



Iniciativa

Eco-Eficiencia

Estudios de caso

HARINERAS VILLAMAYOR

1. Descripción de la empresa

Harineras Villamayor es una de las harineras españolas del sector de harinas y sémolas con mayor proyección internacional y plenamente establecida en mercados de Europa. Esta empresa es, además, la primera empresa española del sector en obtener la Certificación de Calidad ISO 9002 para la fabricación de harinas, sémolas y mixes, alcanzada gracias a la labor de un gran equipo de profesionales y al elevado nivel tecnológico e industrial de sus centros de producción.

Su espíritu emprendedor y la mejora constante de la calidad, le ha llevado, desde su creación en 1934, a incorporar todas las innovaciones y maquinaria necesarias para seguir el ritmo del progreso.

Harineras Villamayor S.A. está situada en la provincia de Huesca, óptima ubicación que permite responder a las exigencias y demandas de los mercados tanto nacional como europeo.

Posee dos instalaciones, la primera es una fábrica semolera denominada "La Sotonera" situada en Plasencia del Monte (Huesca), y la segunda en una fábrica de harinas que recibe el nombre de "Mercedes" en Huesca capital. La capacidad de producción harinera-semolera total es de 465 toneladas diarias, lo que hace que esta empresa sea una de las más importantes del sector en España.

Dispone de dos nuevos silos de mezclas para la fabricación a la carta, de harinas y sémolas. En dichas instalaciones, controladas por ordenador, fabrica los productos Unipan bajo licencia de Unimol, grupo del que forma parte. Con su pertenencia al grupo Unimol, Harineras Villamayor refuerza esta gran vocación internacional.

La vital importancia que la calidad de los trigos tiene para Harineras Villamayor, ha llevado a mantener contactos permanentes con los agricultores, seleccionando y promocionando diversas variedades de trigo de la máxima calidad, obteniendo de este modo unos productos de gran acreditación en el mercado. Este mercado, actualmente, se centra en nuestro propio país, en Europa y en el Norte de África.

Se fabrican distintos tipos de harinas y sémolas en función del mercado al que se dirigen lo que permite satisfacer las necesidades de todos los clientes, con especificaciones a la carta en granulometrías, proteínas, cenizas, pureza, coloración, etc.

La empresa objeto de estudio la podemos considerar puntera en la implantación de las diversas normas surgidas para controlar diversos aspectos como son la gestión integral del proceso, seguridad alimentaria e impacto medioambiental, tales como: ISO 9002 obtenida en el año 1996, siendo la primera empresa del sector de harinas en obtenerla; ARPC en 1999 según el Codex Alimentarius de 1997 y por último la norma Medioambiental 14001 a obtener en los próximos meses con el asesoramiento de la Fundación Entorno.

Como continuación a esta política de innovación se ha considerado interesante la Iniciativa Eco-Eficiencia como una forma más de conocer nuestro proceso y en la medida de lo posible realizar las reformas necesarias para la implantación de mejoras eco-eficientes. El estudio de nuestro caso creemos que puede servir de ayuda para complementar el programa y poderse utilizar en la mayor cantidad de procesos posibles y de consulta para otras empresas que deseen hacer uso del programa.

Una de las ventajas de la iniciativa es la disponibilidad de un programa informático, que permite tener en cuenta y cuantificar aspectos que, de otra manera, pudieran pasar

desapercibidos, así como realizar las modificaciones oportunas con los datos cargados inicialmente.

2. Descripción del proceso y del producto

El proceso global de la instalación objeto de estudio tiene como finalidad la obtención de sémola como producto principal a partir de la molturación del grano de trigo duro. Dada la dificultad de aplicar el programa de Eco-eficiencia a este proceso global, se ha optado por aplicarlo a una fase concreta del mismo, la fabricación de tercerilla. A partir de este proceso parcial, se va a hacer una comparación entre el proceso que existe actualmente (fabricación de tercerilla en hoja) y uno alternativo (fabricación de tercerilla granulada).

Los diagramas de flujo de los procesos mencionados se detallan en las figuras 1 y 2.

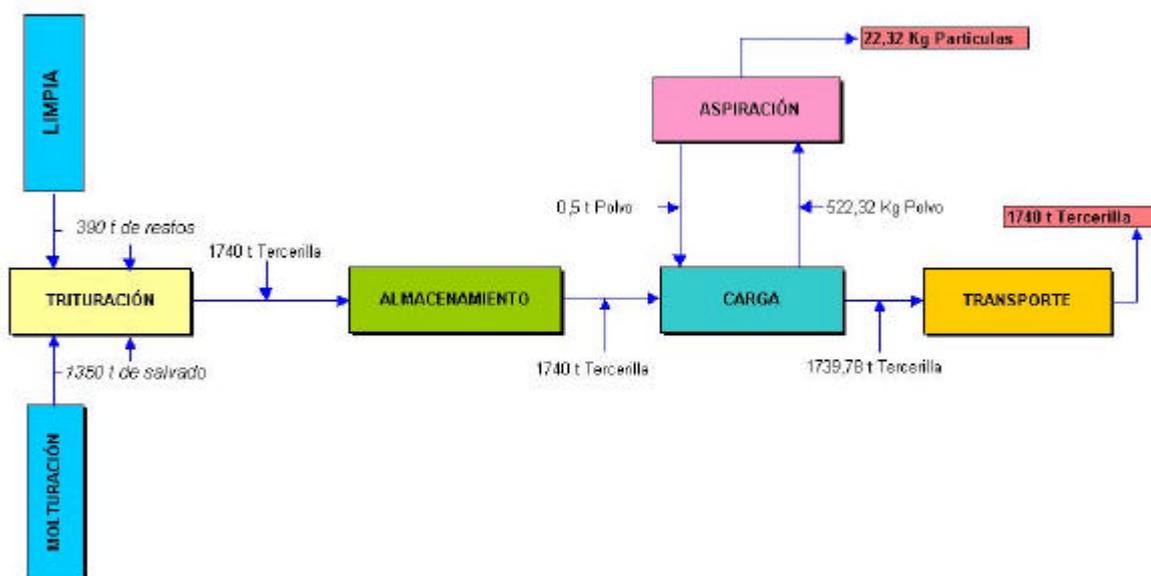


Figura 1: Diagrama de flujo del proceso actual

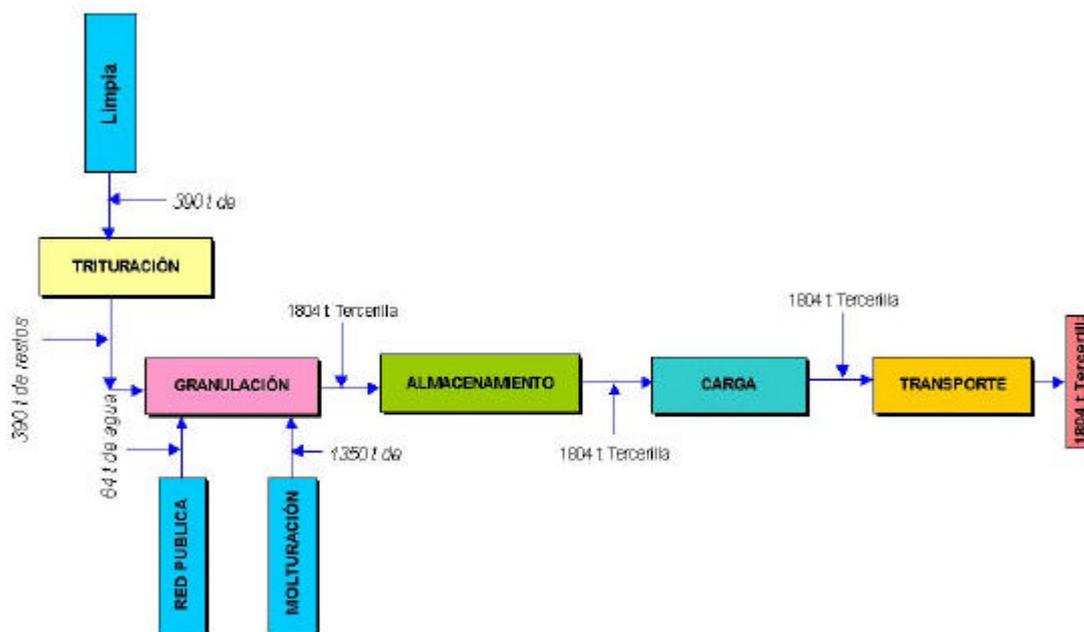


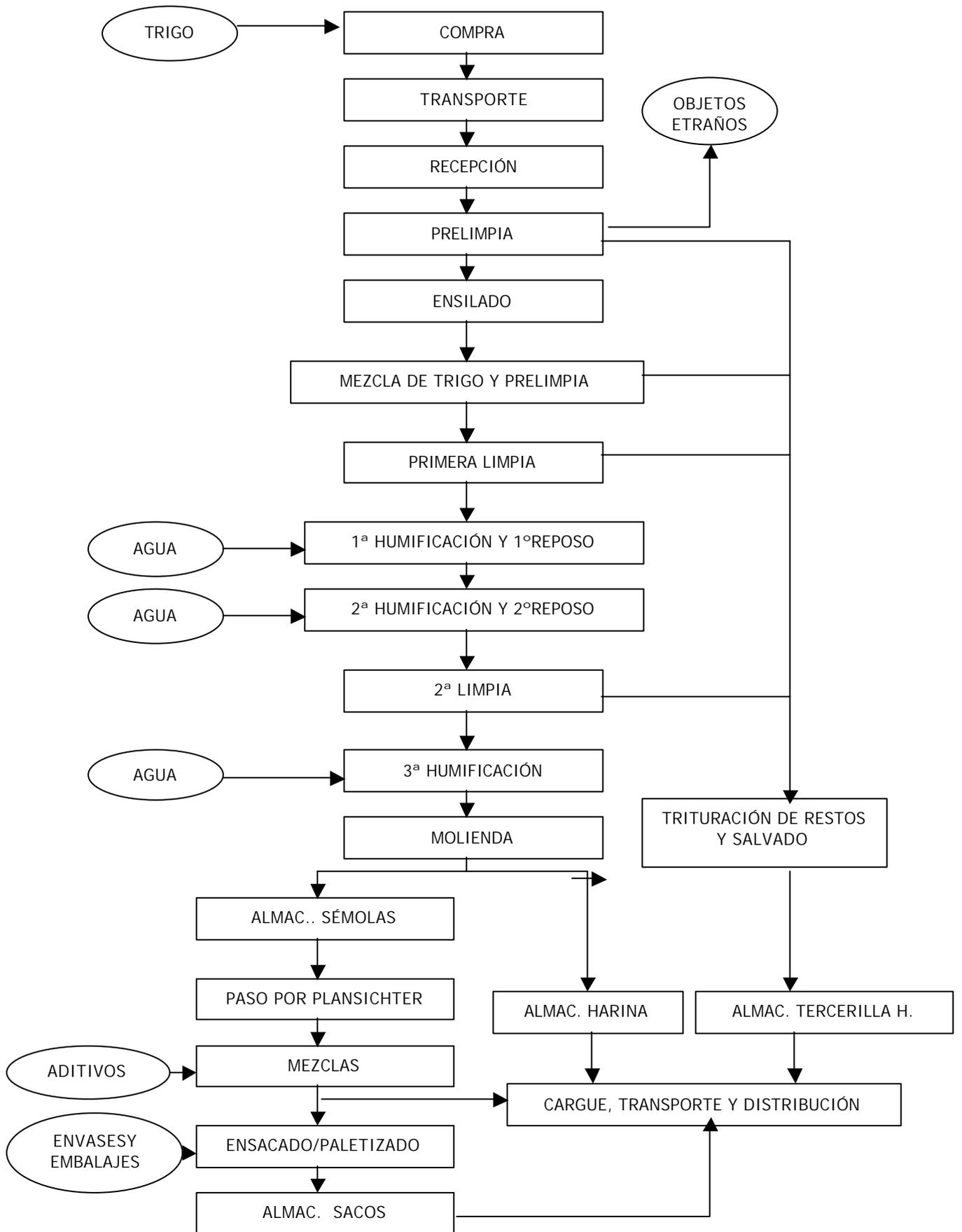
Figura 2: Diagrama de flujo del proceso alternativo

2.1. Proceso global

Consiste en separar del grano de trigo distintas fracciones. Una de ellas es el producto final sémola, proveniente del interior del grano. Otras son subproductos que provienen de la periferia del grano: “harina” y “salvado”.

Existe además otro subproducto, la tercerilla, que está constituida, además de por el salvado, por granos de trigo que no han pasado a molturación (denominados restos).

Un diagrama de flujo de este proceso se expone a continuación, pero tal y como se ha mencionado anteriormente, no ha sido a este proceso global al que se ha aplicado el cálculo de eco-eficiencia.



2.2. Proceso parcial actual: tercerilla en hoja

El proceso parcial está constituido por la obtención del subproducto “tercerilla en hoja.”. Para realizar el análisis de eco-eficiencia de este proceso, se ha definido una serie de actividades que se detalla a continuación:

Molturación: se trata de una actividad que engloba además de la molturación propiamente dicha muchas otras, como son clasificaciones de diversa índole de los productos que se van obteniendo. Dada la complejidad de esta actividad y la ausencia de interés en contemplarla, se ha considerado como de “origen predefinido”

Limpia: actividad que incluye todas las limpiezas a que se ve sometido el trigo durante el proceso global. En ella se separan principalmente pajas, piedras, granos de pequeño tamaño, semillas etc. También ha sido considerada como entrada predefinida.

Trituración: consiste en la molturación del salvado y/o de los productos de la limpia que van a formar parte de la tercerilla, como son los granos de pequeño tamaño, las pajas y semillas o también llamados “restos”.

Almacenamiento: disposición en celdas del producto final para su posterior transporte.

Cargue: trasvase a granel del subproducto, de las celdas de almacenamiento al elemento de transporte (camión).

Aspiración: es una operación en la cual se recoge el polvo que se levanta al cargar la tercerilla, y se devuelve al elemento de transporte o camión.

Transporte: traslado del subproducto al destino final (fábrica de pienso generalmente).

A continuación se detallan las propiedades de las actividades que componen este proceso:

Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Almacenamiento	0	0	0	1000	70	30
Aspiración	0	0	1000	2000	0	35
Cargue tercerilla hoja	1	41,5	62250	1500	30	50
Transporte tercerilla hoja	1	41,5	62250	0	0	35
Trituración	0	0	0	35000	0	50

Figura 3: Propiedades de las actividades operativas del proceso de fabricación de tercerilla en hoja.

Como ya se ha expuesto, actualmente en la empresa está implantado este proceso, pero se está planteando un cambio de proceso motivado por los siguientes aspectos:

- **Deficiente calidad del subproducto:** el molino actual está infradimensionado lo que origina que, en ocasiones, no se pueda tratar todo el producto que llega; como

consecuencia de esto ,parte del producto no se tritura y empeora la calidad del subproducto.

- **Deficientes condiciones laborales durante el cargue del subproducto:** durante la carga de la tercerilla en hoja en el camión, se corre una serie de riesgos laborales que hay que prevenir, como pueden ser caídas a distinto nivel (desde alturas hasta 4 metros) principalmente.
- **Tiempo requerido para la carga:** debido a la baja densidad de la tercerilla en hoja, se requiere un proceso de compresión que es realizado manualmente por un operario.
- **Transporte poco rentable:** al tratarse, como ya se ha dicho, de un producto de baja densidad, no se aprovecha todo el tonelaje de los camiones que transportan el subproducto al destinatario final.

Por todo esto, se ha pensado en un proceso alternativo cuya eco-eficiencia se va a evaluar en relación con el anterior.

2.3. Proceso parcial alternativo: tercerilla granulada

Este proceso consistiría básicamente en la trituración únicamente de los restos de la limpia (por lo que el molino dejaría de estar infradimensionado) y en la granulación conjunta de los restos triturados y el salvado. Este proceso originaría un producto de mayor densidad que solucionaría los problemas antes mencionados.

Las actividades serían las mismas que en el caso anterior, con las siguientes diferencias:

- Aparecería la actividad **“granulación”** que es un tratamiento del salvado y los restos de limpia, en el cual se incorpora agua para comprimirlos y aumentar la densidad del producto final.
- No sería necesaria la aspiración puesto que no se generaría polvo.

Las ventajas de la implantación de este nuevo proceso se detallan a continuación:

- **Mejora de la calidad del subproducto:** debido a que el molino ya no estaría infradimensionado.
- **Eliminación de los riesgos laborales y disminución del tiempo requerido para el cargue:** ya no sería necesaria la presencia de un operario que comprimiese el producto final.
- **Eliminación total de las emisiones a la atmósfera:** puesto que la tercerilla estaría granulada, ya no sería necesaria la actividad de aspiración y las emisiones de polvo a la atmósfera se eliminarían completamente.
- **Aumento de la rentabilidad del transporte:** se aprovecharía el tonelaje de los camiones, puesto que sería posible transportar en un mismo camión un mayor número de toneladas y esto conllevaría un menor uso de los camiones con el consiguiente ahorro en gasolina, tiempo,etc, al tiempo que se disminuiría la contaminación atmosférica que origina.
- **Disminución de superficie de almacenamiento,** como consecuencia de la mayor densidad del producto.

Las actividades que componen este proceso alternativo y sus propiedades se muestran en la figura 4.

Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Almacenamiento	0	0	0	1000	56	30
Cargue t.gran.	0	0	0	650	0	50
Granulación	0	0	0	44000	0	60
Transporte t.gran.	0	0	0	0	0	35
Trituración restos	0	0	0	26000	0	50

Figura 4: Propiedades de las actividades operativas del proceso de fabricación de tercerilla granulada

2.4. Producto final

El producto final es, como ya se ha dicho, tercerilla hoja en la situación actual y tercerilla granulada en el futuro proceso. Los componentes no se han tenido en cuenta, ya que, en ambos casos son los mismos, por lo que no afectarían a los resultados.

En las dos situaciones el producto ofrece sólo un servicio, pues se trata de un producto de consumo y, también en los dos casos, el consumidor final es un consumidor a granel.

En cuanto a la energía consumida durante el uso, hay que decir que, en ambos casos, el producto final va destinado al consumo como pienso. En el caso de la tercerilla en hoja se produce un consumo directo, sin tratamiento previo; sin embargo, para la tercerilla granulada, hace falta una trituración previa por parte del cliente para poder emplearla como pienso. Esto se refleja en un aumento del consumo energético durante el uso para el caso de la tercerilla granulada.

Es en el transporte donde realmente se pone de manifiesto la diferencia entre ambos productos. La tercerilla hoja es menos densa, y por lo tanto en un camión de una determinada capacidad se puede transportar menor cantidad (medida en toneladas) de tercerilla hoja que de tercerilla granulada.

Los impactos generados por los dos productos se muestran en las figuras 5 y 6:

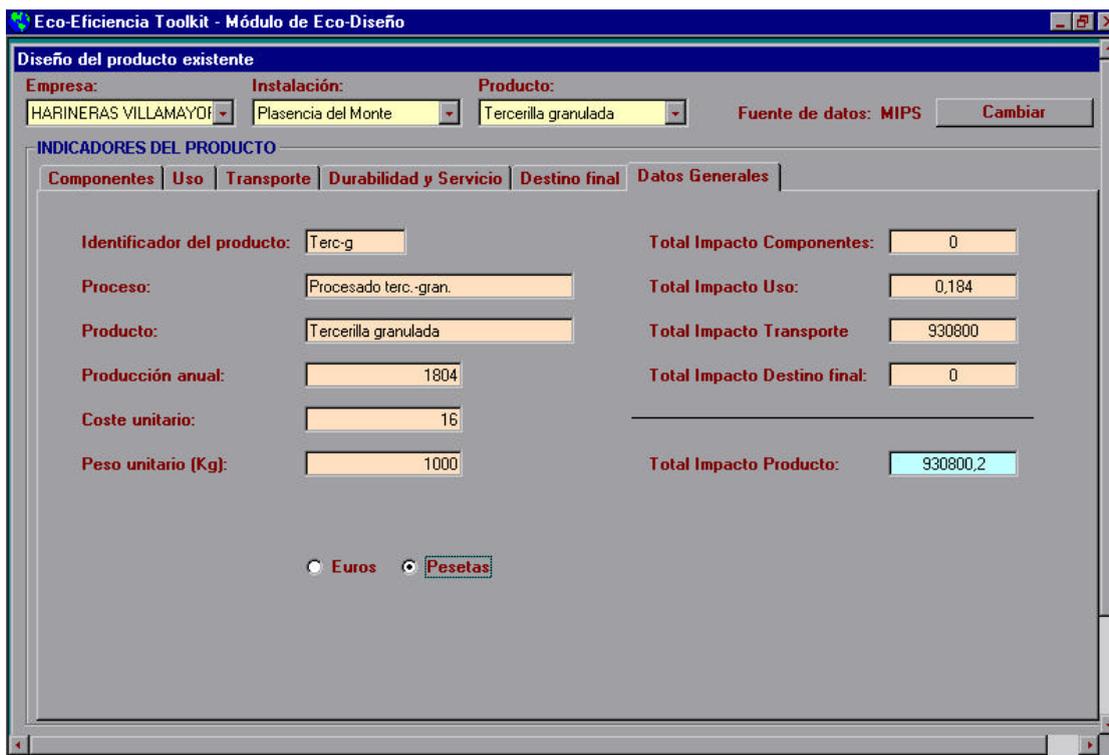


Figura 5: Impactos derivados del producto tercequilla hoja.

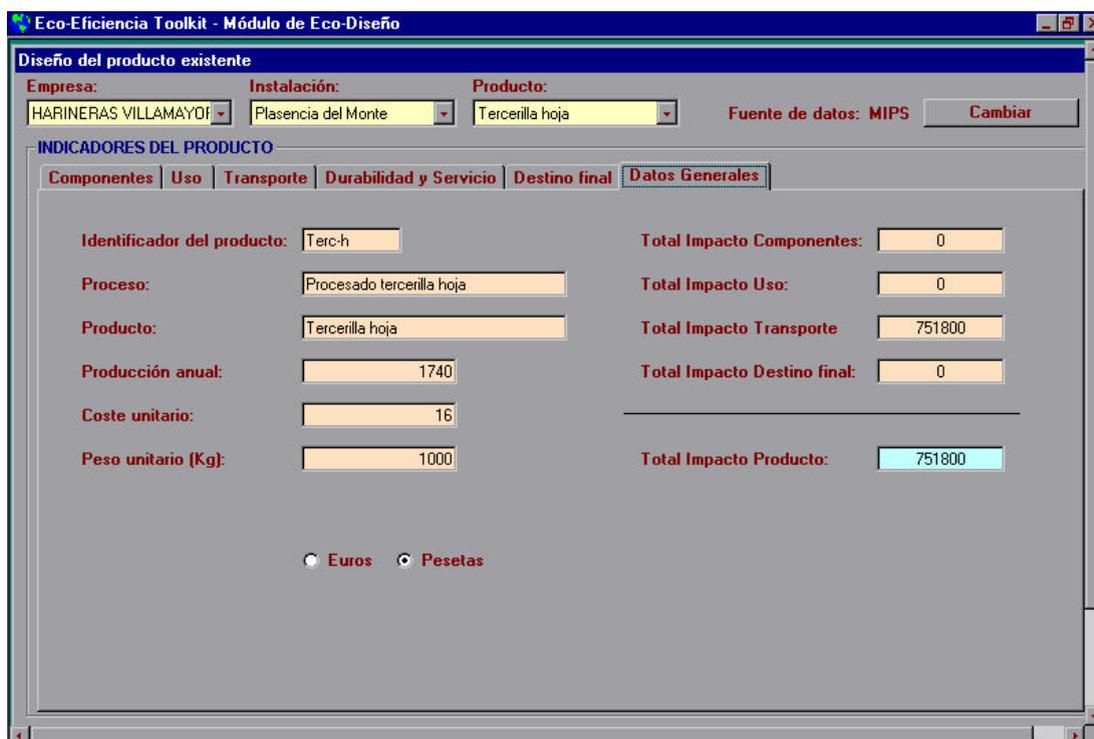


Figura 6: Impactos derivados del producto tercequilla granulada

3. Costes medioambientales

Tal y como se puede ver en los informes que se exponen a continuación, el coste medioambiental total aumenta ligeramente debido a que, aunque se producen las mejoras que antes se han expuesto, el gasto energético de la actividad “granulación” es bastante elevado y repercute muy notablemente en el coste ambiental del proceso.

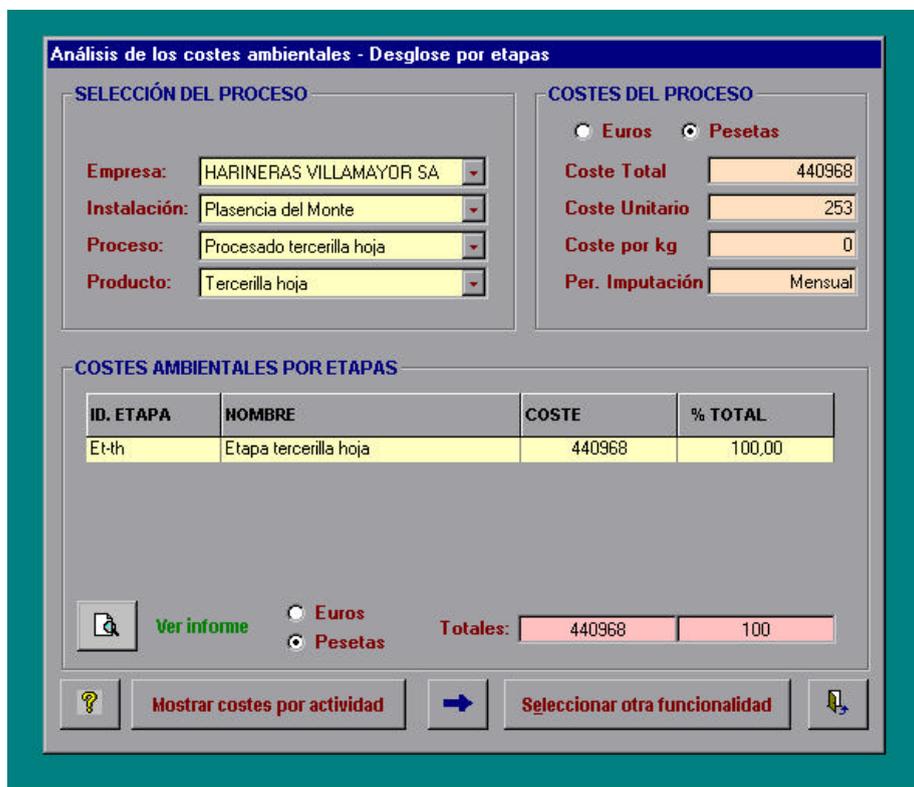


Figura 7: Costes ambientales derivados del proceso de fabricación de tercerilla hoja.

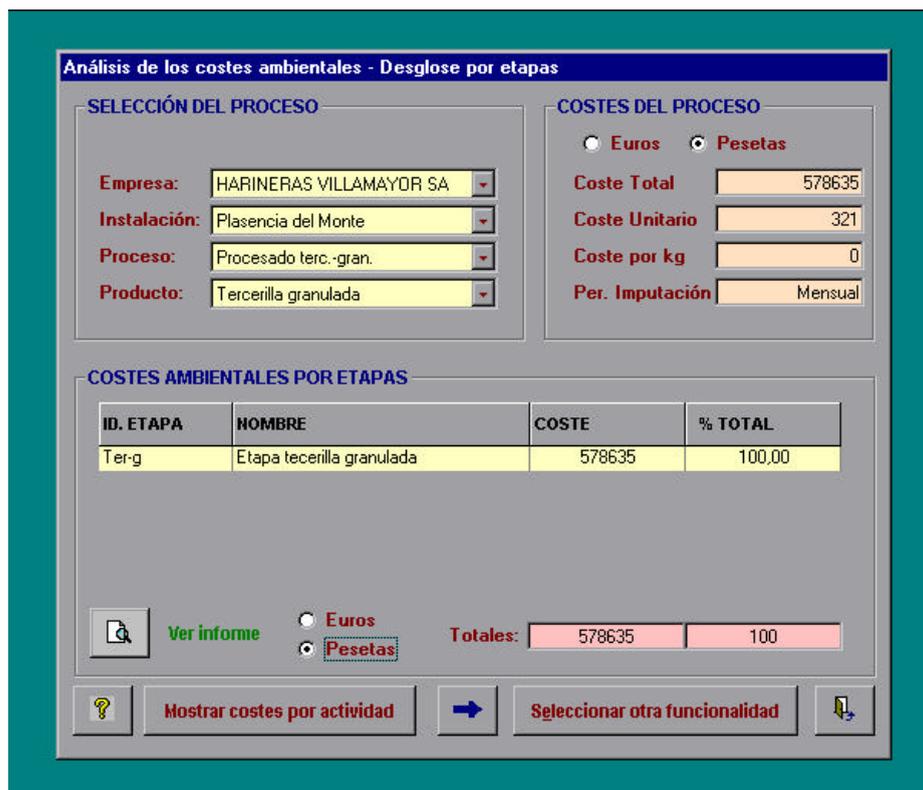


Figura 8: Costes ambientales derivados del proceso de fabricación de tercerilla granulada

Los efectos que el proceso alternativo tiene sobre los costes ambientales son:

- Se **incrementa la calidad del producto final** con el proceso alternativo, puesto que el molino ya no estará infradimensionado y no se producirán deficiencias en la trituración.
- Se **reduce el coste medioambiental derivado de la mano de obra**, debido a que no es necesaria una persona que compacte la tercerilla a la hora de la carga en el camión; esta persona actualmente dedica aproximadamente media hora por camión y, en cada camión, se introducen 21 toneladas, por lo que, en total, se dedican 41,5 horas/hombre en el periodo de imputación (mensual), lo que supone (a 1500 pts la hora), 62250 pts/mes. Este gasto en personal se eliminaría completamente.
- **Eliminación de emisiones atmosféricas:** actualmente se produce una emisión a la atmósfera de 22,32 Kg partículas/mes que se verá eliminada completamente. Aunque no se ha valorado económicamente, al no requerir el nuevo proceso la limpieza de partículas, se producirá un ahorro en el coste de mantenimiento y reposición de mangas.
- La **superficie requerida para el almacenamiento se verá disminuida** en aproximadamente un 20%. Esto será ventajoso porque será posible emplear ese espacio para otra actividad alternativa.
- **Aumentará la rentabilidad del transporte:** actualmente se transportan 21 toneladas en cada camión de 28t; en el proceso alternativo, debido al aumento de la densidad del producto, se podrán transportar 26 toneladas en cada camión de 28 toneladas. Consideramos que se trata de una mejora notable puesto que, como en cada camión se puede transportar más cantidad, el número de portes, de camiones,...etc por kg de producto final es menor y, con ello la eficiencia mayor.
- **Disminuirá el riesgo laboral y aumentarán las condiciones de seguridad en el trabajo:** Puesto que con el proceso alternativo no será necesario un operario que ocupe

un puesto de trabajo de riesgo en la carga de los camiones, el coste derivado de este riesgo se verá eliminado. Además, puesto que ya no se liberará polvo, el ambiente laboral será más saludable, disminuyéndose asimismo el riesgo de explosiones en los filtros de mangas debido a la presencia de polvo.

- **Aumenta considerablemente el consumo energético** debido a la introducción de la actividad "granulación": el consumo mensual de dicha actividad es de 44.000 kWh /mes, y aunque, el consumo energético de otras actividades como la trituración o la aspiración, disminuye, el aumento debido a la granulación es considerablemente mayor. El gasto energético total pasa de ser de $2,270115 \times 10^{-2}$ kWh/kg de producto en el proceso actual a $4,117816 \times 10^{-2}$ kWh/kg de producto en el proceso alternativo, lo que supone un incremento de los costes de 257.200 pta/mes debido sólo a la energía.
- **Aumenta**, aunque mínimamente, **el consumo de agua** en el proceso de fabricación de la tercerilla granulada, esto supone también un incremento del coste ambiental del proceso alternativo frente al actualmente implantado que no consume agua. En la granulación se emplean 64 m³ de agua mensuales que suponen 6400 pts/mes.

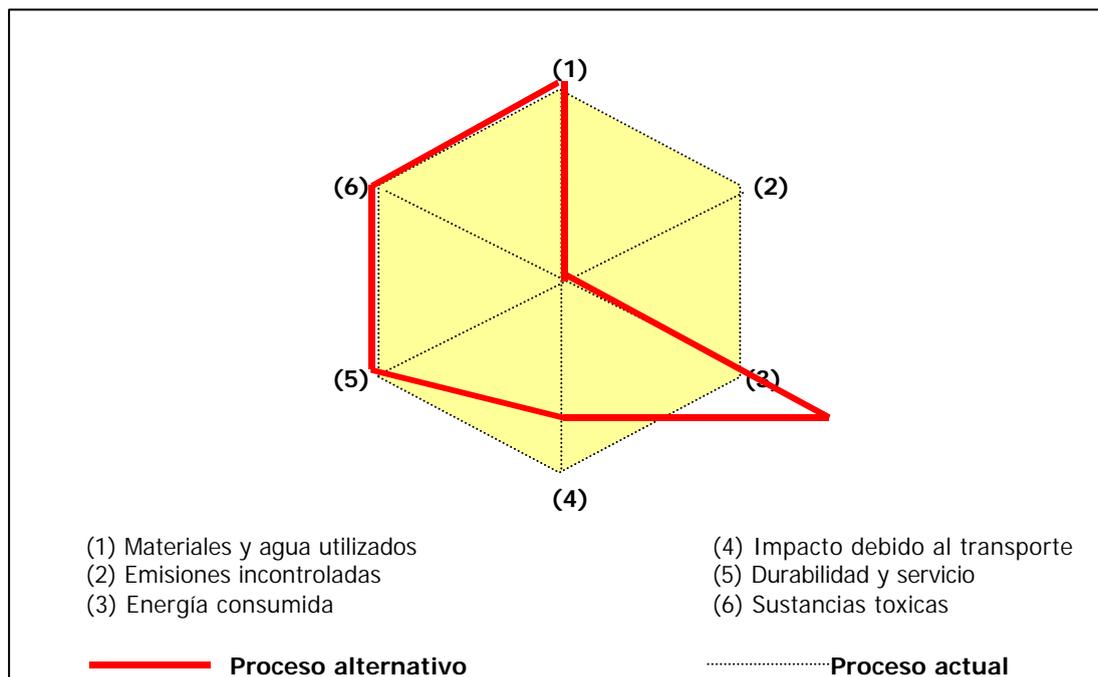
Algunas de estas variaciones en el coste ambiental son difíciles de cuantificar, por ello sólo algunas están reflejadas en el coste medioambiental que aparece en el informe. Sin embargo, es muy probable, que si se considerasen todas las mejoras que la introducción del nuevo proceso supone, el coste ambiental disminuyese por debajo del proceso de tercerilla hoja. Por ejemplo, actualmente no existe un canon de vertido a la atmósfera, pero en un futuro es probable que lo haya, y este aspecto quede contemplando en los costes ambientales, haciendo que el proceso alternativo sea menos costoso que el actual.

Los costes de la implantación del proceso supondrían unos 20 millones de pesetas que se amortizarían en aproximadamente 4 años.

4. Indicadores medioambientales

Como consecuencia del análisis de eco-eficiencia se obtiene una figura, el "eco-compás" que permite comparar, en función de una serie de indicadores, la eficiencia ambiental del proceso y del producto objeto de estudio frente al actualmente .

Figura 9: ECO-Compás de los procesos comparados de la fabricación de tercerilla en hoja frente a tercerilla granulada



(2) Tan solo se ha cuantificado la emisión de partículas debida a la descarga no captadas por el sistema de aspiración.
 (4) El indicador de transporte corresponde a la energía necesaria por tonelada de producto.

Consumo de recursos y materias primas:

Los recursos consumidos son similares en los dos procesos de fabricación de tercerilla, por lo que no van a influir en el análisis comparativo entre los dos procesos.

La diferencia entre los dos procesos radica en que la fabricación de tercerilla en hoja no consume agua, mientras que en el proceso de obtención de tercerilla granulada se emplean 64 m³/mes de agua en la fabricación. Esto supone que el indicador de consumo de materiales y agua se vea incrementado en el proceso alternativo, pero de manera no significativa.

Consumo de energía:

El consumo de energía es uno de los indicadores que más se ve afectado puesto que, como ya se ha expuesto con anterioridad, la granulación de la tercerilla supone un consumo extra de energía que no es suplido por la disminución del gasto energético en las demás actividades del proceso de fabricación de tercerilla granulada.

Además se produce un aumento del gasto energético durante el uso de la tercerilla granulada, pasando a ser de 1MJ por tonelada de producto, mientras que para la tercerilla en hoja no se requiere gasto energético previo al consumo final.

El indicador pasa de ser 2,270115x10⁻² kWh / kg producto en el proceso actual, a 4,117816 x10⁻² kWh / kg producto en el proceso alternativo. Se aumenta, por tanto, el consumo energético en un 45%.

Transporte:

Como se ha expuesto antes, la tercerilla granulada tiene una mayor densidad que la tercerilla en hoja lo que permite transportar más cantidad de la primera en un mismo porte.

Esto supone un aumento de la eficiencia en el transporte ya que, se necesitan menos portes para transportar la misma cantidad de producto.

Para el cálculo del indicador de transporte, no se ha seguido la metodología que se plantea en la herramienta informática sino que se ha estimado la disminución real en el consumo de combustible por tonelada de producto:

- En el transporte de 1.740 ton de tercerilla hoja (producción mensual) se consumen 1250 litros de gasoil que suponen 12.569 kWh. Por tanto, por tonelada de producto se consumen 7,22 kWh/t de producto.
- En el transporte de 1804 ton de tercerilla granulada (que es la producción mensual), se consumen 1000 l de gasoil, que equivalen a 10055,56 kWh. Esto supone un gasto de 5,57 kWh/t de producto.

Como se puede observar el consumo de combustible se reduce en un 23%.

Durabilidad y servicio

Este indicador ambiental no se ve afectado por la introducción del nuevo proceso. En ambos casos el producto ofrece 1 sólo servicio.

Vertidos, emisiones y residuos

Como ya se ha expuesto con anterioridad, en la fabricación de la tercerilla hoja, a pesar de existir una actividad de aspiración que evita que el polvo levantado durante la carga en los camiones se emita directamente a la atmósfera, hay una emisión de partículas inevitable porque la eficacia del sistema no es del 100%. Esta emisión supone 22,32 Kg/mes que serán eliminados completamente con la implantación del proceso alternativo.

5. Conclusiones

El proceso alternativo estudiado parecía que iba a suponer una mejora notable de la eco-eficiencia del proceso de fabricación de tercerilla. Sin embargo, una vez realizados los cálculos pertinentes, se observa que, aunque la fabricación de tercerilla granulada presenta una serie de mejoras importantes respecto al de fabricación de tercerilla hoja, también aparecen una serie de inconvenientes que tienen mayor peso ambiental del que en principio se podría pensar.

Si nos fijamos en los costes ambientales, llegamos a la conclusión de que el proceso actual es más eficiente, pero hay que tener en cuenta una serie de aspectos importantes como pueden la disminución en la superficie de almacenamiento y la posibilidad de que se implante un canon de emisión atmosférica.

Por el contrario, si acudimos al "eco-compás", se pone de manifiesto que el proceso alternativo es más eco-eficiente, pues, aunque el vértice de consumo energético aumenta, las emisiones se eliminan totalmente.

De cualquier modo el ejercicio de aplicación de la eco-eficiencia a ambos procesos ha permitido un análisis de las ventajas e inconvenientes que cada uno posee, que se considera valioso a la hora de la toma de decisiones empresariales, especialmente en una sociedad como Harineras Villamayor que incorpora los aspectos ambientales como pieza fundamental en su política empresarial.

IRIZAR

1. Descripción de la empresa



IRIZAR fabrica autocares de lujo que circulan por 45 países, donde atendemos a nuestros clientes a través de nuestro servicio de venta y post-venta.

Desde su fundación en 1889, IRIZAR está ubicada en Ormaiztegui, una pequeña localidad de 1200 habitantes situada en la provincia de Gipuzkoa, en el País Vasco.

Nuestro éxito se basa en un modelo de gestión basado en equipos multidisciplinares autogestionados y una cultura de participación de las personas, focalizado en la consecución del equilibrio de necesidades de personas, clientes, colaboradores externos y entorno social, que posibilite un crecimiento generador de riqueza y nuevos empleos.

Este enfoque es el que ha facilitado nuestro avance hacia la Excelencia Empresarial, y nos ha permitido crecer hasta convertirnos en una de las empresas más prósperas de España, siendo líderes indiscutibles de nuestro sector en España y segundos en Europa. Durante este tiempo, la prioridad ha sido preparar toda nuestra organización para satisfacer a nuestros clientes y anticiparnos a sus necesidades futuras.

El progreso hacia la IRIZAR de hoy lo aceleramos de forma sustancial cuando en 1992 adoptamos la decisión estratégica de centrarnos exclusivamente en la producción de autocares de lujo y ampliar nuestra base de clientes impulsando nuestra penetración en mercados internacionales.

Nuestro producto es el autocar de lujo diseñado y fabricado totalmente de acuerdo a las especificaciones del cliente. Si bien este es un producto único, nuestra total dedicación a satisfacer las necesidades individuales de cada cliente hace que contemos con miles de variantes de este producto.

El proceso de fabricación en IRIZAR parte de un chasis adquirido por el cliente a un fabricante de vehículos industriales (MERCEDES, VOLVO, SCANIA, MAN, IVECO-RENAULT, DAF o SPARTAN). Nuestras constantes innovaciones y desarrollos tecnológicos hacen que nuestros autocares, además de a los gustos personales de los clientes, se adapten a múltiples chasis y mercados (cubriendo sus reglamentaciones de seguridad y homologación).

La oferta de producto a nuestros clientes se complementa con nuestro servicio global de venta y post-venta en el ámbito internacional, en constante evolución para satisfacer a los clientes más exigentes. Nuestra oferta global se basa en nuestra capacidad de ser flexibles hacia nuestros clientes, que es una de nuestras fortalezas principales.

En coherencia con nuestra estrategia de globalización y alianzas en 1998 creamos el IRIZAR Group, que integra además de la actividad de IRIZAR (Ormaiztegui) las de:

IRIZAR TIANJIN (China 1995), IRIZAR MAGHREB (1997), IRIZAR BRASIL (1998), IRIZAR MEXICO (1999), INTERNATIONAL HISPACOLD (España 1997).

El sector de carrozado de autocares de lujo en el ámbito europeo sirve a un mercado de 9700 unidades/año. En Europa existen 7 fabricantes que producen más de 400 autocares/año, entre lo que IRIZAR ocupa la segunda posición. En España el mercado se

abastece entre un total de 11 carroceros, entre lo que destaca IRIZAR como líder absoluto con una cuota del 33%.

La mayoría de nuestros competidores cuenta con una estrategia de diversificación de producto y fabrican, además de carrocerías de autocares de lujo, otras destinadas a autobuses urbanos, articulados y especiales. Este es un sector inmerso en la actualidad en una actividad de concentración de la oferta a través de alianzas entre carroceras y los fabricantes de chasis citados anteriormente, que a su vez son fabricantes de camiones.

2. Descripción del proceso y del producto

El proceso productivo de IRIZAR se realiza en cinco etapas en las que se realiza el carrozado del autobús:

Proceso de Armadura

Desguace. Se comienza realizando el desguace del chasis que se recibe del fabricante, para lo cual se realiza un vaciado de los líquidos de automoción que contiene y se cortan todos los cables y tuberías que unen la parte delantera y trasera. A continuación se corta el chasis, para adecuarlo a la longitud del autocar.

Armadura. Una vez desguazado, las dos partes se fijan sobre una bancada para asegurar su alineación. Después se posiciona la estructura premontada y se van soldando las diferentes partes al chasis, reforzándose los puntos críticos. A continuación se van soldando otras piezas estructurales que conforman el armazón del autocar.

Pintado de estructuras. Una vez unidos los dos conjuntos (chasis y estructuras), y soldadas el resto de piezas, el autocar se introduce en una cabina de pintura, donde, en primer lugar, se procede a la limpieza de la estructura, aplicando agua con sosa cáustica, para, seguidamente, aplicar un tratamiento anticorrosivo mediante pintura de base epoxi.

Proceso de Chapa y Mecánica

En este proceso se procede a la colocación de elementos de chapa y poliéster reforzado con fibra de vidrio, utilizando soldadura, remaches y colas a base de poliuretano.

Los productos incorporados son adquiridos en su mayoría de proveedores, requiriéndose, en algunos casos, la realización de una operación de corte y conformado de las chapas mediante máquinas y herramientas de corte y plegado de chapa. Estos procesos no requieren de la utilización de refrigerantes. En algunos casos también se requiere de soldadura de chapas.

Al mismo tiempo, se procede a conectar los tubos hidráulicos y neumáticos así como el cableado eléctrico que componen el autobús.

Colocación de Suelo y Aislamientos

Los suelos de madera y los aislamientos acústicos son colocados y adheridos con colas de poliuretano y otros adhesivos.

Proceso de Pintado de Bajos, Bodega y Carrozado

El proceso de pintura se divide en varias fases, desde el tratamiento de las zonas con posibilidad de deterioro, hasta la conclusión de las diferentes capas para el correcto acabado y la decoración exterior del mismo.

Proceso de Montaje

En esta fase de montaje se forran los interiores del autocar mediante productos adhesivos, y se incorporan los subconjuntos interiores del autobús, tales como salpicaderos, butacas, lunas, elementos de iluminación, ETC. Al mismo tiempo se procede a conectar la instalación eléctrica y los automatismos, y comprobar su correcto funcionamiento.

El proceso de pintura consta de cuatro etapas:

ETAPA	Actividades
PINTURA DE ESTRUCTURAS	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación de Dinitrol - Desengrase de estructura - Secado de estructura - Encintado y empapelado - Catalizado pintura - Pintado estructura - Secado imprimación - Limpieza de equipos
PINTADO PRIMER DÍA	<ul style="list-style-type: none"> - Encintado y empapelado - Pintado bajos - Masillado - Lijado - Limpieza equipos
PINTADO SEGUNDO DÍA	<ul style="list-style-type: none"> - Encintado y empapelado - Imprimación epoxi - Pintado aparejo - Secado - Lijado - Esmaltado - Secado - Lacado - Secado - Limpieza equipos
PINTADO TERCER DÍA	<ul style="list-style-type: none"> - Corte de pintura - Secado - Lacado completo - Secado - Pintura maleteros - Secado - Limpieza equipos

3. Diseño de mejoras. Eco-compás

Las mejoras diseñadas se comentan a continuación:

Transporte. El medio de transporte utilizado actualmente, el camión, ha sido sustituido por el barco. Esta sustitución se ha realizado a efectos del presente estudio y no se ha tenido en cuenta su viabilidad económica, sólo su impacto medioambiental.

