer lugar un inventariado en cuanto a las entradas de materias y energía y las salidas de productos generados y emisiones al suelo, agua y aire. Además se diagnostican los desempeños sociales y productivos, en cuanto a la empleabilidad local, fomento del desarrollo comunal, perfil de los trabajadores, desempeños económicos e índice de productividad.

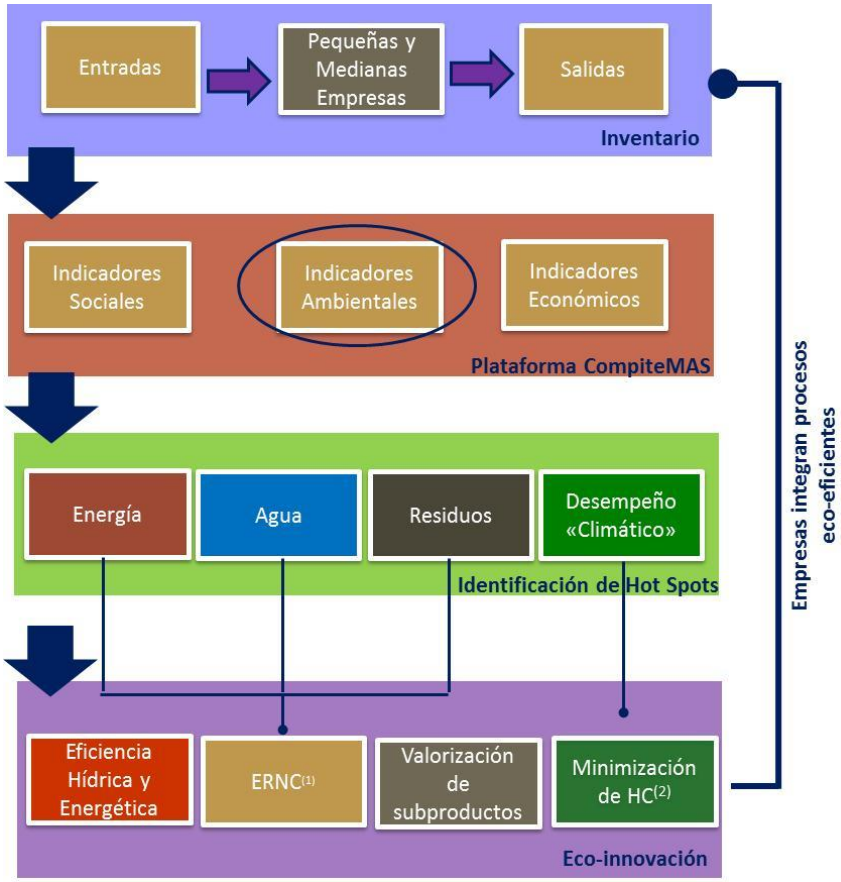


Figura 1. Metodología de Eco-mejora Pymes V Región

(1) Energías Renovables No Convencionales

(2) Huella de Carbono

Posteriormente los datos de inventario se transforman en **indicadores** relativizados a la unidad funcional considerada, coincidente con la unidad de producción de producto final. Este proceso hace posible la identificación de los hot spots del proceso sobre los cuales desarrollar las propuestas de eco-mejora.

Para el cálculo de estos indicadores, las Pymes acceden a la plataforma de información Productivo y Ambiental **CompiteMAS**, que genera indicadores ambientales clasificados diferenciados en emisiones y consumos, indicadores sociales e indicadores económicos. Todos estos indicadores van relativizados a la producción y son calculados respecto de las entradas o salidas asociadas a un año de producción, (ver figura 2).

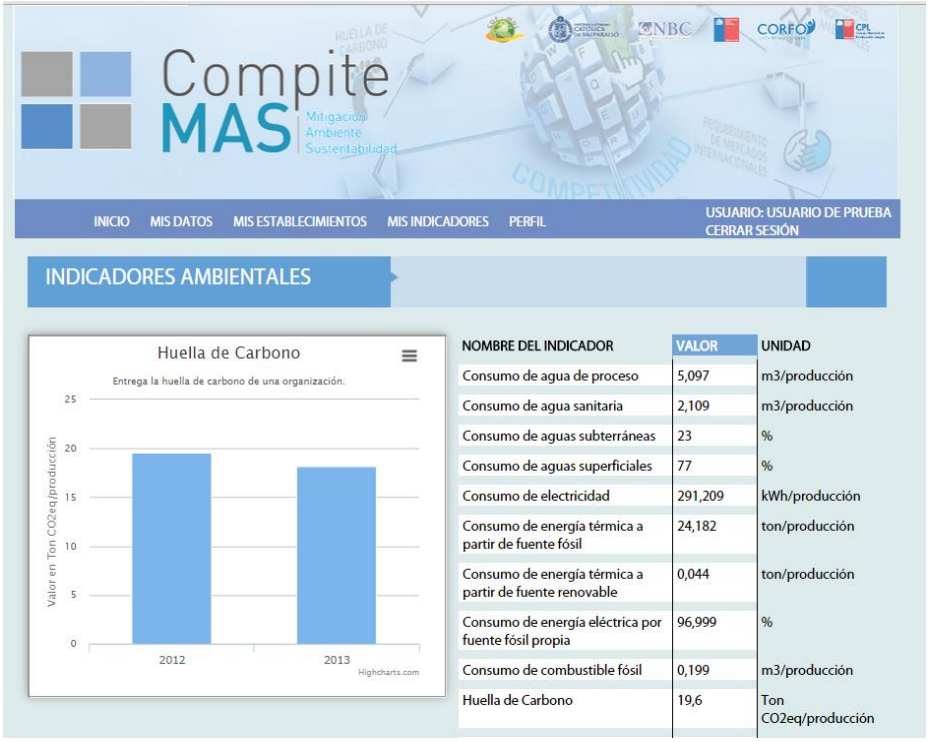


Figura 2. Cálculo y Registro de Indicadores Ambientales en Plataforma CompiteMAS

Posteriormente a la identificación de los Hot Spots, se procede a la evaluación de **las alternativas de eco-mejora** de los procesos productivos. Estas alternativas se dividen en:

-Incorporación de procesos eficientes
-Incorporación de Energías Renovables No Convencionales
-Planes de minimización de Huella de Carbono
-Valorización de subproductos

De manera transversal en los planes de eco-mejora este proyecto identifica las brechas en prácticas de producción limpias en cada empresa, marcando un eje estratégico de trabajo para la implementación de prácticas sostenibles en materia de: manejo de agua, de residuo, de energía y materias primas propias del proceso.

RESULTADOS

Hasta la fecha este proyecto ha permitido la identificación de alternativas para la minimización de impactos ambientales en los procesos de cada empresa. De esta manera se ha podido estimar y cuantificar las mejoras esperadas en la mitigación de la huella de carbono como uno de los impactos analizados y priorizados en los planes de eco-mejora.

En la siguiente tabla se pueden ver los valores referentes obtenidos en base a la incorporación de tecnologías limpias basadas en Energías Renovables No Convencionales. En ésta, no se incluye información relativa a otras tecnologías que no tienen incidencia representativa sobre este indicador.

Tabla 1: Alternativas de mitigación de impactos ambientales.

Empresa	Tecnología limpia	Alcance en su implementación	Energía reducida (kWh)	Mitigación de huella de Carbono
Agrícola 1	ER Solar	Riego	36.993	13,7%
Agrícola 2	ER Solar	Riego	10.882	6,3%
Manufacturera 1	ER Solar	Luminaria	7.997	2,9%

CONCLUSIONES

Los resultados evidencian instancias favorables para la generación de procesos eco-innovadores en pro de la eficiencia de los procesos y hacia el ecodiseño de los productos finalmente comercializados.
Los resultados de la aplicación de esta metodología de eco-mejora en pro de la eco-innovación son los siguientes:

- Pymes obtienen la medición registro y seguimiento de indicadores ambientales del proceso productivo
- Pymes establecen planes de mitigación de gases de efecto invernadero a lo largo de la cadena de valor de sus productos
- Pymes reportan a sus clientes acerca de sus desempeños en materia de sostenibilidad
- Pymes integran procesos más eficientes en materia energética, hídrica y de generación de residuos.

Por otra parte, esta iniciativa se desarrolla bajo la convicción de que una de las claves para asegurar la perdurabilidad de cualquier empresa en el tiempo, es que ésta mantenga una política de búsqueda de nuevas alternativas e innovaciones que asegure su competitividad. Este programa, ataca las brechas relacionadas con la sostenibilidad ambiental en las empresas de menor tamaño, mejorando de esta manera la imagen de la corporación en la comunidad, al ofrecer un producto o servicio con una mayor responsabilidad ambiental. La imagen de una empresa es unos de los factores fundamentales para la toma de decisiones por parte de los clientes contribuyendo también con ello al potenciamiento territorial de la Región de Valparaíso como eje eco-productivo y sostenible en Chile.

2.2.8 DESARROLLO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PILOTO DE MEDICIONES CLIMÁTICAS BAJO LA VISIÓN DEL ECODISEÑO PARA LA ARQUITECTURA SUSTENTABLE.

País: Argentina.
Autor: Arturo Buigues Nollens / Leonardo Pogrebinsky Mazarico.

3.3–Buigues Nollens–Argentina–2

DESARROLLO DE UN SISTEMA PILOTO ELECTRONICO DE MEDICIONES CLIMÁTICAS BAJO LA VISIÓN DEL ECODISEÑO PARA LA ARQUITECTURA SUSTENTABLE

Arturo F. Buigues Nollens [(1)]
1987 – 2014: Arquitecto. Doctor en Arquitectura, Investigador Adjunto del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Director del Programa de Energías Alternativas. Profesor del Depto. de Ing. Electromecánica. Director de Tesis Doctorales y Maestría en la Univ. Nac. de San Juan y de Mendoza.

Leonardo A. Pogrebinsky Mazarico
2010 – 2014: Ingeniero en Electrónica. Jefe de Trabajos Prácticos (JTP) de Física II del Depto. de Física, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan (FI - UNSJ). JTP con tareas de investigación en el Área Energías Alternativas, Instituto de Mecánica Aplicada, FI - UNSJ.

Dirección (1): Av. Libertador Gral. San Martín 1109 (oeste) – Ciudad de San Juan – Depto. Capital – Provincia de San Juan – Código Postal 5400 – República Argentina – Tel.: (+54) 4211700 (interno 320) – e-mail: **abuigues@unsj.edu.ar.**

RESUMEN

En este trabajo se presenta el diseño y construcción de un sistema piloto electrónico (SPE) basado en PC, denominado IEDRA para medir variables climáticas, que tiene como objetivo general mejorar de forma continua la gestión de este producto bajo la visión del ecodiseño. La metodología empleada, considera la integración de aspectos ambientales en el diseño y desarrollo del SPE con el objetivo de reducir los impactos ambientales adversos a lo largo del ciclo de vida de IEDRA, mediante la ejecución de las siguientes etapas: Diseño: Se determinaron los condicionantes del diseño general. Luego, se elaboró una propuesta para desarrollar un sistema de medición piloto. Adquisición de materiales y componentes para implementar todo el sistema piloto diseñado en los pasos anteriores. Fabricación: Construcción del circuito impreso del sistema piloto, así como también los soportes de algunos sensores, la caja de conexiones y la protección térmica del cableado. Pruebas de funcionamiento: Conexión de todo el sistema, pruebas, y depuración de errores de software y hardware, hasta alcanzar prestaciones útiles para las investigaciones experimentales en Arquitectura Sustentable. Finalmente las prácticas de ecodiseño aplicadas al SPE mejoraron la utilidad de dicho sistema. Se alcanzaron las expectativas de mediciones distribuidas que formaron parte de la motivación original. Respecto a las prácticas artesanales habituales para desarrollar este tipo de sistemas electrónicos, con la metodología ejecutada en la presente obra se logró un menor impacto tóxico en la salud de quienes trabajaron en la fabricación del producto, sin incurrir en mayores gastos financieros y disminuir el impacto en el ambiente en general.

Palabras claves: Sistema Electrónico, Mediciones Climáticas, Ecodiseño, Arquitectura, Sustentabilidad.

INTRODUCCIÓN

El trabajo se encuentra dirigido a generar un instrumento que pueda servir tanto para realizar investigaciones experimentales, como para ser implementado como parte de un sistema de acondicionamiento higrotérmico híbrido –en parte naturalmente y en parte artificialmente– para el control del ambiente interior de viviendas (confort y calidad del aire). Para ello el citado producto debería estar en sintonía con el carácter "sustentable" que se pretende aplicar en los temas arquitectónicos: no sería coherente desarrollar un instrumental con alto impacto ambiental, para ser aplicado en estudios y desarrollos arquitectónicos con bajo impacto ambiental.

Para concretar lo anterior, se indagó respecto a la posible existencia de normas que enunciaran recomendaciones para este tipo de desarrollo de productos. En esa exploración se hallaron publicaciones al respecto, en las que se hace referencia a:

1- Normas de ecodiseño, como la UNE 150301 (elaborada en la Asociación Española de Normalización y Certificación –AENOR–) y la más reciente ISO 14006.

2- Ecodiseño de productos electrónicos AIMPLAS:

Según una Directiva de la Comunidad Europea del año 2002, se definen Aparatos Eléctricos y Electrónicos, AEE, como todos aquellos que para funcionar debidamente necesitan corriente eléctrica o campos electromagnéticos, y los aparatos necesarios para generar, transmitir y medir tales corrientes y campos pertenecientes a las siguientes categorías, y que están destinados a utilizarse con una tensión nominal no superior a 1.000 voltios en corriente alterna y 1.500 voltios en corriente continua (AIMPLAS, 2010).
Cabe mencionar que el organismo oficial de gobierno de Argentina, hasta el presente, no publicó legislación alguna que defina y clasifique de manera diferente a este tipo de productos. Es más, en la página web de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación Argentina, se mencionan las citadas directivas europeas cuando se hace referencia a los RAEE. También se publican noticias que informan sobre actividades de cooperación, en estos temas, entre la Unión Europea y el Mercado Común del Sur (MERCOSUR) –Argentina participa como miembro de éste último–.

3- Recomendaciones generales para la práctica del ecodiseño de AEE:

Retomando los comentarios referidos a las categorías de AEE, el sistema de medición propuesto en este trabajo pertenece a la "Categoría 9" de AEE. Esta clasificación, si bien sirve para profundizar en otras cuestiones, como la gestión de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), no condujo a encontrar recomendaciones específicas sobre el ecodiseño de productos de dicha categoría.
Pero sí existen recomendaciones generales para la práctica del ecodiseño de AEE en el marco del Programa de Ecoeficiencia en la empresa vasca en relación al Ecodiseño en el sector Eléctrico-Electrónico. Módulo formativo E.2.2. En este contexto y en relación del Grado de determinación de los impactos ambientales de un AEE (aparato eléctrico y electrónico) o PUE (producto que utiliza energía), los fabricantes finales tienen un papel y una posición privilegiada para poder reducir las consecuencias ambientales de su producto, incluso las de la fase de uso del mismo, ya que aproximadamente el 80% del impacto ambiental de un aparato eléctrico y electrónico se determina durante su diseño (después de la idea y antes del prototipo), etapa previa a la producción de las primeras series, lanzamiento, vida útil y fin de vida,(IHOBE, 2012).

OBJETIVOS

El Diseño y construcción del sistema piloto electrónico (SPE) para medir variables climáticas, tiene como objetivo general mejorar de forma continua la gestión de este producto bajo la visión del ecodiseño (ISO 14006) y como objetivo particulares *Selección de materiales de bajo impacto, Reducción del uso de materiales, Optimización de las técnicas de producción, Reducción del impacto durante el uso, Incremento de la vida útil del producto: Optimización al final de la vida útil del producto, Optimización de la función* (IHOBE, 2012).

METODOLOGÍA EMPLEADA

La metodología empleada, considera la integración de aspectos ambientales en el diseño y desarrollo del SPE con el objetivo de reducir los impactos ambientales adversos a lo largo del ciclo de vida del producto mediante la ejecución de

las siguientes etapas: 1º) Diseño: Se determinaron los condicionantes del diseño general. Luego, se elaboró una Propuesta para desarrollar un sistema de medición Piloto. 2º) Adquisición de materiales y componentes para implementar todo el sistema piloto diseñado en los pasos anteriores, 3º) Fabricación: Construcción del circuito impreso del sistema piloto, así como también los soportes de algunos sensores, la caja de conexiones y la protección térmica del cableado. 4º) Pruebas de funcionamiento: Conexión de todo el Sistema, pruebas, y depuración de errores de software y hardware, hasta alcanzar prestaciones útiles –mediciones– para las investigaciones experimentales en Arquitectura Sustentable.

ETAPAS y ACTIVIDADES DESARROLLADAS

ETAPA 1º: DISEÑO:

Motivadores

Para poder realizar investigaciones "experimentales" aplicadas a la Arquitectura Sustentable, a escala de una vivienda familiar, los autores del presente trabajo idearon el diseño y construcción de un **sistema electrónico, basado en PC, de mediciones climáticas "distribuidas"**, considerando variables como temperatura, humedad, velocidad del aire, radiación solar, intensidad luminosa. La característica "distribuida" de las mediciones persigue un objetivo: *medir simultáneamente las variables climáticas –internas y externas– en varios puntos del espacio tridimensional real ocupado por una vivienda, o sector de la misma (por ejemplo un muro).* La distribución espacial de los sensores constituye un sistema de medición en red, capaz de medir "simultáneamente" el comportamiento "real" de los fenómenos físicos. Si se utilizaran pocos sensores, habría que ubicarlos en las posiciones más representativas, suponiendo o aproximando los comportamientos en el resto del espacio no medido, indirectamente, mediante cálculos y simulaciones –con la consecuente incertidumbre de su validez–. La PC (computadora personal –de escritorio o portátil–) pasa a ser el dispositivo maestro de todo el sistema de medición –sin dejar de ser parte de dicho sistema–; o sea, es el equipo que controla el funcionamiento general de todo el resto instrumento electrónico en cuestión. Además, en la PC, es donde se muestran y se guardan las mediciones.

Las redes de sensores distribuidas (en inglés DSN –Distributed Sensor Networks–) potencian el sensado, análisis y respuesta en ambientes dinámicos; incluso sobre importantes áreas geográficas (al considerar tales redes con tecnología inalámbrica, WDSN –Wireless Distributed Sensor Networks–). Los dispositivos que se comercializan con dichas tecnologías resultan con encapsulados robustos, económicos, eficientes en consumo energético y muy aplicables, tanto a problemáticas masivas como especializadas, incluso para monitoreo de ambientes hostiles, (IYENGAR et al, 2004). Pero los costos de las tecnologías de punta siempre son importantes de considerar, sobre todo en el contexto de los países en vías de desarrollo. Esta realidad lleva, en muchas ocasiones, a diseñar e implementar sistemas de bajo costo por parte de quienes requieren utilizar las bondades de tales tecnologías. Dicha situación enmarca al presente trabajo.

El desarrollo del hardware y software de una DSN permite poder modificar, acondicionar, expandir, mantener y readaptar todas aquellas características (escalabilidad) que se consideren en futuros trabajos para mejorar el desempeño de la red. Esta idea respalda las inversiones que se realicen al respecto, y más aun los contextos socioeconómicos recién mencionados. Como antecedente referido a la idea central de este párrafo, es interesante considerar trabajos como el de (GUTIÉRREZ et al, 2009), en el cual se propone el desarrollo de una red de sensores distribuida para integrarla a una casa solar bioclimática; mediante dicha red se administran variables, sensores y actuadores que coexisten en la casa. En su obra, Gutiérrez et al mencionan que decidieron no utilizar un sistema comercial de casas inteligentes específico, para poder tener más control sobre las adaptaciones y mejoras que deban realizar para integrar, tanto los dispositivos previamente adquiridos como los que se compren o consigan en un futuro, extendiendo así la vigencia del desarrollo en cuestión.

Hasta el presente, solo se dispone de sensores de temperatura. Por esta razón, en el presente trabajo, se apuntó a implementar el sistema electrónico solo para medir temperaturas; pero el diseño de los circuitos prevé la conectividad para sensar otras variables climáticas, sin necesidad de futuras modificaciones en el hardware.

Respecto al párrafo anterior, cabe mencionar que, según el diccionario de la Real Academia Española, uno de los significados atribuidos a la palabra "diseño" es: Proyecto, plan que configura algo. Entonces, en el contexto del presente

trabajo, el diseño electrónico se refiere a la configuración mental, pre-figuración, en la búsqueda de soluciones de ingeniería electrónica, plasmada en dibujos, bocetos, y esquemas –tales como los circuitos esquemáticos–.

Para realizar investigaciones en la AS, es conveniente que el instrumental de medición desarrollado sea flexible para conectar distintos tipos y cantidades de sensores. Cada uno de ellos con una velocidad de respuesta y calibración apropiadas, en lo posible digitales. Y así de esta manera poder reducir el volumen del cableado necesario y la energía que consumen, con componentes electrónicos en general fácilmente disponibles en el mercado. Además, es deseable configurar a voluntad del investigador la frecuencia de muestreo de las mediciones, adquirir, procesar y almacenar los datos en una PC convencional.

Para servir en una aplicación de control del clima interior de una vivienda, son deseables conexiones reducidas en peso, cantidad y volumen, que no entorpezcan el normal uso de la vivienda por parte de los usuarios.

Aplicar al instrumental desarrollado en el presente trabajo, según el contexto socio-económico real de la comunidad donde se realiza, criterios de ecodiseño explicitados en la norma ISO 14006, teniendo en cuenta todas las etapas del ciclo de vida del producto en cuestión. Para ello se deben ajustar, “todo lo posible”, las decisiones definidas en la etapa de diseño.

Propuesta

Luego, se elaboró una Propuesta para desarrollar un sistema de medición Piloto, considerando:

- El diseño electrónico del sistema de medición: circuito, componentes, cableado, conectores, placa de circuito impreso, protocolos de comunicación, placas electrónicas elaboradas por terceros, suministro de energía de alimentación.

- El diseño de técnicas de instalación del instrumento electrónico aquí desarrollado. A partir de esto también surge el diseño de soportes de sensores y de cajas de conexiones.

Ecodiseño del sistema de medición IEDRA

La idea de diseño obtenida mediante la motivación original fue madurando y se definieron dos grandes aspectos: el diseño electrónico y el diseño medios de instalación; y además, ambos aspectos debían ser enmarcados en el enfoque del ecodiseño. En consecuencia de esto, resultó la siguiente propuesta.

Sobre el diseño electrónico del sistema de medición

En la Figura 1 se muestra el esquema de diseño del sistema electrónico de mediciones distribuidas, al cual se lo denominó IEDRA (Interfaz Electrónica Distribuida de Respuestas Ambientales).

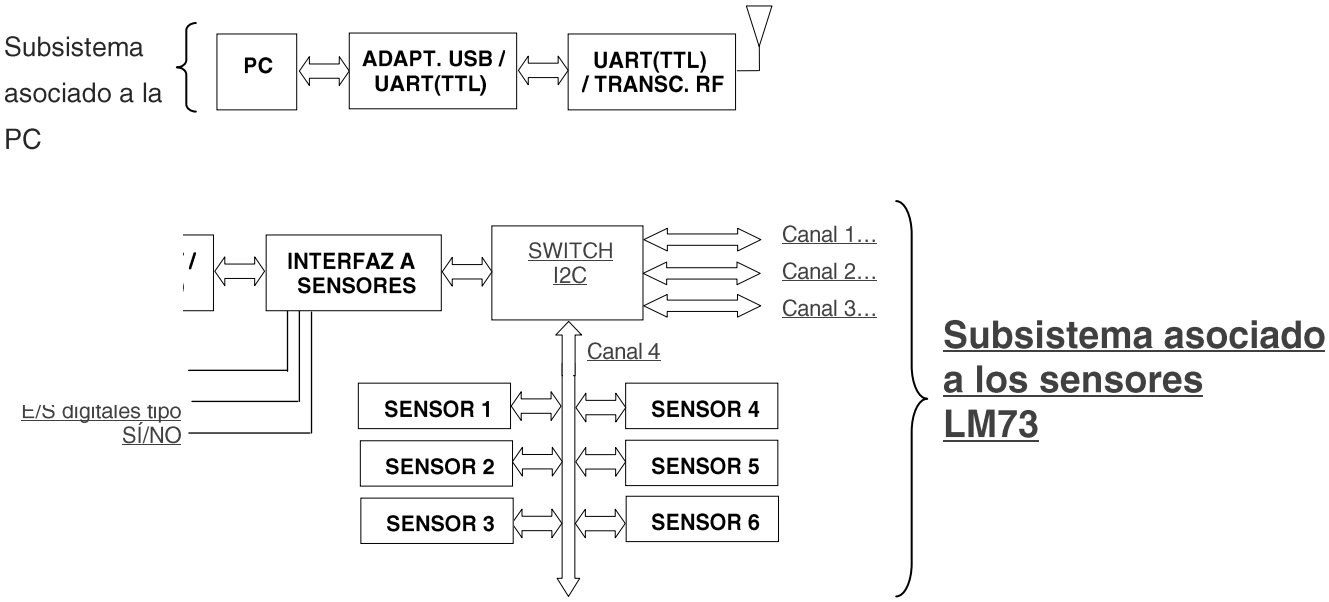


Figura 12. Esquema del dispositivo piloto creado para medir temperaturas

Para llegar a esquematizar el sistema de la Figura 1 fue necesario primero elegir qué elementos de hardware y software intervendrían en el instrumento que luego se desarrollara con el presente diseño electrónico: componentes electrónicos de propósitos generales, sensores, cables, módulos de RF, conectores, placas para desarrollo de circuito impreso, fuente de alimentación, puertos de la PC, software de PC para el desarrollo de la aplicación que controle a todo el sistema IEDRA. El resultado de dichas elecciones se resume a continuación.

Elementos para la implementación de los subsistemas

Definiciones de elementos de hardware:

- PC estándar con los siguientes recursos mínimos: microprocesador de doble núcleo, puertos USB, 1GB de RAM, disco duro SATA de 500GB, placa aceleradora de video, sistema operativo Windows XP SP3, MATLAB 7.

- Transceptor de RF, APC220, de Shenzhen Appcon Technologies Co. Ltd), con comunicación serial con niveles TTL. El APC220 se eligió por: estar disponible en el mercado nacional; su bajo costo; su compatibilidad con señales de puertos UART; su adecuada potencia (20mW, aceptable para el alcance geográfico del terreno de una vivienda); su flexibilidad para operar en más de 100 canales de RF; sus dimensiones son muy convenientes, para conformar un dispositivo inalámbrico, con una diversidad de posibles aplicaciones (SHENZHEN APPCON TECHNOLOGIES CO. LTD, 2008).

- Adaptador USB / UART(TTL), basado en el chip CP2102 de Silicon Labs, para convertir los datos TTL emitidos o recibidos por el APC220, a señales compatibles con los puertos USB de la PC.

- Interfaz, diseñada por los autores de esta obra, basada en el microcontrolador MC9S08QG8 de Freescale, escogido por las siguientes condiciones: bajo costo; disponibilidad en el mercado nacional; módulos internos SCI, I2C (hasta 100kHz) y conversores A/D, cada uno de ellos disponibles en terminales independientes del encapsulado (FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC., 2009). El resto de componentes y conectores que integran esta interfaz se previó que sean elementos de propósitos generales (de disponibilidad permanente en el mercado local).

- Switch I2C de 4 canales, PCA9545A. Es el único componente pedido en el exterior de Argentina, conseguido como muestra gratis, por gentileza del fabricante Texas Instruments Incorporated.

- Sensores de temperatura digitales LM73, de Texas Instruments Incorporated, escogidos debido a: su rango de trabajo (-40ºC a 150ºC), su bajo tiempo de conversión (14ms con una resolución de 0,25ºC); el hecho de poder conseguirlos mediante una empresa importadora nacional; bajo costo; interfaz I2C de comunicación. Se conecta un máximo de 6 sensores a un mismo canal I2C debido a que el fabricante del LM73 especifica un máximo de 6 direcciones posibles para sensores LM73 (TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED, 2009).

- Cable plano del tipo utilizado en computadoras para los discos IDE, para implementar las conexiones extensas I2C que conforman el "tronco" y las "ramas" del sistema IEDRA. Las comunicaciones deben transferir datos a 100kHz (tasa de transferencia máxima impuesta por el microcontrolador MC9S08QG8).

- Baterías recargables AAA o batería recargable de plomo-ácido de 12V o fuente de alimentación tipo PC, como alternativas de sistema de alimentación.

Definiciones de elementos de softwares

- Mediante la ejecución de rutinas programadas en MATLAB, la PC lee, procesa, grafica y almacena los datos recibidos, conforme avanza el tiempo (es decir, se genera la gráfica en tiempo real). La PC envía órdenes y datos hacia la Interfaz a Sensores.

- CodeWarrior 10 (o posterior), para programar el software que se ejecuta internamente en el microcontrolador de la Interfaz a Sensores. Fue necesario comprar una placa de desarrollo (la cual se adquirió en el mercado nacional, conjuntamente –aprovechando el envío– con algunos componentes del hardware diseñado); dicha placa hace las veces de interfaz entre la PC y la Interfaz a Sensores, para conseguir la programación del MC9S08QG8.

Teniendo en cuenta el empleo de todos los elementos mencionados en esta sección, se pudo detallar el principio de funcionamiento del instrumento esquematizado en la Figura 1.

Principio de funcionamiento de los subsistemas

En el primer subsistema, la PC recibe y envía datos mediante un módulo de RF conectado (mediante un puente USB/UART(TTL)) a uno de los puertos USB de la mencionada PC. De esta manera, y ocupando un solo puerto USB, se consiguió independizar la ubicación de la PC de las cercanías del sistema a medir, posibilitando al investigador ubicarse con su computadora (que hace las veces de equipo de registro y visualización de datos) en un lugar más conveniente. El alcance del radioenlace debe cubrir el área que abarca el terreno de una vivienda.

La alimentación de los elementos asociados a la PC se realiza a través del mismo puerto USB, sin conexiones exclusivas para tal fin.

En el subsistema que contiene a todos los sensores se estructura en "tronco" y "ramas", con cableado que sería materializado con cable plano de 4 hilos, por sus reducido volumen, peso, costo y amplia disponibilidad en el mercado local. El tronco, comienza con el módulo de RF (que vincula al presente subsistema con el de la PC), el cual recibe y envía datos a la Interfaz a Sensores, y ésta última comanda al Switch I2C –que hace las veces de puente electrónico de datos–. Hasta dicho switch llega el trayecto del "tronco", y a partir de él comienzan las ramas: son 4 canales I2C, y en cada canal se pueden conectar hasta 6 sensores de temperatura digitales LM73 (el número máximo de sensores LM73 por canal I2C se debe a una limitación impuesta por el fabricante). Por lo tanto, usando sensores LM73, el instrumento de medición diseñado tiene una capacidad máxima de 24 sensores. El diseño electrónico así planteado posibilita agregar más subsistemas asociados a sensores (cada uno con hasta 24 sensores de temperatura LM73), usando el mismo subsistema asociado a la PC; ampliando así el número de puntos de sensado a 48, 72, 96, si se suma 1, 2 o 3 subsistemas de sensores, respectivamente.

Las mediciones de los LM73 son leídas y enviadas al bus troncal mediante una Interfaz a Sensores. Dicha interfaz posee un circuito inteligente programable (microcontrolador) capaz de controlar (manejar) todas las lecturas de los distintos sensores presentes en el subsitema, inclusive el funcionamiento del Switch I2C. El hecho de disponer de cuatro canales I2C ofrece compatibilidad directa de conexión de un gran número de sensores digitales (de temperatura, humedad). También posee conectores disponibles pensados para futuras conexiones de sensores analógicos (líneas A/D), para conectar analógicos (por ejemplo de humedad, luminosidad, o radiación solar). Si no dichas líneas A/D pueden ser configuradas (reprogramando el microcontrolador, sin cambios necesarios en el circuito electrónico) como entradas digitales tipo SÍ/NO (para detectar por ejemplo una señal de alarma, o una puerta mal cerrada) o salidas digitales tipo SÍ/NO (ejemplos, para cerrar una válvula, o abrir una ventana, o encender una lámpara, o activar una alarma).

La fuente de alimentación de todo el subsistema de tronco y ramas podrá ser implementada con baterías recargables o tomando energía de la red domiciliaria disponible en las cercanías del sistema físico a medir. Dicha fuente de alimentación transmite su energía al subsistema de sensores mediante 2 hilos que se extienden en paralelo con el bus troncal, y con cada canal I2C.

La implementación de las placas de circuito impreso se planificó con técnicas de estilo artesanal, asistida por computadora, como las enseñadas en escuelas técnicas secundarias con orientación en electrónica.

Sobre la instalación del instrumento

Tres aspectos concentraron la atención en esta etapa del diseño:

a) El soporte de los sensores: Para este propósito, se ideó un marco con madera de fósforos reciclados, aproximadamente de 2cm x 3,5cm, aglutinado y reforzado con papel madera y adherido con “engrudo” (pegamento a base de agua, harina, azúcar y vinagre, cocidos), combinado con un par de conectores de pines en línea, a los cuales se sueldan conductores de cobre reciclados (de cable coaxil deshechado). Estos últimos sirven de soporte para soldar al sensor de temperatura (que ocupa un espacio reducido de 3mm x 3mm). Finalmente, todo el conjunto (marco, conectores y sensor) se cubre con láminas de cobre, y el espacio interior (donde se aloja el sensor) se llena con una pasta termoconductora. Todo este conjunto se prevé para obtener una rápida respuesta del sensor, y a la vez, impermeabilidad del soporte ante probabilidad de lluvia o elevada humedad, propias de las condiciones climáticas sucedidas en una vivienda.

b) La caja de conexiones de los módulos del subsistema asociado a los sensores: Este interrogante fue resuelto ideando, con materiales reciclados y cinta de aluminio, un prisma de poliestireno expandido y cartón, de unos 20cm x 10cm x 10cm, en cuyo interior se alojan los módulos Transceptor de RF, Interfaz a Sensores y Switch I2C.

c) La aislación del cableado ante elevadas temperaturas, de 100ºC o más (típicas temperaturas en superficies directamente expuestas a la radiación solar en días de verano, en zonas áridas): Como protección térmica para el cable plano de 4 hilos, se ideó un recubrimiento de dicho cableado con una lámina de aislante térmico –espuma de polietileno trilaminada, de Laboratorios Valmax (del tipo utilizado en la conservación de medicamentos)–, y además envuelto exteriormente por cinta adhesiva de aluminio –fabricada por EuroTechnologies (comúnmente utilizada en instalaciones de refrigeración)– Así, resultaría una protección maleable y resistente a las deformaciones derivadas de la manipulación propia de la instalación.

ETAPA 2: ADQUISICIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES

Tomando como referencia las recomendaciones generales para la práctica del ecodiseño de AEE antes mencionadas (IHOBE, 2012), se muestra en la Tabla 2 una síntesis de las respuestas durante la etapa de Adquisición de Materiales y Componentes:

Recomendaciones y Respuestas
a) Selección de materiales de bajo impacto

Para la construcción de las placas de circuito impreso (PCB, del inglés, printed circuit board):

- Se priorizó comprar componentes electrónicos, y accesorios (conectores, zócalos) que verifiquen la directiva RoHS –que restringe el uso de seis sustancias peligrosas, plomo, mercurio, cadmio, cromo VI, PBB y PBDE.
- Se reutilizaron componentes y accesorios de propósito general que habían sobrado de trabajos anteriores.
- Se empleó placa cobreada epoxi doble faz, por la calidad de sus láminas de cobre, y la adherencia de dicho cobre al material expoxi de base, posibilitando alcanzar un circuito impreso confiable en su funcionamiento y perdurable.
- Papel ilustración blanco de 90 gramos, sobre el cual se imprime el diseño de las pistas de cobre del PCB, con tóner negro. Luego, se transfiere disco diseño a la placa cobreada virgen, mediante aplicación de calor con una plancha de prendas de vestir hogareña.
- Agua potable filtrada, obtenida en un grifo domiciliario con filtro marca PSA (para desintegrar el papel ilustración, luego de la transferencia del tóner a la placa cobreada epoxi).
- Para hacer el grabado del circuito impreso, se reutilizó cloruro férrico concentrado (sobrante de trabajos anteriores). Vale comentar que el mismo fue comprado hace unos 10 años, utilizado pocas veces, y sigue prestando servicio. Una vez utilizado, se vuelva a guardar el cloruro en su envase plástico original de fábrica.
- Para proteger la placa impresa de oxidaciones futuras, se empleó Contacflux orgánico, en aerosol, 100% seguro para la capa de ozono. Fabricante: Electroquímica DELTA.
- Se utilizó alambre de estaño-plomo 60/40, de 0,5mm, para realizar las soldaduras, debido a que para fabricar los circuitos impresos solo se dispone de soldadores tipo lápiz, no aptos para soldaduras sin plomo.
- Se utilizó Contacflux GEL, envasado en jeringa, para asegurar soldaduras confiables y rápidas; obteniéndose así ahorros de energía eléctrica y de desperdicios de estaño-plomo, en el proceso de soldadura. Sobre el impacto ambiental producido por el Contacflux, no se consiguió información detallada de Electroquímica DELTA.
- Todos los componentes y materiales previstos para el armado y montaje del sistema IEDRA fueron adquiridos en el mercado local: la mayoría en el mercado provincial, solo un componente en el mercado internacional, el resto en el mercado nacional. Cuando se hicieron compras a comercios ubicados a larga distancia, se aprovecharon viajes que hicieron algunos de los autores, familiares o conocidos, para evitar incurrir en gastos de transporte especiales para la adquisición de componentes y materiales. Cuando esto no fue posible, se encargó el flete de los materiales adquiridos a través de servicios de encomiendas que operan mediante transportes de pasajeros en ómnibus de larga distancia.

Para la construcción de la caja de alojamiento de placas de circuito impreso y conexiones:

- Para esta tarea se reciclaron una caja de cartón, y otra caja de poliestireno expandido o EPS (conocido en Argentina como telgopor). También se reutilizó alambre fino de cañizos (sobrante de trabajos anteriores).
- Se utilizó un rollo de cinta adhesiva de aluminio –fabricada por EuroTechnologies–. El rollo había sido comprado para realizar trabajos anteriores de aislación en cañerías exteriores. Si bien el aluminio es un metal pesado, pero es reciclable en un alto porcentaje.

Para el cableado, conexiones y protecciones térmicas del mismo:

- Se compró cable plano del tipo utilizado en computadoras para los discos IDE, de 20 hilos (así se disminuyeron

costos) y luego se lo fraccionó en cables de 4 hilos.

- Para conectar distintos tramos de cables entre sí, y para las conexiones del cableado con las placas PCB, se compraron conectores macho y hembra, dispuestos en línea (originariamente se venden para ser montados en placas de circuito impreso).
- Cinta aisladora plástica adhesiva (comúnmente utilizada en instalaciones eléctricas), para impedir que se desconecten por tracción los conectores del cableado.
- Para la protección térmica del cableado ante elevadas temperaturas, se recicló láminas de espuma de polietileno trilaminada, de Laboratorios Valmax, sobrantes de compras anteriores de medicamentos.
- Se utilizó cinta de aluminio, el mismo rollo usado para armar la caja de conexiones explicada anteriormente.
- Marcador corrector blanco, para señalar cómo deben conectarse los cables.
- Cinta scotch (de rollos disponibles en las oficinas del mismo lugar de trabajo) y pequeños trozos de papel, para adherir etiquetas a las conexiones.

Para el soporte de los sensores:

- Fósforos de madera usados y reciclados.
- Papel madera (escogido porque requiere menor energía que el papel blanco, durante su proceso de fabricación), o papeles desechados de trabajos de oficina (por ejemplo, de situaciones en las cuales se obtuvieron malas impresiones).
- Pegamento a base de agua, harina, azúcar y vinagre, cocidos (“engrudo”).
- Conectores macho y hembra en línea (del mismo tipo que se usa para el cableado, explicado antes).
- Conductores de cobre reciclados de cable coaxil desechado –puntualmente, de cables sobrantes de la empresa DirecTV–.
- Pequeños recortes de láminas de cobre, éstas últimas compradas en un comercio especializado en artística y manualidades, de Buenos Aires. Este material se usa por su alta conductividad térmica, para que transmita rápidamente los cambios térmicos hacia el interior del soporte del sensor, y al mismo tiempo, dotar de impermeabilidad a dicho soporte, por ejemplo ante eventuales lluvias.
- Grasa siliconada disipadora (originariamente recomendada para disipadores de circuitos electrónicos), fabricada por Electroquímica DELTA. En la aplicación de este trabajo, se usa esta grasa para alcanzar rápidamente el equilibrio térmico entre el sensor y el objeto medido.
- Cinta aisladora plástica adhesiva (comúnmente utilizada en instalaciones eléctricas), para reforzar, y aislar eléctricamente el soporte de cada sensor.
- Pequeños recortes de cajas (desechadas) de cartón delgado. Se usan como separadores que evitan conexión eléctrica entre los terminales del sensor y las láminas de cobre.

Para la fuente de alimentación del instrumento aquí desarrollado:

Se adquirieron baterías recargables AAA, y se reutilizó una fuente de PC que estaba fuera de uso. Se piensa también adquirir (en un futuro) una batería recargable de plomo-ácido de 12V –como las usadas por los

automóviles–, pues éste tipo de baterías son las únicas que tienen un circuito de reciclado muy desarrollado en nuestro país, pudiéndose reciclar más de un 90% de sus componentes.
b) Reducción del uso de materiales
Para la construcción de las placas de circuito: • Con el diseño y desarrollo del PCB de la Interfaz a Sensores del sistema piloto desarrollado para el IEDRA, se buscó reducir todo lo posible las dimensiones de dicha placa. Así también, la placa de RF adquirida se eligió por sus reducidas medidas perimetrales. • El PCB del Switch I2C aún no se implementó. Solo se cuenta con su diseño en computadora. Tal diseño también prioriza la reducción del área que ocuparía el circuito impreso. Para la construcción de la caja de alojamiento de placas de circuito impreso y conexiones: • Se prevé rediseñar esta caja para disminuir su volumen, una vez que se tenga fabricado el PCB del Switch I2C. Para el cableado, conexiones y protecciones térmicas del mismo: • El cableado implementado con cable plano IDE se escogió por sus reducida sección y peso, y alta flexibilidad para ser instalado. • Se armaron tramos de distintas longitudes (0,25 m; 0,5 m; 1 m; 2 m), con la intención de que esos mismos tramos sean útiles para conectar sensores en distintas viviendas, muros, y sistemas arquitectónicos en general, cada uno con su particular morfología. Esto constituye un diseño de cableado modular. Si falla algún tramo, solo se debe reparar/reemplazar ese tramo, y no extensiones de cables muy grandes. Para el soporte de los sensores: • Con el diseño y desarrollo de los soportes para cada sensor LM73 se limitó a un reducido espacio (aproximadamente 2 cm x 3,5 cm), para disminuir lo mejor posible el tiempo de respuesta térmica del sensor. No se pudo reducir más las dimensiones de cada soporte debido a los impedimentos que hubieran ocurrido para practicar soldaduras en el interior de los soportes. Para la fuente de alimentación del instrumento aquí desarrollado: • El volumen y peso que implica el conjunto de pilas AAA es el más reducido, respecto al uso de una fuente de PC o de una batería de auto. Pero, dependiendo de la continuidad en el tiempo que se desee asegurar para las mediciones, habrá que escoger uno u otro sistema de alimentación.

Tabla 7: Respuestas en el contexto de la etapa de Adquisición de Materiales y Componentes.

ETAPA 3: FABRICACIÓN

Seguidamente, se ilustran los procesos realizados durante la construcción del sistema piloto de medición IEDRA, adjuntando comentarios referidos a algunas de las recomendaciones sobre *"optimización de las técnicas de producción",* para el ecodiseño de AEE (IHOBE, 2012).

Durante la fabricación de la placa, para desintegrar el papel impreso y limpiar la placa, se ocupa un poco de agua que luego se utilizó para regar jardines desprovistos de plantas con frutas y verduras comestibles. Éste es el único proceso que requiere agua para su realización.

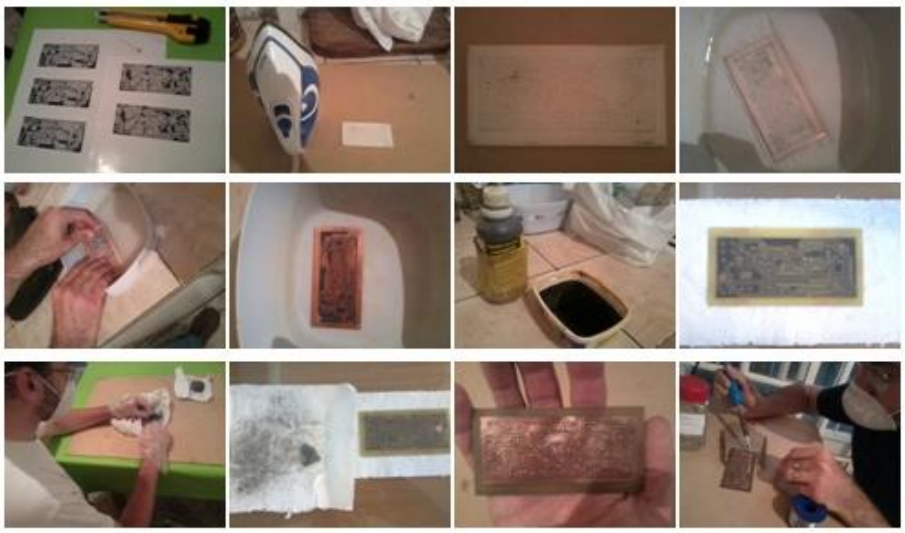


Figura 13. Proceso de grabado y soldadura de la placa de circuito impreso de la Interfaz a Sensores.

Figura 14. Etapas de elaboración de soportes de sensores, montajes de los LM73 y armado de una rama (sensores y cableado).

Si bien no se trabajó con soldaduras de estaño sin plomo, y en consecuencia se produjeron emisiones durante las soldaduras –muy considerables en las empresas pequeñas que ensamblan circuitos y componentes electrónicos (BALDERAS, 2010)–, se redujo todo lo posible dichas emisiones, el uso de estaño-plomo, y sus residuos. El empleo del flux en gel para las soldaduras, el uso de un alambre de estaño delgado, más el correcto mantenimiento del soldador tipo lápiz (al cual se le instaló una micro punta cerámica para mejor concentración del calor), lograron soldaduras rápidas y efectivas.
Por otra parte, para resguardarse de las emisiones de plomo y estaño, los autores que realizaron este trabajo mientras soldaban utilizaron barbijos (del tipo utilizado en trabajos de jardinería) y anteojos; una solución económica y muy práctica para evitar el impacto directo de las emisiones sobre la salud humana.

Los residuos resultantes de soldaduras, limpieza del soldador, cintas de aluminio adhesivas, y baterías AAA recargables, fueron separados y depositados en distintos recipientes, para luego entregarlos a un organismo encargado de la gestión de residuos y medidas de seguridad, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan.

Pruebas de funcionamiento

Se hicieron pruebas de funcionamiento del instrumento IEDRA, para hacer mediciones del comportamiento combinado entre el muro norte y un conducto prefabricado, en el box experimental del área Energías Alternativas, del Instituto de Mecánica Aplicada de la Universidad Nacional de San Juan.

Se probó el sistema con el máximo de sensores LM73 (es decir, con 24 puntos de medición), con un esquema de conexiones similar al de la Figura 4. Algunos sensores se posicionaron para medir temperaturas de superficie (adheridos a las mismas con grasa siliconada y cubiertos con cinta adhesiva de aluminio). Otros sensores se ubicaron para medir temperaturas de aire (sin grasa siliconada externa ni recubrimientos). Debido a que el cableado y los soportes de los sensores son livianos y de reducido volumen, solo fueron necesarias pequeñas estructuras triangulares de madera MDF para sujetar sobre todo a los sensores de aire.

El software que se ejecuta en MATLAB y el software del microcontrolador de la Interfaz a Sensores se fueron ajustando para obtener mejores rendimientos en las lecturas de los sensores, las comunicaciones entre los subsistemas, la muestra de los datos y el resguardo de los mismos. Este proceso continua ejecutándose, en general sin necesidad de corregir la instalación de los sensores, el cableado, o la caja de conexiones y alojamiento de las placas.

La alimentación del sistema de medición se probó con una fuente de PC. Se está evaluando el consumo, para luego determinar capacidad y autonomía que deberá tener el sistema de baterías que se implemente en un futuro, para independizar al subsistema de sensores de la energía de alimentación domiciliaria.

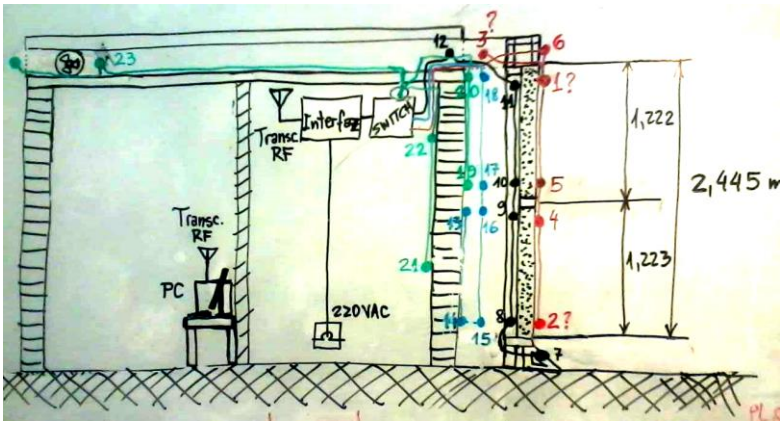


Figura 15. Esquema tentativo de ubicación de sensores en el box de ensayos para hacer las primeras pruebas de funcionamiento del instrumento IEDRA. Luego, algunos sensores fueron reubicados por cuestiones experimentales.

RESULTADOS OBTENIDOS

1- Sobre los componentes del instrumento de medición producido:

Para la realización de los soportes de los sensores, se empleó como insumos una importante cantidad de materiales reciclados (cable coaxil, fósforos de madera, pegamento en base a harina y agua, papel madera).

Cuando no fue posible cumplir con las especificaciones de servicio (prestaciones esperadas por parte del instrumento desarrollado) con elementos reciclados, se utilizaron materiales industrializados convencionales comprados (estaño al 60%, conectores, placa virgen para circuitos impresos, cables IDE, componentes electrónicos, flux para soldaduras y protección de circuitos impresos, cloruro férrico para grabado de circuitos impresos de cobre; papel ilustración con impresión de tóner negro, lámina de cobre; grasa siliconada; cinta aisladora).

Además fue necesaria la compra de transceptores de RF para dotar de conexión inalámbrica al sistema piloto desarrollado. Esta última característica disminuye costos de cableado, así como el espacio que ocuparía el mismo, pero a la vez introduce la necesidad de uso de pilas o baterías (aunque, por el momento, la energía de alimentación se transporta de manera cableada, desde una fuente alimentada por la red domiciliaria). Hasta ahora, en pos del cuidado del ambiente, se hicieron pruebas con pilas AAA recargables, pero aún queda por optimizar el consumo de energía del sistema piloto.

En todas las tareas del proceso de construcción del instrumento, se tuvo en cuenta la contención de los residuos, separados según su naturaleza, así como también la puesta en práctica del cuidado de la salud del personal técnico encargado de manipular elementos tóxicos.

2- Sobre la instalación del instrumental de medición desarrollado:

- Diseño en forma de bus troncal con ramas en estructura de Red.
- Mínimas rupturas de las tecnologías donde se utiliza.
- Mínimos espesores de la sección del cable plano y la aislación (menor a 4mm).
- Reducidos espacios volumétricos para las interfaces.
- Conveniente radioenlace inalámbrico (que evita llevar la PC hasta el lugar de medición)

3- Sobre el uso:

Considerando la motivación original de la Etapa 1º o de Diseño, las pruebas de uso con sensores y PC permitieron obtener los siguientes resultados: Las conexiones físicas resultaron estables. Luego de realizar varias campañas de ensayos experimentales sin necesidad de arreglos, solo un sensor debió ser revisado, pues el microcontrolador no podía leer sus mediciones, aunque sí lo reconocía al reiniciarse la Interfaz a Sensores, Figura 5.

4- Retroalimentación del Proceso de Ecodiseño realizado:

Hay que mencionar que aún quedan aspectos por mejorar y rediseñar. Por ejemplo, sustituir la cinta aisladora plástica por otros materiales renovables y de menor impacto ambiental –en lo posible que no genere tanto volumen de residuos- (por ejemplo, un preparado con papel y engrudo, reforzado con goma termocontraíbles –reutilizable–). Conseguir, para unir el cableado, conectores con trabas que sean ampliamente disponibles en el mercado local, y así evitar tener que reforzar dichas uniones con cintas. Contactar empresas que ofrezcan un circuito de reciclado de la cinta de aluminio. La caja que aloja a la Interfaz a Sensores, al Switch I2C, y las conexiones de las ramas, desarrollarlas de manera que ocupen menor espacio.

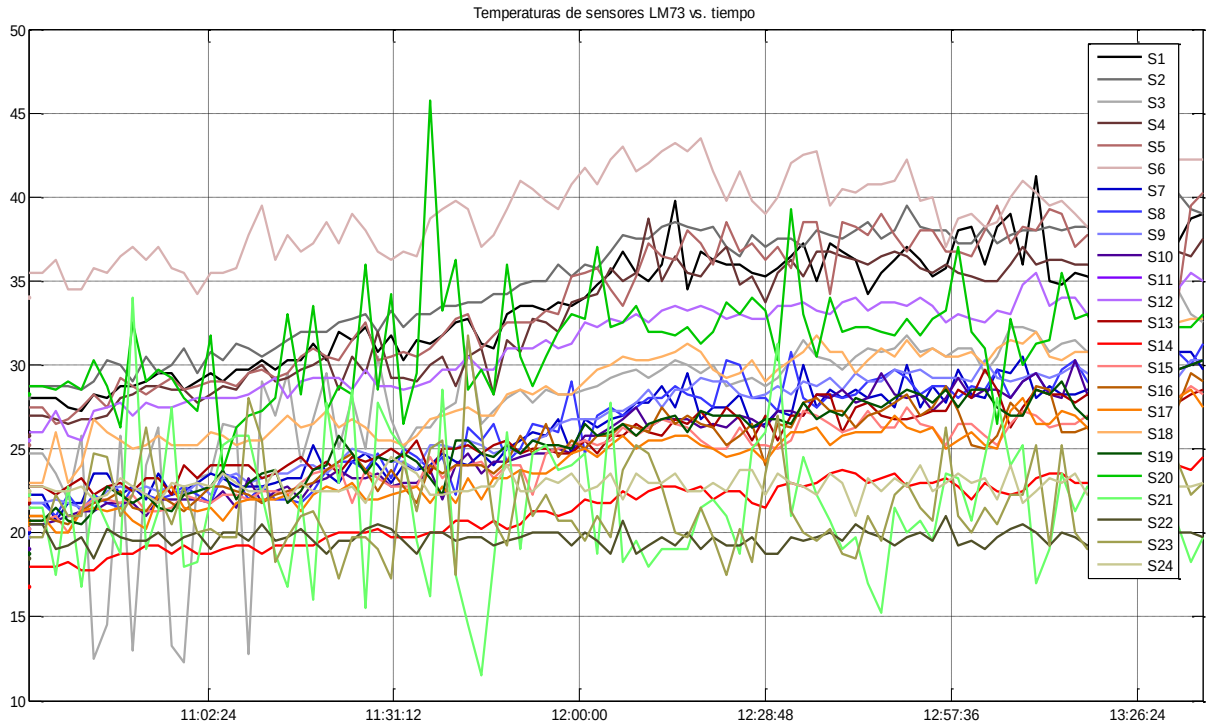


Figura 5: Muestra de resultados de las mediciones obtenidas con IEDRA.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las prácticas de ecodiseño aplicadas al sistema piloto de medición desarrollado en el presente trabajo no menoscabaron la utilidad de dicho sistema. Se alcanzaron las expectativas de mediciones distribuidas que formaron parte de la motivación original. Respecto a las prácticas artesanales habituales para desarrollar este tipo de sistemas electrónicos, con la metodología ejecutada en la presente obra se logró: menor impacto en el ambiente en general, menor impacto tóxico en la salud de quienes trabajaron en la fabricación del producto, y no se incurrió en mayores gastos financieros.

Debido al enfoque de todo el ciclo de vida, al que se refieren las directrices de ecodiseño, se expande la visión respecto a lo que es pensar y elaborar un producto electrónico similar al de este trabajo (y en general, cualquier tipo de producto). En consecuencia, la experiencia vivida mediante la presente obra originó reflexiones, y acciones, en un amplio espectro de factores, muchos de los cuales no se hubieran tenido en cuenta sin el mencionado enfoque del ciclo de vida de un producto.

Como recomendación y para mejorar la estabilidad de todo el sistema, resulta necesario implementar el software de MATLAB en RT Linux pues la PC es el dispositivo maestro que controla las mediciones y resguardo de datos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AIMPLAS. INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL PLÁSTICO. (2010) Guía de Ecodiseño para el sector del plástico: Eléctrico-Electrónico, España.
2. BALDERAS LÓPEZ, S. M. (2010) Diseño de un modelo de producción limpia para la industria de ensamble de electrónicos, Tesis presentada por para obtener el grado de Maestra en Administración Integral del Ambiente, México.
3. BUIGUES NOLLENS A., POGREBINSKY MAZARICO L. (2012) Desarrollo de un sistema alternativo de medición distribuida: experiencia piloto en un horno solar híbrido. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente (Revista AVERMA), Argentina, vol. 16, p. 08.183 – 08.192,
4. FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC. (2009). MC9S08QG8 MC9S08QG4 data sheet: HCS08 microcontrollers. Rev. 5.
5. GUTIERREZ A., JIMENEZ-LEUBE J. AND MAGDALENA, (2009) L. A Distributed Sensor Network for the Control of a Bioclimatic House in Spain, Sensors, 9, 8197-8214; doi:10.3390/s91008197.
6. IHOBE (2012) Módulo formativo E.2.2. Ecodiseño en el sector Eléctrico-Electrónico. Programa Ecoeficiencia en la empresa vasca.
7. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (2011) ISO 14006:2011 (traducción oficial): Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la incorporación del ecodiseño, Suiza.
8. IYENGAR, S. S., SEETHARAMAN, G., KANNAN, R., DURRESI, A., PARK, S., KRISHNAMACHARI, B., BROOKS, R. R., MORRISON, J. (2004) Next Generation Distributed Sensor Networks. Proceedings of Office of Naval Research, USA.
9. SHENZHEN APPCON TECHNOLOGIES CO. LTD. (2008). APC Series Transparent Transceiver Module APC220-43.
10. TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED (2009). LM73: 2.7V, SOT-23, 11-to-14 Bit Digital Temperature Sensor with 2-Wire Interface.

2.2.9 IDENTIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS SOSTENIBLES APLICABLES EN LA VIVIENDA EN VILLAVICENCIO.

País: Colombia.

Autor: Corporación Universitaria del Meta.

3.3-Tovar-Colombia-1

IDENTIFICACION DE LOS SISTEMAS TECNOLOGICOS SOSTENIBLES APLICABLES EN LA VIVIENDA EN VILLAVICENCIO

Lina María Tovar Sastoque, Corporación Universitaria del Meta, Centro de investigaciones de Arquitectura e Ingeniería Civil “Rogelio Salmona", Programa de Arquitectura, Estudiante de decimo semestre.

Dirección (1): calle 32 No 37- 44-Multifamiliares el Barzal-Villavicencio-Meta-(4-72)-Colombia-tel.: (8) 6620553-lina.tovar@academia.unimeta.edu.co

RESUMEN

La investigación, hace referencia a las tecnologías sostenibles para la vivienda, refiriéndose a los materiales de construcción donde se implementan sistemas tecnológicos cuyos materiales generan un bajo impacto en el medio ambiente. Al referirse al termino sostenibilidad en tecnologías, se habla en la investigación de dos principios sostenibles importantes; la disminución del consumo energético, y las emisiones de CO_2 presentes en los materiales de construcción, el cual estos dos factores en consumos altos generan impactos negativos para el medio ambiente.

Por consiguiente se clasifico los sistemas tecnológicos en tres categorías; tradicionales: Mampostería confinada, Mampostería estructural en concreto y Mampostería estructural en arcilla. En prefabricados e industrializados: Casa Kit New Panel, Panel Industrializado en Concreto, Sistema Ortinord, Plycem, Polimuros, Panel de Muro Ondulado, Tilt Up, Speed.co, 3D Panel Con-Tech y Bloque de Hormigón Celular y en sistema Vernácula: el Adobe y la Tapia y de acuerdo cada una de las categorías establecidas determino cuales eran los más y menos contaminantes

Palabras claves:

- Sistemas Tecnológicos.
- Sostenibilidad.
- Vivienda.
- Emisiones CO_2
- Consumo energético MJ

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías juegan un papel primordial en la construcción de un hábitat sostenible, por lo cual se debe tener como meta el desarrollar sistemas tecnológicos para racionalizar ambientalmente el funcionamiento del sector de la construcción[1]

En la investigación el objetivo principal es la identificación de sistemas tecnológicos sostenibles que podrían ser implementados en Villavicencio; con el fin de dar opciones en el sector constructivo, en donde se realizó el cálculo de emisiones de CO_2 y consumo energético (MJ) de los sistemas tecnológicos establecidos por las categorías teniendo en cuenta la densidad y peso de los materiales, al tener los resultados de los sistemas más y menos contaminantes, se puede llegar a determinar el grado de sostenibilidad de un material dando la opción de poder utilizar aquellos que generen un bajo impacto para el ambiente; en este caso en la investigación se busca implementar un nuevo sistema tecnológico sostenible en la vivienda en Villavicencio.

MATERIALES Y METODOS

En el presente trabajo se desarrolló, la clasificación de los sistemas tecnológicos, en el cual se elaboró el estudio de las emisiones de CO_2 y consumo energético MJ de los materiales de cada sistema tecnológico estudiado, donde se implementaron una serie de fórmulas por las cuales se desarrolló este proceso y se determinó entre ellos los sistemas menos contaminantes.

