



05

I+D+i y Befesa

Tenemos un compromiso tecnológico para buscar e investigar las tecnologías más avanzadas y respetuosas con el entorno para la gestión de los residuos y del agua.

I+D+i y Befesa

Estrategia de I+D+i de Befesa

La estrategia de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) de Befesa está orientada a la obtención de resultados y a la creación de valor, mediante el desarrollo de nuevas tecnologías y teniendo siempre muy presente el desarrollo sostenible.

El plan estratégico de I+D+i de Befesa tiene los siguientes objetivos:

- Ser líder y tecnológicamente competitivo en la industria del reciclaje de residuos de aluminio y acero.
- Desarrollo de nuevas tecnologías para la gestión de residuos industriales.
- Ser líder en tecnología de desalación y tecnológicamente competitivo en el tratamiento de aguas residuales y en reutilización.

En el área de reciclaje de residuos de aluminio, las actividades de I+D+i buscan mejorar el rendimiento en la recuperación de materias primas y residuos de aluminio, optimizar los procesos de operación y la calidad de los productos, así como desarrollar nuevas y mejores tecnologías que contribuyan al desarrollo sostenible.

Los proyectos de I+D+i desarrollados por el área de reciclaje de residuos de acero y galvanización se centran en el diseño y la construcción de instalaciones que permitan optimizar el rendimiento de los procesos, así como investigaciones para obtener nuevos usos de los materiales reciclados por Befesa.

El área de gestión integral de residuos industriales, se centra en el desarrollo de nuevas tecnologías para adaptarse a la continua evolución de la legislación medioambiental, priorizar los métodos de gestión basados en la jerarquía marcada por la reutilización, el reciclaje y la valorización frente a los tratamientos de eliminación, y la diversificación hacia nuevos mercados medioambientales, así como el aumento en el número de residuos tratables.

En el área de agua, Befesa centra su I+D+i en la optimización de la eficiencia energética de los procesos de desalación, la reutilización de aguas residuales, minimizando sus costes y su impacto ambiental, así como la optimización de las infraestructuras hidráulicas

Uno de los pilares de la estrategia de I+D+i de Befesa es la colaboración externa,

fundamentalmente con instituciones y universidades. Algunas colaboraciones destacables incluyen la Fundación Euskoiker y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Bilbao, formando parte de las actividades llevadas a cabo por el Aula Befesa en materia formativa e investigadora. Del mismo modo se desarrollan colaboraciones con organismos públicos, bien mediante subvenciones o colaboraciones con el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo; la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía; CDTI, Inasmet, la Universidad de Valladolid, el Programa para el Fomento de la Investigación Técnica (PROFIT), la Corporación Tecnológica de Andalucía, el Laboratorio Inatec, Insesca y Alcan, entre otras.

Las unidades de negocio y la innovación

El conjunto de las inversiones y programas de I+D+i han sido dirigidas a la consecución de los objetivos que forman parte del plan estratégico.

En el reciclaje de residuos de aluminio, los proyectos de I+D+i buscan mejorar en la calidad de las sales fundentes, con minimización de la producción de

escorias salinas; mejorar la colada del aluminio y los automatismos de las líneas de lingoteo; optimizar el reciclado de escorias salinas, para aumentar la productividad del proceso y minimizar costes. Por último, el desarrollo de proyectos que tienen como finalidad añadir valor al Paval como un producto del mercado.

Las experiencias de las plantas de reciclaje de residuos del acero, serán recogida por el departamento I+D+i para contribuir al diseño y construcción de nuevas instalaciones de tratamiento de polvo de acero de forma más eficiente. Esto incluye no solamente desde el punto de vista metalúrgico y económico de la operación, sino también el impacto ambiental que tienen estas actividades. Otro frente importante es el desarrollo de nuevas tecnologías de reciclaje de polvo de acería que permitirá el desarrollo de nuevos productos para la industria de la construcción y en la industria cementera.

Los proyectos de gestión de residuos industriales de Befesa buscan disminuir los tratamientos de eliminación, apostando por la recuperación y valorización energética, así como consolidar el liderazgo tecnológico en la gestión de residuos industriales, apostando por

I+D+i y Befesa

tratamientos medioambientalmente seguros y energéticamente eficientes.

Los proyectos de Befesa Agua se centran en la optimización y el desarrollo de la desalación por ósmosis inversa; el desarrollo de la reutilización de aguas residuales y las tecnologías de tratamiento de agua residual urbana e industrial para su regeneración; el desarrollo de la tecnología de oxidación supercrítica para la eliminación de los lodos producidos en los procesos de depuración y potabilización de agua y, por último, la mejora de las infraestructuras hidráulicas bajo consideraciones

de sostenibilidad para el ciclo integral del agua.

Los proyectos de I+D+i de Befesa incluyen la construcción del Centro de I+D+i, que tiene como misión la investigación en tecnologías medioambientales relacionadas con el tratamiento de aguas y la gestión de residuos industriales, contando con todos los medios necesarios para el desarrollo del I+D+i de Befesa. Se trata de un centro sostenible, no solo por la actividad que se desarrollará en el centro, sino porque será diseñado y construido con criterios de sostenibilidad, sin emisiones de CO₂, cuya puesta en marcha está prevista para 2009.