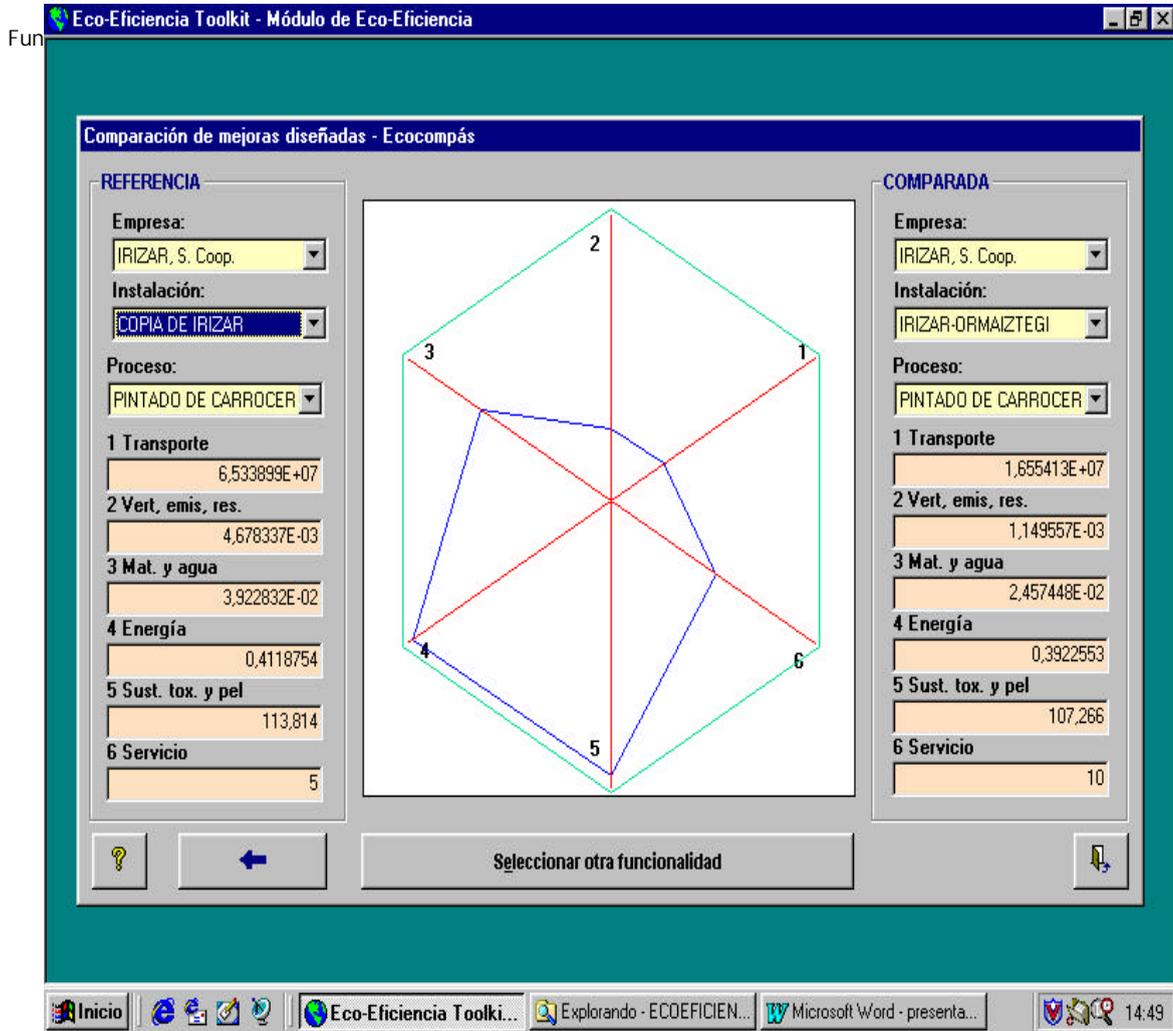
Vertidos, emisiones y residuos. Las emisiones a la atmósfera, tanto de VOC's como de partículas sólidas serán reducidas en un 10%. En el primer caso la reducción se consigue a través de la disminución en el porcentaje de pintura utilizada por coche, y en el segundo caso la reducción es consecuencia de la utilización de unos filtros de mayor calidad. Gracias a la reducción del porcentaje de pintura utilizado se consigue, a su vez, disminuir el residuo de lodos de pintura. En este apartado se prevé, gracias a la instalación de un circuito cerrado, una disminución del 90% en el residuo de agua de la etapa de pintado de estructura.

Intensidad de uso de materiales (incluida el agua). En ciertos productos se prevé una disminución aproximada del 30% en su consumo, por lo que se produce una importante mejora a este nivel. Gracias al circuito cerrado mencionado en el apartado anterior se reducirá un 90% el consumo de agua.

Intensidad en el uso de energía. En este apartado se ha conseguido una reducción del 5% en el consumo de gas como consecuencia de un cambio de los parámetros de calentamiento de las cabinas de quemadores.

Sustancias tóxicas. Esta reducción se logra en mayor parte gracias a la reducción del porcentaje de consumo de pintura por coche. Se prevé, también, la utilización de pinturas menos tóxicas.

Durabilidad y servicio. En este apartado se ha considerado como mejora de servicio la ampliación del periodo de garantía del producto de 5 a 10 años.



SIEMENS

1. Descripción de la empresa



SIEMENS, AG. es una de las mayores multinacionales que opera en el sector de la electrotecnia y la electrónica.

La actividad de SIEMENS, AG. se lleva a cabo a escala mundial en más de 190 países, con una plantilla de más de 400.000 empleados.

SIEMENS, S.A. en España opera en distintas áreas como son electromedicina, informática y comunicaciones, transporte, componentes y sistemas del automóvil, automatización, etc.

El presente estudio de caso analiza las mejoras introducidas en el ámbito de la Eco-eficiencia en las instalaciones de SIEMENS, S.A. – Fábrica de Cornellá (Barcelona) donde la actividad principal es la construcción de motores para trenes, metros y tranvías.

Tabla 1. Ficha descriptiva de la empresa

Nombre de la Sociedad	SIEMENS, S.A. Fábrica de Cornellá
Descripción de la actividad	En el campo ferroviario, fabricación de motores de tracción, accionamientos, convertidores de alimentación y regulación y electrónica para la señalización. Fabricación de contadores eléctricos en sus diversas variantes
N ^a empleados	320
Volumen anual de ventas	8.000 millones de ptas. (aprox.)

SIEMENS, S.A. – Fábrica de Cornellá ha desarrollado a lo largo de los últimos años una intensa actividad en el ámbito medioambiental, culminada en la certificación de su sistema de gestión medioambiental según la Norma UNE-EN ISO 14001 y según el Reglamento Europeo EMAS.

A raíz de esta línea de actuación en materia medioambiental, la actividad de la empresa se rige en el marco de una **política medioambiental** y se comunica anualmente y de forma pública a través de una **declaración medioambiental**.

Asimismo, esta actividad medioambiental se basa en el concepto de **mejora continua** que le lleva cada año a fijar unos objetivos medioambientales concretos.

En este marco de mejora continua se encuadra también la búsqueda de una mejora en la **ecoeficiencia** y se plasma en la experiencia desarrollada con la Fundación Entorno (a través de la herramienta informática “Eco-eficiencia Toolkit”) y descrita en el presente estudio de caso.

2. Descripción del proceso

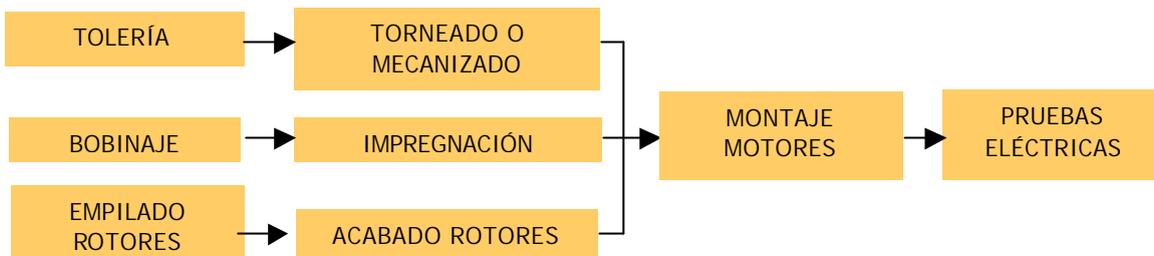
El presente estudio de caso se centra en el proceso de **construcción de motores para trenes**, actividad principal de las instalaciones de SIEMENS, S.A. en Cornellá.

Las características principales del producto (motor para trenes) son las descritas en la tabla siguiente:

Tabla 2. Ficha descriptiva del producto

Producto	Motor para trenes
Producción media	1.279 motores/año
Peso unitario producto	1.000 kg.
Unidad de servicio	Horas (sin mantenimiento)
Coste unitario medio	3.700.000

El esquema con las etapas que constituyen dicho proceso es el siguiente:



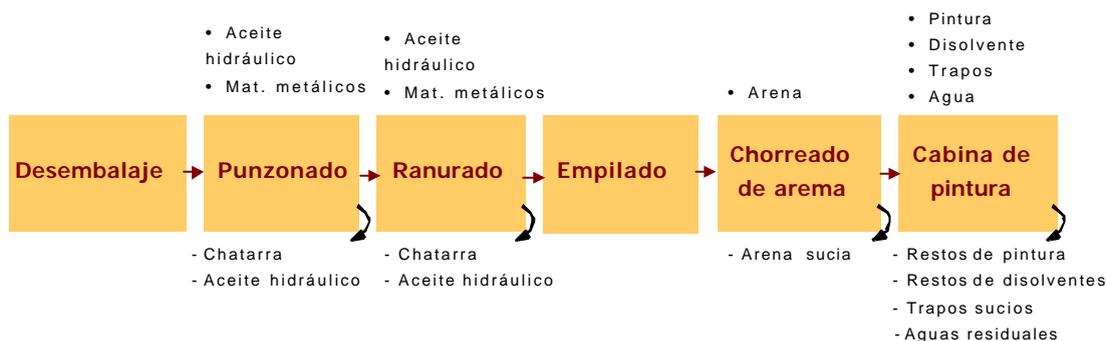
En los apartados siguientes se muestran los esquemas de las actividades que conforman cada una de las anteriores etapas.

Tolería

En esta etapa se reciben las planchas de chapa magnética, se cortan según la forma prediseñada y se colocan una encima de la otra (operación de empilado) hasta conseguir que conformen una sola pieza inmovilizada (rotores y estatores). Posteriormente se pintan en la cabina de pintura.

En la figura siguiente se describen los aspectos medioambientales más relevantes de la etapa de tolería:

Figura 1. Aspectos medioambientales de la etapa de tolería



Mecanizado o torneado

La etapa de torneado se basa en la mecanización los rotores. En esta etapa se obtienen los ejes de motores, las carcasas, los rotores, los estatores y los ventiladores mecanizados.

Los principales aspectos medioambientales de esta etapa se describen a continuación:

Figura 2. Aspectos medioambientales de la etapa de mecanizado o torneado

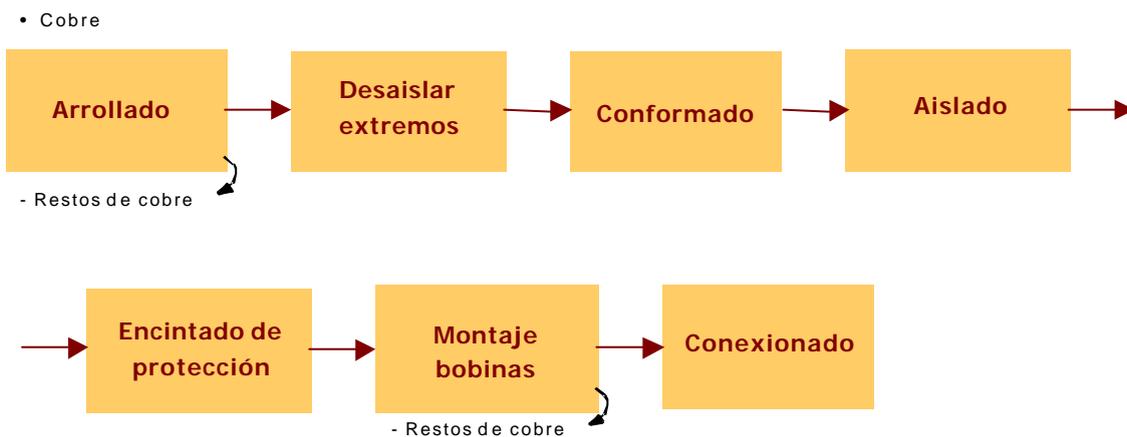


Bobinado

En esta etapa se construyen las bobinas (elementos formados a partir de conductores eléctricos aislados y enrollados en forma de espiral que crearán un campo magnético a través del paso de una corriente eléctrica, una vez montados en el estator).

A continuación se incluye un esquema de la etapa y de sus principales aspectos medioambientales:

Figura 3. Aspectos medioambientales de la etapa de bobinado



Impregnación

En esta fase se impregnan el conjunto paquete de planchas, carcasa y bobinas con resinas. Esta actividad conlleva la existencia de unos determinados aspectos medioambientales descritos en la figura siguiente:

Figura 4. Aspectos medioambientales de la etapa de impregnación

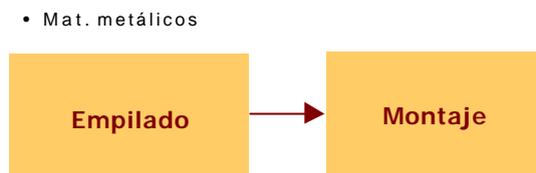


Empilado de rotores

Con los ejes procedentes mecanizados de la sección de torneado y la chapa procedente de la sección de tolería se montan los ejes en los paquetes rotores.

La figura siguiente describe esta etapa y los aspectos medioambientales derivados de ella:

Figura 5. Aspectos medioambientales de la etapa de montaje de rotores



Acabado de rotores

El acabado de los rotores se basa en su soldado y mecanizado de forma que ya estén listos para su montaje en los motores. A continuación se observa el esquema de las actividades y los aspectos medioambientales que conforman la presente etapa:

Figura 6. Aspectos medioambientales de la etapa de acabado de rotores



Montaje de motores

En esta etapa se montan los motores a partir de las piezas obtenidas en las etapas anteriores (estatores, rotores, etc.). La figura siguiente muestra los aspectos medioambientales derivados de esta actividad:

Figura 7. Aspectos medioambientales de la etapa de montaje de motores



Pruebas eléctricas

Una vez están montados los motores es necesario comprobar su correcto funcionamiento. Para ello se llevan a cabo una serie de ensayos y pruebas eléctricas. Después de estas comprobaciones se procede a su pintado, embalado final y expedición. Las distintas actividades y aspectos medioambientales que componen la presenta etapa se describen a continuación:

Figura 8. Aspectos medioambientales de la etapa de pruebas eléctricas



2.1. Materiales y agua

La tipología y cantidad de las materias primas y el agua consumidas en las actividades y etapas descritas son las siguientes:

Tabla 3. Materiales y agua consumidos

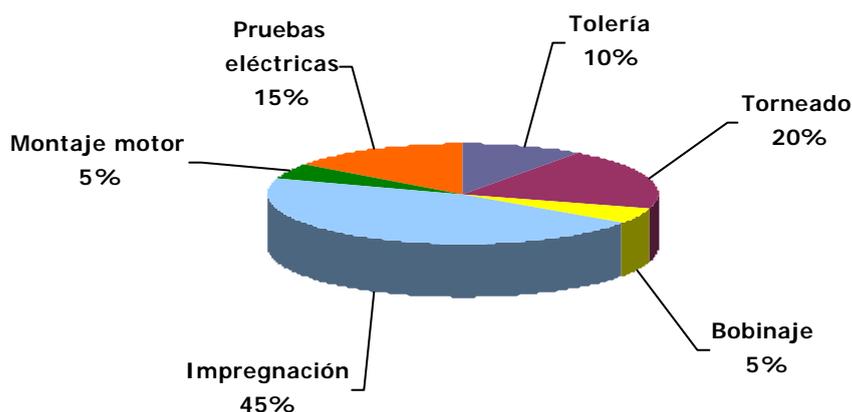
Tipología	Cantidad (Kg/año)
Aceite	3.500
Disolventes	5.200
Resinas	10.000
Materiales metálicos	2.600.000
Cobre	170.000
Pinturas	5.000
Trapos	1.100
Arena	1.000
Aqua destilada	165.000
Aqua de proceso	5.580

2.2. Energía

La energía consumida en la construcción de motores para trenes es principalmente energía eléctrica. El consumo anual de energía estimado para el proceso de construcción de motores es de **2.314.033 kwh**.

Las etapas del proceso de construcción de motores en las que se utiliza energía son las siguientes:

Figura 9. Estimación del consumo de energía por etapas de proceso



De este consumo energético, aproximadamente un 13,5% (312.394 kwh) corresponde al suministro de aire comprimido para el proceso en estudio. Este suministro se proporciona a través de dos compresores de velocidad fija y con una capacidad de 110 kw cada uno.

2.3. Residuos y aguas residuales

En la tabla siguiente se detallan los residuos y aguas residuales generados en el proceso de construcción de motores:

Tabla 4. Residuos y aguas residuales generados

Tipología	Cantidad (Kg/año)
Aceites residuales	7.340
Restos de disolventes	2.580
Restos de pinturas	16.930
Envases y embalajes metálicos	75
Trapos sucios	600
Chatarra	259.520
Virutas metálicas	99.060
Residuos de cobre	6.500
Arena sucia	1.000
Aguas residuales	5.580

2.4. Eco-compás inicial

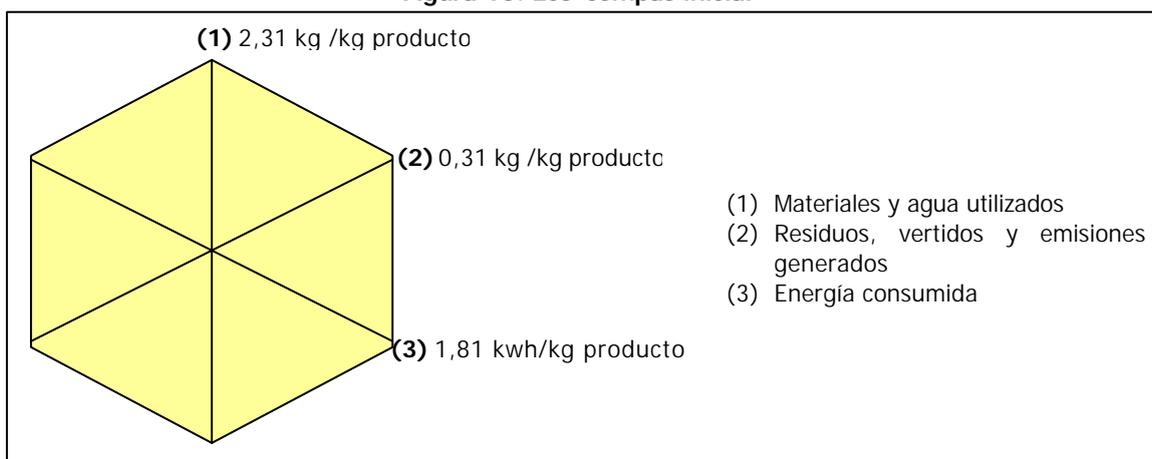
Para el diseño del Eco-compás según la herramienta informática se consideran 6 vectores, sobre cada uno de los cuales el software obtiene un indicador relativo a la cantidad de producto:

1. Materiales y agua utilizados
2. Residuos, vertidos y emisiones generados
3. Energía consumida
4. Substancias tóxicas y peligrosas
5. Transporte
6. Servicio

En el presente estudio de caso únicamente se han considerado los tres primeros vectores puesto que la mejora introducida no afecta al diseño del producto.

La figura de Eco-compás obtenida con los datos del presente estudio es la siguiente:

Figura 10. Eco-compás inicial



3. Diseño de mejoras. Eco-compás

La mejora diseñada en SIEMENS, S.A. de Cornellá repercute directamente en el **consumo energético** de la empresa.

Esta mejora se ha basado en la instalación de tres nuevos compresores de aire comprimido de menor potencia, de los que uno es de velocidad variable y dos de velocidad fija:

Tabla 5. Nuevos compresores instalados

Modelo	Potencia (kw)	Velocidad
GA 50 VDS (velocidad variable)	50	Variable
GA 45	45	Fija
GA 45 (de apoyo)	45	Fija

Se utiliza normalmente uno de los compresores de velocidad fija y para puntas de máximo consumo se activa el compresor de velocidad variable de forma que la adaptación al consumo real sea la máxima posible.

De este modo, los dos compresores de velocidad fija trabajan de forma alternada (es necesario un compresor de apoyo para paradas de mantenimiento) conjuntamente con el de velocidad variable.

Anteriormente siempre estaba en funcionamiento unos de los dos compresores de 110 KW, de tal manera que se producía un consumo excesivo de energía.

La utilización de un compresor de velocidad variable permite adaptar con suma precisión la capacidad del compresor al consumo requerido, de modo que cuando se requiere una capacidad variable puede conseguirse sin disminuir la eficiencia del proceso.

Así, aunque este tipo de compresor pueda funcionar continuamente a la máxima velocidad, en realidad la velocidad punta sólo se necesita durante los periodos de carga máxima.

Esta tecnología se basa en un evolucionado convertidor de frecuencia electrónico que regula un motor de inducción de frecuencia y voltaje variables y que funciona exactamente a la velocidad que necesita el compresor. De este modo se elimina la necesidad de un tren de engranajes y se simplifica por lo tanto la construcción del compresor.

Es importante destacar también que este sistema de funcionamiento prolonga la vida de servicio del compresor, proporcionando una mejor amortización de la inversión.

Además de la mejora descrita, en SIEMENS, S.A.-Fábrica de Cornellá se han llevado a cabo durante los últimos años diversas medidas para ahorrar energía eléctrica (estas medidas no están contempladas en el presente estudio):

- Instalación de programadores para la distribución de aire comprimido por unidades



- Empleo de sistemas de encendido del alumbrado (detectores de presencia, células crepusculares o sistemas de programación)
- Instalación de programadores en estufas, climatizadores, calefacciones, etc.

Asimismo, SIEMENS, S.A.-Fábrica de Cornellá ha iniciado la búsqueda de nuevas mejoras en el área de la ecoeficiencia energética.

Actualmente está estudiando la viabilidad de la aplicación de energía solar para calentar agua sanitaria.

Otros objetivos fijados son la realización de un control más específico de los programadores para la distribución del aire comprimido por unidades, la automatización del enfriamiento de bombas y de la refrigeración de los compresores de impregnación, la instalación de un circuito de iluminación nocturna para vigilancia, etc.

3.1. Proceso de toma de decisión y búsqueda de mejoras

La Dirección de SIEMENS, S.A. – Fábrica de Cornellá tomó la decisión de iniciar una búsqueda de acciones que mejoraran la ecoeficiencia de la empresa en el marco de su política medioambiental y del funcionamiento de su sistema de gestión medioambiental de mejora continua (certificado según ISO 14001 y EMAS).

Para ello se llevó a cabo un análisis de los procesos y productos desarrollados por la empresa para la elección del que presentara más necesidades de actuación.

El departamento encargado de llevar a cabo este análisis fue el Departamento de Infraestructuras y Medio Ambiente. Los responsables de este departamento recopilaron toda la información disponible.

La evaluación de los aspectos medioambientales se llevó a cabo según el procedimiento correspondiente del sistema de gestión medioambiental. Entre los aspectos medioambientales significativos se identificó el consumo energético del proceso de construcción de motores.

Analizando cada uno de los focos de consumo de energía eléctrica se detectó que existía la posibilidad de actuar de algún modo sobre el suministro de aire comprimido por los compresores.

En SIEMENS, S.A. – Fábrica de Cornellá se partía de una situación inicial en la cual, tal como se menciona en el apartado correspondiente a la descripción del consumo de energía, el suministro de aire comprimido era proporcionado por dos compresores de velocidad fija y de elevada potencia.

El elevado consumo energético por parte de estos compresores, junto con el exceso de capacidad instalada llevó al Departamento de Infraestructuras y Medio Ambiente de la empresa a solicitar un estudio para la sustitución de estos compresores por otros más adaptados a las necesidades reales de la empresa.

En el citado estudio se requirió la intervención del Departamento de Compras para que llevara a cabo una búsqueda de posibles proveedores y de mejores ofertas en el mercado.

Una vez recopilada la información sobre diversas alternativas el Departamento de Contabilidad llevó a cabo el estudio de rentabilidad de cada una de ellas. Para dicho estudio se requirió a la empresa proveedora la realización de un análisis previo y en profundidad sobre las necesidades energéticas de SIEMENS, S.A. – Fábrica de Cornellá.

Todas las posibles opciones se compararon para elegir aquella que proporcionara una máxima rentabilidad. De esta comparación se concluyó que la mejor alternativa era la instalación de los compresores mencionados (dos compresores de velocidad fija y otro de velocidad variable).

Una vez seleccionada la mejora se procedió a su implantación.

La evaluación de los resultados se llevó a cabo con la ayuda del software y es la descrita en el capítulo siguiente.

3.2. Valoración final

Una vez analizada la situación inicial y diseñada la mejora en el ámbito de la Eco-ficiencia es necesario llevar a cabo una comparación de la información ambiental antes y después de la introducción de la mejora, para valorar la evolución de la eco-eficiencia del proceso.

En la siguiente tabla se muestra la evolución de la energía consumida por los compresores de aire comprimido, antes y después de mejora introducida:

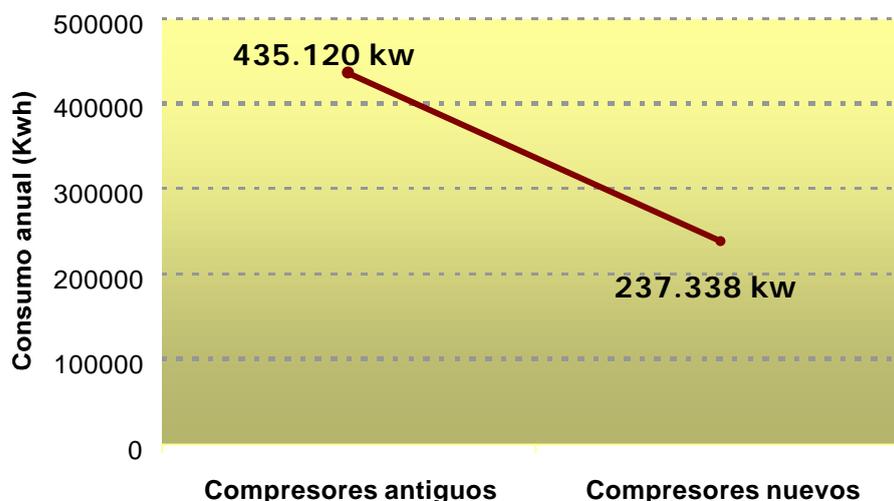
Tabla 6. Consumo de energía por los compresores de aire comprimido (Kwh)

Meses	1999
Enero	36.560
Febrero	36.480
Marzo	39.260
Abril	31.350
Mayo	37.650
Junio	10.401
Julio	24.411
Agosto	15.361
Septiembre	21.640
Octubre	22.894
Noviembre	26.210
Diciembre	17.530
TOTAL	319.747

Los datos sombreados corresponden a la cantidad de energía consumida tras la instalación del compresor en junio de 1999.

Para poder estimar el ahorro energético debido a la mejora introducida se han llevado a cabo dos extrapolaciones a un año, la primera correspondiente a los meses de funcionamiento de los compresores antiguos (enero-mayo) y la segunda a los meses de funcionamiento de los nuevos compresores (junio-diciembre). Los datos obtenidos son los reflejados en la figura siguiente:

Figura 11. Comparación consumo anual total de energía por los compresores



El porcentaje de ahorro de energía en el suministro de aire comprimido tras la instalación de los nuevos compresores ha sido de aproximadamente un **45%**.

Como el 13,5% (312.394 kwh) del consumo de energía del proceso de construcción de motores corresponde al suministro de aire comprimido por los compresores, se puede estimar que el ahorro de energía sobre el total del proceso es del **6%**.

Tabla 7. Datos energéticos de la implantación de la mejora

Situación	Concepto	Energía (kwh)
Situación inicial	Consumo de energía por proceso de construcción de motores	2.314.033
	Consumo de energía por suministro de aire comprimido al proceso de construcción de motores (13,5%)	312.394
Situación de mejora	Ahorro energía en el suministro de aire comprimido al proceso de construcción de motores (45%)	140.577
	Consumo de energía por proceso de construcción de motores	2.173.455
	Ahorro energético del proceso de construcción de motores	6%

En la tabla siguiente se muestran los indicadores del consumo energético en la situación inicial y después de la mejora:

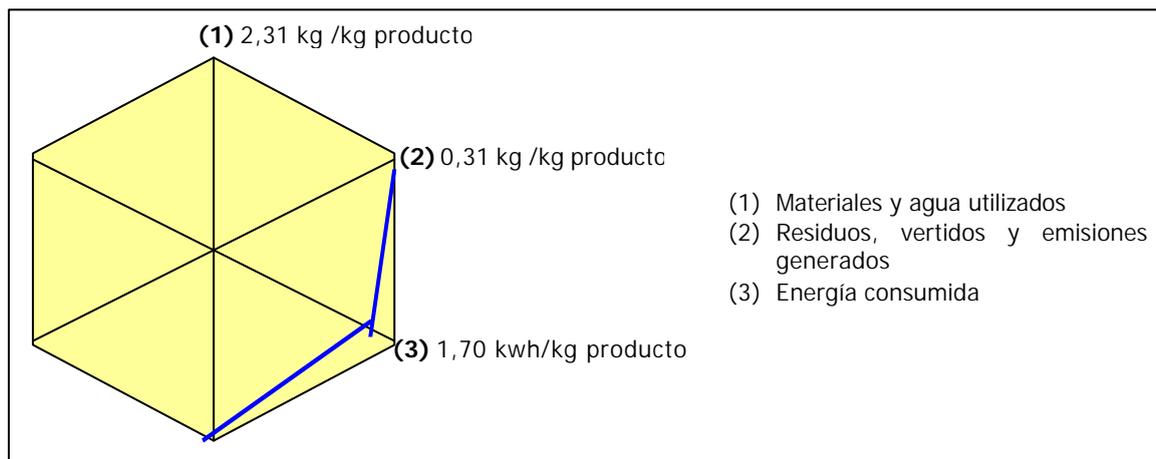
Tabla 8. Comparación de los indicadores de consumo energético

Consumo de energía	Kwh/unidad producto	Kwh/kg producto	Kwh/hora productiva trabajada
Situación inicial	1.810	1,81	11,7
Situación de mejora	1.700	1,70	11,0
Reducción (unid)	110	0,11	0,7
Reducción (%)	6%		

Para analizar gráficamente la mejora obtenida se utiliza la figura del Eco-compás, la cual superpone ambos diseños (datos situación inicial - datos introducción mejora).

La figura obtenida de dicha comparación es la siguiente:

Figura 12. Comparación de datos



La figura anterior nos da una idea (Línea azul) de la mejora en el consumo energético y en el total de aspectos medioambientales analizados que ha representado la instalación del compresor.

La introducción de mejoras ambientales se traduce en este caso también en una reducción de los costes ambientales. En la tabla siguiente se muestran los datos relativos a este aspecto de la gestión medioambiental:

Tabla 9. Estimación de los costes ambientales derivados del consumo de energía

Consumo de energía	Coste (ptas.)
Situación inicial	24.112.224
Situación de mejora	22.647.411
Ahorro	1.464.812
% Ahorro	6%

TÉCNICAS DE COMPOSITE (TEMOINSA)

1. Descripción de la empresa



TC. SL, Técnicas de Composite, es una empresa filial de TEMOINSA, una pyme cuya actividad se centra en la fabricación de materiales compuestos con resinas de poliéster y fenólicas reforzadas con fibra de vidrio, destinados a equipamientos integrales para sectores de transportes como el ferroviario, naval, aviación y transporte por carretera.

Tabla 10. Ficha descriptiva de Técnicas de Composite, S.L.

Nombre de la Sociedad	Técnicas de Composite, S.L.
Descripción de la actividad	Fabricación de piezas de composite del sector de transporte ferroviario
Facturación anual	612.000.000 ptas
Nº empleados	60

Los materiales fabricados por TC S.L abarcan desde interiores, por ejemplo techos, porta equipajes, contramarcos de ventana, etc.), equipos de W.C, hasta exteriores como frontales, techos y faldones, etc, así como cualquier material que se pueda fabricar con material de composites, que en este caso son piezas con base de resinas de poliester reforzadas con fibra de vidrio.



La búsqueda de una mejora en la **eco-eficiencia** de TC, S.L. se plasma en la experiencia desarrollada con la Fundación Entorno (a través de la herramienta informática "Eco-eficiencia Toolkit") y descrita en el presente estudio de caso.

El estudio de caso analiza las mejoras de eco-eficiencia propuestas en las instalaciones de la empresa Técnicas de Composite S.L, en concreto para el proceso de fabricación de contramarcos de ventana.

Esta iniciativa responde a la política medioambiental de la empresa matriz TemoinSA, que ha obtenido el certificado de la ISO14001 este año.

En los capítulos siguientes se describen las actividades operativas de la empresa, los principales aspectos medioambientales, las mejoras propuestas en el ámbito de la eco-eficiencia y una valoración final de lo que éstas suponen, a nivel de proceso y de producto.

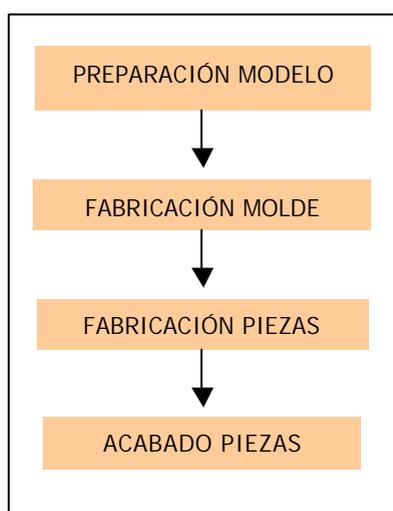
2. Descripción del Proceso productivo

El presente estudio de caso se centra en el proceso de fabricación de contramarcos de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) por laminación manual, actividad principal de las instalaciones de Técnicas de Composite, S.L. en Lliçà del Vallès. Las características principales del producto (contramarco de PRFV) son las descritas en la tabla siguiente:

Tabla 11. Ficha descriptiva del producto

Producto	Contramarcos PRFV
Producción media	434 contramarcos/año
Peso unitario producto	17,5 kg.
Coste unitario medio	36.000 ptas

El esquema con las etapas que constituyen dicho proceso es el siguiente:



En los apartados siguientes se muestran los esquemas de las actividades que conforman cada una de las anteriores etapas, así como el flujo de entradas y salidas en cada una de ellas.

Preparación del modelo

En esta etapa se procede a la preparación del modelo de madera del contramarco. La figura siguiente describe esta etapa y los aspectos medioambientales derivados de ella:

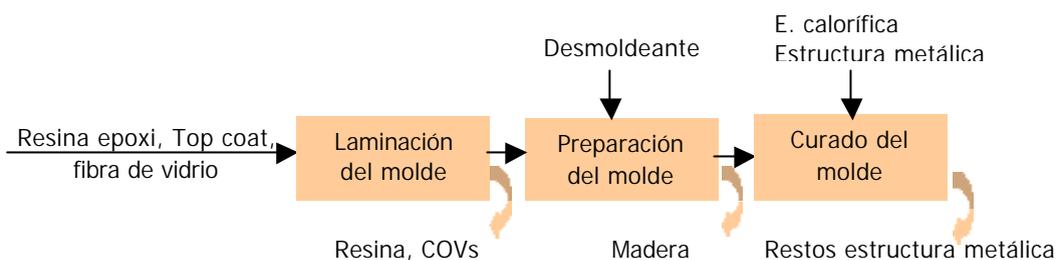
Figura 13. Aspectos medioambientales de la etapa de preparación del modelo



Fabricación del molde

En esta etapa se fabrica el molde mediante un proceso de laminación manual y horno de curado.

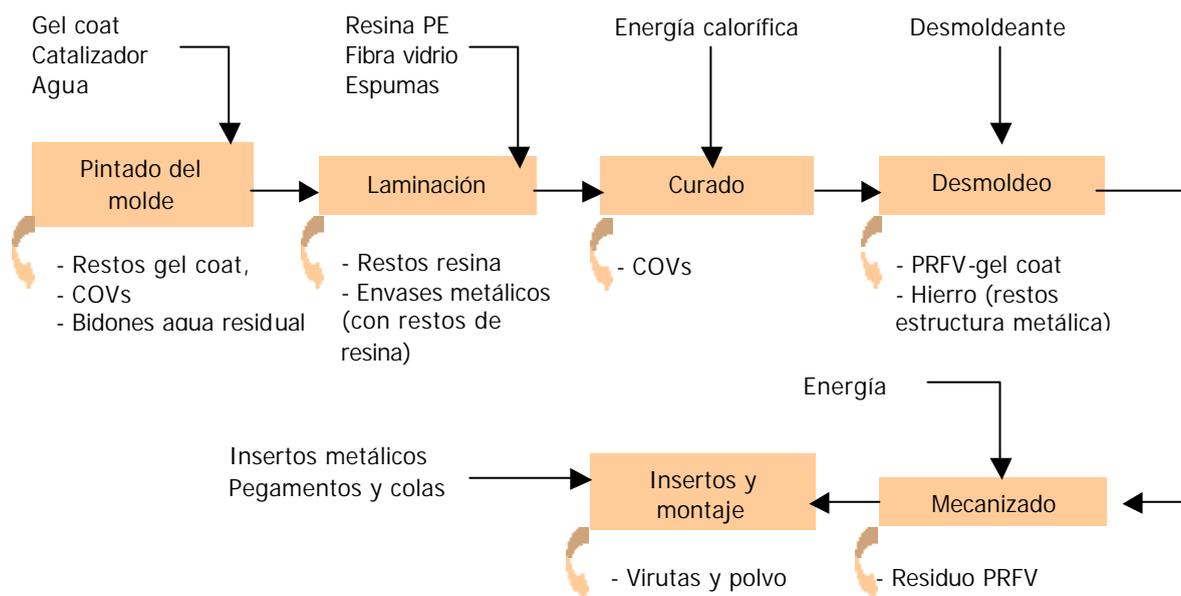
Figura 14. Aspectos medioambientales de la etapa de fabricación del molde



Fabricación de las piezas

Mediante los moldes construidos anteriormente se procede al pintado de los mismos y laminación manual de la pieza. Se introduce la pieza en un horno de curado, y se procede posteriormente al desmoldeo, mecanizado, inserto y montajes para la obtención del contramarco de PRFV.

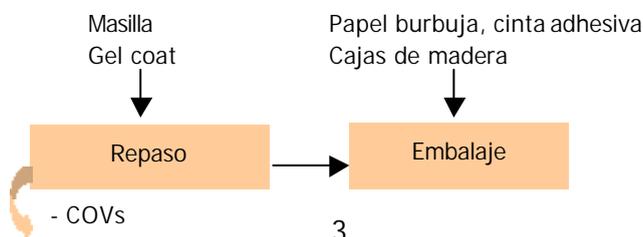
Figura 15. Aspectos medioambientales de la etapa de fabricación de piezas



Acabado de las piezas

El acabado de los contramarcos se basa en un repaso final de la pieza y posterior embalaje. A continuación se observa el esquema de las actividades y aspectos medioambientales que conforman la presente etapa.

Figura 16. Aspectos medioambientales de la etapa de acabado de piezas



2.2 Consumo de materiales y agua

Para la fabricación anual de 434 contramarcos de PRFV por laminación manual, la tipología y cantidad de las materias primas consumidas en las actividades y etapas descritas son las siguientes:

Tabla 3. Cantidad de Materiales y Agua Consumidos en el Proceso

Tipología	Cantidad (Kg/año)
Madera	10.121
Resinas	5.757
Fibra de vidrio	1.667
Materiales metálicos	250
Pinturas	950
Catalizador	143
Espumas	65
Pegamentos y colas	22
Acetona	20
Masillas	44
Papel Burbuja	110
Cintas adhesivas	65
SUB TOTAL	19.214
Agua	51.168 (litros)
TOTAL	70.382

Para cada producto fabricado se consumen 44,2 kilos de materiales y 118 litros de agua.

2.3. Energía

Las etapas en las que se consume energía eléctrica son principalmente durante la fabricación del molde y durante la fabricación de la pieza.

En la etapa de fabricación del molde se consumen 11.306 Kw anualmente durante el funcionamiento del horno de curado del molde.

En la etapa de fabricación de la pieza se consume 105.982 Kw anualmente durante el funcionamiento del horno de curado de la pieza.

En esta misma etapa se consumen 746 Kw anualmente durante la actividad de mecanizado de las piezas.

La energía eléctrica consumida anualmente durante todo el proceso es de **118.035,84 Kw**.

2. 4. Residuos, vertidos y emisiones

En la tabla siguiente se detallan los residuos, vertidos y emisiones atmosféricas generadas por el proceso de laminación manual:

Tabla 4. Residuos, aguas residuales y emisiones generadas

Tipología	Cantidad (Kg/año)
Bidones agua residual de la cabina de pintura	52.080
Disolvente (estireno) emitido en forma de COVs*	1.418*

Resinas	310,5
PRFV	998
PRFV+Gel coat	180
Envases metálicos con resinas	455
Restos de gel-coat en envases	43,4
Madera	28,75
Hierro (restos estructura metálica)	32,5
TOTAL	55.546

Nota: PRFV = Poliester reforzado con fibra de vidrio

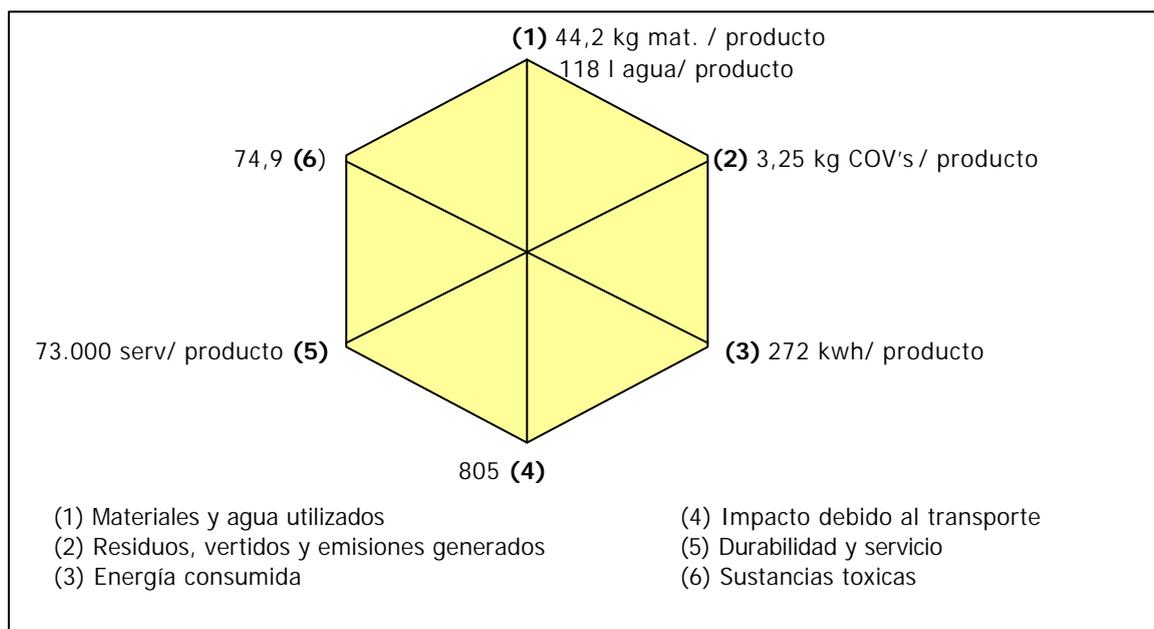
COVs = Compuestos orgánicos volátiles

* Ver cálculo de estimaciones de las emisiones de COVs en la sección de valoración final

2. 5. Eco-compás inicial

La figura del Eco-compás de la situación de partida obtenida con los datos del presente estudio es la siguiente:

Figura 17. Eco-compás Inicial



(1) Materiales y agua: Corresponde a las cantidades en kilos de materiales y agua consumidos durante la fabricación del producto por laminación manual. (Ver Tabla 3 pág.11).

(2) Residuos, vertidos y emisiones El valor de 3,25 kg refleja la proporción de los kilos de estireno por producto que originan emisiones de COVs a la atmósfera. (Ver Tabla 4 pág.12). Se ha decidido no reflejar el resto de residuos, vertidos y emisiones(Ver Tabla 4 pág.12) ya que no varían del escenario actual al de mejora propuesta.

(3) Energía: Se refleja la energía eléctrica consumida durante la fabricación de un contramarco de PRFV en Kw. (Ver sección 2.3).

(4) Transporte : El valor (805) corresponde a la suma de los impactos obtenidos en el módulo de ecodiseño del software "Eco-eficiencia Toolkit". Se calcula sumando los impactos por transporte de cada uno de los materiales, desde los proveedores a la planta de TC. Cada impacto por transporte se calcula teniendo en cuenta la cantidad del material que se entrega, el tonelaje del camión (todos los materiales se transportan en camión) y la distancia que recorre el camión durante su trayecto.

(5) Servicios. 73.000 es el número de servicios que se estima el producto va a ofrecer al usuario final, considerando que el tren tiene una vida útil de servicio de 20 años, y se estiman 10 servicios efectivos al día.

(6) Sustancias tóxicas y peligrosas. En el eco-compás sólo queda reflejado el factor de impacto de los componentes tóxicos y peligrosos del producto. Este factor de impacto proviene de la base de datos de Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

3. Diseño de mejoras

3.1 Selección del proceso productivo a analizar

La Dirección de Temoinsa S.A, siguiendo la política medioambiental de mejora continua en el marco de la certificación según ISO14001, tomó la decisión estratégica de realizar un diagnóstico inicial de la eco-eficiencia de su empresa filial Técnicas de Composite S.L, fábrica situada en Lliçà de Vall (Barcelona).

Para ello se asignaron responsabilidades a personal cualificado de la empresa. La responsable de Medio Ambiente coordinó esta iniciativa desde el departamento de Medio Ambiente de Temoinsa. La responsable de este departamento recopiló toda la información disponible del proceso, con la colaboración de comerciales y otros responsables de los departamentos de administración, compras, y producción de TC. S.L.

El paso siguiente dentro de la fase de estrategia y organización fue la selección de un abanico de procesos/productos a analizar, con el fin de elegir un único proceso/producto que presentara más necesidades de mejora.

En la Tabla 5 a continuación se describen los criterios que se consideraron para la elección del proceso basado en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) en detrimento del proceso basado en Fibra de Vidrio Fenólica (RFV), que son los dos productos principales producidos por TC.

Tabla 5. Criterios para la elección del proceso a analizar

CRITERIOS	RELEVANCIA ESTRATÉGICA (X = más relevante para la elección)			
	PRFV	FENÓLICA RFV	PRFV	RFV FENÓLICA
-Producción anual (kg/año) (Consumo de resina)	75.000 kg	50.000 kg	X	
- Margen bruto de beneficio unitario (ptas/kg) (*)	6% - 10%	15% - 20%	X	
- Ventas anuales Totales	320 millones	290 millones	X	
- Coste Kg resina (incluyendo transporte a la planta)	428 ptas/kg	305 ptas/kg	X	
- Componentes peligrosos de la resina (cuáles y qué cantidad)	Estireno Trióxido de antimonio	Fenol	X	X
- Emisiones al trabajar (tipo)	Estireno	Fenol	X	X
- Medio de transporte a planta y distancia recorrida por la resina	Transporte convencional	Transporte Convencional		
- Coste Kg pintura (gel-coat/pasta fenólica)	600 – 725 ptas/kg	705 ptas/kg	X	X
- Residuos generados	PRFV no reciclable, colas selladoras, resinas endurecidas, aguas cabinas de pintura, envases pintura, embalajes.	Resina RFV no reciclable	X	
- Embalajes extra (para llevar al pintor) y residuos de embalajes (de vuelta del pintor)	No	Sí. Papel burbuja, porexpan, cinta adhesiva		X
- Energía extra para el postcurado de las piezas	Curado	Curado y postcurado		X
- Durabilidad del producto (años de servicio)	Larga	Larga	X	X
- Características de resistencia al fuego (no inflamabilidad)	M1 (bajo mayor control), M2, M3, M4, F2, F3, F4	M1, F1		X
- Proyección de ventas o mercado	Buena para las resinas ignífugas	Mayor que el poliéster		X

(*) Se considera más relevante el PRFV por tener menor margen (la idea es aumentarlo a través de la eco-eficiencia).