Este análisis se obtuvo por medio de una clasificación de categorías de los sistemas tecnológicos estudiados, entre las categorías se establecieron tres (tradicional, prefabricados e industrializados y vernáculos

Tablas:

A continuación se establecen las tablas de consumos de energético y emisiones de CO_2, las cuales se tomaron en cuenta en la investigación para determinar el grado de sostenibilidad de los materiales de la construcción.

Tabla 1: listado de indicadores de impacto ambiental considerados en el estudio.

FAMILIA	MATERIAL	DENSIDAD	ENERGIA	EMISIONES
ORGANICOS	**Tablero contrachapado**	**430 kg/m3**	**5,96 MJ/Kg**	**0 g CO^2/Kg**
	Tablero MDF	**725 kg/m3**	**13,5 MJ/Kg**	**0 g CO^2/Kg**
	Semisólido pino	**450 kg/m3**	**1,35 MJ/Kg**	**0 g CO^2/Kg**
	Parquet flotante	**430 kg/m3**	**6,1 MJ/Kg**	**0 g CO^2/Kg**
PETREOS	**Hormigon**	**2340 kg/m3**	**0,66 MJ/Kg**	**107 g CO^2/Kg**
	Hormigón ligero	**1500 kg/m3**	**0,66 MJ/Kg**	**107 g CO^2/Kg**
	Bovedilla ceramica	**750 kg/m3**	**2,22 MJ/Kg**	**140 g CO^2/Kg**
	Arena de rio	**1600 kg/m3**	**1,64 MJ/Kg**	**101 g CO^2/Kg**
	Baldosa de gres	**2000 kg/m3**	**3,58 MJ/Kg**	**571 g CO^2/Kg**
	Placa de yeso	**850 kg/m3**	**3,12 MJ/Kg**	**176,5 g CO^2/Kg**
	Mortero hidraulico	**2250 kg/m3**	**0,96 MJ/Kg**	**173 g CO^2/Kg**
	Mortero de cemento	**1900 kg/m3**	**1,13 MJ/Kg**	**204 g CO^2/Kg**
	Revestimiento petreo	**2250 kg/m3**	**0,96 MJ/Kg**	**173 g CO^2/Kg**
	Ladrillo macizo (12x25x7)	**1600 kg/m3**	**2,5 MJ/Kg**	**175 g CO2/Kg**
	Ladrillo hueco (12x25x7)	**750 kg/m3**	**2,22 MJ/Kg**	**140 g CO^2/Kg**

[1] ACOSTA Domingo, SARLI CILENTO, Alfredo. Edificaciones sostenibles: estrategias de investigación y desarrollo. 2005

	Ladrillo hueco doble	750 kg/m3	2,22 MJ/Kg	140 g CO^2/Kg
	Ladrillo hueco sencillo	750 kg/m3	2,22 MJ/Kg	140 g CO^2/Kg
	Azulejo cerámica esmaltada	2000 kg/m3	3,58 MJ/Kg	571 g CO^2/Kg
	yeso	1300 kg/m3	1,13 MJ/Kg	136 g CO^2/Kg
	Cartón yeso	1300 kg/m3	1,13 MJ/Kg	136 g CO^2/Kg
	Lana de roca	70 kg/m3	14 MJ/Kg	80 g CO^2/Kg
	vidrio	2490 kg/m3	8 MJ/Kg	569 g CO^2/Kg
METALICOS	Acero 1 fusion	7850 kg/m3	24 MJ/Kg	1700 g CO^2/Kg
	Acero 2 fusion (85%)	7850 kg/m3	11 MJ/Kg	930 g CO^2/Kg
	Malla electrosoldada 1 fusion	7850 kg/m3	24 MJ/Kg	1700 g CO^2/Kg
	Chapa de acero 1 fusion	7850 kg/m3	24 MJ/Kg	1700 g CO^2/Kg
	Acero galvanizado 1 fusion	7850 kg/m3	24 MJ/Kg	1700 g CO^2/Kg
	Perfil de acero 1 fusion	7850 kg/m3	24 MJ/Kg	1700 g CO^2/Kg
	Aluminio 1 fusion	2700 kg/m3	271 MJ/Kg	22000 g CO^2/Kg
	Aluminio 2 fusion (50%)	2700 kg/m3	182 MJ/Kg	14000 g CO^2/Kg
MATERIALES SINTESIS	Poliestireno expandido	15 kg/m3	115 MJ/Kg	468 g CO^2/Kg
	Poliestireno extruido	25 kg/m3	160 MJ/Kg	840 g CO^2/Kg
	Pintura paramento interior	-	27´11 MJ/Kg	4 g CO^2/Kg
	Imprimación asfaltica	1100 kg/m3	5 MJ/Kg	489 g CO^2/Kg
	Betún elastomerico	1100 kg/m3	5 MJ/Kg	489 g CO^2/Kg
	Geotextil de poliester	910 kg/m3	75 MJ/Kg	1820 g CO^2/Kg

Fuente: Heeger.construction material manual. Ed Birkhausser.

Tabla 2: Valores promedios de consumos de energía de los materiales en la construcción.

MATERIAL DE CONSTRUCCION	CO_2 PRODUCIDO (G/KG)	ENERGÍA CONSUMIDA (MJ/KG)
Adobe	**5**	**0.1**
Aluminio	**20,981**	**410**
Armadura metálica estructural	**768**	**13.0**
Bloque	**125**	**0.52**
Cemento	**181**	**1.4**
Cobre	**5,022**	**78**
Fibra de Vidrio	**2,130**	**42.7**
Hormigón Armado	**107,6**	**1.6**
Ladrillo Cerámico Común	**225**	**2.7**
Mortero de Cemento	**221**	**1.6**

Piedra Partida	**21**	**0.3**
Placas de Roca de Yeso	**410**	**5.3**
P.V.C.	**6,72**	**90**
Revoques Interiores y Exteriores	**195**	**1.5**
Teja Cerámica	**350**	**3.5**
Tirantes de madera	**281**	**4.7**
Vidrio	**1,152**	**26**
Yeso	**220**	**2.4**

Fuente: Dr. En Arq. Carlos Alberto Fuentes Pérez.

RESULTADOS

A continuación se establecen los resultados totales de emisiones de CO_2 y consumo energético (MJ) de cada uno de los sistemas tecnológicos estudiados y se determina los sistemas más y menos contaminantes dentro de la investigación.

Tabla 3: Consumos totales de emisiones de CO_2 y consumo energético MJ.

TOTALES DE LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS TRADICIONALES		
SISTEMAS TECNOLÓGICOS	TOTAL CONSUMO DE EMISIONES (GCO^2)	TOTAL CONSUMO DE ENERGÍA (MJ)
MAMPOSTERÍA CONFINADA	**3.756.405,69**	**58.166,85**
MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL EN CONCRETO	**6099929,37**	**53627,94**
MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL EN ARCILLA	**5227833,35**	**60397,10**
TOTALES DE LOS SISTEMA TECNOLÓGICOS PREFABRICADOS -INDUSTRIALIZADOS		
CASA KIT (THERMOIRON)	3.949.521,49	54.198,46
CASA KIT (NEW PANEL)	**2.382.156,45**	**28.584,44**
PANELES INDUSTRIALIZADOS EN CONCRETO	**10.826.946,77**	**122.876,94**
OURDINORD	**6.662.095,47**	**81.174,98**
PLYCEM	**6.740.639,17**	**78.018,74**
POLIMUROS	**4.504.624,03**	**51.804,41**
ROYALCO	**2.928.031,51**	**618.804,67**

PANEL DE MURO ONDULADO	**4.378.072,68**	**50.099,32**
TILT-UP	**7.105.274,04**	**87.765,00**
ETERNIT	**7.445.969,14**	**223.777,49**
SPEED.CO	**12.463.351,00**	**151.955,89**
3D PANEL	**4.497.389,05**	**56.582,01**
CON-TECH	**6.707.029,233**	**88.130,94**
BLOQUE DE HORMIGÓN CELULAR	**4.776.711,25**	**52.289,56**
TOTALES DE LOS SISTEMA TECNOLÓGICO VERNÁCULA		
ADOBE	**3.741.023,12**	**41.599,93**
TAPIA	**5.679.101,57**	**66.279,65**

Tabla 8: Sistemas tecnológicos menos contaminantes.

SISTEMAS TECNOLÓGICOS MENOS CONTAMINANTES		
SISTEMAS TECNOLÓGICO	CONSUMO DE CO^2 (G/KG)	CONSUMO ENERGÉTICO (MJ/KG)
Sistema tecnológico tradicional		
MAMPOSTERÍA CONFINADA	**3.756.405,69**	**53.627,94**
SISTEMAS TECNOLÓGICO PREFABRICADOS-INDUSTRIALIZADOS		
CASA KIT (NEW PANEL)	**2.382.156,45**	**28.584,44**
PANEL DE MURO ONDULADO	**4.378.072,68**	**50.099,32**
POLIMUROS	**4.504.624,03**	**51.804,41**
CASA KIT (THERMOIRON)	**3.949.521,49**	**54.198,46**
SISTEMA TECNOLÓGICO VERNÁCULA		
ADOBE	**3.741.023,12**	**41.599,93**

Tabla 5: Sistemas tecnológicos más contaminantes.

SISTEMAS TECNOLÓGICOS MÁS CONTAMINANTES		
SISTEMAS TECNOLÓGICO	CONSUMO DE CO^2 (G/KG)	CONSUMO ENERGÉTICO (MJ/KG)
Sistema tecnológico tradicional		
MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL EN CONCRETO	**6.099.929,37**	**53627,94**
MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL	**5227833,35**	**60397,10**

EN ARCILLA		
SISTEMAS TECNOLÓGICO PREFABRICADOS-INDUSTRIALIZADOS		
SPEED.CO	**12.463.351,00**	**151.955,89**
PANELES INDUSTRIALIZADOS EN CONCRETO	**10.826.946,77**	**122.876,94**
ETERNIT	**7.445.969,14**	**223.777,49**
SISTEMA TECNOLÓGICO VERNÁCULA		
TAPIA	**4.219.456,26**	**48.763,91**

Figuras

Figura 16: Porcentajes de sistemas menos contaminantes en CO_2

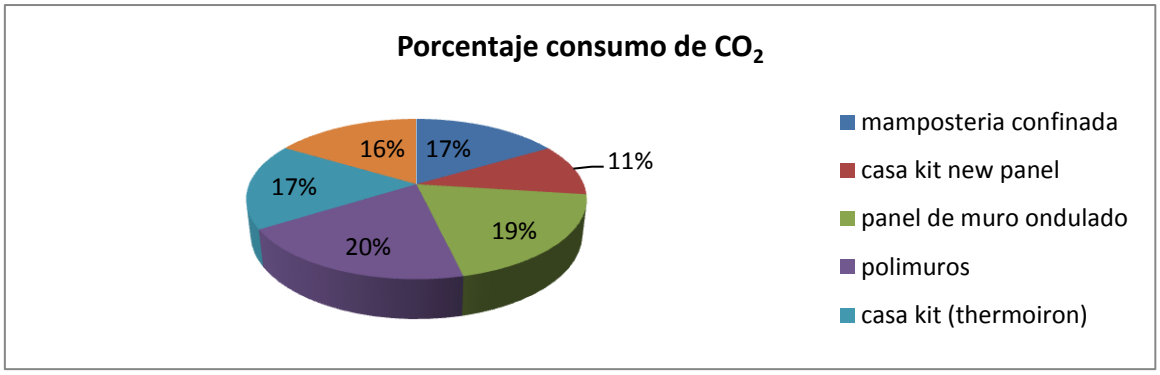


Figura 2: Porcentajes de sistemas menos contaminantes en (Mj).

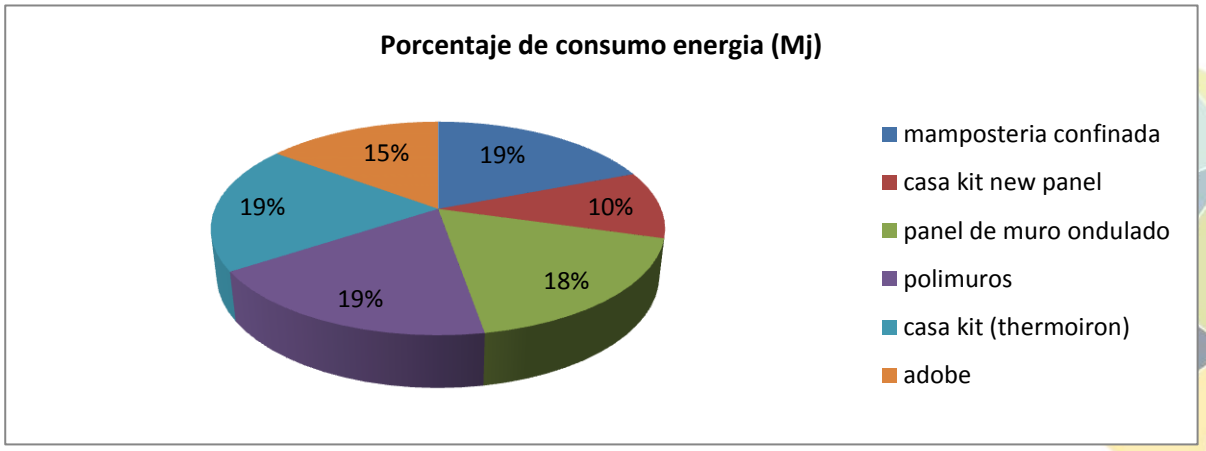
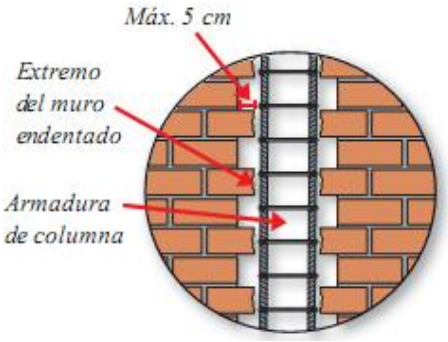


Figura 3: Selección de sistemas tecnológicos menos contaminantes.

SELECCIÓN DE LOS SISTEMAS TECNOLÓGICOS MENOS CONTAMINANTES	
Sistemas tecnológicos tradicionales	
MAMPOSTERÍA CONFINADA	**Fuente:** Señales sísmicas. Estructura.  **Fuente:** corporación acero Arequipa S.A. Muros y columna

Sistemas Tecnológicos industrializados-prefabricados	
CASA KIT (NEW PANEL)	 **Fuente:** New Panel. Sistema de construcción sismotermica
POLIMUROS	

	Fuente: SICO. Sistema de construcción liviana. Polimuros.
PANEL DE MURO ONDULADO	 Fuente: Paneles Monoplac. Sistema constructivo Monoplac

CASA KIT (THERMOIRON)	 . **Fuente:** Casa Kit. Sistema constructivo thermoiron

	Sistema Tecnológico Vernácula
ADOBE	**Fuente:** un tecno para vivir. Las tecnologías.

Estos sistemas tecnológicos fueron escogidos, debido a las especificaciones técnicas que presentaba el sistema, en cuanto a los anchos de los muros que estipulaba el sistema y por otro factores como, el peso y densidad de los materiales, ya que en algunos casos al tener una densidad y un peso bajo podría así mismo de acuerdo al CO_2 y Consumo energético (MJ) del material, bajar su grado de contaminación.

Fórmulas o Ecuaciones

$d = \frac{m}{v}$ **Ecuación 1**

$\text{kg x } gco^2/kg \ = gco^2$ **Ecuación 2**

$\text{kg x mj}/kg \ = mj$ **Ecuación 3**

(1). La primera ecuación, es utilizada para determinar la masa del material (kg) peso; con el fin de realizar el consumo de Co^2 (emisiones) y Mj (consumo energético). (2). Como siguiente ecuación de prosigue a determinar la emisión de Co^2, donde Kg hace referencia al peso o masa del material por los g CO_2/kg del material ya estipulado, al hacer la operación

se cancelan los kg quedando gco^2.(3). Como ultima ecuación se realiza el mismo procedimiento que la numero (2); en este caso MJ hace referencia a el consumo de energía ya estipulado del material estudiado.

Este tipo de procedimiento permitió tener como resultados los sistemas tecnológicos con menos consumo de energía MJ y emisiones de Co^2 son los siguientes por categoría: Tradicional: mampostería confinada; Industrializados-prefabricados: Casa Kit New Panel, Polimuros, Panel de Muro Ondulado, Casa Kit Thermoiron; y Vernácula: adobe.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la investigación del cálculo de emisiones de Co^2 y consumo energético (MJ), se arrojaron aquellos sistemas tecnológicos por categorías que presentan un alto y bajo grado de contaminación, de los cuales se pudieron establecer aquellos que generan un impacto mínimo al medio ambiente, de igual manera la investigación nos da las bases para implementar tecnologías sostenibles que puedan racionalizar ambientalmente en el sector constructivo con el fin de tener opciones innovadoras y sostenibles en la construcción.

En síntesis, se determinaron que todo sistema tecnológico genera impactos negativos al medio ambiente, pero también se estableció que algunos sistemas tecnológicos tienen menos impacto en el entorno que otros.
Se estableció que los sistemas con mayor grado de contaminación eran aquellos que contenían concreto como material principal y materiales metálicos como el aluminio; aunque los metales sean sistemas livianos, el grado de CO_2 y energía que presentan estos materiales son altos, generando así mayores impactos en el medio ambiente.
Los sistemas tecnológicos traen beneficios a los usuarios localizados en diferentes áreas en el departamento como podrían ser la implementación del Tradicional: mampostería confinada en el sur occidente del departamento; los Industrializados-prefabricados: Casa Kit New Panel, Polimuros, Panel de Muro Ondulado, Casa Kit Thermoiron, en el centro y norte del departamento; y Vernácula: adobe en el sur oriente del departamento.
Se deja abierta la puesta, para proponer el diseño de una vivienda con la asociación de varios sistemas, con el ánimo de disminuir aún más los impactos negativos como consumo de energía MJ y emisiones de CO_2.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GARRIDO, Luis. (2012) Hacia un nuevo paradigma del desarrollo humano. En: Design practice of the new architectural paradigm.

2. BEDOYA MONTOYA, Carlos Mauricio. (2011). Construcción sostenible: para volver al camino

3. SERRANO SALAS, Julián. (2000). La definición de la tecnología necesaria, La importancia de los materiales en las viviendas de muy bajo costo, Apuntes para un programa Latinoamericano en viviendas y sentamientos humanos. En: Contra el hambre de vivienda Soluciones tecnológicas latinoamericanas.

4. MASSUH, Héctor. (2005)Tecnología apropiada o apropiable en: Acerca de tecnologías apropiadas y apropiables para la vivienda popular.

5. CILENTO SARLI, Alfredo. (1998) Innovaciones y procesos tecnológicos en: tendencias tecnológicas en la producción de viviendas., VOL. 23 Nº 1.

6. GALLIGO, Pedro Lorenzo. Teoría, Tecnologías para vivienda de producción social en América Latina, En: Un techo para vivir Tecnologías para vivienda.

7. LAMURE, Claude. (2005) Formas de adaptación del alojamiento y de la familia. En: adaptación de la vivienda a la vida familiar.1980.

8. CAMPOS, ECHEVERRY, DIEGO. et al. (2000). Vivienda de interés social: inventarios constructivos. (2000). Departamento de ing. Civil y ambiental. Universidad de los Andes,

9. GANTIVA, CAMARGO, Adriana. (2012) Construcción sostenible. En: Revista urbana, no. 53, P. 1-72.

10. BEDOYA MAURICIO, Carlos. (2011) Viviendas de Interés Social y Prioritario Sostenible. En Colombia VISS y VIPS. En: revista internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo Universidad Nacional de Colombia, Vol. 1, No 7, P. 27-35.

11. MEDIOS DE COMUNICACIÓN Y REDES SOCIALES EN LA ASAMBLEA DE CAMACOL SELECCIÓN VILLAVICENCIO. (2013) Villavicencio la coyuntura perfecta. En: Revista Misión PYME..

12. EL ESPECTADOR. (2010) soy ECO colombiano. Vivienda y construcción sostenible. P. 2-8..

13. BUITRAGO, Jenny et al. (2007) Análisis de la contaminación del aire en la ciudad de Villavicencio, P. 4-5.

14. RODRIGUEZ, CAMACHO, Diana Carolina y GUZMAN, Lina Marcela. (2009) Propuesta para el diseño de plan de acción local para mejorar la calidad del aire en la ciudad de Villavicencio-meta. Bogotá D.C.

15. GUITIERRES, E, Carlos. (2000) La innovación en prefabricación de vivienda de interés social en Bogotá. Universidad de los andes.

16. ALZATE MUÑOZ, Constanza María. (2011) Materiales y métodos. En: Modelo preliminar de evaluación de los sistemas de construcción industrializada para vivienda de estratos dos y tres, con el fin de ser adaptados al contexto colombiano, Vol. 1 No 2.

17. ECHEVERRY, Diego, LINARES, Wilmer y VITOLA, Mario. (2008) Construcción de vivienda de interés social sostenible: Incentivos y motivaciones. Trabajo de grado. Uniandes Bogotá Colombia. Santiago de Chile.

18. ESPINOZA, Rengifo. (2012) Déficit de vivienda en Barranquilla. En: Habitabilidad y eficiencia energética en conjuntos habitacionales de vivienda de interés social en México, Colombia, España y Chile Caso de estudio Ciudadela Barranquilla – Colombia. UNAM, P. 5-10.

19. MARVAL, SANDÓ, Yovanna. (2011) Hacia la construcción de una arquitectura sostenible. Master en edificación especialidad tecnológica. Universidad politécnica de Catalunya. Barcelona, P. 1-102

9.1-Ruiz-España-1

INTEGRACIÓN DE CRITERIOS AMBIENTALES EN EL DISEÑO DE LOS MÓDULOS NATURPANEL ALJIBE® PARA FACHADAS VEGETADAS.

Diego Ruiz [(1)]
Máster en Medio Ambiente. Doctor en Ciencia e Ingeniería de Materiales. Licenciado en Ciencias Físicas. Especialista en aplicación de la metodología de ACV a productos y materiales de construcción a la edificación y a las energías renovables. Investigador en la Universidad Politécnica de Madrid.

Rocío Carabaño
Arquitecta y docente en la Universidad Politécnica de Madrid. Desarrolla su trabajo dentro del área de la sostenibilidad estratégica en la edificación, mediante el desarrollo del Análisis de Ciclo de Vida, tanto para los materiales de construcción como para el diseño arquitectónico.

César Bedoya
Doctor Arquitecto. Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid. Autor de numerosos artículos de investigación y libros. Su carrera investigadora se centra en la sostenibilidad de la arquitectura.

Dirección (1): Escuela de Técnica de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid. Calle José Gutiérrez Abascal, 2 – Madrid – 28006 – España – Tel.: (+34) 913363060 – e-mail: **dondiegodesaustria@gmail.com**

RESUMEN

Esta comunicación es el resultado de las actividades desarrolladas en el proyecto “SOS Natura, Soluciones Arquitectónicas Vegetales” dentro del programa INNPACTO del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España. El objetivo general del proyecto es el desarrollo, por parte de Intemper, de una nueva solución de fachada vegetada con el fin de mejorar la eficiencia energética y reducir los impactos ambientales de los edificios a lo largo de su ciclo de vida.

El proyecto propone un sistema de envolvente vegetada del edificio cuyo componente principal está formado por los módulos Naturpanel Aljibe® diseñados para contener en su interior el sustrato necesario para el desarrollo de la vegetación suspendida en la fachada del edificio.

Por parte Intemper se deseaba reforzar la imagen de sostenibilidad incorporando criterios ambientales en la selección de los materiales de dichos módulos, ya que constituyen el elemento central de la propuesta de fachada. Durante el proceso de selección de materiales se incluyó el perfil ambiental de las distintas soluciones con el objeto de asistir en la toma de decisiones. En esta comunicación se presenta el proceso de selección del material que supone el menor impacto ambiental cumpliendo en todo momento con los requisitos técnicos y de desempeño impuestos a los módulos.

Palabras claves: Análisis de ciclo de vida, ecodiseño, construcción sostenible, fachadas vegetales.

INTRODUCCIÓN

Las fachadas vegetales se han convertido en uno de los elementos más significativos en el diseño arquitectónico de nuestras ciudades, habiendo aumentado su presencia en los últimos años gracias a los beneficios que conllevan. En los numerosos trabajos de investigación se han encontrado como características más destacadas la provisión de un hábitat para la biodiversidad urbana (1), la mejora de la calidad del aire exterior (2, 3), la atenuación del ruido (que contribuye a un bienestar psicológico y a una mejora estética del paisaje urbano) (4-6), la reducción de la temperatura exterior (efecto de isla de calor) (7), e incluso, la reducción de la demanda energética de los edificios (8-11).
Además, cabe indicar que, aunque aún hay poca información basada en Análisis de Ciclo de Vida (ACV) sobre el impacto ambiental real que generan estos sistemas, ya se están empezando a publicar estudios con el objeto de valorar la sostenibilidad de la arquitectura vegetal (12, 13).

El trabajo presentado se incluye dentro del proyecto de investigación "SOS Natura, Soluciones Arquitectónicas Vegetales", perteneciente al programa INNPACTO del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España y cuyo objetivo general ha sido el desarrollo de soluciones arquitectónicas para fachadas integrando elementos vegetales para la mejora de la envolvente térmica y su eficiencia energética, así como el estudio de ACV de todos sus componentes. El proyecto, liderado por la empresa española Intemper, y desarrollado en su mayor parte por la Universidad Politécnica de Madrid, ha contado también con la participación de AmetsLab, Cidemco y Tecnalia.

La Fachada Natural Aljibe (Figura 1) es uno de los sistemas de envolvente vegetada ecodiseñados en el proyecto SOS Natura. Dicha solución consiste en una fachada vegetal compuesta por módulos desmontables ensamblados (Figura 2) que cuentan, cada uno de ellos, con un aljibe para el almacenamiento y suministro de agua y nutrientes. Por esta razón, estos módulos reciben el nombre comercial de Naturpanel Aljibe®. Los módulos, que tienen unas medidas aproximadas de 60 cm X 45 cm X 15 cm, se pueden instalar como la capa externa de una fachada de múltiples capas, siendo la parte visible y más innovadora del sistema de envolvente. Los módulos van montados en la fachada mediante una perfiles metálicos y están diseñados de tal manera que pueden instalarse independientemente de los demás elementos que la componen, siempre que quede garantizada su fijación. El sistema de riego funciona de manera que el agua es suministrada al primer panel de cada una de las columnas de la fachada vegetal, de manera que pase de uno a otro en lugar de necesitar un riego individualizado para cada uno de los módulos. Esta es la principal diferencia con módulos vegetales existentes en el mercado.

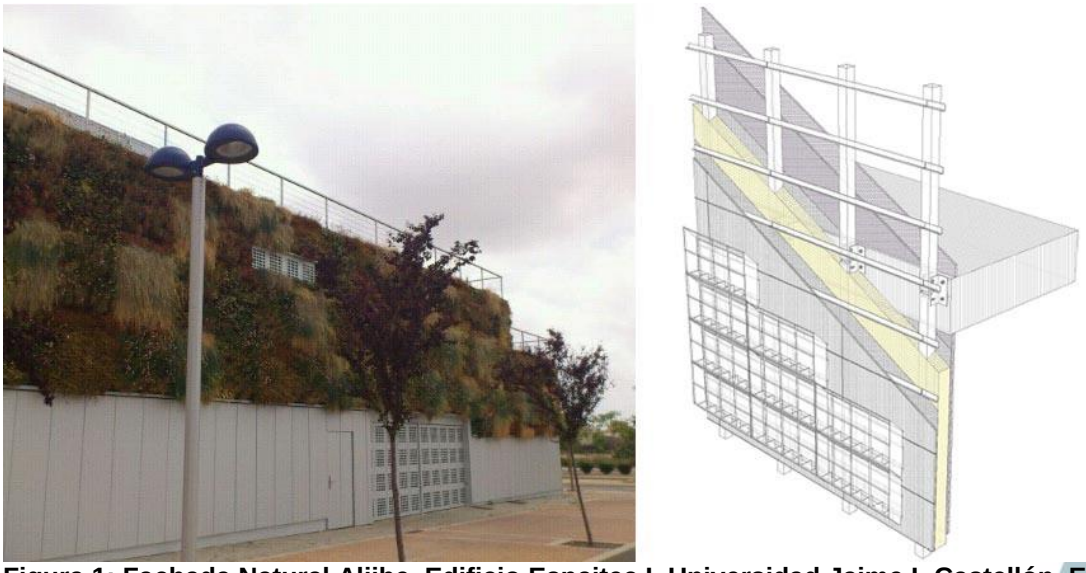
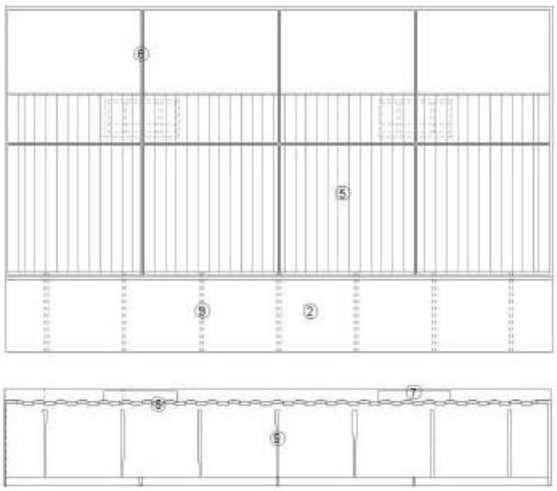


Figura 1: Fachada Natural Aljibe. Edificio Espaitec I. Universidad Jaime I, Castellón, España.



Alzado y planta del módulo

Vista en 3D del módulo

Figura 2: Módulo Naturpanel Aljibe®. Alzado, planta y vista en 3D.

Al inicio del proyecto, Intemper ya había tomado la decisión de fabricar el módulo con material plástico mediante moldeo por inyección, por ello ha sido ultimar la elección del material y pequeñas modificaciones de la matriz de inyección. El objetivo planteado, por tanto, era la selección del material plástico con que se realizarían los módulos. Además, Intemper deseaba reforzar la imagen de sostenibilidad de sus fachadas vegetadas, por lo que deseaba incorporar criterios ambientales en la selección de los materiales, ya que los módulos constituyen el elemento principal de la propuesta de fachada. El perfil ambiental de éstos se ha incluido dentro de la etapa de diseño para ampliar la información acerca del producto con el objeto de asistir en la toma de decisiones.

Por tanto, el objetivo del trabajo, y que exponemos a continuación, consiste en la elección del material polimérico que suponga el menor impacto ambiental, siempre que cumpla con los requisitos técnicos y de desempeño impuestos a los módulos Naturpanel Aljibe®.

METODOLOGÍA EMPLEADA

Con el objetivo de conocer el impacto ambiental asociado a los módulos fabricados con diferentes materiales poliméricos, se ha optado por la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) (14). El ACV es una metodología para evaluar los aspectos medioambientales y los impactos potenciales asociados a un producto o servicio, mediante la recopilación de un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema bajo estudio, la evaluación de los impactos medioambientales potenciales asociados con esas entradas y salidas y la interpretación de los resultados de las dos fases anteriores.

Antes de comenzar con el estudio de evaluación ambiental, se recopiló información técnica de interés y de desempeño en servicio de los diferentes materiales poliméricos propuestos, así como el estudio de su adecuación técnica a las especificaciones impuestas por Intemper. Igualmente se ha recopilado información de las variables del proceso de moldeo por inyección para cada una de las propuestas.

El alcance del ACV realizado en el presente trabajo es de la cuna a la puerta de las instalaciones donde se fabrican los módulos. Los límites del sistema objeto de este estudio incluyen las siguientes etapas: suministro de la materia prima (granza de plástico), transporte de la granza hasta lugar de fabricación del molde y fabricación del molde (Figura 3).

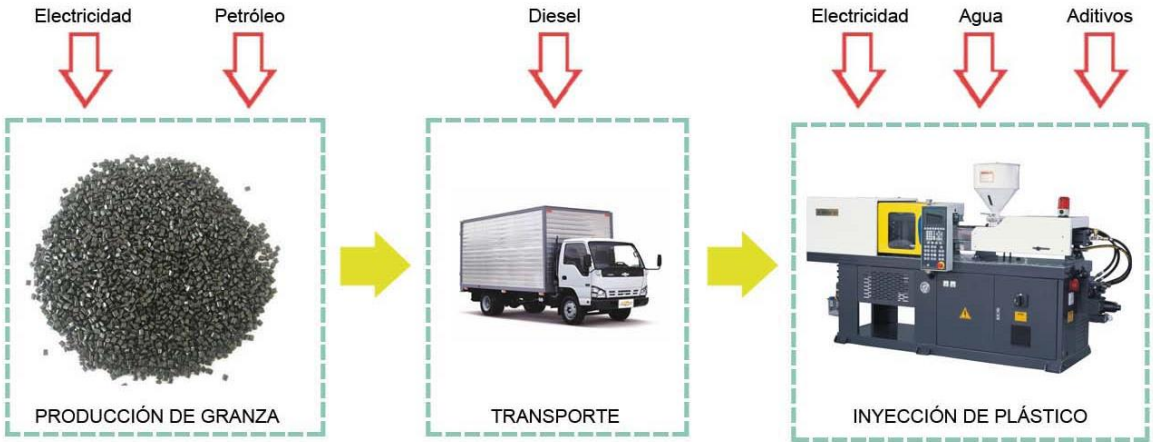


Figura 3: Diagrama de proceso para la fabricación del módulo Naturpanel Aljibe®.

En el ACV se ha tenido en cuenta la diferencia de densidades de los materiales propuestos, ya que este parámetro afecta a la cantidad de material empleado para un mismo volumen de molde de inyección. De hecho, el volumen del molde usado para la inyección del módulo constituye en sí la unidad funcional del ACV llevado a cabo junto al cumplimiento de las especificaciones técnicas impuestas a los módulos. También se realizaron pruebas de inyección para confirmar la idoneidad técnica y de desempeño de los módulos obtenidos.

El inventario de las cargas ambientales asociadas a los materiales y procesos incluidos en el ACV se ha completado utilizando bases de datos comerciales y públicas, concretamente la European Life Cycle Database (ELCD database v2) (15) y la desarrollada por PE International (16). El inventario de ciclo de vida y la evaluación de impactos de ciclo de vida se ha llevado a cabo mediante el software GaBi 6 (17). A la hora de considerar los impactos ambientales generados en la producción de la electricidad consumida en el sistema bajo estudio, se ha tenido en cuenta el aporte de las distintas tecnologías del mix eléctrico español en 2013.

La metodología de evaluación empleada ha sido CML 2001 (18) como representante más destacada de las metodologías de punto medio. La elección de esta metodología obedece a que es aquella empleada para la determinación de impactos en la normativa de sostenibilidad en la construcción, tanto a nivel de producto de construcción, EN 15804:2012 (19), como en la evaluación de impactos ambientales a nivel de edificio, EN 15978:2012 (20).

Las categorías de impacto analizadas según la metodología CML 2001 son:

- Potencial de agotamiento de recursos abióticos (AA).
- Potencial de acidificación de recursos hídricos y del suelo (A).
- Potencial de eutrofización (Eu).
- Potencial de calentamiento global (CG).
- Potencial de agotamiento del ozono estratosférico (AO).
- Potencial de formación de ozono fotoquímico (OF).
- Toxicidad humana (TH).
- Ecotoxicidad de agua dulce (EAD).
- Ecotoxicidad acuática marina (EAM).

También se ha realizado la normalización de las categorías de impacto evaluadas. La normalización empleada para las categorías de impacto del CML 2001 es la relativa al área geográfica de la Europa de los 25.

RESULTADOS

En el proceso de selección de los materiales para la fabricación del módulo Naturpanel Aljibe®, se ha prestado especial atención a los materiales poliméricos que permitan la fabricación de componentes por moldeo por inyección, debido a que, como ya se ha comentado, Intemper había tomado previamente la decisión de fabricar el módulo mediante esta técnica de procesado de materiales plásticos; de hecho, Intemper disponía del molde de acero con el que se realizaría los módulos.

También desde el inicio del proyecto, el material con el que estaba previsto fabricar el módulo era el polietileno de alta densidad (PEAD), aunque desde Intemper se mostraban abiertos a alternativas a este material que pudiesen mejorar el perfil ambiental del módulo, cumpliendo en todo momento con los requisitos técnicos impuestos, a saber:

- Capacidad de sostener 30 kg de peso con las dimensiones proyectadas;
- Durabilidad;
- Resistencia;
- Buen comportamiento frente a agentes externos.

Para esta aplicación y como resultado de una revisión bibliografía previa (21-24), se consideraron como posibles alternativas al PEAD el polipropileno (PP), el poliestireno de alto impacto (HIPS) y el acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS). Esta decisión está fundamentada en la amplia presencia de estos materiales en la industria del plástico, su buen comportamiento durante la fase de procesado (moldeo por inyección) y sus propiedades óptimas para la aplicación en cuestión.

El polipropileno (PP) es un termoplástico obtenido a partir de la polimerización del monómero de propileno. Es un plástico muy duro y resistente, es opaco y con gran resistencia al calor pues se ablanda a una temperatura superior a los 150 ºC. Es más rígido que la mayoría de los termoplásticos, presenta una excelente compatibilidad con el medio y es un material fácil de reciclar. El PP se emplea en la fabricación de sacos, bolsas, envolturas y embalajes, utensilios domésticos, juguetes, tubos de conducción de líquidos, embotellado, fibras y piezas para el automóvil.

El poliestireno de alto impacto (HIPS) es un material compuesto cuya base es el poliestireno al que se le añade durante la polimerización una cantidad no superior al 15% de polibutadieno. La presencia de este último mejora las propiedades al impacto del material de partida. Es un termoplástico blanco resistente al desgaste y con una elevada resistencia al impacto. Presenta buenas propiedades mecánicas, es de fácil obtención (partiendo únicamente del monómero de estireno y del polibutadieno), tiene un bajo coste de producción y es un material con buen potencial de reciclaje. Estas características hacen que el HIPS compita en muchas aplicaciones con el polipropileno. El HIPS se emplea en la fabricación de componentes para automóviles, juguetes, maquinillas de afeitar desechables, teclados y periféricos para ordenadores, artículos para el hogar, teléfonos y envases de productos lácteos.

El ABS es un termoplástico producido a partir de tres (acrilonitrilo, butadieno y estireno). El acrilonitrilo proporciona rigidez, resistencia a ataques químicos, estabilidad a alta temperatura y dureza. El butadieno proporciona tenacidad mientras que el estireno aporta resistencia mecánica y rigidez. El ABS se emplea en la fabricación de componentes para automóviles (parachoques, tableros, etc.) debido a su reducido peso, en la fabricación de electrodomésticos (frigoríficos, televisiones, herramienta electromecánica, etc.) y de juguetes y carcasas para teléfonos móviles y ordenadores.

En la Tabla 1 se resumen las propiedades de los materiales que se han considerado para los objetivos de este trabajo. A su vez, en la Tabla 2 se presentan las principales características a considerar durante el proceso de moldeo por inyección de los materiales objeto de análisis.

Material	Densidad (g/cm3)	Módulo de Young (GPa)	Resistencia tracción (Mpa)	Impacto Izod (J/cm)	Dureza (Shore D)	Expansión termica (µm/m-°C)	Calor específico (cal/g·ºC)
ABS	1,065	2,3	43,2	2,23	-	79	-
HIPS	1,056	1,9	30-42	1,2	-	70	0,31*
PEAD	0,964	0,94	26,3	0,788	64,5	140	0,53
PP	0,913	1,75	32,2	0,765	69,8	114	0,45

(*) Valor relativo al poliestireno puro

Tabla 1: Propiedades de los materiales seleccionados para el estudio.

Material	Temperatura de procesado (ºC)	Temperatura del husillo (ºC)	Temperatura del molde (ºC)	Temperatura de secado (ºC)	Presión de inyección (MPa)
PEAD	210	235	30	54	63
PP	210	212	40	81	60
ABS	210	225	60	82	55

Tabla 2: Variables del proceso de inyección de los materiales plásticos analizados.

Con el objeto de asistir en la toma de decisiones, se realizaron pruebas de inyección para confirmar la idoneidad técnica y de desempeño expresadas en las Tablas 1 y 2.

Las pruebas de inyección con los distintos materiales revelaron que, tanto el módulo de PEAD como el de PP, presentaban importantes deficiencias en su aspecto físico. El principal problema consistió en la presencia de deformaciones que no solo afeaban el módulo, sino que ponían en compromiso el sistema de colgado de éste en los perfiles metálicos que lo sujetan al resto de la solución de fachada, ya que podría ser centro de generación y propagación de fisuras.

El uso del ABS para esta aplicación se justifica al poseer propiedades mecánicas superiores al de los otros materiales considerados para el diseño del módulo. De hecho, las pruebas de inyección realizadas mostraron un aspecto de mayor calidad y robustez, desapareciendo las deformaciones iniciales. Resultados similares se encontraron en las pruebas de inyección con HIPS por las mismas razones.

Por último, también se incluyó otra posible alternativa para solventar los problemas de deformación de las pruebas de inyección de PEAD y PP consistente en introducir algún aditivo que mejorase las propiedades mecánicas. De sobra es conocido en la industria del plástico, que la incorporación de sustancias minerales como el talco y el carbonato cálcico, o la inclusión de fibras, aumenta significativamente las propiedades mecánicas y térmicas de muchos polímeros base, como el HDPE y PP (25). Esta mejora de propiedades confería a estos materiales un importante potencial para solventar los problemas de deformación surgidos en las pruebas de inyección.

Se optó por la adición de talco al PP por ser una composición de amplio uso en la industria del plástico y por no comprometer el potencial de reciclaje de este polímero al tratarse de un material reconocido en los centros de tratamiento de residuos plásticos. En concreto para una composición del 10% en talco en PP supone un (25-27):

- Incremento del módulo de Young (rigidez) entre 1,7 y 1,9 veces el valor del PP puro;
- Incremento del módulo de flexión de 2 veces el valor del PP puro;
- Incremento de la temperatura de deflexión al calor desde 97 ºC hasta 115 ºC;
- Incremento al módulo de fluencia plástica (5 años) de 280N/mm^2 a 440N/mm^2;
- Reducción del 50% al alargamiento bajo la acción de una fuerza continuada en el tiempo.

Las pruebas de inyección realizadas con PP+10%talco mostraron un aspecto y resistencia mecánica superior propias de los módulos fabricados con HIPS y ABS.

Como ya se ha expuesto con anterioridad, con la finalidad de asistir en la toma de decisiones, se ha realizado un ACV de las distintas opciones. El alcance del ACV realizado es de la cuna a la puerta donde se fabrican los módulos.

En el ACV se ha tenido en cuenta la diferencia de densidades de los materiales propuestos (ver Tabla 1) ya que este parámetro afecta a la cantidad de material empleado para un mismo volumen de molde de inyección. El volumen del molde usado para la inyección del módulo constituye en sí la unidad funcional del ACV llevado a cabo. La materialización de esta unidad funcional es el propio módulo siempre y cuando cumpla con los requisitos de desempeño impuestos anteriormente. De este hecho y junto a los valores de densidad mostrados en la Tabla 1 se concluye que la cantidad de material necesario para la fabricación del módulo es de 0,964 kg, 0,913 kg, 1,056 kg, 1,065 kg para el HDPE, PP, HIPS y ABS respectivamente mientras que para el de PP+Talco es de 0,989 kg.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de la evaluación de impactos de ciclo de vida (según metodología de punto medio CML 2001) para los módulo realizados con ABS, HIPS, PEAD, PP y PP+Talco. En la Figura 4 se muestran dichos impactos referenciados, en porcentaje, a los impactos del módulo de ABS (al que se toma como referencia atribuyéndole un 100% en todos los impactos).

Categoría	Indicador (kg)	Materiales				
		ABS	HIPS	PEAD	PP	PP+Talco
AA	Sb-eq.	4,58E-02	4,13E-02	3,17E-02	2,95E-02	2,64E-02
A	SO2-eq.	1,61E-02	1,57E-02	8,99E-03	8,28E-03	8,23E-03
Eu	Fosfa.-eq.	1,81E-03	1,27E-03	7,63E-04	8,43E-04	8,18E-04
CG	CO2-eq	4,92E+00	4,48E+00	2,55E+00	2,46E+00	2,34E+00
AO	R11-eq.	2,13E-09	1,33E-09	5,51E-10	4,91E-10	2,82E-09
TH	DCB-eq.	3,33E-01	3,54E-01	1,15E-01	9,73E-02	9,81E-02
EAD	DCB-eq.	9,71E-02	9,04E-02	2,57E-02	2,18E-02	1,97E-02
EAM	DCB-eq.	2,55E+02	2,04E+02	1,28E+02	1,07E+02	1,06E+02
ET	DCB-eq.	5,17E-03	8,28E-03	6,81E-04	6,19E-04	7,19E-04
OF	C2H4-eq.	3,13E-03	2,56E-03	2,46E-03	1,90E-03	1,74E-03

Tabla 3: Valores de categoría de impacto para los módulos Naturpanel Aljibe® (CML02001).

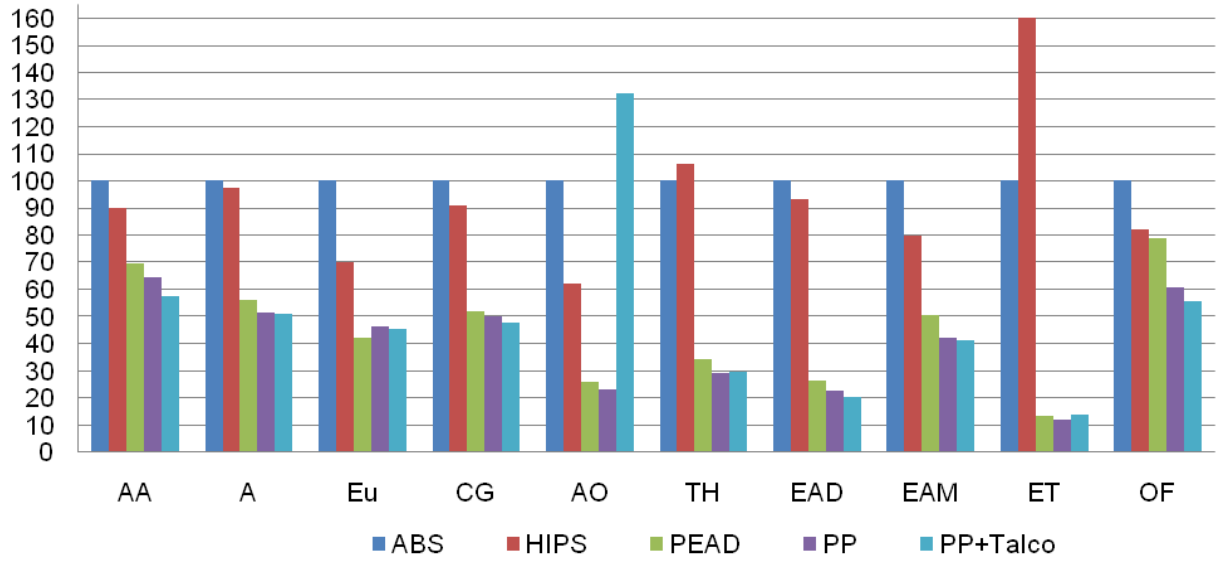


Figura 4: Valores de categoría de impacto en % referenciados al del módulo de ABS.

De la Figura 4 se desprende que el módulo fabricado con ABS es el que presenta mayores valores en todas las categorías de impacto a excepción de las categorías de toxicidad humana (TH) y ecotoxicidad terrestre (ET) en que se ve superado por el módulo de HIPS. También para la categoría de agotamiento de ozono (AO) se ve superado por el módulo de PP+Talco. Del mismo modo se observa en la Figura 4 que los módulos de PEAD y PP presentan valores inferiores en todas las categorías de impacto en relación a los módulos de ABS y HIPS. Esta reducción de impactos se mantiene, e incluso se acentúa, para el módulo de PP+Talco a excepción del agotamiento de capa de ozono (AO).

Tras la normalización de los resultados según metodología CML 2001 para la Europa de los 25 (ver Tabla 4 y Figura 5), se puede observar que las categorías de impacto más significativas son (de mayor a menor) la ecotoxicidad acuática marina (EAM), agotamiento de recursos abióticos (AA), formación de oxidantes fotoquímicos (OF), acidificación (A) y

calentamiento global (CG). En estas categorías, los valores de impacto para los distintos módulos se ordenan (de mayor a menor) en ABS, HIPS, PEAD, PP y PP+Talco.

El alto valor del agotamiento de la capa de ozono (AO) del módulo de PP+Talco (Figura 4), se ve diluido después, de la normalización si se compara, con estas 5 categorías de impacto. Esto convierte al módulo fabricado con PP+Talco como la opción ambientalmente preferible.

Categoría	Indicador (kg)	Materiales				
		ABS	HIPS	PEAD	PP	PP+Talco
AA	Sb-eq.	2,71E-12	2,44E-12	1,88E-12	1,75E-12	1,56E-12
A	SO2-eq.	9,58E-13	9,34E-13	5,35E-13	4,93E-13	4,90E-13
Eu	Fosfa.-eq.	9,79E-14	6,86E-14	4,12E-14	4,56E-14	4,42E-14
CG	CO2-eq	9,44E-13	8,60E-13	4,89E-13	4,72E-13	4,49E-13
AO	R11-eq.	2,77E-16	1,73E-16	7,16E-17	6,38E-17	3,66E-16
TH	DCB-eq.	3,30E-14	3,50E-14	1,13E-14	9,64E-15	9,71E-15
EAD	DCB-eq.	1,90E-13	1,77E-13	5,01E-14	4,26E-14	3,85E-14
EAM	DCB-eq.	5,74E-12	4,59E-12	2,89E-12	2,41E-12	2,38E-12
ET	DCB-eq.	4,46E-14	7,14E-14	5,87E-15	5,34E-15	6,20E-15
OF	C2H4-eq.	1,17E-12	9,63E-13	9,24E-13	7,13E-13	6,55E-13

Tabla 4: Normalización de impactos (CML 2001) para la Europa de los 25.

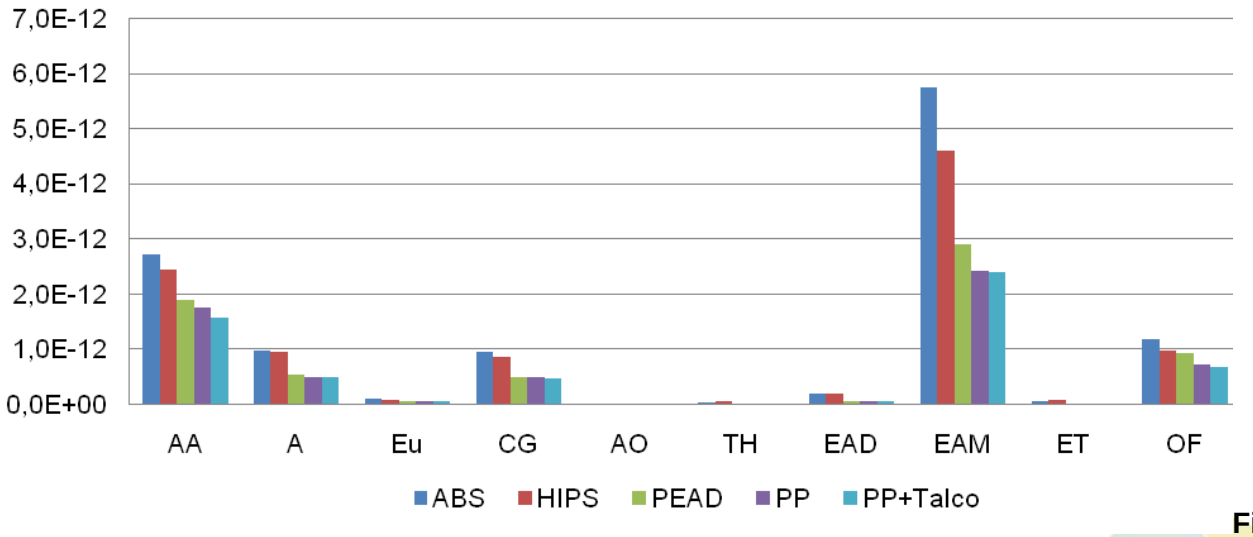


Figura 5: Normalización de impactos (CML 2001) para la Europa de los 25.

Finalmente, en la Tabla 5 se muestra la contribución (en porcentaje) al total de los impactos ambientales de las etapas consideradas en el ACV de módulo realizado con PP+Talco: producción de granza, transporte e inyección de plástico. Se observa en la Figura 6 que la etapa de mayor contribución para todas las categorías de impacto se debe a la producción de granza de plástico a excepción de la ecotoxicidad terrestre (ET). Para esta categoría, la etapa de mayor afección es la de inyección de plástico. La etapa que menos contribuye en todas las categoría de impacto es la del transporte de la granza de plástico hasta el lugar donde se fabrica el módulo. Este patrón en la contribución por etapas se repite para el resto de materiales.

Categoría	Indicador (kg)	Etapas		
		Produccion granza	Transporte	Inyeccion contenedor
AA	Sb-eq.	1,00E+02	7,55E-06	7,29E-04
A	SO2-eq.	6,79E+01	2,87E+00	2,92E+01
Eu	Fosfa.-eq.	7,49E+01	6,69E+00	1,85E+01
CG	CO2-eq	7,26E+01	2,14E+00	2,52E+01
AO	R11-eq.	8,76E+01	3,59E+00	8,82E+00
TH	DCB-eq.	6,17E+01	1,49E+00	3,69E+01
EAD	DCB-eq.	9,11E+01	1,16E-01	8,79E+00
EAM	DCB-eq.	6,52E+01	6,22E-01	3,42E+01
ET	DCB-eq.	2,63E+01	5,45E-02	7,37E+01
OF	C2H4-eq.	8,76E+01	9,78E-01	1,14E+01

Tabla 5: Desglose de impactos por etapas que produce la fabricación del módulo.

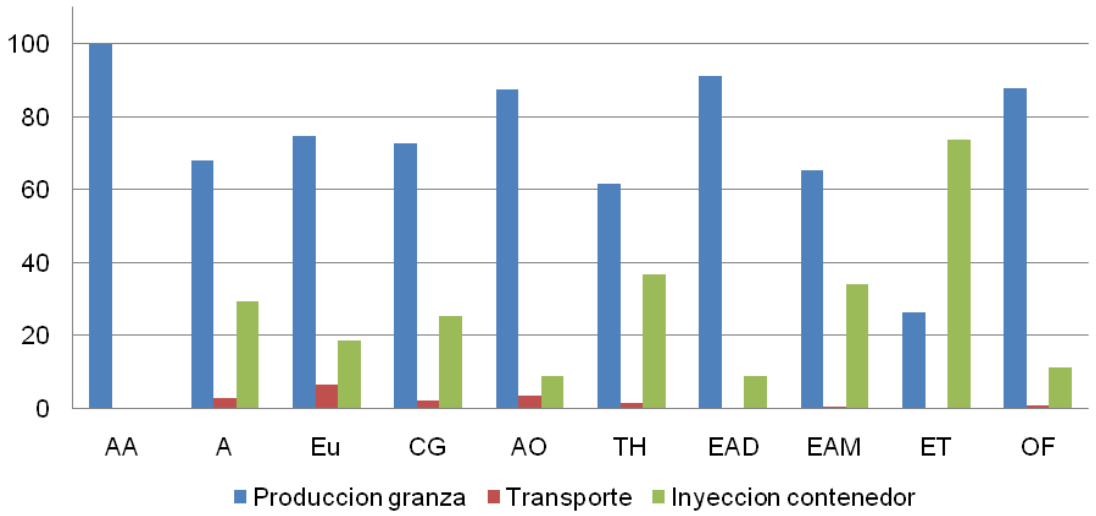


Figura 6: Contribución de los impactos por etapas de la fabricación del módulo.

CONCLUSIONES

En este trabajo se exponen los resultados del proceso de selección del material plástico para la fabricación mediante inyección de plástico de módulo Naturpanel Aljibe® empleado como módulo de sustrato en fachadas vegetadas para edificios. En este proceso de selección, los materiales que se postulan como más idóneos, desde un punto de vista técnico, son el acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), el poliestireno de alto impacto (HIPS), el polietileno de alta densidad (PEAD) y el polipropileno (PP). Para todos ellos se han realizado pruebas de inyección con el objeto de evaluar la idoneidad de los módulos fabricados con cada material. Junto al desempeño funcional, en la toma de decisiones ha tenido un importante peso específico la información obtenida por la evaluación ambiental mediante el ACV de las distintas opciones.

La elección del ABS y del HIPS está basada principalmente en la mejora de las propiedades mecánicas con respecto al PEAD y PP. Este aumento de las propiedades mecánicas conlleva que la prueba de inyección realizada con estos materiales cumpliese con las exigencias impuestas en cuanto al control de la deformación, aspecto superficial y resistencia mecánica del producto inyectado. Por otro lado, la elección de estos materiales supone en ambos casos un incremento considerable de la mayoría de impactos ambientales analizados con respecto a los del PEAD y PP. Estas dos

últimas opciones presentan, sin embargo, el inconveniente de no cumplir por entero los requerimientos impuestos por el diseñador de la fachada vegetada.

La elección del material compuesto, PP+10%Talco, permite aunar el control de los impactos ambientales estudiados (muy similares al del PP base – opción con menor impacto de las evaluadas) con una mejora sustancial del desempeño del módulo de PP base. Como resultado del trabajo se obtuvo un módulo que cumple con los requisitos técnicos expresados por Intemper minimizando los impactos ambientales. A su vez, el potencial de reciclaje de las mezclas de PP con talco no se ve afectado al tratarse de un material reconocido en los centros de tratamiento de residuos plásticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FRANCIS R.A., LORIMER J. (2011) Urban reconciliation ecology: The potential of living roofs and walls. J Environ Manage, Vol.92, Nº.6, p.1429-1437.
2. OTTELÉ M., VAN BOHEMEN H.D., FRAAIJ A.L.A. (2010) Quantifying the deposition of particulate matter on climber vegetation on living walls. Ecol Eng, Vol.36, Nº.2, p.154-162.
3. CURRIE B.A., BASS B. (2008) Estimates of air pollution mitigation with green plants and green roofs using the UFORE model. Urban Ecosystems, Vol.11, p.409-422.
4. WONG N.H., KWANG TAN A.Y., TAN P.Y., CHIANG K., WONG N.C. (2010) Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls. Building and Environment, Vol.45, Nº.2, p.411-420.
5. HERZELE A.V., VRIES S. (2012) Linking green space to health: a comparative study of two urban neighbourhoods in Ghent, Belgium. Population and Environment, Vol.34, Nº.2, p.171-193.
6. WHITE E.V., GATERSLEBEN B. (2011) Greenery on residential buildings: Does it affect preferences and perceptions of beauty? Journal Environment Psychol, Vol.31, Nº.1, p.89-98.
7. SUSOROVA I., ANGULO M., BAHRAMI P., Brent Stephens. (2013) A model of vegetated exterior facades for evaluation of wall thermal performance. Building and Environment, Vol.67, Nº.0, p.1-13.
8. CHEN Q., LI B., LIU X. (2013) An experimental evaluation of the living wall system in hot and humid climate. Energy and Building, Vol.61, Nº.0, p.298-307.
9. PERINI K., ROSASCO P. (2013) Cost–benefit analysis for green façades and living wall systems. Building and Environment, Vol.70, Nº.0, p.110-121.
10. PERINI K., OTTELÉ M., FRAAIJ A.L.A., HAASA E.M., RAITERI R. (2011) Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope. Building and Environment, Vol.46, p.2287-2294.
11. JIM C.Y., HE H. (2011) Estimating heat flux transmission of vertical greenery ecosystem. Ecological Engineering, Vol.37, Nº.8, p.1112-1122.
12. OTTELÉ M., PERINI K., FRAAIJ A.L.A., HAAS E., RAITERI R. (2011) Comparative life cycle analysis for green façades and living wall systems. Energy and Buildings, Vol.43, Nº.12, p.3419-3429.
13. CARABAÑO, R., BEDOYA, C., RUIZ, D. (2014) Análisis de Ciclo de Vida de una nueva solución Arquitectónica que mejora el rendimiento térmico de la envolvente del Edificio: Fachada Natural Aljibe. Informes de la Construcción, Vol.66, Nº.535, e034.
14. UNE-EN ISO 14044 (2006) Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices.
15. EUROPEAN COMMISSION (2013) European Life Cycle Database (ELCD) v2.0.
16. Gabi Databases.http://www.gabi-software.com/index.php?id=209&L=22 Último acceso: 03/08 /2013.

17. Software GABI v6.http://www.gabi-software.com/overview/product-sustainability-performance/ Último acceso: 09/12 /2014.

18. GUINÉE J. (2002) Handbook on Life Cycle Assessment. Operational Guide to the ISO Standards. Dordrecht, the Nederthlands.

19. UNE-EN ISO 15804 (2012) Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categorías de productos básicas para productos de construcción. .

20. UNE-EN ISO 15978 (2012) Sostenibilidad en la construcción. Evaluación del comportamiento ambiental de los edificios. Métodos de cálculo.

21. KUTZ M. (2002) Handbook of Materials Selection. New York.

22. CAMPO E.A. (2008) Selection of polymeric materials: how to select design properties from different standards. New York.

23. MatWeb, Your Source for Materials Information http://www.matweb.com/ Último acceso: 09/13 /2014.

24. ASHBY M. (2008) Materiales para ingeniería 1 y 2. New York.

25. Maier, C., Calafut, T. (2008) Polypropylene: The Definitive User's Guide and Databook. New York.

26. MONDO MINERALS B.V. Talc in Plastics. Technical Bulletin 1301. www.mondominerals.com Último acceso: 09/13/2014.

27. VELASCO PERERO J.I. (1996) Fractura de compuestos de Polipropileno-Talco. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

6.3-Diaz-Colombia-1

COMO INCIDE LA INVESTIGACIÓN DE LA TECNOLOGÍA AMBIENTAL EN LA PROYECCIÓN Y LA INTERVENCIÓN DE LA ARQUITECTURA NUEVA Y EXISTENTE, COMO HERRAMIENTA DE ENSEÑANZA.

Carlos Alberto Díaz Riveros [(1)]
Corporación Universitaria del Meta, Centro de investigaciones de arquitectura e ingeniería civil "Rogelio Salmona", Arquitecto, Magíster en Patrimonio Cultural y Territorio, Cra. 34b No 32-26 San Fernando Teléfono (8) 6621825 Ext 106, carlos.diaz@unimeta.edu.co.

Eliana Elena Ballesteros Zapata
Corporación Universitaria del Meta, Centro de investigaciones de arquitectura e ingeniería civil "Rogelio Salmona", Arquitecta y Magistra en Planeación Urbana y Regional de la Pontificia Universidad Javeriana, Teléfono (8) 6621825 Ext 106.

RESUMEN

Con el ánimo de fortalecer el currículo del programa Arquitectura de la Corporación Universitaria del Meta, en la asignatura Electiva I Tecnología Ambiental, se estudia la sostenibilidad de la arquitectura y la ciudad, acerca de las tecnologías apropiadas para construir, y en busca de disminuir la contaminación que causan los subproductos de las industrias, hasta lograr una preservación de los recursos naturales, tal es el caso del Gobierno Inglés donde se recomiendan acciones para mejorar la construcción (2002) indica que "Existe un consenso creciente sobre la necesidad, para subsistir como industria, de mejorar radicalmente la calidad de sus productos, a partir de la firma y adopción del Protocolo de Kioto, recomendando la regulación de las emisiones de co2 al ambiente. Asimismo, las tecnologías condicionan estructuras de distribución social, costos de producción, acceso a bienes y servicios planteado por Thomas (2010). Como lo propone Fuentes Pérez (2012), la medición la emisión de CO2 y consumo energético. De igual forma, es Garrido (2011) propuso el diseño arquitectónico con parámetros sostenibles. También M. Díaz, M. Fernández (2012), La certificación energética en edificaciones residenciales de tierra obra nueva y edificio existente. Cintora (2010), cuestiona a los profesionales de la fábrica edilicia. De otro lado, proyecta la pregunta ¿pero estamos seguros en casa?, se responde con los informes (SCHER 2007), y (JRC 2005).

Palabras claves: Tecnología Ambiental, Obra Nueva, Arquitectura Existente, Investigación, Enseñanza

INTRODUCCIÓN

Con el ánimo de fortalecer el currículo del programa Arquitectura de la Corporación Universitaria del Meta, en la asignatura Electiva I Tecnología Ambiental, se dio la orientación hacia el estudio de la sostenibilidad de la arquitectura y la ciudad, acerca de las tecnologías apropiadas con el fin de disminuir la contaminación que causan los subproductos de ciertas industrias hasta lograr una preservación de los recursos naturales, tal es el caso del Gobierno Inglés donde se

recomiendan acciones para mejorar la construcción (2002) indica que “Existe un consenso creciente sobre la necesidad, para subsistir como industria, de mejorar radicalmente la calidad de sus productos, a partir de la firma y adopción del Protocolo de Kioto, recomendando la regulación de las emisiones de co2 al ambiente, Convenio sobre biodiversidad, Agenda 21, La Cumbre de la Tierra celebrada en 2002 del 26 de agosto al 4 de septiembre de 2002 en Johannesburgo, y la Cumbre de Bali de 2007 se propuso el establecimiento de un nuevo protocolo pos-Kioto.

Asimismo, las tecnologías desempeñan un papel central en los procesos de cambio social. Demarcan posiciones y conductas de los actores; condicionan estructuras de distribución social, costos de producción, acceso a bienes y servicios planteado por Thomas (2010). Como lo propone Fuentes Pérez (2012), la medición la emisión de CO2 y consumo energético. De igual forma, es Garrido (2011) propuso el diseño arquitectónico desde cuatro parámetros, análisis sostenibles: Optimización de recursos, Utilización de fuentes energéticas alternativas, Disminución de residuos y emisiones, Disminución del consumo energético, y Mejora la salud y el bienestar humano. También M. Díaz, M. Fernández (2012), La certificación energética en edificaciones residenciales de tierra obra nueva y edificio existente.

De otro lado, los planteamientos de la OMS (Organización Mundial de la Salud) en torno a la definición de SALUD como el estado de bienestar bajo los planos físico, psíquico y social, la salud como aportante de: alimentación sana y equilibrada, el estado anímico y las relaciones con los demás. Además, Cintora (2010), cuestiona a los profesionales de la fábrica edilicia, a la empresa constructora y a la comunidad en general ¿Qué estamos haciendo hoy en día en relación entre edificación y salud? Al mismo tiempo, Cintora (2010), proyecta la pregunta ¿pero estamos seguros en casa?, se responde la pregunta a través de los informes (SCHER 2007), y (JRC 2005), Pasamos de media del 85-90% de nuestro tiempo en interiores, las atmósferas interiores pueden contener más de 900 substancias químicas, partículas y materiales biológicos con efectos potenciales sobre nuestra salud.

Como objetivo se busca capacitar al estudiante sobre el manejo y uso de tecnologías apropiadas evitando la contaminación para dar cumplimiento a las exigencias ambientales que hoy son tan necesarias para el desarrollo sostenible de territorios y como una necesidad mundial de preservar nuestro planeta, propendiendo por soluciones a estas problemáticas. A través de:

- Identificar y caracterizar las primeras tecnologías aplicadas en los sistemas constructivos tradicionales e industrializados en cuanto a: la emisión de CO2 y consumo energético.
- Diagnosticar aspectos climáticos arquitectónicos de la arquitectura existente y formulación de una propuesta de intervención con sistemas pasivos.
- Analizar el confort climático del espacio público Identificando los problemas ambientales causados por las materiales empleados en la construcción y así poder definir los tratamientos y controles a implementar.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada es cuantitativa de tipo descriptiva, ya que se midieron la emisión de CO2 G/KG y consumo energético MJ/KG, aspectos climáticos arquitectónicos y del espacio público, y la metodología cualitativa planteo la comparación de los consumos de CO2 y energético, asimismo, Las posibles soluciones sostenibles desde la óptica de los sistemas pasivos, en la arquitectura y el espacio público.

Las actividades de medición académica e investigativa desarrolladas fueron los tres objetivos, así:

Primer Objetivo

Se estudiaron los procesos constructivos de los sistemas tradicionales y los industrializados los dicentes de Quinto semestre estudiaron individualmente cada sistema constructivo y describieron los procesos que comprenden la cimentación hasta la cubierta, luego se midieron las emisiones de CO2 G/KG y consumo energético MJ/KG con base en las tablas propuestas por Arq. Carlos Alberto Fuentes Pérez. M.E.S. Trata tres categorías: Fuentes de Emisión de CO2 Según Áreas de Uso y Consumo, Construcciones de Bajo Impacto Ambiental y Valor promedio de Consumos de Energía de los materiales en la construcción, véase Tabla 1, en los sistemas constructivos tradicionales e industrializados

utilizados en la ciudad de Villavicencio, y se compararon en cuales sistemas los niveles de contaminación eran altos y cuales bajos.

Tabla 1: Valor promedio de consumos de energía de los materiales en la construcción.

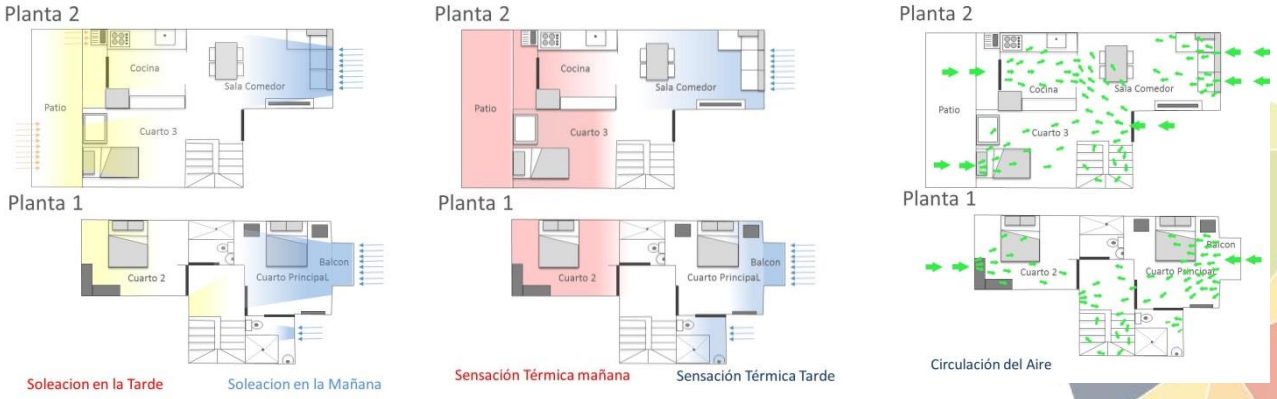
Material de construcción	CO2 producido (g/Kg.)	Energía Consumida (MJ/Kg.)
Adobe en Tierra Cruda	5	0,1
Piedra Partida	21	0,3
Bloque de Cemento	125	0,52
Cemento	181	1,4
Revoques Interiores y Exteriores	195	1,5
Hormigón Armado	107,6	1,6
Mortero de Cemento	221	1,6
Yeso	220	2,4
Ladrillo Cerámico Común	225	2,7
Teja Cerámica	350	3,5
Tirante de Madera	281	4,7
Placas de Roca de Yeso	410	5,3

Con el ejercicio desarrollado se puedo deducir que el sistema constructivo tradicional frente al sistema constructivo industrializado tiene menos emisiones de Co2 y en cuanto se refiere Consumos de Energía de los materiales empleados, igualmente es más bajo el tradicional frente al industrializado.

Segundo objetivo

Se estudiaron aspectos climáticos arquitectónicos: soleación, sensación térmica, circulación de vientos, confort climático, humedad relativa, en 17 edificaciones existentes en diferentes barrios de la ciudad de Villavicencio y se realizó una propuesta de intervención con sistemas pasivos individualmente.

Figura 1: Aspectos climáticos arquitectónicos.



Según lo anterior, se puede deducir que el estudio de la bioclimática en edificios existentes refleja los problemas climáticos arquitectónicos que tienen solución observando los diseños arquitectónicos en viviendas nuevas hechas por el Arq. Luis de Garrido y desde allí plantear una propuesta de intervención con sistemas pasivos, implementando: techos verdes, muros verdes, túnel canadiense, conductos de toma de aire, espejos e hilos de agua, chimeneas de salida de aire cálido, reutilización, reciclaje, entre otros.

Tercer objetivo

El grupo estudio confort ambiental urbano, tomando como base el texto “Ecomateriales para el mejoramiento integral del espacio público en clima tropical cálido”, autores Ángela Natalia Camelo Garzón, Adriana Patricia López Valencia y Oswaldo López Bernal, En la primera fase se evaluó cuáles son las condiciones físico espaciales de habitabilidad, se identificaron los problemas ambientales causados por las materiales empleados en la construcción y se propone la modificación de la estructura y de los materiales a empelar, para ello se hizo una visita al sector y registro fotográfico, y se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- Uso del suelo.
- Altura de las edificaciones.
- Estado de la construcción.
- Presencia de ante jardines y andenes.
- Estado de las vías.
- Tipologías.
- Sistemas constructivos.
- Perfiles viales.

Figura 2: Confort ambiental urbano.

Figura 2: Confort ambiental urbano.

Seguidamente se realizó la segunda fase, Subsistema Físico-Espacial que comprendió el análisis Ambiente Térmico, se tuvieron en cuenta las siguientes variables: temperatura, vientos, humedad y precipitaciones; Luego se realizó el análisis Asoleación e Iluminación, los estudiantes revisaron cómo se orientó la edificación respecto al sol y así poder identificar si la cantidad de la radiación solar es la adecuada, asimismo, el grupo de estudiantes verifico si la iluminación natural se refleja en los espacios adecuados como las habitaciones de los niños y adultos; Posteriormente, los educandos realizaron el análisis Sensación Térmica, a través de una cámara con visión termal se identificaron los lugares del cálidos y fríos espacio urbano aledaños a la edificación; y por último el Acústico, se logró determinar qué cantidad de decibeles es escuchado en el espacio público.

Se parte de la primicia que la pedagogía y la investigación interrelacionan los procesos, permitiendo que se apoyen mutuamente entre ellas y así amplificar la generación de conocimiento. En este caso puntual, se inició al estudiante ahondando en el problema del cambio climático, ¿qué lo causa? Se orientó hacia la contaminación producto de la fábrica edilicia planteada por M. Díaz, M. Fernández (2012), La certificación energética en edificaciones residenciales de tierra obra nueva y edificio existente. Cintora (2010), cuestiona a los profesionales de la fábrica edilicia. De otro lado, proyecta la pregunta ¿pero estamos seguros en casa?, se responde con los informes (SCHER 2007), y (JRC 2005).

Ahora bien, en la búsqueda de nuevas soluciones de diseño arquitectónico y así brindar nuevos recursos proyectuales frente a las problemáticas en las edificaciones existentes, de igual manera en las edificaciones nuevas se toma línea del diseño propuesto por Arquitecto Luis de Garrido; asimismo, el estudio del espacio urbano brindo conocimiento del espacio público y las problemáticas de la bioclimática. De otro lado, se brindan soluciones a través de soluciones planteadas desde estudios realizados en otras ciudades, y con base en los resultados obtenidos se recomienda utilizar ecomateriales. Al retomar este esquema para el diseño, en la etapa de formulación o idea de proyecto se incluyen los ecomateriales para el diseño del espacio público, con la intensión de modificar el confort climático urbano.

RESULTADOS

Primer objetivo

Se pudo constatar que los sistemas constructivos industrializados tienen mayores niveles de emisión de CO2 G/KG y consumo energético MJ/KG frente a los tradicionales, lo que se puede verificar con los resultados en la tabla 1.

Tabla 2: Valor promedio de CO2 producido (g/kg) y consumos de energía (mj/kg) de los materiales de los sistemas constructivos tradicional vs industrializado.

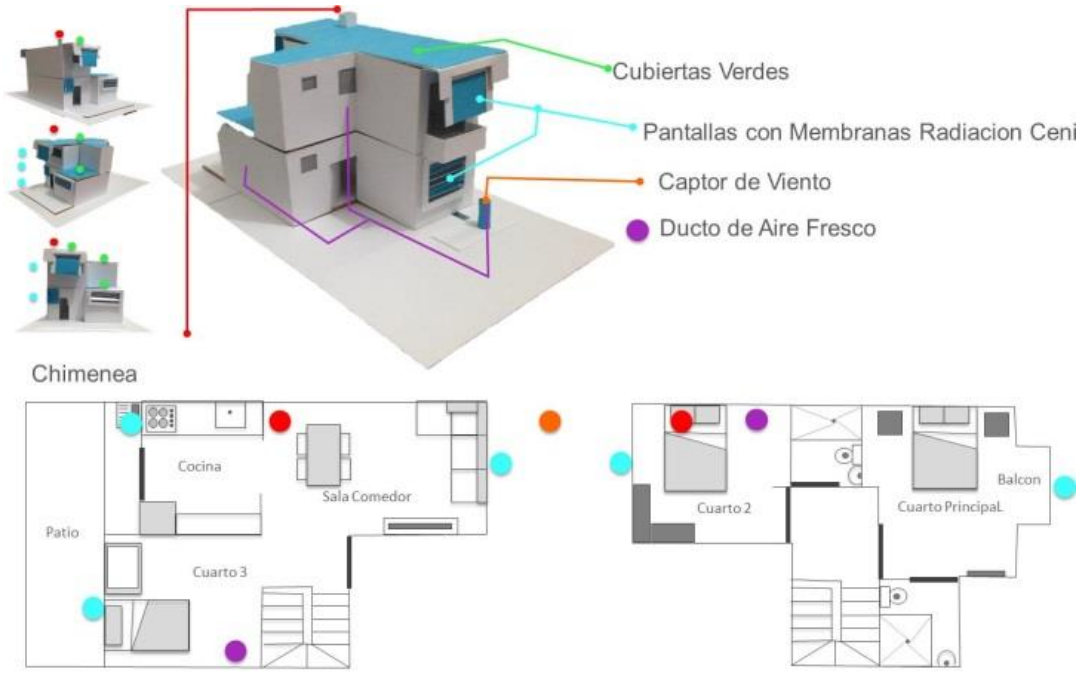
Material de construcción	CO2 producido (g/kg)	Energía consumida (mj/kg)
Bloque de cemento	125	0,52
Cemento	181	1,4
Ladrillo cerámico común	225	2,7
Mortero de cemento	221	1,6
Teja cerámica	350	3,5
Vidrio	1,152	26
P.V.C	6,72	90
TOTAL	**1109,872**	**125,72**

Material de construcción	CO2 producido (g/kg)	Energía consumida (mj/kg)
Cerrojos - metálicos	768	13.0
Varillas - Hierros	549	4.8
Ruedecillas- acero	798	14.5
Formaletas metálicas	768	13.0
Cemento	181	1.4
Hormigón armado	107.6	1.6
PVC	6.72	90
Acero	798	14.5
Formaleta Outinord - Metálica	768	13.0
Formaleta escalera	768	13.0
SUB-TOTAL	**5512,32**	**357,6**

Segundo objetivo

El ejercicio de medición de los aspectos climáticos arquitectónicos: soleación, sensación térmica, circulación de vientos, confort climático, humedad relativa, se realizó la propuesta de intervención con sistemas pasivos, a continuación se presenta el resultado de los estudios de aspectos climáticos arquitectónicos en la propuesta de intervención con sistemas pasivos.

Figura 3: Propuesta de intervención mejorando los aspectos climáticos arquitectónicos.



Según lo anterior, se puede deducir que el estudio de la bioclimática en edificios existentes refleja los problemas climáticos arquitectónicos que tienen solución observando los diseños arquitectónicos en viviendas nuevas hechas por el Arq. Luis de Garrido y desde allí plantear una propuesta de intervención con sistemas pasivos, implementando: techos verdes, muros verdes, túnel canadiense, conductos de toma de aire, espejos e hilos de agua, chimeneas de salida de aire cálido, reutilización, reciclaje, entre otros.

Tercer objetivo

En el lugar de estudio se estableció el número de personas que lo utilizan, y seguidamente se miden las siguientes variables: valoración comparativa, índice de lectura, convención, calificación cuantitativa, calificación cualitativa para llegar a la calificación de resultado, se midieron y clasificaron de muy frio a muy caluroso, pasando por 5 niveles intermedios: frio, frio ligero, neutro, caluroso ligero y caluroso, véase, tabla 3.

Tabla 3: Análisis del confort climático del espacio público en la ciudad de Villavicencio.

VALORACIÓN COMPARATIVA	INDICE DE LECTURA	CONVENCIÓN	CALIFICACION CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN DE RESULTADO
DEFICIENTE	2	CALUROSO	6,479	NIVEL MUY POR ENCIMA DEL RAGO CONFORTABLE, REQUIERE MAYOR GASTO ENERGETICO PARA LOGRAR LOS NIVELES OPTIMOS DE CONFORT	CALUROSO

Según el anterior análisis cuantitativo y cualitativo permite clasificar como un clima caluroso y por ende con mayor consumo energético.

Figura 4: Resultados del Análisis para el confort climático.

ESTADO DE LAS VIAS

- BUENO: Construida sin especificaciones adecuadas al tipo trafico y perfil vial. Construida sin especificaciones.

TIPOLOGÍA

- DEFICIENTE: Unifamiliar, ocupación de densidad baja de alto impacto en el territorio.

ESTADO DE LA CONSTRUCCIÓN

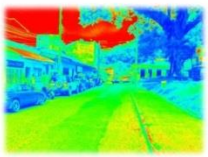
- ACEPTABLE: Mixto, zonas con dinámica comercial moderada en áreas residenciales. Comercio moderado y residencial.

SUBSISTEMA FISICO-ESPACIAL

- ACEPTABLE: Desarrollo de las actividades urbanas bajo condiciones mínimas, sin afectar la calidad de vida de la población.

TEMPERATURA DEL AIRE

- BUENO: De 27°C a 32°C, Caracterización un poco por encima de los niveles de confort. Ligeramente caluroso.



SISTEMA CONSTRUCTIVO

- BUENO: Mampostería y concreto, técnica constructiva de mayor durabilidad y estabilidad.

PERFILES VIALES

- MUY MALO: Vía local de 9m a 12m, esquema vial homogéneo con detrimento de la movilidad vehicular

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO	
Punto	Manzana 10
Barrio	Centro
Temperatura Máxima a.m.	28°
Temperatura Máxima p.m.	32°
Velocidad Máxima	1
Velocidad Mínima	0.30
Humedad Relativa Máxima a.m.	61%
Humedad Relativa Máxima p.m.	85%
Porcentaje de personas insatisfechas	70%
Voto medio estimado	Caluroso

- MORTEROS DE CAL PREPARADO.
- CERRAMIENTOS Y PAVIMETOS DE ADOBE.
- AISLAMIENTOS CON FIBRAS CELULOSAS DE PAPEL.
- ACABADOS CON PINTURAS D

En lo anterior se puede ver la localización del área de estudio, y los aspectos a estudiar, así: Uso del suelo, Altura de las edificaciones, Estado de la construcción, Presencia de ante jardines y andenes, Estado de las vías, Tipologías, Sistemas constructivos, y Perfiles viales.

Se hallaron problemas bioclimáticos en la arquitectura y el espacio público construidos en la ciudad de Villavicencio y se presentan desde el momento de diseño hasta su construcción, trayendo consigo bajos niveles de calidad de vida a los propietarios o usuarios; aun así se hallaron y formularon posibles soluciones a estos problemas

Las soluciones se hallan en la utilización de los ecomateriales, ya que estos reducen no solo las emisiones de Co2, sino también, los Consumos de Energía de los materiales empleados, a través de integrar la formulación de los Arquitectos: Ángela Natalia Camelo Garzón, Adriana Patricia López Valencia y Oswaldo López Bernal, Propuesta de ecomateriales

para el mejoramiento integral del espacio público en clima tropical, En este capítulo se hace referencia una compilación y adaptación de ecomateriales de construcción existentes en el mercado o en el proceso de desarrollo investigativo por grupos o centros de investigación. Estos ecomateriales se definen y clasifican de acuerdo con sus características técnicas tipo de producción condiciones de confort ambiental y condiciones estéticas.

DISCUSIÓN

Se hace imperativo que se planteen estrategias que vinculen la investigación a la enseñanza, y dirigida a los estudiantes de arquitectura de los diferentes semestres, ya que es el momento oportuno en la formación de incluir estas ideas y prácticas propiciando cambio en el modelo de diseño hacia lo Eco, esto le permitirá al dicente afianzar estos conocimientos en su instrucción y práctica, la cual se enfocara en su aplicabilidad en la obra nueva y lo construido.

En cuanto a la sostenibilidad, se deben realizar los diseños y construcciones de la arquitectura y el espacio público con celeridad en investigación y ahínco en los desarrollos permitiendo una consolidación de estas prácticas.

En cuanto a las nuevas tecnologías que se deben insertar en las prácticas de la enseñanza para poderlos proyectar la construcción de la arquitectura y el espacio público para mejorar la calidad de vida de los habitantes de ciudades colombianas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guerrero, F. G. Puentes, J. Montaño, A. F. (2007) Desarrollo de una aplicación interactiva en internet para el registro de violaciones de velocidad en puestos de control para automotores equipados con interfaz Bluetooth, Ingeniería y Competitividad, Vol. 9 No. 2, pp. 77 - 92.
2. Brighton , C. T. Pollack, S.R. (1985) Treatment of recalcitrant nonunion with a capacitively coupled electric field, Journal Bone Joint Surgery, Vol. 67, pp. 577 – 585.
3. Kiely, G. (2007) Ingeniería Ambiental, Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión, Editorial Mc Graw Hill Volumen I, II y III.
4. Tchobanoglous, G. Vigil, T. H. (1986) Gestión Integral de Residuos Sólidos, Editorial Mc Graw Hill, Volumen I y II.
5. Postigo, L. (1975) El mundo de la Energía, Editorial Sopena.
6. Szokolay, S. V. (1977) Solar energy and building, Editor Architectural Press.
7. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012) Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana / Unión Temporal Construcción Sostenible S.A y Fundación FIDHAP (Consultor). Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
8. Lopez de Asiain Alberich M., (2007) Estrategias bioclimáticas en la arquitectura, 2003. 21. EnerAgen Asociación de Agencias Españolas de Gestión de la Energía. Rendimiento de las instalaciones térmicas y demanda energética de los edificios. Edita Ayuntamiento de Pamplona.
9. Instituto de la vivienda, (2013) Acondicionamiento higrotermico de edificios. Manual de aplicación ley 13059. Argentina.
10. Czajkowski, J. Gómez, A. (1994) Diseño Bioclimático y Economía Energética Edilicia Fundamentos y métodos. Colección Cátedra. UNLP.

11. Concheiro Viqueira, A. A. Rodríguez, (1985) L. Alternativas energéticas, Editor Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Centro Cultural Universitario,

12. Cintora, R. (2010) Materiales ecológicos para la salud del habitat. 2010. diseñoysostenibilidad.com/ wp-content/.../04/rafa-cintora-solo-texto.ppt

13. Scientific Committee on Health and Environmental Risks SCHER. (2007) Opinion on risk assessment on indoor air quality. Disponible en: http://indoor-air-quality.jrc.ec.europa.eu/documents/scher_o_055.pdf. 2007.

14. Joint Research Centre JRC. (2005) Annual Report. Disponible en: http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc_ar_2005.pdf

15. Martínez, A. R (1981) Conferencia internacional sobre enfriamiento y deshumidificación con energía solar, 1(1980) Editor Pergamon Press,

16. Fuentes Pérez C. A. y Otros. (2012) El aprovechamiento del comportamiento térmico y los factores ambientales conforme las ganancias energéticas de la vivienda. En coloquio de diseño.

17. Díaz, M. Fernández, M. (2012) La certificación energética en edificaciones residenciales de tierra. obra nueva y edificio existente.". En: Construcción con tierra. Pasado, presente y futuro. Congreso de Arquitectura de tierra en Cuenca de Campos [online]. Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid. 2013. P. 219-230. Disponible en: http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2013/21in-diaz.pdf. 2012.

18. Bobadilla, A. Guzmán, F. Hernández, J. (2011) Metodología de Evaluación de Estrategias de Diseño Constructivo y de Estándares de Calidad Ambiental Mediante Monitorización de Aislamiento y Confort Acústico de Edificios Construidos. Paper presentado en Congreso Internacional de Acústica y Audio Profesional –INGEACUS 2011.

19. Lara, F. (2006) Disección de una instalación de climatización (por partes): Encuentro de los posibles problemas acústicos. Paper presentado en: I Jornada de Acústica en Instalaciones de Aire, AINAIR 2006, Madrid. 2006..

1.1-Ruiz-España-2

ECÓMETRO: HERRAMIENTA DE ECODISEÑO PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE EDIFICIOS

Diego Ruiz[(1)]
Máster en Medio Ambiente. Doctor en Ciencia e Ingeniería de Materiales. Licenciado en Ciencias Físicas. Especialista en aplicación de la metodología de ACV a productos y materiales de construcción, a la edificación y a las energías renovables. Investigador en la Universidad Politécnica de Madrid.

Iñaki Alonso
Arquitecto y socio director de la oficina de arquitectura SATT, dedicado a la investigación y desarrollo de nuevos proyectos de arquitectura contemporánea con criterios ecológicos. Actualmente desarrolla la tesis sobre la ecosofía de Guatari aplicada a la arquitectura.

Irina Tumini
Titulada Ingeniería Civil y Arquitectura y Doctora en Urbanismo ha sido la principal desarrolladora de las herramientas de certificación de edificios para España VERDE(GBCe). También ha formado parte del Technical Committee del iiSBE y actualmente Vicepresidente de Ecómetro.

Alfonso S. Uzábal
Trabaja e investiga la aplicación de la filosofía open source a diferentes ámbitos y contextos: arquitectura, ciudad, educación y estructuras de trabajo. Desarrollador de diferentes herramientas y proyectos que pretenden aumentar el nivel de autonomía digital y tecnológica de sus usuarios.

Ana González
Ana González es arquitecta por la Universidad Politécnica de Madrid. Trabaja en el estudio de arquitectura SATT Ecoarquitectura junto Iñaki Alonso y Álvaro Guerrero. Interesada en proyectos de innovación tecnológica y constructiva, socialmente inclusivos.

Dirección (1): Calle Veneras 9, 6º – Madrid – 28013 – España – Tel.: (+34) 914094633 – e-mail: diego@ecometro.org

RESUMEN

El ecómetro es una herramienta para la medición y lectura transversal de los impactos ambientales en el proceso de diseño, construcción y uso de los edificios. Para conseguir un análisis ambiental riguroso y transparente de los proyectos de construcción se apoya en dos pilares metodológicos: la caracterización de lo local y el análisis de ciclo de vida.

El análisis medioambiental que propone el Ecómetro se fundamenta sobre cinco ejes que condicionan el impacto de un edificio sobre el entorno y las personas que lo habitan. En estas cinco categorías se agrupan indicadores de naturaleza parecida relacionados con el diseño, materiales, energía, agua y entorno. Esto permite la interpretación los resultados desde distintas perspectivas en un proceso complejo y sistémico.

El ecómetro se presenta como un software de ejecución online de código abierto.

El uso de la herramienta es gratuito. Queremos brindar la posibilidad, a todas las personas interesadas, de valorar proyectos de pequeña envergadura o tener una visión rápida y completa del análisis; trata de implicar a usuarios diversos que no tienen cabida dentro de otras herramientas de certificación, haciéndolo accesible para un amplio abanico de agentes con diferentes necesidades.

La estructura responde al tipo de procesos y modos de hacer participados que se están llevando a cabo para su desarrollo. La herramienta se está conformando a través de debates abiertos, con especial atención sobre la transparencia.

Palabras claves: Ecodiseño, declaración ambiental, arquitectura, código abierto, análisis de ciclo de vida

INTRODUCCIÓN

Los edificios son grandes consumidores de energía y recursos, la edificación representa casi el 30% del consumo final de energía mundial alcanzando el 40% en la Unión Europea. También es un sector devorador de recursos materiales con fuertes impactos tanto en la fabricación de los productos y materiales con los que se construyen los edificios como en su fin de vida de estos.

En el sector de la edificación hemos asistido durante las últimas dos décadas a muchas iniciativas de reducción de impactos que se centran en la etapa de uso del edificio conocidos como impactos directos (consumos en climatización y calefacción, consumo de electricidad o de agua) olvidando o no considerando otros aspectos ambientales que pueden suponer una fuente importante de impactos como aquellos derivados de la extracción y producción de materiales de construcción, del mantenimiento de los productos y sistemas que componen el edificio, del fin de vida del edificio y sus materiales, del transporte de todos estos flujos, etc. (impactos indirectos). La interacción entre estas dos fuentes de impactos puede ser compleja y ha de ser evaluada en su totalidad. Por ejemplo, una medida destinada a la reducción de los impactos directos de un edificio puede suponer un incremento de los impactos indirectos al utilizarse materiales o sistemas más tecnológicos o con un mayor nivel de procesado.

De otra manera, la elección y colocación (a través del diseño) de los productos y sistemas de construcción puede afectar a la masa térmica del edificio que unido a unas determinadas condiciones climáticas del emplazamiento modificará en mayor o menor medida los consumos energéticos durante la etapa de uso. A su vez, el perfil de uso del edificio, o cualquiera de sus partes, puede hacer que la elección de un material sea o no ambientalmente preferible frente a otros. La conveniencia ambiental de un producto o material de construcción dependerá de cuál es la función que desempeñe o de cómo se emplee.

Por otro lado, los intentos por reducir un determinado impacto ambiental global (por ejemplo la generación de gases de efecto invernadero) pueden suponer el incremento de otros impactos con mayor repercusión a una escala espacial más reducida (acidificación, eutrofización, etc.). En la imputación de cargas ambientales se hace necesario trabajar con una batería de impactos suficientemente amplia y representativa con el fin de caracterizar adecuadamente el perfil ambiental de las opciones evaluadas. En el fondo de la cuestión subyace la idea de que cualquier medida que pretenda reducir el impacto ambiental no suponga un trasvase o externalización de este impacto, ya sea en su naturaleza, ya sea en la escala temporal o geográfica en que se produzcan.

Sin duda, el primer paso a la hora de reducir las emisiones consiste en evaluar su cantidad y naturaleza en el punto de partida del proceso de reducción de impactos. De esta manera, se constata el hecho de que para reducir o mejorar hay que poder comparar, y que para comparar se hace imprescindible medir el estado final y el de partida del proceso de mejora o de las alternativas propuestas. Para ello se hace necesario el uso de una metodología o herramienta que objetive ambos estados y constate dicha mejora ambiental bajo la perspectiva del ciclo de vida.

Existen numerosos sistemas de evaluación ambiental y de la sostenibilidad de edificios que presentan un amplio espectro tanto en la complejidad de su aplicación como en las variables y aspectos incluidos en el análisis. Sin embargo se encuentran importantes barreras y carencias que obstaculizan su aplicación a gran escala: la complejidad de su aplicación, la dificultad de las variables y aspectos incluidos en el análisis, muchas de ellas son de pago y en la mayoría de los casos se encuentra cierta opacidad en el proceso de definición de la metodología/criterios.

Desde la Asociación Ecómetro (1) se está desarrollando una herramienta de diseño sostenible para edificación que trabaja en torno a la filosofía de lo abierto, libre y accesible, proponiendo un análisis ambiental riguroso y transparente de

los proyectos de edificación apoyado en dos pilares metodológicos: la caracterización de lo local y el análisis de ciclo de vida.

El ecómetro es una herramienta para el diseño, evaluación, y en un futuro, certificación de edificios ambientalmente preferibles y está basada en criterios de conocimiento colaborativo bajo la cultura del Software libre. Por un lado desarrolla metodologías de diseño ecológico de edificios basadas en “Ecological Desing Thinking”, y dotada de una potente interfaz de Análisis de Ciclo de Vida asociada al presupuesto de ejecución del proyecto y de una base de datos nutrida de datos genéricos de productos y de declaraciones ambientales de productos.

El ecómetro pretende implicar a usuarios diversos que no tienen cabida dentro de otras herramientas de certificación.

En contraposición a otro tipo de herramientas, la estructura y metodologías del ecómetro son producto de un proceso participativo. La herramienta se está conformando a través de debates abiertos, con especial atención a la transparencia de métodos e hipótesis.

El uso de la herramienta no está pensado únicamente para personas con una cualificación o conocimientos especializados, ya que contiene diferentes niveles de acercamiento, desde uno más cotidiano y comunicativo, hasta otro más técnico que aunque queda definido y detallado, en cualquier caso sí va a requerir un mayor grado de dedicación.

La herramienta está enfocada a todo el conjunto de agentes que intervienen en los procesos de edificación, si bien es verdad que al estar enfocada en la fase de diseño y decisión, las figuras del promotor, el usuario y el proyectista aparecen con mayor presencia y capacidad de acción.

El ecómetro ofrece la posibilidad de valorar proyectos de pequeña envergadura, de adaptar el tipo de valoración y criterios, o tener una visión rápida y completa del análisis, laque lo hace accesible para un amplio sector de población con diferentes necesidades.

ENFOQUE DEL ECÓMETRO

Desde el ecómetro se aporta una visión amplia y compleja de lo que significan ambientalmente los procesos de construcción de edificios. Para conseguir un análisis ambiental riguroso y transparente de los proyectos de construcción, nos apoyamos en dos pilares metodológicos: la caracterización de lo local, y el análisis de ciclo de vida.

Para caracterizar el lugar utilizamos los datos recogidos en lo que hemos llamado mapa de aproximación (ver **Figura 1**), con el cual cartografiamos los elementos existentes que pueden influir en el impacto ambiental del edificio. Mapa entendido como una herramienta de análisis que es capaz de identificar los recursos locales y construir un relato sobre las condiciones específicas del emplazamiento, un análisis fundamental para poder afrontar un proyecto sostenible y ecológico. Por eso insistimos que no es una herramienta de evaluación final sino que es una herramienta metodológica de apoyo a la fase de diseño. En metodologías de diseño actuales, como el “Desing Thinking”, a esta primera fase de investigación y análisis, que tiene como objetivo entender el contexto donde se va a intervenir, se la denomina “*inside”*. Esta fase, es clave en arquitectura sostenible para poder abordar los procesos de ideación con garantía de éxito. Este es el primer paso en el proceso de diseño, y funciona como un filtro de información ambiental, dándonos las claves desde la perspectiva local para trazar una buena estrategia ecológica en el desarrollo del proyecto. Nos dice el tipo de condicionantes a las que está sometido el lugar, dónde nos podemos encontrar los mayores impactos, cuáles son los recursos de los que disponemos, los posibles riesgos o qué parte del entorno es más frágil y en la que tenemos que actuar con más cuidado. También nos permite conocer las redes locales y las posibilidades de apoyo en lo colectivo, como base para la eficiencia. Todas las estrategias de diseño se trazan como respuesta a este mapa, con criterios de adaptación, restauración y protección, para conseguir en definitiva un sistema rico y estable.

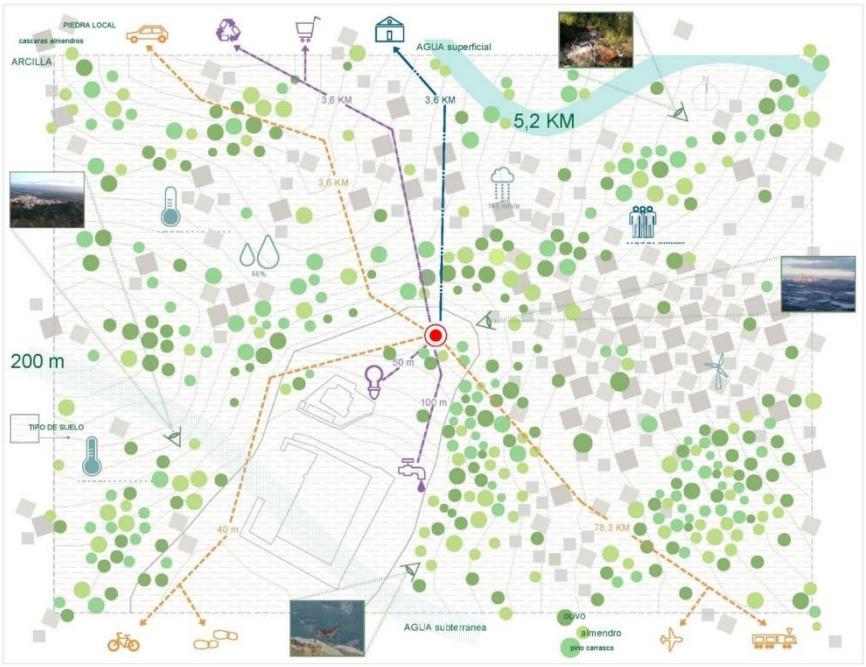


Figura 1: Mapa de aproximación asociado a un proyecto.

Por otro lado, la metodología de análisis de ciclo de vida amplía este enfoque local y nos permite desengranar el origen y destino de los recursos que se van a utilizar, caracterizando los impactos que se van a dar a lo largo del ciclo de vida del edificio. Con este tipo de análisis podemos sistematizar y objetivar la obtención de información ambiental relativa a productos y servicios, asistiendo de manera neutral en la toma de decisiones durante los procesos de optimización, diseño y desarrollo de estos así como en la evaluación final de su impacto. Esta herramienta es la que se está imponiendo en el sector industrial para medir los impactos relacionados con la fabricación de diferentes de productos. El ACV se está trasladando a productos y procesos de construcción, a través de las declaraciones ambientales de producto, esto nos puede llevar en un plazo no muy lejano a una declaración ambiental de un edificio, y sobre todo a poder tomar decisiones en base a datos ambientales objetivos.

ESTRUCTURA DEL ECÓMETRO

La evaluación de la sostenibilidad del Ecómetro se basa en el análisis de unos indicadores organizados en 5 áreas: r. Relación con el entorno, m. Materiales, d. Diseño, a. Agua, e. Energía. A través de este sistema de indicadores, se intenta enfrentar todos los aspectos de la sostenibilidad relacionados con la arquitectura. El enfoque utilizado es de tipo holístico, donde todos las áreas tienen la misma importancia en cuanto a la evaluación de la sostenibilidad, haciendo así una apuesta en contra tendencia con la mayoría de las otras herramientas que generalmente enfatizan más los aspectos energéticos sobre los otros. Esta filosofía es acorde sobre todo a los objetivos de la autoevaluación que son los de educar el proyectista y generar mayor conciencia ambiental en el diseño de los edificios.
Los criterios de evaluación se organizan en fichas que llevan asociada una documentación, una valoración y una serie de referencias clave. La organización y estructura responden a una mejora de la comunicación y comprensión del enfoque propuesto, y como herramienta de información y comunicación consideramos necesario apoyarnos y conocer en profundidad la terminología, normativa y documentación existente, que se incorpora al proyecto a través del glosario y la documentación y referencias asociadas a cada criterio.

Relación con el entorno

Cualquier intervención supone un impacto en el entorno próximo. Aunque conceptualmente en esta categoría podría quedar incluido todo el ecómetro, hemos optado por incluir en ella sólo los criterios que relacionan el edificio con el

entorno próximo, tanto en cuanto a impacto generado, como en la medida de protección del ambiente de posibles cargas contaminantes. Entre los elementos analizados se tratan cuestiones comunes a otros sistemas de evaluación como el control de las escorrentías y erosión del suelo, promover el uso de sistemas de transporte alternativo al coche privado, el efecto de isla de calor urbana y el tratamiento y reciclado de los residuos. También se añaden algunos indicadores que introducen conceptos muy novedosos y todavía inexplorados como el tema de la complejidad y la compacidad urbana, los campos electromagnéticos y la protección del gas Radón. La evaluación de los indicadores de calidad del aire y de otras emisiones como ruido y luz entre otras, están enfocado a que el proyectista tome conciencia en el impacto que su edificio produce en su entorno, tanto urbano como rural.

Materiales

Los materiales en el Ecómetro se tratan de acuerdo a la filosofía del Life Cicle, dando un mayor énfasis a la evaluación ambiental, así como definida por la UNE-EN-15978 calculando los impactos generados en las diferentes etapas de la vida del edificio. Por eso el Ecómetro cuenta con una herramienta para el cálculo de los impactos de los materiales de construcción en las etapas iniciales que van de la cuna a la puerta de la fábrica (cradle to gate). Otros aspectos como el uso de productos renovables o con certificación ambiental, el uso de productos poco contaminantes y no perjudiciales para la salud de las personas y del medio durante su vida, la gestión de la obra así como la posibilidad de gestionar o reciclar los residuos de la construcción en la obra y en la etapa del fin de la vida del edificio, son todos elementos incluido en la evaluación. El principal objetivo es crear una conciencia en los profesionales en la importancia de la selección no solo de las tecnologías y soluciones constructivas empleada, enfocadas en la mayoría a la eficiencia durante el uso, sino también en el producto utilizado y en el proceso de construcción y de-construcción.

Diseño

En esta área se organizan y evalúan las estrategias pasivas y de diseño bioclimático integradas en el proyecto. Se incluyen en este grupo de criterios las estrategias que proporcionan mejoras en las prestaciones de los espacios habitables reduciendo la necesidad de aportes externos para garantizar la calidad del ambiente interior. Por lo tanto los criterios específicos evalúan las medidas de diseño relacionada con el confort en el espacio interior en cuanto a temperatura, humedad, iluminación y ruido; y las estrategias empleadas para reducir la demanda energética para la calefacción, refrigeración e iluminación del edificio.

Agua

Este apartado analiza la gestión del agua caracterizando la cantidad y la calidad de los flujos de entrada y salida del edificio, tratando de garantizar la eficiencia y la calidad. Los diferentes usos del agua van a requerir diferentes niveles de calidad. La herramienta trata de garantizar la gestión de las aguas grises, pluviales y negras, en función de las posibilidades del terreno o solar donde se implante el edificio, a través de estrategias de reducción, reciclaje y depuración del agua utilizada, con el objetivo de devolver al entorno las aguas residuales en el mejor estado posible. Lógicamente la existencia y características de las redes de abastecimiento y depuración locales, van a determinar, tal y como se explica en el mapa de aproximación las estrategias de diseño, enfocadas en definitiva a preservar este elemento indispensable para la vida.

Energía

Los elementos analizados en este punto son relativos a las estrategias activas de aporte externo de energía en el edificio y la gestión que se hace de esta en el edificio. Valoramos la cantidad y la calidad de las energías renovables empleadas y la gestión en la fase de uso. Aunque el enfoque prestacional sea el más objetivo para la evaluación de la energía, tiene como desventaja que resulta poco útil en la fase de diseño en cuanto el cálculo se puede realizar sólo con el proyecto definitivo. Por eso los criterios están enfocado en guiar el proyectista en la reflexión de las diferentes estrategias que se pueden adoptar como el uso de energía renovable producida in-situ, la reutilización del calor excedente, la energía residual, la selección de equipos y sistemas eficientes así como la monitorización y el mantenimiento de los mismos.

La organización de la evaluación está orientada a cubrir la función de guía para el diseño, proporcionando al proyectista mucha información sobre los diferentes aspectos, ayudando a reflexionar sobre el producto arquitectónico como organismo complejo con un gran impacto en el entorno próximo y en medioambiente en general.

ANALISIS DE CICLO DE VIDA EN EL ECÓMETRO

El Análisis de ciclo de vida que contempla el ecómetro está armonizado con la normativa ya existente sobre Sostenibilidad en los Trabajos de Construcción del Comité Europeo de Normalización -CEN/TC350- y del Comité Técnico de Normalización de AENOR -AEN/CTN 198-. La aplicación del ACV a un edificio está contemplada en la norma EN 15978:2011 (2).Esta norma especifica el método de cálculo, basado en la metodología del ACV y en otra información ambiental cuantificada, que permite evaluar el comportamiento ambiental de un edificio e indica como elaborar un informe y comunicar los resultados de la evaluación. Es aplicable tanto a edificios nuevos como existentes, así como a proyectos de rehabilitación. Incluye todos los productos, procesos y servicios de construcción relacionados con los edificios, utilizados a lo largo del ciclo de vida del edificio.

En lo referente a los productos de construcción, la norma EN 15804:2012 (3) aporta uniformidad en cuanto a la información ambiental de los productos de construcción a través del formato de la Declaración Ambiental de Producto (DAP). Una DAP sirve para comunicar de forma verificable, precisa y no engañosa la información ambiental de los productos y sus aplicaciones, apoyando así una toma de decisiones justa con base científica y desarrollando las posibilidades de mejora continua ambiental impulsadas por el mercado. Cada producto de construcción pertenece a una categoría de producto, es decir, a un grupo de productos de construcción que pueden cumplir funciones equivalentes. Para cada categoría de producto se definen las Reglas de Categoría de Productos (RCP) como el conjunto de reglas específicas, requisitos y guías para el desarrollo de declaraciones ambientales tipo III para una o más categoría de productos.

En términos de la nomenclatura definida por las normas anteriores el alcance del ACV que en la actualidad puede realizarse con el ecómetro incluye las siguientes etapas y procesos (ver **Figura 2**):

- A1: extracción y procesado de materias primas;
- A2: transporte hasta instalaciones del fabricante;
- A3: fabricación de productos y materiales de construcción;
- A4: transporte desde puerta de fábrica del productor hasta centro de distribución y hasta obra ;
- A5: proceso de construcción/instalación en el edificio, En la que se incluyen el consumo de agua, de combustibles de origen fósil y de electricidad durante la ejecución de la obra. También se ha incluido el movimiento de tierras y acondicionamiento del terreno previo a la construcción y la gestión y transporte de los residuos generados durante la obra.
- B4: sustitución de materiales y productos de construcción por ser su vida útil inferior a la del edificio.
- B6: en el que se incluye la producción y quema de los combustibles y la generación de electricidad empleados por los equipos de calefacción y de aire acondicionado durante la etapa de uso del edificio.

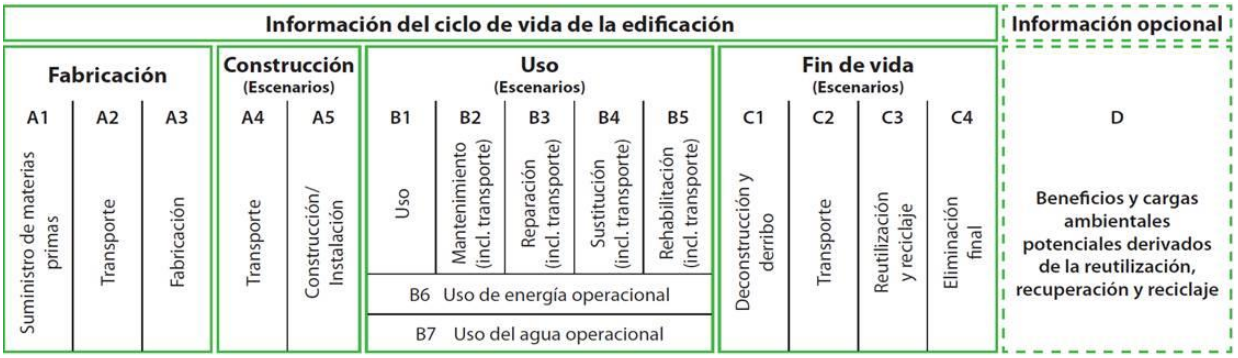


Figura 2: Módulos de información de las distintas etapa de la evaluación del edificio (Fuente: elaboración propia a partir de (3)).

A la hora de considerar los impactos ambientales generados en la producción de la electricidad consumida tanto en las etapas A1-3, A4 y B6, se ha tenido en cuenta el aporte de las distintas tecnologías del mix eléctrico español en 2013 (poner cita), aunque este último aspecto puede adaptarse al mix eléctrico de otros países ya que la estructuración del ecómetro así lo permite.

También acorde con las normas anteriormente descritas, la determinación de los impactos de ciclo de vida se realiza mediante la metodología del CML 2001 (4) desarrollada por el Institute of Environmental Sciences de la Universidad de Leiden (Paises Bajos). En concreto, las categorías de impactos evaluadas en el ecómetro son:

- Potencial de agotamiento de recursos abióticos, expresado en kg Sb-eq.

- Potencial de acidificación de recursos hídricos y del suelo, expresado en kg SO2-eq.

- Potencial de eutrofización, expresado en kg (PO4)3- eq.

- Potencial de calentamiento global, expresado en kg CO2-eq.

- Potencial de agotamiento del ozono estratosférico, expresado en kg R11-eq.

- Potencial de formación de ozono fotoquímico, expresado en kg C2H4-eq.

- Consumo de energía primaria, no renovable, expresado en MJ.

Para llevar a cabo el ACV, el ecómetro ha generado una base de datos ambientales genéricos de productos y materiales de construcción relacionados con los siguientes capítulos de obra:

- Cimentación
- Estructura
- Fachada
- Cubierta
- Divisiones interiores horizontales y verticales
- Acabados superficiales

La base de datos del ecómetro contiene datos ambientales para materiales y productos de construcción genéricos representativos de la realidad productiva europea. No obstante, la herramienta permite la incorporación de información

ambiental procedente de declaraciones ambientales de producto así como de otros estudios de ACV siempre y cuando pasen por un proceso de aprobación del comité técnico del ecómetro. El inventario de las cargas ambientales asociadas a los materiales y procesos genéricos se ha completado utilizando bases de datos comerciales y públicas, concretamente la European Life Cycle Database (ELCD 3.0) (5) y la desarrollada por Ecoinvent (6). El inventario de ciclo de vida y la evaluación de impactos de ciclo de vida se ha llevado a cabo mediante el software GaBi 5 (7).

Todos los materiales y productos de construcción de esta base de datos se asociarán a las partidas de obra que pueden aparecer en un presupuesto de ejecución de proyecto por lo que los usuarios podrán completar los datos de actividad del inventario de ciclo de vida a la vez que completan el presupuesto del proyecto (ver **Figura 17**).

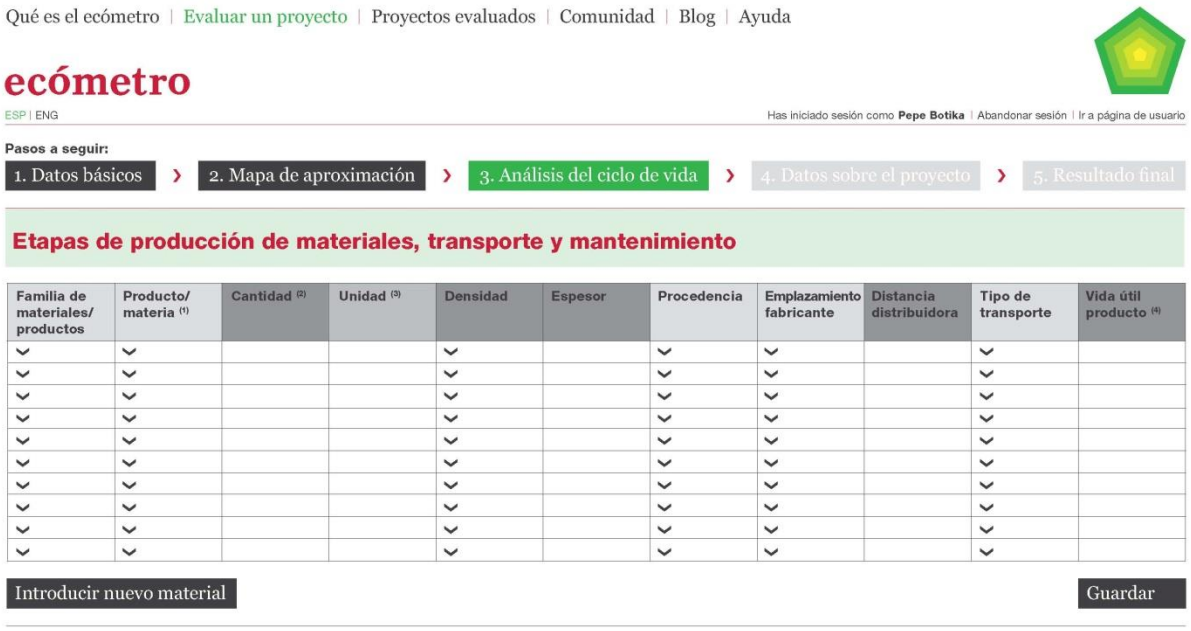


Figura 17: Tabla de introducción de partidas de obra asociadas al proyecto de construcción.

EL ECÓMETRO Y LAS DECLARACIONES AMBIENTALES DE EDIFICIO

Marco Existente

En el contexto español, el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad lo constituye el Código Técnico de la Edificación – CTE - (8). EL CTE hace referencia en su artículo 13 a la relación de la edificación con el medioambiente "…las obras deberán proyectarse y construirse de forma que no supongan una amenaza para el medio ambiente, en particular como consecuencia de fugas de gas tóxico, presencia de partículas o gases peligrosos en el aire, emisión de radiaciones peligrosas, contaminación o envenenamiento del agua o de suelo, …".

A pesar de esto último, en la actualidad no se dispone de herramientas claras para la medición de esos impactos en la edificación. Hasta ahora, las iniciativas que han intentado incorporar el ACV al proceso constructivo no han desarrollado un mecanismo que integre de manera sencilla la evaluación de impactos del ACV con la realidad del día a día en los estudios de arquitectura y oficinas de ingeniería. En la mayoría de los casos, estas iniciativas suponen la creación de herramientas ajenas a las ya presentes en dichos centros de trabajo y en cuyo uso se emplea un lenguaje ajeno al perfil del potencial usuario. Esto supone una barrera importante para la incorporación del ACV a la realidad de los diseñadores.

Por otro lado no existe una base de datos medioambiental de materiales, productos y procesos empleados en el sector en el sector donde se pueda acceder a información transparente, armonizada y de rigor.

Pensamos que estas son las dos razones principales para proponer el desarrollo de un programa de cálculo de huella ambiental a pesar de los realizados hasta ahora, suponiendo el auténtico valor añadido del ecómetro.

Mediante el ecómetro se podrá calcular de forma rápida los impactos ambientales lo que aportará información a la mesa de trabajo de diseñadores y prescriptores con el objeto de que tomen decisiones en las que no solo se pongan en la balanza los aspectos económicos sino también los ambientales. La herramienta aporta una ficha de resultados donde se resumen los indicadores evaluados así como la evaluación de las cinco áreas de acción (ver **Figura 18**). De igual modo, una vez tomadas dichas decisiones, la información ambiental generada formaría parte de lo que podría denominarse la Declaración Ambiental del Edificio (DAE).

De esta manera es posible calcular el impacto ambiental del edificio que incluya la fabricación de los productos de construcción, su transporte hasta obra, la construcción del edificio, las operaciones de sustitución de los productos y el uso de energía operacional del edificio.

Ventajas del uso de Ecómetro

La aplicación del ACV a la construcción a través de las DAE introduce una nueva perspectiva bajo la que se obtiene valiosa información que puede apoyar la toma de decisiones en la elaboración de medidas de reducción de impactos por parte de los distintos agentes involucrados en el sector (9):

Para planificadores urbanísticos, asesores municipales y promotores esta herramienta puede:

- Ayudar en la planificación de estrategias a nivel municipal, regional o estatal y por tanto en la implantación de políticas de ayudas a la construcción y a la rehabilitación, etc.
- Definición objetiva de criterios más adecuados para la contratación y la compra pública verde.
- Establecer prioridades para el diseño ecológico o la eco-rehabilitación de edificios.

Para arquitectos e ingenieros:

- Identificar oportunidades de reducción de impactos ambientales considerando el ciclo de vida completo de los edificios.
- Comparar ambientalmente distintas opciones de diseño.
- Selección de proveedores de productos de construcción.

Figura 18: Tabla de resultados proporcionados por el ecómetro.

AVANCES DEL PROYECTO

Aunque el ecómetro está aún en fase de desarrollo, ha sido designado como una de las 12 mejores ideas entre 800 presentaciones en el último Congreso Nacional de Medioambiente en España (10).

Actualmente el ecómetro junto con ASA (Asociación Sostenibilidad y Arquitectura) está trabajando en el desarrollo de la herramienta de cálculo de Huella de Carbono para la Oficina Española de Cambio Climático (OECC). Esto implica que el organismo oficial que regula la incorporación del marco normativo de dicho cálculo reconoce el planteamiento propuesto por el Ecómetro. Los motivos de la apuesta por parte de la OECC de la metodología propuesta por la asociación Ecómetro tiene su fundamento en la facilidad de uso para técnicos y en la realización del cálculo de la Huella de Carbono a través de bases de datos abiertas (11) para ello se está trabajando con la base OPENDAP generada por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja

El pasado mes de Mayo la Asociación Ecómetro fue invitada a la segunda sesión del ciclo 'Hacia una arquitectura eficiente', en el Roca Barcelona Gallery con los sellos internacionales de reconocido prestigio para exponer los criterios de trabajo y realizar una comparativa entre sellos internacionales. La valoración fue la más positiva y completa en el cuadro comparativo de indicadores entre los principales sellos: BREEAM, LEED, DGNB, VERDE, MINERGIE, PASSIVHAUS (12).

CONCLUSIONES

El contexto actual de crisis económica genera una incertidumbre continua, esto unido a la reconocida crisis medioambiental y social; ha impulsado los conceptos de sostenibilidad y ecodiseño en los últimos años. Por esta razón la Asociación Ecómetro trata de desarrollar herramientas que puedan responder a los nuevos valores de una sociedad que parece que está despertando. Una nueva sociedad que quiere basar sus principios en otros valores diferentes a los heredados.

Este nuevo contexto es apreciable en pensadores de diferentes sectores y se cimienta en valores como la transparencia, la participación, el conocimiento compartido, la colaboración, la resiliencia y la empatía. Todos ellos sin renunciar ni a la rigurosidad, ni al contexto normativo donde nos movemos y que rige el camino de la sociedad actual.

Dentro de este nuevo contexto del conocimiento compartido la asociación del Ecómetro propone el desarrollo de herramientas colaborativas libres y accesibles para acercar la sostenibilidad y la ecología a los procesos de la arquitectura. El ecómetro como herramienta de código libre para la evaluación y difusión de la sostenibilidad ambiental en la edificación pretende hacer accesible la obtención de información ambiental de calidad durante las etapas de proyecto, ejecución y uso del edificio que permita tomar decisiones sobre el diseño de edificios. Apuesta por las ventajas que supone una comunidad activa y facilita la cooperación, la autonomía y la capacidad de participación de los usuarios a través de la creación de estructuras de acceso libre y la apertura de canales de comunicación.

En el contexto de la transparencia, los criterios de medición son públicos y cualquier interesado puede participar en su definición. Por otro lado el código de la herramienta es abierto bajo una licencia GPL. La posibilidad de modificar criterios y código hacen útil, flexible y versátil el sistema de certificación, ya que permiten su aplicación a arquitecturas emplazadas en cualquier lugar del mundo, afectadas por factores ambientales totalmente diferentes, construidos con materiales distintos, sujetos a normativas que no tienen nada que ver.

Desde la participación, la herramienta se está conformando a través de debates abiertos, con especial atención sobre la transparencia, y pensando en diferentes grados de implicación. De hecho, por ejemplo estos procesos cada vez están poniendo más de manifiesto la necesidad de desarrollar criterios sociales en paralelo a los ambientales, lo que se nos plantea como un reto muy interesante para un futuro próximo.

El pensamiento en términos de ACV es esencial para avanzar en este momento de transición en que nos encontramos y por ello los tomamos como uno de los pilares básicos en el Ecómetro, representa la parte más rigurosa y analítica, la más científica y la más cercana a la normativa. Esta perspectiva del Análisis del Ciclo de Vida, asociada a las nuevas formas de trabajo en BIM (Building Information Modeling) puede suponer una transformación profunda del sector de la edificación, diseño y fabricación de productos de la construcción. En la actualidad, estamos ante una oportunidad histórica en la que el sector de la edificación puede pasar de ser parte del problema a ser parte de la solución

El ACV contemplado en la actual versión del Ecómetro incluye las etapas de producción de los materiales (alcance cuna-puerta), transporte hasta obra, fase de construcción y sustitución en el edificio. El alcance, las categorías de impacto evaluadas y otros aspectos del ACV están armonizados con la normativa ya existente sobre Sostenibilidad en los Trabajos de Construcción (Comité Europeo de Normalización -CEN/TC350- y el Comité Técnico de Normalización de AENOR -AEN/CTN 198-). Se ha generado una base de datos ambientales genéricos con la posibilidad de incorporar datos de ACV procedentes de declaraciones ambientales de producto y otros estudios.