Esta tabla refleja un 25% más de consumo de resina para el proceso de producción del PRFV, correspondiente a 75.000 kg anuales en comparación al proceso basado en RFV fenólica, con 50.000 kg. Teniendo en cuenta, que *el margen bruto de beneficio es menor por kg de producto de PRFV que de RFV fenólica y considerando la facturación de las ventas anuales, se decidió la elección del primer proceso en detrimento del segundo. Esta decisión se orientó más por un enfoque basado en la mejora del margen bruto de beneficio unitario de PRFV mediante un ahorro de los costes ambientales de producción que por el impacto ambiental del producto final, donde no habría una diferencia significativa entre las dos líneas de producto.

Entre los impactos medioambientales significativos se identificó el consumo de disolventes en base a estireno, junto con sus correspondientes emisiones de COV's y los residuos peligrosos generados durante el proceso de fabricación.

Para proceder con la investigación y análisis de la eco-eficiencia del proceso seleccionado se siguieron los siguientes pasos:

1. Formulación de preguntas, cuestiones críticas de mejoras de eco-eficiencia y selección de los indicadores críticos clave. El planteamiento de las cuestiones críticas de eco-eficiencia en parte se concretaron con la ayuda de la herramienta del software, según los datos e indicadores que requiere el programa para la obtención de los indicadores de eco-eficiencia.
2. Búsqueda de datos y procesado de la información para su introducción y adaptación al software. Para desarrollar las tareas asignadas en esta fase se diseñó un diagrama cuantitativo de flujos de materiales y energía correspondiente al proceso seleccionado, descrito en la sección de situación de partida anterior .

Las cantidades de materiales del diagrama de flujo y los costes significativos asociados a las actividades medioambientales se obtuvieron por un lado mediante estimaciones de ingeniería, a nivel de proceso, y por otro lado mediante estimaciones de costes a nivel de proceso y actividad obtenidas de la información contable de la planta.

3. Introducción de los datos en el software. Previamente a la introducción de datos, se requirió una formación del personal del Departamento de Medio Ambiente de Temoinsa, a nivel de usuario de la herramienta de software Eco-eficiencia Toolkit.

Una vez recibida la formación necesaria la responsable de medio ambiente de Temoinsa procedió a la introducción de los datos recopilados de TC en el software.

4. Análisis y comparación de las alternativas de mejoras eco-eficientes. Esta fase incluyó la consideración de factores estratégicos no incluidos en el software (por ejemplo, aspectos normativos).

Durante esta fase se realizó una exhaustiva investigación de medidas eco-eficientes relevantes para el proceso de producción de laminación manual de contramarcos de PRFV.

Se mantuvieron reuniones entre consultores y la responsable de medio ambiente de Temoinsa para analizar, desarrollar y comparar las diferentes alternativas más eco-eficientes del proceso de laminación manual de PRFV.

5. Selección de mejoras a implantar. Se procedió a una selección final de las medidas de eco-eficiencia a proponer en este estudio de caso, para su consiguiente implantación en la producción de Técnicas de Composite S.L.

3.2 Introducción a las mejoras propuestas

Las mejoras propuestas para el proceso seleccionado de laminación manual de contramarcos de PRFV de Técnicas de Composite S.L se clasifican en medidas de ecoeficiencia que repercuten en el diseño del producto final y en medidas que afectan al proceso de fabricación.

A continuación se exponen las consideraciones legales y técnicas que justifican la elección de las diferentes medidas de eco-eficiencia propuestas en esta sección.

Consideraciones legales

El fin principal de las mejoras de eco-eficiencia propuestas, en relación a la reducción en la utilización de disolventes, es minimizar las emisiones de COVs a la atmósfera y alcanzar el cumplimiento de las directrices de la nueva directiva 1999/13/CE relativa a la limitación de las emisiones de COVs debido al uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades e instalaciones, aprobada el 11 de marzo. Esta Directiva se implementará a nivel nacional a lo largo del próximo año. La antigua Directiva 94/63/CE relativa a emisiones de COVs se traspuso a la legislación nacional con el Real Decreto del 2/02/1996.

Dentro de la categoría de actividades industriales incluidas en el campo de aplicación de esta Directiva se encuentra la actividad correspondiente a la de Técnicas de Composite S.L.

Así, en el proceso de fabricación de un contramarco de PRFV por laminación manual, caso de este estudio, las etapas de fabricación del molde y de la pieza requieren un recubrimiento y laminación en el que se aplique una o varias capas de película continua de pintura o de resina a la superficie del molde de PRFV.

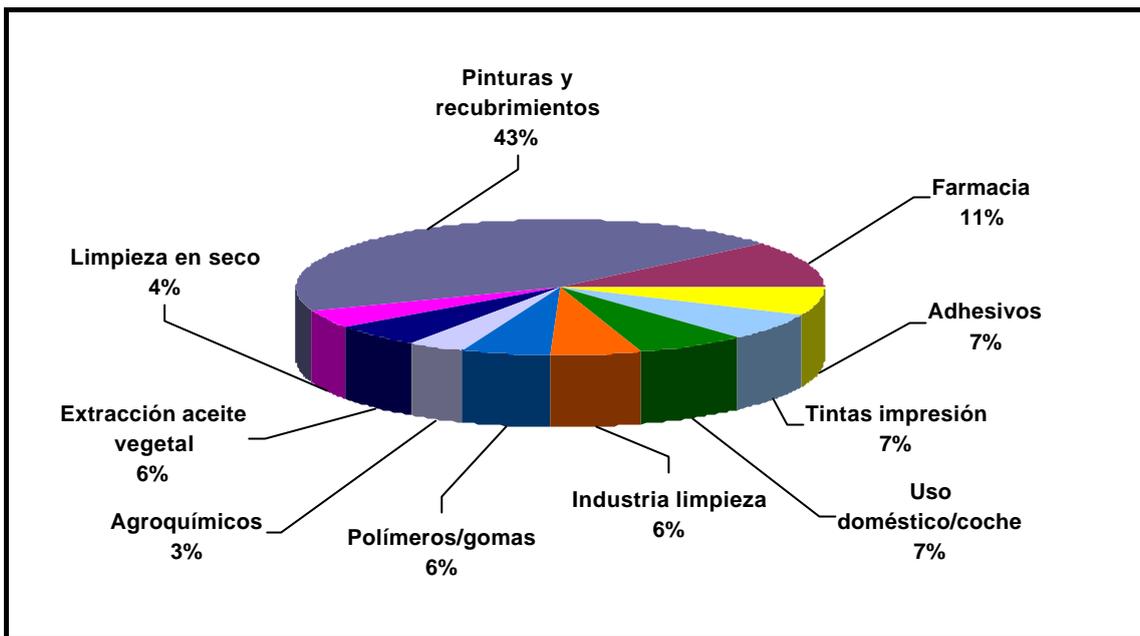
El objetivo de la nueva normativa europea es reducir las emisiones de COV's en las instalaciones que emplean disolventes en un 57% para el 31 de octubre del 2007, a más tardar, con respecto a los niveles de 1990. Esto representaría una reducción anual de 1.5 millones de toneladas de COV's.

La Directiva de Emisiones de Disolventes, en combinación con otras medidas adoptadas por la UE, como la Directiva IPPC – 96/61/CE y el Programa Auto-Oil (COM (96) 248) sobre la reducción de emisiones de COV's provenientes de los coches, significará una contribución importante a los objetivos generales de la UE con respecto a la calidad ambiental.

Consideraciones técnicas

La figura 6 que se muestra a continuación refleja las aplicaciones industriales de disolventes en Europa occidental durante 1995, siendo el sector de pinturas y recubrimientos el que más disolventes consume, cerca de un 45 por 100 del total del mercado de disolventes en Europa occidental. La producción total de disolventes en Europa occidental en 1995 era de unos 4.3 millones de toneladas de disolventes .

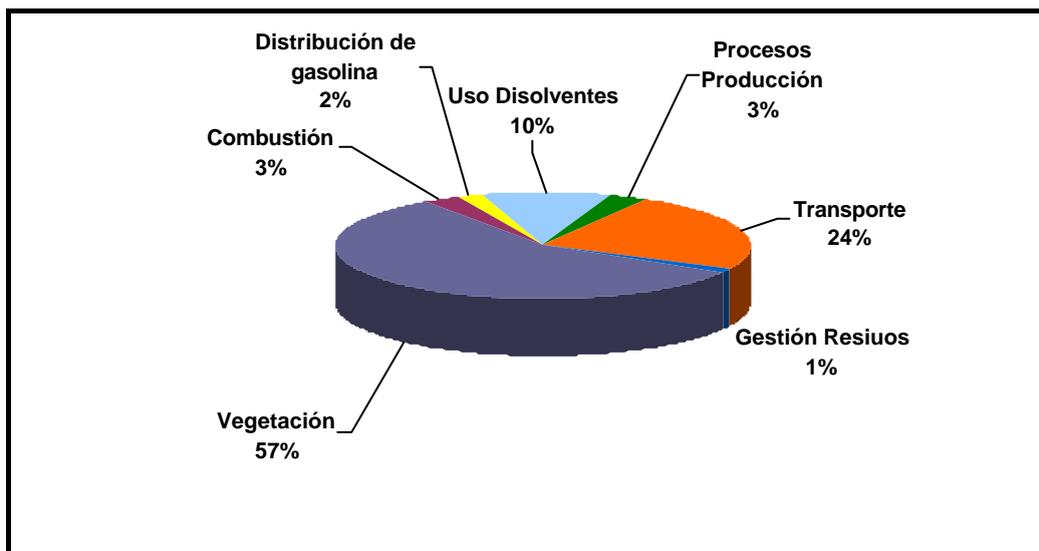
Figura 6. Distribución del mercado de disolventes en Europa Occidental en 1995.



Fuente: ESIG (Grupo Europeo de la Industria de los Disolventes)

El uso de disolventes orgánicos da lugar a emisiones de COV's a la atmósfera y contribuye a la formación local y transfronteriza de oxidantes fotoquímicos en la capa límite de la troposfera. Los COV's reaccionan con los NOx y la luz solar, produciendo niveles de ozono nocivos para la salud pública, generando el conocido efecto de smog fotoquímico. Como muestra la figura 7, el 50% de las emisiones provienen de fuentes naturales, de los gases emitidos por la vegetación, e incluso puede llegar a más de un 50% en verano, mientras que sólo un 10% de los COV's emitidos provienen del uso de disolventes en la industria.

Fig. 7 Fuentes naturales e industriales de emisión de COVs



Fuente: ESIG (Grupo Europeo de la Industria de los Disolventes)

Actualmente en la UE se liberan anualmente a la atmósfera unos 10 millones de toneladas de COV's.

3.3 Mejoras en la calidad ambiental de las pinturas (gel-coat).

La calidad ambiental de las pinturas se puede mejorar a través de las siguientes medidas de ecoeficiencia:

- a. Eliminando los componentes tóxicos y peligrosos presentes en los pigmentos de las pinturas en forma de metales pesados. Algunas pinturas contienen sales de cromo, plomo, zinc o titanio según el pigmento, que puede ser de origen orgánico o inorgánico.

Se propone la aplicación de un mayor número de pinturas con pigmentos libres de metales pesados, naturales y biodegradables. Por ejemplo el color negro del gel-coat que se está aplicando actualmente en el proceso, contiene un pigmento natural en base de tintura de humo, libre de metales pesados.

- b. Reduciendo al máximo la cantidad de disolventes orgánicos, que en este caso es el estireno, causantes de emisiones de COV's (compuestos orgánicos volátiles). Las pinturas gel-coat, utilizadas en los procesos de producción de TC, contienen un 45% de disolvente estireno (Ver Tabla 6 pág. 26).

Durante las actividades industriales de aplicación y recubrimiento de piezas con gel-coat se producen emisiones en forma COV's no solo a la atmósfera, sino también en el interior de la planta.

No todo el estireno se transforma en COV's al evaporarse. Una parte del mismo forma parte de la composición del producto final en forma de estireno polimerizado, una vez la pintura de gel-coat aplicada durante el recubrimiento del molde y de la pieza se ha secado sobre la superficie del producto.

Para reducir las emisiones de COV's puede actuarse modificando la composición de las materias primas y/o tratando las emisiones del proceso de laminación y curado de las piezas.

Se propone la aplicación de pinturas en base acuosa o recubrimientos en polvo, ambas libres de disolventes. Esta medida presenta – aparte la eliminación de las emisiones de COV's - las siguientes ventajas:

- Los recubrimientos en polvo, a parte de la ventaja clave de estar exentos de disolventes, requiere un proceso de curado relativamente corto. A pesar de que el cocido de recubrimientos en polvo es una operación que debe ser efectuada a temperaturas relativamente altas (160° - 200°C), el horno de curado debe durar de 8-12 minutos, siendo menores las pérdidas de energía en el proceso.
- Otra ventaja sería que no se requieren ventilaciones de cabinas ni hornos, de cara a mantener las mezclas aire/disolvente por debajo de los límites de explosión. El aire puede ser recirculado en la línea de pintura o bien pasado a través de una ligera extracción.¹
- Al actuar exentas de disolventes implica menores riesgos de incendio, con lo que se elimina la necesidad de almacenamiento especial, y las operaciones de limpieza pueden ser efectuadas simplemente con aspiración o con agua.
- Al no contener sustancias tóxicas ni peligrosas las aguas residuales de la cabina de pintado no se tendrían que eliminar como residuos peligrosos. De esta manera se evitaría la contratación de un gestor autorizado y se podrían verter las aguas residuales al cauce público o a red de saneamiento, previo pago del *Canon del Agua* aplicable. Una vez implantadas las mejoras propuestas en el proceso de fabricación de la planta de TC se

¹ Las ventajas de los recubrimientos en polvo. J. Batés. Ref.14368 *Centre d'Iniciatives Producció Neta*.

conocerán las características físico-químicas del efluente generado, permitiendo el cálculo del Canon del Agua, y se podrá constatar si hay efectivamente una reducción de los costes ambientales por esta mejora.²

Ahora bien, en muchos casos la sustitución a fórmulas de pinturas en base agua requiere la utilización de aditivos, como por ejemplo conservantes y tensioactivos, que en ningún caso deben contener ninguna de las sustancias de la lista incluida en el Anexo I de la Directiva 67/548/EEC del Consejo relativa a la aproximación de las disposiciones legales reglamentarias y administrativas en materia de clasificación, embalaje y etiquetado de las sustancias peligrosas³.

En este estudio sólo se cuantifican la reducción en las emisiones de COV's al reducir al máximo los disolventes orgánicos, es este caso, estireno de la fórmula de las materias primas utilizadas durante el proceso de fabricación. (Ver sección 4 para las estimaciones).

3.4 Mejoras en la calidad de las resinas

En el proceso actual las resinas contienen una fracción de disolvente, de un 23% en las de poliéster y hasta un 43% de estireno en las resinas de epoxi y viniléster. Así, durante las actividades industriales de horno de curado y aplicación de las resinas es cuando se producen emisiones de COV's no sólo a la atmósfera, sino también en el interior de la planta.

Una vez más, para reducir las emisiones de COV's puede actuarse modificando la composición de las materias primas y/o tratando las emisiones del proceso de laminación y curado de las piezas.

Se propone la sustitución de las resinas actualmente utilizadas por resinas de poliéster y epoxi-viniléster con la menor fracción posible de contenido en disolventes orgánicos, para así reducir al máximo las emisiones de COV's⁴.

Otra medida de eco-eficiencia para controlar las emisiones de COV's sería disminuir la temperatura de curado en el horno en la medida de lo posible, significando también un ahorro en gasto energético. En este sentido, se han desarrollado resinas epoxi exentas de disolventes que curan a temperatura ambiente, aunque su aplicación para composites se ha visto dificultada por la necesidad de efectuar fraguados en caliente. Pueden usarse determinados modificantes para lograr el curado a menores temperaturas, que persiguen la reducción de la energía de activación y aproximar la temperatura de transición vítrea a la temperatura ambiente⁵.

3.5 Mejoras en el Embalaje

Actualmente durante la actividad de "Preparación de modelo" y "Acabado de pieza" se utilizan 10.121 kg anuales de madera de pino, en forma de cajas de embalaje principalmente.

La mejora propuesta se basa en la sustitución de la madera de pino de las cajas de embalaje por maderas recicladas cuyo impacto ambiental sea menor.

² El coste de este canon depende del uso y de la carga contaminante del efluente. A efectos de la determinación del tipo específico aplicable de forma individualizada, los valores de los parámetros de contaminación se especifican en el **art. 47 de la Ley 6/99** y se especifican las fórmulas para el cálculo del coste del canon industrial.

³ DOCE número L248 – 30/09/96

⁴ La fracción mínima de contenido en estireno en las resinas se ha estimado que es de un 15%, en función de las conversaciones mantenidas con diferentes proveedores de resinas industriales.

⁵ Fuente: Plastunivers. *Jornadas de Composites del Centro Español de Plásticos*. 1999.

Se propone la utilización de tablas de aglomerado en sustitución de la madera de pino virgen, de esta manera la empresa estaría contribuyendo a la reducción del consumo de recursos naturales y favoreciendo el consumo de productos reciclados.

La realización de esta medida, como las demás, estaría sujeta a los resultados de un análisis técnico de prestaciones y de rentabilidad.

3.6. Valoración Final

Las mejoras de eco-eficiencia se han basado principalmente en la sustitución de las resinas y gel coats que contengan estireno como disolvente por otras materias primas libres de sustancias tóxicas con menor impacto medioambiental.

Las medidas basadas en la mejora de embalajes y contenido de metales pesados en las pinturas se han propuesto solo a nivel cualitativo dado que el esfuerzo necesario para cuantificarlas no se vería compensado con el análisis facilitado por el software Eco-eficiencia Toolkit. Una estimación cuantitativa de estas medidas de eco-eficiencia requiere una investigación más profunda a nivel de proveedores, ya que, por ejemplo, en las fichas técnicas de las pinturas de recubrimiento de piezas industriales no se suele reflejar el contenido de metales pesados.

Estimaciones de las mejoras en las emisiones atmosféricas

En la siguiente tabla se describe el contenido de estireno actual de las materias primas del proceso de producción de PRFV.

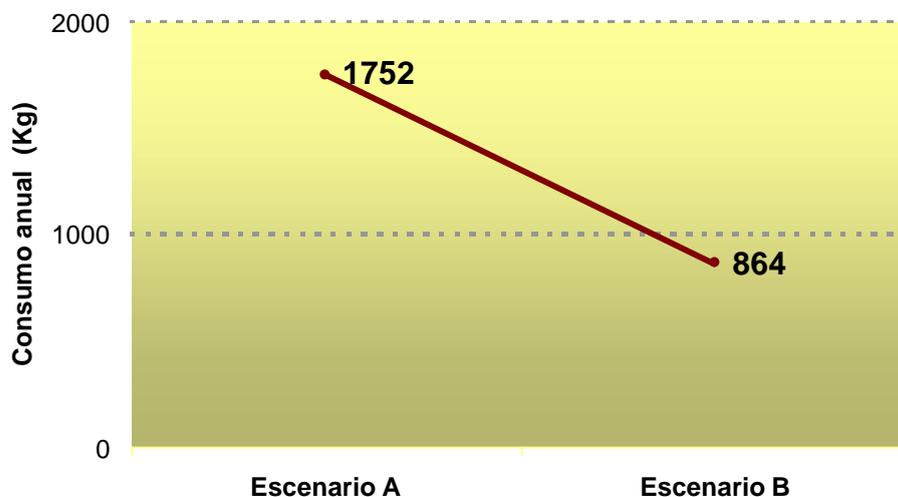
Tabla 6. Contenido de estireno en las materias primas (situación actual)

Materia Prima	Contenido en Peso de Estireno
Pintura Gel-coat	43% en peso de 934 kg = 402 kg
Resinas de Epoxi y vinilester	43% en peso de 116 kg = 50 kg estireno
Resinas PE	23% en peso de 5642kg = 1.300 kg
TOTAL	1.752 kg estireno

Nota : PE = Poliester

En la Figura 8 se compara la situación de dos escenarios según el consumo de disolventes durante el proceso de fabricación. El actual, escenario A, refleja un consumo anual de 1.752 kg de estireno, mientras que el escenario B representa la mejora propuesta de pinturas exentas de estireno y un máximo de contenido de estireno en las resinas de un 15% en peso, reflejando un consumo anual de 864 kg de estireno.

Figura 8. Consumo Anual de Estireno

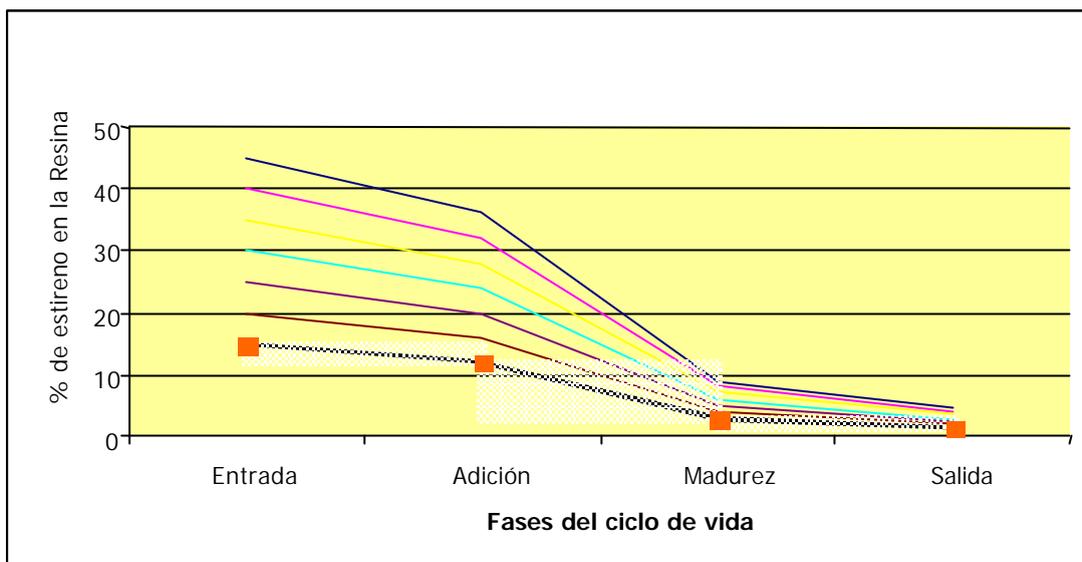


Las emisiones correspondientes de COV's corresponden a las pérdidas expresadas en porcentajes del total del contenido en peso de estireno de las materias primas. Para la estimación de las emisiones de COV's durante el proceso de producción se han distinguido tres fases:

1. La adición de la resina/gel coat al producto
2. La madurez del producto impregnado
3. Evaporación de cantidades residuales

En la Figura 9 se muestran las estimaciones de la evolución del balance másico de estireno en la resina para cada una de las tres fases descritas anteriormente.

Figura 9. Balance Másico del Estireno



Pérdida Adición: 20% de la entrada
 Pérdida Madurez: 60 % de la entrada
 Pérdida Salida: 1% residual

De acuerdo con estas estimaciones, durante la laminación manual de un contramarco de PRFV se emitiría en forma de COV's un 81% del estireno, permaneciendo sólo un 19% del contenido de estireno polimerizado en el producto. A continuación se detallan las implicaciones de estas estimaciones para cada una de las materias primas que contienen estireno.

Estimación de la reducción de emisiones de COV's de las resinas

a) Resina de Poliéster:

- Durante la actividad de la laminación de la pieza se aplican 5.600 kg de resina de poliéster, que contiene un 23% de estireno, es decir unos 1.300 kg. Así pues, podemos estimar según nos indica la Figura 9 las siguientes emisiones o pérdidas:
- Durante la fase de adición se pierden 260 kg estireno, un 20% de la entrada.
- Durante la fase de madurez se pierden 780 kg de estireno, un 60% de la entrada.
- Durante la fase de salida se pierden 13 kg, un 1% residual.

En total se emiten 1.053 kg de estireno en forma de COV's de los 5.600 kg de resina de poliéster consumidos durante el proceso, teniendo en cuenta que ésta contiene un 23% de estireno.

b) Resina de epoxi y viniléster: durante la actividad de laminación del molde se aplican 116 kg de resina que contienen un 43% de estireno, es decir unos 50 kg, se estima que durante las tres fases se emiten un total de 40,5 kg de estireno en forma de COV's.

Según la figura 8, el escenario B representa la mejora propuesta de un máximo de contenido de estireno en las resinas de un 15% en peso, reflejando un consumo anual de 864 kg de estireno durante la actividad de laminación manual de PRFV.

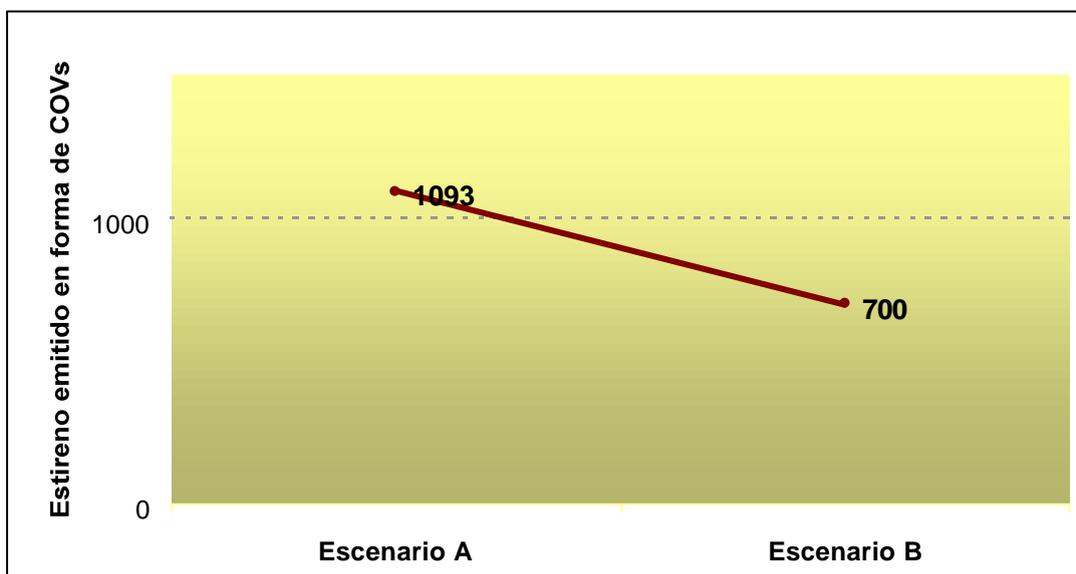
Tabla 7. Estimación del contenido de estireno en las resinas más eco-eficientes propuestas

Materia Prima	Contenido en Peso de Estireno
Resinas de Epoxi y vinilester	15% en peso de 116 kg = 18 kg
Resinas PE	15% en peso de 5.642kg = 846 kg
TOTAL	864 kg estireno

Nota : PE = Poliester

Una vez más, a partir de las estimaciones de la figura 9 se estima que de los 864 kg de estireno de las resinas, considerando las tres fases del balance másico del disolvente, se emitirían en forma de COV's unos 700 kg de disolvente. La figura 10 refleja la variación en las emisiones de COV's entre el escenario actual y el propuesto, correspondiendo a una reducción del 64%.

Figura 10. Comparación de los niveles de emisión de COV's de las resinas en función del contenido de estireno.



Estimación de la reducción de emisiones de COVs de las pinturas

a) Gel - coat

- Durante el pintado del molde se aplican 912 kg de pintura gel coat, que contiene un 43% de estireno (unos 392 kg). Se estiman las siguientes fases de emisión:
- Durante la fase de adición del gel-coat se pierden 78,4 kg estireno, un 20% de la entrada.
- Durante la fase de madurez se pierden 235,2 kg de estireno, un 60% de la entrada.
- Finalmente se pierde un 1% en forma de evaporaciones residuales, representando unos 3,92 kg de estireno.

En total, durante el proceso de aplicación de la pintura al molde se emiten 317,5 kg de estireno en forma de COV's.

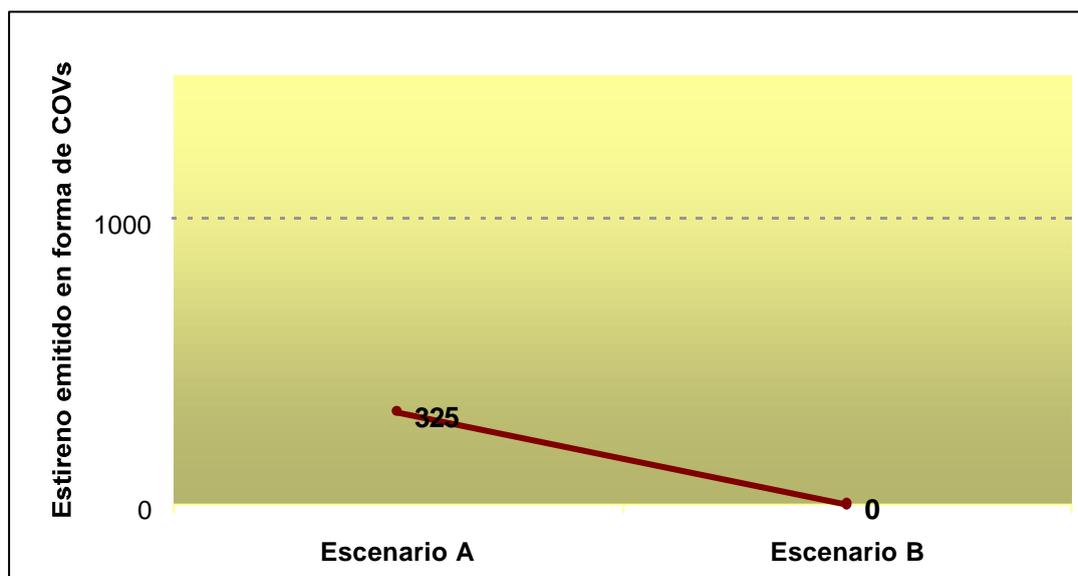
Por otra parte, durante la etapa de acabado de la pieza, en la que se repasa el contramarco, se consumen anualmente 22 kg anuales de gel-coat, conteniendo una fracción de 43% de

estireno, es decir unos 9,5 kg. Según nuestras estimaciones se perderían en forma de emisiones a la atmósfera unos 7,6 kg de disolvente.

Así pues, el total de emisiones en forma de COV's originados por la aplicación de pinturas gel-coat con disolvente estireno en este proceso se estima en 325 kg anuales.

Considerando la mejora propuesta de la aplicación de pinturas libres de disolventes orgánicos, con base acuosa o recubrimientos en polvo, las emisiones de COV's generadas por esta materia prima pasarían a ser nulas, tal como refleja la figura 11 a continuación.

Figura 11. Comparación de los niveles de emisión de COVs de la pintura gel-coat en función del contenido de estireno.



4.2 Eco-compás Final

La figura del Eco-compás obtenida después de aplicar las mejoras sería la siguiente:

UNIÓN ESPAÑOLA DE EXPLOSIVOS

1. Descripción de la empresa



El Grupo UNION ESPAÑOLA DE EXPLOSIVOS, S.A. (UEE) nació hace más de un siglo en la cuenca minera del País Vasco, trasladándose posteriormente su actividad al resto de las zonas mineras españolas. Actualmente emplea a más de 1200 trabajadores en España, donde cuenta con 11 centros de producción, 5 delegaciones comerciales y varias decenas de centros de distribución que cubren completamente todo el territorio nacional.

En el exterior cuenta con centros de producción propios y filiales en Australia, Sudáfrica, Ghana, Isla Mauricio y Bolivia. El volumen de ventas supera los 35.000 millones de PTA, constituyendo la mayor empresa fabricante de explosivos de España y una de las compañías líderes en Europa.

El Grupo UEE opera a través de varias Unidades de Negocio, siendo la más importante la dedicada a los Explosivos Industriales para minería, obra pública y otras aplicaciones civiles. Otras Unidades de Negocio se dedican a la fabricación de Cartuchería Deportiva, Sistemas de Iniciación de Explosivos, Nitroquímica y Defensa.

Ya desde el inicio de su actividad empresarial, UEE concedió una gran importancia a todos los aspectos relacionados con la Seguridad y el Medio Ambiente de sus instalaciones. Este interés fue motivado por haber tomado conciencia de la peligrosidad intrínseca de los materiales que se manejaban, como también por el temprano énfasis que se asignó al reciclado y recuperación de subproductos de la fabricación de explosivos, lo cual motivó que ya desde 1940 disponía UEE de fábricas integradas en las que los ácidos residuales procedentes de la nitración de glicerina se trataban para recuperar ácido nítrico y fabricar abonos a base de superfosfatos.

Entre otras actuaciones, la especial preocupación de UEE por la Seguridad y el Medio Ambiente se ha manifestado en los últimos años por la adhesión al acuerdo voluntario denominado "**Compromiso de Progreso**" (Responsible care), establecido por las industrias químicas a nivel mundial para la mejora continua de seis aspectos estratégicos de la gestión empresarial entre los que se cuentan la Seguridad de los Procesos, la Seguridad y la Salud Laboral y, como aspecto destacado, la Protección del Medio Ambiente.

1.1. Descripción del centro productivo.

La Fábrica de Páramo de Masa de UEE se sitúa a 30 km de la capital burgalesa en dirección Norte por la carretera N-623, en un emplazamiento con una extensión superior a 2.600 hectáreas. Establecida en 1980, constituye la planta más moderna de Europa para la producción de los Explosivos Gelatinosos (denominados comúnmente Dinamita-Goma) y dispone de un Sistema de Gestión de la Calidad certificado por AENOR de acuerdo a la norma ISO-9001.

La capacidad de producción de la fábrica se sitúa en 15.000 toneladas al año, mientras que la capacidad de almacenamiento asciende a 1.670 toneladas de producto terminado. La producción se dirige tanto al mercado nacional como al de exportación.

El personal de la fábrica lo forman 129 trabajadores, de los cuales 25 son técnicos, 22 empleados de diversa cualificación y el resto operarios de producción.

1.2. Objetivos de UEE dentro del programa de eco-eficiencia.

La Política Medioambiental de UEE establece, de acuerdo a los términos recogidos en los principios del Compromiso de Progreso (Responsible Care), que UEE se compromete a una mejora continua en el aprovechamiento de los recursos y a la disminución progresiva del impacto medioambiental que pueda producir su actividad empresarial, ya que el Medio Ambiente tiene para UEE una consideración prioritaria en los análisis y determinaciones relativas a los procesos productivos y de distribución.

Dentro de este contexto, UEE se esfuerza en utilizar, de la mejor manera posible, sus recursos y reducir la producción de residuos, asegurándose que su eliminación respeta la Seguridad y el Medio Ambiente. Para ello, se estimula la creatividad, formación, iniciativa y sentido de responsabilidad de todo el personal en materia de Medio Ambiente, atendiendo preferentemente los diseños y decisiones a los tratamientos preventivos frente a los correctivos.

La Fundación Entorno, conociendo los términos de la Política Medioambiental de UEE, se puso en contacto con la Dirección Corporativa de Medio Ambiente de la empresa para solicitar su colaboración dentro de la "Iniciativa Eco-eficiencia", para incluir y enmarcar en la misma las actividades que se están desarrollando en UEE para la mejora continua en el ámbito de la prevención de la contaminación y del desarrollo sostenible.

En consecuencia, UEE se comprometió a participar como empresa-modelo en el Programa "Iniciativa Eco-eficiencia" ya que está convencida del enorme potencial que la Eco-eficiencia tiene para el sector industrial en general y el químico en particular, puesto que establece una metodología y una sistemática de investigación que conllevan una vía para la localización y cuantificación de mejoras que preserven los recursos naturales, minimicen el impacto medioambiental de los procesos industriales y, globalmente, conduzcan a la aplicación de tecnologías progresivamente más limpias para la obtención de los productos que la sociedad demanda a las empresas.

2. Descripción del producto y del proceso.

El producto más importante que se fabrica en Páramo de Masa es la Goma denominada 2EC, cuyas características la hacen líder en el mercado español de las Dinamitas. Este producto se obtiene por mezclado y amasado de los componentes, tras lo cual la pasta obtenida se encartucha en papel parafinado o en film de polietileno y se envasa para la expedición al cliente. Todas estas operaciones se realizan bajo estrictas condiciones de seguridad del proceso, minimizando los riesgos inherentes al manejo de estos productos. En la Figura 4-2 se muestra el esquema del proceso de fabricación aplicado por UEE para la producción industrial de la Goma 2EC.

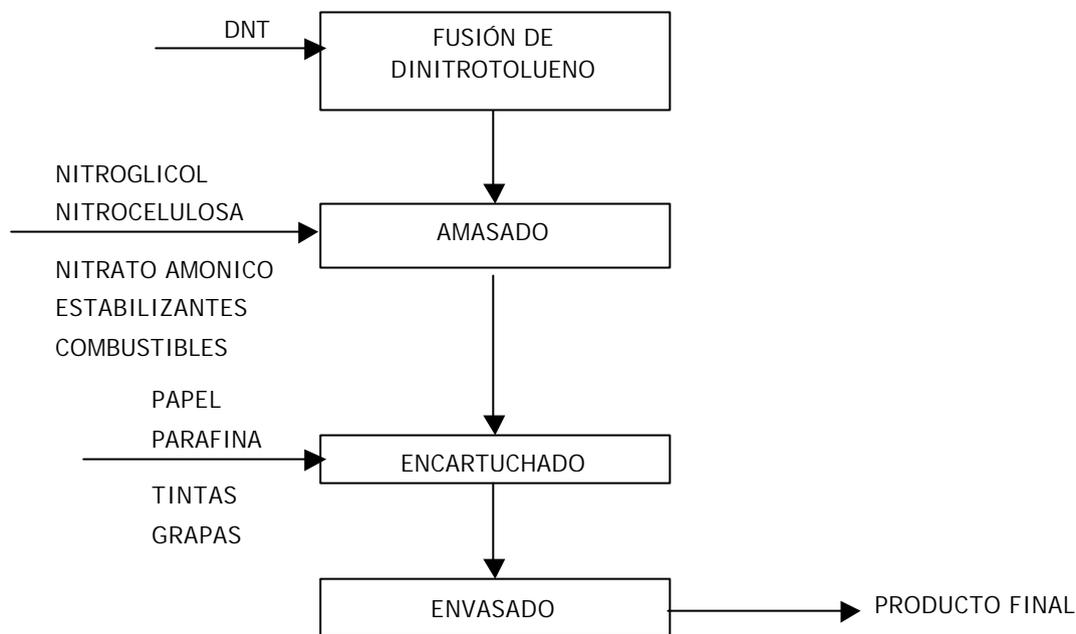
Durante su utilización en las voladuras, el explosivo detona y libera su energía química en un reducido espacio de tiempo, dando lugar al trabajo mecánico que ocasiona la fragmentación de la roca en minería, obras públicas, etc.

Hace ya dos años, UEE comenzó a investigar posibles variaciones en la formulación de la Goma 2EC, tendentes a reducir la concentración de Dinitrotolueno (DNT) en la formulación, producto altamente tóxico que es utilizado desde hace décadas en la industria de explosivos por su contribución a la energía térmica del producto y por tanto a la energía desarrollada en la detonación del explosivo.

El objetivo era obtener un explosivo con el mínimo DNT, que mantuviera los niveles de energía mediante la adición de otros materiales inocuos. Este objetivo se ha logrado y superado, ya que se ha conseguido eliminar el uso del DNT y se ha desarrollado una nueva formulación denominada Goma 2ECO, que tiene ventajas ambientales adicionales ya que la

generación de humos de monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NOx) durante su detonación es mucho menor que los correspondientes a la Goma 2EC a la que substituye.

Figura 2.1. Esquema del proceso de fabricación del explosivo Goma 2EC.



3. Diseño de mejoras

UEE ha seleccionado la reducción en origen del DNT, mediante un cambio en el diseño del producto que supone netas mejoras medioambientales puesto que se disminuyen los riesgos asociados a la utilización de este material tóxico.

El objetivo inicial se ha obtenido y superado, ya que la reducción primeramente deseada se ha extendido hasta la eliminación total del DNT, lo cual ha permitido el desarrollo de un nuevo producto denominado Goma 2ECO (“Goma sin DNT”) por UEE.

Esta eliminación ha permitido también la simplificación del proceso ya que se evita la necesidad de aplicar la etapa de fusión del DNT, ya que este material es sólido a temperatura ambiente y precisa su fusión a más de 70°C para utilizarlo en el proceso de fabricación de la clásica Goma 2EC. El resto de las etapas del proceso de la Goma 2ECO permanecen invariables respecto de las correspondientes a la Goma 2EC. En las figuras 3.1. y 3.2. se describen gráficamente tanto el proceso de fusión en la fabricación de la Goma 2EC como el proceso de dosificación de la Goma 2ECO.

Esta mejora ha supuesto profundos cambios en la formulación del explosivo, ya que el efecto energético del DNT ha tenido que ser emulado mediante variaciones en las proporciones de los materiales energéticos (Nitrocelulosa y Nitroglicol), pero también a base de la incorporación de pequeñas cantidades de nuevos materiales combustibles no tóxicos, de naturaleza confidencial. El resultado final ha sido un nuevo producto explosivo que mantiene todas las propiedades que dan valor al producto en cuanto a su utilidad para los clientes.

Figura 3.1.: Etapa de fusión y dosificación de la Goma 2EC

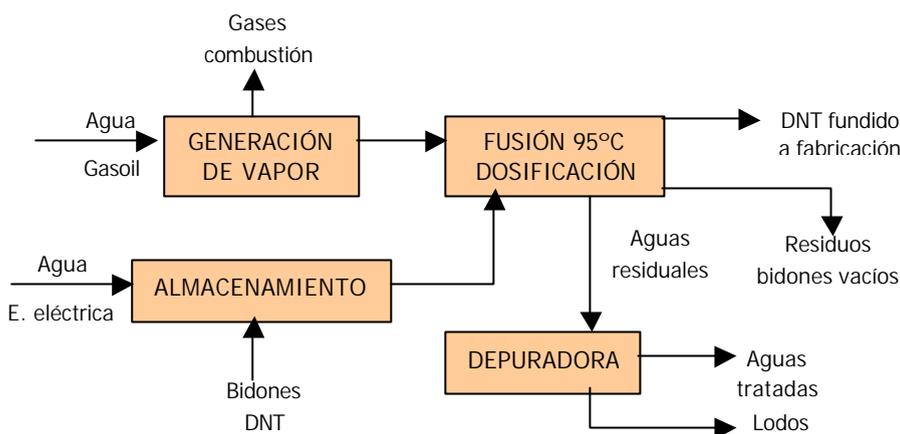
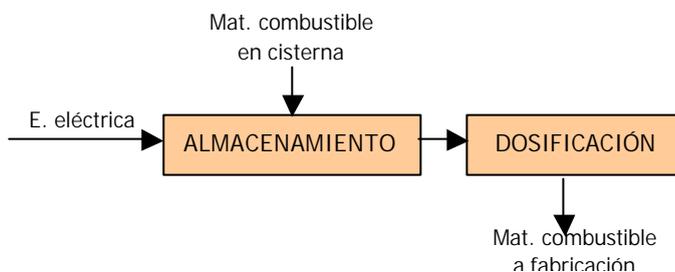


Figura 3.2.: Etapa de dosificación de la Goma 2ECO



3.1. Estudio de indicadores medioambientales.

La Goma 2ECO (sin DNT) presenta unas características totalmente equivalentes a la Goma 2EC (con DNT), en cuanto a su utilización por los clientes. La energía, densidad, volumen de gases, potencia y la velocidad de detonación tienen valores prácticamente iguales en ambos tipos de explosivos, con ligera ventaja a favor de la Goma 2ECO.

En cuanto a los parámetros medioambientales ligados a la utilización del producto, la Goma 2ECO manifiesta una neta mejora en cuanto a los humos de CO y NOx emitidos en la detonación, tal como se indica a continuación:

- Goma 2ECO, 9 litros/kg;
- Goma 2EC, 21 litros/kg.

Por tanto, se obtiene una reducción del 68% en este indicador medioambiental, de gran importancia en cuanto a la generación de gases durante las voladuras.

Por lo que se refiere a los parámetros ligados a la fabricación del producto, la Goma 2ECO no contiene DNT y por tanto se reducen a cero los siguientes indicadores medioambientales cuyos valores son los siguientes para la clásica Goma 2EC:

- Tratamiento de efluentes: 1.600 m³/año que han de ser tratados mediante separación de lodos en decantador y carbón activado a un coste de 800 PTA/m³ incluido bombeo, mano de obra y todos los gastos de la instalación depuradora.

- Consumo de agua: 2.800 m³/año que incluyen el agua del vertido y el agua evaporada en la superficie del baño de agua caliente en el cual se realiza el calentamiento de los bidones de DNT hasta la fusión del producto.
- Gestión de residuos: 110 toneladas/año de lodos de depuración de aguas que han de ser envasados y entregados a gestor autorizado a un coste de 6,25 PTA/kg, incluido transporte. Adicionalmente, 3.500 bidones metálicos vacíos al año, que no se pueden devolver al proveedor por el elevado coste de transporte.
- Emisiones a la atmósfera derivadas del combustible: 4.000 litros/año de gasóleo, utilizados en la caldera que genera el vapor necesario para el mantenimiento del DNT fundido.
- Energía eléctrica: 32.000 kWh/año utilizados en el bombeo del circuito de agua caliente, necesarios para mantener el baño de agua caliente en el que se realiza la fusión y almacenamiento de los bidones metálicos standard que contienen DNT.
- Utilización de superficie: 135 m² de la instalación de almacenamiento y fusión del DNT.
- Riesgos laborales debidos a la peligrosidad del DNT, ya que es un compuesto tóxico (clase 6.1 del ADR) y carcinógeno (clase A2; provoca cáncer en animales de laboratorio).

Para la Goma 2ECO (sin DNT), todos estos indicadores pasan a tener un valor cero, de lo cual se deriva una importante mejora medioambiental en cuanto al impacto sobre las emisiones atmosféricas, el vertido de aguas residuales, la generación de residuos y el consumo de recursos naturales.

3.2. Costes medioambientales

Teniendo en cuenta la reducción de los indicadores medioambientales, el ahorro de costes ligados a la fabricación de Goma 2ECO se estima en los siguientes valores mínimos:

- Tratamiento de efluentes: 1.280.000.- PTA/año;
- Gestión de residuos: 687.500.- PTA/año;
- Energía eléctrica y térmica: 460.000.- PTA/año.

Las mejoras en otros costes medioambientales resultan de difícil valoración, pero indudablemente suponen beneficios económicos directos que repercuten favorablemente para el medio natural. Entre estos se encuentran los siguientes:

- Reducción en el coste de transporte de las materias primas. Por su naturaleza sólida, el DNT se recibe en bidones metálicos de 200 litros, suministrados por un proveedor situado a más de 2.000 km, mientras que el material combustible que actúa de sustituto se recibe en cisternas a granel desde las instalaciones de un proveedor que se encuentra a menos de 600 km de la Fábrica de Páramo de Masa. Esta gran reducción en el recorrido del transporte ocasiona menores emisiones de gases de combustión y una notable disminución en el consumo energético necesario para el traslado de la materia prima desde el punto de fabricación al de su utilización en UEE.
- Disminución del tiempo de operación. La variación del tipo de envase, al pasar de bidones a cisterna a granel, elimina los tiempos de manejo manual de bidones en las operaciones de descarga, fusión y retirada de envases vacíos. El envasado a granel produce beneficios medioambientales ya que se utilizan menos recursos naturales para el suministro de la materia prima a la línea de producción de explosivo.

Desde un punto de vista económico, el desarrollo de la nueva Goma 2ECO ha supuesto una serie de gastos de I+D, de ensayos piloto y de obtención de la marca CE, pero todos estos costes se están recuperando por la importante contribución de los ahorros mencionados anteriormente.