En definitiva, el Ecómetro propone un debate entre las nuevas maneras de hacer y las establecidas, para que juntos definamos metodologías y herramientas que nos sirvan para hacer proyectos de arquitectura que reduzcan sus impactos medioambientales y sociales; a la vez que vamos obteniendo datos para su evaluación y análisis.

Se presenta como un proceso libre e independiente, cargado de valores de las nuevas maneras de entender el mundo, y que con muchos técnicos y muchas horas de trabajo cargadas de la mejor intención, invita a otros muchos que quieran participar del proyecto y ofrece el conocimiento desarrollado a todos aquellos que lo quieran utilizar para el fin para el que está concebido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Herramienta ecómetro. Available at: http://ecometro.org. Último acceso 18/09/2014.
2. EN 15978:2011. "Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method".
3. EN 15804:2012. “Sustainability of construction works. Environmental product declarations. Core rules for the product category of construction products”.
4. Guinée JB. Handbook on life cycle assessment operational guide to the ISO standards. The international journal of life cycle assessment 2002;7(5):311-313.
5. ELCD 3.0. Available at: http://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/. Último acceso 18/09/2014.
6. Ecoinvent Databases. Available at: http://www.ecoinvent.ch/. Último acceso 18/09/2014.
7. Software GABI v6. Available at: http://www.gabi-software.com/overview/product-sustainability-performance/. Accessed 18/09, 2014.
8. CTE. Available at: http://www.codigotecnico.org/web/cte/marco/. Último acceso 18/09/2014.
9. SUDOE T, Interreg IV B. Manual explicativo del Análisis de Ciclo de Vida aplicado al sector de la edificación.
10. Conama 2012. Available at: http://www.conama2012.conama.org/web/es/prensa/noticias/doce-de-los-mejores-proyectos-vistos-en-conama.html. Último acceso 18/09/2014.
11. Proyecto HCe. Available at: http://www.sostenibilidadyarquitectura.com/index.php/idi/572-proyecto-hce. Último acceso 18/09/2014.
12. Cuadro comparativo Roca Gallery. Available at: http://www.imcb.info/noticia/8200/cuadro-comparativo-de-roca-para-analizar-los-principales-sellos-de-certificacion-ambiental-y-energet#.VBlxBhYoDYX. Último acceso 18/09/2014.

2.2-Barrientos-Chile-1

CALCULO DE HUELLA DE CARBONO PARA UN CAMPUS SUSTENTABLE

Ariel Barrientos Díaz (1)
Egresado de Ingeniería en Medio Ambiente, U. de Los Lagos, 2013. Dipl. en Medio Ambiente, Corporación Ambiental del Sur, Konrad Adenauer Stiftung, Stgo.., 2008. Relator en temas de reciclaje y huertos orgánicos. Inspector de RILes y asistente de gestión ambiental en empresa Essal (2014)
Paola Ballerino Contreras
Ingeniero (e) en Biotecnología, U. Tecnológica de Chile, Máster en Tecnologías Geoambientales, U. Politécnica de Madrid. Académica del Depto. de R. NN. Y Medio Ambiente, U. de Los Lagos. Directora del Centro Experimental de Algas (CEA) del Consorcio BalBiofuels, Puerto Montt, Chile.

Dirección (1): Camino a Chinquihue, Km 6 – Puerto Montt - Provincia de Llanquihue – Región de Los Lagos - Chile - Tel.: (+65) 2322390 - Fax: (+65) 232-2417 – e-mail: ariel.bdiaz@gmail.com

RESUMEN

La Huella de Carbono (HdC), representa la cantidad de gases efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera, derivados de las actividades de producción o consumo de bienes y servicios. Es actualmente considerada como uno de los mejores indicadores para cuantificar las emisiones producto de los procesos y servicios generados en el mercado. El cálculo de la huella de carbono en la Universidad de Los Lagos, consideró el periodo de actividades que se llevaron a cabo entre de enero y diciembre del 2013, en las 4 sedes que forman parte del Campus Puerto Montt, de acuerdo a la metodología basada en el reporte Greenhouse Gas Protocol (GHGP). Éste recomienda, que una vez establecido el límite organizacional, se defina un Límite Operacional, donde se clasifiquen las emisiones en directas e indirectas, de acuerdo a su nivel de alcance dentro de la organización, dando lugar al Alcance 1 (emisiones directas), Alcance 2 (emisiones indirectas obligatorias) y Alcance 3 (emisiones indirectas voluntarias). Se realizó una recopilación de información sobre consumo energético, procedente de la electricidad y combustibles (diesel, gasolina y gas), compras de papel, transporte de residuos e información sobre el transporte de la comunidad universitaria. De esta forma se calcularon las emisiones de GEI utilizando factores de emisión, obteniéndose así para el año 2013 un total de 2.945,71 [tCO2eq]. Se encontró que la mayor contribución proviene del Alcance 3, con 2.352,41 [tCO2eq/año] que corresponde a un 79% de las emisiones totales. El transporte público o privado utilizado para acceder a la Universidad, es el principal responsable de esta contribución, pero también aportan a las emisiones de este alcance, la generación de residuos y las compras de papel. En el Alcance 2, el total de emisiones proviene del consumo eléctrico, con 424,9 [tCO2eq/año], lo que equivale a un 14% de la emisión total de GEI. Finalmente el Alcance 1 con 161,022 [tCO2eq/año] representa a un 7%.

Las alternativas de reducción de emisiones de GEI en las instituciones de educación superior, a diferencia del sector productivo, deberán estar enfocadas hacia los alcances 3 y 2, y dicen relación más con la promoción de buenas prácticas y sensibilización de la comunidad universitaria, que con la disminución de las emisiones directas provenientes de los procesos internos.

Palabras claves: huella de carbono, campus sustentable, Greenhouse Gas Protocol, desarrollo sustentable, gases efecto invernadero, calentamiento global.

INTRODUCCIÓN

La degradación de los recursos naturales, el exceso del uso de combustibles altamente contaminantes, deforestación de bosques, contaminación de ríos y mares; representa actualmente una problemática mundial que no conoce fronteras y comprometa a todas las naciones y organismos internacionales. En este delicado contexto, es indispensable tener en cuenta las consideraciones ambientales en la planeación del desarrollo, así como implementar enfoques adaptados hacia estas intervenciones estratégicas, que sean complementarios a la evaluación de impacto ambiental (Ahumada et al. 2011).

El desarrollo sustentable se consigna hacia una preocupación sobre el estado del medio ambiente y su interacción en lo económico y social, en cuanto a lo que su administración eficiente y racional se refiere (Foladori, 1999). En virtud de esto, la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (World Commission on Environment and Development), publica en abril de 1987, un informe denominado “Nuestro Futuro Común” (Our Common Future), durante la Relatoría de Brundtland ocurrida en el mismo año (The Brundtland Commission). En él se define el concepto de desarrollo sustentable como, “aquel que garantiza las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Existen dos elementos centrales en esta definición: a) la garantía para las futuras generaciones de un mundo físico-material y de seres vivos igual o mejor al que existe actualmente y b) un desarrollo con equidad para las presentes generaciones (Foladori, 1999).

La sustentabilidad ambiental se direcciona como eje transversal en las políticas públicas, integrando y articulándose más efectivamente en instituciones y sectores de la sociedad, con el objetivo común de lograr un equilibrio armónico entre el desarrollo social, los procesos productivos y la conservación del medio ambiente.

Uno de los actores de mayor relevancia para lograr este equilibrio, son las Instituciones de Educación Superior, las cuales cumplen un rol fundamental dentro de la sociedad. Son ellas las responsables de la formación de los profesionales del mañana, que se van a desempeñar tanto en el sector público como privado, y en base a todos los conocimientos adquiridos, ellos serán los encargados de la toma de decisiones que apunten a un desarrollo más responsable, equitativo y eficiente. Es por ello que las universidades tienen el deber de involucrarse en el estudio y conservación de los recursos naturales, estableciendo en sus mallas curriculares, asignaturas que proporcionen aprendizajes transversales a todas las carreras, que impriman un sello en los estudiantes que les permita el día de mañana, enfocar su trabajo hacia la sustentabilidad.

A partir de la Declaración de Talloires para un futuro sostenible (University Leaders for a sustainable future, 1990), las universidades del mundo se han venido comprometiendo a incorporar temas de sustentabilidad y medioambiente en la docencia, investigación, administración y extensión a través de planes de acción que se resumen en los siguientes puntos:

Incentivar a la universidad para que se comprometa con la educación, investigación formación de políticas e intercambios de información de temas relacionados con población, medio ambiente y desarrollo y de esta manera alcanzar un futuro sostenible.

Ser un ejemplo de responsabilidad ambiental estableciendo programas de conservación de los recursos, reciclaje y reducción de desechos dentro de la universidad.

A pesar de todos sus esfuerzos, las universidades no están exentas de generar impactos ambientales, debido a que el uso de energía necesaria para su funcionamiento, proviene principalmente de la quema de combustibles fósiles, lo cual, contribuye de manera significativa al calentamiento global. La mayor parte del alza de la temperatura registrada desde mediados del Siglo XX, principalmente entre el periodo de 1978-1998, fue atribuible al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera originados por actividades humanas, tales como la quema de combustible fósiles, la deforestación y la agricultura (U. Chile, 2011).

En general, se puede afirmar que el consumo energético de las actividades productivas, es el que tiene mayor participación en incremento de emisiones de GEI de los últimos 50 años (fuente…). La medición precisa de la relación que existe entre las actividades y las emisiones de GEI derivadas de ellas, constituye un paso fundamental para establecer mejores mecanismos de reducción y mitigación del exceso de los gases que retienen calor en la atmósfera. En respuesta a esto, es que desde hace algunos años los países desarrollados han comenzado a prestar mayor atención al análisis de los GEI en el ciclo de vida de los productos y de las corporaciones, a través de un inventario de emisiones llamado huella de carbono.

La huella de carbono es un término utilizado para describir la cantidad de gases de efecto invernadero emitidas por acción directa o indirecta de una actividad (Zaror, 2010). Esta surge como una herramienta de gestión ambiental, en respuesta a las exigencias impuestas por consumidores, que plantean como objetivo economías bajas en emisiones de Gases de Efecto Invernadero y la reducción de impactos adversos generados por el cambio climático. Esta herramienta permite que las empresas privadas o instituciones públicas ganen ventajas competitivas, un mejor manejo de riesgos, y dar un valor agregado a sus productos o servicios. La Huella de Carbono amenaza con transformarse rápidamente en un factor condicionante de las transacciones de todo tipo de productos y de servicios entre países del Hemisferio Sur y del Hemisferio Norte. (Urrutia j, et al.2010)

La huella de carbono, también conocida como Inventario de Emisiones, se refiere a las emisiones de GEI que se generan a lo largo del ciclo de vida de un producto o servicio. Las universidades no son empresas que produce un bien, sino instituciones que entregan un servicio, la educación. Es por esto que no están exentas del compromiso de cuantificar y reducir las emisiones que son de su responsabilidad directa o indirectamente. Se expresa generalmente en términos de CO_2 equivalente, el cual se define como la concentración de este gas que causaría el mismo forzamiento radiactivo medio mundial que la mezcla dada de CO_2, con gases de efecto invernadero, y aerosoles (Houghton et al 1997). Se incluyen aquí las emisiones que provienen directamente de las operaciones que son propiedad y están bajo el control de la empresa o institución, y aquellas que son generadas de manera indirecta al adquirir bienes y servicios externos (Zaror, 2010). Se incluye además, el consumo de papel,
cuya producción proviene de pastas vírgenes de fibras vegetales, las cuales están siendo consumidas a un ritmo insostenible para el planeta, lo cual provoca un trabajo más intensivo y mayor consumo energético, si se compara con el material obtenido a partir de fibras recicladas. Debido a esto es que las emisiones generadas de CO_2 equivalente durante su ciclo de vida son consideradas significativas.

Uno de los estándares más usados para estos efectos fue propuesto por el *Greenhouse Gas Protocol Initiative* (GHGP). Este protocolo, es una iniciativa liderada por la ONG norteamericana *World Resources Institute* (WRI) y el *World Business Council for Sustentainable Development* (WBCSD), una agrupación de 170 compañías internacionales con base en Ginebra. Se da a conocer en 1998 con el objetivo de establecer una metodología para contabilizar e informar las emisiones de GEI de las organizaciones. El protocolo define para esto, la necesidad de reconocer lo límites y alcances del inventario, los cuales consisten en:

Límite Organizacional: dentro de él se debe contabilizar la totalidad de las emisiones que se generan como consecuencia de las operaciones sobre las cuales la organización ejerce control y tiene la potestad para incidir directamente en su reducción, definiendo políticas de gestión ambiental estratégicas, o a través de la implementación de tecnologías más limpias.

Límite Operacional: corresponde a la clasificación de las emisiones, las cuales pueden ser directas o indirectas, de acuerdo a su nivel de alcance dentro de la organización. Las emisiones directas, son aquellas que se generan en actividades bajo el control directo de la institución, mientras que las indirectas, se generan en operaciones relacionadas con la cadena del valor, pero fuera del control de la empresa u institución de estudio. De acuerdo a las emisiones de GEI se distinguen tres tipos de alcances:

Alcance 1 (Emisiones Directas): Se refieren a las emisiones de GEI generadas directamente por las actividades de la empresa.

Alcance 2 (Emisiones Indirectas): Asociadas a la adquisición de energía eléctrica, vapor o agua caliente, como un servicio proporcionado por terceros.

Alcance 3 (Emisiones Indirectas): Considera otras emisiones indirectas provenientes de las actividades corriente arriba o corriente abajo de una organización, así como emisiones asociadas a la manufactura realizada por terceros a cuenta de la empresa o subcontratada, arrendamientos o franquicias no incluidas en los alcances anteriores, actividades relacionadas al transporte en vehículos externos de materiales, combustibles y bienes adquiridos, transporte de personal desde o hacia su lugar de trabajo, viajes de negocios, transporte de productos vendidos, transporte de residuos, entre otros.

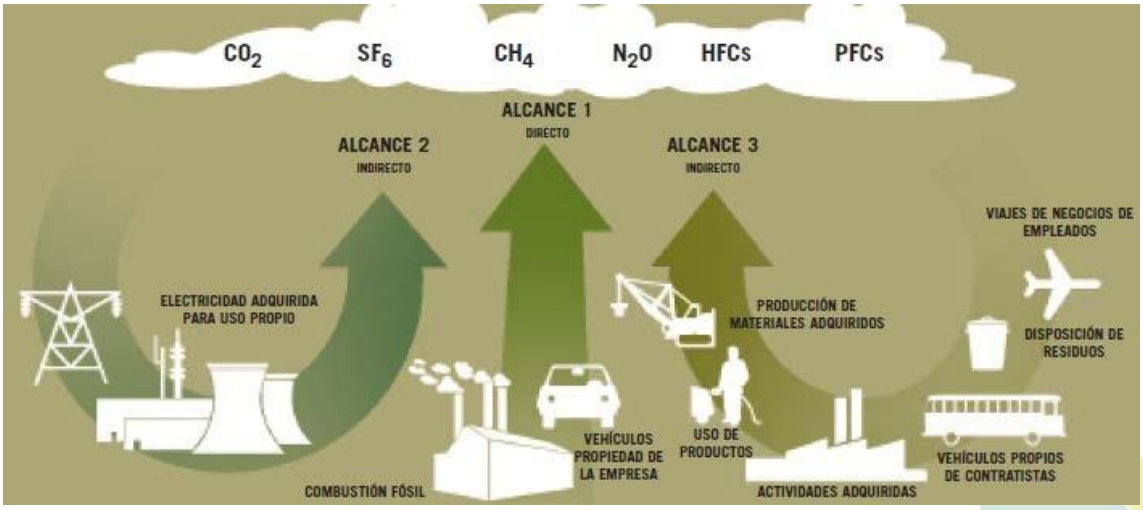


Figura 1. Alcances del inventario de GEI (GHG Protocol, 2005)

Cuando el Inventario de GEI corporativo va a ser comunicado al público, se deben incluir obligatoriamente las emisiones de Alcance 1 y 2. Las emisiones de Alcance 3 aún son voluntarias y las empresas son libres para decidir qué otras emisiones indirectas desean informar al público.

OBJETIVOS

Conocer la Huella de Carbono de la institución para el año 2013 a través de una metodología basada en el reporte Greenhouse Gas Protocol (GHGP)

HIPÓTESIS

Son las emisiones indirectas, provenientes de las fuentes móviles del alcance 3, las que más contribuyen con la huella de carbono institucional.
Son las emisiones indirectas, provenientes de las fuentes móviles del alcance 3, las que más contribuyen con la huella de carbono institucional.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el Cálculo de Huella de Carbono Corporativa en el Campus Puerto Montt de la Universidad de Los Lagos, está basada en el documento Greenhouse Gas Protocol (Protocolo de Gases de Efecto Invernadero), elaborado por el World Resource Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 2011), y la norma ISO 14064-1 (2006), que es una norma internacional para la verificación voluntaria de gases de efecto invernadero. Esta norma a su vez se desprende de las directrices del GHG Protocol. Este protocolo es uno de los más utilizados y reconocidos a nivel mundial para la comprensión, cuantificación y manejo de las emisiones de gases de efecto invernaderos (GEI) a nivel corporativo.

1. Definición de límites y alcances

Para definir el Límite Organizacional en este estudio, se aplicó una lógica de control, estableciéndose como tal, todas las sedes que son parte del campus Puerto Montt de la Universidad de Los Lagos: Calle Serena, Instituto Tecnológico, Sede Chinquihue y Centro de Investigación IMAR.

Al establecer estos límites, se escogió un enfoque para consolidar sus aportes de GEI, definiendo aquellas operaciones de la Institución, cuyas emisiones se puedan contabilizar y reportar. Dentro de los Límites Operacionales, se definen las emisiones que corresponden a las operaciones del Campus Puerto Montt de la Universidad de Los Lagos, clasificándolas en emisiones directas o indirectas según su alcance.

Alcance 1 (Emisiones Directas) : Son las emisiones que se producen a partir de fuentes que son propiedad o están bajo el control de la Universidad de Los Lagos, como aquellas provenientes del uso de combustibles fósiles para el funcionamiento de las calderas y vehículos que son propiedad de la Institución.

Alcance 2 (Emisiones Indirectas): Son las emisiones generadas por el consumo eléctrico de la Universidad.

Alcance 3 (Otras Emisiones Indirectas): Entre ellas se incluyen las emisiones procedentes de los residuos; la compra de los materiales adquiridos desde terceros; el transporte de combustibles comprados, el traslado de los empleados hacia y desde el lugar de trabajo. El protocolo de GEI no exige contabilizarlas, sin embargo es importante destacar que mientras más fuentes se incluyan en este alcance, más oportunidades de reducción de emisiones tendrá la Universidad, siempre que ellas sean significativas.

Tabla 1. Fuentes de emisión directas e indirectas de la Universidad de Los Lagos, campus Puerto Montt.

FUENTES EMISORAS	ALCANCES	TIPO DE EMISIÓN
Consumo de combustible (diesel, gasolina y gas)	Alcance 1	Directo
Transporte de vehículos propios o controlados por la Institución	Alcance 1	Directo
Consumo de electricidad	Alcance 2	Indirecto
Viajes (transporte aéreo, terrestre o marítimo)	Alcance 3	Indirecto
Traslado personal (docentes, funcionarios y estudiante)	Alcance 3	Indirecto
Consumo de Papel	Alcance 3	Indirecto
Transporte de residuos	Alcance 3	Indirecto

Fuente: Elaboración propia

ACTIVIDADES DESARROLLADAS

1. Recolección de datos.

a) **Definición del período de estudio.** Se seleccionó el año 2013 como periodo de estudio, cautelando la recolección de los datos más precisos, confiables y completos disponibles para dicho periodo.

b) Definición del flujo de información y encargados de cada servicio. Se designó en cada oficina o dependencia de la Universidad un encargado representante responsable de proporcionar la que se precisó recolectar.

c) Levantamiento de información no disponible. Se confeccionó una encuesta en formato virtual e impreso para el levantamiento de información, respecto a distancia recorrida por parte de la comunidad universitaria (docentes, funcionarios y estudiantes) desde su domicilio hasta la Universidad.

d) Registro de información. Se realizó un registro y estimación de emisiones, con la siguiente información, relacionada con energía y combustibles:

- Nómina de los tipos de energía consumidas, diferenciado por tipo de combustible y tipo de uso de los equipos (fuentes fijas o móviles).
- Consumo mensual y anual de energía eléctrica en kWh
- Consumo mensual y anual de petróleo, gasolina y gas en Litros (Lt).
- Traslado con vehículos de la institución (Kilómetros o Litros).
- Traslado aéreo pagados por la institución de académicos, funcionarios y alumnos
- (Kilómetros).

- Traslado de la comunidad (académicos, funcionarios y alumnos) con vehículos que no pertenezcan a la institución desde sus hogares hasta las instalaciones y viceversa, diferenciando el medio de transporte utilizado (Kilómetros).

- Las compras de papel, a través de boletas, facturas o guías de despacho.

2. **Cuantificación de emisiones**

Para calcular las emisiones de GEI, se utilizaron los datos de consumo de combustible y factores de emisión[1], la cual está expresada en la ecuación 1:

$E_g = C_c * FE_{c,p}$ **ecuación 1**

Donde:
Eg: corresponde a la emisión del GEI *g.*
Cc: corresponde al consumo de combustible *c.*
FEc,p: corresponde al factor de emisión del combustible *c* y el proceso o tecnología *p*.

Para Electricidad, se utiliza la ecuación 2

*Cantidad de KWh al mes * 12 meses* factor de emisión en Kilógramos de CO_{2eq} por kWh* **ecuación 2**

Factores de emisión: Convierten los datos de la actividad en valores de emisión, estos varían de acuerdo al tipo de fuente de emisión de GEI. Los factores de emisión pueden ser determinados al interior de cada institución para combustibles y procesos específicos. De no existir factores específicos de la organización, se pueden utilizar factores más genéricos, como los factores oficiales del país o de no ser así factores genéricos internacionales como los del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). En éste caso los valores corresponderán a los factores establecidos por el Ministerio de Energía.

3. **Factores de emisión de sistemas eléctricos**

Información perteneciente al Sistema Interconectado Central (SIC)

Tabla 2. Reporte de Emisión para el SIC

Año	Promedio (tCO_2eq/KWh)
2011	0,379
2012	0,391
2013	0,432

Fuente: Ministerio de Energía. 2013

[1] Para calcular las emisiones de las diferentes actividades, se utilizaron factores de emisión obtenidos principalmente de la DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs, Ministerio chileno de Energía (http://huelladecarbono.minenergia.cl/factores-de-emision) y la EPA (Environmental Protection Agency)

4. **Factores de emisión para combustibles**

Información en relación a los factores de emisión térmicos

Tabla 3. Factores de emisión de CO2 de los combustibles utilizados en alcance 1

Actividad	Ítem	Unidad	CO_2 [CO_{2eq}]	CH_4 [CO_{2eq}]	N_2O [CO_{2eq}]	Total [CO_{2eq}]
Combustión	Gasolina	[L]	2,3	0	0,02	2,32
Combustión	Diesel	[L]	2,64	0	0,03	2,67
Combustión	GLP	[L]	1,49	0	0	1,49

Fuente: Elaboración propia, en base a información del DEFRA 2011.

5. Factores de emisión para viajes.

El transporte aéreo es un servicio prestado por un tercero, por lo tanto la Institución, de acuerdo a su mapa de proceso y objetivos planteados, puede o no agregarlo dentro de su alcance 3. Para el caso del transporte aéreo, se consideran los factores de emisión asociados al ciclo de aterrizaje y despegue (LTO) y al gasto de combustible (kerosene de aviación) durante el vuelo crucero (altitud > 1000 m).

Tabla 4. Factores de emisiones de aviones comerciales.

Actividad	Ítem	Unidad	CO_2 [CO_{2eq}]	CH_4 [CO_{2eq}]	N_2O [CO_{2eq}]	Total [CO_{2eq}]
Transporte aéreo	Trayecto Corto	[pkm]	0,178	0	0,002	0,18
Transporte aéreo	Trayecto Medio	[pkm]	0,105	0	0,001	0,106
Transporte aéreo	Trayecto Largo	[pkm]	0,12	0	0,001	0,121

Fuente: DEFRA 2011.

Tabla 5. Factores de emisiones Transporte de Residuos

Actividad	Ítem	Tipo de Residuo	Unidad	Factor de Emisión Destino	[$kgCO_2/t$]
Degradación de Residuos	Sur (X-XII)	Basura Mezclada	[t]	Vertedero Municipal	946,35

Para poder determinar las emisiones provenientes del alcance 3 de transporte de personal de la universidad, se utilizará una encuesta que podrá inferir la información necesaria para dicho cálculo. Para ello se utilizará un método estadístico conociendo el tamaño de la población, con un porcentaje de confianza de un 95% (0,95) y error de 5% (0,5), el cual está determinado por la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z^2 p q N}{NE^2 + Z^2 p q}$$

ecuación 3

Donde:

n es el tamaño de la muestra;
Z es el nivel de confianza;

p es la variabilidad positiva;
q es la variabilidad negativa;

N es el tamaño de la población;

E es la precisión o el error.

De esta forma se podrá tomar la muestra representativa del total de población universitaria, respecto al medio de transporte utilizado, tipo de combustible, distancia recorrida para poder calcular las emisiones generadas. Una vez que las emisiones de gases de efecto invernadero están calculadas, se deben transformar a toneladas de CO2 equivalente (tCO2eq), considerando a su vez el porcentaje del total de emisiones que corresponden a cada alcance.

RESULTADOS

1. Establecimiento de los Límites.

El campus Puerto Montt de la Universidad de los Lagos, es una entidad pública, que controla financiera y operacionalmente todas sus actividades. Posee una infraestructura subdividida en cuatro instalaciones dentro de la ciudad: Sede Serena y Chinquihue, además del centro de investigación I-Mar e Instituto Tecnológico. La Universidad cuenta además con cuatro vehículos institucionales, de los cuales dos utilizan gasolina y dos diesel. Debido a las características de la institución, se utilizará el enfoque control operacional, la cual implica considerar todas las actividades operadas o realizadas en el periodo de tiempo a evaluar, que puedan generar emisiones significativas.

Tabla 6. Límites Operacionales de la Universidad.

	DIRECTAS	INDIRECTAS	
FUENTES	ALCANCE 1	ALCANCE 2	ALCANCE 3
FIJAS	Calefacción de oficinas y piscina	Consumo eléctrico en instalaciones de la Universidad	
MOVILES	Viajes realizados por los vehículos institucionales		Transporte y disposición de residuos, consumo de papel, viajes de personal de la U externo a vehículos de la institución, traslado de personal desde y hacia su residencia

2. Calculo de emisiones GEI Alcance 1 (Emisiones directas):

a) **Traslado Vehículos Institucionales**: La información fue determinada a través de las facturaciones mensuales por parte de la empresa proveedora Petrobras, donde se pudo determinar el gasto de combustible (emisión directa), la cual fue expresada en litros consumidos por año. El total de emisiones provenientes del traslado de vehículos institucionales fue de 22,91 tCO2eq/año

b) **Calefacción**: El método de calefacción es a través de calderas, las cuales funcionan en el caso de sede Chinquihue a gas, mientras que en el centro de investigación I-mar, sede Serena e Instituto Tecnológico a diesel. En el caso de la piscina se utiliza energía geotérmica y termos eléctricos. La totalidad de las emisiones generadas, producto de la combustión en las calderas, cuyo combustible es a base de diesel y gas para las instalaciones de la Universidad fue de 143,362 tCO2eq/año

El total de las emisiones generadas en el alcance 1 (emisiones directas), provenientes de aquellas fuentes que son controladas por la Universidad, fue de **166,272 tCO2eq/año.**

Alcance 2 (Emisiones indirectas):

a) Consumo de electricidad en instalaciones: La información se obtuvo a partir de las boletas de consumo eléctrico de la empresa SAESA, este dato se expresa en KWh por año. El total de emisiones proveniente del consumo de electricidad por la institución fue de 424,9 tCO2eq/año, siendo éste, el valor total para este alcance.

Alcance 3 (Emisiones indirectas):

a) **Consumo de papel**: Este dato se obtuvo de las órdenes de compras realizadas a través del portal de Mercado Público a los diferentes proveedores, considerando sólo la cantidad de resmas adquiridas. La información se expresa en Kg de papel por año. El total de las emisiones provenientes del consumo de papel del Campus es de 15,66 tCO2eq/año

b) **Generación de residuos**: Se considerarán las siguientes actividades dentro de la operación:

- **Transporte:** Las emisiones asociadas a transporte de los residuos desde las instalaciones hasta el sitio de disposición final, referidos a los residuos generados en la sede Chinquihue y Serena, además del centro de investigación I-mar e Instituto Tecnológico. Las emisiones generadas corresponderán a las emitidas por el camión en función del porcentaje del volumen que ocupan respecto del total de la capacidad del camión que los transporta a la disposición final (vertedero de Lagunitas).
- **Disposición:** Se utilizará el volumen total de residuos dispuesto en el vertedero por año.

El total de las emisiones generadas del transporte de los residuos sólidos domiciliarios, generados por la Universidad, fueron de **156,99 tCO2eq/año**

c) Viajes de vehículos externos a los de la Institución: La información se obtuvo de las facturas emitidas por los diferentes proveedores clasificándolos de acuerdo al tipo de transporte (aéreo, terrestre o marítimo) y se expresó en kilómetros o litros de combustible por pasajero por año.

- Transporte Aéreo: Las emisiones generadas por el transporte aéreo fueron en su totalidad de 41,11 tCO2eq/año

d) **Traslado de personal:** La información fue obtenida de los alumnos, académicos y funcionarios a través de encuestas, por lo que utilizó una muestra representativa a través de un análisis estadístico de acuerdo al total de la población de la Universidad el cual fue el siguiente: Conociendo el tamaño de la población de 3549 personas, donde 3173 corresponden a estudiantes (89,4%), 56 académicos contratados (1,6%), 260 académicos part-time (7,3%) y 60 funcionarios (1,7%), se estableció la dimensión de la muestra representativa, con un porcentaje de confianza de un 95% (0,95) y error de 5% (0,5), Para el cálculo se reemplazan los valores en la ecuación 3

Reemplazando en la ecuación 3, se obtiene un valor de n de 347 encuestas:

$$\frac{(1,96)^2\ (0,5)\ (0,5)\ (3549)}{(3549)\ (0,05)^2 + (1,96)^2\ (0,5)\ (0,5)} = 347$$

El total de las emisiones provenientes del traslado de la comunidad universitaria (académicos, funcionarios y alumnos) desde sus domicilios hasta la universidad es de **2.141,02 $tCO_{2eq/año}$**. Siendo esta la emisión más significativa.

El total de las emisiones del alcance 3 es de **2354,78 tCO2e/año.**

Tabla 7. Resumen de las emisiones derivadas de la Universidad de Los Lagos.

Fuentes Emisoras	Alcances	Tipo de Emisión	Emisión tCO2eq/año
Consumo de combustible (diesel, gasolina y gas)	Alcance 1	Directo	143,36
Transporte de vehículos propios o controlados por la Institución	Alcance 1	Directo	22,91
Consumo de electricidad	Alcance 2	Indirecto	424,9
Viajes (transporte aéreo, terrestre o marítimo)	Alcance 3	Indirecto	41,11
Traslado personal (docentes, funcionarios y estudiante)	Alcance 3	Indirecto	2141,02
Consumo de Papel	Alcance 3	Indirecto	15,66
Transporte de residuos	Alcance 3	Indirecto	156,99
TOTAL DE EMISIONES			2945,95

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Utilizando una metodología basada en la del Greenhouse Gas Protocol, se ha generado la primera cuantificación de GEI atribuibles a las operaciones del Campus Puerto Montt de la Universidad de Los Lagos, para el año 2013. Se establecieron siete fuentes en función de los límites y alcances definidos, donde se consideraron las emisiones directas e indirectas. El valor de la huella de carbono para el periodo estudiado fue de 2.945,95[tCO2eq/año]. Esta cifra no es elevada si se compara con el sector industrial, por ejemplo tal es el caso de las EDAR (Estación Depuradora de Aguas Residuales) de L'Entitat Metropolitana de Serveis Hidràulics i Tractament de Residus (EMSHTR), cuya emisiones alcanzaron 206.270 [tCO2eq/año], siendo dentro de ellas las del Alcance 3, con 125.824,7 [tCO2eq/año], A éstas les siguen las emisiones correspondientes al Alcance 2 con 51.567,5 [tCO2eq/año], y finamente el Alcance 1 con 28.877,8 [tCO2eq/año]. Otro caso proveniente del sector industrial, es la Compañía minera Collahuasi quien reportó emisiones para el año 2010 de 1.581.575[tCO2eq/año], siendo en este caso, el Alcance 2 el más elevado reportando 1.047.653 [tCO2eq/año], seguido de Alcance 1, con 354.468 [tCO2eq/año], y finalmente el Alcance 3 con 179.454 [tCO2eq/año]. En ambos casos las emisiones son muy altas, sin embargo los Alcances más elevados no siempre son los mismos, todo dependerá del tipo de operaciones y procesos que se generen en cada industria.

Claro está que la cantidad de emisiones reportadas por la Universidad de Los Lagos está muy por debajo de la del sector industrial, sin embargo si la comparamos con otras mediciones de Huella de Carbono del sector servicio, como es el caso de Falabella Retail S. A., cuyo informe del año 2012, reporta 124.508 [tCO2eq/año], donde 88.300 [tCO2eq/año] corresponden al alcance 3, 36.012 [tCO2eq/año] al Alcance 2 y 196 [tCO2eq/año] al alcance 1, podemos ver que también es superado por un alto porcentaje. Si el valor de la huella de carbono calculada en este estudio se copara con la de otras universidades como la Pontífice Universidad Católica de Chile, quien reportó 54.728,5[tCO2eq/año] durante el 2012, o la Universidad Andrés Bello que para el mismo año emitió 88.300[tCO2eq/año], o la Universidad Tecnológica Metropolitana quienes en el 2010 generaron 5.942[tCO2eq/año], se concluye que las emisiones del Campus Puerto Montt, son significativamente más bajas, debido principalmente a que la población universitaria y el tamaño de la infraestructura es menor, lo que conlleva a un valor más bajo en los reportes de GEI para los alcances 3 y 2 respectivamente, los cuales son los más significativos.

Es importante destacar, que en todas las universidades citadas anteriormente, las mayores emisiones se obtuvieron del alcance 3, el cual es un compromiso voluntario a diferencia de los alcances 1 y 2. Por este motivo, sería recomendable incluirlo como obligatorio, debido a que representa el aporte de GEI más significativo cuando se trata de instituciones de educación superior. Al considerar las emisiones correspondientes a este alcance, se puede dar inicio a la formulación de lineamientos hacia la disminución de la Huella de Carbono. El alto valor de este alcance, se debe principalmente a que las instituciones no poseen procesos de producción que requieran altos niveles de consumo energético, el cual es el índice más alto en el sector industrial, y según la Comisión Nacional de Energía (CNE), el responsable del 81 % de las emisiones de gases de efecto invernadero del país. Esto a la hora de tomar medidas de reducción es importante, pues en el sector empresarial, mediante mejoras e implementación de tecnologías más eficientes en su cadena productiva, pueden disminuir considerablemente los costos de consumo energético, traduciéndose así en un beneficio económico. Por el contrario, en la Universidad el ítem más alto correspondiente al transporte de la comunidad universitaria, por ello las propuestas de reducción de la Huella de Carbono se deben enfocar más a su rol formativo y hacia las propuestas a nivel regional y local. Las instituciones de educación deben ser promotoras de buenas prácticas de gestión y comportamiento civil. Ser proactivas la hora de generar alternativas de transporte, proponiendo soluciones a los gobiernos, basadas en sus propios estudios y disciplinas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, las emisiones indirectas provenientes del alcance 3 (transportes aéreos, terrestres, de residuos, compra de papel) fueron las más altas, por lo que se acepta la hipótesis planteada. Sin embargo las medidas para reducir las emisiones de este alcance son limitadas, por lo que es necesario crear programas que incentiven la reducción de GEI, que incluyan fondos públicos destinados a apoyar iniciativas de las Universidades y que promuevan el uso de tecnologías limpias,optimización de la gestión y reducción de la Huella de Carbono al interior de las instituciones. Estas iniciativas pueden ser desarrolladas utilizando un enfoque voluntario, obligatorio o mixto.

Como Universidad, se deben fortalecer acciones de educación y capacitación referidas al Cambio Climático y su relación con las emisiones de GEI, ya que en muchos casos éstas, están asociadas a prácticas deficientes por desconocimiento o falta de conciencia.

Por otra parte, para proponer medidas de reducción en el Alcance 2 (consumo eléctrico), se debe generar una valoración económica, con el fin de poder implementar estudios luxométricos y una auditoría energética con instrumentos técnicos adecuados que permitan la identificación de las instalaciones o artefactos que más aportan al consumo de electricidad y por consiguiente a las emisiones de GEI pertenecientes a este alcance.

Finalmente para el Alcance 1, emisiones directas, se propone cambiar las fuentes de combustibles de petróleo por las de gas licuado, ya que su factor de emisión es más bajo y por lo tanto, su impacto de GEI es menor hacia el medio ambiente.

En este primer inventario de GEI, el resultado obtenido corresponde a la Huella de Carbono del Campus Puerto Montt, con la idea de incluir en los próximos inventarios, las instalaciones ubicadas en Osorno, Santiago y Castro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AHUMADA B., PELAYO M., ARANO A. (2011). Sustentabilidad ambiental, del concepto a la práctica: Una oportunidad para la implementación de la evaluación ambiental estratégica en México. Consultoría en gestión para el desarrollo. Volumen 21. Número 2. Pp 291-232
2. CENTRO TECNOLÓGICO DEL AGUA (CETAQUA).(2010). Cálculo de Huella de Carbono en las Instalaciones de tratamiento de agua residual y fango en la EMSHTR. Área Metropolitana de Barcelona. Entitat del Medi Ambient.Barcelona España.
3. CONDE R., GONZALEZ O., MENDIETA E. (2006). Hacia una gestión sustentable del campus universitario. Tiempo Laberinto. 93: 15-25
4. Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM (2010). Medición de Huella de Carbono.Chile
5. FOLADORI G. (1999). Sustentabilidad ambiental y contradicciones sociales. Ambiente y sociedad. Número 2. Pp 19-34
6. Fundación Chile (2013). Informe Preliminar Huella de Carbono Corporativa 2012 Falabella S.A.Chile.
7. HOUGHTON J., MEIRA L., GRIGGS D., MASKELL K. (1997). Estabilización de los gases atmosféricos de efecto invernadero: implicaciones físicas, biológicas y socioeconómicas. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). 63 pp
8. Norma Española UNE-ISO 14064-1 (2006) Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 216 Energías Renovables y Cambio Climático. AENOR ESPAÑA
9. Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2007). Cambio Climático 2007: Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto informe de evaluación del grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC. Suiza, 104 p.
10. Programa de estudios e investigación en energía para la división de desarrollo sustentable. (2011). Determinación de los factores de emisión para los alcances 1 y 2 de la estimación de huella de carbono. Instituto de Asuntos Públicos. Centro de análisis de políticas públicas. Universidad de Chile. 182 pp.
11. University Leaders for a Sustainable Future. (1990). Report and Declaration of the Presidents Conference. Talloires Declaration. 3pp
12. UK Department of Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). 2011 Guidelines to DEFRA's GHG Conversion Factors: Methodology Paper for Transport Emissions Factors. London, Britain: British Government.
13. URRUTIA J., VALENZULEA R. (2010). Estudio Huella Carbono: Herramienta para el mejoramiento de la competitividad climática en las exportaciones chilena. Pro Chile. 55 pp.
14. World Business Council for Sustainable Development. (2005). Protocolo de Gases Efecto Invernadero. Estándar de Corporativo de Contabilidad y Reporte. World Resource Institute. México. 138pp
15. ZAROR C. (2010). Conceptos básicos de huella de carbono. EULA Chile. Universidad de Concepción. 11pp

4.4-Vargas-Colombia-1

DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRADO DE SOLUCIONES SOSTENIBLES PARA EL BIENESTAR DOMÉSTICO

Nombre del Autor Principal [(1)]
Adolfo Vargas Espitia:
Estudiante de maestría en ecodiseño en el Politecnico de Torino, Graduado en Diseño industrial de la Universidad Industrial de Santander (UIS). Vencedor del premio Eden (Eco Design Network) para el diseño de productos ecosostenibles (Turin 2013).

Nombre del Autor 2
Ludovico Canale:
Estudiante de maestría en ecodiseño en el Politecnico de Torino, Graduado en diseño artístico para la industria de la Academia de Bellas Artes de Verona, Miembro del grupo Marasma Design que se ocupa del diseño sostenible para un futuro sin desperdicios.

Dirección (1): Via San Secondo 14, campanello Perez – Torino - Piemonte - 10128 - Italia - Tel.: (+39) 389-2497730– e-mail: **Adolfo.vargasespitia@gmail.com.**

ABSRACT

En el presente trabajo se proyectó un grupo de soluciones eco compatibles dentro del ámbito doméstico que prevé la visión de la casa como un sistema al interno de un contexto ambiental, cultural y económico. Esta forma de ver la realidad permite alcanzar soluciones integrales y sostenibles ya que procura sistemas que se autorregulan y auto reproducen emulando así los sistemas vivos; los proyectos presentados a continuación son el resultado de este enfoque holístico donde dialogan las necesidades humanas, las prácticas culturales con el territorio y sus recursos en la búsqueda del desarrollo económico, social y ambiental a escala local.
Para lograr los objetivos se identificó la red de relaciones al interior de la casa a través del flujo de recursos entre las actividades para luego individuar los puntos críticos y obtener una visión de la complejidad de la situación para proponer las soluciones presentadas.

Palabras claves: Diseño Sistémico, Diseño por Componentes, Doméstico, Sostenibilidad, Holismo.

INTRODUCCIÓN

La casa puede ser entendida como el espacio íntimo del hombre donde desarrolla diferentes prácticas como aquellas de tipo cultural, de subsistencia, creativas, recreativas entre otras facilitadas por diferentes objetos de uso doméstico. Estos últimos han seguido la lógica de mercado impuesta por el actual sistema económico, en donde un menor esfuerzo implica una pérdida de capacidades y saberes, un menor precio implica una externalización de los costos e implicaciones negativas a nivel ambiental***(1)***. La proyección de estos, no está en relación con los recursos locales ni con sus tradiciones, y son desarrollados para ser obsoletos a corto plazo, es decir con materiales inadecuados, ensambles irreversibles, sin posibilidad de ser actualizados y con un sinfín de componentes.

El objetivo del presente trabajo es hacer dialogar el territorio y la cultura (técnicas tradicionales derivadas de la cultura material y del "saber hacer") con el sistema económico local en un enfoque que propone al hombre como centro del proyecto***(2)*** y como generador de bienestar.
El desarrollo del proyecto está dividido en 2 etapas, en la primera etapa se aplicó el enfoque sistémico***(3–6)***, el cual nos propone los siguientes lineamientos: entender la complejidad de la situación, en este caso ver la casa como un sistema***(7)***, entendido a través de las actividades que en su interior se desarrollan, dicho enfoque prevé el estudio de las relaciones, las entradas y salidas, la auto-generación, la actuación de forma local y el hombre al centro del proyecto***(2)***. Como resultado de aplicar el enfoque sistémico obtenemos una esquematización del sistema casa***(8, 9)*** así como el reconocimiento del contexto, ambiental, cultural y económico. En la segunda etapa se aplicó el enfoque del diseño por componentes***(4, 9, 10)*** mediante la cual se individua un punto crítico del sistema casa para proyectar una solución específica contemplando la complejidad del contexto. Este enfoque propone las siguientes líneas guías: diseño para el desmontaje, la modularidad***(11)*** , la estandarización, la larga duración e Iguales tiempos de vida para todos los componentes.

Gracias a los enfoques previamente nombrados ha sido posible desarrollar cinco soluciones eco compatibles a un nivel de definición de los lineamientos antes de determinación de detalles de fabricación, las cuales serán citadas a lo largo del documento como *ecodomesticos****(9)***, entre ellas: un conservador de alimentos que aprovecha las bajas temperaturas invernales, un deshidratador solar de alimentos caseros, una campana de extracción que aprovecha los procesos biológicos de algunas plantas y organismos, un lavavajillas que aprovecha el principio del vórtice de agua y un sistema que guía en la auto fabricación de subproductos de desechos orgánicos alimenticios. En la base del proyecto se encuentran diferentes investigaciones académicas sobre el sistema casa ***(8, 9, 12)*** en las cuales fueron presentados y esbozados los conceptos que el presente trabajo desarrolló.

EL SISTEMA CASA, LOS AMBITOS DEL PROYECTO Y EL TERRITORIO *(12) (8)(13)*

El sistema casa está directamente relacionado con el territorio y en consecuencia es determinado por este, por esta razón no existe un sistema casa único y universal, para este caso han sido usadas como referencia tres tipologías de sistema casa equivalentes a los territorios norte, centro y sur de Europa. Si bien cada ecodoméstico nace para un sistema casa en particular, han sido proyectados para ser integrados en conjunto gracias al enfoque por componentes que permite cambiar y priorizar algunos dependiendo del territorio.

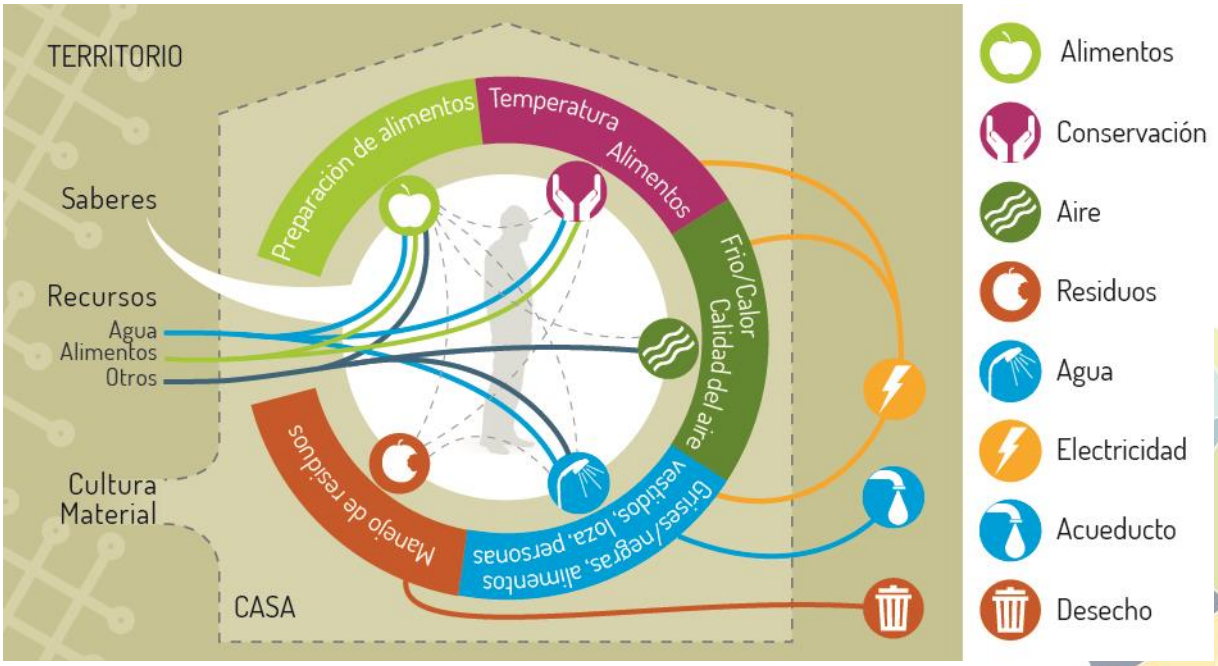


Figura 19 Los ámbitos domésticos, el sistema casa y el territorio.

Con base en lo anterior, ha sido posible individuar 5 ámbitos en común: Alimentos, Conservación, ***Output***, Agua y Aire, sucesivamente y en relación con las actividades afines a ellas se sub dividieron en 8: Conservación alternativa de alimentos, conservación del frio, manejo de residuos, Manejo de aguas grises y negras, lavado persona, casa y vestidos, lavado loza/alimentos y finalmente el tratamiento de la calidad del aire. Las relaciones entre las diferentes actividades generan una red como se puede observar en la **Figura 19**, en ella encontramos en relación los diferentes ámbitos anteriormente citados y como están relacionados.

El territorio es entendido a partir de las redes de recursos, saberes y de la cultura material; la primera es determinada por las características y recursos naturales presentes en los tres territorios Europeos, por ejemplo las bajas temperaturas en el norte de Europa serian uno de los referentes importantes al momento de proyectar una solución para la conservación del frio en este sistema casa, la red de saberes nos muestra esa inteligencia colectiva para relacionarse con el territorio, volviendo al caso de las bajas temperaturas, seria identificar como los habitantes de estos lugares se han relacionado con el frio externo generando una red de procesos, métodos e instrumentos conocida como la red de la cultura material.

Del estudio del territorio, del sistema casa y de la relación entre ambos se identifican puntos críticos y oportunidades, se plantean las premisas y a continuación se continua bajo la metodología del diseño por componentes***(10)***, partiendo de estas premisas se desarrolla un esquema esencial***(10)*** en el cual se individua la parte del sistema casa en el cual se trabajará y se reconocen las actividades y flujos que intervienen para posteriormente caracterizar las funciones que tendrán los componentes de nuestro ecodoméstico y finalmente hacer unos lineamientos respecto a las características de los materiales y formas en función de las redes del territorio, pretendiendo dar las herramientas proyectuales para futuros desarrollos en economías locales. A continuación se presentan los cinco ecodomesticos desarrollados.

LA CONSERVACIÓN DEL FRIO PARA PRESERVAR ALIMENTOS

Uno de los puntos críticos identificados era el uso de energía eléctrica para el proceso de conservación de alimentos aun cuando en muchas ocasiones muchos alimentos no necesitan temperaturas tan bajas para su conservación***(12)***, partiendo de esta premisa se confronta con la investigación sobre el territorio y se identifica una oportunidad: las bajas temperaturas del norte de Europa predominantes durante gran parte del año***(14)***, y es así, en el aprovechamiento de este recurso que nace la idea de proyecto para conservar los alimentos al interior de la casa. Esto se logra haciendo circular el aire hacia el interior del contenedor de los alimentos (sin tener contacto directo) gracias a dos colectores de aire; dado el caso de una temperatura externa insuficiente***(12)*** el *frigo* está dotado de un pequeño sistema standard de refrigeración***(15)***.

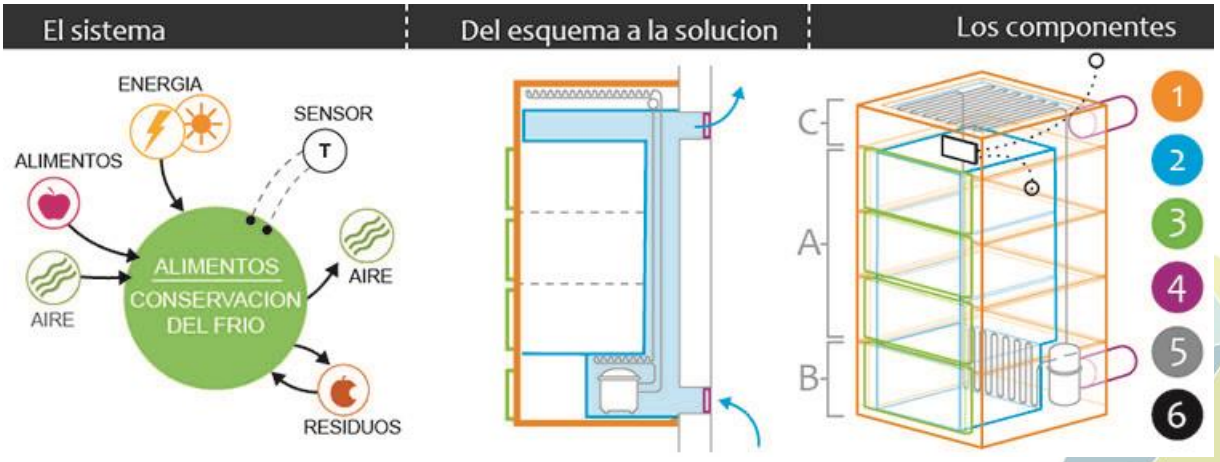


Figura 20. Frigo.

Como se observa en la **Figura 20**, los componentes y sus características son:

1.Cubierta aislante, aísla el flujo del aire frio y protege el ecodoméstico de potenciales daños

2.Puente térmico, transmite la temperatura que llega del exterior hacia el espacio en el cual están contenidos los alimentos

3.Puertas, pensadas para cada módulo,

4.Tomas de aire, consiste en dos entradas de aire que según las exigencias de temperatura internas y de las temperaturas externas pueden ser reguladas

5.Sistema de refrigeración auxiliar, el ecodoméstico ha sido proyectado con un sistema de refrigeración hibrido, es decir que consta con un circuito de refrigeración standard para alcanzar las temperaturas ideales de conservación de ser necesario,

6.Sistema de control. Es el componente que gestiona la lectura, la comunicación con el usuario y actúa para regular la toma de aire.

El frigo está compuesto por tres tipos de módulos (A, B, C) proyectados para ser producidos bajo los mismo métodos de fabricación, materiales y sobre todo para ser intercambiados de acuerdo a la exigencia del usuario. El modulo A es aquel que puede ser removido a agregado además contiene la mayor parte de los alimentos, aquellos que se conservan entre los 5 y 8 grados, el modulo B está posicionado en la parte inferior y es aquel que recibe directamente la entrada del aire y en consecuencia es el compartimiento con arena ligeramente húmeda que sirve para posicionar verticalmente más frio del sistema, el modulo C es la cubierta superior donde se encuentra la salida del aire.

Al interior del compartimiento de los alimentos, se tomaron varias soluciones presentes en la red de saberes en lo que respecta a las exigencias de los alimentos, como los compartimientos con arena ligeramente húmeda para posicionar verticalmente las zanahorias y los puerros (imitando sus condiciones en la naturaleza) buscando así mantener su frescura por más tiempo. Otras soluciones como las bolsas en tejido, el compartimiento aislado para los olores, la posibilidad de adaptar la altura de los planos en el interior, le agregan al objeto flexibilidad en relación a los diferentes contextos.
Gracias a la incorporación de un sistema electrónico de control auxiliar que consta de dos sensores de temperatura, uno ubicado en el compartimiento de los alimentos y el otro en el exterior de la casa, de esta forma se puede hacer una lectura en tiempo real de la temperatura, posteriormente esta información es enviada a un sistema de procesamiento que actúa (de acuerdo a una previa programación) regulando las tomas de aire, activando el compresor o informando al usuario cualquier acontecimiento para que este intervenga en consecuencia.

El manejo de los alimentos y su conservación: el deshidratador de alimentos

Se identifica al interior de la red de saberes del territorio sur de Europa una oportunidad de proyecto: la conservación alternativa de alimentos, en específico la técnica de deshidratación solar***(16)***, que consiste en extraer entre el 80-90% del agua de los alimentos, buscando evitar la formación de microorganismos nocivos. El objetivo principal de este ecodoméstico llamado *Conservator* es la recuperación y valorización de esta técnica, si bien la investigación arrojo un abanico de proyectos desarrollados en la cultura material del territorio, se encuentran fuera del contexto urbano debido a sus dimensiones y volúmenes.

Figura 21. Conservator

Como se observa en la **Figura 21.** , el componente *cámara de secado* es la parte principal en donde se desarrolla el proceso, adentro están los alimentos durante el proceso, gracias al efecto invernadero y al movimiento del aire se deshidratan. Los otros componentes son: la salida y la entrada de aire, el puente térmico, los planos y la cubierta aislante, todo ellos integrados a la cámara de secado en modo de volver el objeto más práctico y cercano al contexto urbano.

Los componentes:

1. La salida de aire se encuentra en la parte superior/posterior pensada así para evitar el agua durante la lluvia o de caída de objetos externos, la entrada de aire se encuentra en la parte inferior/frontal con la intensión de quedar en dirección del flujo de aire. Las dimensiones generales favorecen las diferentes posibilidades de posicionamiento (bacones, antepechos, superficies planas).

2. El puente térmico proyectado con una inclinación para permitir calentar eficazmente el interior de la cámara de secado y por esta razón se propone el resto de la estructura inclinada y de esta forma mantener la modularidad del tercer componente

3. Los entrepaños cuya función principal es dar soporte a los alimentos durante el proceso mientras permite el libre paso del aire.

4.La cubierta es la piel, además mantiene la temperatura al interior (efecto invernadero) y bloquea el paso de partículas nocivas e insectos.
En el norte de Europa, donde las condiciones climatológicas no son las ideales para el proceso de secado***(9)*** se ha previsto un componente adicional que puede ser montado o desmontado a conveniencia llamado “colector solar” con el objetivo de incrementar la capacidad de absorción de calor; este a su vez es conformado por tres elementos: una pantalla traslucida que permite el paso de los rayos solares, una segunda superficie en metal ondulada y finalmente la cubierta aislante.

La calidad del aire un factor de bienestar

Otra problemática identificada fue la calidad del aire en la zona de cocción de alimentos, El aire producto de la cocción de alimentos contiene diferentes sustancias como el CO2, grasas y aceites varios***(17)***, algunas partículas de cenizas y humedad. El presente ecodoméstico llamado *Bioextractora* aprovecha este aire resultante como recurso para el metabolismo de diferentes organismos (en este caso la planta de raíces flotantes *Tillandsia****(18)***).

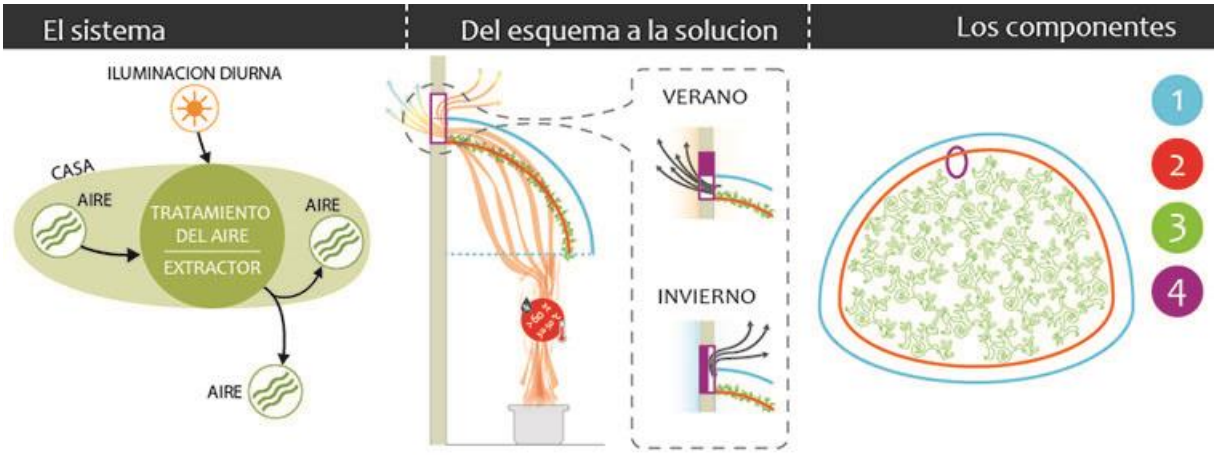


Figura 22. Bioextractora

Como se observa en la **Figura 22**, los componentes principales de este ecodoméstico son cuatro:

1. La cubierta, es el componente externo de la capa y se encarga de cubrir todos los componentes durante el proceso mientras encamina el humo a la salida, adicionalmente una vez el proceso de cocción termina debe permitir el paso de la luz diurna hacia la Tillandsia.

2. El soporte, tiene como objetivo principal contener el sistema de depuración (Tillandsia) ha sido proyectado priorizando la modularidad y el desmontaje

3. El sistema de depuración del aire es el componente biológico del ecodoméstico, la Tillandsia es en este caso el organismo que aprovecha el recurso "aire resultado de la cocción" para sus procesos biológicos, su selección ha sido motivada por su gran difusión en el territorio y su capacidad para adaptarse a espacios domésticos,

4. Salida del aire su función principal es agilizar el flujo del aire, ha sido proyectado para actuar en dos situaciones, la primera es durante el periodo invernal cuando aprovecha la temperatura del aire resultante como recurso para ayudar el sistema de calefacción de la cocina, mientras en periodos cálidos lo direcciona al exterior.
Con miras a aumentar la superficie expuesta a la irradiación, la estructura propuesta es un cuarto de una esfera geodésica***(19)***, que nos permite de forma modular fijar los organismos de depuración, como todos los componentes este de igual forma puede ser removido fácilmente para la limpieza y las eventuales reparaciones; el material propuesto para dicha estructura es la madera revestida con una protección contra la humedad y las altas temperaturas, la propuesta para la fijación de los organismos a la estructura es un elemento en red (hilos de nylon) para para crear condiciones de fácil sujeción.

Los desechos orgánicos como materia prima

La idea de este ecodoméstico nace de la oportunidad de usar los residuos sólidos y orgánicos como un recurso a aprovechar. Para su desarrollo fueron individuados 3 tipos de residuos orgánicos: las verduras, las frutas y los cítricos, cada tipo de estos recursos presenta características que potencialmente podrían convertirse en recursos para la producción de subproductos***(12)*** como productos de limpieza para el hogar. Para este ecodoméstico llamado residu_0 se asume que el usuario desconoce los correctos procedimientos y por lo tanto necesita ser instruido y guiado durante el proceso para obtener el mejor resultado, para esto se tiene un enfoque hacia la gestión de la información, de los tiempos, los tipos de productos, la calidad, las cantidades y el uso final más que sobre el objeto mismo donde se lleva a cabo el proceso.