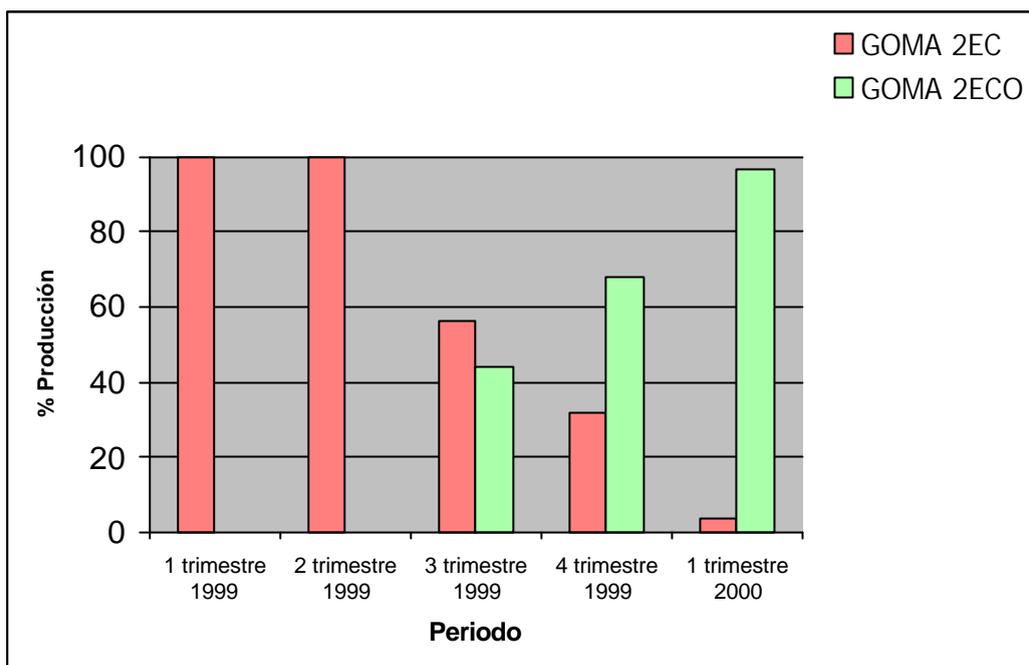
La realización práctica de los referidos ahorros está resultando muy efectiva ya que la aceptación del nuevo producto por parte de los clientes está siendo muy rápida, como se deduce de los siguientes ratios relativos de producción real de Goma 2EC y Goma 2ECO, en unidades relativas:

- Año 1998: 100% Goma 2EC y 0% Goma 2ECO
- Primer trimestre de 1999: 100% Goma 2EC y 0% Goma 2ECO;
- Segundo trimestre de 1999: 100% Goma 2EC y 0% Goma 2ECO;
- Tercer trimestre de 1999: 56% Goma 2EC y 44% Goma 2ECO;
- Cuarto trimestre de 1999: 32% Goma 2EC y 68% Goma 2ECO;
- Primer trimestre de 2000: 3,6% Goma 2EC y 96,4 % Goma 2ECO.

Esta gran aceptación también se manifiesta por la ausencia de quejas de clientes derivadas de la utilización de la nueva Goma 2ECO.

En el diagrama 3.3. se describe la progresión realizada en U.E.E. en la producción de la Goma 2EC frente a la Goma 2ECO.

Diagrama 3.3: Evolución comparativa de la producción de la Goma 2EC y la Goma 2ECO.



3.3. Análisis de eco-eficiencia: eco-compás

Una vez analizado tanto el proceso de fabricación de la Goma 2EC frente a la Goma 2ECO, así como el impacto derivado del producto en sí, y sus costes ambientales, se estudian a continuación los indicadores medioambientales utilizados en este ejemplo. Analizando estos indicadores, se puede obtener una representación esquemática de los mismos, el **“Eco-compás”**, en el que se observa de manera gráfica las mejores producidas en las diferentes variables medioambientales utilizadas.

Los vértices del Eco-compás, así como su valor para el caso de la mejora realizada por UEE se describen a continuación:

- **Transporte:** La variación en el impacto derivado del transporte se circunscribe, en este caso, al transporte de las materias primas, DNT y material combustible, utilizadas en ambos productos. El resto de transporte asociado a los procesos estudiados, resto de materias primas, o al producto final al consumidor, se mantiene invariable en la mejora.

El DNT, utilizado en la fabricación de la Goma 2EC, es suministrado en camiones de 16 T desde Polonia, a una distancia de 2.400 km. Este transporte conlleva un impacto asociado de 1.301.621

Por otro lado, el material combustible utilizado en la Goma 2ECO se suministra en cisternas, en camiones de 16 T por carretera, estando su origen a 600 km de la planta de Páramo de Masa. Su impacto asociado es de 325.405 lo que supone una mejora de un 75%.

- Producción de vertidos, emisiones y residuos: La mejora producida en este indicador ambiental es espectacular, pasando de un vertido de 1600m³/año (0,14kg/kg producido) de aguas residuales y una producción de 110T/año de residuos peligrosos (0,0094 kg/kg producido) en el proceso de referencia, a un vertido y generación de residuos cero en la etapa de fusión y dosificación de la mejora diseñada.

Igualmente se ha eliminado la generación de residuos de bidones de DNT: unos 3.500 bidones/año (lo que suponía unos 0,0045 kg/kg producido)

Es de destacar que, aun cuando no se dispone de datos cuantificados, también se han reducido las emisiones a la atmósfera debidas a la caldera empleada para la generación de vapor en la etapa de fusión del DNT.

- Intensidad energética: La mejora diseñada ha producido una reducción del consumo energético, tanto debido al combustible empleado en la generación de vapor (gasóleo), como a la energía eléctrica necesaria para la fusión. Así, se ha pasado de un consumo total de 72.222 kwh/año (0,006 kwh/kg producido), a 312 Kwh/año, ($2,6 \times 10^{-5}$ kwh/kg producido) debido a la utilización de una bomba en la descarga del material combustible de la cisterna.
- Sustancias tóxicas y peligrosas: La mejora diseñada ha reducido el porcentaje de materias carcinogena en el producto final de una manera más que apreciable, pasando de un 6,9% en la Goma 2EC a un 0% en la Goma 2ECO.

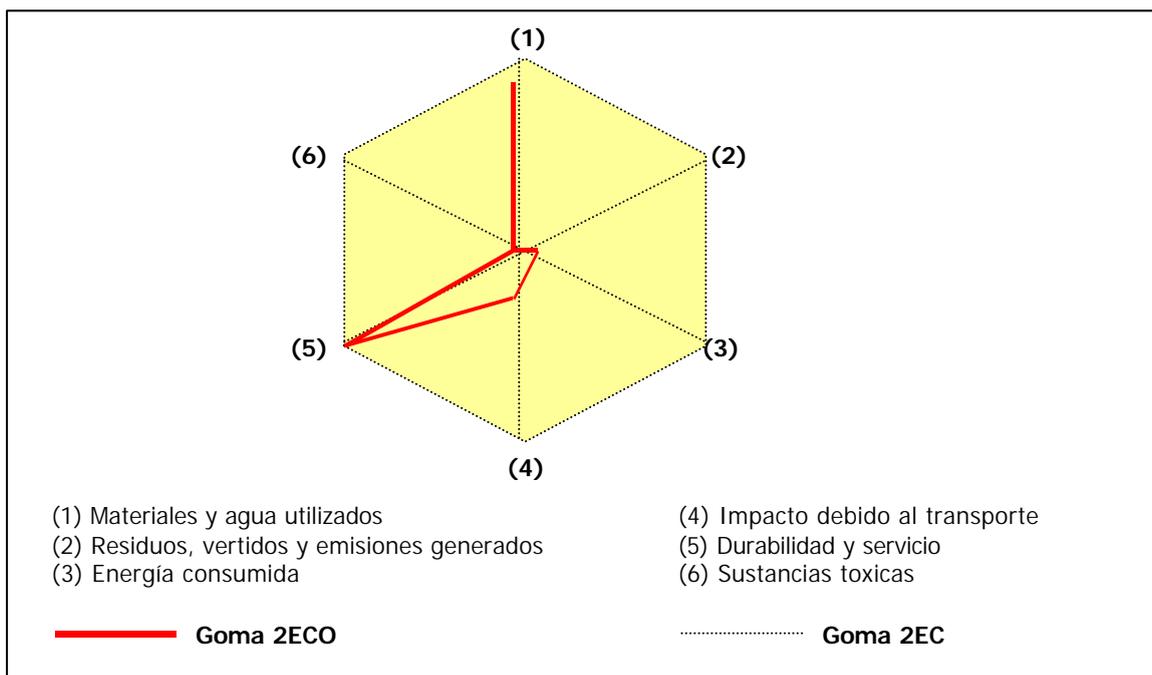
Por otra parte, si se considera el contenido total de sustancias tóxicas y peligrosas (incluyendo las sustancias explosivas, necesarias para el funcionamiento intrínseco del producto), la mejora supone un paso de un 96,1% en la Goma 2EC a un 89.2% en la Goma 2ECO.

- Servicio: El número de usos del producto ha quedado invariable al realizar la mejora, dado que por las propias propiedades de este producto sólo es posible utilizarlo una vez.

En la figura 3.4. se incluye la representación gráficas (Eco-compás) obtenida para la mejora del producto, al pasar de la fabricación de la Goma 2EC a la Goma 2ECO. En este caso se ha considerado, para el indicador de sustancias tóxicas y peligrosas (vértice 6), sólo las sustancias carcinogénicas incluidas en el producto.

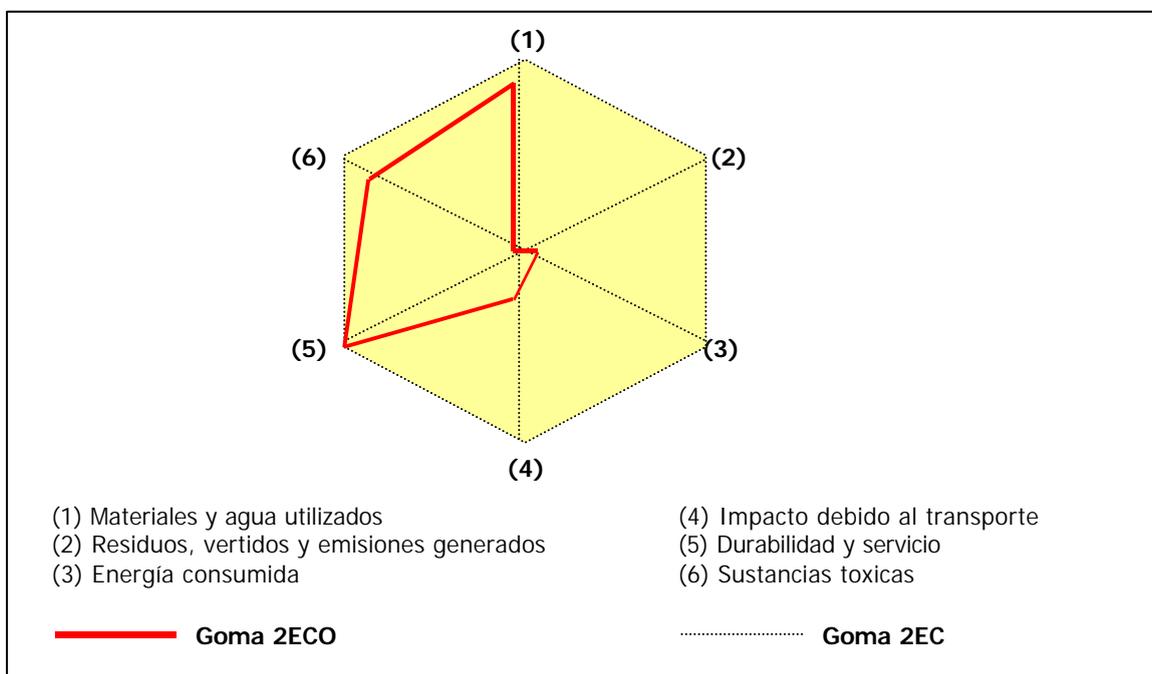
En la figura 3.5. se incluye el Eco-compás considerando para el indicador de sustancias tóxicas y peligrosas el contenido tanto de sustancias carcinogénicas como las sustancias explosivas incorporadas al producto final.

Figura 3.4. Eco-compás de mejora para las etapas de fusión y dosificación



Supuesto considerando sustancias peligrosas sólo carcinógenas. El vértice 2 tan solo contabiliza la reducción de residuos y vertidos, ya que su homóloga en emisiones no ha sido cuantificada.

Figura 3.5. Eco-compás de mejora



Supuesto considerando sustancias peligrosas carcinógenas y explosivas. El vértice 2 tan solo contabiliza la reducción de residuos y vertidos, ya que su homóloga en emisiones no ha sido cuantificada

La mejora aplicada por UEE dentro del Programa "Iniciativa Eco-eficiencia", ha consistido en el desarrollo de la Goma 2ECO, que se caracteriza por la total eliminación del Dinitrotolueno (DNT) de la formulación del explosivo. Este nuevo producto permite lograr unas importantes

mejoras medioambientales en cuanto al menor consumo de recursos naturales y de productos peligrosos, así como en una neta disminución en los vertidos, las emisiones y la generación de residuos.

Esta mejora ha supuesto la obtención de un nuevo producto explosivo que mantiene todas las características de potencia y energía requeridas por los clientes, a la vez que aporta una significativa disminución de los volúmenes de monóxido de carbono (CO) y de óxidos de nitrógeno (NOx) generados en la detonación del explosivo. Por tanto, se reduce en un importante factor el volumen de estos gases tóxicos producidos con motivo de las voladuras, lo cual supone una importante mejora para la utilización del producto por parte de numerosos clientes.

Por tanto, los resultados obtenidos ponen de manifiesto que la protección del Medio Ambiente no está en contraposición con la obtención de mejoras en las características técnicas y comerciales de los productos. De hecho, la eliminación del DNT en la formulación del explosivo ha servido para bajar el coste de producción y a la vez para mejorar el resultado de los indicadores medioambientales.

A la vista de la gran capacidad del concepto de Eco-eficiencia para orientar, sistematizar y cuantificar las mejoras medioambientales, UEE se ha planteado el objetivo de seguir aplicando esta metodología en otros campos de desarrollo de sus procesos y productos (cartuchería deportiva sin perdigón de plomo, explosivos iniciadores sin compuestos de plomo, etc), para los que podrá servir de útil herramienta encaminada a la mejora continua y a la búsqueda de nuevas oportunidades de contribución al desarrollo sostenible en el ámbito industrial.

INITEC

1. Descripción de la empresa

INITEC (Empresa Nacional de Ingeniería) es una empresa líder en el sector de la ingeniería española, tanto por el número de proyectos realizados como por sus recursos humanos y tecnológicos, por su continuado esfuerzo en Formación e Innovación Tecnológica y por su capacidad de exportación.

Es, igualmente, una empresa con una amplia gama de productos, puesto que desarrolla sus proyectos en todas las áreas de los sectores industrial y civil, con especial relevancia en los campos de la generación de energía eléctrica y de la petroquímica.

Su oferta de servicios abarca desde los estudios de viabilidad hasta la puesta en marcha de la instalación proyectada, incluyendo la realización de plantas "llave en mano". Desde el inicio de sus actividades, en los años sesenta, INITEC ha realizado miles de proyectos y la calidad de sus trabajos está avalada por referencias en más de cincuenta países.

Así, los proyectos de INITEC comprenden plantas de proceso, instalaciones de refino y otras plantas industriales, en Iberoamérica, Oriente Medio, Norte y Sur de África, Europa Oriental; Centrales Térmicas, en América del Norte, Central y del Sur, Norte de África y Extremo Oriente; Centrales Nucleares y otras instalaciones radiactivas, así como variados trabajos en todos los sectores de la ingeniería civil en numerosos países.

La política exportadora de INITEC se basa en la aportación de valor al cliente y acuerdos con empresas locales que facilitan el desarrollo de los trabajos y una transferencia real de tecnología.

La continua relación con socios y tecnólogos de primera línea, sitúan a INITEC en condiciones de proporcionar la mejor oferta de servicios. De esta forma la empresa puede responder a cada requerimiento, adecuando los medios óptimos y precisos con la seguridad de conseguir con eficacia los resultados previstos.

INITEC posee una amplia capacidad de gestión para desarrollar cualquier tipo de proyecto, apoyada en una gran experiencia en el uso de modernos sistemas informáticos de diseño en 3 dimensiones y de gestión integrada de la información.

Una plantilla de cerca de 1.000 personas, de las cuales el 85% son técnicos y, de ellos, el 65% son titulados, apoyados por las nuevas tecnologías y continuos programas de formación, permiten desarrollar cada estudio o proyecto con la máxima calidad.

INITEC es la primera empresa de ingeniería española que obtuvo la certificación de acuerdo con la Norma ISO 9001, concedida por AENOR, miembro de IQNet (The International Certification Network).

El Ejercicio 1998 ha sido muy positivo, con unos beneficios después de impuestos de 358 millones de pesetas, un 14% mejores que el año anterior. Este resultado está basado en la actividad ordinaria de la Empresa cuyos beneficios han sido de 481 millones de pesetas, un 20% superiores a 1997.

1.2. Objetivos de INITEC dentro del programa eco-eficiencia

Con la implantación y la posterior certificación de nuestro Sistema de Gestión Medioambiental se intensificaron, en nuestra Compañía, las acciones tendentes a la protección del entorno, iniciadas en años anteriores.

La falta de una metodología y de las correspondientes herramientas, nos impedía realizar, a priori, estimaciones fiables sobre los resultados de la aplicación de distintas alternativas.

A través de nuestra relación con la Fundación Entorno, Empresa y Medio Ambiente conocimos la Iniciativa Eco-Eficiencia, promovida en España por la citada Organización.

Entendimos que nuestra adhesión a la Iniciativa Eco-Eficiencia nos pondría en contacto con técnicas que nos permitirían la modelización de situaciones y la valoración de alternativas, lo que contribuiría a que dispusiéramos de más elementos de juicio para la toma de decisiones.

2. Descripción del producto y del proceso

El centro del negocio en INITEC lo constituyen básicamente servicios de ingeniería, es decir, no producimos elementos físicos como lavadoras o postes de hormigón.

Por lo tanto, el objeto del estudio solo podía ser un proyecto de los que realiza la compañía.

Dispusimos de varias opciones para elegir, resultando elegida el proyecto de "Diseño y Ejecución de la Central Térmica YAHEKOU" en China por ser representativa de la actividad normal de la empresa y porque su finalización es reciente, con lo cual la información sobre la que podemos trabajar es más fiable y exacta.

La central es la primera de su tipo construida en China por un consorcio español. Está situada en la provincia de Henan, próxima a la ciudad de Nanyang 1.000 km. al sudoeste de Pekín.

Consta de 2 grupos generadores de energía eléctrica de 350 MW cada uno y dispone de emplazamiento para una futura ampliación. Emplea como combustible una mezcla de semiantracitas y carbones bituminosos procedentes de minas de la zona.

INITEC realiza el proyecto de ingeniería, incluyendo ingeniería civil, mecánica, eléctrica y de instrumentación y control, participando así mismo en la supervisión de la puesta en marcha de la planta.

La duración total del proyecto fue de 5 años, participando unas 40 personas y realizando una media de 59.849 horas por cada año.

2.1. Descripción del proceso

A continuación se describen las fases de las que consta nuestro producto, que es la realización de un proyecto.

1. OFERTA

- **Petición de Oferta**

Esta fase la realiza el potencial cliente de INITEC que solicita la elaboración de una oferta para la realización de una central térmica del tipo indicado arriba.

El cliente envía normalmente por correo ordinario una documentación en papel que contiene la solicitud de la oferta.

- **Realización de la Oferta**

En esta fase, con la documentación recibida del cliente, se determina el precio y el plazo para la realización del trabajo.

Para determinar estos 2 parámetros, se distribuye una copia en papel de la petición de oferta recibida por parte del cliente a los departamentos para que ellos evalúen el coste de la "ingeniería básica" (fundamentalmente se refiere a tareas de coordinación durante la ejecución del proyecto) y la "ingeniería de detalle" (implica la generación de especificaciones, planos para fabricar-comprar-construir-montar). Tanto los planos como las especificaciones nacen de la realización de una serie de cálculos.

La realización de la oferta implica una labor de coordinación con el cliente que a su vez conlleva el envío-recepción de faxes, asistencia a reuniones, algún viaje, conversaciones telefónicas, etc.

Los jefes de las disciplinas (departamentos) son los encargados de valorar en horas (titulado, no-titulado, administración) la ejecución de su parte en el futuro proyecto, esta información se la proporcionan a los comerciales en papel.

El departamento comercial con la información de los departamentos y unos baremos propios prepara entonces la oferta que se plasma en el documento denominado "OFERTA".

Este documento y varias copias en papel son entregados en mano al cliente (en un viaje si es necesario), por temas de confidencialidad.

- **Aclaraciones a la Oferta**

Al principio de esta fase las aclaraciones entre cliente e INITEC son de tipo técnico, pasando progresivamente a ser de carácter económico. Se producen una gran cantidad de llamadas, faxes, reuniones, etc. entre el cliente y el departamento comercial. A su vez, comercial puede solicitar datos o documentos a las disciplinas .

- **Negociación**

Se recibe la carta de intención en la que se plasma el compromiso del cliente de concedernos la realización del trabajo, aun así se producen aclaraciones y negociaciones más bien de tipo económico-financiero.

Se pueden producir alguna reunión, conversación y demás durante esta fase.

2. CONTRATO

Firma física del contrato, habitualmente en las oficinas de INITEC.

3. EJECUCIÓN

- **Ejecución**

Intervienen los grupos Mecánico, Tuberías, Obra Civil, Electricidad e Instrumentación, siendo el primero de ellos el que lleva la batuta dado que lo más importante en una instalación de este tipo es el equipo principal (la turbina que al moverse genera la electricidad por medio de un alternador). Cada departamento realiza las tareas propias de su disciplina utilizando y proporcionando información y documentación de/a los otros grupos.

Al final de este periodo, lo que se obtiene son especificaciones, planos y diagramas para comprar, fabricar, construir y montar. El germen de estos documentos son los cálculos realizados. Los documentos suelen darse al cliente tanto en papel como en soporte electrónico.

- los planos representan disposiciones físicas.
- los diagramas representan disposiciones lógicas.
- los cálculos se hacen basándose en unos datos de partida que vienen del cliente, del emplazamiento, de los fabricantes, de la normativa de diseño, etc.

Todo esto está unido por el pegamento de la coordinación.

- **Puesta en Marcha**

Normalmente, comprende la cesión de personal a la obra para realizar la supervisión del montaje, pruebas, inicio del funcionamiento, etc. Además se realizan unos manuales o procedimientos de operación de la planta que serán utilizados por el personal que trabajará en la instalación.

También se toman notas para la elaboración de un informe final sobre el proyecto. En este punto, la comunicación entre la obra y la ingeniería es vital, aunque no lo es menos etapas más tempranas del proyecto.

- **Garantía**

No se suelen producir modificaciones físicas en la planta una vez que ésta se encuentra en funcionamiento, aunque sí que hay una labor de retroalimentación para futuros proyectos; los beneficios de la retroalimentación son claros y numerosos, y se pueden resumir en una sola frase sencilla: "No tropezar 2 veces con la misma piedra"

Descomposición jerárquica del producto

INSTALACIÓN	PRODUCTO	PROCESOS	ETAPAS	ACTIVIDADES
INITEC MADRID	PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE CENTRAL "YAHEKOU"	DISEÑO CENTRAL DE 350 MW	OFERTA	<ul style="list-style-type: none"> - Petición de oferta - Recepción solicitud oferta - Ingeniería básica - Ingeniería de detalle - Entrega oferta cliente - Aclaraciones a la oferta - Negociaciones de la oferta
			CONTRATO	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboración del contrato - Negociación del contrato - Firma del contrato
			ELABORACIÓN PROYECTO	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio básico proyecto - Diseño proyecto - Cálculos - Presupuesto - Delineación
			EJECUCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> - Asistencia técnica en construcción - Asistencia técnica en puesta en marcha - Informe final proyecto - Elaboración manuales de operación - Asistencia al cliente
			OPERACIONES AUXILIARES	<ul style="list-style-type: none"> - Secretariado - Viajes y transportes - Visitas - Comidas - Xerografía y ploteado - Mantenimiento edificio - Staff directivo

3. Diseño de mejora

El producto que centra la actividad principal de INITEC es la realización de proyectos de ingeniería. Tras un análisis detallado de como se lleva a cabo este proceso en la actualidad, con el fin de aportar ideas y soluciones para una mejor consecución de los objetivos de la empresa aumentado la eco-eficiencia, se describen a continuación algunas propuestas de mejora agrupadas en varias áreas. Naturalmente, se relacionan aquellas en las que los ahorros/mejoras serían significativos.

VIAJES / VIDEOCONFERENCIA

Durante la vida de un proyecto, desde que se tiene conocimiento de una nueva oferta hasta bastante después de que el proyecto ha finalizado, muchos miembros del grupo que participa en el proyecto tienen la necesidad de realizar viajes.

En ocasiones es el propio cliente el que se desplaza hasta nosotros, pero lo más frecuente es lo contrario. Mas del 40% de nuestras actuaciones se producen fueran del territorio nacional por lo que los desplazamientos pueden ser desde unos pocos cientos de kilómetros hasta varios miles.

Un viaje típico incluye diversos costes ambientales y económicos:

- viaje en avión normalmente, aunque puede ser también en coche o autobús; en cualquier caso, se produce un gran consumo de combustibles y ruidos (sobre todo en las cercanías de los aeropuertos) que afectan negativamente al medioambiente.
- traslados al hotel, suponen también gasto de productos de combustión.
- desplazamiento a los lugares de la reunión o emplazamiento de la obra; al igual que los anteriores afectan negativamente al entorno.
- coste de las dietas; si bien, no están directamente implicados en el deterioro del entorno suponen un gasto adicional para la empresa que podía disponer de esos fondos para otros menesteres.
- tiempo empleado durante todo el viaje, desde que la persona ha de presentarse 45 minutos antes en el aeropuerto, la duración del vuelo, los traslados al hotel, a la obra, días de descanso compensatorio, etc.; realmente no supone un coste directo medioambiental pero se hace uso de un recurso sin aportar absolutamente nada positivo ni en los objetivos de la empresa ni a efectos eco-eficientes.
- seguros de viaje, ya que el riesgo de sufrir un accidente es mayor, la empresa ha de contemplar esta posibilidad contratando ciertas pólizas de accidente, extravío de equipajes o material; esto se revela también como un coste directo sin valor añadido alguno.
- compra y/o alquiler de vehículos que las empresas suelen disponer para hacer posible estos desplazamientos, generando el coste de adquisición de estos vehículos.

Las nuevas tecnologías, que ya no lo son tanto, nos permiten plantear un enfoque distinto para llevar a cabo los objetivos de la empresa (el proyecto) reduciendo enormemente el impacto medioambiental de nuestras actividades operativas.

La herramienta que se perfila como alternativa real a los viajes es la vídeo/multiconferencia. Con la utilización de esta tecnología podemos reducir drásticamente el número de viajes que se realizan durante un proyecto. Por supuesto, esta opción también conlleva sus costes e inconvenientes.

- compra o alquiler de los equipos (hardware y software) y comunicaciones necesarios para poner en funcionamiento un sistema de este tipo.
- mantenimiento y administración del sistema por personal cualificado.
- resistencia de los usuarios a su uso por el desconocimiento del nuevo medio, e incluso a veces la ausencia de capacidad de adaptación a nuevos entornos de trabajo.

Sopesando pros y contras de ambos sistemas, las ventajas caen claramente del lado de la nueva herramienta; con ella suprimiríamos la mayor parte de los viajes (reducción del consumo de combustibles, hoteles, tiempo perdido, adquisición de vehículos, etc.) que influyen muy negativamente en nuestro entorno a un coste relativamente bajo como es el de adquisición y mantenimiento de unos equipos informáticos amortizables en un corto plazo. Además, obtendríamos otros beneficios ausentes en los viajes y es que la preparación de un viaje supone también un coste en dinero y tiempo (búsqueda de las tarifas aéreas óptimas, reservas de hoteles, etc.). Por el contrario, con la utilización de la videoconferencia el tiempo empleado en preparar una reunión es mucho menor con lo cual

estas podrían producirse más a menudo de forma que incluso el proyecto se vería beneficiado.

MENSAJERÍA / INTERNET

Otro apartado en el que las empresas gastan mas recursos y que perjudican al medioambiente es del la mensajería. Las compañías utilizan este servicio a diario de una forma intensiva para el envío de todo tipo de documentos, informes, comunicaciones internas, etc.; incluso, algunas empresas dedican departamentos enteros y vehículos a tales tareas.

En la actualidad las nuevas tecnologías nos ofrecen alternativas serias para reducir los costes empleados en estos servicios: Internet.

Entre los métodos tradicionales de mensajería se encuentran el correo postal ordinario, los envíos por mensajero, e incluso en algunas organizaciones grandes que disponen de su propio servicio, vehículos, combustible y personal específico. Todos estos elementos influyen negativamente en el entorno ya que la totalidad dependen del consumo de combustible y la adquisición de vehículos.

La opción que se propone, y que gran cantidad de empresas ya han adoptado, es el uso de los formatos electrónicos y su envío vía Internet, fundamentalmente de 2 formas:

- correo electrónico, (e-mail) por el que todo documento o información en formato electrónico viaja entre remitente y destinatario mediante una conexión de Internet.
- ftp, en ciertas ocasiones, el empleo del e-mail no es eficiente sobre todo cuando es necesario enviar gran cantidad de documentos; en estos casos, el destinatario de la información es el que la toma de en lugar especial habilitado por el emisor utilizando una aplicación específica para esta tarea.

De esta forma, se suprime un gran porcentaje de la mensajería tradicional, más cuanto mayor sea el grado de informatización de la organización, es decir, si el 100% de la información que se maneja se encuentra en formato electrónico ésta será susceptible de ser enviada por estos nuevos medios; por supuesto, la realidad nos dice que siempre queda un porcentaje, cada vez menor, de documentos físicos que requerirán los métodos anteriores.

Esto conlleva un importante ahorro en el gasto de combustible, en la adquisición de vehículos y en lo que es muy importante, en la reducción del tiempo empleado en estos desplazamientos.

Evidentemente, disponer de un servicio Internet tiene un coste de adquisición y mantenimiento, pero ciertamente éste no es elevado (incluso cada día es menor) y además, constantemente se implementan nuevas aplicaciones sobre esta vía de comunicación con lo que el coste total se ve reducido aun más.

TRABAJO PRESENCIAL / TELETRABAJO Y OFICINA VIRTUAL

La siguiente área que se ha analizado se refiere a la modalidad de trabajo. Es decir, el trabajo presencial en el que un trabajador ha de desplazarse diariamente a una oficina para

desempeñar su función, en contraposición a esa misma persona que, por el tipo de labor que realiza, pudiera realizar su cometido desde su domicilio u oficina virtual.

Ocurre que ciertos trabajos, por sus características propias pudieran ser desempeñados casi en su totalidad desde el domicilio del trabajador haciendo uso de herramientas informáticas y disponiendo de una comunicación adecuada con la empresa y el resto de miembros de ésta.

El hecho de que la persona se desplace hasta una oficina más o menos lejana de su domicilio particular implica una serie de costes medioambientales importantes y que no valoramos en su justa medida hasta que se realiza un breve análisis. Por término medio, un trabajador emplea de 60 a 120 minutos en el desplazamiento entre su casa, la oficina y regreso de la misma a su casa. La gran mayoría emplea algún medio de transporte motorizado (coche, autobús, metro), es decir, consumo de combustibles, contribución a la saturación del tráfico y ruido en la ciudad. Al igual que en el apartado de viajes, el tiempo gastado en el desplazamiento no aporta nada de valor ni al trabajador ni a la empresa.

Lo que es más, la existencia de una oficina supone una serie de gastos para la compañía:

- la adquisición /alquiler de los metros cuadrados de oficina.
- iluminación y consumo eléctrico de la oficina.
- consumo de calefacción / refrigeración del espacio.
- el agua consumida en servicios, limpieza de los locales.
- gastos de seguridad; en el edificio hay material (mobiliario, ordenadores, etc.) de cierto valor que debe ser custodiado por personal de seguridad.
- ciertas empresas conceden beneficios sociales a sus empleados, por ejemplo, desayunos, comidas, etc.

En un escenario de teletrabajo, la mayor parte de los costes citados anteriormente, desaparecerían con el consiguiente ahorro medioambiental. Por supuesto, este enfoque no esta exento de ciertos costes como pudieran ser:

- la instalación de una línea de comunicaciones versátil y adecuada entre el domicilio del trabajador y un nodo central propiedad de la empresa que serviría de punto de unión entre otros teletrabajadores para compartir información, documentos, realizar reuniones o encuentros virtuales, etc.
- una posible compensación económica al trabajador por el uso de su domicilio como lugar de trabajo; podríamos denominarlo desgaste de herramienta.

El ahorro medioambiental es muy claro en este caso en cuanto a reducción en consumos de combustibles, energía eléctrica, gas de calefacción y agua.

Por otro lado, existe un enfoque intermedio entre ambos sistemas de trabajo, es la oficina virtual.

Un gran porcentaje de los colaboradores de una empresa, residen en la periferia de las ciudades lejos de los centros de negocio. Según esta aproximación, se trataría de habilitar locales públicos o privados muy próximos a la persona (puede llegar a pie rápidamente) donde el teletrabajador dispone de todo lo necesario para el desempeño de sus obligaciones profesionales (despacho, ordenador, comunicaciones integrales de voz y

datos). Estos locales estarían gestionados por entes públicos o empresas privadas que cobrarían un dinero a las empresas como un servicio más. En este caso, la reducción de costes pudiera no parecer tan clara pero si tendríamos un ahorro de costes ambientales, y la mejora del entorno sería muy buena igualmente, ya que no existen desplazamientos largos y motorizados. Para lograr este objetivo la oficina virtual debe encontrarse lo mas cerca posible del domicilio del teletrabajador.

DOCUMENTACIÓN EN PAPEL / GESTIÓN DOCUMENTAL ELECTRÓNICA

El papel. Este es un recurso fuertemente relacionado con la naturaleza, ya que procede directamente de los árboles y su proceso de elaboración es altamente contaminante, además del importante consumo energético y de materias primas (madera, agua, etc) que conlleva.

Todas las empresas utilizan el papel en sus quehaceres diarios pero más aun en una empresa de servicios como INITEC en la que nuestros productos (proyectos) finalmente se plasman en papeles, en forma de planos, informes, listas, etc. pero en definitiva PAPEL. No solo nuestro producto final esta soportado sobre papel sino que recibimos papel del cliente en forma de peticiones de oferta y requerimientos, manejamos papel en las fases intermedias de los proyectos como planos intermedios, realización de cálculos, manejo de listas de materiales, los suministradores con los que trabajamos reciben papeles nuestros y ellos nos envían los suyos, finalmente, como ya se ha dicho, el producto final es también papel.

El papel en sí lleva también asociado un coste oculto que es su manejo. La búsqueda y distribución de papeles es una labor costosa en tiempo y dinero que en ocasiones se convierte en un verdadero quebradero de cabeza para las organizaciones; su impacto además crece exponencialmente con el volumen de papel que se posee.

Según empresas consultoras de relevancia indican que entre un 20-50% del tiempo un empleado está buscando documentos, y que en muchos casos encontrados éstos no le son útiles por su obsolescencia o su formato inadecuado. Una lista de precios desactualizada no sirve de nada, un plano en papel no sirve de mucho si lo quiere reutilizar para crear uno similar sin rehacerlo de nuevo, un informe importantísimo no sirve de nada si no está disponible en tiempo y forma para las personas que lo necesitan.

¿Cómo puede una empresa conseguir que su documentación este actualizada, se pueda reutilizar y este accesible a todo aquel que pueda requerirla?. El enfoque más acertado en estos momentos es el manejo solo de información electrónica y la gestión de ésta informáticamente.

Afortunadamente hoy en día las empresas manejan mucha información en formato electrónico, aunque todavía queda bastante por hacer. Pero de lo que carecen la mayoría es de un sistema mecanizado para su gestión. Es lo que se llama un Sistema de Gestión Documental.

Un SGD maneja información y/o documentos electrónicos, teóricamente elimina todo el trasiego de papel entre los integrantes del grupo ya que los documentos se encuentran en lugar centralizado al que todos pueden acceder. No hay necesidad de fotocopias ya que el documento siempre está accesible, siendo su distribución innecesaria.

La búsqueda se simplifica al máximo dado que es mucho más rápida y versátil, es decir, se pueden encontrar los documentos de muchas formas porque su organización no es única. Además, estos sistemas funcionan con técnicas que nos aseguran que accedemos a la información más actualizada.

Un aspecto ventajoso más es el espacio que se dedica en una oficina al simple almacenaje del papel, solo hay que contar los armarios llenos de papeles que tenemos a nuestro alrededor.

Por tanto, este sistema conlleva un ahorro apreciable de energía y materias primas en la elaboración del papel, tiempo en la gestión documental, y espacio físico en el almacenamiento de la documentación, con la menor necesidad de edificar espacios.

Una vez más, los nuevos métodos de trabajo tienen también un coste real que podemos mencionar:

- adquisición del hardware y software sobre los que estos sistemas funcionan.
- puesta en marcha del SGD; coste poco valorado pero de gran impacto en el éxito final, fundamentalmente por la resistencia al cambio de las personas que tienen que utilizarlo; no es tanto la dificultad en el manejo, sino más bien, el cambiar la filosofía de trabajo; falta de costumbre del usuario a leer en la pantalla, suelen imprimir lo que ven en el monitor para leerlo. ¿Alguien se ha atrevido a suprimir las impresoras?.
- el consabido mantenimiento y administración del sistema por parte de personal especializado.

Por otro lado, no solo reducimos el uso del papel y mejoramos en la organización de la información, también se obtienen otros beneficios. Esos documentos que una organización va generando en su día a día, son su activo, su valor: el conocimiento. El conocimiento genera a su vez más conocimiento, es decir, más valor empresarial, por lo tanto si somos capaces en ese sentido de gestionarlo adecuadamente podremos incrementar nuestro capital intelectual. Algunas compañías se han dado cuenta de este potencial y están caminando en esta dirección.

"Sólo las empresas que consigan acumular el conocimiento de todos sus empleados y sean capaces de rescatarlo en 60 segundos serán líderes", Bill Gates.

Siguiendo con esto, también habría que recomendar que se racionalice el uso de las impresoras en la empresa.

Inicialmente, lo habitual era adquirir el ordenador para el empleado acompañado de su correspondiente impresora. En algunos casos, el uso de ese dispositivo era mínimo o incluso nulo porque el usuario no lo necesitaba.

Lógicamente, debe disponer de impresora aquel que se prevea vaya a necesitarla. Claro que, casi todo el mundo la necesita o puede requerirla, por lo que se debe habilitar el uso para todos pero minimizando el número de dispositivos haciendo uso de impresoras compartidas y servidores de impresión vía red digital, lo que origina un ahorro en la adquisición de equipos y en la energía necesaria para su funcionamiento, pues estos equipos permanecen conectados mucho tiempo, sin hacerse un uso de ellos.

CLIENTES Y PROVEEDORES

Las empresas se relacionan diariamente con otras empresas de las que son clientes y/o proveedores. Como parte de esa relación se producen reuniones, se intercambia información y documentos, etc.

En el caso de INITEC, este aspecto incide mucho en los costes económicos y medioambientales debido a que, sobre todo en el tema de aprovisionamientos, ciertos departamentos contactan con gran número de compañías y estos contactos son muy frecuentes e intensos.

Un primer paso, que muchos clientes/proveedores ya han dado, es informatizarse al máximo de forma que: tanto la información que nos envían (vastos catálogos de productos, tablas de precios y descuentos, especificaciones técnicas de sus equipos, manuales de operación de los mismos, etc.) como la que nosotros les hacemos llegar (fundamentalmente requisiciones y tabulaciones técnicas) se encuentran en formato electrónico. Con esto se consigue evitar el envío de costosos catálogos en papel de alta calidad, amplios precarios, fajos de especificaciones, etc. que solo pueden ser consultados por una persona cada vez.

La información entonces está mecanizada pero llega/sale a/de INITEC por los canales habituales, correo postal o mensajeros. Como ya hemos visto, podemos ser más eco-eficientes en este sentido, si sustituimos los medios tradicionales por otros de menor impacto medioambiental, Internet.

Conseguiríamos un enorme ahorro de tiempo, consumo de combustibles (por mensajería, viajes, etc.) y papel, si de alguna manera pudiésemos simplificar estos lazos.

Un segundo paso, es que toda esa información electrónica se envíe por medios también electrónicos, vía e-mail, ftp u otros. Así, reducimos costes, acortamos tiempos y distribuimos mejor la información.

Este segundo paso lo han dado ya muchas organizaciones pero todavía un nutrido grupo se resiste o no ha conseguido cambiar.

Finalmente, suele ocurrir que se intercambia más información de la que realmente necesitamos por lo que se nos crea una nueva tarea de búsqueda de aquellos datos que son verdaderamente útiles. Otras veces la que fluye está desactualizada o incompleta.

Para solucionar, este tipo de inconvenientes se está hablando de la interrelación de los sistemas de cliente y proveedor de forma que uno accede a la información que requiere del otro en el momento y la forma que lo necesita. Conceptos como el "Business to Business", "e-Marketplace" o "Supply Chain Management" son los que están relacionados con este campo y ya empiezan a sonar en muchos foros, incluso existen predicciones del volumen de negocio que este área va a generar.

3.1. Estudio de indicadores medioambientales

El objetivo de nuestro estudio es observar como varían una serie de indicadores medioambientales en el supuesto de aplicar a nuestro proceso productivo la batería de mejoras que se han propuesto en apartados anteriores.

En muchas ocasiones una mejora medioambiental va acompañada de una reducción en los costes para la propia empresa objeto del estudio y del logro de nuevas capacidades, por lo que también habrá que destacarlo cuando proceda.

Primeramente, vamos a indicar los grandes números referidos a consumo de recursos relacionados directamente con la eco-eficiencia, es decir, papel, combustibles, electricidad, agua, etc.

Las principales magnitudes actuales son:

RECURSO	GASTO ANUAL
Papel (cualquier tipo)	1.697,7 kg.
Tinta (toner & cartucho)	91,98 u.
Agua	660 m ³
Electricidad	67.470 kw/h
Viajes	9.200.000 pta.
Mensajería	1.102.647 pta.
Alquiler oficina	21.978.947 pta.
Seguridad	2.526.315 pta.
Superficie oficina	480 m ²
Reprografía	5.984.900 pta.

• VIAJES/VIDEOCONFERENCIA

Una importante fuente de mejora es el empleo de equipos de videoconferencia para evitar el mayor número de viajes posibles que tienen como propósito la asistencia a una reunión.

Se estima que alrededor de un 30% de las reuniones que implican un viaje podrían ser sustituidas sin ningún tipo de problema por una videoconferencia.

Si bien este porcentaje pudiera ser mayor, existen 2 factores que lo impiden:

- Grado de avance tecnológico del cliente
- Diferencias de huso horario

En el caso del producto en estudio, el gasto anual en viajes se sitúa en 9.200.000, con lo que el ahorro mínimo sería de 2.760.000 pta. aproximadamente el coste de un equipo de videoconferencia con lo que en un año queda amortizado.

El ahorro para la empresa es visible pero lo es aun más para el medioambiente, ya que se deja de usar un 30% de combustibles fósiles que contaminan la atmósfera, de ruidos de motores que afectan el nivel de ruido en las ciudades, tiempo de viaje durante el que no se avanza en el proceso productivo, estancias en hotel, etc.

Además se obtienen otras mejoras adicionales como es el hecho de que el esfuerzo requerido para preparar una reunión por videoconferencia es mucho menor de forma que la frecuencia de las reuniones puede ser mayor y mejorar de esta forma la calidad final del producto porque la relación entre la empresa y el cliente es más intensa.

• MENSAJERIA/INTERNET

Una estimación cifra en al menos un 35% el ahorro empleando fundamentalmente Internet como medio de envío/recepción de documentos e información.

En nuestro caso, teniendo un gasto anual de 1.102.647 pta. la compañía ahorraría como poco 385.927 pta., siendo considerable la mejora medioambiental teniendo en cuenta que el envío tradicional (postal y por mensajero) emplea vehículos a motor que contaminan mucho.

Adicionalmente, no solo se reducen costes y se consigue mayor grado de eco-eficiencia sino que el tiempo empleado en realizar los envíos se reducen a una cuarta parte por lo que se logra una mayor eficiencia en la realización de los proyectos.

- **TRABAJO PRESENCIAL/TELETRABAJO**

Es difícil realizar una buena estimación del número de personas que podrían teletrabajar en un proyecto, o en su defecto qué tareas de su trabajo pudieran realizarse en casa o en una oficina virtual.

Actualmente, el número de personas que trabajan desde casa es pequeño aunque aumenta paulatinamente. Ahora bien, suele tratarse de actividades independientes y de tipo servicio.

Sin embargo, si nos referimos a actividades de grupo las posibilidades de implantar un teletrabajo disminuyen sobre todo teniendo en cuenta que se necesitan unas infraestructuras de telecomunicaciones mejores y más baratas que las actuales, y también un cambio de mentalidad en las personas.

No obstante, asumiendo la existencia de las condiciones óptimas para una situación de teletrabajo, se estima en un 25% el ratio de personas o de actividades que podrían encajar en esta modalidad de trabajo.

En una oficina tradicional (alquilada o comprada) cada persona requiere un espacio de 12 m², si establecemos un precio mensual de 3400 pts/m², en nuestro caso el gasto de alquiler ascendería a 21.978.947 pta. Además, habría que incluir los costes de seguridad 2.526.315 pta., electricidad 292.708 pta., agua 25.778 pta., calefacción y refrigeración la cual arrastra unos gastos adicionales de seguridad, limpieza, electricidad, agua, calefacción, refrigeración, etc. El ahorro más claro a simple vista lo supone el alquiler (y seguridad) de los metros ocupados, 6.126.315 pta. anual, por aquellas personas que teletrabajarían, el resto de consumos (electricidad, agua, calefacción, etc.) no lo son tanto porque el sujeto también consumiría en su casa estos recursos pero por el simple hecho de estar en el hogar los gastos disminuyen ligeramente. Ahora bien, el trabajador tendría derecho a una compensación por parte de la empresa en concepto de "uso del hogar como lugar de trabajo"; de cualquier forma se trataría de un tema de negociación.

Donde realmente se mejora, en términos de Eco-Eficiencia, es en el transporte del trabajador desde su hogar hasta la oficina. Una persona suele emplear de 30 a 90 minutos desde su hogar hasta la oficina utilizando diversos medios de transporte (autobús, coche, tren, etc.) con lo cual se consumen combustibles que incrementan la contaminación, contribuyéndose además a la saturación del tráfico y al ruido en la ciudad.

Por último, ese tiempo utilizado en el transporte que no aporta nada podría ser repartido entre descanso adicional para la persona y actividad laboral.

- **PAPEL/DOCUMENTACIÓN ELECTRÓNICA**

El consumo de papel anual habido en el proyecto sujeto del estudio fue de 1.697,7 kg., de distintos tipos y formatos, siendo el de toners y cartuchos de 92 unidades.

Una estimación a la baja cifra en 30% el ahorro de papel y tinta haciendo uso de un sistema integrado de Gestión Documental Electrónica en lugar de utilizar el papel como soporte en los documentos.

Los casi 1.700 kg. de papel se refieren sólo al consumido internamente en el proyecto, a este habría que sumarle al menos una cifra doble en papel proveniente de trabajos de reprografía y ploteado.

El coste total del papel interno (incluido su manipulación) es de 280.183 pta., 5.984.900 pta. más en reprografía y 713.000 pta. en tinta. Sumado: 6.978.083 pta.

Por lo tanto, el ahorro sería de 2.093.425 pta. Ahora bien, de acuerdo con estudios recientes realizados por firmas consultoras de prestigio el porcentaje de ahorro se situaría alrededor de un 50% o más, con lo cual las cifras serían mucho mayores. Pero, siendo realistas nuestro 30% se ajusta mejor teniendo en cuenta las características propias de la empresa estudiada. Además, podríamos sumar a esto, un ahorro estimado del **35%** del tiempo en la gestión documental.