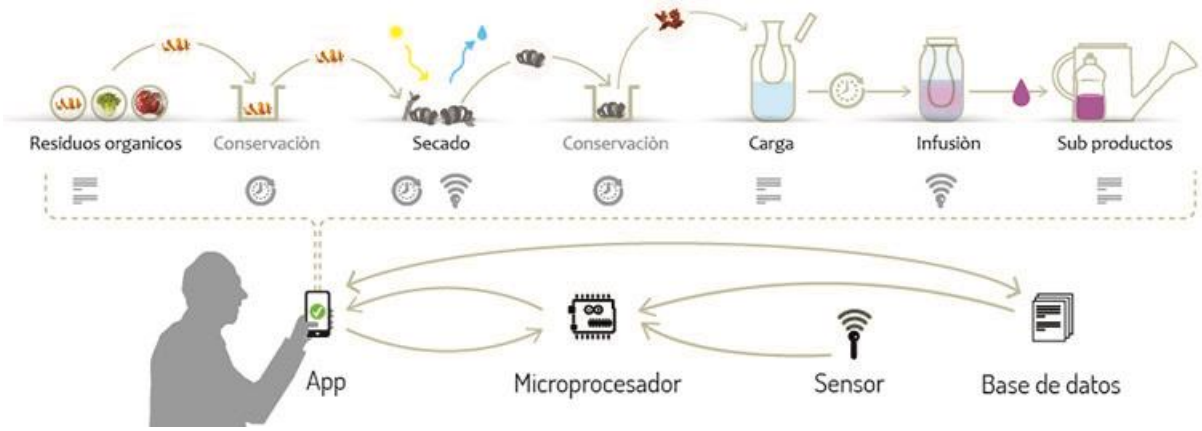


Figura 23. Residu_0

Entonces el ecodoméstico es el proceso en si con toda la información que le es suministrada al usuario dependiendo del material orgánico o de los resultados esperados además de las notificaciones en tiempo real del proceso, esto se logra gracias a que existe una base de datos ***online*** (actualizables) que según los datos ingresados por la persona proporciona el paso a ejecutar del procedimiento, como se ve en la **Figura 23**. *Residu_0* informa al usuario mediante una aplicación móvil y/o de forma visiva in situ.

Al inicio del proceso el usuario se encuentra en una de las posibilidades, la primera es que conozca el tipo de subproducto deseado (desgrasante, limpiador de vidrios, etc.) y la segunda es que tenga un tipo específico de residuos y quisiese saber que subproducto puede obtener de ellos.

A este punto, el sistema le proporciona la información necesaria para proceder***(12)*** los residuos deben tener un primer proceso de secado y de esta forma este ecodoméstico se relaciona con el otro desarrollado para la conservación alternativa de alimentos y dando la posibilidad de uniones de componentes y a una mayor integración en futuros desarrollos, luego del proceso de secado, el sistema informa a la persona como continuar con los residuos secos y que tipo de elementos necesita y de ser necesario como fabricarlos, el proyecto también prevé el apoyo en sistemas electrónicos como el uso de sensores para el monitoreo de la calidad de la producción. Una vez se logra el resultado, la persona será informada del correcto uso y almacenamiento del subproducto.

Los principios físicos del agua para la limpieza *(20)*

La reducción del consumo de agua es la oportunidad que aprovecha el presente ecodoméstico llamado *Agua2.0* aprovecha el principio del vórtice de agua ***(20)*** que gracias a la fuerza centrípeta arrastra las partículas hacia el centro en el cual se posiciona un colector y de esta forma se logra separar los sólidos suspendidos del agua.

Este sistema de lavado necesita la intervención directa del usuario durante todo el proceso, desde el montaje de los componentes hasta el desmontaje cuando vuelve a ser un lavaplatos clásico.

La secuencia de uso inicia al posicionar la loza en el porta platos al interno del lavaplatos para posteriormente cubrirlo con la tapa. Ahora el usuario acciona el agua caliente a presión que sale por las boquillas mientras está abierto el desagüe, de esta forma se elimina la suciedad superficial, posteriormente y con el desagüe cerrado continúan el agua a presión hasta que se llena el lavaplatos y se aplica el detergente producido en casa (subproducto de residuos orgánicos); una vez llena se dejan en remojo por algunos minutos y a continuación se inicia a generar el vórtice que arrastra la suciedad restante. Sucesivamente se abre el desagüe con el vórtice accionado de tal forma que los residuos vayan al centro para ser separados del agua.

Al final, en caso de que permanezca todavía algún rastro de suciedad es posible realizar un breve enjuague con agua fría. Después de haber descargado toda el agua se quita la tapa, la loza, y el porta platos con la intención de poder utilizar el lavaplatos para otros propósitos.

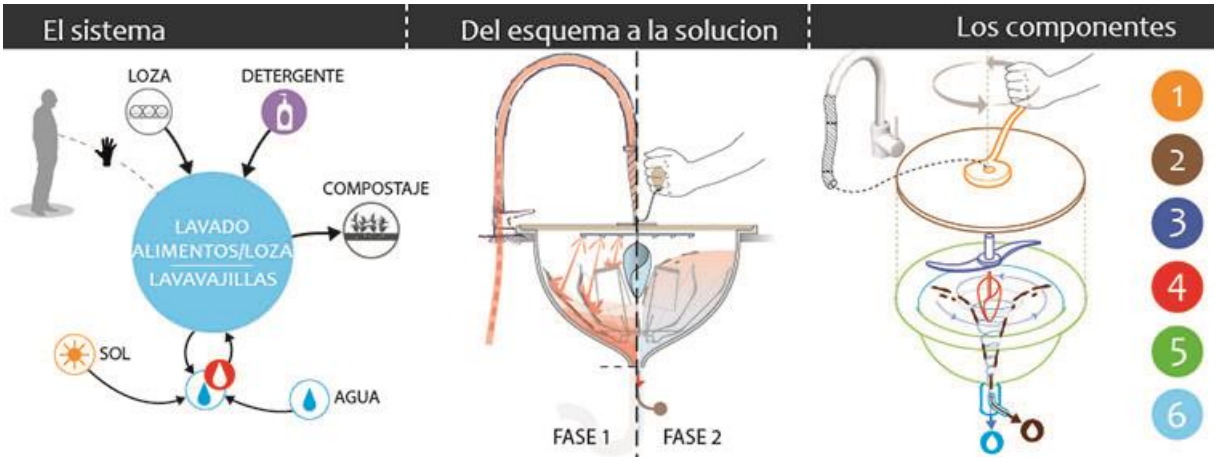


Figura 24. Agua 2.0

Como se observa en la **Figura 24**, los componentes principales que conforman el sistema de lavado son 6:

1.La manopla,

2.La tapa de cierre,

3.Las boquillas,

4.El generador del vórtice,

5.El porta platos

6.El lavaplatos

7.El desagüe/separador

Adicional a estos componentes, han sido proyectados la bomba de agua y el sistema di calefacción del agua. La manopla es el componente que está en contacto directo con el usuario, durante el proceso principal de lavado el usuario acciona el generador del vórtice a través de este componente. La tapa tiene como función principal evitar la salida del agua y sostiene la manopla, por esta razón debe resistir al estrés mecánico. Las boquillas aprovechan la presión del agua para girar tal como sucede en los lavavajillas convencionales, pensados así para alcanzar todos los espacios del lavaplatos. El generador del vórtice tiene una forma simplificada y orgánica que facilita su limpieza y producción. El porta platos es una estructura ligera en metal tubular que facilita la inserción de los platos en el lavaplatos. El lavaplatos donde se lleva a cabo el proceso es standard y a este se le adapta en el desagüe adaptado para separar los residuos arrastrados y dirigidos al centro por acción del vórtice.

La relación entre los ecodomesticos y el hombre

El concepto de la domótica***(21)*** como método de automatización de los electrodomésticos es replanteada en la casa sistémica, en la cual se ve una interacción dinámica entre el hombre y los ecodomesticos, creando un puente entre la persona y la red de saberes y comportamientos acordes y responsables con el territorio.

Al observar los proyectos desde una amplia perspectiva, se observa una unidad, un sistema en el cual cada objeto cumple una función de componente y se encuentra en relación con los demás como se observa en la **Figura 25**. A su vez todos se encuentran en comunicación con las personas al interno de la casa gracias a un sistema electrónico en común que gestiona la información de los diferentes ecodomesticos.

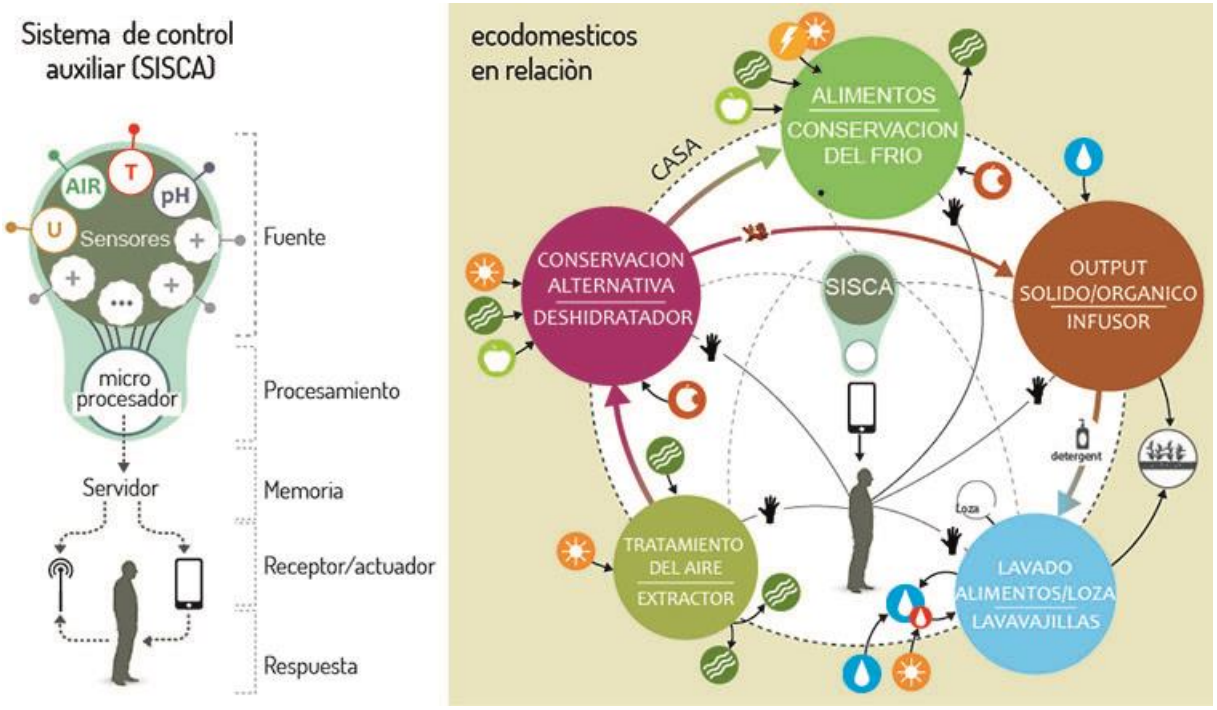


Figura 25 Los ecodomesticos en relación con el hombre.

Conclusiones

En la actualidad resulta fundamental para un eco proyectista el ocuparse del ambiente doméstico como un espacio que propicia prácticas y comportamientos sostenibles; el presente proyecto propone un grupo de ecodomesticos que dan muestra de ello, y al mismo tiempo reducen los impactos en el ambiente, procuran ventajas para las economías locales, valoran y recuperan los saberes.

Los alcances prevén una caracterización de los ecodomesticos previa a la materialización y definición de detalles técnicos, desde este punto, los interesados podrán diseñar y fabricar e implementar de acuerdo a sus propias realidades. Convirtiéndose en motivaciones para el cambio que comporten reducciones en los impactos ambientales, la priorización y el uso responsable de los recursos, el bienestar económico y social al interior del territorio así como la valorización y recuperación de saberes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. M. MAX-NEEF, A. ELIZALDE, M. HOPENHAYN, ET AL. (2013) Desarrollo a escala humana, Una opción para el futuro.

2. C. GERMAK (2008) Uomo al centro del progetto,.

3. L. BISTAGNINO (2008) Systems Design Approach interdisciplinary/systemic innovation, changing the change, pp. 247–254 Politecnico di Milano and Politecnico di Torino, Torino.

4. L. BISTAGNINO (1998) Ecodesign dei componenti, Meccanica e Automazione, Gruppo Editoriale Futura, Milano.

5. L. BISTAGNINO AND C. LANZAVECCHIA (1998) Dal semplice al complesso, m&a. Meccanica & automazione.

6. L. BISTAGNINO (2009) Design sistemico, Progettare la sostenibilità produttiva e ambientale in agricoltura, industria e comunità locali. Slow Food Editore, Bra (CN).

7. D.H. MEADOWS (2008) Thinking in systems: A primer, Chelsea Green Publishing.

8. L. ALLASIO (2014), Sistema Casa e Territorio: un dialogo attraverso il progetto.

9. E. FIORE, M. MIGNONE, L. ZULIANI (2012), Ecodomestic appliances The project of the home system with local design approach.

10. L. BISTAGNINO (2008) Il guscio esterno: visto dall'interno, Ed. Ambrosiana.

11. P.M. TAMBORRINI (2009) Design sostenibile. Oggetti, sistemi e comportamenti, Electa.

12. L. CANALE, A. VARGAS (2014), Territorio, sistema casa e benessere domestico.

13. L. BISTAGNINO (2011) Systemic Design: Designing the productive and environmental sustainability,.

14. A. MOBERG AND P.D. JONES (2004) Regional climate model simulations of daily maximum and minimum near-surface temperatures across Europe compared with observed station data 1961–1990, Climate Dynamics. 23, 695–715.

15. W.C. WHITMAN AND W.M. JOHNSON (2000) Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado, Paraninfo.

16. B. BRENNDORFER, L. KENNEDY, AND G.C. MREMA (1987) Solar Dryers: Their Role in Post-harvest Processing, Commonwealth Science Council, Commonwealth Secretariat.

17. I.M. MORALES, V.B. ACEVEDO, A.G. NIETO, ET AL. (2010) Calidad del aire interior en edificios de uso público, Dirección General de Ordenación e Inspección, Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid.

18. P.T. ISLEY (2009) Tillandsia II: The World's Most Unusual Airplants, Botanical Press.

19. B. KELLY (2000) Geometry and Spatial Sense, Brendan Kelly Publishing.

20. J. COBBALD (2006) Viktor Schauberger: A Life of Learning from Nature, Floris.

21. D. TRISCIUOGLIO (2009) Introduzione alla domotica, Tecniche Nuove.

1.1– Montoya – Colombia – 1

REDUCCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL VASO DE CAFÉ 9 OZ, MEZCLADOR Y PORTAVASOS A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS DE ECODISEÑO.

Carolina Montoya Rodríguez [(1)]
Docente e investigadora de Ecodiseño de la Facultad de Ingeniería de la Universidad El Bosque, asociada al programa de Ingeniería Industrial. Diseñadora Industrial de la Universidad de Los Andes con un Master in Holistic Science de la Universidad de Plymouth, Inglaterra.

Paloma Martínez Sánchez
Docente e investigadora de la Facultad de Ingeniería de la Universidad El Bosque, asociada al programa de Ingeniería Industrial. Ingeniera de Producción Agroindustrial de la Universidad de La Sabana, Master en Ciencias con especialidad en Sistemas de Calidad y Productividad del Instituto Tecnológico de Monterrey.

Yoilin Machado Palacio.
Estudiante de Ingeniería Industrial de X Semestre de la Universidad El Bosque.

Estefany Ordozgoitia Díaz.
Estudiante de Ingeniería Industrial de X Semestre de la Universidad El Bosque.

Dirección (1): Av. Cra 9 No. 131ª – 02, Edificio Fundadores 3er piso, Bogotá, Cundinamarca, COLOMBIA - Tel.: (+571) 6489000 - Cel: (+57) 310 7801821 – e-mail: montoyacarolina@unbosque.edu.co – carolina.montoya.rodriguez@gmail.com

RESUMEN

Colombia genera aproximadamente 28.800 toneladas diarias de residuos sólidos, de esta cantidad Bogotá y 10 municipios aledaños producen 6.500 toneladas diarias que son acumuladas en el Relleno Sanitario Doña Juana. Por otra parte, de acuerdo con la política nacional de la producción y el consumo sostenibles (2011) la tasa de uso de los recursos naturales está excediendo la capacidad de adaptación de los ecosistemas, trayendo como consecuencia el deterioro continuo del medio ambiente, debido a que los productos no se diseñan teniendo en cuenta todo su ciclo de vida. Según lo anterior el ecodiseño se plantea como estrategia para minimizar la producción de residuos sólidos desde el contexto de la Unviersidad El Bosque y específicamente en convenio con una empresa de café que ofrece sus productos dentro de la Universidad. Se analiza el producto de mayor venta de la empresa de café con el objetivo de identificar sus impactos ambientales y crear propuesta que minimice dicho impacto generado. Para lograr lo anterior se utiliza el Análisis del Ciclo de Vida del producto como metodología para el análisis de los productos seleccionados: el vaso de 9 Oz, el mezclador y el portavasos de análisis. A partir de este análisis se identifica que la extracción de materia prima de estos productos es la que en mayor porcentaje afecta al medio ambiente. Por lo anterior se proponen materiales de origen renovable y biodegradables para rediseñar los productos. A través de la herramienta cualitativa de ecodiseño Valoración de la Estrategia Ambiental –VEA- se identifica que el vaso de 9 Oz puede minimizar en un 29% su impacto al usar papel recubierto con fécula de maíz como materia prima; en el caso del mezclador el uso de bambú como materia prima puede reducir en un 45% el impacto ambiental y en el caso del portavaso el uso de bagazo de caña de azúcar como materia prima podría reducir en un 21% su impacto ambiental actual. Según este caso de estudio el ecodiseño es una herramienta relevante para minimizar los impactos ambientales de los productos, teniendo en cuenta todo su ciclo de

vida, y especialmente para minimizar la producción de residuos sólidos, cambiando el paradigma de que los materiales al perder su vida útil son basura.

Palabras claves: Residuos Sólidos, Ecodiseño, Análisis del Ciclo de Vida.

INTRODUCCIÓN

Colombia genera aproximadamente 28.800 toneladas diarias de residuos sólidos (ROJAS, 2005), de esta cantidad Bogotá y 10 municipios aledaños producen 6.500 toneladas diarias que son acumuladas en el Relleno Sanitario Doña Juana (GUERRERO, 2011). Desde 1988, año en que fue creado el Relleno los habitantes de Bogotá y de municipios aledaños han acumulado sus residuos sólidos en 190 hectáreas de territorio de la localidad de Usme (ARÉVALO, 2010) y "cerca de 30 millones de toneladas de residuos sólidos" (AGUAS DE BOGOTÁ, 2014). Según RODRÍGUEZ, J. J. (2009), "en la medida en que se sigan generando desechos y no exista una política aplicada de reducción, reutilización y reciclaje seguirán requiriéndose grandes terrenos para disponer los desechos". Por otra parte, de acuerdo con la política nacional de la producción y el consumo sostenibles (2011) la tasa de uso de los recursos naturales está excediendo la capacidad de adaptación de los ecosistemas, trayendo como consecuencia el deterioro continuo del medio ambiente, debido a que los productos no se diseñan teniendo en cuenta todo su ciclo de vida. En este sentido la acumulación de residuos sólidos en Rellenos Sanitarios evidencia la falta de aplicación de estrategias que ayuden a la minimización de residuos sólidos desde el origen de los productos.

Por lo anterior, se propone la investigación "el ecodiseño, una estrategia de minimización de los residuos sólidos (empaques) generados en la Universidad El Bosque en zonas de alimentación" a desarrollar en 2 fases. La primera fase se desarrolló durante el periodo 2011-2 y 2012-1, esta fase consistió en realizar un diagnóstico del manejo de empaques (residuos sólidos) generados en zonas de alimentación dentro de la Universidad El Bosque detectando que en la actualidad la institución presenta un inadecuado manejo de residuos sólidos debido principalmente a lo siguiente: Falta de cultura de la comunidad universitaria en el manejo de residuos; complejidad de los materiales utilizados en los empaques de productos, mezcla de los residuos en el origen perdiendo el potencial de aprovecharlos, a pesar de la existencia de puntos de separación; y finalmente, el manejo de los residuos se enfoca en la disposición final de los mismos en el Relleno Sanitario Doña Juana. Teniendo en cuenta las anteriores causas en la institución se desperdician al año aproximadamente 15 toneladas de empaques compuestos por materiales reciclables provenientes de las zonas de alimentación: principalmente vidrio con un 40,3%, papel y cartón con un 36,7%, y plástico con un 20,9%. Además de lo anterior se evidenció que la empresa que mayor cantidad de residuos de empaques genera, es una empresa de café con un 32% (MARTÍNEZ, MONTOYA, 2013).

Según los resultados de la fase I, se desarrolla la fase 2 de investigación en la que se selecciona la empresa de café como caso de estudio con el objetivo de *"rediseñar propuesta de empaque de mayor venta de esta empresa, localizada dentro de la Universidad El Bosque a través de la metodología y herramientas de ecodiseño para minimizar la producción de residuos sólidos y su impacto ambiental"*. El producto de mayor venta seleccionado es una bebida de café caliente que se sirve en un vaso de 9 Oz, con los acompañantes portavaso y mezclador (MARTÍNEZ, MONTOYA, 2012).

METODOLOGÍA

La presente investigación corresponde a una investigación aplicada, estudio exploratorio de caso. Para rediseñar la propuesta del vaso, mezclador y portavaso, se utiliza la metodología de Ecodiseño que consta de 7 fases (FUNDACION PRODINTEC, 2005):

1. Definición de la estrategia empresarial:
Se contacta a la empresa de café para socializar el proyecto y contar con su apoyo para facilitar la recolección de datos.

2. Selección del producto:
Se selecciona el producto teniendo en cuenta el producto de mayor venta en la empresa de café ubicada dentro de la Universidad El Bosque.

3. Análisis ambiental del producto de referencia:
Se utiliza la metodología del Análisis del Ciclo de Vida del producto. La metodología consta de 4 fases: Fase 1: Definición de objetivos y alcance del análisis; Fase 2: Análisis de inventario; Fase 3: Evaluación de impacto. Para el presente estudio se utiliza el software Simapro y el método Eco-indicador 99; y Fase 4: Interpretación de resultados (MINISTRY OF HOUSING, 2000; ISO 14040, 2006).

4. Desarrollo de nuevos conceptos:
Teniendo en cuenta las anteriores fases, se definen los requerimientos técnicos, económicos, ambientales, y humanos, para realizar el proyecto, así como las principales alternativas de ecodiseño a tener en cuenta para mejorar el producto.

5. Definición en detalle del diseño:
En esta fase se determinan las especificaciones técnicas del producto (especificaciones de materiales, planos generales y de detalle, técnicas de fabricación y ensamblaje, etc.). Se realiza modelo tridimensional de la propuesta y se define en detalle la estrategia ambiental a aplicar en el producto orientada a: a. Extender la vida útil del producto; b. Seleccionar los materiales con menor impacto ambiental; c. Reducir el uso de materias primas; d. Minimizar el consumo de energía; d. Optimizar las técnicas de fabricación para lograr una producción más limpia; e. Optimizar las técnicas de envasado y embalaje del producto; f. Optimizar el proceso de distribución del producto; g. Reducir el impacto del producto durante su uso; h. Reducir el impacto del producto al finalizar su vida útil.

Después de definir la propuesta se utiliza la Matriz de Valoración de Estrategias Ambientales para evaluar la mejora ambiental en el producto.

NOTA: Las fases 6 y 7 correspondientes al Plan de acción (desarrollo y fabricación del producto) y a la evaluación continua no se desarrollan en esta investigación por su alcance como propuesta.

RESULTADOS

Para desarrollar la investigación se realizan las siguientes actividades. **Primero**, se selecciona el empaque caso de estudio de una empresa de Café; **segundo**, se identifica el impacto ambiental del producto seleccionado; **tercero**, se rediseña propuesta para minimizar el impacto ambiental; y **cuarto,** se realiza una evaluación comparativa de la minimización del impacto ambiental y la producción de residuos del producto rediseñado respecto al empaque caso de estudio.

El producto de mayor venta de una empresa de Café es el vaso de 9 onzas de café, con sus acompañantes el mezclador y el portavaso. A continuación se describe el ciclo de vida de cada uno de estos productos:

ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DE LOS PRODUCTOS (Vaso, Mezclador y Portavaso)

A continuación se utiliza la metodología del Análisis del Ciclo de vida del vaso, mezclador y portavaso identificando, caracterizando y cuantificando los impactos asociados a estos productos. Esta metodología consta de 4 fases descritas a continuación:

FASE 1: Definición de objetivos y alcance del análisis.
El objetivo de este estudio es identificar, caracterizar y cuantificar el impacto ambiental de los procesos involucrados en la extracción de materias primas, la producción, y distribución del vaso 9oz de café, el mezclador y el portavaso de la empresa OMA.

Limitaciones del estudio.

• Para el estudio del vaso de café se tendrá en cuenta la materia prima “rollo de polyboard” desde que ingresa a la planta de la empresa Envases Puros International Paper Ltda para el proceso de fabricación.
• Para el estudio del mezclador no se tendrá en cuenta el pigmento café del proceso productivo.

• Para el estudio del portavaso se tendrá en cuenta la materia prima “rollo de cartón corrugado” desde que ingresa a la planta de la empresa Albacora S.A.S. para el proceso de fabricación.

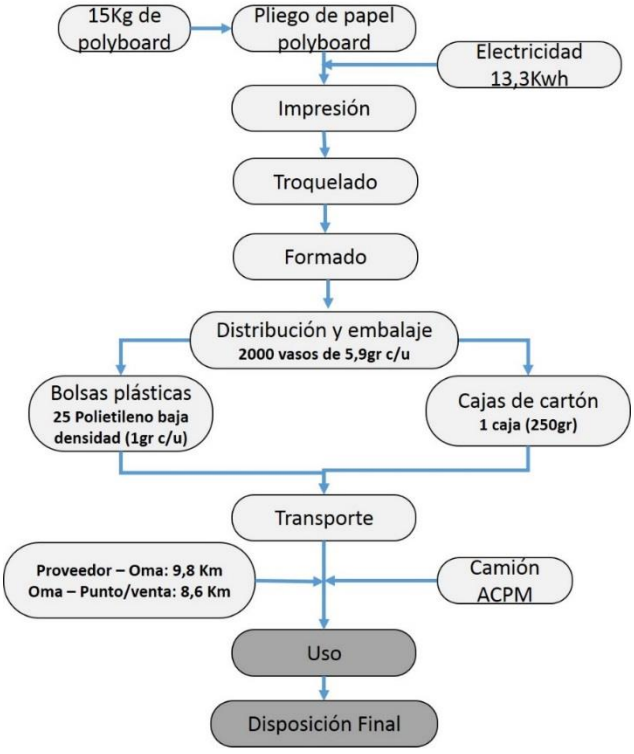
FASE 2: Análisis de inventario.

A continuación se muestran los diagramas de procesos de todo el ciclo de vida de los productos y la secuencia de actividades desde la extracción, hasta la disposición final del producto; mostrando las entradas y salidas del proceso con base en la unidad funcional definida para el estudio.

La unidad funcional definida para el análisis es de 2000 unidades para el vaso, el mezclador y el portavaso. Esta unidad fue determinada por el número de vasos que vienen embalados por caja de embalaje. Así mismo los portavasos manejan la misma unidad en el proceso de embalaje por lo cual para el mezclador se tendrá en cuenta la misma unidad. A continuación se muestran las figuras, 1, 2 y 3 en donde se presentan los diagramas de inventario para cada uno de estos productos.

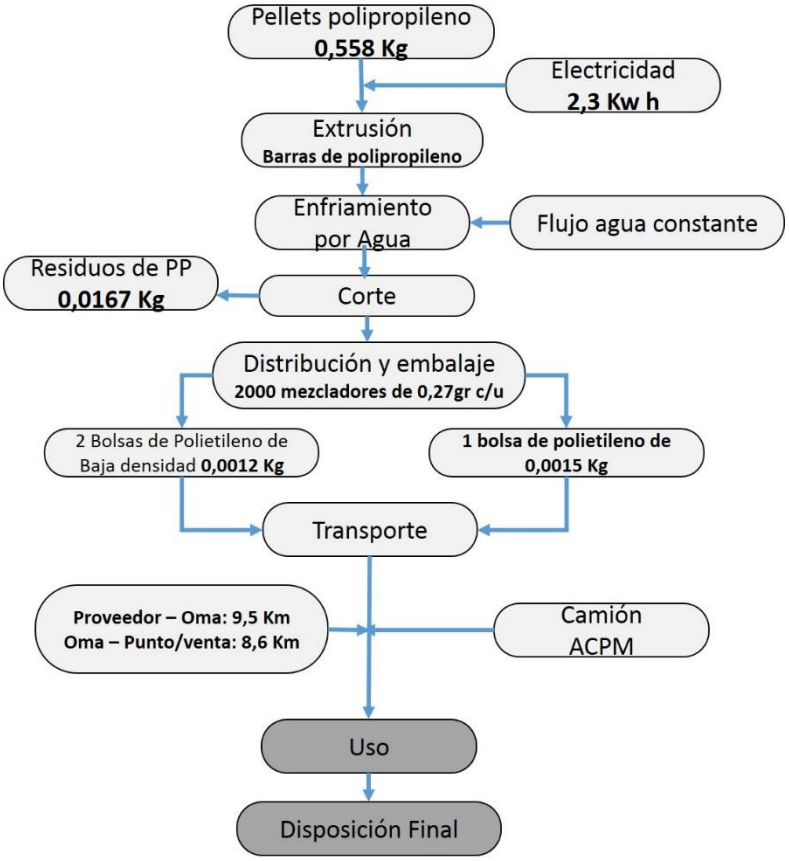
Para el vaso de polyboard se tienen en cuenta 15 Kg de material para la producción de 2000 vasos; 13,3 Kw/h que se utilizan en el proceso de producción; 1 caja de cartón y 25 bolsas utilizadas en el proceso de distribución y la distancia recorrida desde la empresa proveedora hasta la empresa de café y luego de la empresa de café al punto de venta de la Universidad como muestra la figura 1.

Figura 1. Diagrama de inventario del Vaso 9oz de café.



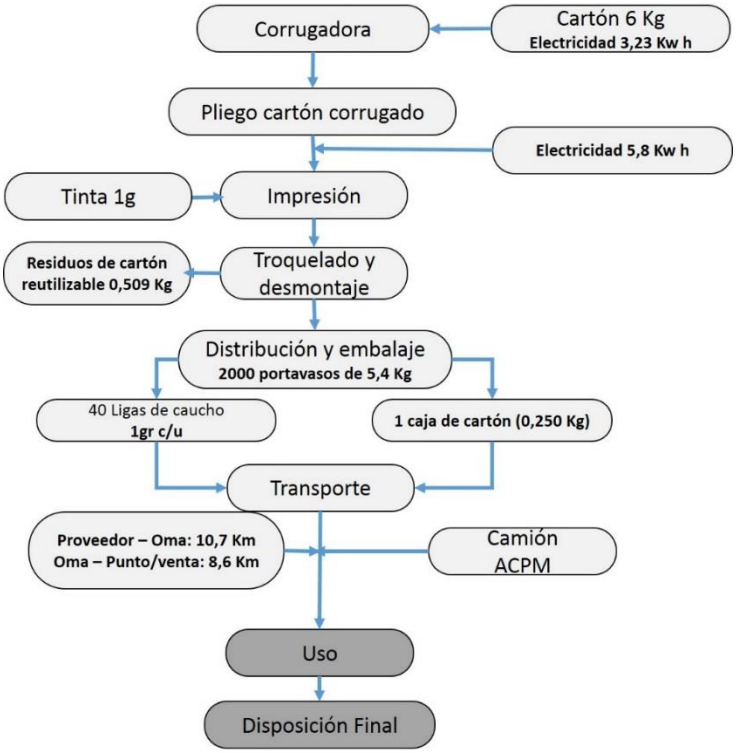
Para el mezclador se tienen en cuenta 0,558 Kg de pellets de polipropileno para la producción de 2000 unidades; 2,3 Kw/h que se utilizan en el proceso de producción; las bolsas plásticas para realizar el proceso de distribución y la distancia recorrida desde la empresa proveedora hasta la empresa de café y luego de la empresa de café al punto de venta de la Universidad como muestra la figura 2.

Figura 2. Diagrama de inventario del Mezclador.



Para el portavaso se tienen en cuenta 6Kg de cartón corrugado para la producción de 2000 unidades; 3,23 Kw/h que se utilizan en la corrugadora y 5,8 Kw/h para la impresión y el troquelado; una caja de cartón y 40 ligas de caucho para el embalaje y el proceso de distribución. Así mismo la distancia recorrida desde la empresa proveedora hasta la empresa de café y luego de la empresa de café al punto de venta de la Universidad como muestra la figura 3.

Figura 3. Diagrama de inventario del Portavaso.



FASE 3: Evaluación de impacto.
Con base a los datos determinados en el inventario por la unidad funcional (2000 unidades) se utilizó el software Simapro con método ecoindicador 99 para simular los impactos ambientales asociados a cada producto. Los resultados que arroja este software son basados en formatos europeos y latinoamericanos, ya que hasta el momento no hay base de datos específica para Colombia.

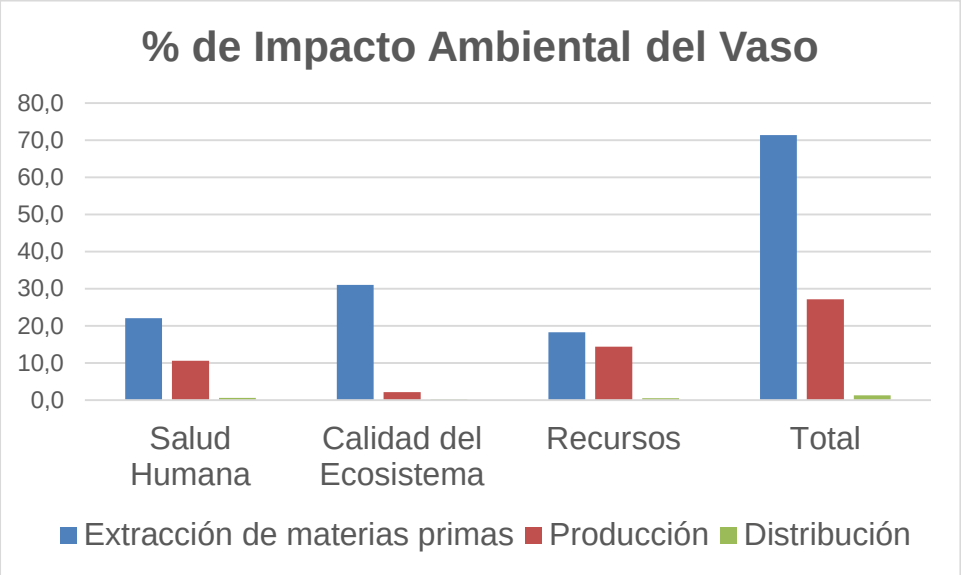
El método ecoindicador 99 categoriza los impactos ambientales en 3 clases de efectos: a la salud humana, a la calidad del medio ambiente, y al agotamiento de los recursos naturales. Estos 3 efectos tienen en cuenta las categorías de impacto anteriormente evaluadas en la figura 6 como se muestra a continuación: Salud humana: Efectos cancerígenos, efectos respiratorios orgánicos e inorgánicos, cambio climático, radiación y capa de ozono; Calidad del medio ambiente: Ecotoxicidad, uso del suelo, acidificación-eutrofización; y Agotamiento de los recursos naturales (LARDES, FERNÁNDEZ, 2012).

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la modelación de cada uno de los productos.

Vaso 9 Onzas

Como se evidencia en la figura 4, en la que se determinan los porcentajes de impacto según las fases del producto: extracción de materias primas (azul), procesos productivos (rojo) y distribución (verde); según los factores que analiza el ecoindicador 99: Salud humana, Calidad del ecosistema y Recursos. Según estos parámetros el porcentaje de mayor impacto del producto se encuentra en la extracción de materias primas para el vaso (polyboard) con un 71,4%, le siguen los procesos productivos con un 27,2% y la fase de distribución corresponde al 1,3%.

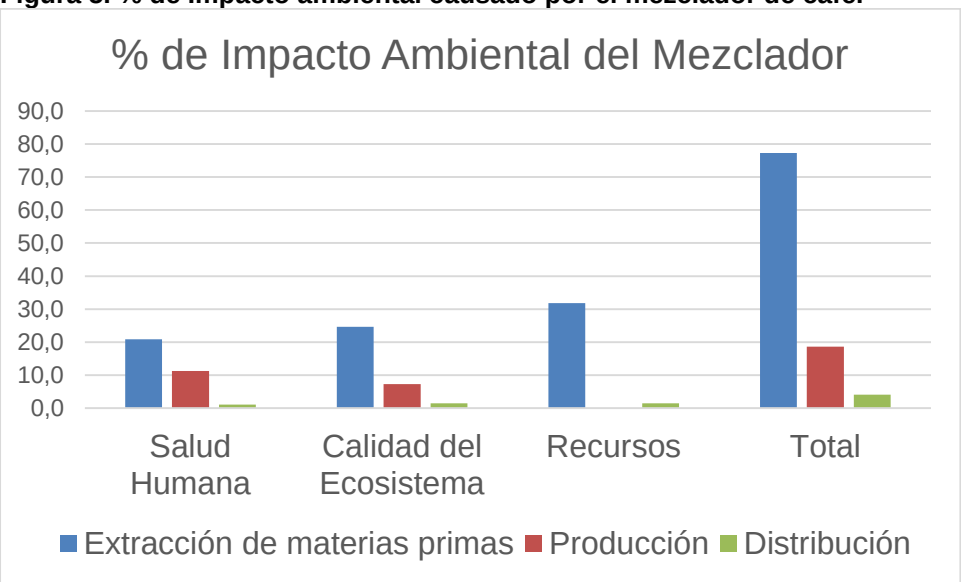
Figura 4. % de Impacto ambiental causado por el vaso 9oz de café.



Mezclador

Como se evidencia en la figura 5, en la que se determinan los porcentajes de impacto según las fases del producto: extracción de materias primas (azul), procesos productivos (rojo) y distribución (verde); según los factores que analiza el Ecoindicador 99: Salud humana, Calidad del ecosistema y Recursos. Según estos parámetros el porcentaje de mayor impacto del producto se encuentra en la extracción de materias primas para el mezclador (polipropileno) con un 77,3%, le siguen los procesos productivos con un 18,6% y la fase de distribución corresponde al 4,1%.

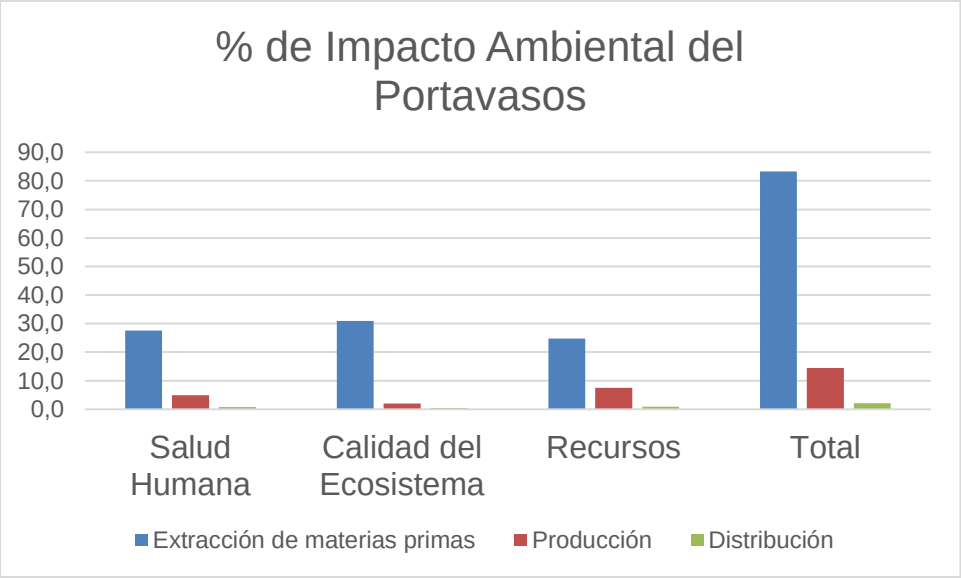
Figura 5. % de Impacto ambiental causado por el mezclador de café.



Portavaso

Como se evidencia en la figura 6, en la que se determinan los porcentajes de impacto según las fases del producto: extracción de materias primas (azul), procesos productivos (rojo) y distribución (verde); según los factores que analiza el Ecoindicador 99: Salud humana, Calidad del ecosistema y Recursos. Según estos parámetros el porcentaje de mayor impacto del producto se encuentra en la extracción de materias primas para el portavasos (cartón corrugado) con un 83,3%, le siguen los procesos productivos con un 14,4% y la fase de distribución corresponde al 2,1%.

Figura 6. % de Impacto ambiental causado por el portavaso de café.



FASE 4: Interpretación de resultados.
Con base a los resultados arrojados por el software Simapro en el análisis que tuvo en cuenta las materias primas, los procesos productivos y procesos de distribución para el vaso, el mezclador y el portavaso se concluye que en general en los tres productos se evidencia que la extracción de materias primas es lo que más impacto ambiental está generando para el ambiente. En el caso del vaso con el uso del polyboard se impacta en un 71,4%, para el mezclador el impacto del polipropileno corresponde a un 77,3% y para el portavaso con el uso del cartón corrugado se impacta en un 83,3%.

Como evidencian estas cifras el material que mayor impacto causa al ambiente es el cartón corrugado con un 83,3%, la justificación de que la extracción de materias primas para este material tiene varios procesos productivos previos para obtener como tal el cartón corrugado para luego proceder a la producción del portavaso como tal. Lo que indica que hay varios procesos productivos en el proceso de fabricación del cartón corrugado, a pesar de ser un material de menor impacto. En segundo lugar se encuentra el polipropileno del mezclador (plástico) por hacer parte de materiales no renovables que provienen del petróleo. En tercer lugar está el polyboard el cual corresponde a una mezcla de cartón con plástico (polietileno). Por lo anterior para hacer la propuesta de rediseño es prioritario cambiar los materiales del producto utilizando materias primas de origen renovable que tengan un menor impacto en el ambiente. Así mismo utilizar procesos productivos eficientes y de menor impacto que los actuales.

REDISEÑO DE PROPUESTA

Teniendo en cuenta el Análisis del ciclo de vida de los productos es prioritario seleccionar materiales con menor impacto ambiental. A continuación se define el diseño de las propuestas planteadas para el vaso, el mezclador y el portavaso.

Propuesta para el Vaso

Materiales: El vaso que se propone esta hecho de papel recubierto con el biopolímero de fécula de maíz (internamente) y tintas vegetales para representar la imagen corporativa de la empresa.

Especificaciones técnicas del producto: De la fécula de maíz se obtiene un polímero natural para elaborar material plastificado biodegradable. El maíz se puede cosechar durante todo el año en varias regiones del mundo y es de bajo costo. El recubrimiento con Ingeo (Ingenious materials from plants not oil, marca registrada para una amplia gama de biopolímeros polylactid propiedad de NatureWorks LLC) es un biopolímero que hace uso del carbono almacenado en las plantas por la fotosíntesis en la forma de azúcar dextrosa. El carbono y otros elementos en estos azúcares se utilizan para hacer un biopolímero mediante un proceso de fermentación y separación. El biopolímero Ingeo se hace principalmente de poliácido láctico (PLA), una cadena de repetición de ácido láctico, que se somete a un proceso de degradación; primero, la humedad y el calor en la pila de compostaje dividen las cadenas poliméricas de distancia, la creación de polímeros más pequeños y, por último, el ácido láctico. Los microorganismos en el compostaje y el suelo consumen los fragmentos de polímeros más pequeños y el ácido láctico como nutrientes. El resultado final de compostaje es dióxido de carbono, agua y humus, un nutriente del suelo. Haciendo de este biopolímero 100% biodegradable (NATURE WORKS LLC, 2014).

Propuesta para el Mezclador

Materiales: Fibras de Guadua

Especificaciones técnicas del producto: El mezclador de bambú mide 17 cm de largo y tiene un grosor de 3 milímetros. Producto 100% biodegradable.

Propuesta para el Portavaso

Materiales: Bagazo de caña de azúcar.

Especificaciones técnicas del producto: El bagazo está formado de los restos de la producción de caña de azúcar que normalmente se quema luego de la extracción del jugo. Esta fibra puede convertirse en vajilla o productos descartables que normalmente se fabricarían de plástico o papel. Los productos hechos de bagazo pueden ser convertidos en abono luego de su uso (EHOW, 2014). Este material por su procedencia es 100% biodegradable.

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA MINIMIZACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PRODUCTO REDISEÑADO RESPECTO AL EMPAQUE CASO DE ESTUDIO

A continuación se hace la evaluación del impacto ambiental causado por los productos actuales y se comparan con los de las propuestas. Para esto se usa la herramienta del Ecodiseño “Valoración de la estrategia ambiental (VEA)” (FUNDACION PRODINTEC, 2005) en la cual se asigna una puntuación a cada estrategia como se muestra en la tabla 2.

Tabla 1. Calificación dada a cada estrategia.

TIPO DE IMPACTO	PUNTAJE
BAJO	5
MEDIO BAJO	4
MEDIO	3
MEDIO ALTO	2
ALTO	1

Tabla 2. Comparación del comportamiento ambiental del vaso 9 Oz Actual Vrs. el Propuesto.

Comportamiento ambiental del ciclo de vida	VASO ACTUAL		VASO PROPUESTO	
1. Desarrollo de nuevos conceptos	Mezcla de polietileno de baja densidad con cartón. Biodegradable. No es un producto	2	Se plantea el producto dentro de un sistema para que el material pueda ser recolectado por una empresa de	4

	pensado como Sistema.		**compostaje.** **Por ser un material biodegradable y procedente de materias primas renovables.**	
2. Optimización Física	**Fácil ensamblaje, ergonómico, de bajo peso.**	**3**	**Producto con forma óptima, de fácil ensamblaje, ergonómico, y liviano.**	**3**
3. Optimización de Materiales	**Material con menor contenido energético, menor uso de materiales no renovables, y biodegradable.**	**3**	**Materiales renovables, biodegradables, con un menor contenido energético.**	**4**
4. Optimización de las técnicas de producción	**Consumo energético, producción de residuos de cartón para reciclar. 1.96 toneladas de cartón para reciclaje**	**2**	**Consumo energético, no hay reducción de procesos de producción.**	**2**
5. Optimización de los sistemas de distribución	**Maneja una logística eficiente.**	**3**	**Logística eficiente.**	**3**
6. Reducción del impacto ambiental durante el uso	**Es un empaque de impacto bajo por tener en mayor medida cartón como materia prima.**	**3**	**Bajo impacto ambiental del empaque por ser un material biodegradable de materiales de origen renovable.**	**4**
7. Optimización del fin de vida del Sistema	**El empaque es recogido por la empresa de aseo para ser llevado al Relleno Sanitario Doña Juana.**	**1**	**El producto está diseñado para que pueda ser recogido por una empresa compostadora al finalizar su vida útil.**	**4**
TOTAL DEL VASO ACTUAL		**17**	**TOTAL DEL VASO PROPUESTO**	**24**

La propuesta rediseñada del vaso 9 Oz reduce el impacto en un 29% respecto al producto actual como muestra la tabla 2 y la figura 7.

Figura 7. Comparación del comportamiento ambiental del Vaso 9 Oz actual respecto al propuesto.

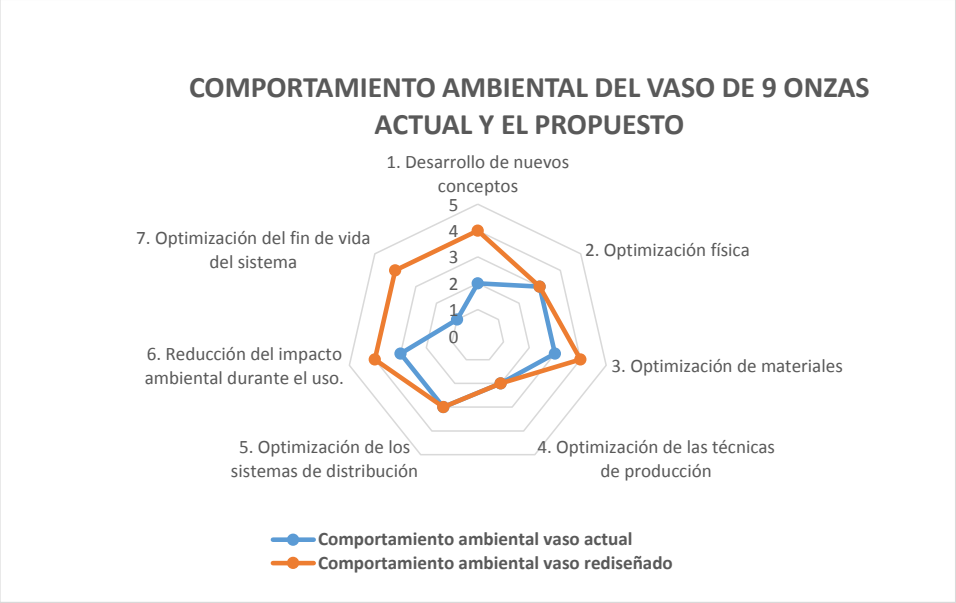


Tabla 3. Comparación del comportamiento ambiental del mezclador Actual Vrs. el Propuesto.

Comportamiento ambiental del ciclo de vida	MEZCLADOR ACTUAL		MEZCLADOR PROPUESTO	
1. Desarrollo de nuevos conceptos	Material no renovable (PP), de origen fósil con una vida útil corta en el uso, pero larga en el tiempo después de ser desechado.	2	Material Biodegradable al finalizar su vida útil, producto pensado como un sistema al servir como compostaje al finalizar su vida útil.	4
2. Optimización Física	Ergonómico, formas óptimas.	2	Ergonómico, formas óptimas.	2
3. Optimización de Materiales	Uso de materiales no renovables. Alto consumo energético.	1	Uso de materiales renovables, Bajo consumo energético.	3
4. Optimización de las técnicas de producción	Consumo energético.	2	Consumo energético.	2
5. Optimización de los sistemas de distribución	Logística eficiente.	3	Logística eficiente.	3
6. Reducción del impacto ambiental durante el uso	Producto de alto impacto ambiental.	1	Producto de bajo impacto ambiental.	4
7. Optimización del fin de vida del Sistema	Material reciclable, reciclaje no óptimo por la contaminación del material con café y la ineficiente separación	1	Material biodegradable hecho a partir de guadua. Pensado para que dentro del sistema sea aprovechado por una empresa compostadora.	4

	del material.			
TOTAL MEZCLADOR ACTUAL		**12**	**TOTAL MEZCLADOR PROPUESTO**	**22**

La propuesta rediseñada del mezclador reduce el impacto en un 45% respecto al producto actual como muestra la tabla 3 y la figura 8.

Figura 8. Comparación del comportamiento ambiental del Mezclador actual respecto al propuesto.

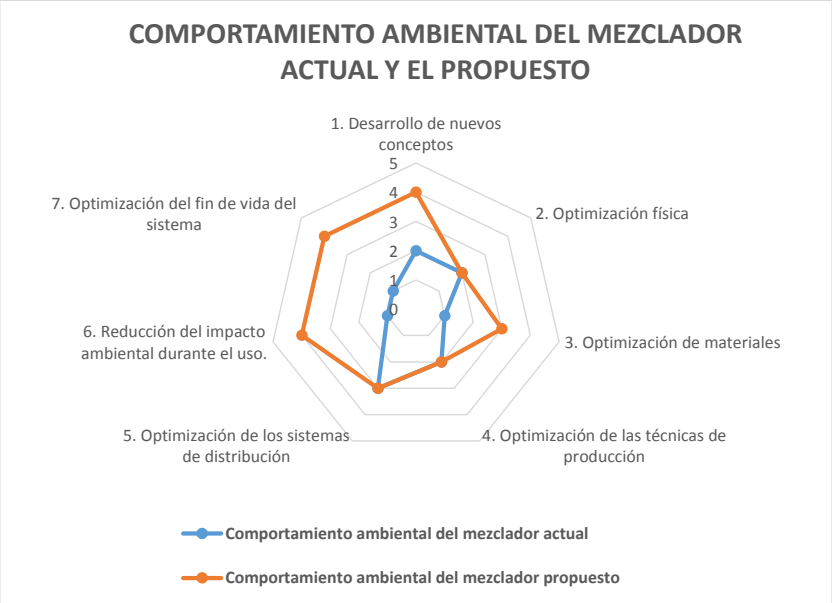


Tabla 4. Comparación del comportamiento ambiental del portavasos Actual Vrs. el Propuesto.

Comportamiento ambiental del ciclo de vida	**VASO ACTUAL**		**VASO PROPUESTO**	
1. Desarrollo de nuevos conceptos	**Producto monomaterial (cartón corrugado), no pensado como sistema de producto.**	**2**	**Se plantea el producto dentro de un sistema para que el material pueda ser recolectado por una empresa de compostaj e. Por ser un material biodegradable y procedente de materias primas renovables.**	**4**
2. Optimización Física	**Forma y dimensiones óptimas, de fácil ensamblaje, ergonómico, y monomaterial.**	**3**	**Producto con forma óptima, de fácil ensamblaje, ergonómico, y monomaterial.**	**3**
3. Optimización de Materiales	**Uso de materiales reciclados, es reciclable, materias primas de origen renovable, monomaterial, con un menor contenido**	**4**	**Materiales renovables, reciclados, biodegradables, con un menor contenido energético.**	**4**

	energético, biodegradable.			
4. Optimización de las técnicas de producción	**Consumo energético, producción de residuos que pueden ser reciclados.**	**2**	**Consumo energético, no hay reducción de procesos de producción.**	**2**
5. Optimización de los sistemas de distribución	**Maneja una logística eficiente.**	**3**	**Logística eficiente.**	**3**
6. Reducción del impacto ambiental durante el uso	**Es un producto de impacto ambiental bajo por ser monomaterial y de cartón.**	**4**	**Bajo impacto ambiental del producto por proceder de fibras de bagazo de caña de azúcar, material biodegradable, de origen renovable.**	**4**
7. Optimización del fin de vida del Sistema	**El empaque es recogido por la empresa de aseo para ser llevado al Relleno Sanitario Doña Juana.**	**1**	**El producto está diseñado para que pueda ser recogido por una empresa compostadora al finalizar su vida útil.**	**4**
TOTAL DEL VASO ACTUAL		**19**	**TOTAL DEL VASO PROPUESTO**	**24**

La propuesta rediseñada del portavaso reduce el impacto en un 21%, respecto al producto actual como muestra la tabla 4 y la figura 9.

Figura 9. Comparación del comportamiento ambiental del Portavasos actual respecto al propuesto.

Teniendo en cuenta los comportamientos ambientales anteriores se evidencia que el cambio de materiales para el rediseño del vaso, mezclador y portavaso, ayuda a reducir el impacto ambiental de los productos como muestra la tabla 5.

Tabla 5. Resumen de minimización de impacto ambiental de los productos de análisis.

PRODUCTO	MATERIAL SELECCIONADO	MINIMIZACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL ACTUAL
Vaso 9 Oz	**Papel recubierto con fécula de maíz**	**29%**
Mezclador	**Bambú**	**45%**
Portavaso	**Bagazo de caña de azúcar**	**21%**

CONCLUSIONES

El ecodiseño es una estrategia relevante para la minimización del impacto ambiental en los productos dado que promueve: Diseñar productos teniendo en cuenta todo su ciclo de vida (desde la extracción de materias primas hasta su disposición final), simplificar la composición de los empaques y unificar estos materiales teniendo en cuenta que estos productos pertenecen a un ciclo biológico por contener alimentos (material orgánico), además de usar materiales apropiados a la vida útil del producto, en este caso materiales biodegradables para empaques desechables.

Proponer materiales biodegradables contribuiría con el adecuado manejo de los empaques de alimentos para que desde las diferentes empresas sean reconocidos y separados con facilidad para que puedan hacer parte al finalizar su vida útil como materia prima para procesos de compostaje. Si este proyecto es implementado en los diferentes puntos de venta de la empresa de café se podría reducir el impacto ambiental actual causado por el vaso en un 29%, en el mezclador en un 45% y en el portavaso en un 21%. Si esta propuesta además se implementa en otras empresas que vendan alimentos la minimización del impacto se multiplicaría, siempre y cuando la propuesta de los empaques esté conectada con un proceso de compostaje posterior a la vida útil de estos empaques, logrando que la producción de residuos en Colombia disminuya. Según lo anterior el ecodiseño como tal, brinda una alternativa desde el producto como sistema, pero debe existir un acompañamiento y compromiso institucional, empresarial y de la comunidad en general para que se pueda lograr la minimización de los residuos.

RECOMENDACIONES

Para darle continuidad al propósito de esta investigación que es minimizar la producción de residuos sólidos a través del ecodiseño, como estrategia se recomienda una tercera fase de investigación en la que se valide la propuesta rediseñada para implementarla en los puntos de venta de la empresa de café y en especial en el de la Universidad El Bosque y evaluar los resultados obtenidos con su implementación. Lo anterior con el objetivo de completar el desarrollo de los pasos 6 y 7 de la metodología de ecodiseño que corresponden a la implementación de las propuestas validando su viabilidad económica y técnica en Colombia, dado que varias empresas investigadas como posibles proveedoras pertenecen a México o Estados Unidos.

Además de lo anterior se recomienda plantear un plan de manejo de los residuos orgánicos provenientes de los empaques de alimentos o de la fabricación de alimentos en general en la Universidad El Bosque para que estos materiales puedan ser aprovechados por una empresa compostadora al finalizar su vida útil en la generación de abono.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGUAS DE BOGOTÁ. (2014). Proyecto. Operación del Relleno Sanitario Doña Juana. Recuperado el 9 de Octubre de 2014, de http://www.aguasdebogota.com.co/wpsv61/wps/portal/aguasdebogota/!ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3gLw2DfYHMPIwN_z2BnA0_vQEsLT88Ap0A3Q_2CbEdFAKo88s4!/
2. ARÉVALO, S., J. (2010). Presentación Panel Tratamiento de Desechos Caso Bogotá – Colombia. Recuperado el 9 de Octubre de 2014, de http://www.un.org/esa/dsd/resources/res_pdfs/csd-18/05may/waste/presentation_Serrano.pdf
3. COLOMBIA. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2011), Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible. Bogotá D.C. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Pág. 16. Páginas: 71.
4. EHOW. (2014). *eHow.* Recuperado el 20 de Abril de 2014, de http://www.ehowenespanol.com/alternativas-espuma-poliestireno-hechas-cana-azucar-info_226277/
5. FUNDACION PRODINTEC, Centro Tecnológico para el Diseño y la producción Industrial de Asturias. (2005). Ecodiseñas, proyecto de ecodiseño para Pymes, Guía Metodológica. Guijón, Asturias, España.
6. GUERRERO, J. (2011) Presentación sobre el Relleno Sanitario Doña Juana. Visita realizada el 20 y 27 de Agosto de 2011 por el grupo de Ecodiseño de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad El Bosque.
7. INTERNATIONAL STANDARD, ISO 14040. (2006). Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework. ISO copyright office, Published in Switzerland.
8. LARDES, C. J., FERNÁNDEZ, C, A. (2012). Criterios de diseño mecánico en tecnologías industriales. Zaragoza: Prenzas Universidad Zaragoza.
9. MACHADO, Y. ORDOSGOITIA, C. (2014). Análisis del ciclo de vida del Vaso 9 Oz de café, los mezcladores y los portavasos de la empresa OMA ubicada en la Universidad El Bosque, teniendo en cuenta la norma ISO 14044. Tesis de grado. Bogotá, Universidad El Bosque, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial.
10. MARTINEZ, P., MONTOYA, C. (2012). Propuesta de investigación “El ecodiseño, una estrategia de minimización de los residuos sólidos (empaques) generados en la Universidad El Bosque en zonas de alimentación. Fase II”. Grupo de Investigación GINTECPRO, Programa de Ingeniería Industrial, Universidad El Bosque.
11. MARTINEZ, P., MONTOYA, C. (2013). Diagnóstico del manejo actual de residuos sólidos (empaques) en la Universidad El Bosque. Produccion + Limpia, Página 88.
12. MINISTRY OF HOUSING, (2000). Spatial Planning and the environment. Eco-indicator 99, manual for designers. Netherlands.
13. NATURE WORKS LLC. (2014). Recuperado el 20 de Abril de 2014, de http://www.natureworksllc.com/The-Ingeo-Journey/End-of-Life-Options/Composting
14. RODRÍGUEZ, J., J. (2009), Presentación historia y desarrollo del conflicto ambiental Relleno Sanitario de Doña Juana. Recuperado el 23 de Agosto de 2011 de http://concejodebogota.gov.co/concejo/site/artic/20091202/pags/20091202121107.php
15. ROJAS, M. L. (2005,). Presentación Rellenos Sanitarios Regionales. Recuperado el 9 de Octubre de 2014, de https://www.google.com.co/?gfe_rd=cr&ei=rs02VOuVLMPd8gePsoHYBw#q=28.800+toneladas+de+residuos+s%C3%B3lidos+en+Colombia+%2B+Minambiente

3.3-Arena-Argentina-2

DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO BIFUNCIONAL INTEGRADO A EDIFICIO UNIVERSITARIO.

Alejandro Pablo Arena
Ingeniero Electromecánico, Dr. en energética, docente en la Universidad Tecnológica Nacional e investigador del CONICET. Dirige la Maestría en Desarrollo Sustentable del Hábitat Humano, y el Doctorado en Ingeniería. Director del Grupo CLIOPE- "Energía, ambiente y desarrollo sustentable".

Germán Henderson
Estudiante de Ingeniería Electromecánica de la Facultad Regional Mendoza de la Universidad Tecnológica Nacional. Becario del Grupo CLIOPE "Energía, ambiente y desarrollo sustentable".

Carlos Bello
Ingeniero Electromecánico, Mg. en Docencia Universitaria, docente e investigador de la Facultad Regional Mendoza de la Universidad Tecnológica Nacional. Director del Grupo DIDEME- "Diseño y Desarrollo de Máquinas y Equipos Industriales".

Leandro Panella
Estudiante de Ingeniería Electromecánica de la Facultad Regional Mendoza de la Universidad Tecnológica Nacional. Becario del Grupo DIDEME-Diseño y Desarrollo de Máquinas y Equipos Industriales.

Mario Martínez
Ingeniero Electromecánico, docente e investigador de la Facultad Regional Mendoza de la Universidad Tecnológica Nacional, especialista en redes de transmisión eléctrica.

Santiago Heredia
Ingeniero Electromecánico, docente e investigador de la Facultad Regional Mendoza de la Universidad Tecnológica Nacional.

Alberto Salassa
Ingeniero Electrónico, especialista en Desarrollo Sustentable del Hábitat Humano.

Gabriela Nuri Barón
Diseñadora Industrial. Magíster en "Diseño de Sistemas de Productos y Servicios" (Politécnico de Milán), becaria CONICET del Doctorado en Ingeniería mención Civil-Ambiental de la Universidad Tecnológica Nacional Argentina.

Dirección (1): Av. Carlos Thays, s/n–Parque General San Martín - Mendoza - Capital - 5500 - Argentina - Tel.: (+54) 261-5244545 - Fax: (+XX) 333-4444 – e-mail: **aparena@frm.utn.edu.ar**

RESUMEN

La integración del sistema fotovoltaico a la arquitectura del edificio universitario cumple un rol bifuncional. Por una parte, se genera energía eléctrica a partir de una fuente renovable y sustentable, aprovechando los beneficios de la generación fotovoltaica distribuida. Por la otra, se logra reducir la carga térmica de las aulas superiores del edificio, evitando la necesidad de construir dos sistemas por separado para cumplir con ambas funciones.

El sitio elegido para la ubicación del sistema fotovoltaico se caracteriza por poseer una elevada disponibilidad de la energía proveniente del sol a lo largo del año, sin elementos que proyecten sombras, permitiendo un buen aprovechamiento de la misma. Además, dado que la producción energética del sistema se ve influenciada, en gran medida, por la orientación del plano de captación de los paneles con respecto a la radiación incidente, se diseñó un sistema de tracking de eje horizontal. Dicho sistema, incorporado a las estructuras de soporte, permite, mediante accionamiento manual de un reductor, regular la inclinación de los paneles fotovoltaicos, ajustándola al valor óptimo para las distintas épocas del año.

El sitio de emplazamiento de la instalación fotovoltaica presenta una alta visibilidad para la comunidad universitaria, con el objetivo de acercar estas tecnologías a sus integrantes, de modo que despierte su interés por las tecnologías y las acciones sustentables.

El sistema está equipado con equipamiento de monitoreo de variables eléctricas y ambientales, que permitirán realizar una evaluación de la eficiencia del sistema en las distintas condiciones operativas que se presenten.

Palabras claves: Energía renovable, generación distribuida, bifuncionalidad, integración edilicia, sustentabilidad.

INTRODUCCIÓN

El sector edilicio es responsable de una porción muy importante de la demanda energética de nuestros países, para satisfacer distintas necesidades como la iluminación, la climatización, el accionamiento de dispositivos de comunicación y cálculo, uso de electrodomésticos, bombeo de agua, etc.

Por otra parte, el sector tiene un enorme potencial de mejora, dado que el proceso de diseño históricamente no ha incorporado estrategias que armonicen el funcionamiento de los edificios con los recursos del clima disponibles en el sitio de emplazamiento. Existen distintas tecnologías que pueden utilizarse para este propósito, desde el uso de dispositivos para la producción de agua caliente sanitaria mediante energía solar, paneles fotovoltaicos para la satisfacción de las necesidades de energía eléctrica, colectores solares para la climatización invernal, dispositivos de sombreado para evitar el sobrecalentamiento de ambientes en verano, superficies selectivas, dispositivos para el aprovechamiento de la iluminación natural, etc.

Una de las tecnologías más prometedoras es la fotovoltaica, la cual permite producir electricidad en el sitio en el que se requiere, disminuyendo la necesidad de transporte de energía, sin producir ruido, partes en movimiento, ni liberación de emisiones durante su uso, a la vez que requieren escaso mantenimiento, y producen menor impacto que las fuentes fósiles convencionales.

Sin embargo, las condiciones económicas en muchos casos enlentece y en otros bloquea su aplicación. La falta de sincronía entre la disponibilidad del recurso solar y la demanda eléctrica, los altos costos de inversión, las bajas tarifas eléctricas, la ausencia de incentivos fiscales son algunos elementos que desmotivan la difusión. Uno de los elementos que la favorecen es la conexión a la red de distribución, permite la obtención de múltiples beneficios funcionales directos para el usuario, que abren perspectivas interesantes para hacer la tecnología fotovoltaica más económica, disminuyendo costos de instalación, evitando la necesidad de acumulación, aprovechando espacios, y produciendo beneficios energéticos.

Desde un punto de vista más amplio, la generación distribuida logra importante beneficios indirectos, aliviando las redes de distribución y las necesidades de generación para horarios de punta.

Cuando a la posibilidad de generación distribuida conectada en red se combina la integración del sistema fotovoltaico al edificio, se logran beneficios adicionales, logrando la polifuncionalidad del sistema, que ya no actúa exclusivamente como elemento generador, sino que puede incorporar propósitos como la estética, el sombreado, la impermeabilización, el techado, etc.

OBJETIVOS O HIPÓTESIS DEL PROYECTO

Disminuir los costos asociados a la utilización de tecnología fotovoltaica, mediante la integración edilicia y la polifuncionalidad.

METODOLOGÍA EMPLEADA

Se ha diseñado y construido un sistema fotovoltaico para su integración en el edificio central de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, ubicada en 32º49 47" S y 68º51' 10 98" O, a una altitud sobre el nivel del mar de 786 metros. La región se caracteriza por un recurso solar de alta disponibilidad.

Para ello se han considerado los distintos condicionantes existentes: funcionales, tecnológicos, operativos, comunicacionales, relacionados con los usuarios directos (alumnos y profesores que utilizan las aulas), la comunidad universitaria, y el sistema en sí. Los mismos se sintetizan en la siguiente tabla:

Tabla 1: Condicionantes existentes para la realización del proyecto.

DE LOS USUARIOS DIRECTOS	DE LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA	DEL SISTEMA
Evitar el sobrecalentamiento en los meses cálidos; Permitir el acceso de la radiación solar durante los meses fríos; Controlar el deslumbramiento; Proteger contra la lluvia.	Disminuir la demanda eléctrica a satisfacer externamente; Comunicar la integración de la tecnología en la vida cotidiana; Dar una imagen espacial que represente la acción sustentable de la Universidad; Disminuir las emisiones asociadas a los consumos energéticos.	Regular la inclinación para la producción óptima de electricidad; Permitir la limpieza, sin necesidad de subir al techo, colocando los paneles en posición invertida; Proteger en caso de granizo, colocando los paneles verticalmente; Permitir el flujo de aire para evitar el calentamiento de los paneles.

SITIO DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

El problema de sobrecalentamiento que presentan las aulas que se encuentran con sus ventanas sobre la fachada norte del edificio en verano determinó la necesidad de instalar un sistema exterior de sombreado, que bloqueara la radiación directa sin impedir el contacto visual con el exterior.

Por otra parte, la instalación clásica de los paneles aprovechando la superficie del techo que cuenta con una buena insolación durante la mayor parte del año, hubiera servido a los propósitos tecnológicos, pero hubiera negado el impacto visual del sistema que se quiere promover sobre la comunidad universitaria (Figura 1).

Figura 1: Instalación clásica sobre techo.

La combinación de las dos situaciones determinó la colocación de los paneles fotovoltaicos como aleros de las aulas de la fachada norte del edificio central (Figura 2). Esta fachada es la de mayor visibilidad entre las fachadas internas del edificio, ya que limita la denominada “Plazoleta del estudiante”, donde se sitúa también la zona externa del buffet, constituyendo el centro de la actividad recreativa de la comunidad universitaria.

Figura 2: Fachada norte del edificio de aulas, mostrando la ubicación de los paneles y la sombra generada por estos.

MORFOLOGÍA Y ACCESO AL SOL

La instalación de los paneles fotovoltaicos como aleros permite conjugar una tecnología solar activa, como es la fotovoltaica, con una pasiva, que es el bloqueo de la radiación solar directa, reduciendo la temperatura ambiente interior en particular en los meses de verano. La integración mecánica de la instalación provee multifuncionalidad al sistema, lo cual disminuye la demanda eléctrica para refrescamiento, a la vez que participa en la oferta energética del edificio.

La variable primaria a optimizar para el diseño del sistema es la generación eléctrica, la cual varía con la inclinación y el momento en que se evalúe. La mayor generación se obtiene cuando los rayos solares inciden perpendicularmente a los paneles, lo que determinó que se diseñara la estructura de montaje con un sistema de tracking de eje horizontal, incorporado a las estructuras, el cual permite inclinar los paneles de modo de recibir la mayor cantidad posible de radiación solar en cada momento (Fig. 3).

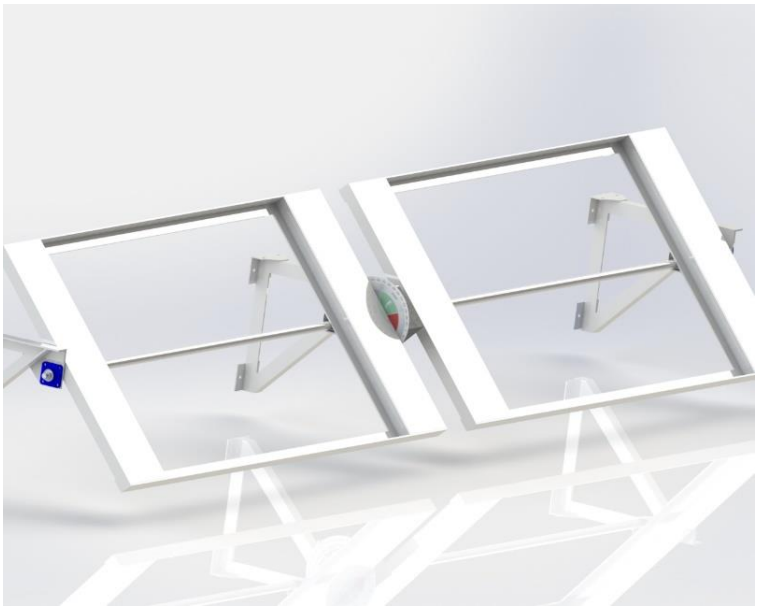


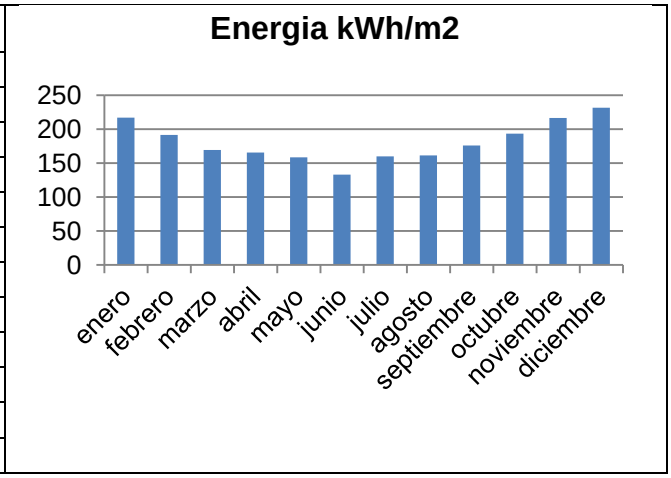
Figura 3: Detalle de la estructura de eje horizontal.

La integración del sistema al edificio evita la necesidad de construir e instalar dos estructuras distintas: aleros para el control de la radiación incidente en las aulas orientas hacia el ecuador, y un sistema fotovoltaico tradicional instalado en el techo, con lo que se consigue un aprovechamiento óptimo de los recursos.

En la tabla 2 se muestra la variación de energía incidente sobre el plano del panel, en kWh/m2, para distintos ángulos de inclinación según el mes del año. Si bien se puede modificar la inclinación de los paneles en cada momento del año, se prevé ajuste mensual de la misma, por lo que dichos ángulos fueron redondeados en múltiplos de 5, y aproximando de modo de requerir la menor cantidad de ajustes mensuales.

Tabla 2: Variación mensual de energía incidente sobre el plano, en kWh/m2.

Mes	Inclinación
Enero	10°
Febrero	15°
Marzo	25°
Abril	35°
Mayo	50°
Junio	55°
Julio	55°
Agosto	50°
Septiembre	40°
Octubre	30°
Noviembre	20°
Diciembre	10°



Otro aspecto importante a tener en cuenta al momento de decidir el sitio de ubicación de un sistema fotovoltaico es la detección de objetos, ubicados en la zona de la instalación, que puedan proyectar sombras que afecten la producción energética del sistema. Para estudiar esta posibilidad se utilizó el equipo de medición portátil “SunEye 210”, el cual a partir de una fotografía tomada con una cámara con lente “ojo de pez”, proporciona visión del cielo desde el punto de instalación del panel. Sobre ella se proyectan las líneas de la trayectoria solar en los distintos meses, permitiendo identificar los objetos que proyectan sombras, y el momento en que ello ocurrirá. Se pudo observar, a partir del análisis

anual de obstrucciones solares, que la ubicación seleccionada es óptima, y que permite un acceso a la radiación solar del sitio en casi todo el año (Fig. 4 Y 5).

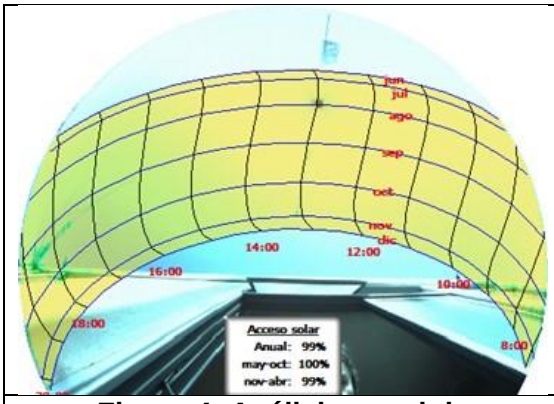


Figura 4: Análisis anual de obstrucciones solares.

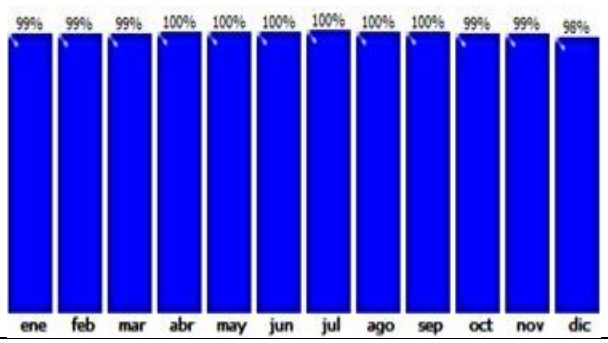


Figura 5: Acceso al sol mensual promedio.

DISEÑO MECÁNICO

La estructura de soporte fue diseñada de modo tal que pueda soportar el peso propio de los paneles, más la carga adicional por eventuales condiciones extremas como pueden ser las tormentas de verano y el viento “Zonda”. Dicha estructura está vinculada a un eje soportado en sus extremos por rodamientos del tipo placa.

Los condicionantes para la elección del tipo de rodamiento a utilizar fueron del tipo económico-constructivo. Estos rodamientos vienen montados en un sistema de rotula externa, lo cual permite grandes desalineamientos angulares, brindando la posibilidad de absorber errores del tipo constructivo. Por otra parte, presentan facilidad para el montaje y vienen sellados mediante reten de goma con engrase permanente, lo cual los protege internamente. Desde el punto de vista económico, son de costo accesible comparado con otros rodamientos de similares prestaciones.

En cuanto al eje de la estructura, en su parte media está soportado por un reductor del tipo “tornillo sinfín y rueda helicoidal”, con salida de árbol hueco, que mediante chaveta transmite el movimiento a todo el conjunto. La relación de transmisión de este reductor es 1:60, lo que lo hace irreversible, y, por ende, con características de autofrenado y bloqueo (el giro del árbol de salida solo se puede efectuar girando el árbol de entrada). Dicha condición garantiza que una vez posicionados los paneles al ángulo de exposición elegido, las condiciones atmosféricas de vientos, y cargas externas, no puedan modificar la posición elegida.

La selección del reductor apropiado tuvo en cuenta dos situaciones:

a) La condición buscada de fácil manipulación y bloqueo;

b) Las cargas máximas eventuales a las cuales lo someterán las tormentas y/o el viento “Zonda”: se han considerado estas cargas para ráfagas de hasta 90 km/hora sobre uno de los lados de los paneles (usando como división el eje de rotación, lo que impone un momento a aplicar al reductor, el cual debe ser capaz de soportarlo sin daño).

En cuanto al comando del conjunto, este se logra gracias a una varilla acoplada al árbol de entrada del reductor, mediante una junta cardánica recuperada de un repuesto de automóvil, que tiene un precio accesible y es de provisión estándar (Figura 6). En el otro extremo de la varilla se diseñó una palanca acodada, con manilla de tubo, lo cual permite hacer girar el conjunto. El par necesario a introducir mediante este comando es muy bajo, haciendo posible el accionamiento a cualquier persona.

Figura 6. Imagen de junta cardánica

Otro aspecto destacable de la junta cardánica es que da la posibilidad de posicionarla varilla en un soporte de guarda exterior, ubicado sobre la columna entre las ventanas,con el objeto de acceder a ella para manipular los paneles.

Párrafo aparte, debemos hacer mención de las consideraciones estructurales de la fijación estructuras-edificio, teniendo en cuenta que se debe lograr la estabilidad ante las posibles condiciones ambientales extremas ya mencionadas. Para ello se previó la fijación con anclajes químicos, utilizando resina epoxi con varillas roscadas, sobre la viga de H°A° ubicada encima de las aberturas de la fachada norte del edificio UTN. Se determinó una distancia entre ejes de anclajes no inferior a los 100 mm, y entre estos últimos, y las aristas de viga, no inferior a 250 mm.

Para concluir este apartado podemos resumir las características principales del sistema de tracking de eje horizontal con reductor de velocidad de alta relación, en lo siguiente:

a) Permite posicionar los paneles al ángulo de inclinación elegido;

b) Mantiene la posición seleccionada en condición de frenado irreversible;

c) Se pueden posicionar los paneles en condición de resguardo ante caída de granizo para evitar su rotura;

d) Factibilidad de rotación delos paneles para limpieza desde las ventanas.

Las figuras 7 y 8 muestran una estructura de soporte con el panel montado, y los ensayos de fijación estructural realizados, respectivamente.

Figura 7: Panel montado en estructura de soporte.

Figura 8: Ensayo de montaje de las estructuras.

SISTEMA DE VISUALIZACIÓN DE DISCO (DIAL)

Anteriormente se mencionó la influencia que tiene el ángulo de inclinación de los paneles en la producción energética del sistema fotovoltaico.Luego, en el apartado de diseño mecánico, se explicó la solución mecánica ofrecida para la regulación de la inclinación de las estructuras en forma manual, mediante la utilización de una varilla para el

accionamiento de un reductor de velocidad. Con el propósito de comunicar el uso correcto del sistema de tracking horizontal, se ha diseñado un sistema de visualización del ángulo de exposición que consta de un disco (dial) con marcas y sectores, y un fiel de señalización del ángulo, que permita al usuario ubicado en las aulas, es decir por debajo de la estructura y del panel, identificar la inclinación que posee, y guiarlo hasta la posición deseada (Fig. 9).

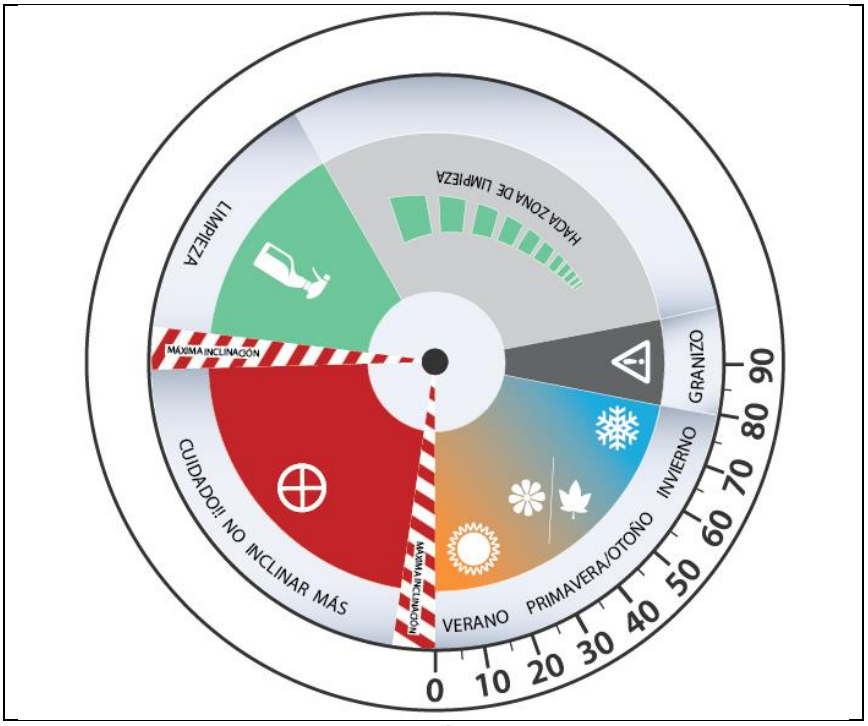


Figura 9: Detalle del diseño gráfico aplicado al dial exterior.

Dado que el sistema prevé su ajuste mensual por parte de personal no-especializado, se diseñaron elementos de interface visual, intuitivos y claros, que evidencien los ángulos de inclinación adecuados.

El dial circular se encuentra ubicado en el eje de rotación del sistema (externo) con el objeto de poder referenciar el ángulo de giro de los paneles en forma directa. El mismo muestra cuales son las inclinaciones óptimas para cada época del año, la posición de limpieza, la posición de protección contra granizo y el ángulo máximo permitido. Su dimensión se seleccionó de modo que pueda ser leído y comprendido desde la ventana de las aulas. Este primer elemento de comunicación se complementa con una leyenda ubicada en el interior del aula junto a la varilla de giro. En dicha leyenda se detallan las posiciones ya mencionadas, a modo de lista, y se indica el modo de operación.

El dial es fácil de remover y posicionar, lo que permite su cambio y mejora a partir de la experiencia acumulada en la manipulación.

MONITOREO

El control de los parámetros eléctricos y ambientales, involucrados en el funcionamiento del sistema, permitirá contrastar la información obtenida del modelo de simulación, con lo verificado experimentalmente. La eficiencia del sistema será controlada relacionando la producción eléctrica con el recurso incidente en los paneles. Dado que la eficiencia de estos está condicionada negativamente por el aumento de temperatura, se monitoreará tanto la temperatura ambiente, como así también la de los paneles.

El monitoreo de la radiación global incidente sobre el plano de los paneles será realizado montando dos piranómetros S-LIB-MOO3 HOBO sobre una estructura. Estos serán contrastados con un patrón secundario CMP11 de Kipp&Zonen.

Por otra parte, dos sensores de temperatura HOBO S-TMB-M017 repartidos por la superficie de un panel, conectados a un registrador HOBO H21-002 MICRO STATION permitirán tener en cuenta el incremento de temperatura de los módulos fotovoltaicos. Finalmente, un sensor de temperatura/humedad HOBO S-THA-M017 montado lejos de los paneles, y conectado a un datalogger HOBO H14-002 será utilizado para medir dichos parámetros en el ambiente circundante.

ASPECTOS ECONÓMICOS

Uno de los principales objetivos de este proyecto, así como del consorcio IRESUD, es lograr la penetración de esta tecnología para la generación eléctrica distribuida conectada a la red de distribución. Resulta claro que una de las principales barreras actuales en el contexto nacional es el económico: los usuarios no encuentran incentivos económicos para realizar estas inversiones, que aseguren una rentabilidad en plazos razonables, por múltiples factores. El primario es la baja tarifa eléctrica, que es usualmente el que debe disparar el interés de los usuarios por buscar alternativas. El segundo es el costo: no hay una economía de escala, lo que determina altos costos iniciales.

Por otra parte, el marco regulatorio aún no define las condiciones de venta a la red del excedente de energía volcado a la misma, lo que completa un panorama económico desmotivante.

Tampoco existen incentivos fiscales, sean subsidios explícitos, desgravaciones u otros mecanismos, que compensen de algún modo esos factores negativos, aunque en las citadas condiciones serían siempre insuficientes, además de generar un costo adicional de implementación y control.

Se puede por lo tanto afirmar, sin necesidad de aplicar los distintos enfoques que se pueden adoptar para evaluar un sistema de esta naturaleza, que la alternativa de generación fotovoltaica distribuida no es conveniente desde el punto de vista financiero.

Por este motivo se adopta en este proyecto un diseño bifuncional, integrando el sistema fotovoltaico al edificio, con la intención de generar un segundo beneficio económico asociado a la reducción de la carga de refrigeración en aulas, sin necesidad de incurrir en la adquisición e instalación de aleros convencionales.

A partir del monitoreo de la generación eléctrica, se analizarán distintos escenarios para evaluar desde el punto de vista económico el resultado de esta instalación. Esto permitirá por otra parte disponer de un caso real para hacer un ejercicio de aplicación de los distintos enfoques de evaluación existentes, utilizando datos concretos que faciliten y orienten una propuesta metodológica de origen local, para la evaluación de las alternativas de GFVD.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto tiene alta relevancia en la comunidad universitaria, ya que muestra cómo los conceptos de sustentabilidad pueden concretarse enriqueciendo funcionalmente el edificio, fomentando no sólo la incorporación de nuevas tecnologías, sino el desarrollo de soluciones innovadoras que agreguen valor.

Conceptos como aprovechamiento de fuentes renovables de energía, integración fotovoltaica en el edificio, climatización pasiva, control de la iluminación natural, reducción de la demanda de energía e impacto en la comunidad, son alcanzados sin descuidar aspectos prácticos como los asociados al mantenimiento, y a la protección en caso de contingencias climáticas.

A partir del monitoreo continuo se registrará las variables climáticas y las energéticas, se procederá a la evaluación de la generación real del sistema, la determinación de indicadores de rentabilidad y de impacto ambiental, desde una óptica de ciclo de vida.

Para ello se considerarán los costos de inversión incurridos y evitados, los costos operativos, y los beneficios obtenidos, tanto por la provisión de energía eléctrica, como por la disminución de demanda asociable a la menor carga térmica en aulas.

AGRADECIMIENTOS
El proyecto es financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) y las cinco empresas integrantes del consorcio público-privado IRESUD; la UTN y la Fundación Universidad Tecnológica Regional Mendoza, a quienes se expresa un especial reconocimiento.

Los autores agradecen la colaboración prestada por investigadores, docentes, no docentes y alumnos de la UTN-FRM. Al Ing. Eduardo Font del Laboratorio de Mecánica del Departamento de Ingeniería Electromecánica por la gran dedicación para la elaboración de las estructuras portantes de tracking horizontal. Al grupo DIDEME por su aporte para el diseño de estas estructuras. Al CEREDETEC por el asesoramiento brindado sobre los aspectos estructurales de la colocación de los soportes y paneles en el muro del edificio central. A los socios de IRESUD por el aporte de los paneles e inversor, y el asesoramiento constante. A los investigadores, tesistas, pasantes y becarios del grupo CLIOPE- "Energía, ambiente y desarrollo sustentable", que han llevado adelante el proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Duffie JA, Beckman WA, (1991). Solar Engineering of Thermal Processes 2nd edition, Wiley, New York, NY, ISBN: 0471510564.

2. Erbs, D.G., Klein, S.A. and Duffie, J.A. (1982).Estimation of thediffuseradiationfractionforhourly, daily and monthlyaverage global radiation. Solar Energy, 28, 293-302.

3. Eyras, R. (2013). Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía Proyecto IRESUD: "Interconexión de sistemas fotovoltaicos a la red eléctrica en ambientes urbanos".

4. Socolovsky et al, (2013). Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía. Evaluación del funcionamiento de un sistema fotovoltaico de 2,8 kW con sombreado parcial.

5. ABB, (2011). Cuaderno de aplicaciones técnicas n°10 Plantas fotovoltaicas, Barcelona.

9.6-Vergara-Colombia-1

DISEÑO SISTEMICO APLICADO A LOS DERIVADOS DE LA CAÑA DE AZÚCAR: LA PANELA EN COLOMBIA.

Verónica Liseth Vergara Palencia [(1)]
Diseñadora Industrial con énfasis en Ecodiseño maestría realizada en el Politécnico de Turín, Italia. Experiencia en desarrollo de productos y estrategias tecnológicas, innovativas y competitivas. Co-fundadora de Zúla Forma. Laboratorio de proyectos sostenibles.

Catalina Minotta Quebradas
Diseñadora Industrial colombiana con una Maestría en Ecodiseño del Politécnico de Turín en Italia, Practicante de Diseño y Comunicaciones en el Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas en Roma y Co-Fundadora de Zúla Forma, Laboratorio de Proyectos Sostenibles.

Sergio Andrés Ortiz Rincón
Diseñador industrial con énfasis en Ecodiseño (maestría realizada con el Politécnico de Turín ITALIA), con experiencia en desarrollo de productos y procesos productivos, aplicando la sostenibilidad durante el desarrollo proyectual reforzando los saberes artesanales.

Dirección (1): Transversal 4 # 42-31 - Chapinero - Bogotá D.C - Cundinamarca - 11001000 - Colombia - Tel.: (+57) 3044886961- **e-mail: veronicavergarapalencia@yahoo.it.**

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo definir las ventajas y desventajas de la producción artesanal e industrial de la panela en el departamento de Santander en Colombia, como una medida para recuperar los saberes artesanales así como aplicar las líneas guía del diseño sistémico en su producción y consumo. La panela es un alimento natural que se obtiene de los jugos de la caña de azúcar los cuales al ser sometidos a una cocción continua, se concentran creando una masa blanda solidificada. Al aplicar el enfoque sistémico en este proceso se aumenta el uso de materias primas locales, generando mayores oportunidades laborales debido a la creación de una red de relaciones entre las actividades nuevas y las del territorio. Además, todas las semillas en el interior del sistema son naturales y cultivadas de manera artesanal. Finalmente, la investigación realizada evidencia la posibilidad de crear una conciencia sostenible que beneficie a los artesanos colombianos.

Palabras claves: Sostenibilidad, Diseño sistémico, Economía local, Tradición, Revalorización.

INTRODUCCIÓN

Este estudio busca la aplicación del concepto de diseño sistémico en la cadena de producción de la caña de azúcar y sus derivados en el territorio colombiano como un modo de dar los primeros pasos hacia la sostenibilidad en América Latina. Adicionalmente, se analiza el uso de semillas genéticamente modificadas en la actividad panelera. El desarrollo de este proyecto pretende promover la cosecha en verde de la caña de azúcar, abolir las prácticas perjudiciales para el medio ambiente que están ligadas al cultivo, vincular el proceso productivo artesanal de la panela con el territorio de acuerdo al uso de los recursos, generar beneficios económicos para el artesano, fortalecer el vínculo cultural entre la panela y la población colombiana valorizando su imagen, relacionar la producción de la panela con otras actividades del territorio, fomentarla como sustituto del azúcar refinado, dar a conocer sus beneficios al consumidor, recalcar la importancia de su consumo dentro de la cultura colombiana, posicionar la panela como un alimento rico en nutrientes para todas las clases sociales, generar confianza en los consumidores al comprar un producto artesanal, enriquecer la relación entre consumidor y productor y demostrar que la agricultura sostenible es más ventajosa para la sociedad y el ambiente.

METODOLOGÍA SISTÉMICA

La base metodológica de este proyecto es el diseño sistémico, que comprende el estudio de los procesos industriales y agrícolas que tiene como objetivo transformar los residuos en insumos dentro de la cadena de producción, para poder eliminar en su totalidad los desechos de manufactura. Por lo tanto el nuevo proceso que se plantea, está regido por las cinco líneas guía y pilares del diseño sistémico en las cuales el sistema propuesto ha sido generado por las relaciones de las diversas actividades que componen el mismo. La materia resultante de las actividades involucradas se convierten en un recurso valioso para otras, generando de esta manera nuevas fuentes de empleo y aumentando el flujo económico. El sistema es autónomo, autopoiético y sus relaciones evolucionan en conjunto. Los productos finales, las materias primas, los procesos y las personas están directamente ligados al territorio y se rigen por sus tradiciones y capacidades[1]. La implementación de la metodología sistémica se realizó de acuerdo a un desarrollo proyectal que incluye 4 etapas fundamentales que serán examinadas en detalle a continuación.

ESTUDIO HOLISTICO

En esta primera etapa se debe analizar la caña de azúcar elemento primordial para la elaboración de la panela, haciendo énfasis es su morfología, el ambiente que necesita para vivir y que tipo de variedades de caña existen y se cultivan. Centrándose en el enfoque histórico, se indagó sobre el origen de la caña de azúcar. Como resultado se obtuvo que su historia se remonta a Nueva Guinea en el año 9000 A.C, de allí, pasó a la India donde se desarrollaron los primeros procesos de elaboración de la panela y a través del comercio de especias[2] y la conquista llegó a España, donde Cristóbal Colón fue el encargado de transportarla en su segundo viaje al continente americano[3].

Las primeras cañas de azúcar llegaron a Colombia en el año 1535. En ese momento los conquistadores enseñaron el saber-hacer de la panela y el azúcar a los indígenas. A partir de esto desarrollaron nuevos modos de consumo y transformación entre las cuales encontramos dulces, bebidas y platos típicos que se han mantenido en la cultura hasta la actualidad. La caña de azúcar fue difundida por Sebastián de Belalcázar inicialmente en Santiago de Cali y a través de muchos procesos de descubrimiento realizados por varios conquistadores y Jesuitas dentro del territorio colombiano llevada a sitios donde la altura con respecto al nivel del mar influyó en el desarrollo de nuevas variedades y de allí nació la caña criolla. Esta variedad en la actualidad desapareció con la llegada de semillas de caña genéticamente modificadas para resistir los pesticidas[4]. En la actualidad, la panela conserva su origen ancestral y también se hace de forma industrial. En este punto, la investigación se encuentra en una etapa donde 3 conceptos son primordiales de acuerdo a la trascendencia histórica: La caña de azúcar, el azúcar refinado y la panela, considerando el azúcar refinado y la panela como competidores desde la época de la colonia.

Por la difusión de la caña y por las variedades que se concentraron y desarrollaron en diferentes puntos del país, se consolida la relación que existe entre la producción y la tradición de la caña de azúcar dentro del territorio Colombiano, ya que solo 2 departamentos de los 32 que conforman Colombia no son productores de esta gramínea debido a su clima y terreno[5]. Como contraparte, si se analiza el azúcar refinado, se puede observar que la industria azucarera Colombiana está localizada en la extensión geográfica de todo el Valle del río Cauca, abarcando 47 municipios de los cuales 223.905 hectáreas están dedicadas exclusivamente al cultivo de caña de azúcar para lograr abastecer a 13 ingenios o industrias

azucareras encargadas de surtir a todo el país[6]. Con respecto a la panela, se plantean dos perspectivas: Una global donde Colombia es el segundo productor mundial después de la India y donde los colombianos son los primeros consumidores de panela, 22,2 kg per cápita en el 2009, por encima de Myanmar[7]. La segunda es una perspectiva nacional donde la panela es la mayor actividad agroindustrial del país y resaltan desde el punto de vista productivo los departamentos de Santander, Cundinamarca, Boyacá y Antioquia[8], Santander lidera la producción de caña panelera, con una cifra que asciende a las 232.111 toneladas/año en el 2011 representando el 19% de la producción nacional[9]. Así pues confirmando la tradición histórica y comparándola con la producción actual se definieron como pioneros en la elaboración del azúcar y panela los departamentos de Valle del Cauca y Santander. Con estos dos territorios se realizó un análisis de datos históricos, se estudiaron los recursos energéticos, hídricos y alimentarios, así mismo se examinaron las actividades agrícolas actuales, la economía y la población.

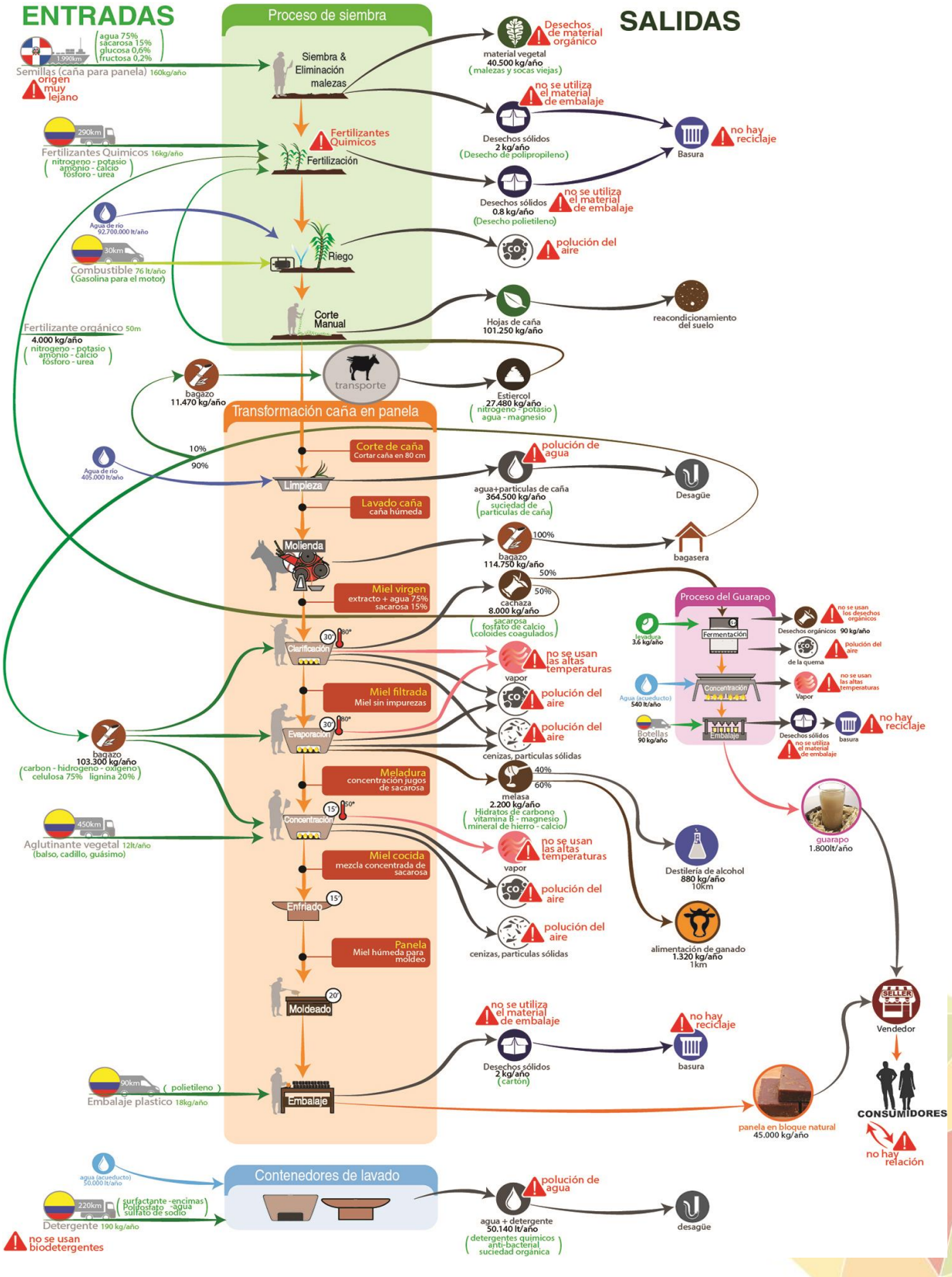
Con respecto a las bases culturales y sociales de la panela, en la actualidad existe la creencia popular que este alimento es un producto para personas con escasos recursos, por esta razón también ha sido designada como “el tesoro de los pobres”. Esto se debe a que por su bajo costo, las personas pueden adquirirla y la prefieren en lugar de comprar bebidas gaseosas que no aportan tantos nutrientes[10]. Desafortunadamente la globalización, el mercado y el cambio constante de tendencias han sido de gran influencia para la desaparición de este producto y han contribuido en la deformación del su propio significado.

MODELO PRODUCTIVO ACTUAL

En la agroindustria de la caña de azúcar en Colombia hay tres tipos de actores definidos: Los ingenios azucareros, los productores de panela industrial y los productores de panela artesanal. En cada caso fue determinado un proceso productivo para hacer un paralelo que ilustra sus diferencias y similitudes, haciendo énfasis en la proveniencia de las materias primas y en la disposición final de los residuos. En el suministro de insumos sobresalen problemas como el uso de semillas transgénicas, de detergentes no biodegradables, de combustibles fósiles para la quema de caña, de herbicidas químicos e insumos provenientes de zonas sin trazabilidad. Por otro lado en la disposición final de los desperdicios encontramos inconvenientes como la falta de reciclaje del material de embalaje y la no separación de las basuras, la contaminación del aire y el agua debido a la presencia de gases tóxicos, grasas y químicos, el desperdicio del calor liberado durante las diferentes etapas de elaboración y especialmente la falta de relación entre quienes producen la panela y quienes la consumen. Este estudio tiene como objetivo solucionar teóricamente algunos de los problemas presentes en el modelo de la panela artesanal[11].

En la **figura 1** se puede observar con más detalle el proceso productivo. De color verde, naranja, azul y rosado son descritos los procesos de transformación por los que es sometida la caña de azúcar. A la izquierda, identificados con una flecha verde oscura, se encuentran los insumos necesarios en las etapas de siembra, transporte, transformación de la caña y por último el lavado de los recipientes utilizados durante la elaboración de la panela. Asimismo, indicados con una flecha azul, se observar en qué punto del proceso es necesaria la entrada de una fuente hídrica proveniente del alcantarillado o de un sistema de riego. A la derecha y con flechas de color marrón se ubican todas las salidas del sistema es decir, los desperdicios generados en cada una de las etapas del proceso productivo. Como caso particular se analiza el bagazo resultante del proceso de molienda que actualmente no es desechado, sino por el contrario, es llevado a una bagacera (lugar donde se secan los jugos de caña del bagazo), y después se transforman en un insumo necesario para los hornos y para la alimentación animal. Las aguas grises son indicadas por una flecha gris. Las salidas que se encuentran demarcadas con una flecha roja, indican desperdicios térmicos. Con signos de admiración y en rojo se ubican las problemáticas enfocadas especialmente en la proveniencia de los insumos y la disposición final de los desperdicios. La panela es llevada por el productor a los intermediarios (vendedores), encargados de venderla a los consumidores.

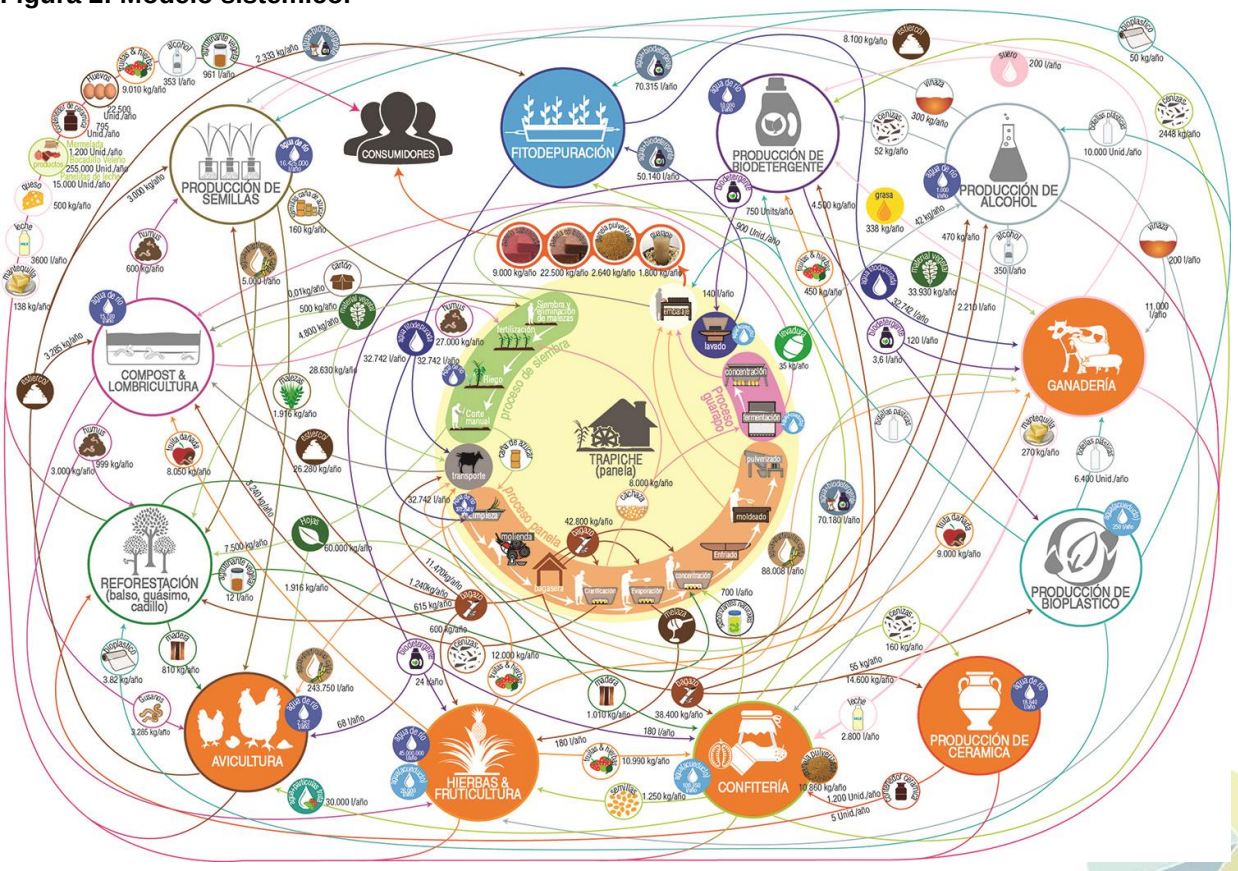
Figura 1: Modelo productivo actual de la panela artesanal.



MODELO SISTÉMICO APLICADO EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE PANELA

El sistema propuesto se genera como una solución a las problemáticas del modelo productivo actual y crea una relación entre la elaboración de panela y el territorio. La **figura 2,** ubica al centro y en color amarillo el modelo productivo de la panela. Con la aplicación de la metodología sistémica, las salidas de esta actividad ya no son consideradas desperdicios sino recursos utilizables para sí mismo y otros oficios del territorio. Así pues, son relacionadas al sistema productivo panelero 12 actividades además del trapiche y el consumidor, entre las cuales 7 representadas con una circunferencia grande blanca, son nuevas y 5 identificadas como una circunferencia grande naranja son locales. Los oficios nuevos nacen de la necesidad del sistema por reproducirse y generar un equilibrio que no estaba presente en el modelo productivo actual ya que la mayoría de las salidas eran llevadas a la basura. Dentro de estas labores nuevas se encuentran la producción de semillas tradicionales que permite a las actividades presentes en el sistema, usar semillas sanas y ecológicas en sus cultivos. Debido a los diferentes problemas presentes en la agricultura colombiana derivados del tratado de libre comercio con Estados Unidos, los campesinos colombianos están obligados a comprar semillas genéticamente modificadas*12*. El enfoque sistémico propone el uso de semillas cultivadas por el campesino, que se han trabajado de generación en generación, en la cantidad necesaria y de acuerdo a la productividad de su terreno. Son semillas cultivadas con fertilizantes naturales que no erosionan el terreno y principalmente no contaminan la tierra.

Figura 2: Modelo sistémico.



El compostaje genera humus natural disponible para reemplazar los fertilizantes químicos que se usan actualmente en la agricultura y ayuda a la nutrición de las plantas presentes en la actividad de reforestación. En cuanto a las actividades locales, se benefician tanto económicamente como en la calidad de sus productos finales. Además, la panela empieza a sustituir el azúcar refinado y otros endulzantes artificiales durante la preparación de dulces típicos de la región. Con el bioplástico producido a partir del bagazo de caña, las actividades logran tener empaques biodegradables para sus productos. Asimismo, la actividad panelera no debe vender más melaza a las grandes industrias y estará en capacidad de producir su propio alcohol etílico. Con la producción de biodetergente se garantiza una buena calidad de las aguas grises que salen de todas las actividades, y hace que estas sean aptas para la fitodepuración donde son aprovechadas nuevamente. En cuanto a los oficios locales, son revalorizadas la ganadería, la avicultura, la confitería, el cultivo de

hierbas, frutas y la producción de cerámica. En el caso de la ganadería y la avicultura, la aplicación del enfoque sistémico le permite realizar una crianza local. Por su parte el cultivo de hierbas y frutas obtiene sus semillas en su propio territorio favoreciendo al producto final que posteriormente llegará al consumidor. La confitería reemplaza el uso de azúcar refinado por panela para elaborar dulces típicos de la región. Todas las entradas y salidas de cada una de las labores ya sean nuevas o del territorio, están representadas por flechas que corresponden al color de la actividad y está indicado por un circulo blanco pequeño a que entradas y salidas corresponde.

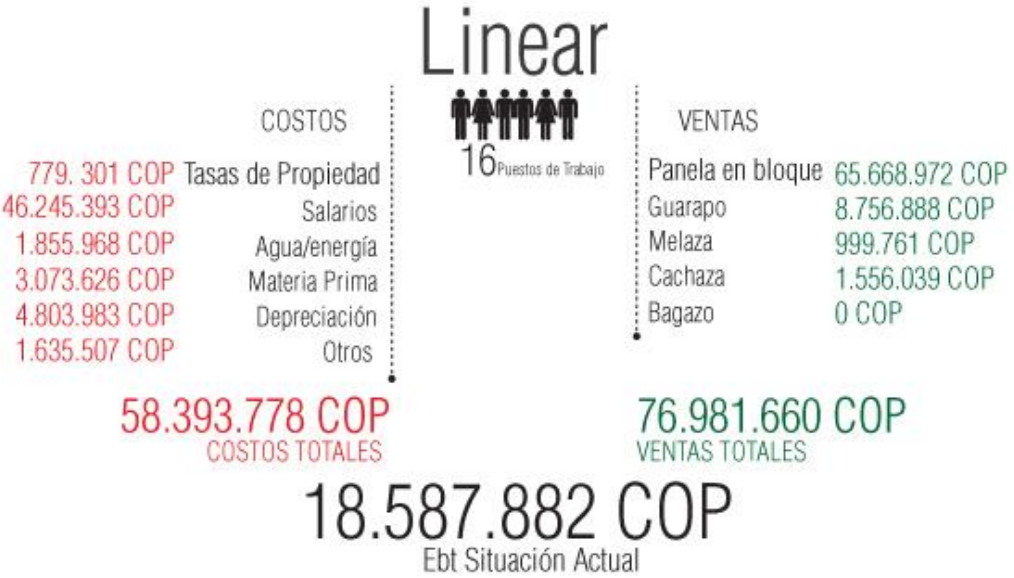
Para aplicar el nuevo modelo de producción, es necesario evaluar el sistema dentro de un contexto. Con esto se busca comprender cómo las actividades interactúan entre sí a través de las entradas, en las cuales se examinan distancias y medios de transporte que van a ser empleados, para lograr así, definir la viabilidad del proyecto. De esta manera, el trapiche estará localizado en el municipio de Barbosa en el departamento de Santander, ciudad caracterizada por tener como prioridad dentro de su tradición la elaboración de la panela y otros productos típicos colombianos. Todas las actividades que hacen parte del sistema deben ser cercanas y la materia no debe recorrer grandes distancias (menos de 5Km), 6 de las 12 actividades se encuentran a menos de 1Km mientras que la más lejana se encuentra a 4 Km de distancia con respecto al trapiche.

El modelo sistémico también requiere una nueva economía local que pueda ser aplicada a la comunidad. La propuesta analizó todas las entradas y salidas que resultan de los procesos en las diferentes actividades para establecer un perfil económico, teniendo en cuenta las calidades, las cantidades, los activos, el inventario, los costos y las inversiones necesarias para alcanzar un equilibrio beneficioso. Como resultado, se puede observar que los productores de panela artesanal en la región de Barbosa podrían tomar la decisión de crear 4 actividades. Estas son el compostaje, la producción de semillas, la reforestación y la producción de alcohol. La inversión necesaria es baja y se puede establecer dentro del espacio del trapiche para facilitar el transporte, la gestión y la financiación. La relación del productor de panela con estas actividades además de las del territorio, trae beneficios a la región y a los artesanos, tales como la creación de puestos de trabajo que pasan de 16 a 26 empleados (ver figura 3 y 4), el uso del 93% de materias primas del territorio en lugar del 13% utilizadas en el sistema de producción actual, la recuperación de todas las salidas y la participación de casi el doble de las actividades locales. Si se hace una comparación, como se muestra en la **figura 3 y 4**, el modelo económico sistémico tiene costos más altos respecto a la situación productiva actual debido al incremento del número de trabajadores y al costo de las materias primas locales (representado a la izquierda de las dos figuras). Esta situación se equilibra con el aumento de los ingresos por venta de los nuevos productos (representado a la derecha de las dos figuras), con el cual se obtiene finalmente un incremento del 296% en las ganancias antes de impuestos EBT (Earning Before Taxes) que pasan de cerca de 18.587.882 COP en la situación productiva actual a 42.283.606 COP en el modelo sistémico*13*.

Con respecto a los productos, el modelo productivo actual tenía solo 5 tipos: el juego de caña de azúcar, el bagazo, la cachaza, el guarapo, la melaza y la panela en bloque*14*. Pero después de aplicar el diseño sistémico, estos 5 productos continúan existiendo con una mejor calidad y elaborados con materias primas de territorio. Además, se suman 12 nuevos productos de los cuales están directamente relacionados a la actividad panelera, la producción de semillas naturales de caña, la panela en polvo, la panela con sabor, la fabricación de alcohol y la vinaza, los productos que están relacionados con las otras actividades nuevas son la madera proveniente de la reforestación, también el humus y las lombrices que vienen del compostaje, el biodetergente y el bioplástico.

Figura 3: Costos e inversión del modelo económico sistémico.

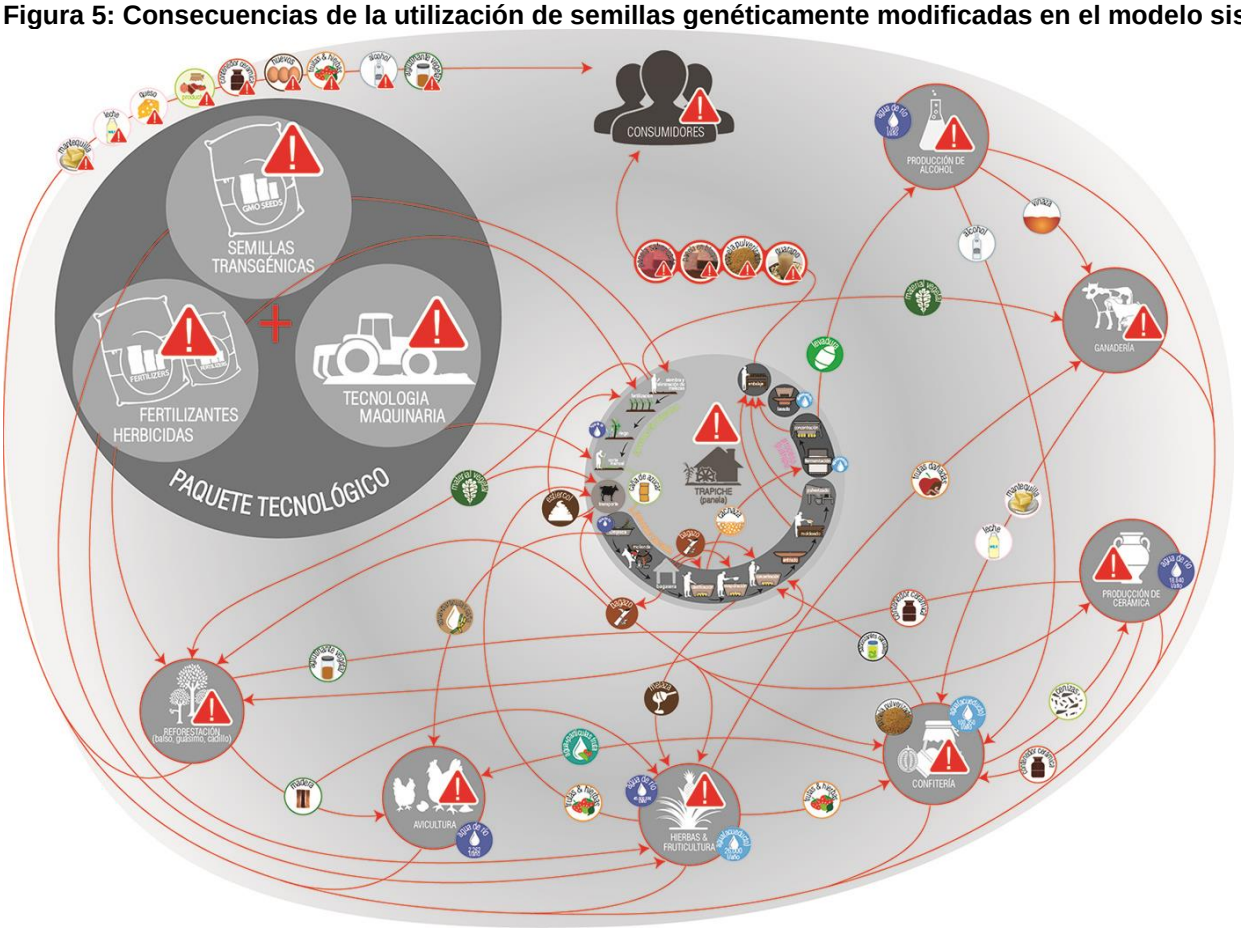
Figura 4: Costos e inversión del modelo económico actual.



¿Qué pasa con el enfoque sistémico cuando los campesinos siguen utilizando las semillas transgénicas? Como se muestra en la **figura 6** la primera consecuencia, es la inserción de una actividad externa (circunferencia gris grande) que

vende al campesino un paquete tecnológico compuesto de semillas, fertilizantes y herbicidas, que si es aplicado en su totalidad al modelo sistémico, inmediatamente eliminará dos actividades. El sistema presentará un desequilibrio ya que no se tendrá donde enviar los insumos provenientes de estas dos actividades (la producción de semillas y el compostaje), generando nuevamente desperdicios. Las relaciones de las otras actividades (representadas por flechas rojas) se mantienen pero serán contaminadas y tóxicas, al igual que los productos, los cultivos y la salud de los trabajadores. De esta manera el uso de estas semillas únicamente favorece a una gran empresa, dejando atrás las necesidades de los agricultores.

Figura 5: Consecuencias de la utilización de semillas genéticamente modificadas en el modelo sistémico.



CONSECUENCIAS DE LA APLICACIÓN DEL MODELO SISTÉMICO EN LA COMUNIDAD

Al aplicar el modelo sistémico en una ciudad como Barbosa, Santander caracterizada en la actualidad por ser una gran promotora de la gastronomía del departamento y por tener una gran zona productora de panela, desde el punto de vista social la **comunidad** se transformará en una **red asociativa** fuertemente ligada con su tradición, recursos y relaciones interpersonales, que marcará la pauta para el inicio de un nuevo modelo de concepción de economía local que enriquecerá la autoestima Colombiana, ya que por la explotación de los recursos, los aranceles elevados, el abuso de los intermediarios a la hora de cobrar sus comisiones, los colombianos han dejado de pensar como una colectividad y han trabajado sólo por el bien propio, este pensamiento individualista se dejará atrás y se recuperará la confianza y bienestar social*15*. Con respecto a los productos generados, el enfoque sistémico los producirá de forma natural, cualidad que en la actualidad difícilmente existe y la cual representa una ventaja frente a otras actividades industriales, logrando así llamar la atención del consumidor, quien preferirá comprar donde el campesino sin la intervención de entes externos logrando que la relación productor-consumidor se valorize y se fortalezca, ya que se adquieren productos con precios de producción. Todo esto se traduce en un cambio de percepción, donde actualmente la industria considera solo el producto y la ganancia que pueda generar en el mercado; desde un enfoque sistémico la comunidad produce y proyecta para el hombre, su contexto y las relaciones que crea y mantiene con el territorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BISTAGNINO, L. (2011) Systemic Design - Designing the productive and environmental sustainability, 2nd edition. Slow Food Editore, Turín.

2. MANCINNIS, P. (2002) Bittersweet, The Story of Sugar. 1st ed. Australia, p. 3-19.

3. GALLOWAY, J.H. (2005) The Sugar Cane Industry: An Historical Geography from Its Origins to 1914. Cambridge University Press, New York, p. 61.

4. RAMOS GOMEZ, OSCAR GERARDO, Historia de la caña de azúcar. Vol. I, II, Cali, 2011.

5. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, Anuario estadístico del sector agropecuario, JL impresores LTDA, 2011, pp. 88.

6. ASOCAÑA, El sector azucarero colombiano en la actualidad, [Consultado el 5 de Enero de 2014]. Disponible en:<http://www.asocana.org/publico/info.aspx?Cid=215>

7. FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics non centrifugal sugar, 2009. [Consultado el 5 de Enero de 2014]. Disponible en:<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QV/E>

   RANGEL, MARIA CRSITINA, Estudio de Caracterización Ocupacional del Subsector de la Panela, con énfasis en los entornos Tecnológico y Ocupacional, como primer insumo para la Normalización por competencias Laborales, de las diferentes áreas de desempeño de los procesos productivos y de exportación de la panela en sus diferentes presentaciones, Sogamoso, SENA, 2006, pp. 11.
8. RANGEL, MARIA CRSITINA, Estudio de Caracterización Ocupacional del Subsector de la Panela, con énfasis en los entornos Tecnológico y Ocupacional, como primer insumo para la Normalización por competencias Laborales, de las diferentes áreas de desempeño de los procesos productivos y de exportación de la panela en sus diferentes presentaciones, Sogamoso, SENA, 2006, pp. 7-15.