En términos de Eco-Eficiencia, la mejora viene dada por unos 1.530 kg. de papel de diverso tipo que dejaríamos de comprar y manipular (más la tinta correspondiente).

El director del proyecto objeto del estudio calculó que utilizando Gestión Documental Electrónica se ahorraría un 10% del espacio asignado a cada miembro del proyecto, es decir, 1,2 m² por persona; y por tanto, 48 m² de oficina en total de ahorro, dato que también es valorable económica y Eco-Eficientemente.

• **CLIENTES Y PROVEEDORES**

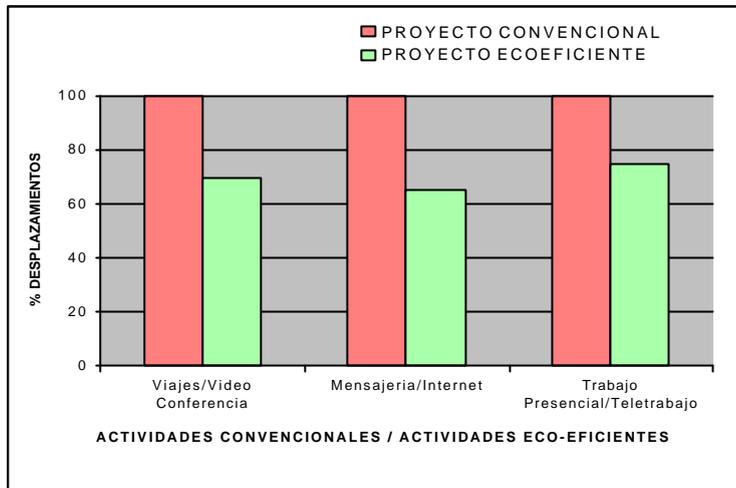
En este sentido, primeramente hemos de señalar que los roles de cliente y proveedor se intercambia constantemente; el proyecto es un cliente pero en ocasiones actúa como proveedor.

En este apartado, ha sido imposible reunir datos numéricos fiables que dieran una idea concreta del volumen de información que fluye entre clientes y proveedores. No obstante, lo cierto es que circula bastante, en formatos diversos (costosos catálogos, precarios, especificaciones, etc.) y generalmente por medios físicos.

Por tanto, no cabe duda de que a medida que clientes y proveedores utilicen sistemas de información más Eco-Eficientes (correo electrónico, gestión documental, audio-videoconferencia, comercio electrónico, etc.) las mejoras para el medioambiente serán mayores y, por lo general, para la propia economía de las empresas.

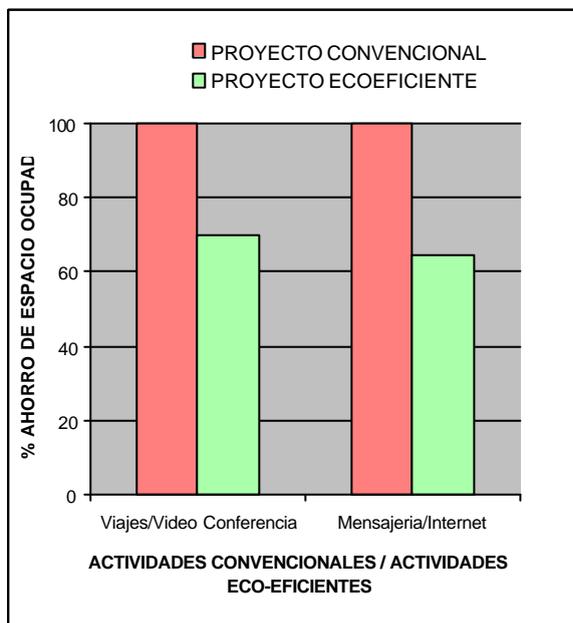
En el diagrama 3.1. se describe el ahorro realizado en INITEC entre el proyecto convencional y el eco-eficiente, respecto a los DESPLAZAMIENTOS que se realizan en diversas actividades.

Diagrama 3.1.



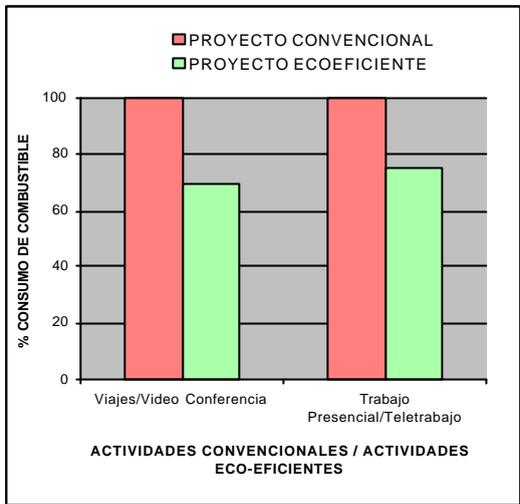
En el diagrama 3.2. se describe el ahorro realizado en INITEC entre el proyecto convencional y el eco-eficiente, respecto al CONSUMO DE COMBUSTIBLE que se realizan en diversas actividades.

Diagrama 3.2.



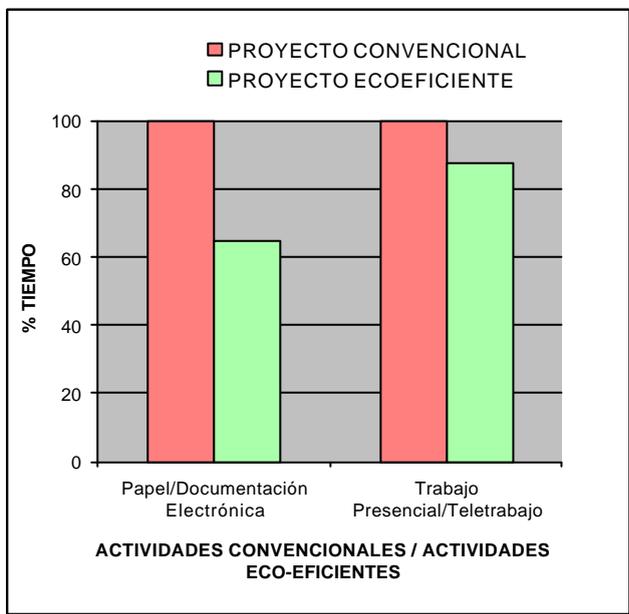
En el diagrama 3.3. se describe el ahorro realizado en INITEC entre el proyecto convencional y el eco-eficiente, respecto al ESPACIO OCUPADO Y CONSTRUIDO que se necesitan en las diversas actividades.

Diagrama 3.3.



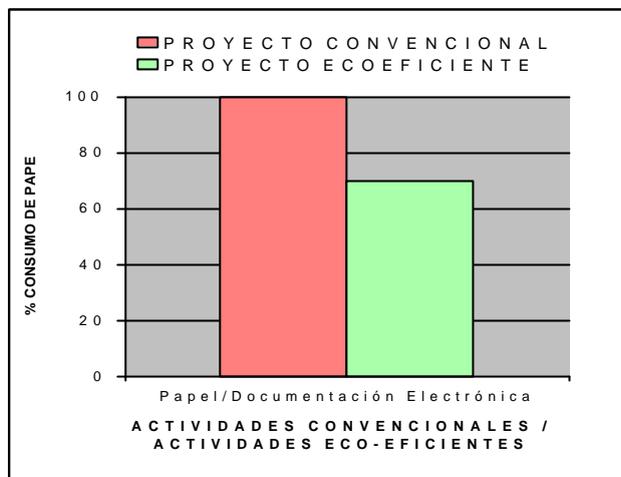
En el diagrama 3.4. se describe el ahorro realizado en INITEC entre el proyecto convencional y el eco-eficiente, respecto al TIEMPO que se necesitan en las diversas actividades.

Diagrama 3.4.



En el diagrama 3.5. se describe el ahorro realizado en INITEC entre el proyecto convencional y el eco-eficiente, respecto al CONSUMO DE PAPEL que se necesitan en las diversas actividades.

Diagrama 3.5.

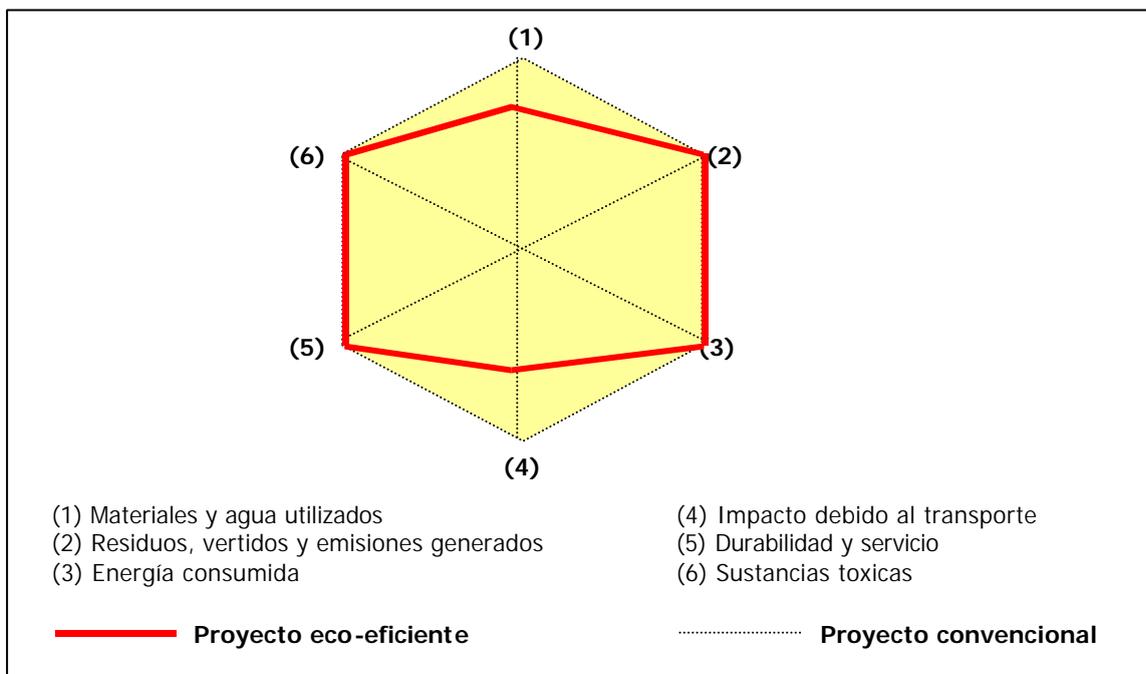


3.3. Conclusiones

Sopesando los pros y contras de ambos proyectos, el convencional y el eco-eficiente (en el que se implantarían las mejoras estudiadas), podemos apreciar una serie de ventajas que nos llevarían claramente a la utilización de la eco-eficiencia, y que podrían resumirse en:

- Supresión de la mayor parte de los viajes y desplazamientos, con la consiguiente reducción del consumo de combustibles, tiempo perdido en los mismos, adquisición de vehículos, estancias en hoteles, etc.; que influyen muy negativamente en nuestro entorno y en el consumo de recursos, a un coste relativamente bajo como es el de adquisición y mantenimiento de unos equipos informáticos amortizables en un corto plazo.
- Menor necesidad de espacio físico, con lo que reduciríamos la construcción de edificios, y por consiguiente los ahorros en materiales, agua y energía que esto conlleva.
- Importante ahorro en el consumo de papel, que supone un ahorro apreciable de la energía y las materias primas empleadas en la elaboración mismo, tiempo en la gestión documental, y espacio físico en el almacenamiento de esta documentación.
- Apreciable disminución en los costes del proyecto, pues todos estos ahorros medioambientales, unidos a la menor necesidad de horas/hombre, repercuten en una reducción significativa de los costes económicos, que ratifica la teoría de que el medio ambiente es compatible con una buena gestión económica.

Todos estos ahorros, podemos reflejarlos en el ECO-COMPÁS, consistente en una figura geométrica hexagonal, en el que se identifican cada una de las puntas o vértices del mismo con los indicadores medioambientales: recursos consumidos durante el transporte; vertidos, emisiones y residuos producidos; consumo de materias primas y agua; intensidad en el uso de energía; contenido en sustancias peligrosas: y durabilidad y servicio.



TECNOMA

1. Descripción de la empresa

GRUPO TYPESA, fundada en 1966, es una de las mayores empresas españolas de consultoría, y es la mayor de las que se dedican fundamentalmente al sector de ingeniería civil y arquitectura. Dentro de este sector, detenta el liderazgo en actividad internacional, mercado donde recibe continuas y favorables calificaciones de los organismos financiadores multilaterales.

TYPESA es la sociedad matriz de un grupo empresarial muy especializado. Entre sus filiales se encuentra TECNOMA, una de las primeras empresas españolas en consultoría medioambiental. El elevado nivel de solvencia económica y financiera del grupo, la magnitud de su volumen de producción, unido a la capacidad de sus equipos técnicos, hace que estas empresas sean líderes en sus campos de actividad, garantizando a los clientes el nivel de confianza y utilidad que debe esperarse de los servicios que prestan.

TYPESA acumula más de 30 años de experiencia, en el transcurso de los cuales han alcanzado un gran nivel de diversificación en el desarrollo de su actividad, cubriendo todos los sectores de la ingeniería civil y el medio ambiente, así como el urbanismo, la arquitectura y en general la edificación. A continuación se detallan sus ámbitos de actuación:

- Planificación del transporte
- Carreteras
- Ferrocarriles y metros
- Aeropuertos
- Puertos y costas
- Planificación hidrológica
- Infraestructuras hidráulicas
- Geología, geotecnia e hidrogeología
- Ingeniería y tecnología del medio ambiente
- Agronomía, desarrollo rural y estadístico
- Planeamiento y desarrollo urbano
- Arquitectura y tecnología de la edificación
- Grandes superficies
- Ingeniería mecánica, climatización y ventilación
- Ingeniería eléctrica, instrumentación y control
- Instalaciones industriales y energía

La organización estructurada en áreas específicas de negocio, así como la implantación geográfica del grupo permiten la suficiente flexibilidad para, por un lado, dimensionar la oferta de acuerdo con las necesidades concretas de cada cliente, y por otro, adaptarse a las posibles fluctuaciones de los distintos mercados.

De esta forma, a cada cliente, de modo individual, se le pueden ofrecer los servicios específicos que requiera, ya sean de carácter técnico o de gestión:

- Estudios técnicos y económicos
- Proyectos en todas sus fases
- Dirección y supervisión de obra
- Control de calidad
- Gestión integral
- Gestión de la operación y mantenimiento
- Asesoría organizativa e institucional

La labor de asesoría y consultoría del grupo TYPSA se fundamenta en la capacidad técnica, la creatividad y la amplia base multidisciplinar de sus equipos profesionales. Ello permite abordar el desarrollo de su actividad de forma integrada, para así adecuar los niveles de servicio y resolver al cliente sus problemas, independientemente del grado de magnitud que estos tengan.

Desde su fundación, TYPSA viene participando de forma activa en el desarrollo de todo tipo de infraestructuras y equipamientos, en el sector público y en el privado, contribuyendo con su trabajo a crear mejores condiciones de vida para los ciudadanos. Así, propietarios, promotores y operadores de obras civiles, edificaciones e instalaciones, instituciones financieras, así como organismos internacionales (Comisión Europea, Banco Interamericano de Desarrollo, Banco Mundial...) confían a TYPSA el desarrollo de sus proyectos. Nuestra aportación se basa en el convencimiento de que la ciencia y la tecnología pueden y deben contribuir a aquellos fines, en un marco de desarrollo sostenido y de respeto por el medio ambiente.

La organización de TYPSA se articula a través de 51 centros que constituyen las oficinas centrales, las oficinas territoriales y las denominadas oficinas de obra. Las oficinas territoriales se configuran desde la doble perspectiva de coordinación interterritorial y delegación regional o internacional

En el trabajo de consultoría, independencia y calidad son dos requisitos imprescindibles. Si bien la independencia del grupo queda garantizada por su estructura accionarial y viene demostrada por su larga experiencia, la calidad se manifiesta por la satisfacción de nuestros clientes y se formaliza en sus propios mecanismos internos de aseguramiento. En esta línea, desde hace años el grupo ha implantado un sistema propio de aseguramiento de la calidad basado en la norma internacional ISO 9001 y certificado por AENOR y por otra parte ha solicitado la certificación según la norma ISO14001, acreditación que vendrá a refrendar la calidad del ya tradicional sistema de gestión medioambiental.

Por otra parte, TYPSA es miembro de la Asociación Española de Consultores en Ingeniería y Organización (ASINCE), y a través de ella de la Federación Internacional de Ingenieros Consultores (FIDIC), de la Federación Europea de las Asociaciones Nacionales de

Consultores en Ingeniería (EFCA) y de la Federación Panamericana de Ingenieros Consultores (FEPAC).

La principal prueba de la Política del Grupo en relación con el Medio Ambiente es la fundación en 1990 de TECNOMA como empresa filial de ingeniería y servicios medioambientales. TECNOMA analiza, planifica, asesora, proyecta y gestiona, ofreciendo soluciones integrales, ya que no solo se ocupa de los aspectos técnicos, sino también de los organizativos, económicos, financieros, jurídicos, laborales o de comunicación. Además cuenta con capacidad propia para la realización de análisis físicos, químicos y biológicos a través de su propio laboratorio.

Como empresa de ingeniería y servicios medioambientales, TECNOMA es miembro de las asociaciones profesionales que a continuación se detallan:

- Asociación para la Defensa de la Calidad de las Aguas (ADECAGUA) y a través de ella de la Federación Internacional de Agua y Medio Ambiente (Water Environment Federation-WEF)
- Asociación Técnica para la Gestión de Residuos y Medio Ambiente (ATEGRUS) y a través de ella de la Asociación Internacional de Residuos Sólidos (International Solid Waste Association-ISWA).
- Asociación Española de Ingeniería del Paisaje
- Asociación Española de Empresas de Ingeniería y Consultoría de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente. (Tecniberia Recursos Naturales y Medio Ambiente).

TECNOMA se encuentra a su vez acreditada como Entidad Colaboradora de los Organismos de Cuenca con la máxima calificación (Grupo 3) por el Ministerio de Medio Ambiente.

1.1 objetivos de TECNOMA dentro del programa eco-eficiencia

En el apartado anterior se describe brevemente la Política del Grupo en relación con el Medio Ambiente. En este contexto, ante la invitación de la Fundación Entorno a participar en la Iniciativa Eco-Eficiencia, la dirección de la empresa se comprometió a colaborar en el desarrollo de la Iniciativa.

Grupo TYPESA pretende demostrar con su caso práctico que es posible integrar la ECO-EFICIENCIA como herramienta de gestión en un proyecto de ingeniería. Las expectativas de la empresa con respecto a esta iniciativa consisten en promover el principio de hacer compatible el desarrollo económico con la mejora del medio ambiente en todos los proyectos que se desarrollan en la empresa.

2. Descripción del producto y del proceso

Grupo TYPESA para poder seguir el programa propuesto por la Fundación Entorno y para poder optimizar el potencial de la herramienta informática ha tenido que seleccionar uno de los proyectos que desarrolla en uno de sus departamentos.

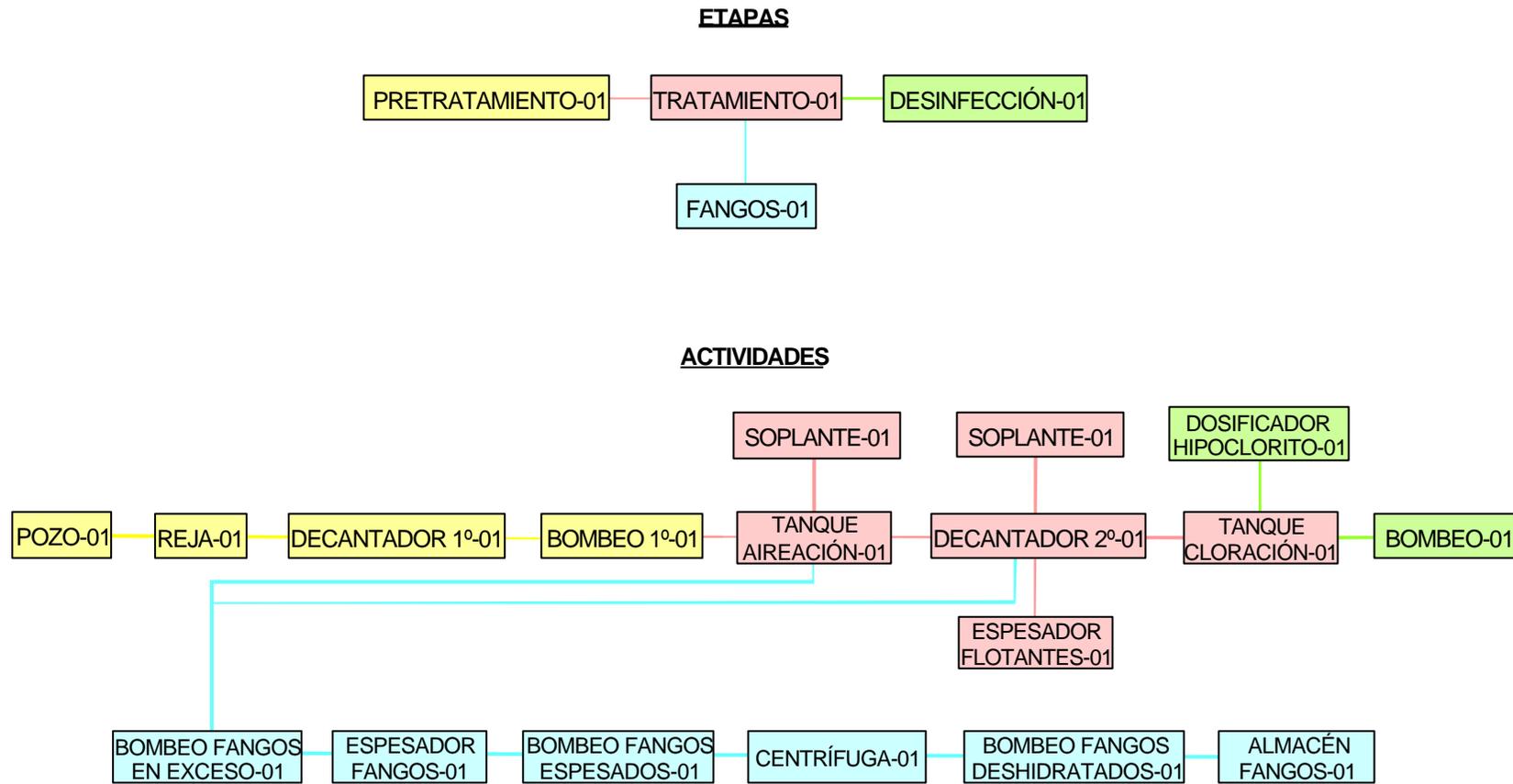
El proyecto objeto de estudio ha sido una depuradora en un país en vías de desarrollo con unos condicionantes distintos a los que se suelen plantear en un país como el nuestro.

El proyecto inicial es un sistema de depuración convencional indicado para las características de la composición de las aguas residuales.

La planta constaría de las siguientes etapas como se puede apreciar en la figura 1:

- pretratamiento formado por un pozo de gruesos, una reja de gruesos y un decantador
- línea de agua con un tratamiento biológico por fangos activos de alta carga
- desinfección con hipoclorito sódico
- línea de fangos con espesamiento y deshidratación de fangos primarios

FIGURA 1 - DEPURADORA ECUADOR



Los problemas que se han identificado en la fase de explotación de un tratamiento convencional como este en un país en vías de desarrollo se describen a continuación:

- Los núcleos urbanos no son capaces de asumir el alto consumo energético que implica la depuración de las aguas con este sistema. Se trata de un consumo de 5.207 Kwh con un coste de 62.484 pts/hora.
- El sistema de tratamiento propuesto requiere durante su explotación de la participación de personal altamente especializado del que no se dispone en el país. Por otra parte para que la planta funcione con normalidad se necesitan 10 personas con un coste estimado de 135.008 pts/día
- La línea de fangos genera unos lodos que es necesario gestionar y transportar con el consiguiente riesgo medioambiental. Esto también implica unos costes medioambientales que hay que asumir
- El coste del producto (agua depurada) es de 27 pts/m³, incluyendo: mano de obra, reactivos, energía, gestión de lodos, financiación, etc. Esto representa unas 656.856 pts/día.

Con la falta de personal cualificado unido a los elevados costes de explotación y el alto consumo energético, lo más probable es que el rendimiento de la planta sea muy bajo o nulo con el consiguiente problema medioambiental.

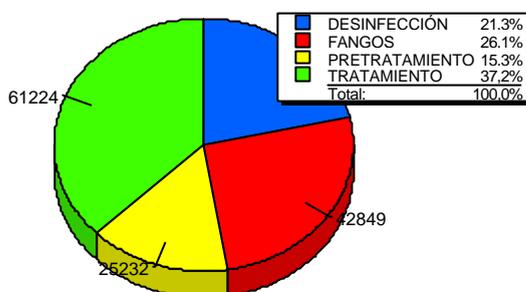
En el diagrama 2.1. se describen los COSTES POR ETAPA que se realizan en diversas actividades en el proyecto convencional.

Diagrama 2.1.

Eco-Eficiencia Toolkit



COSTES POR ETAPA	
EMPRESA:	TYPSA
INSTALACIÓN:	DEPURADORA ECUADOR
PROCESO:	DEPURACIÓN



ETAPA	COSTE
DESINFECCIÓN	35.074,00
FANGOS	42.849,00
PRETRATAMIENTO	25.232,00
TRATAMIENTO	61.224,00
Total:	164.379,00

1

3. Diseño de mejoras

La mejora diseñada consiste en proponerle al cliente el diseño de una depuradora a medida que depure el agua residual con los recursos económicos, energéticos y humanos disponibles en el país.

Para ello la mejora propuesta consiste fundamentalmente en cambiar el tratamiento biológico convencional por otro de bajo consumo energético y que no requiera la participación de técnicos muy cualificados como se puede apreciar en la figura 2. La introducción de esta alternativa permite además eliminar la línea de fangos con el consiguiente ahorro tanto en la explotación como en la posterior gestión y transporte de los fangos.

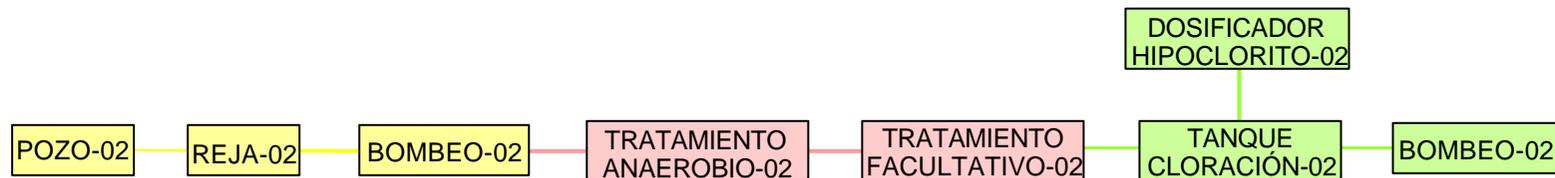
El principal inconveniente de esta alternativa es que la superficie ocupada es mucho mayor; circunstancia se puede obviar en la zona objeto de estudio puesto que el suelo no tiene valor en este caso.

FIGURA 2 - DEPURADORA ECUADOR ECO-EFICIENTE

ETAPAS



ACTIVIDADES

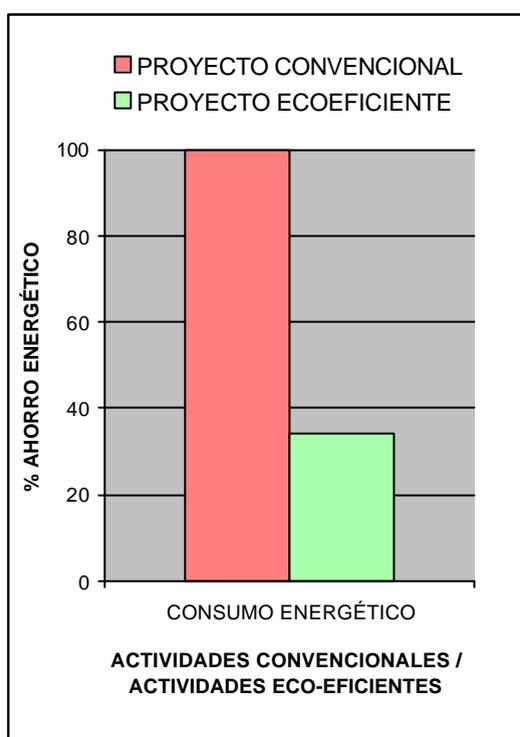


3.1. Estudio de indicadores medioambientales

A continuación se mencionan los indicadores medioambientales que han mejorado con la implantación de la ECO-EFICIENCIA:

- El indicador medioambiental que se ha modificado de forma sustancial es el consumo energético pasando de 5.207 kwh (0,2140 kwh/m³ de agua tratada), a 1.754 kwh (0,0721 kwh/m³ de agua tratada). Esto supone un porcentaje de mejora de un 66%. En el gráfico 3.1, podemos ver

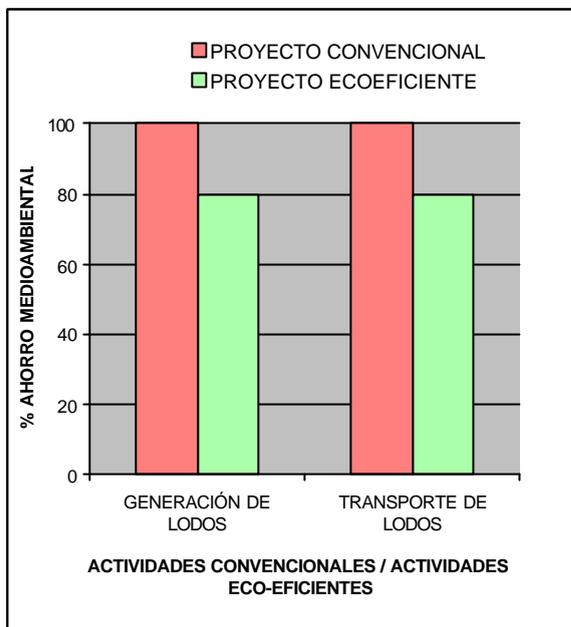
Figura 3.1



- La garantía de que con esta alternativa las aguas se tratan adecuadamente elimina la posibilidad de que se viertan al medio aguas residuales sin depurar.
- Al eliminar la línea de fangos se reduce la generación de residuos, en aproximadamente un 20%, con el consiguiente ahorro medioambiental de su posterior tratamiento (vertedero, incineración, etc.).
- Se reduce el transporte de lodos que generaba el tratamiento anterior en el mismo porcentaje, un 20%, que la reducción en la generación de lodos.

En la figura 3.2 se puede apreciar gráficamente el ahorro en producción de LODOS y su consiguiente TRANSPORTE para su gestión final.

Figura 3.2



3.2. Costes medioambientales

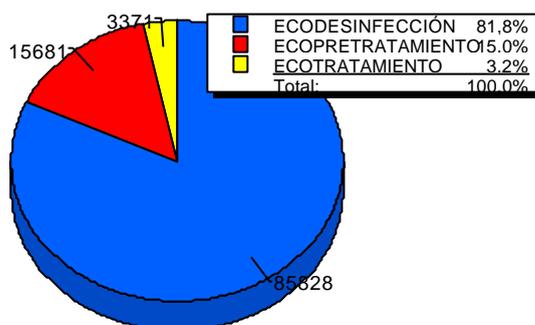
Los beneficios económicos con la mejora implantada se puede apreciar al analizar los siguientes resultados:

- El coste de mano de obra medioambiental ha pasado de 135.008 pts/día a 13.448 pts/día. La mejora es de un 90% y es consecuencia de pasar de 10 personas cualificadas a 2 personas no cualificadas.
- El coste energético inicial de 62.484 pts/hora se ha reducido a 21.048 pts/hora con una mejora del 66%
- El coste del producto ha mejorado un 85% pues se ha pasado de 27 pts/m³ a 4 pts/m³. (97.312 pts/día)

En el diagrama 3.3. se describe el ahorro realizado en TECNOMA en el proyecto eco-eficiente, respecto a los COSTES POR ETAPA que se realizan en diversas actividades.

Diagrama 3.3.

Eco-Eficiencia Toolkit	
 Fundación Entorno Empresa y Medio Ambiente	
COSTES POR ETAPA	
EMPRESA:	TYPSA
INSTALACIÓN:	DEPURADORA ECUADOR ECO
PROCESO:	ECODEPURACIÓN



<u>ETAPA</u>	<u>COSTE</u>
ECODESINFECCIÓN	85.828,00
ECOPRETRATAMIENTO	15.681,00
ECOTRATAMIENTO	3.371,00
Total:	104.880,00

3.3. Conclusiones

Con las mejoras implantadas en el diseño inicial es posible solucionar los problemas existentes, demostrando que se pueden mejorar los indicadores medioambientales a la vez que se reducen los costes de explotación. De esta forma los resultados obtenidos muestran los beneficios de la implantación de los principios de ECO-EFICIENCIA incluso en países en vías de desarrollo.

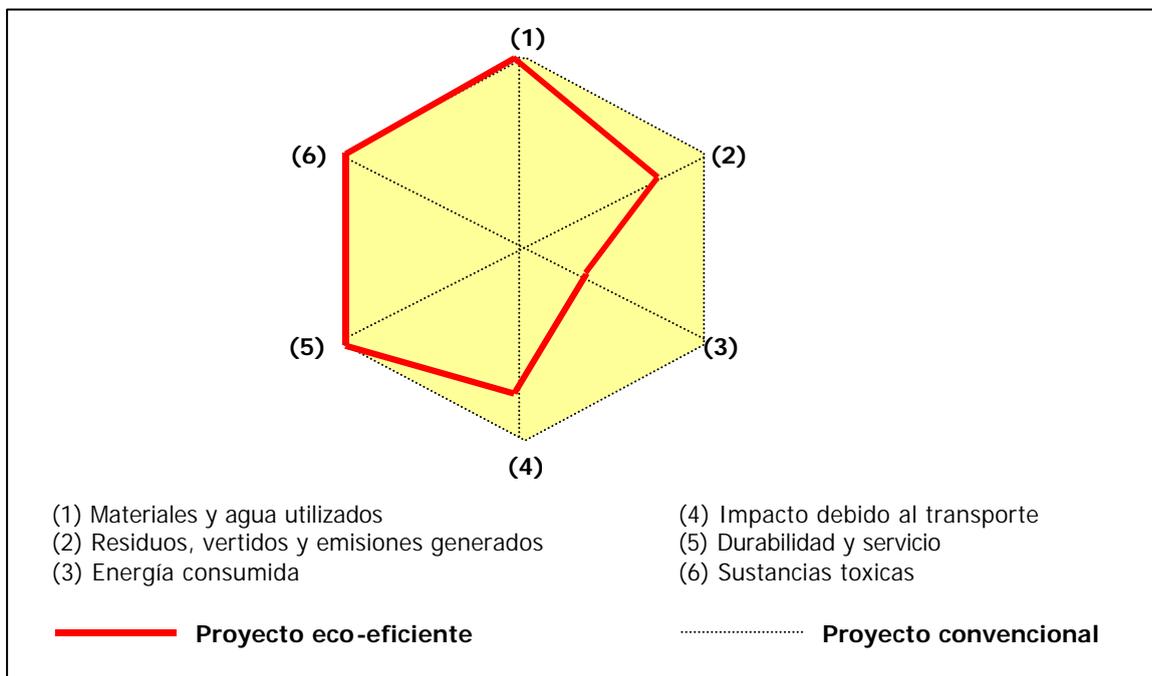
Gracias a la utilización de la herramienta de trabajo es posible identificar las posibilidades de introducir la eco-eficiencia en cada una de las actividades, así como asignar correctamente los costes medioambientales.

Como conclusión final Grupo TYPSA se está planteando la posibilidad de difundir este concepto entre todos sus clientes y extender la aplicación de esta metodología a todos los proyectos que se desarrollen en el grupo.

Desde el punto de vista medioambiental se ha mejorado sensiblemente en la reducción del consumo de energía eléctrica, y en la disminución en la generación de lodos residuales y su impacto ecológico derivado del transporte de los mismos y su depósito en vertederos o depósitos finales.

Desde el punto de vista económico la mejora supone disminuir fundamentalmente en costes de energía y costes de mano de obra.

Todos estos ahorros, podemos reflejarlos en el ECO-COMPAS, consistente en una figura geométrica hexagonal, en el que se identifican cada una de las puntas o vértices del mismo con los indicadores medioambientales: recursos consumidos durante el transporte; vertidos, emisiones y residuos producidos; consumo de materias primas y agua; intensidad en el uso de energía; contenido en sustancias peligrosas; y durabilidad y servicio.



MICROSER

1. Descripción de la empresa

Microser es una empresa privada fundada en 1973 y dedicada a la fabricación de circuitos impresos profesionales.

Activo en el mercado mundial

Las ventas de Microser obtenidas para 1999 son de unos 13.000 millones de Pts. Un 75% se exporta a 20 países diferentes, mayoritariamente europeos. Los mercados en Sudamérica y EEUU se hallan en fase de crecimiento.

Nuestros clientes son líderes de mercado

Hoy en día tenemos la homologación de clientes como ALCATEL, APPLE, ASCOM, BULL, BOSCH, DENSO, ERICSSON, FUJITSU, IBM, LUCENT TECHNOLOGIES, MOTOROLA, MSL, NOKIA, PHILIPS, SCI, SIEMENS, SOLECTRON, TELESINCRO, TELETTRA, TULIP, etc.

Calidad y servicio

Nuestro principal objetivo es entregar la mejor calidad y proporcionar el mejor servicio a nuestros clientes. Esto es posible gracias a un continuo trabajo de investigación en nuevas tecnologías y un esfuerzo permanente para satisfacer sus necesidades.

Circuitos de alta tecnología

Nuestra fábrica ha sido concebida para fabricar principalmente multicapas con altas exigencias de calidad. Además de incorporar nuevas tecnologías, cuenta con procesos totalmente automatizados y sistemas computerizados SPC y CIM.

Entre los 10 más importantes en Europa

Hoy en día, Microser es la empresa más grande de España en la fabricación de circuitos impresos, pudiendo situarse por capacidad de fabricación, nivel de calidad, tecnología y recursos humanos, entre las 10 empresas independientes más importantes de Europa.

ISO 9002

Microser, además de su política de mejora continua aplicada desde la Dirección, está certificada EN-ISO 9002 en la línea de lo que el mercado demanda de una empresa preocupada y comprometida con la calidad. También posee registro UL.

ISO 14001

Microser está certificada EN-ISO 14001 en la línea de lo que el mercado demanda de una empresa preocupada y comprometida con el medio ambiente.

1.1. Objetivos de MICROSER dentro del programa eco-eficiencia

Política medioambiental

La Política medioambiental de MICROSER S.A. se basa en el desarrollo sostenible de su actividad industrial respetando el medio ambiente de forma que mantenga su competitividad como factor estratégico en el proceso de mejora continua.

Los pilares fundamentales de dicha política son el cumplimiento de la legislación vigente, la prioridad en la prevención de la contaminación e implantar "Buenas prácticas medioambientales" como parte del proceso de mejora continua.

Conocimiento de la iniciativa Eco-eficiencia

La Fundación Entorno concedora de la actividad medioambiental de MICROSER S.A. se puso en contacto con la Responsable del Departamento de Prevención y Medio ambiente para solicitar la colaboración de MICROSER S.A. en la "Iniciativa Eco-eficiencia", de forma que se pudieran incluir las actividades que se estaban desarrollando en la empresa dentro del marco medioambiental.

Objetivos de la adhesión

Vistas las excelencias que la "Iniciativa Eco-eficiencia" podía dar al sector industrial en general y al electrónico en particular, MICROSER S.A. se comprometió a participar en la iniciativa como empresa-modelo. La iniciativa coincidió en el tiempo con el desarrollo de la Certificación ISO 14001 lo cual contribuyó a proceder de forma sistemática a la cuantificación y mejora de procesos industriales engarzando de esta manera con el objetivo de mejora continua medioambiental.

2. Descripción del producto y del proceso

Si bien el producto que se fabrica en MICROSER S.A. es el circuito impreso (placa base), la aplicación de la Iniciativa al producto fabricado excedía la capacidad actual al tratarse de un proceso de fabricación complejo con muchas etapas y subetapas. Se busco, por tanto, una parte del proceso de fabricación significativa desde el punto de vista del proceso y a su vez, más sencilla desde el punto de vista de la aplicación de la Iniciativa.

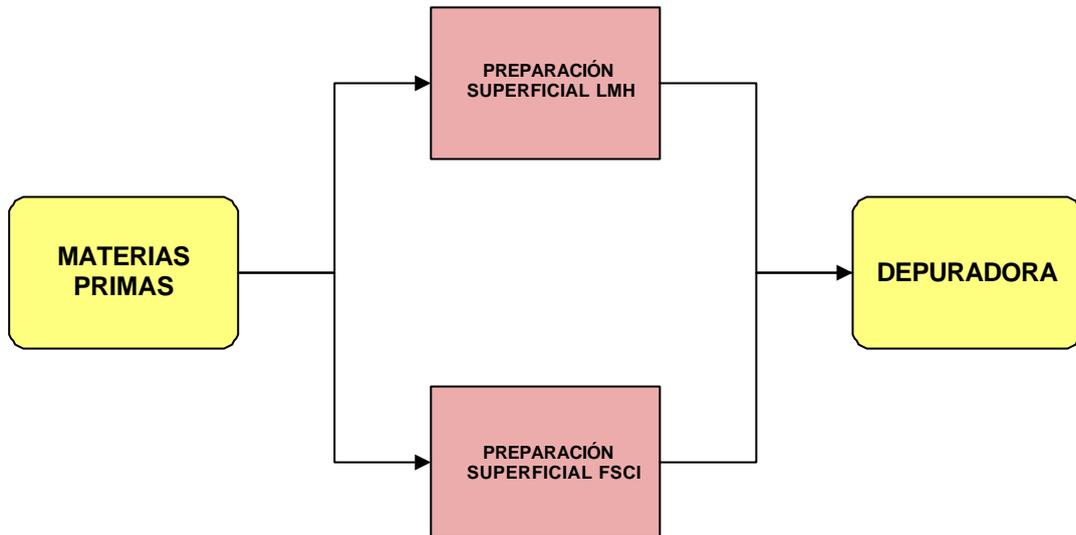
Entre las distintas posibilidades se eligió la Reutilización de baños agotados en la Preparación Superficial de las placas. En este proceso todas las placas deben pasar por un baño ácido que limpia las placas y elimina una capa de cobre de varias micras de espesor, dejando las placas con una rugosidad necesaria para dar la imagen del circuito que se pretende fabricar.

La mejora medioambiental que se esperaba vendría dada por una reducción en el consumo de materias primas y recursos, así como una disminución en la generación de vertido líquidos y residuos tóxicos y peligrosos.

2.1. Proceso Inicial

En el diagrama 2.1 se muestra gráficamente el proceso inicial de preparación de las placas.

Diagrama 2.1



3. Diseño de mejoras

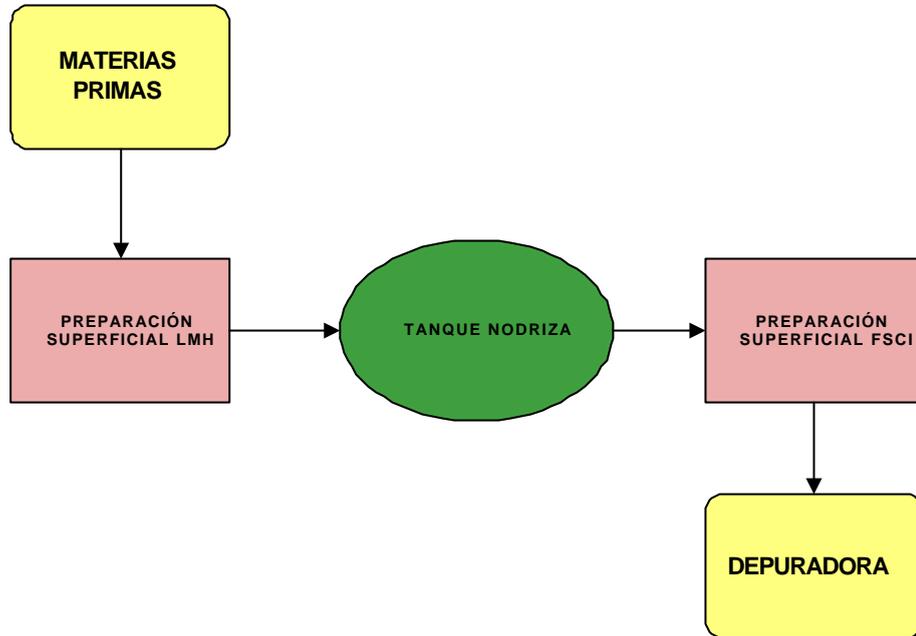
Como se describe en el diagrama de flujo 2.1, se parte de una situación en la que el baño agotado de la preparación superficial se envía a la depuradora tanto en la sección LMH como en la sección FSCI.

En el proceso mejorado, el baño agotado de la preparación superficial de la sección LMH se reutiliza en la sección FSCI.

3.1. Proceso mejorado

En el diagrama 3.1 se muestra gráficamente el proceso mejorado de preparación de las placas.

Diagrama 3.1



La mejora diseñada se centra en la reducción en la utilización de Persulfato sódico componente principal en la formulación del baño de ataque ácido de la preparación superficial, y en el menor consumo de agua necesario para el baño. El baño utilizado en la sección LMH tiene una concentración de Persulfato superior a la que se necesita en la sección FSCI lo que posibilita la reutilización del baño con la única condición de su dilución (1:1,3) con agua y cantidades pequeñas de ácido sulfúrico.

Además de la menor cantidad de materia prima necesaria se obtiene una mejora en el impacto que causa el vertido del baño una vez agotado. El baño agotado se envía a la depuradora de aguas residuales industriales que MICROSER S.A. posee dentro de sus instalaciones, allí por un proceso de depuración físico-químico se elimina la carga contaminante resultando un agua residual que se envía al Sistema Integral de Saneamiento y unos Lodos de depuración que son gestionados como residuos tóxicos y peligrosos.

Complementando este ahorro en el consumo de persulfato sódico, se produce un menor consumo de agua, al reutilizarse la misma en dos baños, a través de un tanque nodriza, no como en la situación inicial, en la cual sólo se empleaba en uno de ellos.

La mejora supone por tanto un menor consumo en reactivos y agua, y un ahorro en la gestión de residuos (los lodos de depuración suponen el 35% de los residuos generados).