9. DANE, DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA EN COLOMBIA Y MINISTERIO DE INDUSTRIA Y TURISMO, Oficina de estudios economicos. Departamento de Santander, 2013, pp.10-13.

10. ANDRES BENAVIDES Y JULIANA ROA, “La panela ¿un privilegio de pobres?”, Revista ECOM, Enero 7 de 2013, [Consultado en Diciembre 9 de 2013]. Disponible en:

    <http://ecom.nadiarojas.com/la-panela-un-privilegio-de-pobres/>
11. MOJICA P., A., PAREDES V., J. (2004) El cultivo de la caña panelera y la agroindustria panelera en el departamento de Santander. Ensayo-Centro Regional de Estudios Económicos-Banco de la República (Colombia), Bucaramanga.

    HERNANDEZ G., L., LOPEZ D., L., VARGAS M., F., FONSECA A., E. (2009) ABC de la panela. Ministerio de la protección, Digitos y diseños, Bogotá D.C.
    AMAYA E., A., COCK, J.H., HERNANDEZ, A.P., IRVINE, J.E. (1995) El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. CENICAÑA, Cali.
    RANGEL, M.C. (2006) Estudio de Caracterización Ocupacional del Subsector de la Panela, con énfasis en los entornos Tecnológico y Ocupacional, como primer insumo para la Normalización por competencias Laborales, de las diferentes áreas de desempeño de los procesos productivos y de exportación de la panela en sus diferentes presentaciones. SENA, Sogamoso.
    BORRERO J.M. (Diciembre 11 de 2013) Entrevista personal con el cañicultor y visita al Rancho Quesadas, Jamundí, Colombia.
    INGENIO MAYAGUEZ (Diciembre 11 de 2013) Visita guiada al ingenio azucarero Mayaguez, Candelaria, Colombia.
    TRAPICHE CHOCOSITO (Diciembre 12 de 2013) Entrevista personal a los artesanos paneleros y visita guiada al trapiche, Cali, Colombia.
    INGENIO MAYAGUEZ. Video Proceso alcohol. [Consultado el 3 de noviembre de 2013] Disponible en: www.ingeniomayaguez.com/proceso-alcohol

INGENIO MAYAGUEZ. Video Proceso azúcar. [Consultado el 3 de noviembre de 2013] Disponible en www.ingeniomayaguez.com/procesos/proceso-azucar?showall=&start=1
MOSQUERA J. (Diciembre 12 de 2013) Entrevista personal al ingeniero de producción y visita al trapiche industrial Trapiche Lucerna S.A., Cali, Colombia.

12. MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO, ABC de los Acuerdos, [Consultado en Diciembre 3 de 2013], Disponible en:<http://www.mincit.gov.co/tlc/publicaciones.php?id=5402>

    MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO, Resumen del Tratado de Libre Comercio entre Colombia y Estados Unidos, [Consultado en Diciembre 3 de 2013], Disponible en:<http://www.mincit.gov.co/tlc/publicaciones.php?id=723>
    MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO, Acuerdo de Promoción Comercial entre la República de Colombia y Estados Unidos de América, [Consultado en Diciembre 3 de 2013], Disponible en:<http://www.mincit.gov.co/tlc/publicaciones.php?id=14853>
    MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO, Contenido del Acuerdo, [Consultado en Diciembre 5 de 2013], Disponible en:<http://www.mincit.gov.co/tlc/publicaciones.php?id=725>
    JUAN CARLOS AGUDELO CALDERÓN, Universidad del Rosario, Ley Implementación TLC, CECOLDA (Colombian Copyright Center), abril 2012.
13. MOSQUERA J. (Diciembre 12 de 2013) Entrevista personal al ingeniero de producción y visita al trapiche industrial Trapiche Lucerna S.A., Cali, Colombia.

    INGENIO MAYAGUEZ (Diciembre 11 de 2013) Visita guiada al ingenio azucarero Mayaguez, Candelaria, Colombia.
    TRAPICHE CHOCOSITO (Diciembre 12 de 2013) Entrevista personal a los artesanos paneleros y visita guiada al trapiche, Cali, Colombia.
    BORRERO J.M. (Diciembre 11 de 2013) Entrevista personal con el cañicultor y visita al Rancho Quesadas, Jamundí, Colombia.
14. BORRERO J.M. (Diciembre 11 de 2013) Entrevista personal con el cañicultor y visita al Rancho Quesadas, Jamundí, Colombia.

15. GERMAK C. L'uomo al centro del progetto. Design per un nuovo umanesimo. Umberto Allemandi, p.9-18.

4.4-De Luca-Venezuela-1

Diseño de unidad sanitaria para baños donde el agua gris del lavamanos es reutilizada en descargas del cisterna del inodoro para una nueva propuesta de vivienda sustentable

Autor Principal: Diego De Luca Ferrini

Licenciado en Diseño Industrial de la Universidad de Los Andes en Mérida – Venezuela. Diseñador Industrial en Ecodiseño.cl.

Co-autor: Humberto Arreaza Rubín

Arquitecto de la Universidad Central de Venezuel, Master y Doctorado en ámbitos de Investigación en Energía y Medio Ambiente en Barcelona – España. Docente de Tecnología de la Construcción en la Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad de Los Andes, Mérida – Venezuela.

Dirección: Santa Isabel 176, depto. 608, Santiago - Chile – Tel.: (+56) 9 78995128 – e-mail: diegodeluca88@gmail.com

RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad dar respuesta a la falta de unidades sanitarias en el mercado venezolano que disminuyan el desperdicio de agua potable en las descargas de inodoro. El proyecto va dirigido a una nueva propuesta de vivienda sustentable; fue concebido en dimensiones estándar para ser adaptable a los espacios de cuarto de baño del promedio Venezolano. Dicha unidad sanitaria considera un sistema de autoinstalación.

En el proyecto se busca mostrar de manera concreta todas las fases correspondientes al diseño de la unidad sanitaria, considerando el estudio de las áreas de investigación relacionadas a situaciones, sistemas y antecedentes, así como también las fases de diseño conceptual de la propuesta y los factores técnicos que contribuyeron a la propuesta definitiva.

Se diseñó una unidad de lavamanos mas inodoro con el que se puede prescindir de hasta un 100% del consumo de agua potable para descargas de inodoro, contribuyendo con un considerable ahorro del recurso hídrico así como un menor impacto ambiental.

Palabras claves: Reutilización Sostenible, Hogar, Cotidiano, Factible.

INTRODUCCIÓN

La problemática de la vivienda en el contexto venezolano ha generado la búsqueda de nuevas soluciones, y en ese sentido el presente proyecto, investiga aspectos relacionados a una nueva propuesta de vivienda autoconstruible y sustentable, que propone, principalmente, el desarrollo de una unidad sanitaria para baño que reutilizará las aguas grises del lavamanos para descargas del inodoro.

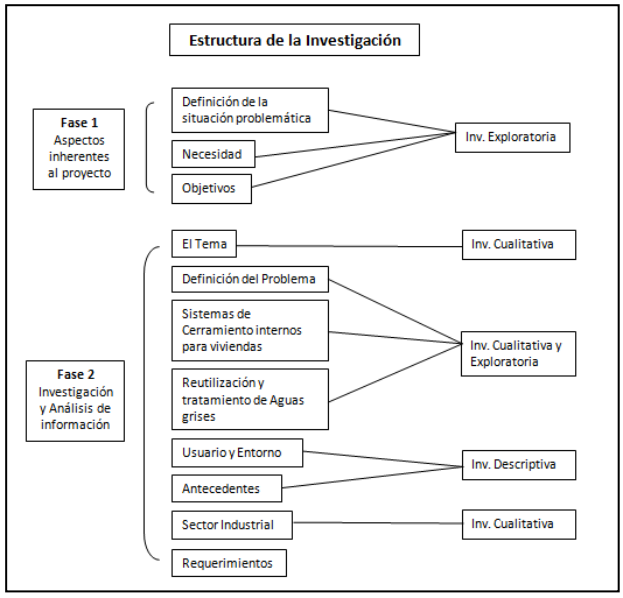
En relación a la necesidad de un uso responsable de los recursos naturales, un diseño sustentable se define como una disciplina que además de involucrar el aspecto medio ambiental, busca considerar otros aspectos como las ramificaciones sociales y económicas, considerando ambas líneas de pensamiento como fundamentales en la gestión de las actividades humanas.

Basándose en dicha premisa buscamos diseñar las unidades sanitarias del baño (lavamanos e inodoro) con la posibilidad de que sean montadas y desmontadas por los usuarios y que además sean adquiridas acorde a las necesidades de la vivienda. La reutilización de las aguas grises dentro del área ya mencionada reduce el desperdicio del recurso hídrico, lo cual se traduce en el ahorro económico y la minimización del impacto ambiental.

El presente proyecto ha sido realizado en distintas fases de investigación vinculadas a la sustentabilidad a partir de diferentes análisis de información y diagnósticos a nivel local así como también análisis de usuarios que condujeron al desarrollo detallado de varias propuestas de las unidades sanitarias, a partir de las cuales se definió la propuesta final.

La estructura general del presente trabajo consta de distintas etapas de investigación que en orden consecuente se fueron realizando. Cabe destacar que algunas de las fases fueron desarrolladas de manera paralela.

METODOLOGÍA EMPLEADA



La presente investigación fue realizada tomando como guía la metodología del proyecto de investigación según Fidias G. Arias, quien señala (Arias, 1999) que la investigación persigue el descubrimiento de algún aspecto de la realidad y la producción de un nuevo conocimiento.
A partir de dicha premisa, el presente proyecto fue realizado en dos fases investigativas principales, que serán descritas a continuación a través de un esquema explicativo que expone los distintos tipos de investigación aplicadas en el desarrollo de la investigación.
En el esquema se define puntualmente cada tipo de investigación realizada y la manera como fue abordada para la conclusión del presente proyecto.
- Investigación Exploratoria: Se realizaron entrevistas, cuestionarios y un arqueo bibliográfico acerca de aspectos puntuales de la población Venezolana, específicamente del Estado Mérida.
- Investigación Cualitativa: Se realizó la revisión de fuentes bibliográficas, teniendo como objetivo la complementación del tema.
- Investigación Descriptiva: Se realizaron cuestionarios, entrevistas y evaluaciones de uso de unidades sanitarias a potenciales usuarios lo cual arrojó información importante para la presente.

RESULTADOS

Para la propuesta de unidad sanitaria donde el agua del lavamanos es reutilizada para las descargas de cisterna del inodoro fueron contempladas muchas áreas, cada una arrojando resultados diversos que se complementan en el proceso final de diseño y conceptualización del producto, a continuación los resultados por área específica de investigación.

El Problema:

Necesidad: Falta de unidades sanitarias del área de baño que busquen la reutilización del agua.
Problema: uso excesivo de agua en los cuartos de baño, específicamente a través del inodoro.
Objetivo General: Diseñar de manera factible las unidades sanitarias que permitan el ahorro de aguas blancas mediante la reutilización de las aguas grises para las descargas de cisterna.
Solución: disminuir el uso del agua dentro del área del cuarto de baño a través del inodoro.

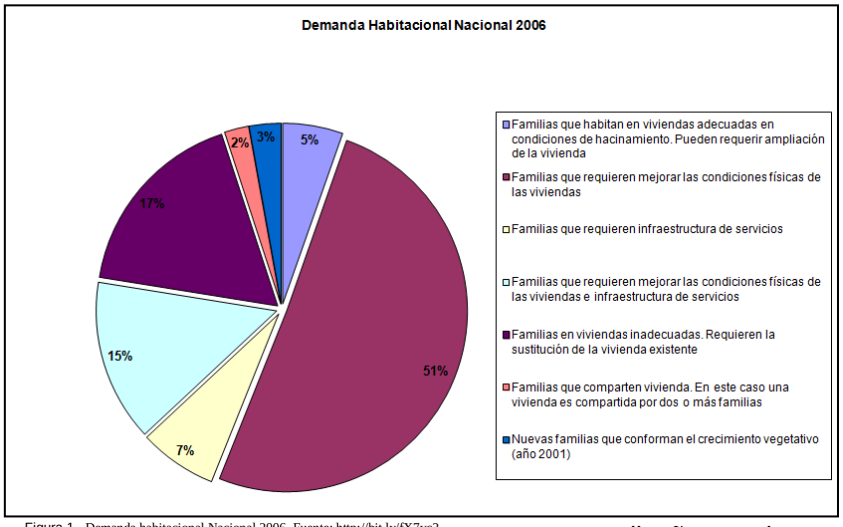


Figura 1. Demanda habitacional Nacional 2006. Fuente: http://bit.ly/fX7vc2

El diseño de la unidad sanitaria va dirigida a una vivienda de enfoque sustentable, que a su vez resuelve el problema del déficit de vivienda. Dicho déficit se observa en el gráfico (figura 1) de la Fundación Escuela de Gerencia Social (FEGS) del Ministerio del Poder Popular para la Planificación y el Desarrollo, que refleja que el 51% de la población necesita la sustitución de la vivienda existente, y en porcentajes igualmente significativos se refleja que parte de la población requiere mejoras en las condiciones físicas de su vivienda, esto deja en evidencia la necesidad de ofrecer nuevas y

Mejores soluciones habitacionales, considerando además que la mayor demanda se encuentra en zonas urbanas, donde se concentra un 77,8% de

a a diseñar se ajusta a un entorno urbano.

Condiciones del agua en el mundo

El agua es un recurso natural finito y renovable, la distribución del agua a nivel mundial es bastante irregular, sin embargo, Latinoamérica es una región privilegiada, condición que nos obliga a hacer uso más responsable de dicho recurso conservando así nuestras reservas.

Uso del agua en el inodoro y lavamanos

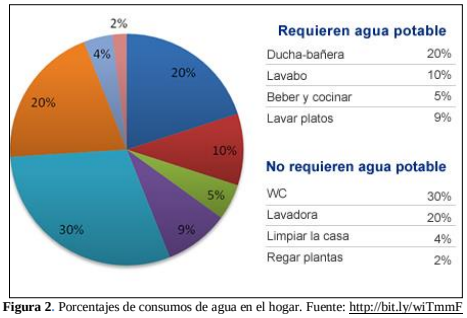


Figura 2. Porcentajes de consumos de agua en el hogar. Fuente: http://bit.ly/wiTmmF

Diversos organismos plantean distintas escalas sobre el uso del agua en relación a la cantidad requerida por actividad dentro del hogar. A partir de dichas escalas, y en coherencia con el producto a diseñar, a continuación se muestra una media del consumo de agua en las actividades vinculadas al lavamanos e inodoro.

Con el fin de definir de manera específica la demanda del agua por actividad, se muestra el porcentaje de agua necesaria por actividad. (Figura 2) Así como también se muestra que tipo de actividades dentro del hogar requieren el uso de agua potable y aquellas que no.

En la figura 2, vemos que el 30% del agua que se consume en el hogar corresponde a las descargas del inodoro y considerando que dicho uso no exige que sea agua potable se ve una potencial fuente de ahorro del recurso.

Para conocer el gasto promedio del venezolano en relación al uso del lavamanos según cada actividad de aseo se realizó un estudio que arrojó los siguientes datos (tabla 1):

Actividad a Desempeñar en el lavamanos	Litros de Agua usados
Afeitarse	26 Litros
Lavarse las Manos	4,75 Litros
Cepillarse los Dientes	6,3 Litros

Tabla 1. Consumo de agua en Venezuela por actividad en el lavamanos. Fuente: De Luca, 2012

Reutilización de aguas grises:

El agua procedente de las compañías suministradoras es agua declarada apta para el consumo humano. Aproximadamente gastamos entre 150-250 litros de agua por persona al día (UNESCO, 2007). De esta cantidad apenas un 10% esta destinada al consumo humano, el resto es desperdiciada en otros usos del hogar.

Si se considera que el agua gris desperdiciada es descartada al igual que las aguas negras (en el sistema de cañerías) significa que una gran porción del agua que está relativamente limpia se está desperdiciando, esto representa un gran potencial de ahorro del recurso.

Sistemas de reutilización de Aguas Grises

Los sistemas de reutilización del agua gris ameritan dos tipos de tratamientos que ocurren en periodos diferentes.

Los tratamientos recomendados para la reutilización de las aguas grises son:

- Físico: a través de filtros que retienen partículas sólidas que aparecen en los desagües.

- Químico: se trata de una dosificación de algún producto químico que busca la eliminación de bacterias y permite que el agua pueda ser reutilizada (opcional).

Resultados relacionados al Usuario:

Después de las entrevistas y visitas a habitantes de viviendas de áreas urbanas en el estado Mérida corroboramos que nuestro usuario tiene disposición de disminuir el consumo de agua en su vivienda, también fueron receptivos al uso de nuevas e innovadoras soluciones habitacionales, adicionalmente se comprobó el interés del usuario por aprender a hacer las cosas por sí mismos prescindiendo así de trabajadores de oficios especializados para efectuar cambios o arreglos en su vivienda.

Resultados relacionados al análisis de antecedentes:

De las propuestas encontradas se caracterizaron aspectos estructurales, funcionales y de uso de cada una, para posteriormente realizar una evaluación de puntaje multicriterio usando el modelo definido por Viviana Moreno (EDI, 2004), donde se le otorgará un puntaje del 1- 10 a cada producto a evaluar en cada uno de los parámetros descritos.

Los parámetros a evaluar en las propuestas serán los siguientes:

1. Parámetros Funcionales:

- Fuentes de descarga de cisterna de inodoro.
- Forma de tratamiento de las aguas.
- Capacidad y formas de almacenamiento de agua recuperada.

2. Parámetros de uso:
   - Pasos para instalación del inodoro.
   - Capacidad de llenado del tanque para descargas del inodoro

Descripción general de los antecedentes a Evaluar:

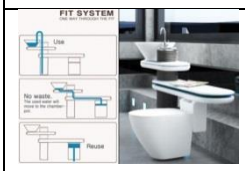
Antecedente	Descripción
 Prototipo ROCA	En caso de no ser suficiente con el agua del lavabo, existe una entrada automática de agua de la red de agua de la casa, es decir, el concepto de este inodoro/lavamanos utiliza en un 50% agua limpia y en un 50% agua que se reutiliza del lavabo. Este modelo es de diseño y se trata de un prototipo, pero Roca comercializa ya un modelo que realiza esta misma función.
W+W de Roca	Permite reutilizar el agua del lavamanos para el llenado de la cisterna del inodoro. Lo hace gracias a un sistema que filtra los residuos de mayor tamaño dejando pasar el líquido a un sistema de depuración que permitirá su uso en el inodoro. Tiene un sistema de descarga dual de 3/6 litros, que reduce aun mas el desperdicio de agua.
Profile Smart de Caroma	El Profile Smart esta diseñado por Caroma, el fabricante de sanitarios Australian. Lo innovador del Profile Smart es que trae integrado el lavamanos al inodoro, lo que permite reutilizar el agua que se desperdicie ya que queda depositada en la cisterna del baño. Sin embargo, las dimensiones de este sanitario no son convenientes para todo tipo de usuario ya que son de un tamaño reducido.
Aqus System	El mecanismo de Aqus System, esconde bajo el gabinete del lavamanos un deposito de 5 galones y medio de agua gris reutilizada del lavamanos. El sistema reconoce cuando el reservorio de agua reutilizada se ha agotado y activa el llenado de la cisterna desde la red de agua de la vivienda. El proceso de purificación del agua se hace a través de un filtro que recoge las partículas para evitar que entren a la cisterna, posteriormente pasa por una desinfección con tabletas de control bacteriano y otros contaminantes.

Tabla 2 Resumen de antecedentes de unidades sanitarias. Fuentes: http://bit.ly/3zZFV0 http://bit.ly/rD4T6M http://bit.ly/aaROQc http://bit.ly/zrOM8R Elaborado: De Luca, 2012.

Los parámetros evaluados fueron el de función y usabilidad, los criterios para la definición de los parámetros y su puntaje respectivo para cada antecedente se describe en las siguientes tablas.

- Criterio de Función

Aspecto	Puntaje		
	1	5	10
Fuente de Descarga del cisterna de inodoro	75% proveniente de la red de agua potable + 25% agua reutilizada	50% proveniente de la red de agua potable + 50% agua reutilizada	100% agua reutilizada
Forma de Tratamientos de las aguas	Filtración de partículas	Filtración de Partículas + Desafección simple	Filtración de Partículas + Desinfección completa
Capacidad de almacenamiento del agua	25% del tanque de cisterna	50% del tanque de cisterna	100% del tanque de cisterna
Mayor porcentaje de ahorro de agua en la vivienda	0 – 25%	25% - 40%	40 – 60 %

Tabla 3. Rango de puntaje de evaluación de Función. Elaborado: De Luca, 2012

Función									
	10	Prototipo ROCA		W + W de ROCA		Profile Smart de Caroma		Aqus System	
	Ponderación	Puntaje Asignado	Puntaje Final	Puntaje Asignado	Puntaje Final	Puntaje Asignado	Puntaje Final	Puntaje Asignado	Puntaje Final
Total	100,00%		✗ 6,50		✓ 10,00		✗ 5,00		✓ 10,00
Fuente de Descarga del cisterna de inodoro	30,00%	5	1,5	10	3	5	1,5	10	3
Forma de Tratamientos de las aguas	30,00%	10	3	10	3	5	1,5	10	3
Capacidad de almacenamiento del agua	15,00%	5	0,75	10	1,5	5	0,75	10	1,5
Mayor porcentaje de ahorro de agua en la vivienda	25,00%	5	1,25	10	2,5	5	1,25	10	2,5

Tabla 4. Puntaje obtenido en criterio de Función. Elaborado: De Luca, 2012

A continuación se muestra el resultado de la evaluación en relación al criterio de funcionalidad en los cuatro antecedentes escogidos.

Se demuestra que el W+W de Roca es el que obtuvo un mejor puntaje en cuanto a función, debido a que el 100% del agua usada en sus descargas es reutilizada, igualmente en las formas de tratamiento de las aguas grises cuenta con el mecanismo más conveniente, ya que está formado por un elemento filtrante y un compartimiento de desinfección del agua, lo que asegura la menor cantidad de bacterias en el agua reutilizada.

En relación a la capacidad de almacenamiento de agua reutilizada, el Aquus System y W+W de Roca son los más convenientes, ya que ambas tienen una capacidad de almacenamiento de cinco galones y medio. También se evaluó cual opción otorgaba el mayor porcentaje de ahorro del recurso hídrico en el hogar, siendo las opciones de Aquus System y W+W de Roca las más convenientes, dado a que el ahorro del recurso se encuentra entre 40 – 60%

- Criterio de Usabilidad:

Aspecto	**Puntaje**		
	1	**5**	**10**
Pasos para instalación del inodoro	Requiere una instalación exclusiva para el sistema ahorrador	Necesita ser instaladas las unidades sanitarias y el elemento purificador en pasos diferentes	El sistema de purificación complementa a las unidades sanitarias, haciendo la instalación más directa
Sistema de reutilización permanente	Recolecta aguas grises hasta exceder la capacidad del contenedor	Recolecta aguas grises hasta exceder la capacidad del contenedor y debe ser controlado manualmente	El sistema de recolección de agua es permanente y no requiere control manual.
El sistema de reutilización admite mantenimiento	Una vez deteriorado el sistema de purificación debe ser desechado	Debe cambiarse mensualmente el filtro del sistema de reutilización	Debe cambiarse anualmente el filtro del sistema de reutilización

Tabla 5. Rango de puntaje de evaluación de Función. Elaborado: De Luca, 2012

En relación a la evaluación de usabilidad los resultados fueron los siguientes:

Usabilidad									
	10	Prototipo Roca		W + W de ROCA		Profile Smart de Caroma		Aqus System	
	Ponderación	Puntaje Asignado	Puntaje Final	Puntaje Asignado	Puntaje Final	Puntaje Asignado	Puntaje Final	Puntaje Asignado	Puntaje Final
Total	100,00%		✔ 10,00		✔ 10,00		✔ 9,50		✖ 7,00
Pasos para instalación del inodoro	60,00%	10	6	10	6	10	6	5	3
Sistemas de reutilizacion permanentes	30,00%	10	3	10	3	10	3	10	3
El sistema de reutilizacion admite mantenimiento	10,00%	10	1	10	1	5	0,5	10	1

Tabla 6. Puntaje obtenido en criterio de Usabilidad. Elaborado: De Luca, 2012

En relación a los aspectos de usabilidad los dos antecedentes con mejor resultado fueron el prototipo ROCA y W+W de Roca, ya que en los pasos para la instalación de la unidad sanitaria no requiere de una instalación independiente del sistema de reutilización de aguas grises ya que está incluida en la propia unidad sanitaria.

Reporte		
Mejor Desempeño Global	W + W de ROCA	
	Puntaje	
Función	10	W + W de ROCA
Usabilidad	10	Prototipo Roca
	Sumatoria	
Prototipo ROCA	16,50	
W + W de ROCA	20,00	
Profile Smart de Caroma	14,50	
Aqus System	17,00	
Mayor Puntaje	Alternativa	
20	2	

Tabla 7 Reporte de Multicriterio para Antecedentes de Unidades Sanitarias. Elaborado: De Luca, 2012

Las cuatro propuestas implementan el uso de sistemas de reutilización permanente, por lo que en ese aspecto no varía el puntaje entre los antecedentes.

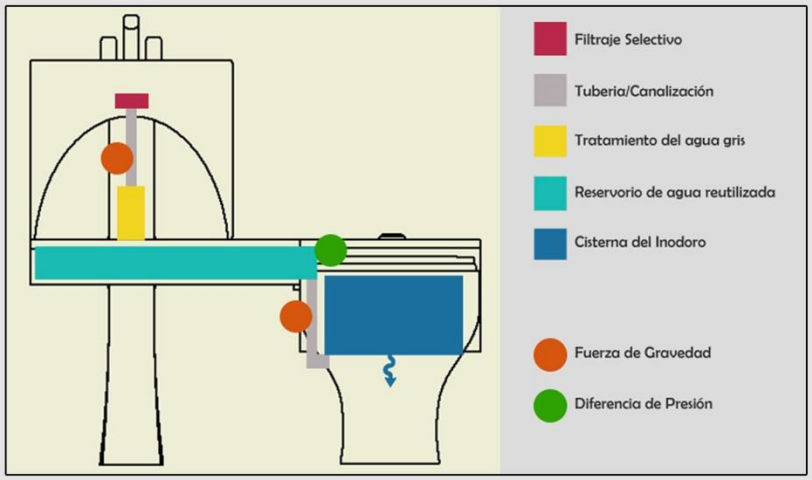
En relación a mantenimiento de la unidad, las opciones W+W de Roca, Prototipo de ROCA y el Aquus System demostraron iguales condiciones de mantenimiento, basadas en la renovación anual de sus filtros.

El reporte de la evaluación multicriterio aplicada demostró que la unidad W+W de Roca es la mas beneficiosa, obteniendo un puntaje de 20/20, seguido por el Aquus System y luego el Prototipo Roca.

Representación escrita y gráfica de la conceptualización funcionalista y Sistema de reutilización de aguas grises

Limitaciones Tanque Agua reutilizada - Tanque del Inodoro

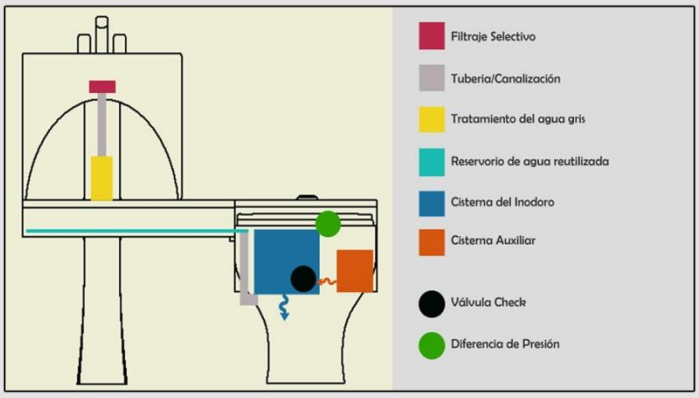
Dado a que el agua contenida en el reservorio de agua reutilizada debe canalizarse hacia el tanque del inodoro para llevar a cabo su función, fué necesaria la investigación de procesos para lograr dicha canalización, bajo el asesoramiento del Prof. Alberto Torres, adscrito a la Escuela de Física de la Facultad de Ciencias de la ULA, con el se descartaron posibilidades hasta encontrar un sistema que usara la gravedad y los cambios de presión como factores determinantes para lograr la canalización.



A continuación se muestra un diagrama del mecanismo que condicionó el resultado formal de la pro-

Limitaciones Tanque del Inodoro - Tanque Auxiliar

Por condiciones de uso de la unidad sanitaria se deberá favorecer el suministro del tanque para descargas de inodoro por dos fuentes: agua reutilizada proveniente del reservorio respectivo y agua potable proveniente de la red tradicional. Esto para asegurar el suministro permanente de agua en las descargas de inodoro, sin embargo, en la propuesta se prioriza el uso del agua reutilizada, mientras que el segundo tanque (agua potable) será de uso auxiliar cuando se haya agotado la reserva de agua reutilizada.



Bajo el asesoramiento de Torres también se definió un sistema que favorece el uso del agua reutilizada, permitiendo el paso del agua del tanque auxiliar a través de una válvula Check solo cuando la presión en el tanque auxiliar sea mayor que la del tanque principal, acción determinada por el flujo de agua a través del surtidor del tanque principal.

Como se puede apreciar ambos mecanismos previamente explicados se rigen por condiciones específicas (gravedad y cambios de presión), que deberán ser respetadas durante el proceso de conceptualización hasta determinar una propuesta completamente viable.

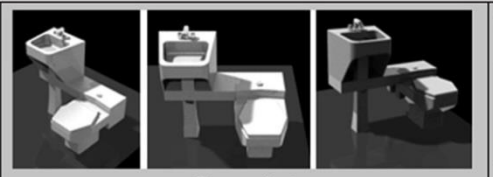
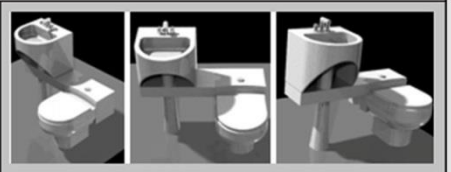
Validación de la propuesta Definitiva

Propuesta Formal

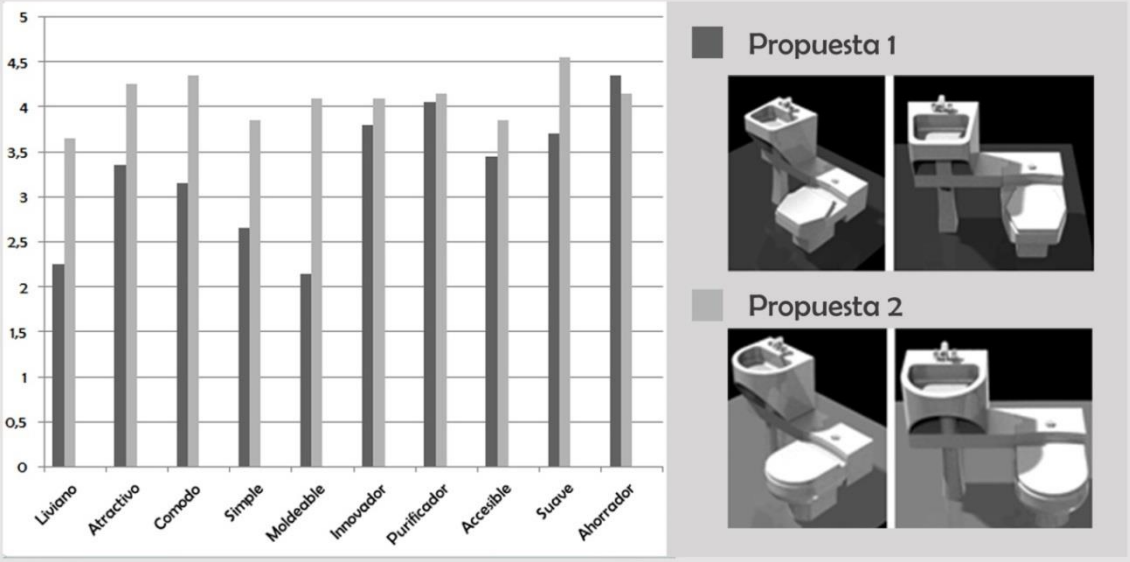
Para la selección de la propuesta formal definitiva se aplicó una herramienta de evaluación midiendo a potenciales usuarios quienes debían otorgar un puntaje a aspectos formales y perceptivos que debía proyectar Fontegris. Los resultados de dicha evaluación pueden verse en la figura 3.

Selección de una Propuesta Definitiva

Para la selección de una propuesta definitiva se realizó una evaluación relacionada a la percepcion a veinte potenciales usuarios del producto, donde se les pedia valorar en escalas de 1 al 5 diferentes atributos presentes en cada propuesta (ver anexos). A continuación puede observarse los resultados generales de cada aspecto, asi como un puntaje global de cada propuesta.

Atributos	 Propuesta 1	 Propuesta 2
Liviano	2,25	3,65
Atractivo	3,35	4,25
Comodo	3,15	4,35
Simple	2,65	3,85
Moldeable	2,15	4,1
Innovador	3,8	4,1
Purificador	4,05	4,15
Accesible	3,45	3,85
Suave	3,7	4,55
Ahorrador	4,35	4,15
TOTAL	3,29	4,1

Como se observa en la tabla anterior resulta mas favorable la **Propuesta 2**, a continuacion se puede ver en gráficos las escalas especificas del puntaje por cada atributo evaluado a nivel perceptivo.



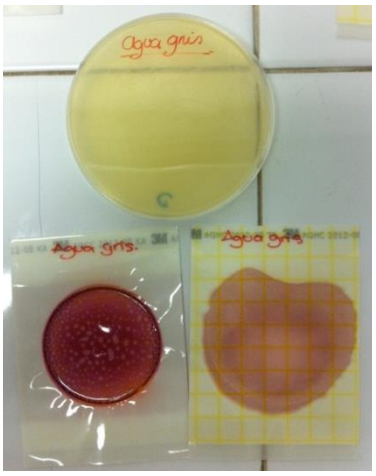
Pruebas de tratamiento de agua reutilizada

En esta validación se trabajó con el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Los Andes, donde se evaluó el estado del agua gris sin tratamiento y tratadas con sustancias neutralizadoras de agua comerciales: pastillas PatoPurific y Harpic, en esta validación se evidenció que el producto más conveniente para el tratamiento del agua reutilizada son las pastillas PatoPurific, a continuación se muestra una explicación más específica sobre los procesos.

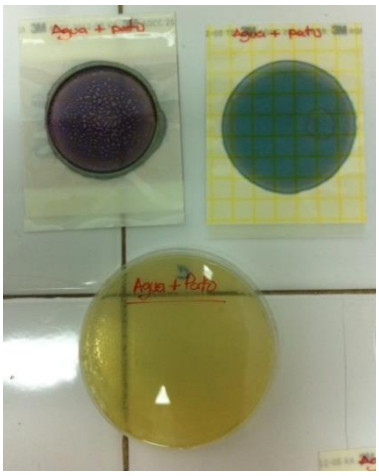
Pasos para la recolección del agua gris y realización de la prueba

1. Se tomo una muestra del agua desperdiciada en actividades usuales del lavamanos (lavarse las manos, la cara, afeitarse o cepillarse los dientes).
2. El agua recolectada se hizo pasar por un sistema de filtraje similar al que se implementará en Fontegris (filtro textil).
3. Se tomaron tres muestras de 400ml, cada una se hizo reaccionar con un producto diferente y al final lo que se buscaba conocer es como era el crecimiento de bacterias en cada una de las muestras.

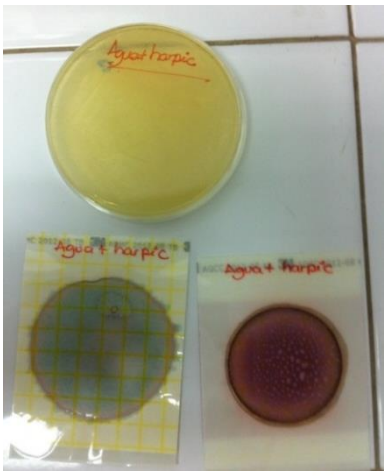
- Muestra 1: agua gris sin ningún producto adicional.
- Muestra 2: Agua gris con cantidad proporcional de Pastilla PatoPurific.
- Muestra 3: agua gris con cantidad proporcional de neutralizador Harpic.



3 Análisis bacteriano en agua gris



2Análisis bacteriano en PatoPurific



1Análisis bacteriano en Harpic

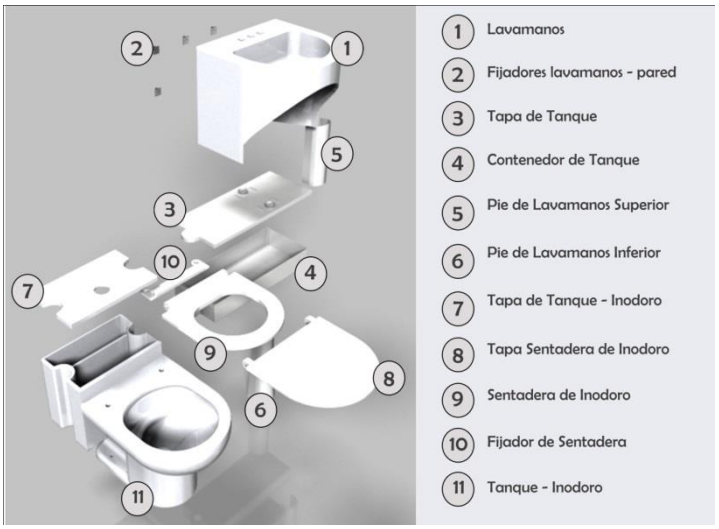
4. En cada una de las muestras se observó como era el crecimiento de las bacterias aerobicas mesófilas, coliformes totales, pseudomona aeruginosa al igual que identificar si había presencia de coliformes fecales.Resultado: aunque los resultados positivos fueron similares entre las pastillas PatoPurific y Harpic se encontró mas conveniente el uso del PatoPurific de acuerdo al asesoramiento recibido por la Prof. Yudith Araque y el Dr. Felix Andueza del Laboratorio de Microbiología.

En dicha prueba se pudo identificar que aunque el agua no es apta para el consumo humano por su contenido microbiano, tiene características que la hacen conveniente para el uso en descargas del inodoro, que es concretamente el uso que se le dará.

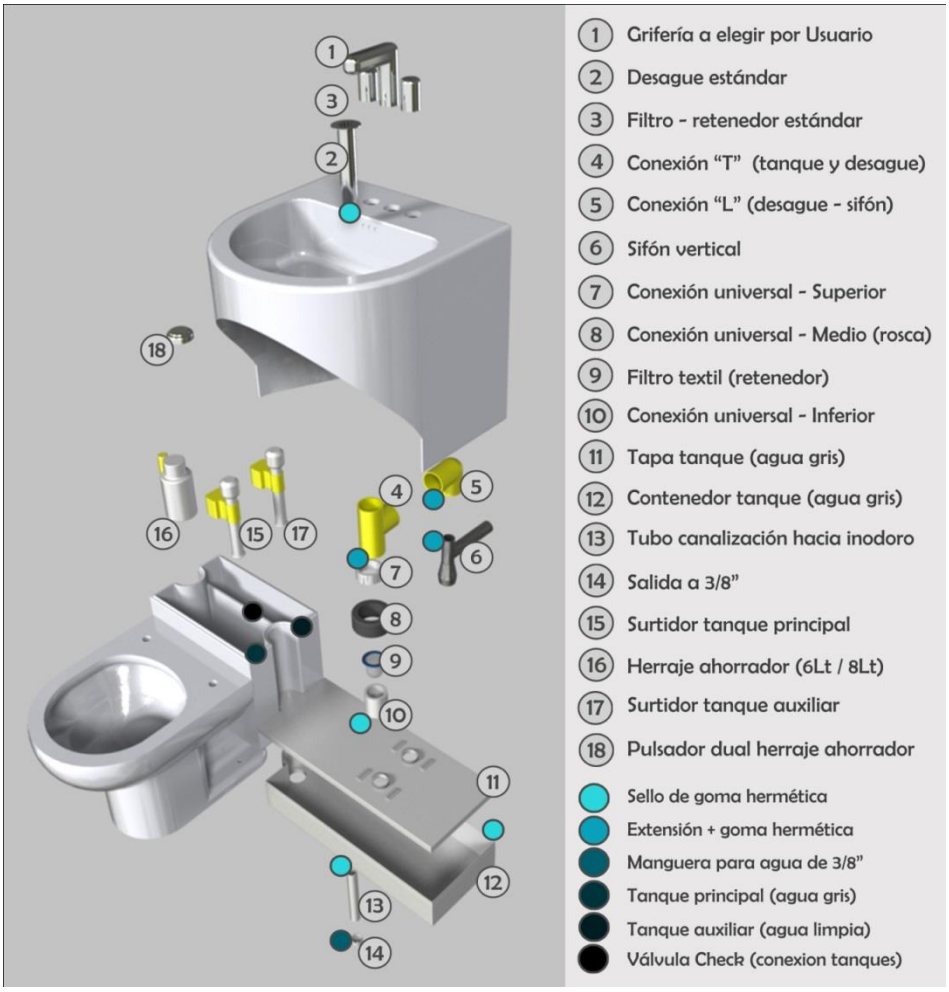
Aspectos Innovadores de la propuesta:

Potencia el uso de materiales reciclables y de producción nacional como es el polipropileno para todas las partes plásticas de la propuesta. De igual forma se plantea el uso de Porcelana Sanitaria para el Lavamanos e inodoro.

Adicionalmente, la propuesta va dirigida hacia la autoinstalación por lo que su instalación y mantenimiento está pensada y es posible hacerla a nivel doméstico, sin ayuda especializada y sin necesidad de generar desperdicios adicionales.



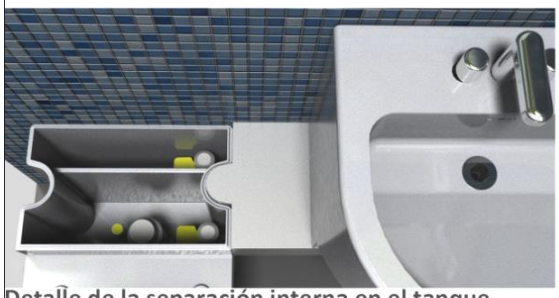
Ademas favorece el uso de piezas estandarizadas para todas sus partes y componentes de funcionamiento por lo cual no genera una infraestructura adicional.



Imágenes de la propuesta:

Detalle del Inodoro

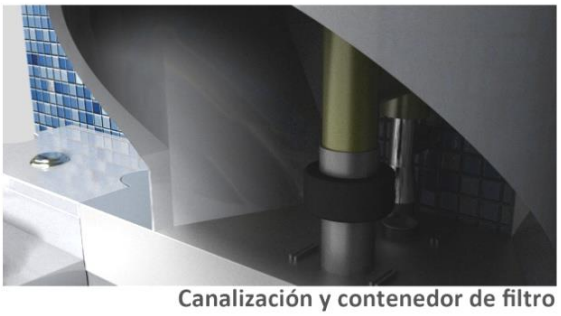
Detalle del lavamanos



Detalle de la separación interna en el tanque

Detalle del tanque de agua gris y base

Canalización de reservorio a tanque del inodoro



Canalización y contenedor de filtro

CONCLUSIONES

Da respuesta a la falta de unidades sanitarias en el mercado venezolano que disminuyan el desperdicio de agua potable en las descargas de inodoro dirigido a una nueva propuesta de vivienda sustentable; al ser concebido en dimensiones estándar es adaptable a los espacios de cuarto de baño del promedio Venezolano. La unidad sanitaria considera un sistema de autoinstalación de la misma.

Se diseñó un lavamanos con inodoro con el que se puede prescindir de hasta un 100% del consumo de agua potable para descargas de inodoro, contribuyendo con un considerable ahorro del recurso hídrico así como un menor impacto ambiental.

Tiene consideraciones de diseño que favorecen el uso de piezas estandarizadas, uso de materiales de bajo impacto, reciclados y reciclables como es el PP.

Contempla un análisis completo del usuario para abordar la problemática de forma coherente y facilitar el uso del producto desde la sustentabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arias, F. (1999). *El Proyecto de Investigacion, guia para su elaboracion.* Caracas: Orial ediciones.

2. Lopez, L. (1990). *Agua. Instalaciones Sanitarias en los Edificios.* Maracay: Betanzos.

3. Lopez, L. (1991). *Manual del Constructor Popular.* Maracay: Betanzos.

4. Neff, N. (1999). *Casa Vivienda Jardin. El proyecto y las medidas en la construcción.* Barcelona: Gustavo Gili.

5. Papanek, V. (1971). *Diseñar para el mundo Real, ecologia humana y cambio social.* Madrid: H. Blume Ediciones.

6. Rodriguez, G. (1987). *Manual de Diseño Industrial.* Naucalpan: G.Gili.

7. WCED. (1987). *Nuestro Futuro Común.* New York: ONU.

8. Arquitectura, U. (21 de 05 de 2009). *www.universoarquitectura.com*. Recuperado el 05 de 01 de 2012, de www.universoarquitectura.com: http://www.universoarquitectura.com/tipos-de-cerramientos/ perado el 12 de 12 de 2011, de http://worldinbalance.net/intagreements/1987-brundtland.php

9. Cientificos, T. (18 de 07 de 2006). *www.textoscientificos.com*. Recuperado el 12 de 01 de 2012, de www.textoscientificos.com: http://www.textoscientificos.com/quimica/ceramicas-avanzadas/fabricacion-aplicaciones

10. CO2, T. (01 de 01 de 2010). *www.noem.com*. Recuperado el 13 de 12 de 2011, de www.noem.com: http://www.noem.com/Sitio_web/Noem_Construccion_Sostenible_1.html

11. Construmatica. (01 de 01 de 2011). *www.construmatica.com*. Recuperado el 05 de 01 de 2012, de www.construmatica.com: http://www.construmatica.com/construpedia/Exigencias_T%C3%A9cnicas_Planteadas_a_los_Tabiques

12. McGee, C. (01 de 01 de 2010). *www.yourhome.gov.au*. Recuperado el 12 de 01 de 2012, de www.yourhome.gov.au: http://www.yourhome.gov.au/technical/fs78.html

13. Moore, S. (01 de 01 de 2008). *www.ecohomeresource.com*. Recuperado el 10 de 01 de 2012, de www.ecohomeresource.com: http://ecohomeresource.com/2010/07/greywater-irrigation.html

14. Moya, F. M. (01 de 01 de 2011). *http://www.ieslassabinas.com/.* Recuperado el 07 de 01 de 2012, de http://www.ieslassabinas.com/: http://ieslassabinas.com

9.5_-Marín-Chile-1

PROYECTO AUTOS SOLAR EOLIAN

José Antonio Marín [(1)]
Diseñador Industrial de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile (2009), y se desempeña como encargado del área de Diseño del Centro de Energía (CE-FCFM).
Rodrigo Palma Behnke
Ingeniero civil de industrias con mención en electricidad y magíster en ciencias de la ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile. Dr.-Ing. de la Universidad de Dortmund, Alemania. Profesor asistente, jornada completa, del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Chile.
José Cáceres
Estudiante de 6to año ingeniería eléctrica, es el capitán del equipo eléctrico de EOLIAN4.
Juan Pablo Zapater
Estudiante de 4to año ingeniería mecánica, es el capitán del equipo mecánico de EOLIAN4.
Alejandro Vidal
Diseñador Industrial de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile (2014), es el capitán del equipo de diseño de EOLIAN4
Dirección: Avenida Tupper 2007 - Santiago - Chile - Tel.: (+56 2) 978-0692 - e-mail: jamarin@centroenergia.cl

RESUMEN

El proyecto EOLIAN comenzó el año 2007 con Eolian 1, el cual fue el primer auto solar construido en Latino América y el Caribe que participó en el “World Solar Challenge” (WSC). Luego se construyeron Eolian 2 el año 2011, el cual participó en la WSC del 2011 y en la Carrera Solar Atacama (CSA) el mismo año; al año siguiente, el año 2012, se construyó Eolian 3, vehículo que participó en la (CSA) obteniendo el segundo lugar. En las diferentes versiones de Eolian, se ha ido mejorando constantemente la seguridad del vehículo, la eficiencia energética del mismo y los procesos constructivos, logrando desarrollar procesos productivos que antes era necesario hacerlos extranjero, lo que redunda en la disminución de los costos asociados. En cada una de las versiones, trabajan al mismo tiempo alrededor de 30 personas, equipo constituido principalmente por estudiantes de ingeniería eléctrica, mecánica y diseño industrial de la Universidad, a los que apoyan funcionarios y académicos de la Universidad. El equipo formado el año 2014 se propuso hacer un cambio en objetivo del proyecto y desarrollar un vehículo que sea una alternativa a las necesidades de movilidad en el norte del país, reconociendo las distancias promedio entre ciudades y las pronunciadas pendientes de las carreteras chilenas. Con estos requisitos, se diseñó y construyó Eolian 4, vehículo solar biplaza, con 4 ruedas y con una autonomía estimada de 350 kms. Eolian ha servido como plataforma para la investigación en energías renovables y eficiencia energética en movilidad eléctrica, como lugar de formación de profesionales en proyecto de investigación aplicada en equipos interdisciplinarios y como puente para la difusión del uso de las energías renovables y eficiencia energética en niños, jóvenes y público general.

Palabras claves: auto solar, energías renovables, movilidad eléctrica, educación, investigación aplicada, equipos interdisciplinarios, difusión.

INTRODUCCIÓN

El proyecto EOLIAN comenzó en el año 2007 con Eolian 1, el cual fue el primer auto solar construido en Latino América y el Caribe que participó en el "World Solar Challenge" (WSC), la carrera más importante de autos solares en el mundo que se realiza en Australia, recorriendo 3000 kms de norte a sur por el desierto de ese país. El año 2011 se desarrolló la segunda edición del proyecto, para la cual se construyeron dos autos, lo que permitió participar tanto en el WSC como en la recién creada Carrera Solar Atacama (CSA). Al siguiente año se creó Eolian 3, un auto con mayores prestaciones a sus antecesores, debido la optimización de sus componentes, lo que le permitió obtener el segundo lugar en la CSA 2012. El proyecto EOLIAN nació de la iniciativa de un grupo de estudiantes, que luego de incentivar la participación de académicos y funcionarios de la Universidad, pudieron obtener los componentes y desarrollar los conocimientos para la construcción del vehículo, todos participando de manera voluntaria.

Objetivos o hipótesis

El objetivo inicial del proyecto Eolian 1 el año 2007, al igual que en las versiones 2 y 3, fue construir un vehículo solar de carrera para competir en la WSC. El año 2014 se dio un giro en el objetivo inicial del proyecto, concibiendo un vehículo para dos ocupantes, con cuatro ruedas y donde la relación de uso del piloto y copiloto con el vehículo fuera más intuitiva a las versiones anteriores. Este auto se diseña buscando ser una alternativa a las necesidades de transporte en el norte del país, reconociendo las complejidades propias de las carreteras chilenas (pendientes y caminos de tierra) y la distancia entre sus ciudades, cuestión que determinó los requerimientos técnicos necesarios para su diseño y construcción. El desafío propuesto por el equipo el año 2014 (figura 1) es participar en la Carrera Solar Atacama para luego recorrer la carretera 5 Norte desde Arica hasta Santiago, demostrando que es posible realizar este trayecto cargando las baterías sólo con la energía del sol. Junto con la construcción del vehículo, otro de los objetivos de este proyecto ha sido el formar profesionales que se han especializado en el desarrollo de proyectos de energías renovables en un ambiente interdisciplinario y la difusión al público general del uso de las energías renovables.

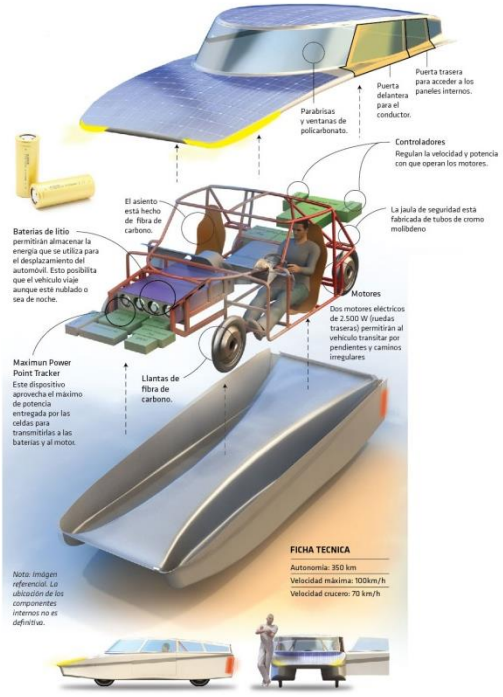


Figura 1: Vista explosionada general de Eolian4, con detalle de algunos de sus componentes.

Metodología de trabajo

La manera de afrontar el proyecto en las distintas versiones del vehículo ha sido de manera autodidacta, de manera que se revisan una gran cantidad de documentos académicos relacionados a los distintos aspectos del automóvil en el área de materiales compuestos, electrónica, sistemas de acumulación, estructuras, fabricación digital, etc. (figura2). Luego de revisar la literatura, se plantean diseños conceptuales en cada una de las áreas, desarrollando maquetas de diferentes

partes del vehículo, cálculos y simulaciones en diferentes programas computacionales. Una vez validado el concepto, se plantea el diseño de detalles, donde se especifica la geometría final, los materiales y componentes técnicos que deberán ser adquiridos (generalmente en el extranjero), donde los estudiantes deben relacionarse con proveedores de diversos países. Cabe mencionar que el trabajo interdisciplinario está presente en cada una de sus fases, pudiendo discutir cada uno de los aspectos con puntos de vista técnico, constructivo, etc. Luego se procede a construir las partes y piezas del sistema mecánico, el sistema eléctrico de potencia y monitoreo, la carrocería y el habitáculo. La etapa de acople de cada uno de los sistemas del vehículo es una de las más difíciles, pues se necesita hacer calzar cada uno de los componentes. Luego sigue la etapa de testeo del vehículo, donde se prueba la seguridad y eficiencia del vehículo en circuitos automovilísticos cerrados al principio, para después probarlo en carreteras urbanas.

Figura 2: Metodología de trabajo en el proyecto, diseño conceptual, fabricación de componentes, implementación del sistema completo y pruebas de Eolian 4.

Actividades y etapas desarrolladas

Una vez que se ha probado el vehículo en un ambiente controlado, el equipo se traslada a la competencia, y es en ese momento que se corrobora que todos los componentes proyectados funcionen de manera correcta en carretera. Además de comprobar la performance del auto se desarrolla una logística asociada al uso eficiente del recurso eléctrico, la carga solar y la estrategia de carrera según las condiciones geográficas y climáticas en la carretera. El equipo se ve enfrentado a las exigencias de la competencia, resolviendo problemas técnicos en corto tiempo según el monitoreo remoto cuando el auto está en marcha y su mantención diaria al final de cada día. En esta etapa se comprueban las hipótesis planteadas en cada uno de los componentes, que luego darán paso a informes que sirven como insumo a futuros desarrollos y mejoras.

Resultados obtenidos

Luego de haber participado en dos competencias en Australia y dos participaciones en la Carrera Solar Atacama, se ha podido llegar a una madurez tecnológica tal que ha permitido desarrollar proyectos cada vez más ambiciosos como es Eolian 4, donde se propone recorrer 2000kms desde Arica a Santiago sólo con la energía del sol. Junto con esto, se ha logrado formar profesionales en el área de las energías renovables, de los cuales la mayoría está trabajando actualmente en empresas y proyectos propios en el área.

Conclusiones

En el proyecto Eolian4 se han desarrollado alternativas a procesos industriales, buscando independizarse de tecnologías importadas, lo que ha generado investigación aplicada, disminución de costos de implementación, legado en el conocimiento para futuros proyectos y difusión de las tecnologías asociadas a energías renovables.

El desarrollo del proyecto EOLIAN durante todas sus versiones ha provocado un gran interés en distintas universidades del país y Latinoamérica, incentivando la construcción de vehículos solares que han participado en las distintas versiones de la Carrera Solar Atacama, la cual nació bajo el alero del proyecto EOLIAN para luego independizarse. Algunas de las tecnologías desarrolladas se han podido implementar en distintos proyectos con aplicaciones reales, especialmente en comunidades aisladas en el norte del país y donde la energía solar fotovoltaica es protagonista. Por último, este proyecto ha fomentado la formación de capital humano en el país especialista en energías renovables con capacidad de trabajo en equipos multidisciplinarios.

Figura 3: Estación de trabajo, fabricación y pruebas de eficiencia en módulos finales para proceso de encapsulado de celdas fotovoltaicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARROL, DOUGLAS. (2003) The Winning solar Car: a design guide for solar race car teams. SAE International, USA.

2. LEITMAN, SETH; BRANTBUILD, BOB. (2009) Build Your Own Electric Vehicle. McGraw-Hill, USA.

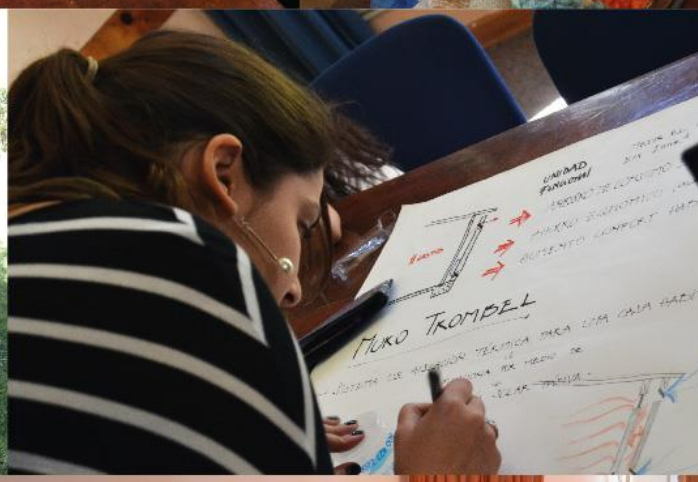
3. LARMINIE, JAMES; JOHN LOWRY.(2003) Electric Vehicle Technology Explained, John Wiley & Sons Ltd, England.

4. TSCHELIGI, MANFRED, RIENER ANDREAS, MYOUNGGHOON, JEON. (2011) Third International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications, Salzburg.

CAPÍTULO

3

ACTIVIDADES


MURO TROMBE

3. Actividades en EcodAl

En torno a las temáticas centrales tratadas, nos planteamos abordar actividades complementarias que enriquecieran el desarrollo del congreso. Aprovechando la asistencia de expertos, profesionales y técnicos de diferentes especialidades de diversas partes del mundo ligadas al Ecodiseño y a la Sostenibilidad en general, se organizaron actividades para discutir, trabajar, reflexionar y ponernos de acuerdo en distintas líneas de acción de gran importancia para el Ecodiseño.

Las actividades complementarias desarrolladas en el congreso fueron las siguientes:

- Paneles Temáticos
- Workshops
- Charlas

3.1 Paneles Temáticos

Los paneles temáticos se realizaron con el fin de profundizar, aprender y llegar a acuerdos entre los asistentes sobre temas de especial relevancia para el Ecodiseño en Latinoamérica. Estos se desarrollaron a través de exposiciones de expertos en cada tema, seguido por una mesa redonda de discusión moderada y registrando sus conclusiones por expertos encargados.

Los Paneles Temáticos que se llevaron a cabo fueron los siguientes:

- Datos para Ecodiseño
- Docencia y Ecodiseño
- Habitar Sustentable
- Consumo Responsable

3.1.1 Datos para Ecodiseño

Este panel tiene una importancia especial, ya que permitió alcanzar acuerdos de gran relevancia en la aplicación del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para el Ecodiseño, mediante una nueva mirada más simplificada y acorde a los alcances y usos que se le dan en esta metodología. El llegar al acuerdo del uso del Analisis de Ciclo de Vida tipo Scan o **"ACV tipo Scan"** fue una de las conclusiones más importantes de los paneles temáticos, validada por un importante grupo de expertos internacionales en la materia.

A continuación presentamos el registro de lo sucedido y las conclusiones acordadas en este panel temático, registrado por la secretaria técnica del panel.

ACTA DE ASISTENCIA	NOMBRE	INSTITUCION / CARGO
Moderador	Felipe Célery	Oficina de Ingeniería para la Sustentabilidad de la FCFM
Secretario Técnico	Claudia Peña	Red Chilena de Ciclo de Vida
Participante 1	Rubén Carnerero	IK Ingeniería
Participante 2	Gabriel Cereceda	Universidad del Bío Bío
Participante 3	Alejandro Chacón	Ecodiseño.cl
Participante 4	Nydia Suppen	CADIS
Participante 5	Nicola Cerantola	Ecologing
Participante 6	José María Fernández	IHOBE
Participante 7	Gema Gómez	Slowfashionspain

En este panel participaron los expertos en Ecodiseño y ACV de América Latina y Europa que asistieron al congreso EcodAl, el día 22 de Octubre del 2014. El panel tuvo por objetivo principal establecer claridad sobre la manera de utilizar la herramienta de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) en el ámbito de un proyecto de Ecodiseño, las exigencias para los datos utilizados para la evaluación ambiental, así como algunos términos y conceptos asociados."

"La discusión se inició en torno a requerimientos de datos y base de datos para Ecodiseño, para lo cual previamente ya se había distinguido 3 casos: Desmaterialización, sustitución de materiales y elección entre dos tipos de diseño. Sólo el segundo caso presentaba requerimientos mayores de datos, que podría potencialmente acercarse a un ACV. Pronto se hizo patente en la discusión la necesidad de acuerdo respecto a definiciones en términos y conceptos usados comúnmente por los ecodiseñadores.