3.2. Estudio de indicadores medioambientales

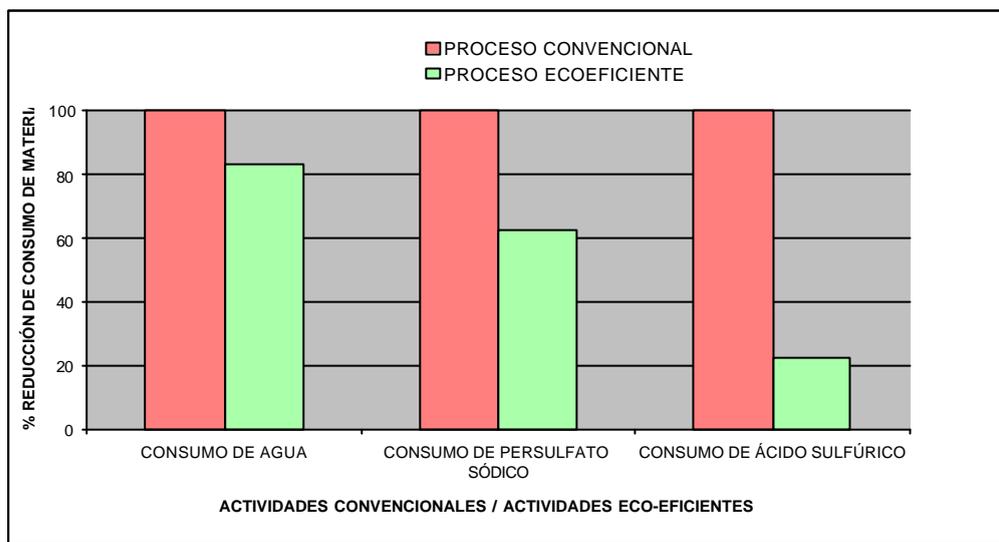
A continuación se mencionan los indicadores medioambientales que han mejorado con la implantación de la ECO-EFICIENCIA:

Consumo de recursos y materias primas. La mejora se centra prioritariamente en la disminución de agua, Persulfato sódico y ácido sulfúrico:

- Disminución de 24 m³/mes en el consumo de agua, lo que supone un ahorro del 16,80%. Ver anexo 8.1.
- Disminución de 7.2 T/mes en el consumo de Persulfato sódico, lo que supone un ahorro del 37,5%. Ver anexo 8.2.
- Disminución de 8,84 T/mes en el consumo de Ácido Sulfúrico, lo que supone un ahorro del 77,27%. Ver anexo 8.3.

En el Diagrama 3.2, podemos apreciar gráficamente la reducción en el consumo de materias primas y agua.

Diagrama 3.2



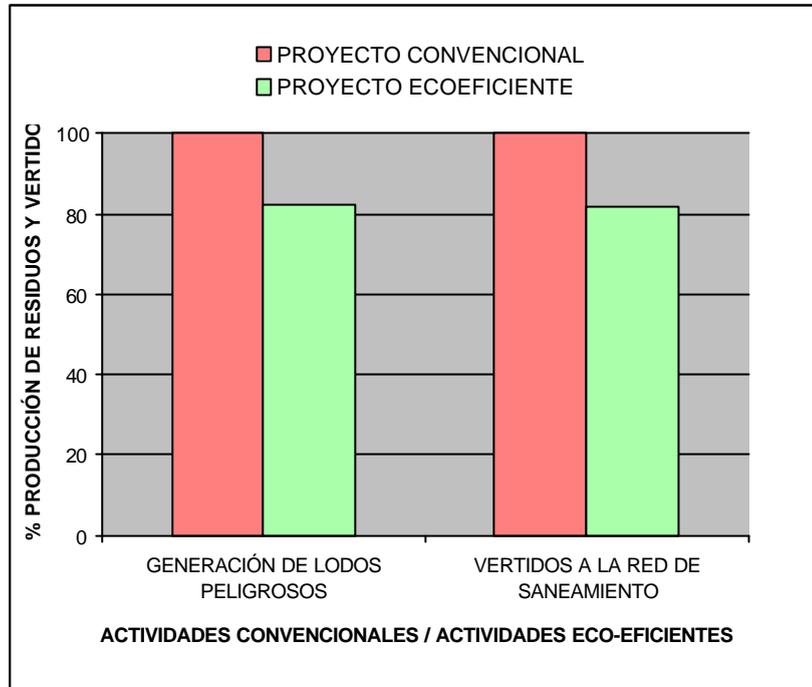
Generación de residuos. Se disminuye la generación de lodos de depuración de aguas industriales, considerados peligrosos por su alto contenido en metales pesados.

- Disminución de 264 Kg/mes, lo que supone un ahorro del 17,80%.

Vertidos. Se obtiene una mejora en el volumen de efluentes depurados al disminuir esa corriente en 27,2 m³/mes, lo que supone un ahorro del 18,32%. Por tanto al menor consumo en reactivos de depuración se une la reducción en el canon de depuración al disminuir el volumen de agua residual vertido al SIS.

En el Diagrama 3.3, podemos apreciar gráficamente la reducción en la generación de residuos, especialmente peligrosos, y vertidos al Sistema Integral de Saneamiento.

Diagrama 3.3



3.3. Costes medioambientales

Los valores de costes económicos relacionados con la mejora medioambiental diseñada se centran en el coste de materias primas y agua por un lado y en el coste de gestión de residuos y vertidos por otro.

El coste del Persulfato se disminuye en 1980000 pesetas al mes, justificando claramente desde el punto de vista económico la implantación de la mejora. La disminución en el coste de agua, en la depuración del efluente y en el canon pagado por el vertido supone una cantidad mucho menor comparada con la anterior pero del mismo valor desde el punto de vista medioambiental.

A estos beneficios directos y computables se unen otros de difícil valoración pero de indudable valor medioambiental, como son el transporte de materias primas hasta el centro productivo y el menor coste de operación interno en el transporte de las materias primas hasta su punto de uso ya dentro de la instalación.

El coste de I+D, así como el coste de puesta en marcha de la mejora se ha estimado en 600000 pesetas, lo cual da un tiempo de amortización de 3 meses.

3.4. Conclusiones

La mejora aplicada "Reutilización del baño de Persulfato en la preparación superficial de placas" ha supuesto en una primera aproximación una reducción espectacular tanto desde el punto de vista económico como desde el punto de vista medioambiental.

Desde el punto de vista medioambiental se ha mejorado en la utilización de materias primas portadoras de una mochila ecológica importante y en la utilización de recursos naturales, caso del agua, de alto valor ecológico en nuestro país. A esto se añade la disminución en la generación de RP y su impacto ecológico en los vertederos de seguridad.

Desde el punto de vista económico la mejora supone disminuir costes de materias primas como el Persulfato o los reactivos de depuración, así como de uso de recursos naturales como el agua. A su vez, el tiempo de amortización de la implantación de la mejora de solo 3 meses indica la potencialidad de este tipo de mejoras.

A la vista de los resultados se puede concluir que la Iniciativa Eco-eficiencia permite el estudio riguroso de posibles mejoras medioambientales tanto en los procesos como en los productos, permitiendo anticipar los resultados a su implantación practica. MICROSER S.A. se ha marcado como objetivo el uso sistemático de esta herramienta en las diferentes etapas del proceso productivo para ahondar en las atractivas mejoras medioambientales que permite la producción de circuitos impresos.

Todos estos ahorros, podemos reflejarlos en el ECO-COMPAS, consistente en una figura geométrica hexagonal, en el que se identifican cada una de las puntas o vértices del mismo con los indicadores medioambientales: recursos consumidos durante el transporte; vertidos, emisiones y residuos producidos; consumo de materias primas y agua; intensidad en el uso de energía; contenido en sustancias peligrosas: y durabilidad y servicio.

En el caso a estudio, el resultado de la aplicación de la Iniciativa da una reducción del Eco-compás significativa en el vértice de residuos, emisiones y vertidos y en el vértice de consumo de agua y de materiales, dejando el resto de los vértices invariables, como se muestra en la figura 3.4, salida gráfica que muestra la aplicación informática del Eco-compás.

Figura 3.4. Eco-compás de mejora

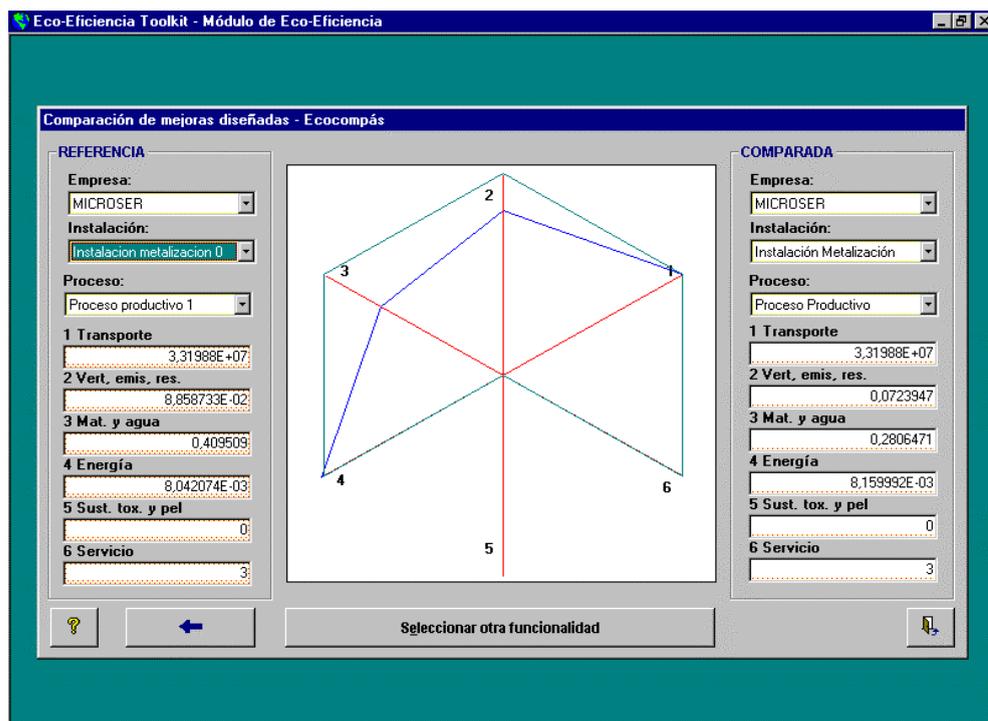
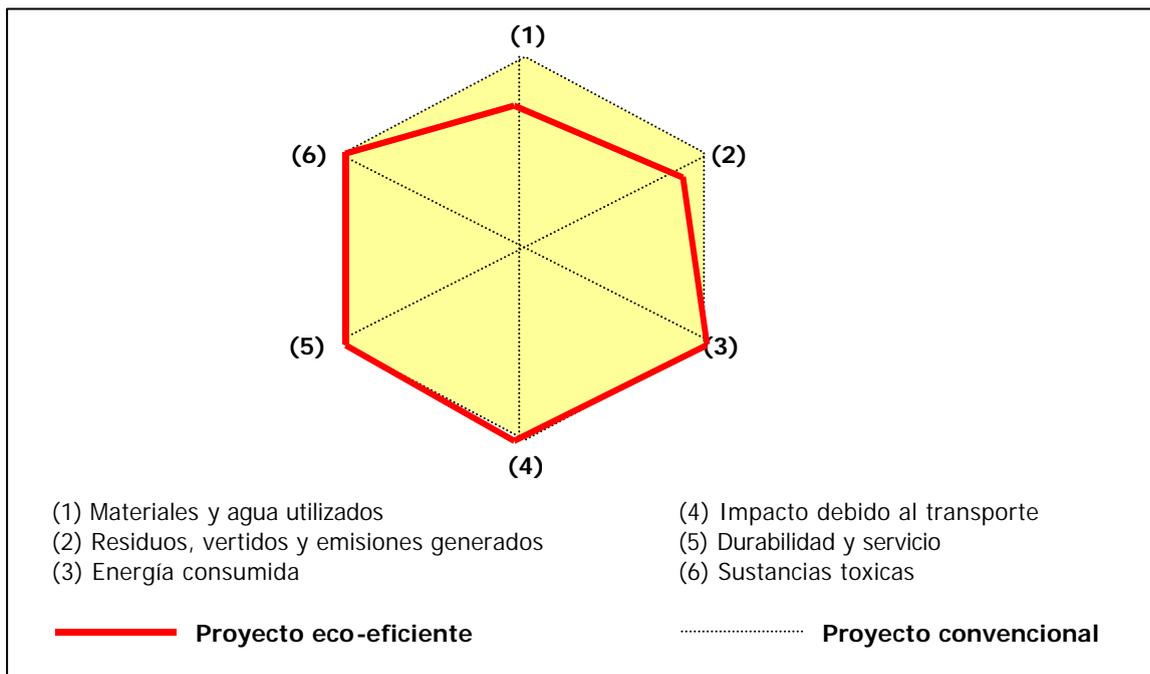


Figura obtenida de Eco-Eficiencia Toolkit

Para clarificar los datos, podemos realizar una estimación aproximada del ECO-COMPAS de una forma gráfica, como aparece en la figura 3.5, en la que el eco-compás del proyecto convencional está representado en color verde, y el del proyecto eco-eficiente en color azul.

Figura 3.5. Eco-compás de mejora



ENERGÍA PORTÁTIL S.A. (Grupo Cegasa)

1. Descripción de la empresa

El Grupo Cegasa

GRUPO CEGASA 

CEGASA comienza su actividad industrial como fabricante de pilas en 1934; esto significa 66 años de experiencia en este campo.

En los años 50 desarrolla un moderno y eficiente proceso de fabricación de Bióxido de Manganeso Electrolítico (EMD). Gracias a su crecimiento continuado, en 1964 se pone en funcionamiento una moderna planta equipada con la tecnología más avanzada en la fabricación de pilas secas herméticas. A la par de su ascensión tecnológica e industrial, CEGASA incorpora en 1980 a su programa de fabricación la tecnología de pilas Air Alkaline, lo que supone una nueva generación de pilas de elevada capacidad de energía.

Siguiendo su proceso de mejora en la calidad de sus productos, a principios de los años 90, CEGASA lanza su gama de pilas de tecnología verde o "Ecológicas", incluyendo dos nuevas líneas de pilas - Alcalinas y de Cloruro de Zinc - con prestaciones ampliamente mejoradas. Al constante progreso en los programa I+D de CEGASA, se debe la total eliminación de los metales pesados (0% Mercurio, 0% Cadmio) de todas las gamas de pilas fabricadas por la empresa.

El grupo CEGASA está formado por cinco empresas, con dos plantas de fabricación ubicadas en Vitoria-Gasteiz y Oñati (Gipuzkoa). Ambas plantas se encuentran en una zona de amplio desarrollo industrial con una excelente infraestructura de comunicaciones, tanto marítima (Puerto de Bilbao) como terrestre (eje Madrid - París):



Esta empresa se dedica a la producción de pilas de Cloruro de Zinc y de Cloruro de Amonio. Su capacidad supera los 350 millones de unidades por año.



Su principal actividad es la fabricación de pilas alcalinas. Su capacidad anual es superior a 150 millones de pilas.



Ubicada en Oñati (Gipúzkoa), se dedica a la producción de: Bióxido de Manganeso Electrolítico, Pilas Air Alkaline, Pastores Eléctricos, Linternas, y Pilas especiales



Comercializa en el mercado internacional y doméstico los productos fabricados por las empresas del grupo. También comercializa en el mercado español productos de terceros como: Bombillas, Papel de Aluminio, Productos de Primeros Auxilios, Encendedores, Maquinillas de Afeitado, Alimentos Enlatados, ...

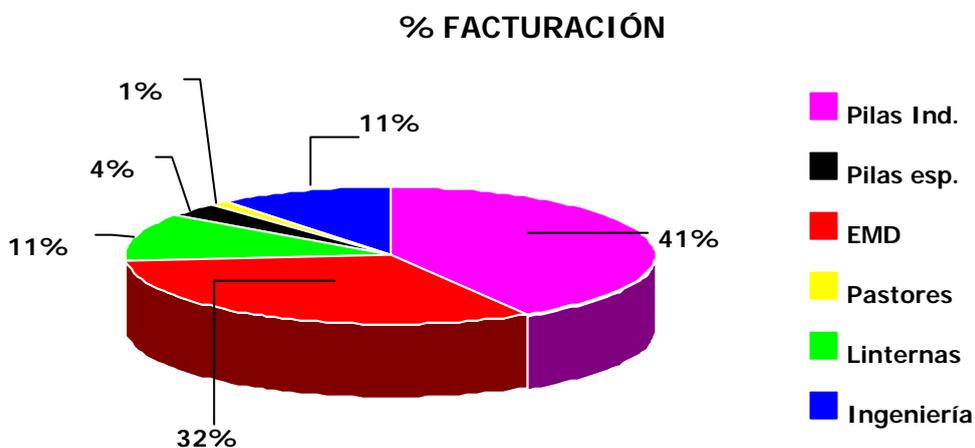


Su actividad principal es la distribución de productos en el mercado español, para lo cual dispone de doce centros logísticos de almacenaje situados en puntos estratégicos del territorio español.

Energía Portátil S.A.

ENERGIA PORTATIL S.A. es una empresa situada en OÑATI (Gipuzkoa), dedicada a la fabricación de Bióxido de Manganeso Electrolítico, Pilas Air Alkaline, Pastores Eléctricos, linternas y pilas especiales.

Actualmente ENERGIA PORTATIL cuenta con una plantilla de 114 empleados. La facturación anual es de 2.230 millones de pesetas que se reparte como sigue entre los diferentes productos:



Desde enero de 1.995, ENERGIA PORTATIL está certificada según la norma UNE-EN-ISO 9002 para el proceso de fabricación de pilas industriales. Conscientes de la mejora que ello ha supuesto en nuestro sistema de gestión de calidad, se ha decidido trasladar la misma estrategia a otros ámbitos de la gestión como son la gestión medioambiental y la gestión de la prevención de riesgos laborales.

ENERGÍA PORTÁTIL dispone de un sistema integrado de medio ambiente y prevención (MAP), con el objetivo inmediato de certificar, en el segundo semestre del presente año, las actividades de gestión medioambiental de conformidad con la norma ISO 14.001.

En la actualidad, ENERGÍA PORTÁTIL se encuentra en una fase de integración de los sistemas de gestión, en lo que se denomina el Sistema KMAP (Calidad, Medio Ambiente y Prevención), con el objeto de aprovechar las sinergias existentes entre los diferentes sistemas y conseguir una mayor eficiencia en la gestión empresarial y una mayor competitividad de la empresa.

1.1. Objetivos de ENERGÍA PORTÁTIL dentro del programa eco-eficiencia

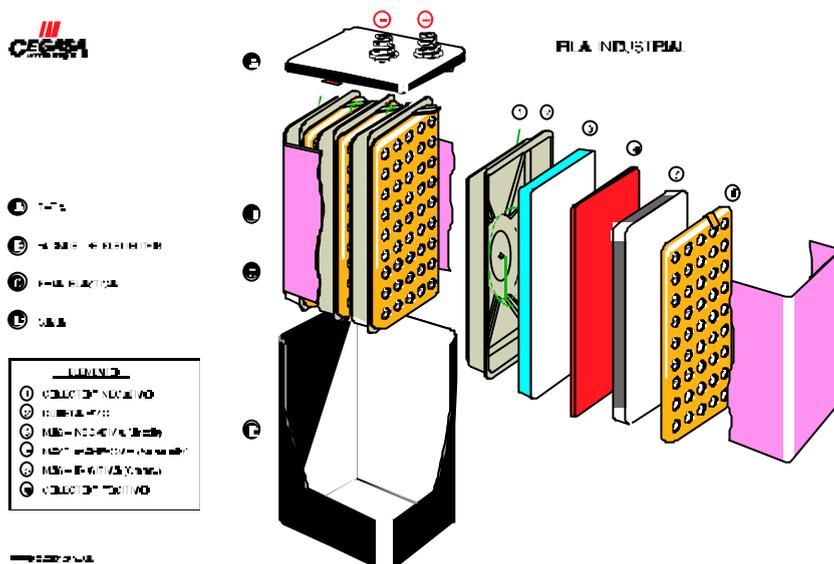
El proyecto ECO-EFICIENCIA se encuadra dentro las actividades de gestión medioambiental de ENERGÍA PORTÁTIL. El objetivo perseguido ha sido ensayar esta herramienta informática de gestión para validar su aplicabilidad en el análisis y cuantificación de las mejoras medioambientales de nuestros productos.

2. Descripción del producto y del proceso

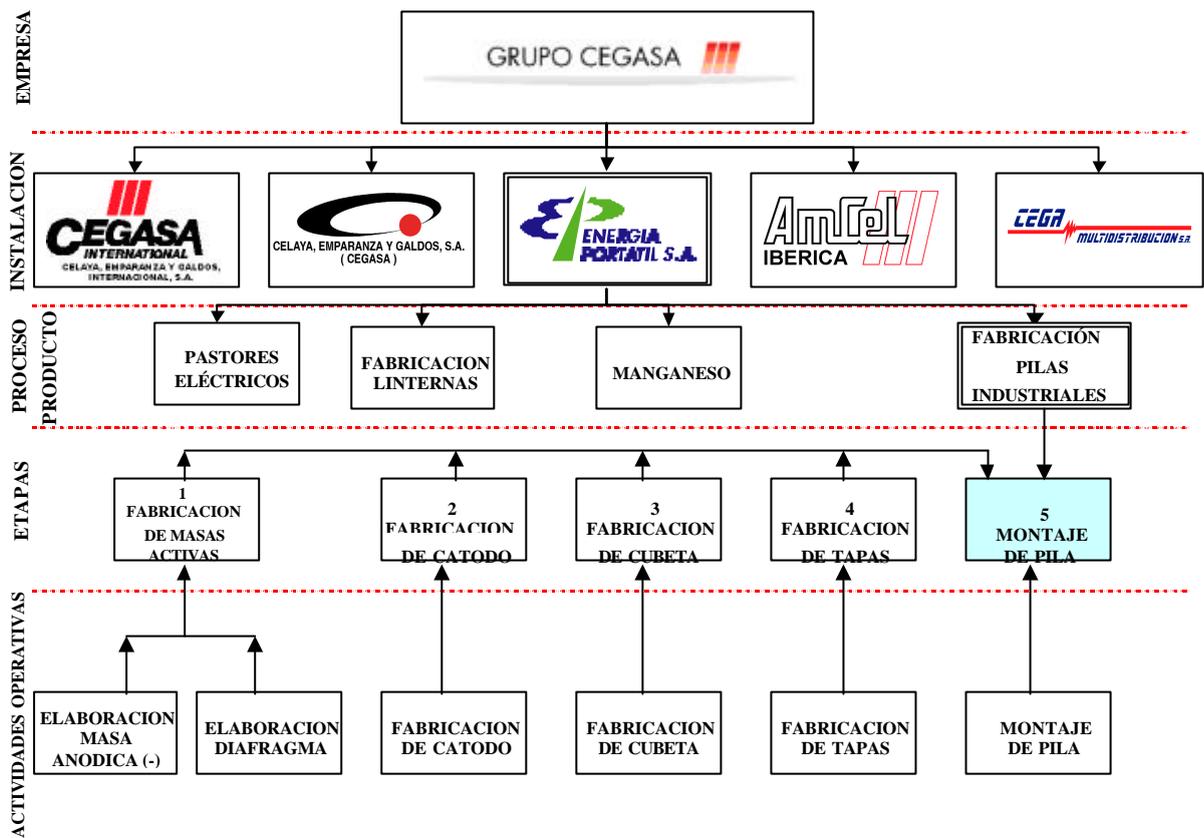
Para la aplicación de la herramienta se ha seleccionado el **producto PILA INDUSTRIAL**. Como actualmente existen más de 50 referencias de modelos distintos de pilas industriales, se ha optado por analizar el modelo **de pila industrial medio enviado durante el año 1999**. En este sentido, los datos con los cuales ha trabajado internamente el programa corresponden a este período anual.

El proceso de fabricación de las pilas industriales se centra en una línea de montaje donde convergen los diferentes procesos periféricos que suministran los productos semielaborados necesarios para el ensamblaje del producto final.

En la figura siguiente se muestran los diferentes componentes que conforman la pila industrial.



Para la introducción de datos en la herramienta ECOEFICIENCIA, el proceso industrial se ha modelizado en cuatro etapas periféricas (Elaboración de masas activas, Fabricación de cubetas, Fabricación de cátodo, Fabricación de tapas) y una etapa convergente de Montaje final, de acuerdo con el esquema de la figura adjunta.



Las etapas y los elementos que incorpora cada una de ellas en relación a la figura anterior son los siguientes:

1. Elaboración de masas activas, con dos actividades predefinidas, la elaboración del separador (Diafragma) (4) y la elaboración de la masa negativa (3).
2. Fabricación del cátodo (5 y 6)
3. Fabricación de cubetas (1 y 2)
4. Fabricación de tapas (A)
5. Montaje final de la pila industrial (Ensamblaje de elementos anteriores más B, C y D).

ETAPA	DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA	IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS					
		EA	RI	RP	V	MP	E
1	ELEBORACIÓN DE MASAS ACTIVAS Preparación de las dos masas activas que incorpora la pila industrial: el separador (diafragma) y la masa negativa. Ambas masas tienen como producto base el electrolito, preparado que se elabora en una cuba destinada al efecto, a partir de una disolución de hidróxido potásico y óxido de zinc en agua. A continuación, el producto se bombea a las instalaciones de fabricación de diafragma y masa negativa. <u>Actividad 1: Elaboración del diafragma.</u> El diafragma se prepara en un depósito a partir de cantidades prefijadas de electrolito y espesante. <u>Actividad 2: Elaboración de la masa negativa.</u> El diafragma se prepara en un depósito a partir de cantidades prefijadas de zinc, electrolito y espesantes.						
2	FABRICACIÓN DE CÁTODO El soporte del cátodo de la pila industrial se fabrica por estampación en frío de fleje de hierro. A continuación se comprime en la pieza conformada la denominada masa positiva, preparado obtenido en las instalaciones de CEGASA mediante la adición de cantidades prefijadas de dióxido de manganeso, negro de humo y electrolito.						
3	FABRICACIÓN DE CUBETAS Se realiza el termoconformado de la cubeta a partir de una lámina de PVC y la implantación posterior del hilo colector de cobre niquelado.						
4	FABRICACIÓN DE TAPAS Fijación, en la tapa de la pila industrial, de los elementos y conexiones necesarias para asegurar los contactos entre los componentes interiores y las dos bornas de salida						
5	MONTAJE FINAL DE PILA Dosificación de las masas activas en la cubeta, se gelifica el diafragma en un horno eléctrico y se procede al ensamblado final de los diferentes componentes de la pila industrial, incluida la soldadura manual de los conectores con estaño y el cierre de la pila por soldadura con ultrasonidos. Las operaciones finales de la línea de montaje incluyen el etiquetado y embalaje del producto final.						
ACTIVIDADES DE APOYO Gestión medioambiental, mantenimiento y servicios generales asignados al proceso (P.e. agua sanitaria).							

3. Diseño de mejoras. Eco-compás

Transporte:

- a. Suministro del polvo de zinc a partir de proveedores del mercado nacional en lugar de proveedores extranjeros. Mejora sustancial del impacto del producto debido al transporte.
- b. Suministro de bobinas de PVC de mayor diámetro, intentando minimizar el impacto porcentual del transporte

Vertidos, emisiones y residuos:

- a. Reducción en un 12 % del residuo de pilas (RP), minimizando el número de pilas que se toman para la auditoría de producto.
- b. Recuperación de la práctica totalidad de las pilas defectuosas detectadas a final de proceso, realizando un esfuerzo añadido en la recuperación de las pilas que presenten un elemento defectuoso que se sustituiría por otro conforme.
- c. Instalación de una captación-depuración independiente para la masa positiva, con objeto de imposibilitar su mezcla con otros productos y posibilitar su recuperación. Esta medida supone el aprovechamiento del 50% de los residuos de masa positiva producidos (RP).

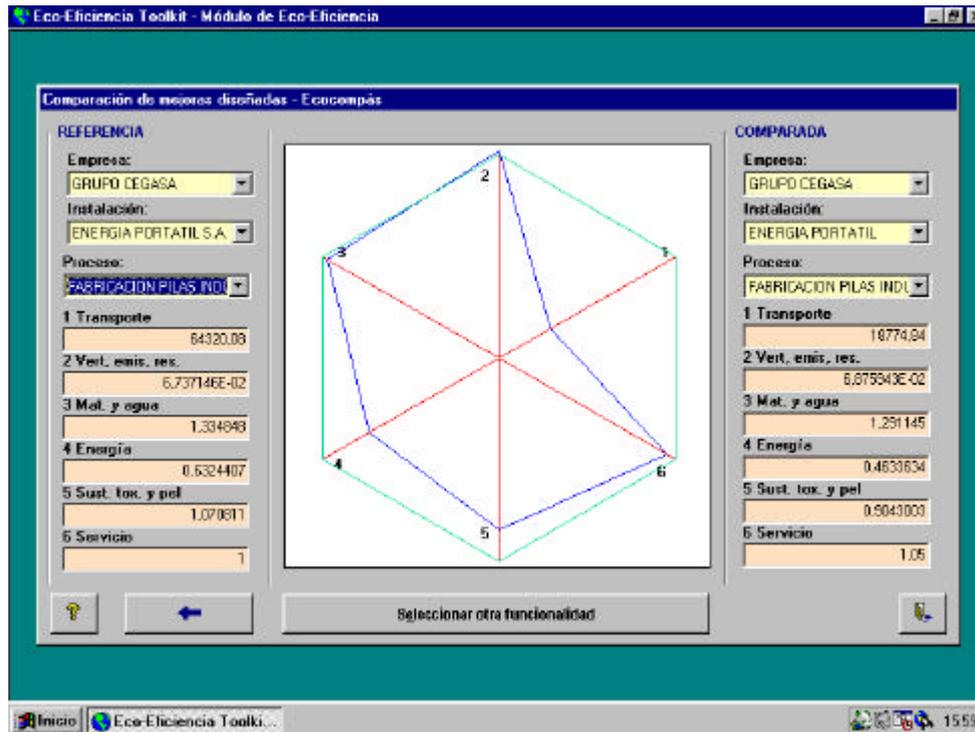
Intensidad de uso de materiales (incluida el agua):

- a. Reducción de la cantidad de diafragma en los elementos de pila AS3/90, AS3/120 y AS3/150 mediante el control de dosificación en proceso y la introducción en la pila de una chapa de refuerzo conformada. La mejora supone una reducción del 6,5 % del consumo anual, además de un menor peso de materiales en la pila por unidad de energía (Wh).
- b. Reducción de la cantidad de masa positiva en los elementos de pila AS2 y AS3 mediante el control de dosificación en proceso y que implica la modificación del troquel para la obtención de un cátodo de menor espesor. La mejora supone una reducción del 12 % del consumo anual, además de un menor peso de materiales en la pila por unidad de energía (Wh).
- c. Utilización de fleje de hierro sin tratamiento superficial de niquelado para el conformado del colector catódico, donde el níquel representa aproximadamente el 1% en peso del fleje consumido anualmente.
- d. Reutilización del residuo de PVC, aproximadamente el 30% del consumo total, directamente por nuestro proveedor para la fabricación de la lámina de PVC que nos suministra. El residuo se entregaría en su totalidad al proveedor abandonando la valorización actual por terceros. La reducción de coste se estima en un 19%.

Intensidad en el uso de energía. Reducción del consumo energético del proceso en un 5% mediante el control y la minimización en los equipos de mayor consumo (Filtro de mangas, aire acondicionado, cámara de ensayos climáticos) y la sensibilización del personal.

Sustancias tóxicas. Ver medidas 1 a 3 del punto 3. Las reducciones en los consumos de diafragma, masa positiva y fleje de hierro niquelado, suponen reducciones paralelas en el contenido de sustancias tóxicas y peligrosas en el producto final.

Durabilidad y servicio. La reducción del consumo de materiales utilizados para la fabricación de la pila por unidad de energía producida, lleva aparejada una mejora de un 5 % en la unidad de servicio.



VARIABLE	COSTE	AHORRO ¹	VALOR DE REFERENCIA	VALOR DE COMPARACIÓN	% DE MEJORA
1. TRANSPORTE	-		64.320	18.775	71%
2. VERT., EMIS., RES	a)	20.000	0,067	0,068	-2%
	b)	475.000			
	c)	2.000.000			
3. MAT. Y AGUA	a)	800.000	1,33	1,29	3%
	b)	1.200.000			
	c)	-			
	d)	3.300.000			
4. ENERGÍA	-	320.000	0,63	0,46	5%
5. SUST. TÓX. Y PEL.	Ver pto. 3		1,07	0,9	27%
6. SERVICIO	Ver pto. 3		1	1,05	5%

(1) Ahorro estimado en el primer año.

EGMASA

1. Descripción de la empresa



EGMASA es una gran empresa española con una decidida vocación de liderazgo en la gestión medioambiental. Desde su creación, hace una década, EGMASA contribuye con su actividad al objetivo de hacer realidad un desarrollo sostenible y compatible con el medio.

EGMASA aporta soluciones integrales, tanto al sector privado, como a la administración pública. La dedicación exclusiva al medio ambiente ha permitido que EGMASA adquiriera, a lo largo de su trayectoria, una profunda y creciente especialización en todas las actividades que realiza. EGMASA asume la mejora continua en la calidad como compromiso prioritario y cuenta, para ello, con un excelente equipo humano que aplica a su trabajo los últimos avances científicos y tecnológicos.

EGMASA tiene un promedio anual de 530 trabajadores y factura del orden de los 15-16000 millones de pesetas anuales.

Para quienes trabajan en EGMASA, el medio ambiente es su razón de ser: en él quieren invertir todas las capacidades que han sumado y que, probablemente, constituyan la oferta más amplia de servicios medioambientales del mercado.

La empresa desarrolla su actividad en las áreas de consultoría e ingeniería, obras y servicios medioambientales. Dentro de esta última área ha seleccionado la planta de Inertización de Residuos Industriales Inorgánicos para el análisis de eco-eficiencia.

1.1. Objetivos de CEGASA dentro del programa eco-eficiencia

Para EGMASA, empresa dedicada a la mejora del medioambiente, la participación en la Iniciativa Eco-Eficiencia suponen un paso más en el desarrollo de su actividad medioambiental, al permitirle disponer de nuevas herramientas para analizar los procesos productivos, con objeto de poder introducir mejoras medioambientales. La utilización de esta metodología permite, además, desarrollar indicadores medibles del comportamiento medioambiental de sus instalaciones, instrumento muy válido para la aplicación de la norma UNE-EN ISO 14001, de acuerdo con la cual está certificada la Planta de Inertización de Residuos Industriales Inorgánicos a la que se aplica el presente proyecto.

2. Descripción del producto y del proceso

2.1. Química del proceso

La Planta de Inertización tiene como objetivo el tratamiento de residuos industriales inorgánicos con un alto contenido en metales pesados. Estos residuos minerales se tratan mediante el Proceso Soliroc basado en su inertización mediante la fijación de metales en una matriz de silicatos.

Los residuos proceden básicamente de la industria química y de los tratamientos de superficies metálicas y los más importantes son:

- Los ácidos sulfúrico, nítrico, clorhídrico, fosfórico y fluorhídrico procedentes de baños de decapado de metales y de tratamientos de superficie.
- Las bases, como el hidróxido sódico procedente de talleres de anodizado y el hidróxido cálcico originado en la fabricación del acetileno.
- Residuos de la industria química inorgánica: inatacados de ilmenita (industria del pigmento) o residuos de metalurgia, como polvos de electrofiltros de acería.

2.1.1. Tratamiento de residuos líquidos

El tratamiento de los residuos líquidos se produce en tres fases:

Preparación del ácido silícico. El ácido silícico se obtiene haciendo reaccionar escoria granulada, residuo procedente de la industria siderúrgica con un ácido residual, obteniéndose ácido silícico y una solución que contiene metales pesados en forma iónica.

Polimerización e incorporación de los metales. El ácido silícico, en presencia de metales pesados en solución, se polimeriza y, por adición de una base que eleve la alcalinidad de la solución a pH = 12, se produce una coprecipitación del polímero ácido silíco-metal.

Cementación. Añadiendo al precipitado una mezcla de escoria, cemento y cal se consigue:

- Conferir a los lodos algunas propiedades físicas, tales como la resistencia mecánica y la impermeabilidad
- Formar lentamente silicatos
- Proteger, por efecto tampón, el producto inertizado del ataque por aguas ácidas y otros agentes externos

Este proceso de cementación es muy lento (dura más de una semana), y se completa en el Centro de Recuperación de Inertes (CRI) donde se vierten estos residuos inertizados.

2.1.2. Tratamiento de residuos sólidos

La filosofía utilizada en el tratamiento de estos residuos es la misma que en los líquidos. En este caso se adicionan conjuntamente todos los reactivos: sólido a inertizar, cal, cemento, escoria y agua para poder efectuar la mezcla y se añade cal para llevar la masa hasta pH = 12.

2.2. Secuencia de tratamiento

Todos los residuos que llegan a la Planta de Inertización son identificados, pesados y analizados, para posteriormente ser almacenados y tratados (ver diagrama de flujo).

En el proceso de Inertización se distinguen dos variantes:

- 1.- Proceso Soliroc vía sólida.
- 2.- Proceso Soliroc completo.

2.2.1. Proceso Soliroc vía sólida

Una vez preparado el residuo a tratar, se procede a llenar las tolvas de lodo y de escoria, mediante puente grúa. Se activan todos los dispositivos de puesta en marcha de la

instalación y comienza a dosificarse el residuo a inertizar y todos los reactivos, y aditivos, al mismo tiempo. Las proporciones en que se añade cada uno de ellos son determinadas previamente en el Laboratorio de la Planta.

Todas estas dosificaciones se realizan sobre un tornillo intermedio de mezcla, donde llegan, mediante unos tornillos dosificadores, la cal y el cemento procedentes de los silos de almacenamiento, los lodos y la escoria de sus correspondientes tolvas y el agua de proceso. La escoria utiliza como medio de transporte una cinta y, en el caso de los lodos, la dosificación se realiza a través de sinfines de transporte. Posteriormente el conjunto pasa a la mezcladora, donde, después de un tiempo de residencia, es evacuado mediante una cinta transportadora que descarga sobre el camión, tomándose muestra alternativa en la cinta de salida, con el fin de comprobar que el producto obtenido cumple las especificaciones internas.

2.2.2. Proceso Soliroc Completo

En el Proceso Soliroc Completo se pueden distinguir en su inicio dos vías de trabajo (inertización de residuos líquidos e inertización de residuos sólidos) que confluyen en un punto, a partir del cual la instalación es común.

Antes de comenzar la inertización del residuo sólido, se realiza la inertización de los residuos líquidos. Para ello la instalación dispone de un reactor al que llegan los ácidos procedentes de los tanques de almacenamiento; posteriormente, de acuerdo con las dosis marcadas por el Laboratorio, se añade una cantidad de escoria a través de una cinta transportadora, se somete la mezcla a una fuerte agitación y se adiciona sosa residual hasta pH 12. De esta forma se obtiene el residuo líquido inertizado, que es transvasado a un tanque intermedio de espera, de donde se va dosificando a la mezcladora en unión con los residuos y demás componentes de la vía sólida. Cuando el residuo líquido a inertizar presenta en su composición cromo hexavalente, es necesario añadirle un agente reductor, utilizándose sulfato ferroso, que se adiciona directamente en el reactor, antes de la escoria, y, una vez comprobado por el Laboratorio que todo el cromo hexavalente está en forma trivalente, se continúa con el proceso habitual.

2.3. Etapas del proceso

Para el análisis de este proceso industrial mediante el programa informático Eco-eficiencia Toolkit, se han distinguido las siguientes etapas:

Acondicionamiento de cal: en esta etapa se lleva a cabo el transporte y el acondicionamiento de la cal para su adición a la etapa de mezcla. La escoria granulada no se hidrata, a consecuencia de la formación de una película ácida en los granos. Con una solución saturada de cal, la película ácida se elimina, y es posible la hidratación de la escoria.

Acondicionamiento de escoria: la escoria se utiliza como reactivo silícico para obtener el ácido monosilícico, que es parte fundamental del proceso Soliroc. Esa escoria proviene normalmente de las industrias siderúrgicas y acerías.

Acondicionamiento de residuos sólidos: se pretende en esta etapa preparar y transportar los residuos sólidos hasta la etapa de mezcla, para la posterior producción de residuos inertes.

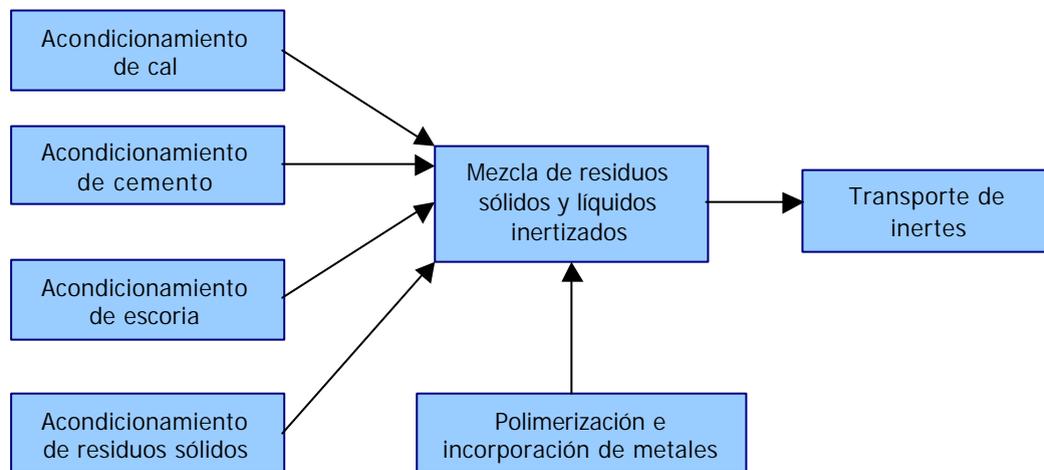
Acondicionamiento de cemento: en esta etapa se persigue el transporte y preparación del cemento para su dosificación a la mezcladora. Con la cementación se consigue conferir a los lodos algunas propiedades físicas, tales como resistencia mecánica e impermeabilidad.

Polimerización e incorporación de metales: se consigue la incorporación al proceso del residuo líquido inertizado.

Mezcla de residuos sólidos y líquidos inertizados: tras un tiempo de residencia, se obtiene el residuo inertizado que pasa a cargarse al camión.

Transporte de inertes: el residuo inerte se carga en camiones para ser transportado a un Centro de Recuperación de Inertes (CRI).

El diagrama del proceso se expone a continuación:



Cada etapa, a su vez, se compone de distintas actividades y, en cada una de ellas, se ha descrito una serie de propiedades que van a permitir, posteriormente, calcular la eco-eficiencia de cada actividad, de cada etapa y del proceso industrial en conjunto. Estas propiedades son: número de personas implicadas en la actividad, número de horas dedicadas a una de ellas, coste de la mano de obra medioambiental generada por esa actividad, consumo energético y nivel de ruido.

Para poder definir estas propiedades de cada una de las actividades, hay que establecer un periodo de imputación que se mantendrá a lo largo de todo el cálculo. En este caso el periodo de imputación es mensual.

A continuación se describen las distintas actividades operativas enmarcadas en sus respectivas etapas:

Etapas de Acondicionamiento de Cal:

- Almacenamiento de cal
- Transporte de cal en tornillo

Etapas de Acondicionamiento de Escoria:

- Almacenamiento de escoria junto a fosos
- Transporte grúa

- Almacenamiento de escoria en tolva
- Transporte de escoria en cinta transportadora

Etapas de Acondicionamiento de Residuos sólidos:

- Almacenamiento en fosos
- Transporte grúa
- Almacenamiento tolva
- Transporte tornillo

Etapas de Acondicionamiento de Cemento:

- Almacenamiento de cemento
- Transporte de cemento en tornillo

Etapas de Polimerización e incorporación de metales:

- Almacenamiento de cal
- Transporte de cal en tornillo
- Dosificador de cal
- Almacenamiento y transporte de ácidos residuales
- Almacenamiento de escoria en tolva TV-210
- Transporte de escoria por cinta transportadora
- Balsa de pluviales
- Dosificación
- Reactor
- Tanque intermedio
- Recirculación de lodos
- Lavado de gases
- Dosificación de aguas del lavado de camiones
- Sedimentador

Etapas de Mezcla de residuos sólidos y líquidos inertizados:

- Transporte en tornillo T-103
- Mezcladora

Etapas de transporte de inertes:

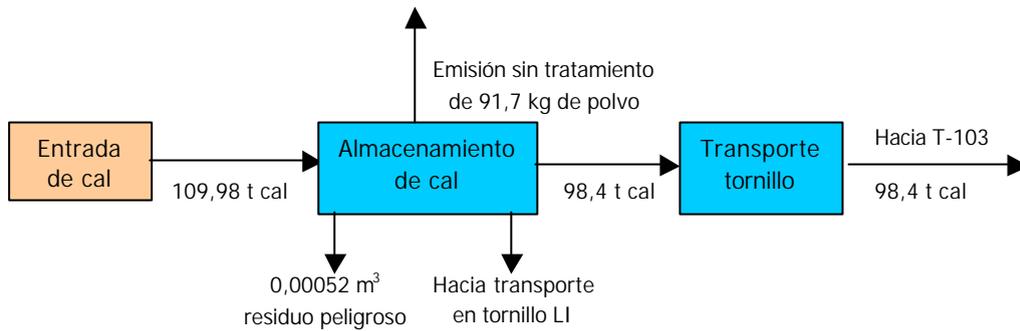
- Transporte en cinta
- Almacenamiento del producto final

Además se han definido una serie de actividades de apoyo cuyos costes ambientales: consumo de energía, consumo de agua,...etc. serán repartidos entre todas las actividades operativas; estas son:

- Limpieza y mantenimiento
- Control de calidad y laboratorio
- Oficinas gestión-residuos

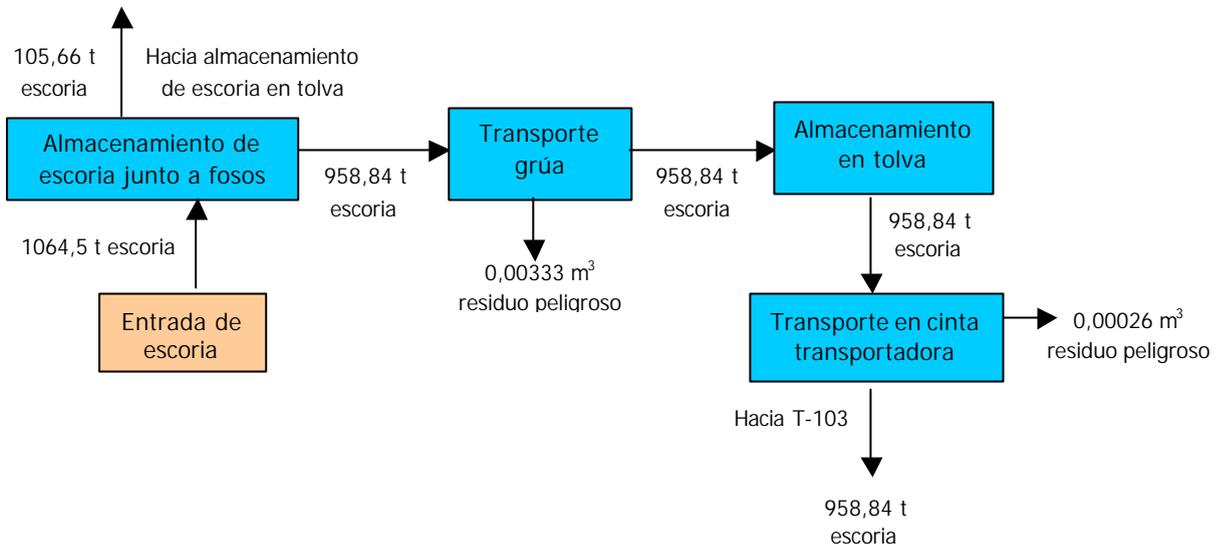
Los diagramas de flujo con los inputs y outputs de cada una de las actividades, así como las tablas donde se recogen las propiedades de cada una de las actividades se encuentran a continuación.

Etapa de Acondicionamiento de cal



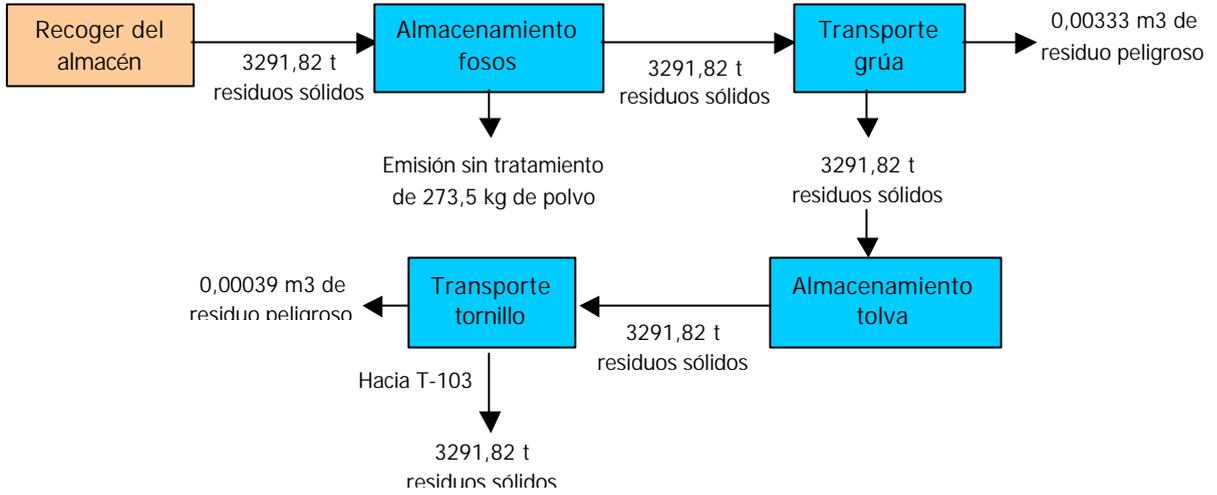
Lista de actividades operativas						
Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Almacenamiento de cal	4	22,748	137863	382,1111	20	45
Transporte de Cal en Tornillo	1	22,748	105196	737,44	2	45

Etapa de Acondicionamiento de escoria



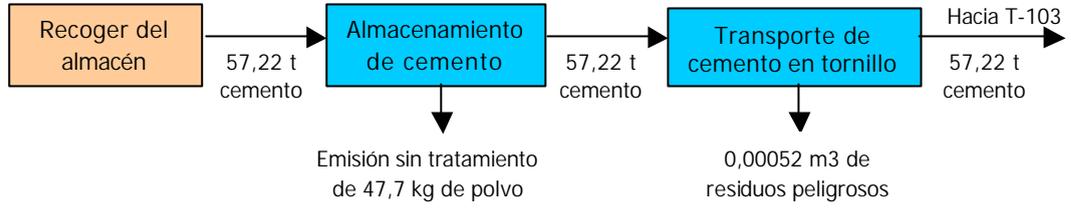
Lista de actividades operativas						
Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Almacenamiento de escoria...	4	22,748	105196	0	7	45
Almacenamiento de Escoria...	1	88	105196	382,1111	36	45
Transporte de Escoria por c...	4	22,748	105196	38,72	1	45
Transporte grúa	1	176	105196	884,4	28	45

Etapa de Acondicionamiento de residuos sólidos



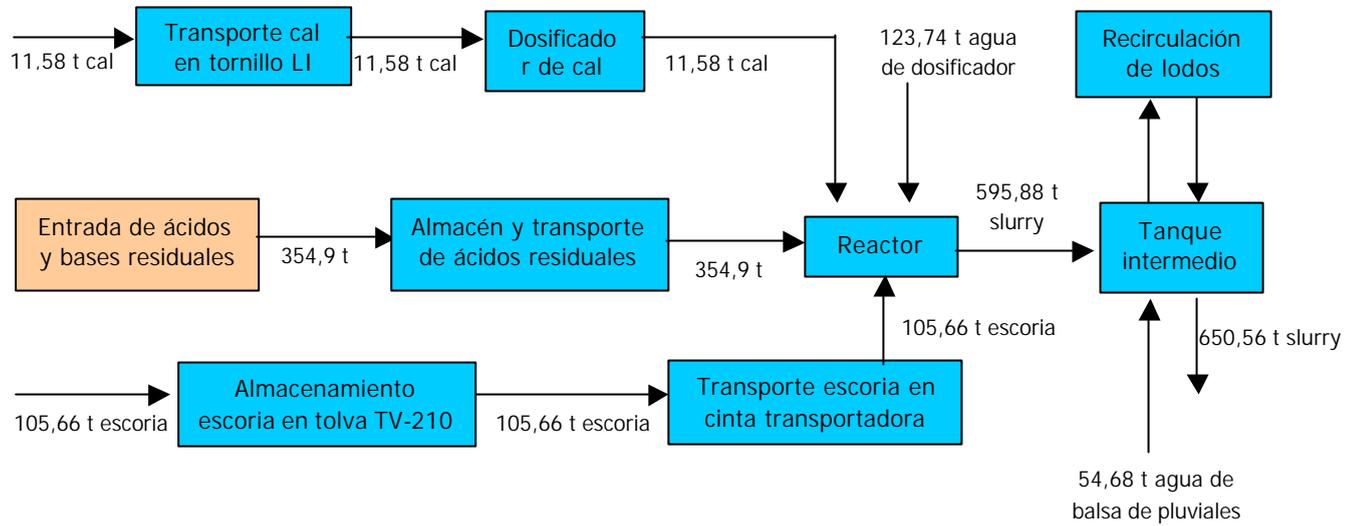
Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Almacenamiento fosos	1	88	137863	4866,889	2441	45
Almacenamiento tolva	4	22,748	105196	0	7	45
Transporte grúa	2	352	105196	884,4	28	45
Transporte tornillo	4	22,748	105196	1056	8	45

Etapa de Acondicionamiento de cemento



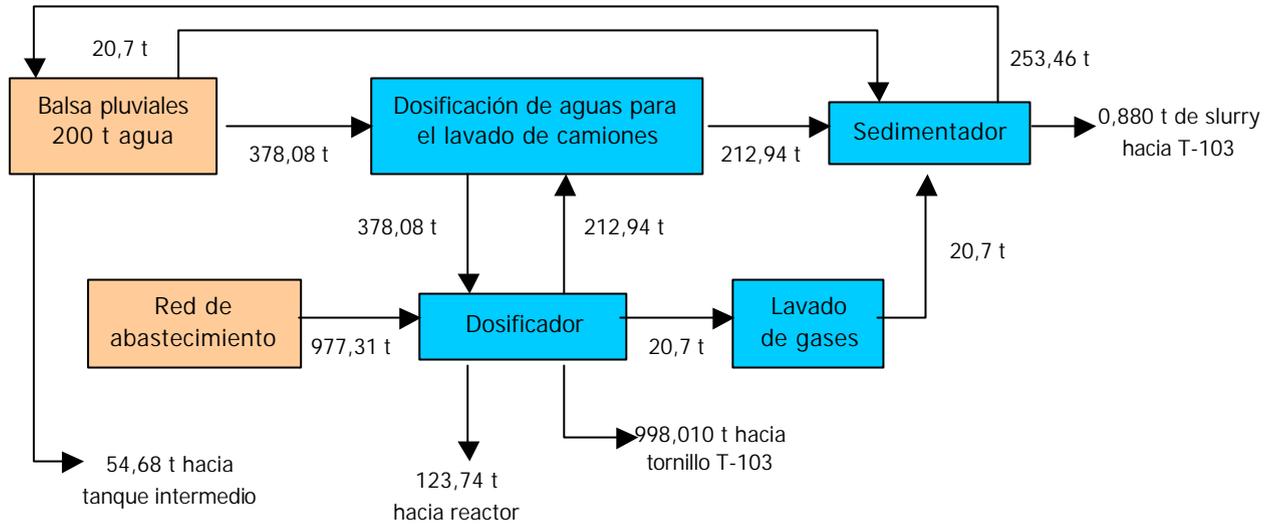
Lista de actividades operativas						
Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Almacenamiento de Cemento	4	22,748	137863	458,3442	20	61
Transporte de Cemento en t...	4	22,748	105196	579,04	2	61

Etapa de polimerización e incorporación de metales (el balance de agua se expone de forma separada)

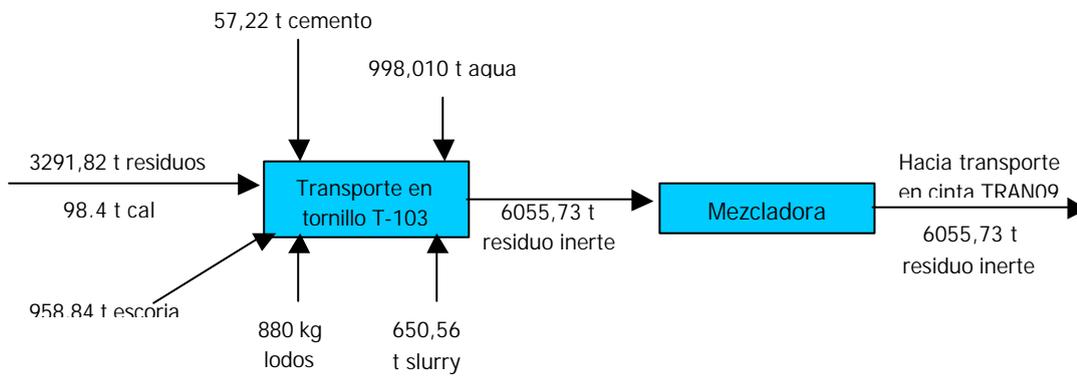


Lista de actividades operativas						
Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Almacenamiento de escoria...	4	22,748	105196	0	7	45
Almacenamiento y transport...	4	22,748	105196	387,2	170	45
Balsa de pluviales	4	22,478	105156	1320	128	45
Dosificación	4	22,748	105196	1267,2	78	45
Dosificación aguas lavado ...	4	22,748	105196	396	0	45
Dosificación de cal	4	22,748	105196	0	0	45
Lavado de gases	4	22,748	105196	440	37	71
Reactor	4	22,748	105196	1883,2	20	45
Recirculador de lodos	4	22,748	105196	0	0	45
Sedimentador	4	22,748	105196	0	5	45
Tanque intermedio	4	22,748	105196	2076,8	34	45
Transporte de cal en tornillo...	4	22,748	105196	64,24	2	45
Transporte de escoria por ci...	4	22,748	105196	154,88	1	45

Balance de agua



Etapa de mezcla de residuos sólidos y líquidos inertizados



Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Mezcladora	4	22,748	105196	3168	3	45
Transporte en tornillo T-103	4	22,748	105196	387,2	3	45

Los datos obtenidos fueron los siguientes:

Punto	NRF dBA	NEE dBA
1	54.70	55.5
2	62.6	64.5
3	69.4	68
4	64.8	67.8
5	56.1	62.1
6	54.7	61
Media	60.38	63.15

Para asignar el nivel de dBA a cada actividad hemos tenido en cuenta la ubicación de los equipos que forman la actividad y los puntos de medición. Para ello hemos tomado las medias de los puntos más cercanos a los equipos.

Superficie. La superficie que ocupa cada actividad ha sido calculada basándonos en el plano de Planta General facilitado por la Planta de Inertización. La mayor superficie la ocupa el almacenamiento de residuos sólidos en el parque y en los fosos.

Consumo de reactivos.

Escoria. Los datos han sido tomados de los informes mensuales de la Planta. De ahí tenemos:

Tm	Ene	Feb	Mar	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic	TOT	PROM
Escoria	770	121	470	730	865	1140	1370	854	1.285	1.290	1.410	1.380	12.774	1.064,5

Cal. El consumo de cal anual y medio es el siguiente:

Tm	Ene	Feb	Mar	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic	TOT	PROM
Cal	33	45	38	104	68	142	104	90	157	165	189	184	1.320	110

Cemento. El consumo de cemento en la planta se muestra en la siguiente tabla:

Tm	Ene	Feb	Mar	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic	TOT	PROM
Cemento	56	122	26	25	82	27	102	24	73	54	51	45	687	57

Sulfato ferroso. Consumo anual:

Tm	Ene	Feb	Mar	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos	Sept	Oct	Nov	Dic	TOT	PROM
SO ₄ Fe	1,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	3,64	5,36	5,00	0,00	16,10	1,34

Electricidad. Para el cálculo del consumo de electricidad en la Planta hemos estimado el consumo de todas las máquinas. Contando con datos de potencia de los motores utilizados en los equipos y el tiempo de funcionamiento mensual aproximado, obtenemos el consumo por actividad en kWh. Así el consumo anual en la Planta fue:

Electricidad (Kwh)	
Enero	15.408
Febrero	18.008
Marzo	17.318
Abril	12.640
Mayo	11.626
Junio	11.574
Julio	13.446
Agosto	14.266
Septiembre	11.316
Octubre	12.268
Noviembre	13.658
Diciembre	18.386
TOTAL	169.914
PROMEDIO	14.159,5

Agua. Para calcular el agua que se consume en la Planta nos basamos en los informes mensuales. Los datos obtenidos son los siguientes:

Agua (m³)	
Enero	865,53
Febrero	1.064,92
Marzo	310,85
Abril	1.027,32
Mayo	73,9
Junio	1.035,53
Julio	1.257,15
Agosto	944,14
Septiembre	1.227,45
Octubre	1.572,12
Noviembre	3.271,81
Diciembre	1.476,99
TOTAL	14.127,71
PROMEDIO	1.177,31

Residuos

Aceites Usados. En la Planta se producen una media anual de 200 l de aceites usados, que equivalen a 16.67 l/mes. Estos residuos se dividen a su vez por equipos en:

- Reductores y variadores de velocidad: 20 % \Rightarrow 3.33 l/mes
- Máquina Palera: 20 % \Rightarrow 3.33 l/mes
- Carretilla: 20 % \Rightarrow 3.33 l/mes
- Cuchara grúa: 40 % \Rightarrow 6.67 l/mes

El aceite residual producido por los reductores y variadores de velocidad afecta a 13 actividades, con lo que tenemos una producción media por actividad de 0.26 l/actividad·mes. Una Empresa externa contratada por la Planta se encarga de la recogida y tratamiento de los aceites residuales, según la legislación vigente.

Envases y embalajes. Según las fichas de efectos ambientales se producen anualmente 25 toneladas procedentes mayoritariamente de los bidones que contienen residuos peligrosos. Esos residuos son enviados a gestor autorizado, que se encarga de su tratamiento.

Aguas Residuales. El único vertido de aguas residuales de la Planta proviene de las oficinas y del laboratorio. El resto de aguas, tanto pluviales como del lavado de camiones, se recogen mediante la red de alcantarillado y son introducidas en el sistema de tratamiento. Se ha estimado el caudal de aguas residuales, según la dotación utilizada comúnmente en dimensionamiento de las E.D.A.R. (250 l/hab·eq.día). Se ha tenido en cuenta que en la Planta hay una media diaria de 15 trabajadores.

Tal y como se verá posteriormente en el apartado cálculo de la eco-eficiencia, tres de los indicadores del denominado eco-compás (consumo energético, consumo de materiales y agua y emisiones, vertidos y residuos), se calculan a partir de datos del proceso, pero utilizando además unos datos básicos del producto, como son:

Producto final: residuo inerte

Periodo de imputación: mensual (indica que todos los cálculos, cantidades consumidas, emitidas, costes,.... son por mes)

Peso unitario del producto: 1kg (peso de lo que se ha denominado una unidad de producto final, aunque realmente dadas las características del producto final, se ha definido esto aleatoriamente puesto que no hay propiamente unidades de producto)

Producción media: $7,332826 \times 10^7$ (indica el número de unidades de producto, es decir, unidades de 1kg, que se producen en 1 mes)

Unidad de servicio: 0,598 Kg (refleja, en este caso, los kg de residuos sin inertizar que se retiran del medio para generar una unidad de producto final, es decir, 1kg de residuo inertizado; realmente se eliminan 43863162 Kg de residuos por cada 73328264 Kg de inertes producidos)

Coste unitario: 6 pts (es el precio de venta de una unidad de producto final)

2.5. Descripción del producto final

En este apartado se va a definir el producto final, es decir, los residuos inertes, atendiendo a los siguientes aspectos:

- Componentes del producto
- Uso
- Transporte
- Durabilidad y servicio

A continuación se van a ir analizando uno por uno cada uno de estos aspectos.

Componentes del producto. El residuo inertizado está compuesto por: cemento, cal, escoria, agua y el residuo sin inertizar. Las sustancias que forman parte de éste último son difíciles de determinar y se ha optado por tomar los componentes de los residuos mayoritarios que llegan a la planta, los enviados por los 3 clientes que suponen el porcentaje más elevado de envío de residuos.

Uso. Durante el uso del residuo inerte, hasta que llega a su destino final que es el relleno de tierras, se consume energía, por un lado de la red y por otra en forma de aceite.

Transporte. En el transporte se consideran, por un lado los consumos e impactos originados por el transporte de las materias primas hasta la planta de inertización, y, por otro lado, el impacto producido por el transporte del residuo inerte hasta el CRI.

Durabilidad y servicio. El producto ofrece un solo servicio, el derivado del relleno de tierras.

A continuación se expone la ficha con los impactos totales del producto

The screenshot displays the 'Eco-Eficiencia Toolkit - Módulo de Eco-Diseño' software interface. At the top, there are fields for 'Empresa:' (EGMESA), 'Instalación:' (Planta de Inertiz. de Res. In.), and 'Producto:' (Residuo Inerte), along with 'Fuente de datos: MIPS' and a 'Cambiar' button. Below this is the 'INDICADORES DEL PRODUCTO' section, which is divided into tabs: 'Componentes', 'Uso', 'Transporte', 'Durabilidad y Servicio', 'Destino final', and 'Datos Generales'. The 'Datos Generales' tab is active, showing the following data:

Identificador del producto:	PROD01	Total Impacto Componentes:	8448,901
Proceso:	SOLRPOC.Produccion de Inertes	Total Impacto Uso:	13252,69
Producto:	Residuo Inerte	Total Impacto Transporte:	8939,14
Producción anual:	7.332826E+07	Total Impacto Destino final:	0
Coste unitario:	6		
Peso unitario (Kg):	1	Total Impacto Producto:	111080,3

At the bottom, there are radio buttons for 'Euros' and 'Pesetas', with 'Pesetas' selected.

3. Diseño de mejoras

Puesto que el proceso de inertización está optimizado al máximo, es difícil encontrar los puntos en los que se podrían hacer mejoras que afectasen a la eco-eficiencia del proceso. Además una reducción en el consumo de materiales, agua,...etc. podría suponer una pérdida de seguridad a la hora del almacenamiento final de esos residuos, puesto que éstos acaban de adquirir sus propiedades inertes al cabo de varios días de depósito en el vertedero.

Por ello se ha decidido realizar un análisis de la situación actual respecto a una anterior en la cual las emisiones a la atmósfera eran mayores. Las emisiones atmosféricas en este proceso industrial se producen en tres puntos: almacenamiento de cemento, almacenamiento de cal y almacenamiento de residuos sólidos. No hace demasiado los residuos sólidos se almacenaban al aire libre lo que suponía que las emisiones atmosféricas aumentasen por arrastre de finos por el viento. Hoy en día estos residuos se almacenan en el interior de una nave, lo que permite que el polvo emitido sea mucho menor pues se evita que el viento pueda afectar al polvo depositado.

Además se va a introducir también una mejora que, si bien no afecta al eco-compás, si influye en los costes ambientales y es, sin duda, más respetuosa con el medio ambiente; se trata de sustituir la gran mayoría del agua consumida, que hoy es tomada de la red de abastecimiento siendo, por tanto agua potable, por agua industrial que es de menor calidad pero que cumple los requisitos necesarios para poder ser empleada en este proceso. Esto supone, por un lado, una reducción del coste puesto que el agua de abastecimiento es más cara y, por otro lado, un "ahorro ambiental" que además es especialmente importante en este caso puesto que la planta de inertización está ubicada en una zona donde el agua de buena calidad escasea.

El proceso denominado "SOLIROC. Producción de inertes" corresponde a la situación óptima, con las dos mejoras introducidas. Por su parte, el proceso denominado "SOLIROC Producción de inertes Bis" sería el proceso sin ninguna de las mejoras.

3.1. Costes ambientales

Los costes ambientales del proceso se deben a los siguientes aspectos:

- Coste de mano de obra medioambiental
- Consumo energético
- Consumo de agua
- Producción de residuos
- Emisiones atmosféricas
- Producción de vertidos

A continuación se va a ir analizando cada uno de estos puntos, evaluando el coste ambiental que supone:

Coste de mano de obra medioambiental. A las distintas actividades del proceso se le ha imputado una serie de costes de mano de obra ambiental que se ha recogido en las

fichas de las propiedades de cada etapa (en la columna "costes"). Este consumo de mano de obra se produce debido a que, en las distintas etapas, se generan residuos, vertidos,...etc. que hay que gestionar y tratar adecuadamente; los gastos generados por estas actividades de gestión se imputan a las actividades operativas del proceso.

Los costes generados en las distintas etapas son:

Etapa	Mano de obra ambiental (Ptas./mes)
Acondicionamiento de cemento:	243.059
Acondicionamiento de cal:	243.059
Acondicionamiento de residuos sólidos:	453.451
Acondicionamiento de escoria:	420.784
Polimerización e incorporación de inertes	1.367.548
Mezcla de residuos sólidos y líquidos inertizados	210.392
Transporte de inertes	210.392
Total	3.148.685

Estos costes son idénticos en las dos variantes del proceso productivo

Consumo energético. El consumo energético en la planta de Palos de la Frontera tiene dos orígenes: la electricidad empleada en el proceso productivo y el gasóleo empleado en los equipos de transporte.

Este consumo es igual en ambas variantes del proceso productivo y es de 15.800 kWh/mes de electricidad y 631 l/mes de gasóleo, respectivamente. Para un precio de 11 pta/kWh y de 112 pta/l gasóleo, se llega a un coste de energía total de 245.032 pta/mes.

Consumo de agua. El consumo medio de agua de la red es de 977,31 m³ a los que hay que sumar 200 m³ de agua de lluvia.

En la situación previa a las mejoras, utilizando agua de la red de abastecimiento a un coste medio de 163,87 pta/m³, se llega a un coste de 192.931 pta/mes.

Sustituyendo el agua de la red de abastecimiento por agua para usos industriales, con un coste medio de 153,31 pta/m³, el precio se reduce a 180.493 pta/mes, siendo esta reducción del 6,45%.

Producción de residuos. Los residuos que se producen en la planta son de dos tipos:

- Aceites usados de maquinaria: suponen 200 l/año ≈ 16,7 l/mes
- Envases y embalajes de productos que contienen residuos peligrosos: 25 ton/año ≈ 2,1 t/mes.

Ambos tipos de residuos son evacuados de la planta por un gestor autorizado. El coste mensual de esta gestión, que no varía en las dos variantes del proceso, es de 117 pta/mes, y corresponde únicamente a la gestión de aceites usados, porque el coste de la gestión de los embalajes de productos se carga al productor de los residuos que se tratan en la planta.

Además se generan 355 kg/mes de residuos asimilables a urbanos cuya gestión supone un coste mensual de 30.000 pta.

Emisiones atmosféricas. Las emisiones atmosféricas varían del proceso original al modificado, con la reducción de la emisión de polvo de residuos. Se llega a una disminución

de la cifra inicial de 648,7 kg/mes a 412,9 kg/mes. El único coste de operación que conlleva la corrección de emisiones es el de funcionamiento del lavador de gases en el reactor que se ha cargado como una actividad del proceso en la etapa de polimerización e incorporación de inertes.

En todo caso, este coste no varía de una alternativa a la otra. Para que se pudieran diferenciar las dos variantes tendría que existir un canon por emisiones de polvo.

Producción de vertidos. En la factoría de Palos, tanto el agua de proceso, como la pluvial se incorporan al producto, quedando únicamente como efluentes los vertidos de aguas sanitarias y del laboratorio que van a la red de saneamiento municipal y cuyo coste se incluye en el del agua.

Seguros. Los seguros contratados por la empresa como gestora de residuos peligrosos suponen un coste mensual de 121.651 pta que no se modifica de una variante a la otra.

Sumando todas estas partidas se obtiene que el coste ambiental total para el proceso con las mejoras es de 3.725.861 pta/mes, mientras que para el proceso sin la introducción de mejoras sería de 3.738.299 pta/mes

3.2. Indicadores medioambientales

Para la obtención del eco-compás que permite comparar los dos procesos estudiados, deben calcularse los indicadores ambientales que lo configuran y que son:

- Transporte
- Energía
- Vertidos, emisiones y residuos
- Sustancias peligrosas
- Durabilidad y servicio
- Materiales y agua

Transporte. El indicador ambiental de transporte se obtiene a partir del módulo de diseño del producto y corresponde, para ambos procesos a **89.339,14**, puesto que no se modifican los pesos de materias primas y producto transportados ni el medio de transporte utilizado

Energía. El consumo energético total es 22191,8 kWh/mes, incluyendo aquí tanto el consumo de energía eléctrica como el gasóleo, cuyo factor de conversión es de 10,05 kWh/l; el indicador se obtiene dividiendo este consumo por 6055730 kg, que es el peso de producto final generado mensualmente. El indicador, por tanto, es **0,00366** kWh/kg y es igual en ambos procesos.

Vertidos, emisiones y residuos. La producción total de residuos es de 2.449,67 kg, de los cuales 2.139,67 son considerados como peligrosos y el resto como asimilables a urbanos. Los vertidos, por su parte, suponen 70.000 kg/mes. Estas dos cantidades son iguales en los dos procesos.

La variación se produce en las emisiones, que, en el caso del proceso mejorado, son de 412,9 kg/mes, y en el "proceso de inertización bis" suponen 648,65 kg.

El indicador calculado por la herramienta informática se obtiene sumando los vertidos, las emisiones y los residuos y dividiendo la suma por los kg mensuales de producto; de esta forma se obtiene **0,012032** para el proceso mejorado y **0,0120709** para la otra situación. Como se puede observar, la mejora global es mínima puesto que, aunque las emisiones disminuyen un 36,34%, suponen un peso mínimo si se suman a los residuos y los vertidos. Por este motivo se ha decidido realizar dos figuras de eco-compás, la primera con el indicador calculado anteriormente, y la segunda considerando para el cálculo del indicador sólo las emisiones. Los indicadores calculados de este modo son **0,000068** para el proceso mejorado y **0,000107** para el de referencia.

Sustancias peligrosas. El indicador es **5.292,62** en ambos procesos y se obtiene sumando los pesos de aquellos componentes del residuo inertizado que son peligrosos.

Durabilidad y servicio. Es **1** para ambos procesos, dado que el producto "residuo inertizado" no es un producto de uso, sino un residuo que se lleva a vertedero.

Materiales y agua. El consumo total de materiales y agua es similar en ambos procesos y supone 4.878.420 kg/mes de materiales y 1,177.310 kg/mes de agua. Si se divide por el peso de producto final se obtiene el indicador, que es **1** (realmente sería algo menor, pero las emisiones, vertidos y residuos son mínimas frente al peso del producto y por eso se aproxima a 1), para ambos procesos.

Las figuras obtenidas se muestran a continuación:

Figura 1: Mejora global

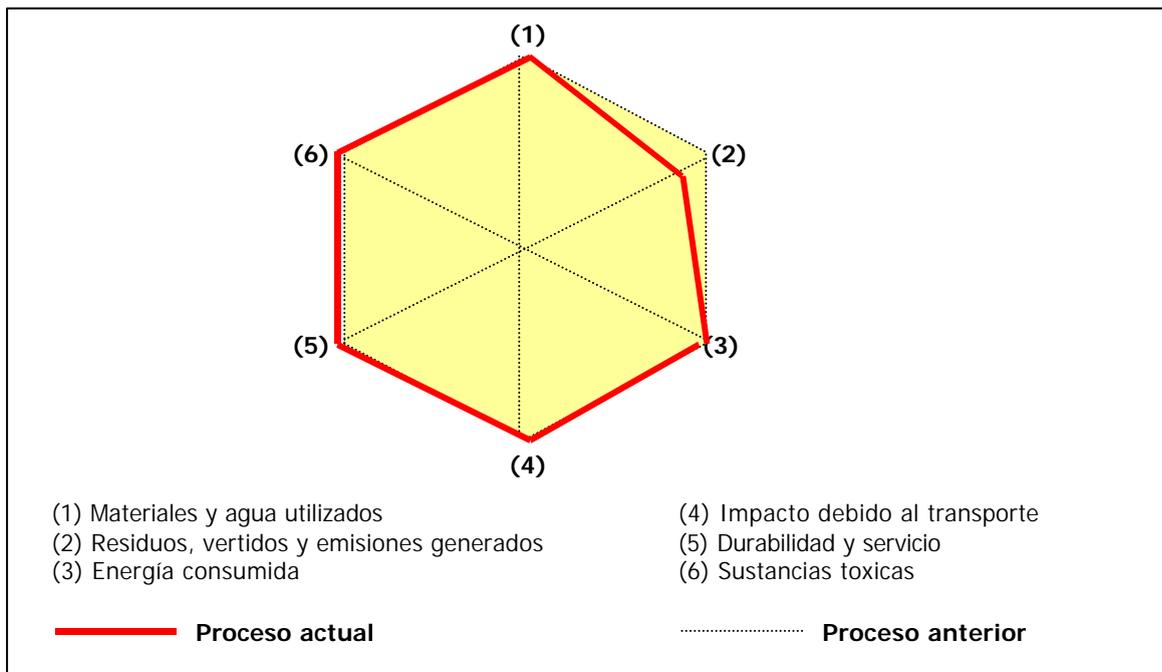
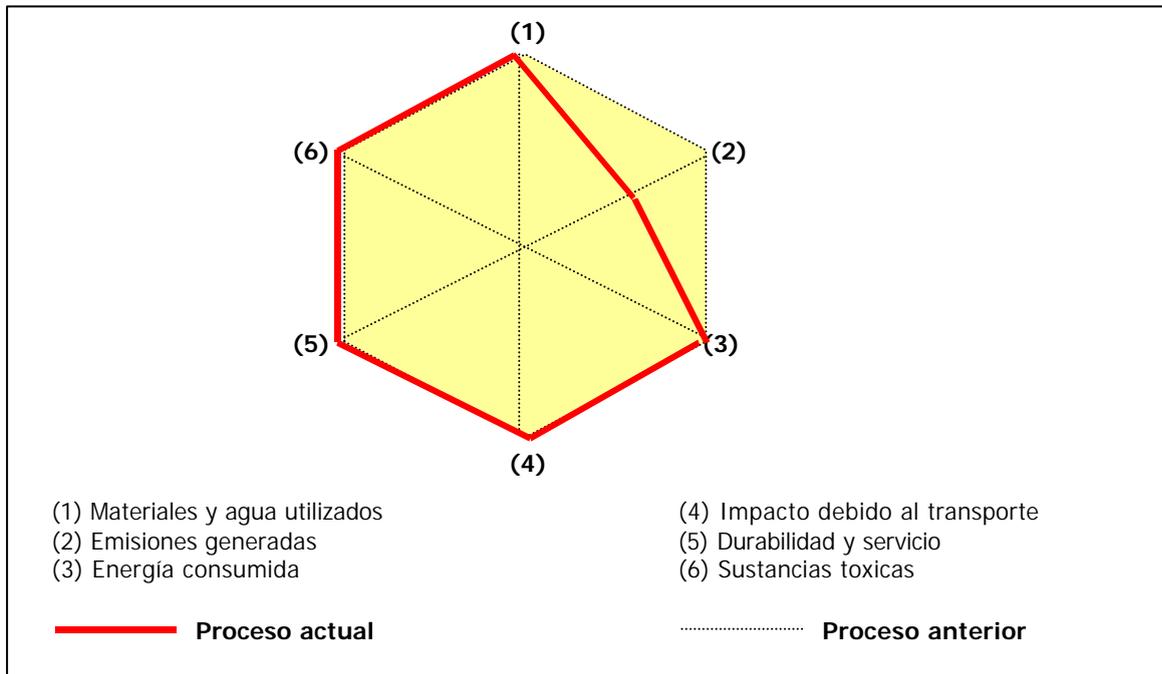


Figura 2: Mejora solo considerando emisiones



3.3 Conclusiones

La actividad que se ha sometido al análisis de Eco-Eficiencia ha sido la inertización de residuos peligrosos inorgánicos realizada en la Planta de Palos de la Frontera; en esta planta se reciben residuos peligrosos tanto líquidos como sólidos, que son inertizados y, posteriormente mezclados para transportarlos, finalmente, a un Centro de Recuperación de Inertes.

La introducción de mejoras que permitan que el proceso sea más eco-eficiente está muy limitada en este proceso, puesto que una modificación en las cantidades añadidas de los distintos reactivos, podría suponer una disminución de la calidad del producto, traduciéndose esto en un mayor riesgo para la salud y el medio ambiente.

Debido a esto se ha decidido comparar dos variantes del proceso, combinando una mejora que actualmente ya está instalada y otra que se prevé realizar en un futuro próximo. Así una de las variantes sería la situación ambientalmente mejor, en la que las emisiones atmosféricas son mínimas (mejora que hoy en día ya está implantada), y el agua consumida es de origen industrial (mejora que se pretende introducir a corto plazo); la otra variante sería el extremo contrario, antes de introducir la mejora que reduce las emisiones atmosféricas y empleando agua de la red de abastecimiento para el proceso industrial.

La implantación de estas mejoras sólo afecta a uno de los indicadores de eco-eficiencia, relativo a las emisiones con una reducción del 36,4%. No obstante los costes ambientales también se ven afectados debido a que el agua para usos industriales es más barata que la de abastecimiento.

CHEP ESPAÑA

1. Descripción de la empresa



CHEP es una empresa multinacional del sector de Servicios Logísticos perteneciente a dos grandes grupos: Brambles Enterprises (Australia) y G.K.N. Limited (Reino Unido).

Inició sus actividades en España en el año 1987, siendo su actividad la gestión integral de un pool de paletas. Desde entonces, CHEP ha mantenido un crecimiento sostenido que le ha convertido en líder indiscutible del sector en nuestro País, teniendo en la actualidad una penetración de mercado de más del 50%.

CHEP realiza una inversión en paletas normalizadas y pone a disposición de sus clientes las que necesita y dónde las necesita, según su ritmo de producción. Posteriormente nuestra empresa se ocupa de recoger las paletas vacías en el lugar de destino de la mercancía paletizada, poniéndolas a la disposición de nuevos clientes previa inspección y reparación si procede.

En la recogida, el cliente se beneficia del Efecto Pool al recoger paletas, no de un solo cliente, sino de varios.

Este sistema permite el transporte de mercancías reutilizando y reciclando las paletas empleadas para ello. De esta forma se evita el consumo de nuevos recursos y la generación continua de residuos que suponen las paletas desechadas.

1.1. Objetivos de CHEP dentro del programa eco-eficiencia

CHEP ha establecido un compromiso en cuanto a la protección del medio ambiente en el desarrollo de sus actividades a través de la implantación de las pautas definidas en su Política Medioambiental.

Nuestra compañía se enteró de este proyecto a raíz de la notificación recibida de la Fundación Entorno al respecto. Desde el primer momento estuvo interesada en participar, ya que la política de la empresa marca una mejora continua en cuestiones medioambientales que forman parte de la vocación del negocio.

Con la culminación de este proyecto, nuestra empresa pretende obtener una mejora desde el punto de vista económico y medioambiental de nuestros procesos y de la imagen corporativa.

2. Descripción del producto y del proceso

En este apartado se va a hacer una descripción y un análisis de los principales aspectos ambientales del proceso productivo que se lleva a cabo en el Centro de Reparación de Paletas de Chep España S.A. en Bellpuig (Lérida), así como del producto final: las paletas reparadas.

2.1. Descripción del proceso industrial

El proceso global que se realiza en el Centro de Reparación antes mencionado consta de las siguientes actividades:

Recepción y almacén de materiales. Los materiales que periódicamente son recibidos en la instalación son:

- Paletas a clasificar
- Pintura
- Maderas
- Clavos

Las descargas de materiales se realizan con carretillas elevadoras y se almacenan en las zonas previstas para ello.

El centro recibe en su mayoría paletas clasificadas como rotas desde los diferentes depósitos de nuestra red dependiendo del flujo que sea más adecuado, además, se recibe un menor volumen de paletas que provienen directamente de los puntos de recogida y que son clasificadas en disponibles, rotas y sucias. En ese proceso se generan residuos inertes (plástico, cartones) que llegan junto a la paleta del embalaje de los clientes.

Las paletas clasificadas como sucias son enviadas al área de lavado y una vez limpias y secas son enviadas al stock de disponibles o bien a las mesas de reparación si es necesaria su reparación.

Reparación. Las paletas clasificadas como rotas son distribuidas por las mesas de reparación. Cada operario cambia los elementos deteriorados según las especificaciones Chep y los sustituye reclavando elementos nuevos.

Pintado. Una vez reparada la paleta el operario la deposita en la línea y la paleta es conducida a la zona de pintado. La paleta es pintada en pilas de 9 -10 paletas en una cabina de pintura con sistema Airless.

Posteriormente, la pila de paletas pasa a una cámara de secado que emplea como combustible propano. Una vez secada la pila un operario aplica, mediante pistola, la pintura blanca para pintar los logos y marcas de la empresa.

Expedición. Una vez pintadas, las paletas se llevan al final de la línea de reparación, donde son retiradas con carretillas elevadoras y almacenadas en el patio exterior. De allí son cargadas con carretillas en los camiones para la entrega a clientes.

2.2. Etapas y actividades del proceso

Para el estudio de eco-eficiencia mediante la herramienta informática Eco-eficiencia Toolkit, se ha tomado sólo el proceso de reparación de paletas, y se han definido las etapas y actividades que se detallan a continuación:

ETAPAS	ACTIVIDADES
Recepción de materias primas	Entrada de materiales
	Entrada de paletas
Reparación de paletas	Inspección visual
	Encuadre
	Cambio de elementos rotos
	Clavado
Pintado y secado de paletas	Pintado
	Secado
	Marcado
Almacén y expedición	Expedición

2.2.1. Etapa de recepción de materias primas

En esta etapa se produce la recepción de las materias primas y de las paletas clasificadas como rotas procedentes de otros centros.

Se han diferenciado dos actividades:

Entrada de materiales. Corresponde a la recepción y almacenamiento de maderas, clavos, pinturas y disolventes.

En el desembalaje se generan residuos. Las paletas del embalaje de los suministros (madera y clavos) se introducen en el molino triturador, para el caso de la pintura son retiradas por el propio proveedor. El resto del embalaje (flejes, plásticos) se depositan en los contenedores de basura dispuestos a tal fin.

Entrada de paletas: La paletas rotas se reciben de la operación de clasificación o de lavado (que no se incluyen en el proceso analizado) y se distribuyen por las mesas de reparación por medio de cintas transportadoras.

Propiedades de la etapa recepción de materias primas

Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Entrada de materiales	6	0	0	25508,89	0	0
Entrada de pallets rotos	4	0	0	23900	0	0

2.2.2. Etapa de reparación de paletas

En esta etapa se han considerado las actividades siguientes:

Inspección visual. Las paletas rotas se inspeccionan con la ayuda de un equipo elevador "vacuum lift" que mantiene la paleta levantada para facilitar el control de los defectos.

Encuadre. Se comprueba que la paleta no está deformada y combada.

Cambio de elementos rotos. El operario tiene un "spreader" con la que levanta la pieza que hay que sustituir. Por medio de una sierra eléctrica corta a medida la pieza nueva y coloca los clavos para la operación de clavado.

En esta actividad se producen residuos de madera y de clavos procedentes de la sustitución de las piezas dañadas.

Clavado. Por medio de una pistola neumática el operario fija la pieza cambiada.

Propiedades de la etapa reparación de paletas

Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Cambio elementos rotos	51	40	4079999	23900	100	90
Clavado	51	0	0	47800	0	90
Encuadre del pallet	51	0	0	23900	0	45
Inspección visual	51	40	4079999	71700	0	0

2.2.3. Etapa de pintado y secado de paletas

Esta etapa incluye las actividades siguientes:

Pintado. En la actividad de pintado se aplica a la paleta una pintura azul en base agua (50/50) y una campana extrae el aire de la cabina y lo lava pasando por una cortina de agua, un filtro de paneles y otro de espuma.

En esta actividad se produce un efluente cuando se limpia la cabina de pintura (cada dos días), que se gestiona como residuo peligroso.

Además, periódicamente (cada 6-8 meses) se hace una limpieza en la que se obtienen lodos de pintura que se gestionan igual que los de limpieza manual.

Secado. La pila de paletas que sale de la cabina de pintura pasa a una cámara de secado en la que se seca por aire calentado con propano.

Marcado. A las paletas ya pintadas y secadas se les aplica un sello con tinta blanca identificativo antes de su salida de la línea de reparación.

Propiedades de la etapa pintado

Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Marcado	2	126	504000	71700	0	0
Pintado	2	4	16000	71700	10	45
Secado	0	0	0	268516,7	10	0

2.2.4. Etapa de almacén y expedición

Las paletas se recogen con carretillas elevadoras y se llevan al almacén para su expedición a los usuarios. El transporte de paletas se efectúa en camiones de empresas subcontratadas.

Propiedades de la etapa expedición

Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Expedición	6	0	0	103057,3	0	0

2.3. Descripción del producto: paleta

La paleta reparada, lavada o clasificada como disponible por el Centro de Bellpuig es entregada a los clientes; desde ese momento el control físico de la paleta no lo realiza Chep. Las paletas son empleadas para el transporte de productos y son liberadas en los puntos de entrega de los clientes de Chep. Una vez que los clientes comunican estos movimientos Chep recoge las paletas. La propiedad de la paleta pertenece a Chep en todo momento. En todo este circuito, en el que Chep no controla físicamente la paleta, pueden producirse vertidos incontrolados de la paleta por parte de alguno de los agentes que intervienen en el circuito de la paleta. Estos vertidos pueden suponer contaminaciones del suelo e impactos visuales.

Chep España dispone del Departamento de Gestión de Activos que se encarga de controlar que la paleta retorne a sus instalaciones.

La tabla donde se recogen los indicadores ambientales obtenidos a partir de las propiedades del producto es la siguiente:

Propiedades del producto actual

Empresa:	Instalación:	Producto:	Fuente de datos:	Cambiar
CHEP	C.P. Bellpuig	Paleta de 800 x 1200 mm	MIPS	
INDICADORES DEL PRODUCTO				
Componentes Uso Transporte Durabilidad y Servicio Destino final Datos Generales				
Identificador del producto:	03	Total Impacto Componentes:	474682	
Proceso:	Manipulación y reparación	Total Impacto Uso:	3014058	
Producto:	Paleta de 800 x 1200 mm	Total Impacto Transporte:	2,566921E+08	
Producción anual:	1630615	Total Impacto Destino final:	0	
Coste unitario:	275	Total Impacto Producto:	2,601809E+08	
Peso unitario (Kg):	27			
<input type="radio"/> Euros <input checked="" type="radio"/> Pesetas				

3. Diseño de mejoras

La modificación aportada en el proyecto consiste en sustituir las 9 piezas de apoyo de la paleta que son actualmente de madera de pino, como el resto del equipo, por piezas de aglomerado.

Con este cambio se persigue:

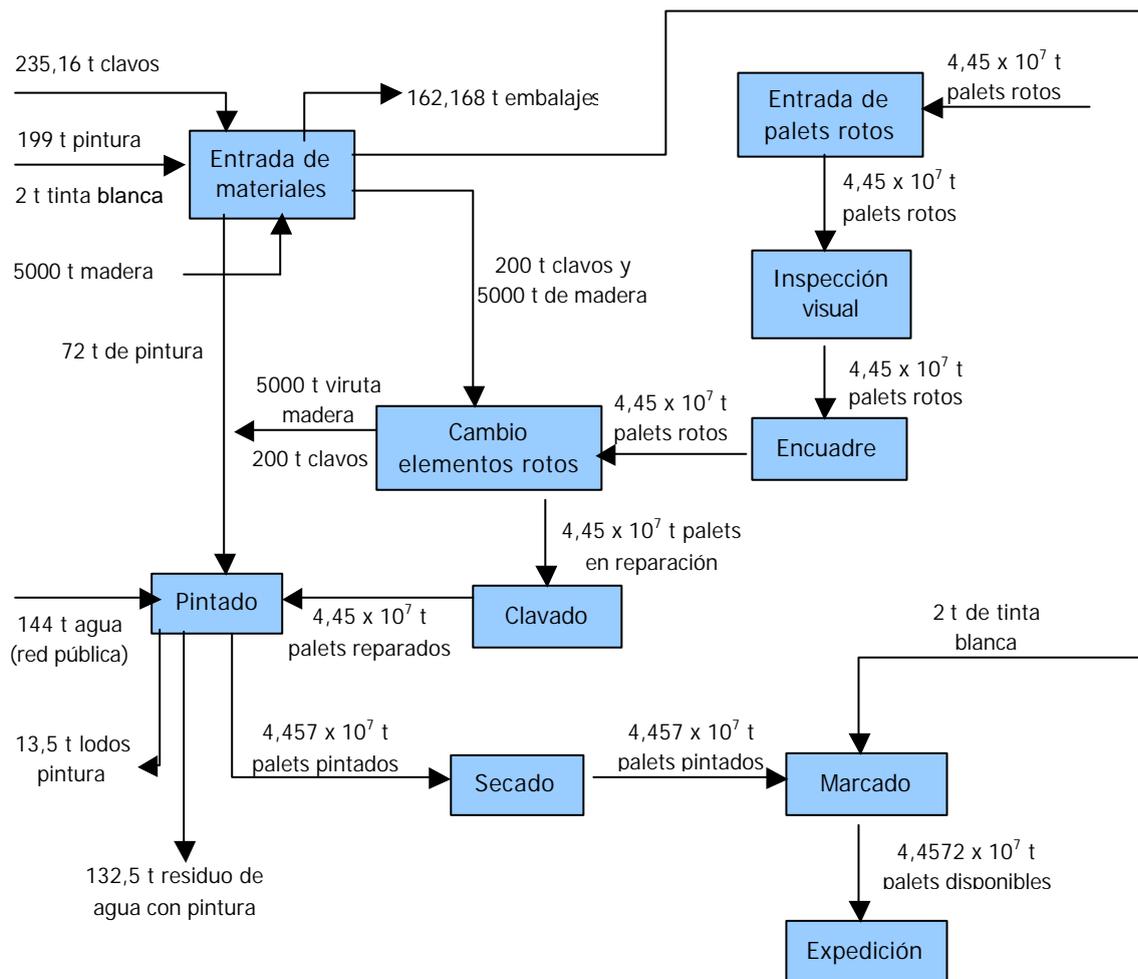
- Reducir el peso de la paleta de 27 kg a 23.4 kg (considerando un contenido de humedad del 22%). Esto provocará una disminución en la energía consumida durante el uso de la paleta.

- Obtener una mayor resistencia mecánica de los apoyos, puesto que el aglomerado trabaja mejor a compresión que la madera de pino, por lo que se estima que aumentará el número de ciclos de uso de la paleta (desde su salida del taller de reparaciones hasta su vuelta al taller) de 5 a 6 ciclos.
- Producir un ahorro de materia prima bruta (madera de pino), utilizando un material reciclado (aglomerado) que se obtienen a partir de la madera de paletas rotas que se muele en la fábrica de Bellpuig.