Se distinguieron y establecieron al menos 3 etapas del proceso de Ecodiseño, algunas de ellas con sub etapas. Las tres principales etapas se definieron de la siguiente manera:

Etapa 1: Mapeo
Etapa 2: cálculo
Etapa 3: Aplicación de las mejoras y/o diseño del producto

Nydia Suppen distingue una etapa inicial a esto, que la define como la etapa de "Planeación" (conocimiento del producto en focus group).

Claudia Peña, secretaria técnica del panel y presidenta de la red ACV Chile. Respecto a los Inventarios simplificados de ciclo de vida, deja constancia que no hay papers que hablen de simplificación de ACV. En cuanto a metodologías de corte, criterios, consecuencias, estudios de caso, etc. no hay información científica al respecto. También distingue tres casos en cuanto al uso de datos y ACV relacionados con el diseño:

- Bajar la intensidad de uso de materiales: dataset promedio: qué tomar, promedio nacional, ecoinvent, representatividad por regionalidad.

- Sustitución de materiales para un diseño específico: sí requiere ACV. Por ejemplo en el caso del cobre y al aluminio como cambio de material. Acá sí se necesita un ACV completo.
- Decidir sobre qué versión de producto es mejor. No es necesario tomar todas las etapas del ciclo de vida.

Discusión

A continuación se presenta un extracto de lo que fue la discusión registrada por la secretaria técnica del panel:

TEMA	REGISTRO
Uso de datos para Ecodiseño. ACV simplificados.	Claudia Peña (CP): En términos de diseño se pueden usar datos promedios, no es necesario tomar datos locales. ¿Vale la pena desarrollar datos locales? Rubén Carnerero (RC): Si el producto no cambiará más allá del uso de materiales, el perfil va a ser exactamente el mismo, salvo una reducción de material, sí, siempre que el fin previsto se mantenga. En cambio si se cambia la función ya no se puede hacer un ACV simplificado (por ejemplo en el caso de un smartphone). CP: ¿Cuándo es posible tomar datos simplificados? RC: Cuando tenemos un producto al que se le hacen cambios menores para satisfacer exactamente la misma función prevista. EM: Los ACV simplificados se pueden aplicar en productos que mantienen sus funcionalidades. CP: ¿Cuál es la regla de corte para no contar cierto input u output? Nydia Suppen (N): Cuando se piensa en diseño se requiere tener una forma rápida, sin mayor uso de tiempo en evaluar el ciclo de vida. Está en el diseñador el criterio experto de definir el corte. Por ejemplo el camión en el transporte de una camiseta. Felipe Célery +1 (FC): En un esquema de ACV simplificado, a través de bases de datos genéricas se puede tener un diagnóstico de si las decisiones que se están tomando son adecuadas. Debe ser una herramienta de diagnóstico simple y rápida, ya que el proceso es iterativo. Es una herramienta interna. Para comunicar se requiere un ACV conducente a un EPD o DAP (Declaración Ambiental de Producto) u otro sistema más formal. CP: Los criterios de corte son definidos en función del objetivo. Cuando el diagnóstico es interno, se puede hacer un ACV simplificado. FC+1: El esquema adecuado sería tomar un ACV de referencia de un producto. Desde ahí se decide donde centrarse. Luego con los ACV simplificados se evalúan las ideas. Una vez decidido el producto final, industrial. Luego tomar un ACV exhaustivo parta definir la mejora concreta precisa. Es decir tomar un ACV de base detallado y tener una herramienta de análisis simple, iterativo interno. Finalmente un ACV detallado para comunicar. CP: Las empresas pequeñas no tienen como hacer un ACV. Cómo apoyar en términos de criterio a estas empresas. FC+1: En España se apoyó a las empresas pequeñas a que hagan un ACV del producto de partida, muy simplificadas, incluso cualitativas. CP: Entonces el criterio básico sería matriz MET: tabular las cantidades de materias primas, evaluar la toxicidad, evaluar el consumo energético de cada materia prima. Con esto se hace un

diagnóstico rápido y cualitativo.
EM: ¿A partir de un ACV simplificado se puede hacer una DAP? (Declaración Ambiental de Producto).
José María Fernández (JM): No. Para hacer una DAP se necesita un ACV completo y detallado.
RC: Es importante verificar que las DAP sean hechas con un ACV completo y detallado.
EM: Hay DAP que se basan en Chile en ACV simplificados.
CP: Ellos usaron PCR de otros países.
JM: Para esto sirven las verificaciones. Es importante que las DAP tengan verificaciones por tercera parte.
CP: ¿Qué es entonces un ACV simplificado?
N+1: Para mí es un ACV para tener un diagnostico iterativo para el Ecodiseño. El problema es cuales son los datos, de donde vienen. Por ejemplo en el caso de la matriz energpetica promedio o nacional. Este tema tiene que ver con cómo tomar los datos locales en un producto que se consumirá a lo largo de todo el mundo.
RC: Por ejemplo los ACV de aluminio pueden ser generales o del País Vasco o Alemania, en promedio. La idea es que se hagan inventarios de cada localidad.
JM: Se ha avanzado mucho desde las primeras bases de datos, pero falta mucho. Por ejemplo en producción de acero los datos que se tienen son suizos, pero los suizos no hacen el acero como en España entonces se ve complicada la decisión.
CP: Un ACV completo es poco funcional para estos objetivos (llegar a requerimientos de diseño, desde el punto de vista ambiental, entregar comparaciones rápidas)
RC: Todo está por definir en la etapa de diseño, por lo que es importante mantenerlo simple.
CP: Es importante definir el ámbito de aplicación de los ACV simplificados. El ACV completo debe ser para la comunicación final de los resultados.
N: Al principio se empieza evaluaciones cualitativas y luego se comienza a profundizar (por ejemplo ecocosts). Con esto se pueden tomar decisiones cualitativas interesantes.
CP: ¿Cuáles son los objetivos de cada parte y qué tipo de datos se requieren?
N: - Approach Aproximación: mirar que tipos de materiales hay disponibles y evaluar cualitativamente estos materiales.
- Creación del midset. Esto se levanta con la descripción del proceso productivo. Luego realizar un diagrama de flujos. En este diagrama de flujos detallando inputs y outputs, haciendo el inventario de entradas y salidas.
- Computación: los cálculos intermedios de las versiones.
- TradeOff Elección: te das cuenta de cuál fue la mejora real
Alejandro Chacón (AC): En el caso de Ecodiseño en chile se hace un benchmark de productos sustitutos. A partir de ese diagnóstico se diseña para mejorar el producto. El objetivo es guiar la lista de requerimientos de diseño, ya que el diseño funciona a partir de requerimientos.
JM: Según la ISO se deben identificar los aspectos ambientales significativos del producto. Esto se puede hacer de manera cuantitativa o cualitativa. Probablemente para una empresa que parte basta la evaluación cualitativa. Esto es una analogía de la ISO14040 pero cambiando la instalación por producto.
RC: Esto es un sistema de gestión de Ecodiseño, los aspectos ambientales y todo esto tiene que ver con el objetivo que se busque, si es interno o para comunicación interna. Para qué se quieren gestionar los aspectos ambientales. En general las empresas que están adscritas a la norma de ecodiseño les interesa comunicar las mejoras ambientales.

	JM: La 14006 no es exigente en términos de la evaluación ambiental. RC: En mobiliario de oficina por ejemplo, para las oficinas de arquitectura deben tener herramientas muy detalladas, para poder satisfacer requerimientos tipo leed y otros. XX: Dentro de la parte ambiental se debe encapsular lo que realmente se quiere del producto. AC: ¿Cómo definimos lo que hacemos?, ya que esto no es un ACV. Cómo definirlos claramente. CP: un ACV no es funcional en este ámbito, por lo que es importante tener una herramienta simplificada. Esto no es ACV, es algo distinto. Es importante tener conceptos y términos claros, además de ámbitos de aplicación claros. JM: no se puede usar una herramienta tan simple para comunicar los resultados. Gema Gómez: En moda hay una tabla simplificada que se usa. Se tabulan en términos de A hasta E. JM: En Bélgica, el Centro de Ecodiseño tiene una herramienta para materiales. Por ejemplo tiene todos los metales con información ambiental, siempre enfocado al mundo del diseño. Algo muy simple. JM: en 14006 no hay nada al respecto de comunicación numérica de las mejoras ambientales. Todo lo que tiene que ver con ACV referencia 14040 y para comunicar se refiere a 14020. JM: Un resultado de tipo ACV simplificado se puede comunicar como etiqueta tipo II. JM está en desacuerdo con este tipo de etiqueta. NS: Las etiquetas hablan de ciclo de vida pero otras hablan de reciclaje u otro aspecto puntual. En Ecodiseño se quiere comunicar un ahorro en materiales y energía etc. Se comunican mejoras de aspectos ambientales, a diferencia de las DAP u otros. Tiene que ver con el performance del producto. JM: Tipo II es la herramienta para comunicar Ecodiseño. Se podría usar una tipo I si se satisface un requerimiento de diseño. La idea es no poner un objetivo tan grande porque nadie lo hace. La idea es guiar la dirección, que el camino esté claro. CP: El concepto es mejora continua. NS: Es importante buscar un nombre CP: es importante que coma conclusión, se fijen términos, se fijen ámbitos de aplicación y al público que se le comunicará.

Conclusiones

La conclusión principal de este Panel Temático fue el acuerdo alcanzado entre los participantes del Panel sobre la metodología de ACV más apropiada para la realización de un proyecto de Ecodiseño, para la que se acordó el nombre de **"ACV tipo Scan"**.

El término "ACV tipo Scan" se eligió para denominar a un ACV simplificado; concepto que a su vez fue definido como una *"herramienta de cálculo de impactos y aspectos para el proceso de diseño, que haga el proceso simple, ágil, y que logre entregar resultados rápidos, con el objetivo de llegar a los requerimientos de diseño desde el punto de vista ambiental."*

Tanto la terminología definida como los conceptos fueron discutidos y validados en el Plenario final de Ecodal 2014 y se acuerda que los resultados de este proceso serán recogidos en un documento de trabajo para desarrollar la guía metodológica de Ecodiseño de Ecodal.

3.1.2 Docencia y Ecodiseño

A continuación presentamos el registro de lo sucedido y las conclusiones acordadas en este panel temático, registrado por el secretario técnico del panel:

ACTA DE ASISTENCIA	NOMBRE	INSTITUCION / CARGO
Coordinador	Oscar Andrés Cuervo	Profesor de Ecodiseño y director de "Diseño Sostenible", Colombia
Moderador + Secretario Técnico	Félix Maldonado	Profesor Universidad de Chile y Consultor
Participante 1	Gema Gómez	Profesora de Diseño Sostenible Madrid
Participante 2	Tomás Cárdenas	Profesor UTEM
Participante 3	Nicola Cerantola	Profesor Diseño Sostenible y Economía Circular Universidad Politécnica de Madrid
Participante 4	Mauricio Ilabaca	Ecodiseño.cl / Consultor
Participante 5	Guillermo Canale	Ingeniero y Profesor de Ecodiseño, Argentina
Participante 6	Alejandro Chacón	Director Ecodiseño.cl Ltda. y Profesor de Ecodiseño, Chile
Participante 7	Marcela Godoy	Jefa de Carrera, Técnico Superiror en Diseño Sustentable, IDMA, Chile

TEMA	REGISTRO	CONCLUSION O ACUERDO
Tomás Cardenas: Libro reciclaje en la UTEM	Resultados de prácticas docentes utilizando residuos sólidos. Son parte de la asignatura "materiales y entorno". Tesis doctoral del profesor es traspasada como un modelo de trabajo donde la experimentación del estudiante da pie a un desarrollo futuro. Son ejercicios prácticos de reciclaje que fomentan productividad, motivación, participación y "entretención".	A pesar que es un fomento de la creatividad basada en el concepto de 3R's, el panel concluye que no es una actividad de Ecodiseño, pues no incluye variables de análisis como ACV. El uso de tecnologías básicas de producción, es un aporte para comprender la dinámica del diseño y desarrollo de nuevos materiales, siendo un aporte a la sustentabilidad desde fomentar la RSE de los estudiantes.
Mauricio Ilabaca: ¿...Esto es Ecodiseño? (se refiere a la exposición del Profesor Cárdenas)	¿Esto es Ecodiseño?, o es un ruido que provoca una distorsión para comprender el alcance real del tema. Considerando la neurociencia, debemos fomentar la educación del hemisferio	Preguntarse qué es mejor, el reciclaje (3R) versus el desarrollo de un nuevo producto. En ese sentido debemos aplicarnos en una docencia con trabajos donde el estudiante piense una realidad futura.

	derecho. Fomentar la educación por competencias y dar testimonio de casos ejemplares donde se fomente la participación como un ciudadano responsable.	Fomentar la educación por competencias.
Guillermo Canale: ¿Cuál es el orden de la docencia?	En Argentina, desde hace 15 años que muchas carreras universitarias tienen a la sustentabilidad dentro de sus temas docentes, pero diseño tiene un foco en una elite (5% más rico) que puede pagarlo y los resultados globales no tienen un alcance social. La metodología utilizada por el Profesor Canale, utiliza la partida desde las ocho estrategias del Ecodiseño. Pero hay que entender que el estudiante promedio tiene carencias y por tanto necesita asistencia para problematizar la necesidad global y por tanto utiliza otras matrices como la Tischner, ECO-IT y la de PNUMA (D4S).	Un problema que se debe abordar es como definir mejor la valorización de las estrategias dentro de las matrices, ya que el estudiante tiende a idealizar sus capacidades.
Nicola Cerantola: Existe una misión del educador	Parte de la base que realiza su docencia basada en el concepto inicial de: *cradle to cradle.* Y también su didáctica está fomentando o respondiendo a dos preguntas: el por qué se debe ser ecodiseñador y cuál es la necesidad metodológica para alcanzar los resultados. En ese sentido, la misión del educador incluye la exposición de temas como: ecoinnovación, negocios y proceso de desarrollo de productos.	Existen diversas herramientas que no están ordenadas, tampoco sistematizadas y no contiene acervos que faciliten la pedagogía.
Gema Gómez: Qué enseñar versus qué aprender	Se pregunta ¿qué enseñar, cómo enseñar y con cuál enfoque? Hay que conectarse con algo muy importante que es, lo que piensa el estudiante. Despertar pasiones en un entorno de consumo que crece permanentemente.	Educar en torno a la relación de tecnología y medioambiente desde una concepción actitudinal.

OBSERVACIONES O COMENTARIOS (principalmente de los asistentes al panel)
Ordenar la enseñanza del Ecodiseño en: cómo fue, cómo estamos y cómo será nuestra realidad futura. La diversidad de la sociedad no puede ser concebida desde una visión puramente económica. Se deben desarrollar servicios y modos sociales de impacto, coincidiendo el ámbito profesional con la historia personal. Fomentar la comprensión de la realidad diversa y compleja. Conectarse con el dolor de ver el estado global de nuestra realidad. Somos una anomalía del sistema económico imperante. Desarrollar un conocimiento sobre la relación del diseñador con la ingeniería, determinando claramente las ventajas y debilidades de la relación. El futuro profesional del diseño, se verá en su actuación y desempeño en la "trinchera" o campo de aplicación de sus conocimientos, de su información y de su acervo cultural.

Conclusiones

- El uso de tecnologías básicas de producción, es un aporte para comprender la dinámica del diseño y desarrollo de nuevos materiales, siendo un aporte a la sustentabilidad desde fomentar la RSE de los estudiantes.

- Aplicar docencia con trabajos/casos/desarrollos donde el estudiante piense una realidad futura.

- Fomentar la educación por competencias.

- Existen diversas herramientas que no están ordenadas, tampoco sistematizadas y no contiene acervos que faciliten la pedagogía.

- Las áreas o temas clave que se debe contener la docencia de Ecodiseño son:

  - Negocios y economía circular
  - Innovación
  - Ecología Industrial
  - Comunicación de resultados, de valores, de conceptos, etc.
  - Metodologías: conjuntos de herramientas y técnicas pertinentes a los campos de aplicación
  - Valorizar la formación ética, social y actitudinal

- Guillermo Canale: Cuidar de no caer en la paranoia ambientalista. Usar casos para desarrollar un diseño que incluya al usuario y no al capital como centro de la solución. Revolucionar con cosas distintas, con buenas metodologías, pasando de lo económico a lo social migrando desde conceptos de Ecodiseño al D4S.

- Nicola Cerantola: Construir diversos contenidos que te sitúen el por qué ser (el rol profesional), cuál es la necesidad y cuál es la metodología para alcanzar el fin.

- Gema Gómez: Dar al estudiante el protagonismo de la clase, ayudarle a conectarse con su entorno. Descubrir en él, algo que desconozca siendo profesores inspiradores y estimulantes.

- Mauricio Ilabaca: Que el alumno sea el protagonista del aprendizaje, que fortalezca su ética y su hemisferio derecho.

- Tomás Cardenas: Resaltar el construir el aprender-haciendo desde lo local a lo global. Considerando que estamos ante estudiantes que tienen un débil capital cultural y por tanto debemos justificar con diversas técnicas la asistencia "gustosa" a clases. Resaltar el aprendizaje a partir de lo simple para motivar la inclusión a temas más complejos.

- Oscar Cuervo: Sobre la presentación del Profesor Tomás Cárdenas. La verdad creo que sí es Ecodiseño, como dijo el mismo: "a mí me invitaron a presentar". Siento que el comentario del Profesor Guillermo Canale de alguna manera sesga lo presentado por Tomás, así como creo que este evento es para invitar a revisar distintos puntos de vista y enfoques. Tal vez es demasiado tarde pero sí creo que habría que reivindicar el valioso trabajo de Tomás ya que al final, lo que queremos es incluir y que todos trabajen estos temas y no sesgar o excluir.

Pendientes de desarrollar en futuras actividades:

- Entrenamiento y capacitación de profesores.
- Desarrollar material didáctico para la enseñanza.
- Tratar el postgrado como futuro desarrollo y fomento de especialización.
- Definir y proponer estrategias de enseñanza-aprendizaje adecuadas para el fomento de la actividad.

3.1.3 Habitar Sustentable

A continuación presentamos el registro de lo sucedido y las conclusiones acordadas en este panel temático, registrado por el secretario técnico del panel:

ACTA DE ASISTENCIA	NOMBRE	INSTITUCION / CARGO
Moderador	Bárbara Rodríguez	IDIEM, Jefe de Sustentabilidad Organizacional
Secretario Técnico	Marco Gutiérrez	U. de La Serena. Docente Escuela de diseño.
Participante 1	Marcelo Velasco	IDIEM, Profesional Proyecto ECOBASE
Participante 2	Ingrid Soto	IDIEM, Jefe de Proyecto DAPCO
Participante 3	Sofía Correa	GERDAU, Ingeniera encargada de RSE y Sostenibilidad

TEMA	REGISTRO	CONCLUSION O ACUERDO
Enfoque de Ciclo de Vida en la Construcción del hábitat	Se introducen los temas de discusión en el contexto del cambio de paradigma y de los nuevos cuestionamientos que presentan los ciudadanos frente a los cambios ambientales, económicos y sociales que se viven a nivel mundial. Se plantea la inquietud frente a la lenta incorporación del enfoque de ciclo de vida en la construcción. ¿Por qué existe tan poco cuestionamiento frente al ciclo de vida de la construcción? ¿Cuestionamos los procesos e impactos de las construcciones donde pasamos casi el 90% de nuestra vida?	El enfoque de ciclo de vida es parte del cambio de paradigmas en el sentido de que estamos interpretando el mundo atendiendo más a los procesos que a las estructuras estáticas, más a las relaciones que a los objetos aislados, más a la visión holística (de la totalidad) que a los detalles particulares. Desde el punto de vista de la academia, existe la percepción de que el enfoque de ciclo de vida ha sido lento en el diseño y operación de edificios por la falta de colaboración existente en la cadena de producción de la industria. Desde el punto de vista de la audiencia y de los consumidores en general, existe cuestionamiento a la credibilidad de los impactos que se declaran. Los organismos y empresas que deben entregar sus impactos no siempre lo hacen de forma rigurosa. Se concuerda que son los consumidores de la cadena de producción, quienes deben ser más exigentes en solicitar la declaración de los impactos.
Difusión y comunicación de los impactos ambientales en el sector de la construcción	La cadena de la construcción es enormemente extensa. La difusión y comunicación de los impactos se hace insuficiente. ¿De quién es la responsabilidad de tener la información clara de los productos que consumimos?	Se concuerda en que hay una responsabilidad importante de las empresas en entregar la declaración de sus impactos pero también de los consumidores finales quienes deben autoeducarse en relación a los impactos y los órdenes de magnitud. Desde el punto de vista del diseño, se reconoce la oportunidad de trabajar en llevar los números y sus impactos a un formato más amigable y entendible por el público general. Por otra parte las personas no somos sólo el último eslabón de la citada cadena, también aparecemos en otras partes de ella, por ejemplo cuando hacemos remodelaciones y ampliaciones de casas, sea con nuestras manos o con ayuda de maestros (de forma no industrializada),

		para lo cual requerimos de información clara de los impactos de los materiales de construcción y no sólo de los productos terminados (edificios).
Gestión de la información de impactos ambientales	¿Por qué nos cuesta exigir más información?, Si estos valores permiten comunicar y comparar, deberían contribuir a la mejor elección de los productos y de las formas de consumo.	Falta credibilidad de las empresas, las personas se preguntan si es fidedigno lo que declaran estas empresas. Pero los actores de la cadena deben declarar ya que hoy es cada vez es más difícil esconder la información de los impactos ambientales. En general toda la información está más disponible, pero es importante la vigilancia ciudadana. Como dice el dicho "confía en Dios, pero amarra bien tu camello". Por otro lado ocultar información o entregar datos alterados tiene un alto riesgo y precio para las empresas, ya que los riesgos sobre la reputación de la marca pueden significar grandes pérdidas en inversiones en imagen.
Impulsar el mercado	El que una empresa muestre su información, genera un estándar. Las certificaciones mueven el mercado. Los clientes cuando exigen, también mueven el mercado.	Dentro del ámbito de las declaraciones, los primeros que transparentan su información de impactos ambientales contribuyen a incentivar al resto de la industria. No debemos olvidar que el "mercado" es un subsistema de de toda la dinámica cultural humana y como tal, se moverá en coherencia con los grandes cambios culturales actuales. Uno de estos factores de cambio es la búsqueda de formas de vivir más armónicas, simples y que no signifiquen la destrucción de los demás seres vivos (que implicaría la propia destrucción).
Uso de la información	Hay mucha información-etiquetado de alimentos por ejemplo, pero no se sabe interpretar. Los ejemplos ayudan a comprender.	Se concuerda que las etiquetas nutricionales, por ejemplo, son exitosas en capturar la atención del consumidor ya que presentan impactos directos. En el caso de la construcción, esta relación aún no es percibida de forma directa. Los cambios de conducta dependen muy poco del acceso a información, es un

		cambio de conciencia relacionado con nuestro sistema de creencias acerca del lugar que ocupamos en el mundo y el cómo percibimos sus relaciones. La conducta ética justamente tiene que ver con el percibir las consecuencias de mis acciones y decidir si deseo esas consecuencias o no.
Normas	La reducción, la cuantificación y publicación de los impactos es un proceso gradual que puede estar apoyado por normas que regulen. La homologación de normas que vienen de fuera es un arma de doble filo, llegan como las carabelas desde Europa.	Se concuerda que gran parte de estos procesos son lentos y toman años en suceder y consolidarse. Por eso no siempre se deben esperar de forma inmediata. Por otra parte, el proceso de adopción de normas que viene desde el extranjero debe ser evaluado de manera exhaustiva. Las normas pueden ser empujadas desde la presión de la sociedad civil también.
Proceso de transición hacia un habitar sostenible.	Surgieron inquietudes respecto de la valorización y uso de tecnologías y formas de producción local más autónoma conocidas como bioconstrucción. Se destaca que si bien la modalidad de construcción industrial seguirá siendo predominante en escala, está surgiendo un extenso movimiento de autoconstrucción sostenible como parte de la búsqueda colectiva de base de formas de vida más simples y coherentes con los patrones naturales.	Vivimos un proceso de cambios importantes a nivel social respecto a la forma en que vemos y vivimos nuestro mundo. A las personas y las instituciones y empresas les sería útil entender estos cambios como un proceso de transición gradual hacia formas de vida más sostenibles y resilientes que sean menos dependientes de los patrones convencionales de producción y consumo industriales. Dentro de este proceso, hay muchas iniciativas de innovación social autogestionadas y no dependientes de las instituciones que, con menos restricciones y temores puede ser un aporte a rediseñar nuestras relaciones con nuestro entorno. Debemos tener paciencia, y aprender de todos los ámbitos de experimentación, no sólo los académicos o institucionales.

OBSERVACIONES O COMENTARIOS
El panel se desarrolló sin inconvenientes, con buena participación, sin embargo el tiempo de reflexión fue breve y fue difícil redactar acuerdos generales. Las perspectivas de los panelistas eran radicalmente diferentes en cuanto a su nivel de tratamiento del tema, pero esto a la larga fue un aporte para el debate.

3.1.4 Consumo Responsable

A continuación presentamos el registro de lo sucedido y las conclusiones acordadas en este panel temático, registrado por el secretario técnico del panel:

ACTA DE ASISTENCIA	NOMBRE	INSTITUCION / CARGO
Moderador	José Manuel Melero	Ciudadano Responsable
Secretario Técnico	Gabriel Cereceda	Universidad de Concepción
Participante 1	Camila Cortinez	Te Protejo
Participante 2	Carola Moya	Diseñadora, Directora de Criterio Independiente
Participante 3	Tamara López	Juntos Compremos
Participante 4	Gema Gómez	Slow Fashion Sapain
Participante 5	José Pablo Rojas	CEGESTI, Costa Rica
Participante 6	Mauricio Ilabaca	IDMA
Participante 7	Constanza Nuñez	Oficina de Sustentabilidad UC

Definición

¿Qué es un consumo sustentable?

Se define como aquellos comportamientos y hábitos de consumo que consideran variables y/o aspectos ambientales y sociales en la adquisición de bienes para la satisfacción de necesidades.

Problema

¿Cuáles son las causas que han hecho inviable este consumo?

1.- La declaración del impacto ambiental de un producto a través de indicadores y aspectos ambientales asimétricos, ambiguos y confusos.
2.- La carencia de un marco político que defina estrategias económicas que incentiven una producción y consumo sustentable.
3.- La falta de cultura ambiental y presión social para generar cambios hacia una producción (oferta) y consumo (demanda) sustentable.
4.- Diferencias y errores conceptuales en el marketing "verde" que impide al consumidor efectuar una correcta integración /asimilación de aspectos ambientales.
5.- La inexistencia de incentivos a nivel de empresas y gobierno para un consumo sustentable.

Solución

¿Qué se puede hacer para incentivar este consumo?

1.- Utilizar y comunicar información ambiental cuantificable, creíble, confiable y certificada por una tercera parte externa a las empresas.

2.- Aplicar estrategias comunicacionales de aspectos ambientales ajustados al ADN Cultural, arquetipos, comportamiento y hábitos del consumidor local.
3.-Concientizar y generar alternativas para dar respuesta a la satisfacción de necesidades de una manera responsable con el medio ambiente (cerrar el ciclo).

3.2 Workshops

Con la intención de aplicar conceptos y herramientas que abordan las temáticas de Ecodiseño y Sostenibilidad, es que se les propuso a miembros del comité experto que realizaran talleres prácticos, desde el área de su quehacer.

Los Workshops que se llevaron a cabo fueron los siguientes:

- Artesanía y Ecodiseño
- Economía Cero Carbono
- O:ECO Estrategias de Ecodiseño
- Diseño y Ecoinnovación
- Enfoque de Ciclo de Vida y Análisis de Ciclo de Vida

3.2.1 Artesanía y Ecodiseño

Este workshop fue dirigido por Juan Felipe Enríquez de Ecuador, Director del Departamento de Diseño de "REINO studios", Experto en innovación a partir de la cultura y la tradición. De manera de describir su workshop, nos comparte este texto referido a su quehacer.

"Las culturas ancestrales observaron, estudiaron, descubrieron y comprendieron la complejidad de los sistemas de la Tierra, para buscar, encontrar y experimentar durante años soluciones a sus necesidades, orientadas hacia el futuro, que hagan posible la subsistencia del hombre en este planeta, basadas en una relación cercana, amigable y de respeto hacia nuestro entorno.

Como fruto de esta relación, nuestros pueblos ancestrales han dejado un gran legado a lo largo de América Latina en lo que respecta a su cultura material en una relación de equidad y amistad con el medio ambiente; han arrojado una serie de objetos, herramientas y principios para resolver problemas muy simples y con pocos recursos, logrando ser muy eficientes en la solución a sus necesidades. Este desarrollo que lo tenemos por herencia, puede convertirse en la simiente para el desarrollo de potentes proyectos de innovación, en fuente de inspiración para los diseñadores e ingenieros del presente, los que deben pensar los productos y servicios que aseguren nuestra existencia en el tiempo.

El ecodiseño puede, de esta manera, convertirse en la herramienta que articula el diseño y la ingeniería ancestral con el diseño y la ingeniería actuales, por medio de la aplicación de esta mirada ancestral,

respetuosa de los ciclos naturales y eficiente en el uso de los recursos, para la creación de nuevas tecnologías para la fabricación de productos y servicios basados en principios simples de funcionamiento y amigables con el medio ambiente; estos nuevos productos que no solo reviven nuestra cultura material, sino que la impulsa al desarrollo sostenible."

3.2.2 Economía Cero Carbono

Este workshop fue dirigido por José Pablo Rojas de Costa Rica, Gestor de proyectos de "CEGESTI". De manera de describir su workshop, nos comparte este texto referido a su quehacer.

"El ritmo acelerado de los patrones de consumo de nuestra actual sociedad ha generado progresivamente una presión sobre el ambiente que tiene impactos de diversa significancia, siendo uno de ellos el calentamiento global. El cambio en la concentración de diferentes gases en la atmósfera debido a las emisiones de actividades humanas como el transporte, la energía y la deforestación, ha producido el incremento en la temperatura global, ocasionando a la vez efectos climáticos muy graves.

La huella de carbono (o inventario de gases de efecto invernadero) es una medida del impacto que provocan las actividades del ser humano sobre el cambio climático. Aplicado a un producto, se podría decir que es el efecto que tiene éste sobre el clima, medido a través de la cantidad total de gases de efecto invernadero (GEI) que se han emitido como consecuencia de las actividades asociadas al producto, y representado en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO2e).

Mediante el ecodiseño, es posible reducir la huella de carbono del producto, al considerar las emisiones que se producirían durante el ciclo de vida del mismo (esto es, desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final, pasando por la manufactura, el transporte y el uso, entre otros).

El workshop introduce el concepto de huella de carbono y carbono neutralidad a los participantes, de manera que se aclaren los conceptos generales y se consideren impactos climáticos al ecodiseñar productos."

3.2.3 O:ECO Herramienta de Ecodiseño

Este workshop fue dirigido por Oscar Cuervo de Colombia, Profesor de Ecodiseño y director de "Diseño Sostenible Colombia". De manera de describir su workshop, nos comparte este texto referido a su quehacer.

"Este taller se realizó utilizando una herramienta diseñada específicamente para conocer y aplicar distintas estrategias de ecodiseño a lo largo de las etapas del ciclo de vida de productos. Al mismo tiempo se sensibilizaron a los participantes en temas de conciencia ambiental, permitiendo fortalecer conceptos fundamentales para la sostenibilidad como son la educación y la participación."

3.2.4 Diseño y Ecoinnovación

Este workshop fue dirigido por Nicola Cerantola de Italia, Director de "Ecologing", Economía Circular. De manera de describir su workshop, nos comparte este texto referido a su quehacer.

Ecocanvas, impulsando nuevos modelos hacia la Economía Circular

"Nos encontramos frente a una situación de cambio de época. El modelo actual lineal de producción, manufactura, consumo y desecho, que ha llevado a un progreso enorme en los estándares de vida, para una cierta población del mundo ha llegado a su tope estructural. Necesitamos cambios drásticos para invertir la ruta, no queremos encaminarnos hacia puntos de no retorno cada vez más graves para todos.

El aumento demográfico y del número de consumidores a nivel mundial por un lado, la pérdida de recursos y ecosistemas naturales (capital) por el otro, está re-definiendo los mercados y las sociedades a escala global y a un ritmo vertiginoso. Ya no es un problema sólo de los países más oprimidos o políticamente inestables, sino de todas las economías mundiales, ya sumamente hiperconectadas y enormemente dependientes del capital natural.

Las economías emergentes, la inestabilidad e incertidumbre de las cadenas de suministro deslocalizadas hace el tejido empresarial de enteras regiones muy frágil, expuesto a riesgos, extremadamente vulnerable y dependiente de factores y decisiones ajenas. "Circularizar" significa ganar soberanía, reducir el efecto de la volatilidad de precios, mantener el control sobre los recursos y la cadena de suministro. Significa cambiar los modelos de monetización fidelizando los clientes e innovar en el diseño de servicios y de experiencia de usuario. Significa cuestionar los mercados actuales y encontrar oportunidades rentables y disruptivas, ver la economía con nuevos ojos y liberar el potencial del Diseño Circular.

Hablamos no sólo de hacerlo más inteligente, sino de aprovechar oportunidades de negocios por un valor (solo en UE) de más de 460.000 MM de Euros. Las metodologías y enfoques de diseño, que desde hace años tratan de difundir y hacer más responsables los negocios, quizás les ha llegado el momento de renovar su mensaje y su forma.

Buscar nueva inspiración en la naturaleza y la sabiduría humana ancestral puede ayudarnos a encontrar soluciones innovadoras, soluciones bioinspiradas, efectivas y verdaderamente resilientes. Con este afán de buscar nuevos caminos, nació en 2013, Ecocanvas (Por Nicola Cerantola), actualización "circular" del famoso Business Model Canvas, que pretende seguir construyendo un framework de trabajo ágil que permita la inclusión y la evaluación de los aspectos ambientales en la estructura de costos de las empresas. Una manera eficaz para ayudar a los directivos en la toma decisiones más conscientes.

Estructurado en 12 bloques, e inspirado en una visión atrevida de los negocios del presente y, sobre todo, del futuro, el Ecocanvas, añade otros aspectos novedosos e importantes a la visión de conjunto, ya presente, en el clásico Canvas (Alex Osterwalder, 2010).

La circularización del modelo de negocio, la anticipación ambiental y social hacen de esta herramienta una oportunidad para explorar nuevas formas de diseñar e interpretar las empresas, más coherentes y alineadas a los desafíos estructurales que tienen por delante. En 2015, se prevé el lanzamiento de la primera versión ebook del Ecocanvas, para más información www.circolae.com o www.ecocanvas.info."

3.2.5 Enfoque de Ciclo de Vida y Análisis de Ciclo de Vida

Este workshop fue dirigido por Nydia Suppen de México, Directora de CADIS, Mexico junto con parte del equipo de Ecodiseño.cl de Chile, Cecilia Mujica y Marcela Godoy. El desarrollo de este taller fue clave para la realización del WIED (workshop internacional de Ecodiseño para estudiantes), actividad que será descrita en el próximo capítulo.

En este taller se les entregaron conceptos básicos para el desarrollo de un proyecto de Ecodiseño. Se realizaron actividades de enfoque de ciclo de vida a través de consideraciones del pensamiento de ciclo de vida, con la perspectiva sistémica, la base científica y la integración de impactos ambientales en las etapas del ciclo de vida evaluadas a las empresas y productos reales con los que tuvieron que trabajar. Además tuvieron que realizar un scan de la evaluación ambiental con la metodología de ACV tipo Scan, basado en los elementos de las normas internacionales ISO 14040 y 14044, esto con el fin de detectar los puntos críticos del sistema producto que cada grupo evaluó.

Se consideró este workshop como base para la realización y entendimiento de realizar un proyecto de Ecodiseño.

3.3 Charlas

Con el fin de profundizar en temáticas particulares, algunos miembros del comité experto escogieron la modalidad de charlas, para mostrar las áreas y los proyectos específicos de su quehacer.

Las charlas que se llevaron a cabo fueron las siguientes:

- Moda Sostenible / Slowfashion
- Ecodiseño y Certificación
- Materialoteca, Perfil Ambiental de los Materiales
- Nuevos Patrones de Consumo
- Emprendimiento Sustentable
- Proyecto Fieltro

3.3.1 Moda Sostenible / Slowfashion

Esta charla fue dada por Gema Gómez de España, Directora de "Slowfashionspain", Moda Sostenible. De manera de describir su charla, nos comparte este texto referido a su quehacer.

"La charla sobre "Moda Sostenible" que impartí en Ecodal tenía como objetivo dar una visión amplia y sistémica de lo que significa esta nueva tendencia en moda que llega para quedarse. Para ello dividí la charla en dos partes:

La primera parte fue una aproximación a las 8 áreas de impacto que se suelen identificar en este sector (uso intensivo del suelo, consumo de agua, emisiones de CO2, biodiversidad, químicos y medio ambiente, químicos y salud, residuos textiles, e impacto social refiriéndose a los trabajadores que malviven de este sector) relacionándolas con cada una de las etapas de producción, desde la extracción de la fibra, y consumo del producto-moda.

Esta primera parte suele ser impactante porque hay muchos datos que se desconocen normalmente y si lo dejáramos así, los asistentes se quedarían bastante bloqueados e incluso sentirían rechazo a la hora de mirar este sector con entusiasmo. Por ello la segunda parte de la charla fue mostrar decenas de alternativas en la que las marcas, diseñadores e industria se están centrando ya para crear un nuevo paradigma en el que se buscan soluciones para dar forma a esta nueva tendencia.

Como conclusión profesional diría que el tiempo nos fue escaso para conocernos un poco más, los emprendedores a mí y yo a los emprendedores y diseñadores que se acercaron, y lo que es muy positivo es que a cualquier parte del mundo donde voy, el concepto gusta mucho porque es puro sentido común: respetar el planeta, los que vienen detrás de nosotros, y los que están trabajando por crear esa moda que cumpla esos requisitos y que además nos ofrezca la creatividad e innovación como solo muchos diseñadores juntos pueden ofrecer, en contraposición al modelo actual o fast fashion, que además de arrasar con recursos y personas, tiene colección tras colección ese aire de déjà vu. Como conclusión personal diría que fueron momentos muy buenos y motivadores, sobre todo por la calidad humana de todo el equipo que allí encontré y las ganas que sentí de crear ese mundo al que los que estamos metidos en esto aspiramos."

3.3.2 Ecodiseño y Certificación

Esta charla fue dirigida por Rubén Carnerero de España, Director técnico "IK Ingeniería", experto en Certificación de Ecodiseño. De manera de describir su charla, nos comparte este texto referido a su quehacer.
"La metodología de Ecodiseño es el método que permite integrar la variable ambiental durante todo el proceso de diseño y desarrollo del ciclo de vida de productos y servicios. Esto hace que el Medio Ambiente sea tenido en consideración al mismo nivel que el que pudiera estar otro tipo de parámetros, como la calidad, la ergonomía, los costes, etc. Sin embargo y desde el punto de vista industrial, la propia metodología de Ecodiseño no acredita el hecho de que una empresa trabaja bajo el concepto de mejora ambiental del ciclo

de vida. Por ese motivo y desde la organización ISO (International Standard Organization), se creó la norma ISO 14006:2011. Sistemas de gestión Ambiental. Directrices para la incorporación del Ecodiseño.

Esta norma, creada a partir de la norma española UNE 150301:2003, regula la aplicación de la metodología de Ecodiseño y todos sus conceptos relacionados dentro de la empresa. Para ello, divide la metodología en procesos integrables en otros Sistemas de Gestión tradicionales en las empresas, como la norma ISO 9001:2008 de Calidad o la norma ISO 14001:2004 de Medio Ambiente. De esa manera, la metodología de Ecodiseño no supone un esfuerzo más allá de cumplir con el ciclo de mejora continua recogido en estos Sistemas de Gestión, y además proporciona una continuidad en los trabajos desempeñados por la empresa a la hora de mejorar sistemáticamente el ciclo de vida de sus productos y servicios.

En definitiva, la norma ISO 14006 garantiza la mejora continua de los principales aspectos ambientales del producto en todo su ciclo de vida desde el diseño y desarrollo, asimila y garantiza el cumplimiento y anticipación a la legislación ambiental aplicable a productos y servicios como requisito más de diseño, y comunica los beneficios ambientales obtenidos en el producto y recomendaciones al respecto a través de la cadena de suministro (proveedores, usuarios, etc.).”

3.3.3 Materialoteca, Perfil Ambiental de los Materiales

Esta charla fue dada por Guillermo Canale de Argentina, Ingeniero y Profesor de Ecodiseño. De manera de describir su charla, nos comparte parte de los textos de su presentación, su trabajo está basado en un libro que publicó bajo el mismo nombre de la charla.

"Sería encantador no necesitar materiales, pero somos "material dependientes". Cada material que empleamos conlleva una impronta ambiental no siempre evidente. La idea es conocerla, ya que el desafío para los desarrolladores de eco-productos es cubrir una necesidad o brindar un beneficio al cliente / usuario al más bajo "costo" ambiental, social y económico.

¿Cuál material es mejor?, es casi imposible establecer una guía sencilla. Deberíamos hablar de uso sustentable de materiales en lugar de materiales sustentables. El uso es lo que define la sustentabilidad.

Todo uso de material y de procesos para modificarlo implica impactos ambientales (uso de energía, otras materias primas, etc.). Debemos abandonar toda pretensión de impacto cero, vivir produce impactos. Se trata entonces de comparar impactos relativos y adoptar elecciones siguiendo el objetivo de reducir su magnitud, teniendo en cuenta que estamos comparando impactos no nulos.”

CAPÍTULO 4

WIED

Esquemas entradas y salidas
Cerveza Artesanal Weichafe
Elaboración artesanal por Cervecería Quila Lonko
Distribución en la comunidad local, en 2 o 3 bares cercanos. Además de venta especial para eventos.
Venta en formato botella de vidrio de 500 cc. reusadas y barriles de acero
Uso de etiqueta de aluminio plástico con impresión metalizada
Su producción es de series bajas y tiene una sencilla presentación
Análisis de inventario
Nombre Componente
Material
Proceso
Cantidad (según unidad de medida)
Observaciones
Botella de vidrio
Vidrio
Limpieza
Transporte
0,218 Kg
1 unidad
Botella con capacidad para 500 ml reusada
Cerveza
Cebada
Molido
Hidratación
0,125 Kg
Importada desde Argentina
Lúpulo
Levadura
Agua
Hervido
0,001 Kg
0,0008 Kg
3 Lt
Se consideró un proveedor de Argentina (El Bolsón)
Importada desde Bélgica
Mosto
Enfriado
Fermentado
Envasado
0,500 Lt
Formado a partir del hervido del agua con el lúpulo, cebada y levadura
Tapa
Acero
Pintura
Goma
Transporte
0,002 Kg
Importada desde China
Etiqueta
Papel autoadhesivo
Tintas metálicas
Impresión
Corte
0,0005 Kg
/Propuesta de diseño
Sistema Producto
Puntos Críticos
Propuesta
Packaging
Disminución de la Huella Ambiental
Se estima una disminución de 25% en la Huella Ambiental
0.0567
32%
0.0384
0.0127
0.0127
0.0056
0.0053
PRODUCCIÓN
USO
DESECHO
Unidad de medida: Eropuntos

4. WIED – Workshop Internacional de Ecodiseño para Estudiantes

El WIED – Workshop Internacional de Ecodiseño para Estudiantes, fue un espacio de trabajo ideado dentro de EcodAl 2014 para estudiantes de Diseño, Ingeniería y disciplinas afines, de todas las instituciones de educación superior chilenas y de Latinoamérica. Su objetivo fue generar la posibilidad de que los estudiantes pudieran tener una experiencia unica con la Ecoinnovación utilizando las herramientas del Ecodiseño, generando propuestas y soluciones de productos o servicios sostenibles aplicados a problemáticas reales, recibiendo la guía de expertos internacionales en este tema.

Modo de Funcionamiento

Para el desarrollo del WIED se crearon equipos de trabajo que llevaron adelante un proyecto real de Ecodiseño. Los equipos se formaron de manera interdisciplinaria e inter-escuelas, incorporando a estudiantes de universidades, institutos y centros de formación técnica de otras ciudades y países, dentro del universo que asistió al congreso.

A cada equipo de trabajo se le asignó un producto anteriormente definido, el cual consistió en un producto o servicio real, aportado por una de las empresas que participaron en el congreso EcodAL 2014. Cada grupo debió seguir los pasos de la metodología de Ecodiseño con el fin de desarrollar una propuesta de mejora.

A continuación presentamos los casos reales en que trabajaron los participantes del WIED, y las empresas que los otorgaron:

Birra Weichafe, con su producto cerveza artesanal
Unevenwear, ropa outdoor, con su producto camiseta femenina
Natural Store, venta y diseño de ropa, con su producto vestido de bebe y con su servicio de venta
Arquisolar, arquitectura y eficiencia energética, con su producto muro trombe

Dentro del desarrollo del WIED se contemplaron workshops que guiaron a los grupos en el trabajo realizado, se consideraron dos workshops obligatorios: Enfoque de Ciclo de Vida y Análisis de Ciclo de Vida, base para poder realizar un proyecto de Ecodiseño. Además tuvieron la opción de asistir, por turnos, a las demás charlas, talleres o ponencias que se realizaron simultáneamente en EcodAl 2014.

Para apoyar a los equipos de trabajo, en el avance de sus proyectos, la organización de EcodAl 2014 puso a disposición de los participantes a monitores, así como también a parte de los expertos invitados, con el fin de resolver dudas y guiar en el proceso de aplicación de la metodología.

Se conformó un jurado internacional expertos en Ecodiseño y docencia:

Alejandro Chacón Aguirre, Chairman del Comité Organizador, Director Ecodiseño.cl, Chile.
Nydia Suppen Reynaga, Co-Chairman del Comité Organizador, CADIS, México.
Américo Guelere Filho, Co-Chairman del Comité Organizador, LCM Innovation & Sustainability, Brasil.
Rubén Carnerero, Director técnico "IK Ingeniería", experto en Certificación de Ecodiseño, España.
Tamara López Burgos, Gestión y coordinación general EcodAL 2014, Ecodiseño.cl, Chile.

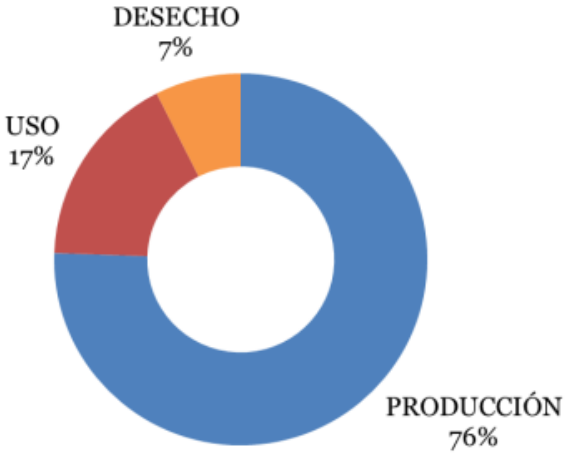
Este jurado tuvo la misión de seleccionar al grupo ganador, el cual expuso en el seminario de cierre organizado por el Ministerio del Medioambiente del Gobierno de Chile, presentando su propuesta de mejora.

Resultados

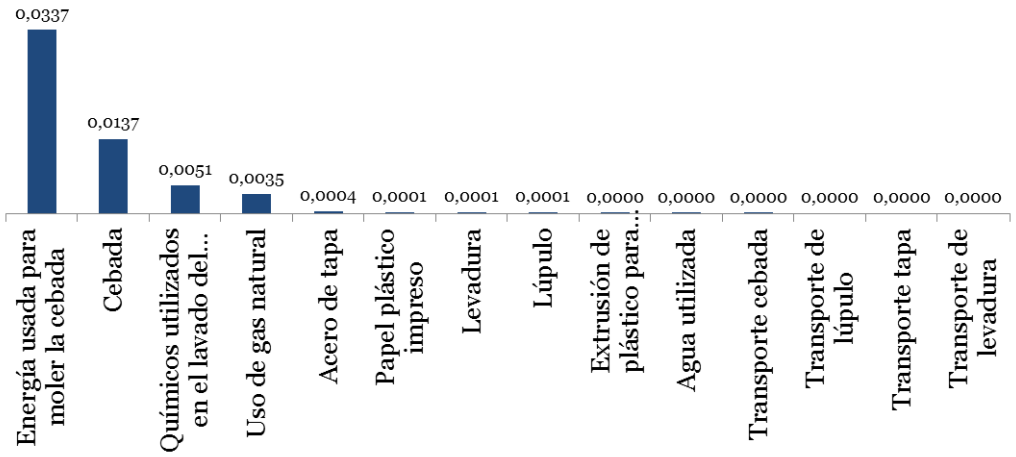
Dentro de las propuestas de mejora ambiental presentadas, el equipo ganador fue el que trabajó la cerveza artesanal Wiechafe, Los alumnos que conformaron este equipo son:

- Laura Bavcar, Argentina.
- Andrea Murillo, Chile.
- Militza Fernández, Chile.
- Andrés Sepúlveda, Chile.
- Nicolás Sánchez, Colombia.
- Bruno Oppizzi, Argentina.
- Valeria Escobedo, Chile.
- Camilo Escobar, Chile.

En el desarrollo de su proyecto de Ecodiseño, pudieron definir a través de un ACV tipo Scan de todo el ciclo de vida del producto en estudio: *"Una botella producida y distribuida de Birra Wiechafe de 500cc"* que el mayor impacto ambiental se encontraba en la etapa de producción, la cual representaba un 76% del impacto global del producto.



Dentro de esta etapa los principales ítems que incidieron en la evaluación, fueron la energía usada para moler, la cebada, los químicos utilizados para lavar la botella de vidrio y el uso de gas natural.



Finalmente las propuestas desarrolladas por el equipo abarcaron diferentes etapas del ciclo de vida, apuntando principalmente a su mayor punto crítico: la producción. Además apoyaron su propuesta en el desarrollo de una etiqueta colgante que comunicara las mejoras realizadas, entregando también información de formas de contribuir como usuario a la disminución del impacto ambiental del producto.

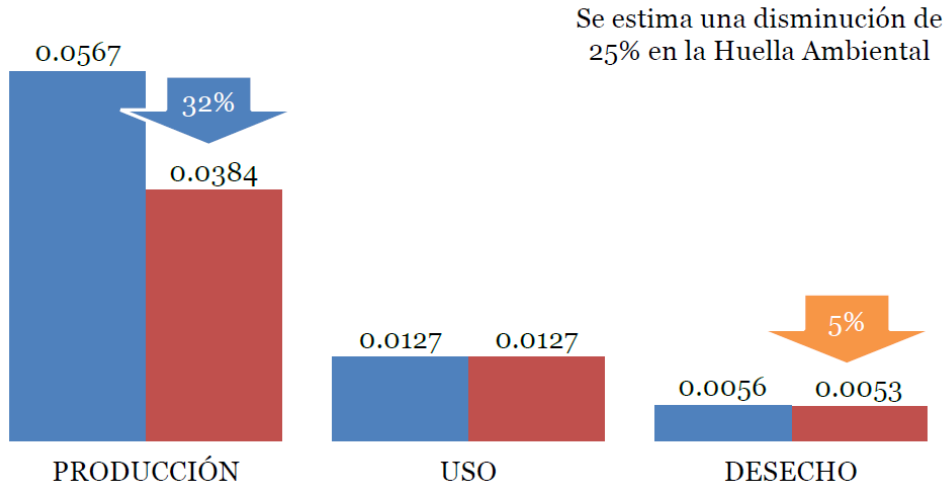
1. **Elección de materiales sostenibles:** se propuso el generar **alianzas** entre diversos productores artesanales para poder comprar a proveedores locales y disminuir las distancias de traslado de la materia prima. También se propuso un **cambio en el material** de la etiqueta del producto por uno de menor impacto, junto con un **rediseño** de la misma para disminuir el uso de tintas.

2. **Procesos limpios y eficientes:** utilizar paneles de energía solar junto con energía eléctrica y gas para **disminuir el consumo de energías no renovables**. Por otro lado, se propone el uso de aspersores y mezcladores de aire para ahorrar el uso de agua.

3. **Super ciclabilidad:** propuesta de rediseño de la etiqueta a modo de collarín para que el **removido** de la misma sea **más simple** para el productor y así reducir el consumo de agua necesaria durante el lavado de las botellas.

4. **Diseño para educar e informar:** en la etiqueta del producto se colocan **consejos** para un uso más sustentable (ej. sugerencias para enfriado y el no tirar las botellas).

La disminución de impacto ambiental que se lograría al aplicar su propuesta de mejora, se puede apreciar en el siguiente gráfico:



Unidad de medida: Ecopuntos

El equipo ganador, tuvo la oportunidad de exponer su propuesta en el seminario de cierre del congreso organizado por el Ministerio del Medioambiente de Chile, el día 24 de octubre del 2014.

Red Latinoamericana de Ecodiseño (RLE)

Uno de los objetivos de este Primer Congreso Latinoamericano de Ecodiseño era generar los conceptos y principios básicos para la consolidación de una Red Latinoamericana de Ecodiseño, que permitiera la comunicación y la difusión del quehacer en el ámbito del Ecodiseño en nuestro continente, facilitando el contacto entre los actores y los interesados en este tema, desde el mundo empresarial, académico, gubernamental e independiente.

A lo largo del desarrollo del congreso, los tres directores de los centros que organizaron este congreso trabajaron en esta línea, en conjunto con actores relevantes del Ecodiseño que estaban presentes, para definir lineamientos básicos y principios que guiaran esta red, tanto en los objetivos como en los alcances, la operación práctica, los espacios para los distintos actores, las opciones que podría entregar, etc., así como también los aspectos prácticos y administrativos de esta Red Latinoamericana de Ecodiseño (RLE), para lograr entregar un producto que sea atractivo y útil para los futuros usuarios, asegurando su operación y durabilidad en la práctica.

En el año 2007 se realizó un primer intento por conformar la red, durante la realización de un encuentro internacional de capacitación en Ecodiseño, patrocinada y auspiciada por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y por la Sociedad Pública de Gestión Ambiental del País Vasco (IHOBE). Al final de este encuentro se definió la creación de una red de esta naturaleza, pero en la práctica esta red no se consolidó, no se organizó ni operó posteriormente a este encuentro, a pesar de las positivas proyecciones que se generaron en esa oportunidad.

Por lo mismo, en la última sesión plenaria del congreso se les presentó a todos los asistentes los resultados del trabajo de conceptualización y organización alcanzados durante Ecodal 2014, para recibir en forma directa las impresiones de los asistentes a las propuestas presentadas.

EcodAl internacional Bianual en países de AL	**EcodAl nacional anual replicación de WIED**
Red contará con un website con guía metodológica e información de todos los miembros y servicios disponibles	**Quienes participan en EcodAl (estudiantes y profesionales) son miembros de la Red Latinoamericana**

Respecto a la posibilidad de organizar una Red Latinoamericana de Ecodiseño como uno de los frutos de este congreso, en la cual participarían inicialmente todos los asistentes a Ecodal 2014, la recepción general fue de aprobación unánime, recibiendo con gran entusiasmo esta posibilidad de mantener el contacto con las personas que asistieron y participaron en el congreso Ecodal 2014.

Ante la favorable acogida a esta propuesta, los organizadores del congreso tomaron el compromiso de realizar los trabajos necesarios para montar esta plataforma de información y difusión del Ecodiseño a través de una website diseñada y montada a tal efecto, generando los contenidos básicos y los materiales gráficos mínimos necesarios, para que luego los que quieran utilizar las herramientas y las opciones de la website vayan construyendo y aportando con contenidos propios.

El objetivo básico de esta Red Latinoamericana de Ecodiseño (REL) es difundir e informar sobre Ecodiseño a un público de habla hispana, poniendo al alcance guías metodológicas y material bibliográfico útil y relevante, información sobre los integrantes de la Red y de los proyectos que han realizado, orientación sobre servicios que se pueden encontrar en relación al Ecodiseño y quién los ofrece.

Finalmente y para ahondar en el propósito, la idea es que esta website sea de interés y utilidad práctica tanto para los actores activos del Ecodiseño o para quien recién empieza a utilizar esta metodología.

Los invitamos a ser parte de esta red, unificar esfuerzos y convertirnos en actores del cambio hacia una sociedad más sostenible en todas las dimensiones.

Conclusiones

Luego del gran trabajo realizado para planificar, organizar y llevar adelante Ecodal 2014, y ya con la satisfacción de haber terminado con éxito este Primer Congreso Latinoamericano de Ecodiseño, podemos levantar una serie de conclusiones sobre el proceso y los resultados obtenidos.

Nuestra conclusión como equipo organizador es de enorme alegría y gratitud por la oportunidad de haber llevado adelante este congreso. Si bien el trabajo fue muchas veces agotador, la sensación general de todo el equipo fue de mucha plenitud por los resultados que se iban obteniendo paso a paso y sobre todo por el desarrollo del congreso, el que se desenvolvió dentro de una atmósfera de sana alegría y mucho interés por participar de todos los asistentes. Creemos que fuimos afortunados al tener la oportunidad de organizar esta fructífera actividad y recibir como anfitriones a las personas que asistieron, intentando brindar las máximas opciones de aprendizaje y las comodidades para cada uno de los asistentes.

La principal conclusión que podemos levantar es respecto al fuerte interés existente sobre el Ecodiseño en gran parte de Latino América, dada la asistencia al congreso desde 10 países y en un número muy superior al esperado inicialmente. Algunos de los asistentes acudieron a Ecodal 2014 como panelistas a mostrar sus trabajos e investigaciones, pero también recibimos un gran número de personas que venían a conocer y aprender más sobre Ecodiseño.

Si bien el Ecodiseño es un tema nuevo y casi desconocido en la mayor parte de Latino América, la gran asistencia prueba de que es un tema que despierta un interés creciente en un número importante de personas de diferentes países.

Otra conclusión se relaciona con el hecho de que los asistentes no sólo fueron numerosos sino con mucha pasión por aprender y compartir lo que están haciendo en sus respectivos países.

Creemos que esta pasión se relaciona con el hecho de que el Ecodiseño en particular y la sostenibilidad en general es algo muy nuevo, donde está casi todo por hacer, donde se plasma una energía "juvenil" de un grupo de personas pioneras que están empezando a armar una nueva manera de plantearse frente al mundo, como actores de cambio del rediseño de los objetos y de los servicios que usamos a diario hacia un menor impacto ambiental a través del Ecodiseño.

Esta energía y creatividad necesita espacios donde canalizarse y expresarse, para compartir con nuestros semejantes los resultados obtenidos. Al no existir anteriormente un espacio como Ecodal, el Congreso Latinoamericano de Ecodiseño, no había un espacio válido científico e internacional donde mostrar y poner en valor lo realizado, por lo que parecía que no se hacía nada o que no había interés, lo cual sólo ocurría porque no había donde mostrar el trabajo realizado. Es necesario tener y preservar espacios como este para hacer visibles las acciones en curso y a las personas, empresas y gobiernos que lo están haciendo.

Una importante conclusión de este congreso fue el acuerdo alcanzado sobre la modalidad del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) más práctico y sencillo a utilizar en un proyecto de Ecodiseño, el que fue nombrado como "ACV tipo Scan". Los detalles de esta modalidad de ACV se entregarán a través de un manual metodológico de pronta realización y aparición, el cual será compartido a través de la Red Latinoamericana de Ecodiseño. Para alcanzar este acuerdo, se realizó una sesión especial de trabajo respecto al tema, en el Panel Temático "Datos para Ecodiseño", el que contó con la participación de expertos y actores relevantes a nivel mundial en Ecodiseño y ACV, los cuales están individualizados en el capítulo correspondiente de esta memoria.

Una de las bonitas sorpresas de este congreso fue la constatación de la aplicación del pensamiento de Ecodiseño en nuevas áreas, desconocidas hasta el momento por la mayoría de los asistentes, como es la artesanía. En el Workshop de "Artesanía y Ecodiseño", pudimos observar de manera práctica como el enfoque del ecodiseño pero llevado al ámbito de las artesanías, vistas como tecnologías ancestrales y uso sostenible de los materiales y del territorio, nos presenta nuevos espacios y maneras de aplicar la manera de trabajar del Ecodiseño con resultados sorprendentes. Todos los detalles de este Workshop se pueden revisar en el capítulo correspondiente de esta memoria.

La actividad denominada "Workshop Internacional de Ecodiseño" (WIED) nos brindó otra importante conclusión, referente a la necesidad de buscar maneras innovadoras de enseñar y capacitar en estas metodologías a un universo de estudiantes jóvenes que viven en un mundo tecnológico de acceso muy dinámico a la información. Ya no basta con mostrarles información, la que pueden buscar y bajar por si solos de la red, sino de presentarles una manera dinámica, entretenida y sobre todo interactiva de entrar en un tema técnico como el Ecodiseño, con el respaldo de expertos de primer nivel para un rápido aprendizaje por experiencia. Los jóvenes reciben mejor una experiencia de aprendizaje donde son incorporados en un ambiente de alto nivel de conocimiento, en un ambiente más lúdico que una sala de clases y donde los resultados a los que llegan son validados por los interesados.

Luego de terminado el congreso, nos reunimos como equipo para hacer una evaluación posterior y tratamos de buscar una sola palabra que pudiera dar cuenta de nuestra sensación luego del evento. Salieron palabras como maravilloso, increíble, poderoso, tremendo, inolvidable, inconmensurable...

Nuestra sensación fue la de haber abierto una posibilidad de muchos frutos para quienes estamos interesados en la disminución de impacto ambiental desde el diseño de productos y servicios, con un enorme potencial hacia el futuro y que queda a disposición de personas que ni siquiera conocemos, pero que aportarán también a la necesidad imperiosa que tenemos de crear una manera de habitar este mundo que no ponga en riesgo la existencia del mismo.

Finalmente tenemos claro que esto no es el resultado sólo del equipo organizador, sino del trabajo y buena disposición de todos y cada uno de los asistentes, por lo cual les agradecemos la hermosa oportunidad de habernos reunido y conocido alrededor de este congreso Ecodal 2014.

Muchas gracias a todos y todas y hasta siempre!!