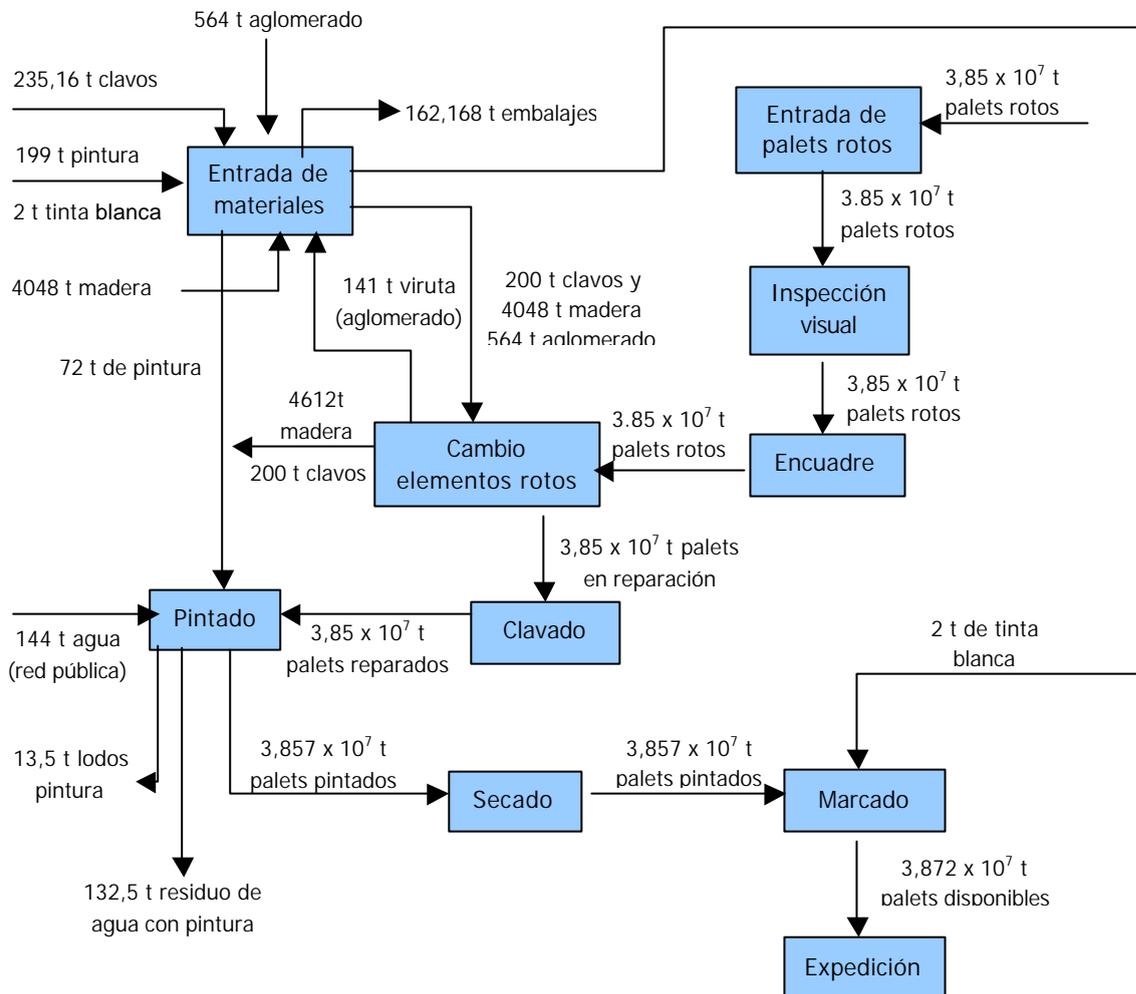
Realmente con este cambio no se modifica el proceso, sino el producto.

Los balances de ambos procesos de reparación se presentan en los diagramas de bloques que se adjuntan. Además, a continuación, también se incluyen unas tablas con las propiedades de las actividades que forman parte del proceso modificado y la ficha que recoge los indicadores ambientales del nuevo producto.

Diagrama de flujo del proceso de reparación de paletas actual



Proceso de reparación de paletas alternativo



Propiedades de la etapa recepción de materias primas (proceso alternativo)

Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Entrada de materiales	6	0	0	25508,89	0	0
Entrada de pallets rotos	4	0	0	21510	0	0

Propiedades de la etapa reparación (proceso alternativo)

Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Cambio elementos rotos	51	40	4079999	23900	100	90
Clavado	51	0	0	47800	0	90
Encuadre del pallet	51	0	0	21510	0	45
Inspección visual	51	40	4079999	64530	0	0

Propiedades de la etapa pintado (proceso alternativo)

Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Marcado	2	126	504000	71700	0	0
Pintado	2	4	16000	71700	10	45
Secado	0	0	0	268516,7	10	0

Propiedades de la etapa expedición (proceso alternativo)

Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Expedición	6	0	0	92751,6	0	0

Propiedades del producto alternativo

The screenshot shows a software window titled 'Propiedades del producto alternativo'. At the top, there are dropdown menus for 'Empresa:' (CHEP), 'Instalación:' (Instalación con mallas), and 'Producto:' (Paleta de 600 x 1200 mm). To the right, it says 'Fuente de datos: NIP5' and a 'Cambiar' button. Below this is a section 'INDICADORES DEL PRODUCTO' with several tabs: 'Componentes', 'Uso', 'Transporte', 'Durabilidad y Servicio', 'Destino final', and 'Datos Generales'. The 'Datos Generales' tab is active. It contains two columns of data:

Identificador del producto:	00	Total Impacto Componentes:	8204504
Proceso:	Manipulación y reparación	Total Impacto Uso:	2710969
Producto:	Paleta de 900 x 1200 mm	Total Impacto Transporte:	2,206409E+09
Producción anual:	1850815	Total Impacto Destino final:	0
Coste unitario:	275		
Peso unitario (Kg):	23,4	Total Impacto Producto:	2,206363E+09

At the bottom, there are radio buttons for 'Euros' and 'Pesetas', with 'Pesetas' selected.

3.1. Costes ambientales

Los costes medioambientales en el proceso de reparación de paletas se deben a los siguientes componentes:

- mano de obra medioambiental
- consumo de energía eléctrica
- consumo de propano
- consumo de gasóleo
- gestión de los residuos peligrosos

Los residuos valorizables se entregan a un gestor que se los lleva gratuitamente.

De todos estos factores, el cambio efectuado en el diseño de paletas afecta, básicamente, a los costes relacionados con el peso del producto que se reduce un 13,3%.

Por tanto, el ahorro se produce en energía eléctrica y consumo de gasóleo. Este ahorro es reducido, como se puede ver en los informes que se adjuntan y supone unas 275.000 pta/año y un porcentaje del 1.13%.

Las tablas en las cuales se detallan los costes ambientales por etapa se muestran a continuación:

Costes ambientales por etapas y totales del proceso de reparación de palets actual

SELECCIÓN DEL PROCESO

Empresa:

Instalación:

Proceso:

Producto:

COSTES DEL PROCESO

Euros Pesetas

Coste Total:

Coste Unitario:

Coste por kg:

Per. Imputación:

COSTES AMBIENTALES POR ETAPAS

ID. ETAPA	NOMBRE	COSTE	% TOTAL
ET01	Recepción	638270	3,01
ET02	Reparación	1,033124E+07	48,79
ET03	Pintado y secado	8489699	40,10
ET04	Almacenamiento y expedición	1191666	5,63

[Ver informe](#)

Euros Pesetas

Totales: 2,065087E+07 97,53

Costes ambientales por etapas y totales del proceso de reparación de palets alternativo

SELECCIÓN DEL PROCESO

Empresa:

Instalación:

Proceso:

Producto:

COSTES DEL PROCESO

Euros Pesetas

Coste Total:

Coste Unitario:

Coste por kg:

Per. Imputación:

COSTES AMBIENTALES POR ETAPAS

ID. ETAPA	NOMBRE	COSTE	% TOTAL
ET04	Almacenamiento y expedición	1072499	4,46
ET01	Recepción	607252	2,53
ET02	Reparación	1,336829E+07	55,59
ET03	Pintado y secado	8477700	35,25

[Ver informe](#)

Euros Pesetas

Totales: 2,352574E+07 97,83

3.2. Indicadores ambientales

Como consecuencia del análisis de eco-eficiencia, se obtiene la figura del “eco-compás” que permite comparar ambientalmente el proceso y el producto en las dos variantes analizadas: paleta reparada de madera de pino (situación actual) y paleta reparada de madera de pino y aglomerado (situación futura tras aplicación de la mejora).

3.2.1. Análisis del eco-compás

A continuación se comparan estos procesos sobre la base de los indicadores tales como los que calcula el “toolkit”.

Consumo de recursos y de materias primas. El consumo de recursos y de materias primas aumenta ligeramente en el nuevo proceso, debido a que se produce un aprovechamiento total de la madera de pino que entra como materia prima, mientras que se devuelve como residuo – que se recicla – un 20% del aglomerado que sustituye parcialmente a la madera de pino en la solución con mejoras. Esta variación del indicador supone un aumento del 1,4%. Sin embargo en valor absoluto se produce un menor consumo de recursos y de materias primas, puesto que una paleta de nuevo diseño consume 26,65 kg de materia prima, frente a los 30,34 kg de la paleta actual. En realidad, por tanto, se debe hablar, por unidad de producto (la paleta), de un ahorro del 12,2%. Además hay que considerar que, de los 26,65 kg de materia prima que se requieren para obtener la paleta nueva, 0,43 kg son material reciclado.

Consumo de energía. El nuevo proceso productivo sólo consigue una ligera reducción en el consumo energético derivada del aligeramiento de la paleta que conlleva unos menores consumos en su manipulación y transporte. Esta reducción, referida a la paleta reparada es de 0,0135 kWh/paleta (3% del consumo unitario).

Sin embargo en el eco-compás, al referirse el consumo al kg de paleta y no a la unidad de paleta, se produce un incremento del indicador próximo al 12%.

Transporte. Se produce una mejora constatable en el eco-compás del indicador del transporte del 10,9%, debida a la sustitución de la madera de pino que viene desde el extranjero por madera aglomerada reciclada en la zona de Teruel.

Durabilidad y servicio. Como ya se indicó al definir la mejora, las mejores características mecánicas que los apoyos de aglomerado confieren a la paleta reducen la proporción de paletas dañadas que vuelven al centro de reparaciones y, por tanto, aumentan el número de usos de 5 a 6. Se produce, por tanto, un 20% de incremento de este indicador.

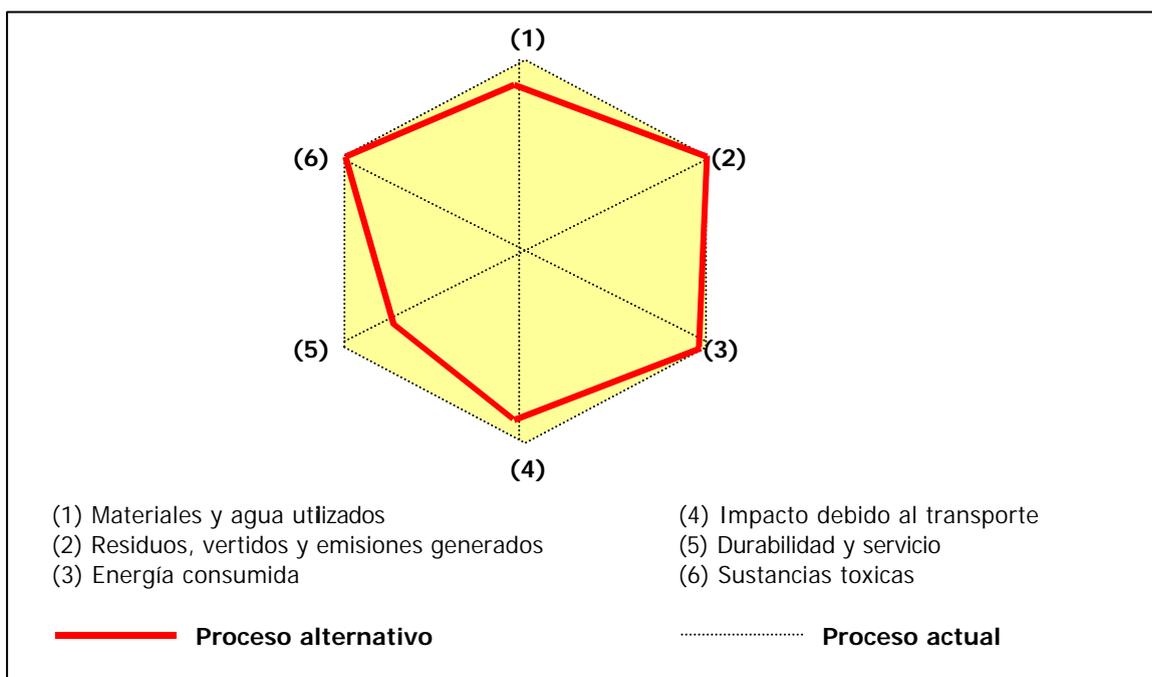
Vertidos, emisiones y residuos. En el indicador de eco-eficiencia correspondiente a vertidos, emisiones y residuos sólo se contabilizan los efluentes y lodos de pintura y no los residuos valorizables. La producción de éstos no se modifica con el nuevo proceso, puesto que se pinta el mismo número de paletas. Al referirlo al kg de paleta, se produce un aumento del indicador 13,3%, igual lógicamente que el decremento de peso de la paleta.

Sin embargo, referido a la paleta como unidad de producto, el indicador queda invariable.

En cuanto a los residuos valorizables, se produce una reducción de la viruta de madera desde 5,000 hasta 4,612 toneladas.

Contenido en sustancias tóxicas y peligrosos. Este indicador cifra las cantidades absolutas en kilogramos de pintura y tinta utilizadas en el proceso que no varían con el cambio por ser función, como ya se ha dicho, del número de paletas tratadas.

Eco-compás que compara el proceso actual con el alternativo



3.3 Conclusiones

Con la modificación de las paletas consistente en cambiar los apoyos de madera de pino por apoyos de madera aglomerada, se mejoran las características técnicas del producto por tres conceptos:

- Menor peso, al reducir el peso unitario de las paletas de 27 a 23,4 kg (para un contenido nominal de humedad del 22%).
- Mejores características mecánicas, al aumentar la resistencia mecánica de los apoyos de madera aglomerada frente a la de los apoyos de madera de pino.
- Menor incidencia de roturas (del orden del 20% en la actualidad, frente a un 17% esperado con el nuevo proceso) o, lo que es lo mismo, mayor número de usos de las paletas, antes de requerir ser reparadas.

Los costes ambientales de ambos procesos varían mínimamente (1,13%), puesto que sólo se reduce ligeramente el consumo energético en la manipulación y transporte de las paletas.

En cuanto a las características de eco-eficiencia, referidas a la unidad de producto (la paleta) o no a la de peso de producto que indica el eco-compás, se produce mejoras sensibles en los siguientes indicadores:

- Durabilidad y servicio, con un aumento del 20%
- Consumo de recursos, con una reducción del 12%
- Transporte, con una reducción del 10,9%
- Consumo de energía, con una reducción del 3%
- El indicador de generación de vertidos, emisiones y residuos no varía, aunque se reduce en un 7% el consumo de residuos valorizables.
- Finalmente el contenido en sustancias tóxicas y peligrosas no se altera.

IBER-SWISS

1. Descripción de la empresa



Iber-Swiss Catering, S.A. es una sociedad creada en "joint venture" por Iberia en un 70% y por Swiss Air en un 30%, cuyo objeto social es el de catering de compañías aéreas.

Fundada en 1985, tiene tres centros de producción en Madrid, Barcelona y Málaga. Su producción es de cerca de 11 millones de bandejas al año, atendiendo a 129500 vuelos, y tiene 1480 empleados. Su cifra anual de ventas alcanzó, en 1999, la cifra de 9563 millones de pesetas.

Además del catering de Iberia y Swiss Air, la empresa atiende a otras 22 compañías aéreas entre las que se encuentran Aeroflot, Sabena, Air France, Alitalia y Aerolíneas Argentinas.

El principal centro es el de Madrid, que concentra el 76% de la producción y de los empleados de la compañía y en él es donde la empresa ha decidido concentrar el análisis de la eco-eficiencia objeto del presente estudio.

El fin social de la empresa es la preparación de comidas para las compañías aéreas y el suministro de estos alimentos desde su planta de producción hasta los aviones.

1.2 Objetivos de Iber-Swiss en el programa de eco-eficiencia

Iber-Swiss catering, S.A. reconoce la importancia que tiene el medio ambiente y se siente responsable del impacto de sus propios procesos de producción, poniendo en práctica todas las medidas adecuadas para prevenir consecuencias negativas.

Es el deber de la empresa, y por consiguiente de sus directivos, mandos intermedios y de todo el personal, contribuir a crear condiciones ambientales positivas, según tres principios fundamentales:

- No contaminar, depurando cada vez más
- No desperdiciar, reciclar
- Optimizar el uso de los recursos, no malgastar

Nos esforzamos, en un proceso de mejora continua, para eliminar o reducir las emisiones, descargas y residuos en cada etapa de nuestras operaciones.

Satisfacemos o superamos todas las leyes y normativas aplicables para mejorar las medidas Medioambientales.

Nos comunicamos, escuchamos y respondemos a nuestros empleados, clientes, vecinos y gobiernos y compartimos toda la información referente a los riesgos potenciales que resultan de nuestras operaciones o productos.

Nos aseguramos de aplicar los procedimientos pertinentes para implementar estos principios. Revisamos nuestro rendimiento, compromisos y progresos.

Etapa 2: Desmontaje de equipos. Donde se realiza el desmontaje de los equipos procedentes del muelle (etapa1) y su introducción en las máquinas de lavado, y donde se segregan los residuos de comida que vienen en las bandejas.

- Actividad 2: Desemplatado. Los 21.000 kg procedentes de la actividad 1 se separan, sacando las bandejas de los carros y colocando éstas sobre una cinta. Esta actividad manual requiere 3 personas y 8 horas/hombre, pero no consume energía. Como resultado se envían los carros (7.000 kg) a la actividad 7 y las bandejas (14.000 kg) a la actividad 3.
- Actividad 3: Colocación. Los equipos procedentes de la actividad 2 se transportan con una cinta, cuyo consumo es de 22kWh, para que los materiales reutilizables sean seleccionados y colocados manualmente en las máquinas de lavado. Esta operación requiere 12 personas y 75 horas/hombre. La basura procedente de las bandejas queda sobre esta cinta que vierte su contenido en un cubo situado al final de la misma. Como resultado de esta operación, los equipos (6.000 kg) pasan a la actividad 6 y las basuras (8.000 kg) a la actividad 5.

Etapa 3: Lavado de equipos. Una vez introducidos los equipos en las máquinas, se realiza un proceso automático de lavado de equipos, a través de las máquinas lavadoras continuas. Este proceso se realiza en paralelo para las bandejas y para los carros de transporte de las bandejas (trolleys).

- Actividad 6: Lavado de vajilla. Los equipos procedentes de la actividad 3 se procesan a través de 4 máquinas automáticas de lavado. Esta actividad no requiere mano de obra, pero consume 867.5 kWh diarios de electricidad y 1477 m³/día de gas natural (calentamiento del agua), lo que supone un total de 19.740 kWh /día. El consumo de agua de la red pública en este proceso es de 100 m³/día y, como resultado de esta operación, se producen 6.000 kg de material limpio que pasa a la actividad y 100m³ de aguas residuales que se trasladan a la actividad de apoyo 4.
- Actividad 7: Lavado de trolleys. Los equipos procedentes de la actividad 2 se procesan a través de 2 máquinas automáticas de lavado. Esta actividad no requiere mano de obra pero consume en un día 221 kWh de electricidad y 369 m³ de gas natural (para el calentamiento del agua), lo que supone un total de 4.936 kWh/día. El consumo de agua de la red pública en este proceso es de 22 m³/día y, como resultado de esta actividad, se producen 7.000 kg de material limpio que pasa a la actividad 8 y 22 m³ de aguas residuales que se trasladan a la actividad de apoyo 4.

Etapa 4: Salida de máquinas. Una vez limpios los equipos, a la salida de las máquinas, se retiran y se clasifican los equipos lavados para poder distribuirlos a los clientes.

- Actividad 8: Clasificación de Material. El material procedente de las actividades 6 y 7 es retirado de las máquinas y clasificado según su tipo y destino. Esta actividad es totalmente manual, no requiere energía, pero involucra a 12 personas y 8 horas/hombre. El resultado de esta operación son 13.000 kg de material limpio y clasificado que se transfieren a la actividad 9.

Etapa 5: Entregas. Los materiales limpios y clasificados se transportan y entregan para su reutilización por los diferentes clientes.

- Actividad 9: Entregas. El material procedente de la actividad 8 se transporta y se entrega en su destino. Esta actividad es totalmente manual, no requiere energía, pero

ocupa a 2 personas y 8 horas/hombre. El resultado de esta operación son 13.000 kg de producto terminado

Etap 6: Basura avión. Corresponde al vaciado y transporte de la basura procedente de los aviones, seleccionada en la etapa 1, hasta los compactadores de residuos sólidos (actividad de apoyo).

- Actividad 4: Basura Avión. Los 8000 kg/día de basura procedentes de la actividad 1, son transportados e introducidos en los compactadores. Esta actividad manual requiere 3 personas y 2 horas/hombre y envía a la actividad de apoyo 1 (Compactación) 8000 kg de residuos sólidos urbanos.

Etap 7: Basura bandeja. Representa el vaciado y transporte de la basura procedente de las bandejas, seleccionada en la etapa 2, hasta los compactadores de residuos sólidos (actividad de apoyo)

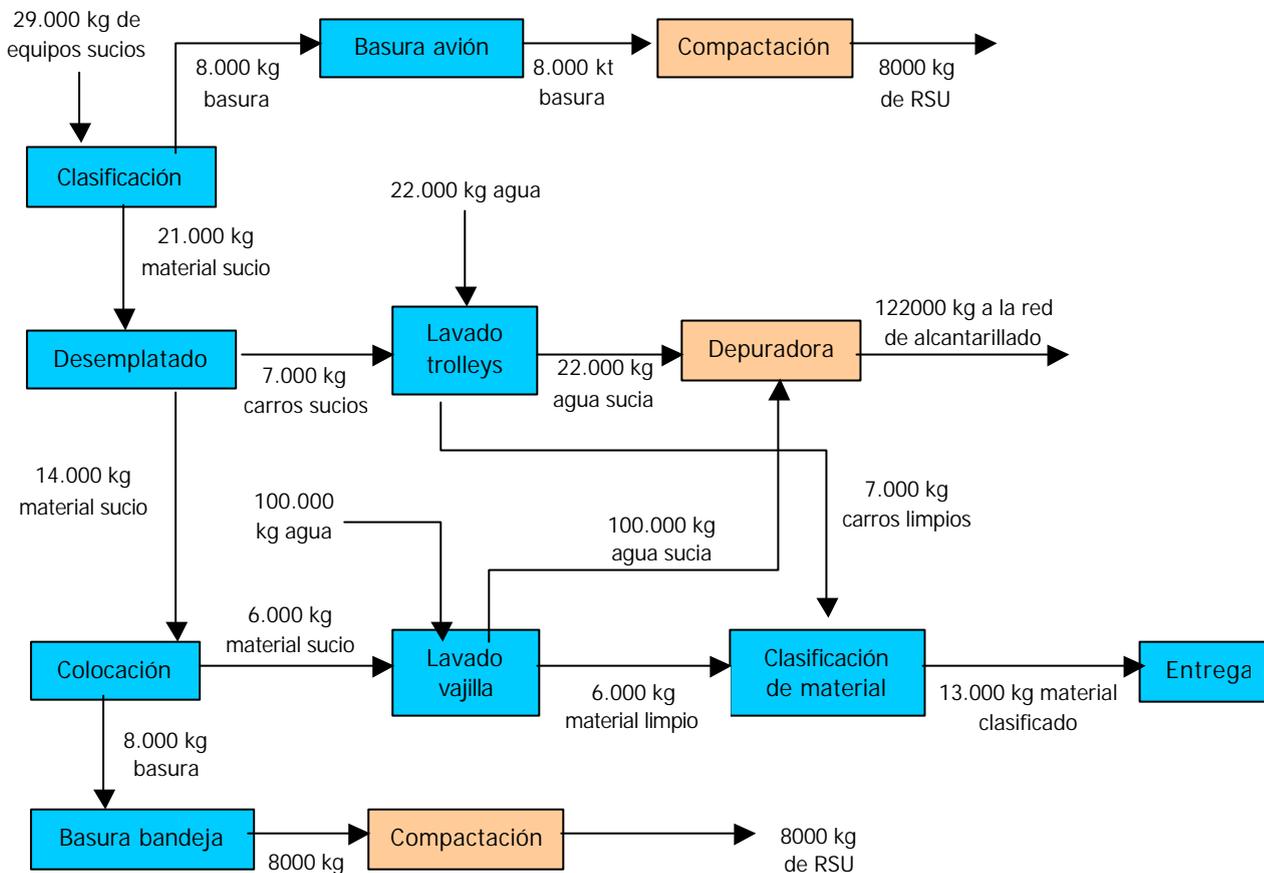
- Actividad 5: Basura bandeja. Los 8000 kg/día de basura procedentes de la actividad 3, son transportados e introducidos en los compactadores. Esta actividad manual requiere 12 personas y 5 horas/hombre y envía a la actividad de apoyo 1 (compactación) 8000 kg de residuos sólidos urbanos.

También se han definido una serie de actividades de apoyo como son:

- **Climatización:** en el proceso de lavado se emplea un 5% de la climatización total de la instalación.
- **Compactación:** se dedica, en un 100%, al lavado de equipos. A ella llegan los residuos procedentes de las actividades "basura de avión" y "basura de bandeja" y, como resultado de la misma, se emiten 16000 kg diarios de residuo asimilable a urbano.
- **Depuradora:** se dedica en un 60% a este proceso. A ella llegan las aguas procedentes del lavado de vajilla y de trolleys, y se emiten 203.000 kg de aguas a la red de alcantarillado.
- **Iluminación:** se dedica en un 5% al proceso de lavado
- **Mantenimiento:** un 15% de la actividad total de mantenimiento va destinado al proceso de lavado.

El diagrama de flujo así como los listados de las propiedades de cada actividad se adjuntan a continuación:

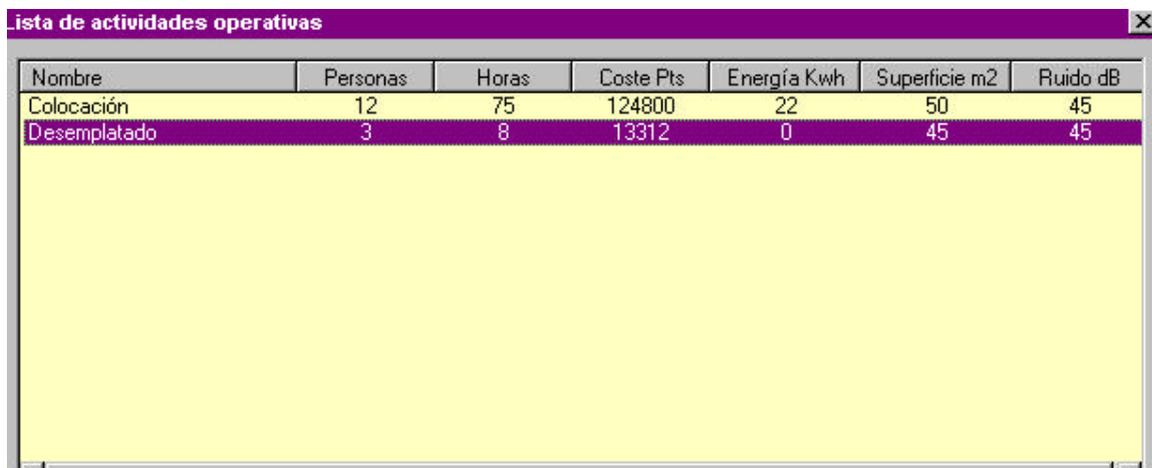
Diagrama de flujo de las actividades del proceso de lavado actual



Propiedades de la actividad "clasificación", Etapa 1

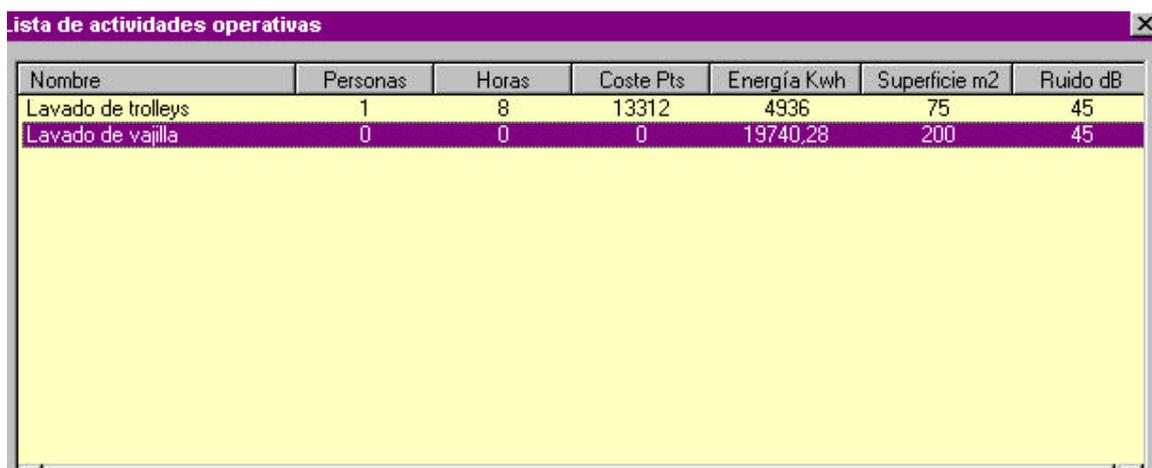
Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Clasificación	3	6	9984	0	211	45

Propiedades de las actividades "desemplantado" y "colocación". Etapa 2



Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Colocación	12	75	124800	22	50	45
Desemplantado	3	8	13312	0	45	45

Propiedades de las actividades "Lavado de trolleys" y "Lavado de vajilla". Etapa 3



Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Lavado de trolleys	1	8	13312	4936	75	45
Lavado de vajilla	0	0	0	19740,28	200	45

Propiedades de la actividad "Clasificación de material". Etapa 4



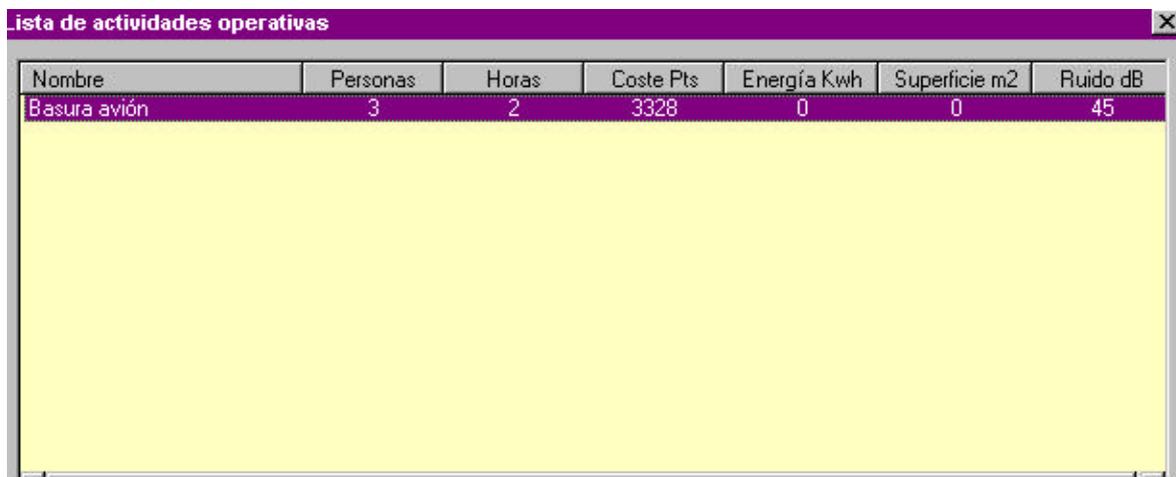
Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Clasificación material	12	8	13312	0	200	45

Propiedades de la actividad "entrega". Etapa 5



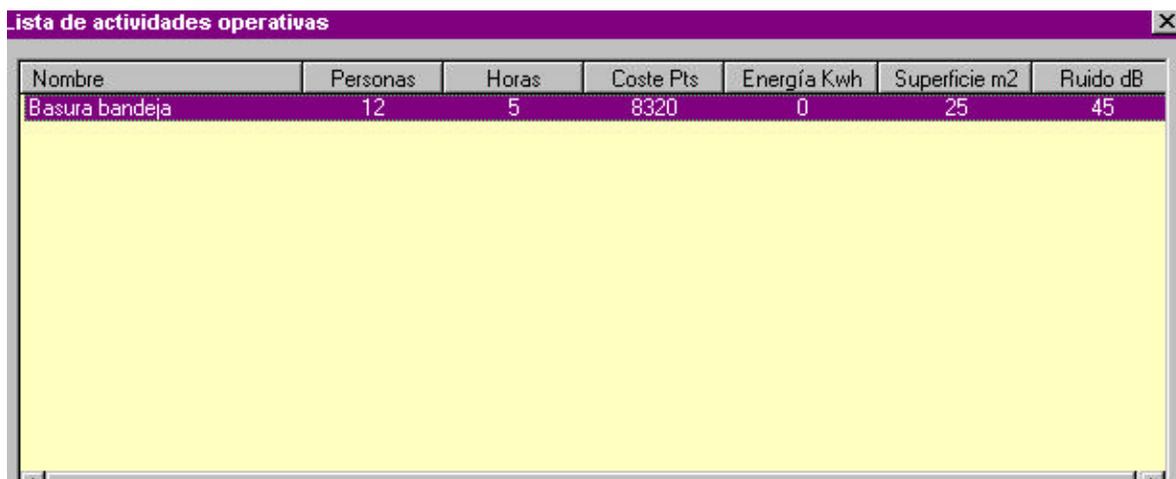
Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Entrega	2	8	13312	0	50	45

Propiedades de la actividad "Basura avión". Etapa 6



Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Basura avión	3	2	3328	0	0	45

Propiedades de la actividad "Basura bandeja". Etapa 7



Nombre	Personas	Horas	Coste Pts	Energía Kwh	Superficie m2	Ruido dB
Basura bandeja	12	5	8320	0	25	45

2.2. Definición del producto:

Como ya se ha expuesto con anterioridad, sobre el diseño del producto no se han realizado mejoras puesto que la composición del producto, que determina sus propiedades e impactos asociados, viene impuesta desde fuera, no es competencia de la empresa objeto de estudio.

Los impactos derivados del producto se exponen a continuación.

Impactos derivados del producto

3. Diseño de mejoras

3.1. Proceso alternativo

Como se verá posteriormente, el mayor impacto del proceso actual se produce por el volumen de residuos y de vertidos que se generan. Una reducción del volumen de vertido puede incrementar los costes del lavado (mayor uso de materiales reciclables) o, a la inversa, un mayor uso de materiales fungibles puede disminuir los costes de lavado pero incrementar el volumen de residuo. Por este motivo las mejoras deberán ir encaminadas a disminuir el volumen de residuos en origen, sin incrementar el volumen a lavar o a disminuir los recursos necesarios para el lavado de la misma cantidad de producto.

La mejora que se propone es el reciclaje de residuos. La clasificación de materiales reciclables en origen, unido a la separación en la etapa de clasificación de los materiales revalorizables, puede tener un efecto medioambiental importante.

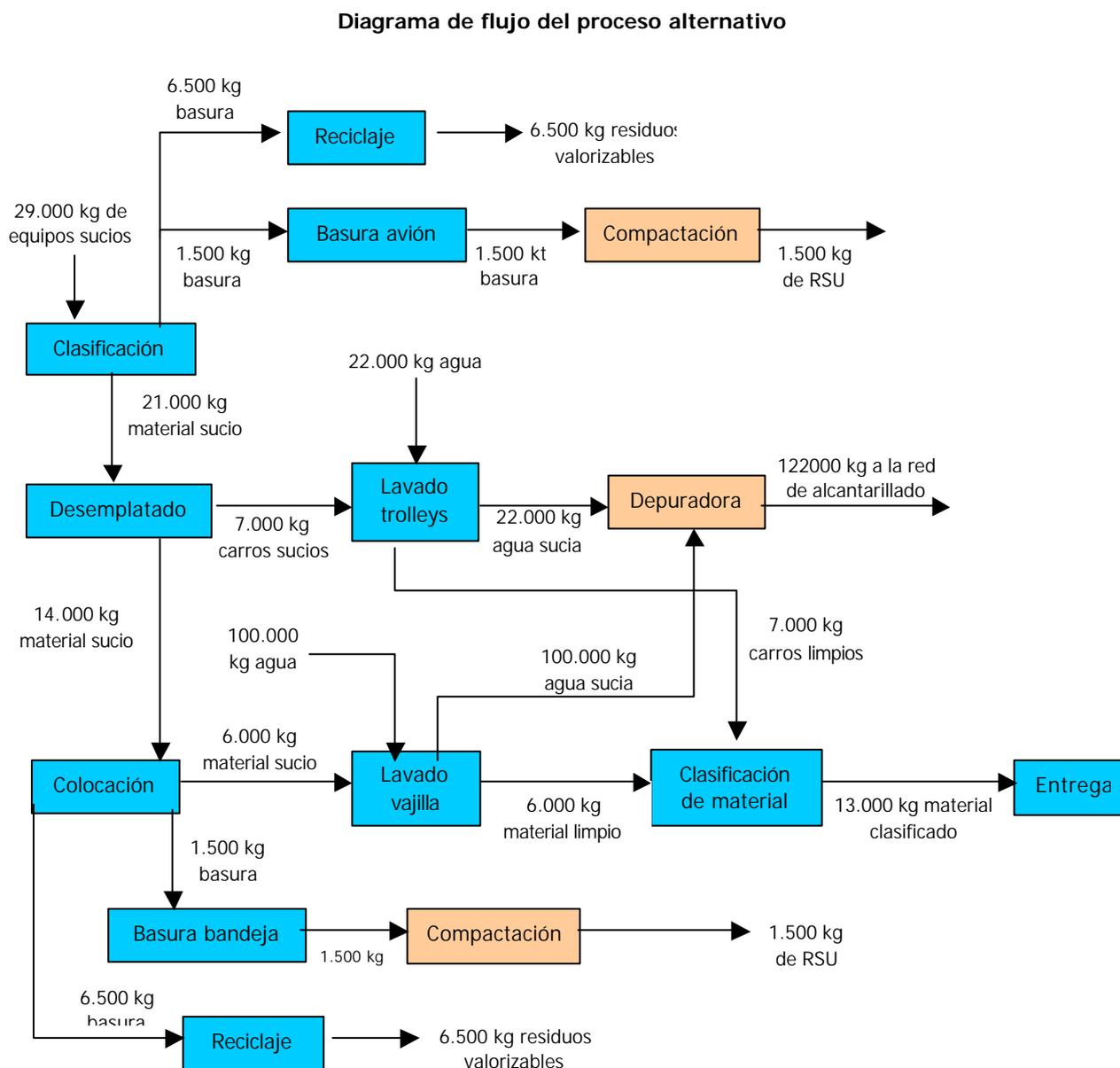
En el diseño de esta mejora se ha introducido una etapa más, la Etapa 8 denominada reciclaje, donde se separan y almacenan todos los materiales revalorizables para su entrega a una empresa externa. Esta etapa consta de una única actividad "reciclaje de materiales".

Según se ha podido comprobar por experiencias prácticas, el contenido de las bolsas de basura procedente de los aviones (actividad 1 8.000 kg), es reciclable en un 80% de su peso, por lo que sería posible reciclar 6.500 kg, reduciendo el volumen de basura al vertedero por este concepto a 1.500 kg/día.

Del análisis de la composición de los residuos que vienen de las bandejas (actividad 3) se desprende que sólo el 10% de estos materiales son fácilmente reciclables (poseen gran cantidad de basura orgánica).

De lo expuesto en los párrafos anteriores, se deduce que, de los 16.000 kg/día de residuos producidos, podríamos reducir estos a 8.500 kg/día, sin un coste adicional para la operación y con un menor coste de transporte y tasas de vertido.

El diagrama de flujo del proceso alternativo es el siguiente:



3.2 Indicadores medioambientales

Del análisis de Eco-Eficiencia para ambos procesos se desprenden los siguientes datos:

Consumo de energía. El consumo de energía no se ve modificado con la introducción de la mejora y por ello en la figura del eco-compas este vértice no presenta variación. En ambos casos los datos de eco-eficiencia obtenidos han sido:

- Consumo de energía por unidad de producto: 0,82 kWh
- Consumo de energía por kg de producto: 1,90133 kWh/kg

Consumo de agua. Al igual que en el caso anterior este indicador no se ve afectado por la introducción de la mejora y, en ambos procesos los datos obtenidos al respecto son:

- Total: 121,8 m³/día
- Consumo de agua por unidad de producto: $4,066667 \times 10^{-3}$ m³
- Consumo de agua por kg de producto: $9,39184 \times 10^{-3}$ m³/kg

Emisiones, vertidos y residuos. Este es el indicador que se va a ver afectado notablemente con la mejora introducida (ver la figura del eco-compas). Como se ha explicado antes, la mejora introducida consiste básicamente en la segregación de los residuos valorizables para así disminuir el volumen total de basura producida. Los datos obtenidos para cada uno de los procesos son:

Residuos. Como se puede observar esta mejora supone una reducción del 47% en la generación de residuos sólidos.

Proceso actual:

- Residuos totales: 16.000 kg/día
- Residuos por unidad de producto: 0,5333334 kg
- Residuos por kg de producto: 1,231717

Proceso alternativo:

- Residuos totales: 16000 kg/día
- Residuos valorizables totales: 7500 kg/día
- Residuos valorizables por unidad de producto: 0,25 kg
- Residuos valorizables por kg de producto: 0,5773672
- Residuos asimilables a urbanos totales: 8500 kg/día
- Residuos asimilables a urbanos por unidad de producto: 0,283 kg
- Residuos asimilables a urbanos por kg de producto: 0,6543495

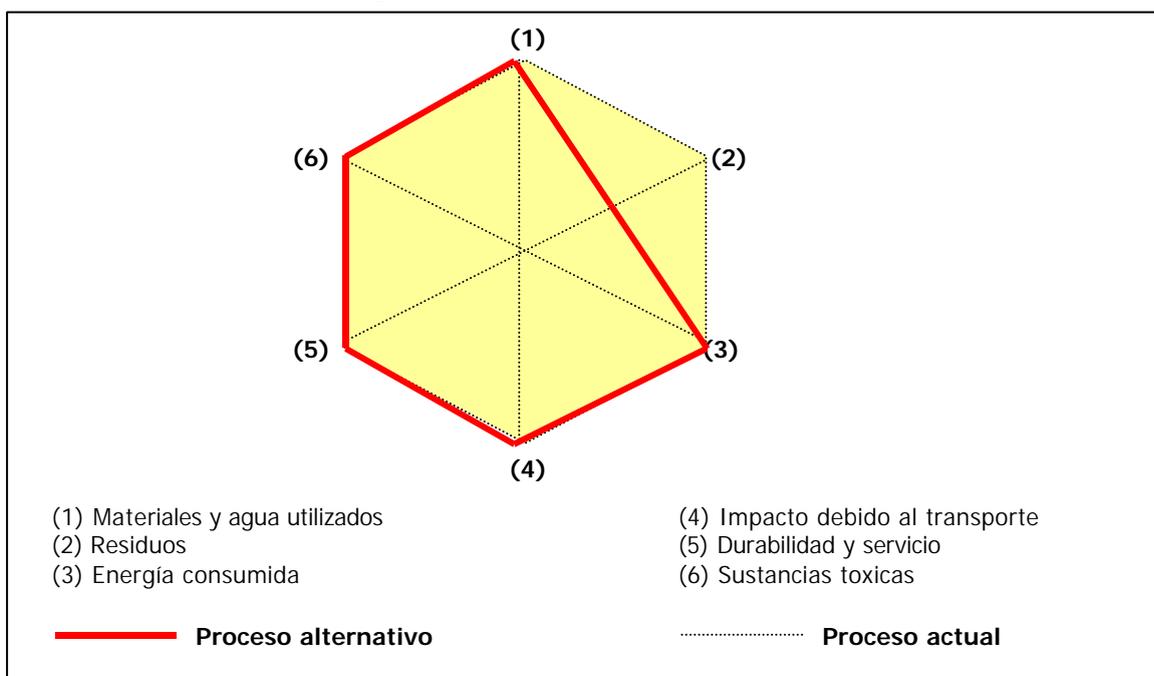
Vertidos.

- Total: 121,8 m³/día
- Vertido por unidad de producto: 0,00406 m³
- Vertido por kg de producto: $9,376444 \times 10^{-3}$ m³/kg

Transporte, servicio y sustancias peligrosas. Los datos para la obtención de estos indicadores proceden del módulo de eco-diseño. Como ya se ha expuesto con anterioridad, el diseño del producto no es competencia de la empresa que está siendo analizada y por ello no se pueden introducir mejoras que estén en relación con las materias primas del producto que va a ser lavado.

En los dos procesos los datos de transporte y servicio son similares, y en ninguno de los casos el producto contiene sustancias peligrosas.

A continuación se expone la figura del eco-compás obtenido.



El indicador (2) sólo cuantifica los residuos, con el fin de poder apreciar bien la magnitud de la mejora

3.3. Costes ambientales

Los costes ambientales del proceso industrial son los siguientes:

Consumo de agua: En ambos casos el coste derivado del consumo de agua es el mismo, puesto que en los dos procesos se emplean 121,8 m³ siendo el precio del agua 102 pta/m³. El coste derivado, por tanto, del consumo de agua asciende a 12424 pta. Hay que destacar que en el precio del agua ya va incluido el canon de vertido del agua residual a la red de alcantarillado.

Consumo de energía: Este dato tampoco varía en los dos procesos; en ambos casos la energía que se consume procede de dos fuentes: 1110,5 kWh/día en forma de electricidad,

que tiene un precio de 9 pta/kWh, y 1846 m³ en forma de gas natural, teniendo éste un coste de 10 pta/m³. El coste derivado del consumo energético es, por tanto, de 28454, 5 pta

Vertidos a la red de alcantarillado: En la planta se realiza un vertido de agua residual que es previamente tratado en la depuradora de la propia empresa. El coste de esta depuración es de 23094,2 pta/día, o, lo que es lo mismo, 189,297 pta/m³. Este dato se ha obtenido sabiendo que el coste mensual de la depuradora (incluyendo mano de obra, evacuación de los lodos,...etc) es de 1154710 pta y que el proceso de lavado participa en ella en un 60%. El canon de vertido, como ya se ha expuesto, va incluido en el coste del agua. Por tanto el coste debido a vertidos se considera que es de 23094,2 pta/día y es similar en ambos procesos

Residuos reciclables (valorizables): En el proceso actual no hay residuos valorizables, todos los desechos son considerados como residuos asimilables a urbanos. En el proceso alternativo, sin embargo, aparece una actividad en la que se separan, del total de residuos, aquellos que se pueden recuperar. El total de residuos recuperados es de 7500 kg/día y, aunque no se ha estimado lo que se ingresaría por ellos, si es evidente que, por no tener que ser vertidos, suponen un ahorro importante

Residuos asimilables a urbanos: En el proceso actual se eliminan 16000 kg/día de residuos asimilables a urbanos, esto supone un coste en dos sentidos: por el canon de vertido y por el transporte de los residuos. El primero supone 32000 pta/día y el segundo 12000 pta/día. En el proceso alternativo la cantidad de residuos asimilables a urbanos que se producen es mucho menor (casi un 50%), por lo que los costes derivados de estos residuos son 17000 pta/día por el canon de vertido y 6375 pta/día por el transporte de los residuos, inferiores a los actuales en un 47%.

Mano de obra medioambiental: El coste de mano de obra medioambiental asciende a 199680 pta/día, pero este coste es el mismo en el proceso actual y en el proceso alternativo.

3.4. Conclusiones

El análisis de Eco-Eficiencia realizado se ha efectuado sobre el proceso de lavado de equipos de la empresa Iber-Swiss.

Las medidas que pueden aplicarse desde la propia empresa son aquellas que afectan al proceso, puesto que el producto no es competencia de la empresa y viene impuesto por los clientes.

El análisis de Eco-Eficiencia del proceso actual ha permitido detectar un volumen importante de residuos generados en el proceso que se envían actualmente a vertedero y que podrían reciclarse .

El reciclado de 6500 kg de residuos procedentes de las bolsas de basura procedentes de los aviones proporciona una reducción del 47% del total de los residuos generados. En el eco-compás, al estar los residuos sumados al agua residual (121800 kg), la mejora global se limita a un 5,4 %.

Como recomendación cabe proponer a las compañías aéreas que analicen la posibilidad de modificar el producto (trolleys, bandejas, contenedores, envases, etc.) para conseguir una mayor mejora eco-eficiente.