A continuación se detalla los proyectos en I+D+i de las unidades de negocio y su inversión durante el 2008:

Inversiones en I+D+i	2008 (€)
Reciclaje de Residuos de Aluminio	
● Reinventando el ciclo del aluminio: tratamiento y preparación de materias primas	82 668
● Nuevos procesos para la mejora de la tecnología: desarrollo de las técnicas del reciclado del aluminio	451 920
● Nuevos materiales y productos del reciclado: dar valor añadido a Paval y la mejora de las aleaciones	163 365
● Nuevo tratamiento del residuo polvos de filtro, fase III	0
Reciclaje de Residuos de Acero y Galvanización	
● Planta piloto para el aprovechamiento energético-químico de los gases residuales del proceso	60 180
● Estudio para la reducción de la concentración de sulfuros y fluoruros en el vertido	35 326
● Obtención de nuevos productos a partir del óxido waelz depurado (D-L.W.O. ®)	53 912
● Pruebas industriales para obtención productos cerámicos a partir de Ferrosita®	48 290
Gestión de Residuos Industriales	
● Valorización energética de CDR	117 763
● Nuevos materiales para la construcción a partir de residuos	96 280
● Remedación de suelos contaminados a partir de RNP y otros subproductos	79 395
● Valorización de residuos de fragmentadoras de vehículos fuera de uso	28 979
● Preparación de combustible para planta de vitrificación por plasma	76 042
● Valorización de residuos industriales orgánicos	9 410
● Desarrollo de aditivos oxigenados derivados de glicerina para su uso en combustibles	197 406
● Reformado catalítico de glicerinas	156 663
● Producción de compuestos termoplásticos reforzados con fibra de vidrio	29 608
Agua	
● Proyecto de planta piloto de desalación de alta eficiencia	433 000
● Estudio del fenómeno de dilución de salmuera	82 100
● Eliminación de lodos de EDAR mediante oxidación supercrítica	238 100
● Desarrollo de la desalación mediante energías renovables (DeReDes)	72 800
● Tratamientos avanzados de agua residual para su reutilización (TRASOS)	192 500
● Desarrollo de sistemas avanzados de pretratamiento para desalación	83 000
● Desarrollo de un sistema de control integrado para grandes plantas desaladoras	117 200
● Sistemas de gestión hídrica	11 400
● Centro de I+D+i	1 344 600
Total de inversiones en I+D+i	4 261 907

I+D+i y Befesa

Reciclaje de Residuos de Aluminio

- Reinventando el ciclo del aluminio: tratamiento y preparación de materias primas.
El objetivo de este proyecto es recuperar aluminio de materiales hasta ahora no aprovechados por su dificultad y obtener una cantidad mayor de metal recuperado a lo habitual, debido a un mejor proceso de reciclado. Se destacan los trabajos realizados para gestionar los llamados SPL's por parte de Befesa Escorias Salinas, que ha dado lugar a una patente y al ensayo en planta piloto de este residuo. También se ha realizado el estudio sobre el aluminio recuperable de materiales complejos de metal-plástico-celulosa. Este proyecto se ha realizado como parte del Aula Befesa, que es un convenio de colaboración científica, tecnológica y educativa con la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao.
- Nuevos procesos para la mejora de la tecnología: desarrollo de las técnicas del reciclado del aluminio. Este proyecto incluye tres procesos. El primero tiene por objetivos el análisis y el estudio del comportamiento de los fundentes en la fusión del aluminio. Para ello se ha utilizado

el horno rotativo, se han realizado numerosos ensayos de fusión y se han incorporado mejoras para el tratamiento de los gases del horno. El segundo, es el estudio de la reactividad de las escorias salinas, que se ha desarrollado en colaboración con la Universidad de Valladolid, para predecir por ordenador el avance de la reacción de las escorias salinas y probar que el modelo funciona con una planta piloto. Por último, el trabajo realizado para el aprovechamiento de la energía de los gases en la caldera de vapor y el ahorro de energía correspondiente. Este proyecto trata ahorrar gas natural utilizado en la planta para producir vapor y en el secado de las sales y el Paval.

- Nuevos materiales y productos del reciclado: dar valor añadido al Paval y la mejora de las aleaciones.
Este proyecto incluye varios trabajos. Uno de ellos es la mejora metalúrgica del aluminio aleado con alto contenido de hierro para moldeo por inyección, que se realiza en Inasmet. También se contempla en otro trabajo para la utilización de aleaciones secundarias para el moldeo de las piezas con alta responsabilidad mecánica, que se desarrolla en colaboración con industrias del

sector. Por último, el subproyecto Ecoretech, que es un desarrollo de nuevas aplicaciones de Paval/BFA para mobiliario urbano, desarrollado por Befesa Escoria Salinas en combinación con otras empresas y centros tecnológicos.

- Nuevo tratamiento del residuo polvos de filtro, fase III.

El objeto de este proyecto es diseñar un proceso y probar un equipo piloto para tratar polvos de filtro de mangas de cualquier refinera de

aluminio. En 2008 se ha puesto en marcha un equipo en la planta piloto en Valladolid. Se procesarán y ensayarán polvos de filtro de captaciones de las industrias de aluminio, que hasta ahora iban a vertedero de materiales tóxicos y peligrosos. Es un nuevo servicio medioambiental que se pondrá en marcha para las refineras de aluminio. El mercado al que va dirigida esta investigación hace muy interesante el trabajo y los resultados obtenidos. El proyecto ha sido financiado por el CDTI.



I+D+i y Befesa

Reciclaje de Residuos de Acero y Galvanización

- Planta piloto para el aprovechamiento energético-químico de los gases residuales del proceso.
Este proyecto persigue, como objetivo último, la obtención en continuo de un producto final (D-L.W.O.[®]), de calidad similar al actual, mediante el autoconsumo del bicarbonato-carbonato producido a partir de los gases residuales del proceso, con la consiguiente minimización de las emisiones de CO₂ a la atmósfera. A lo largo de 2008 se ha diseñado un nuevo flujo de proceso, consistente en un tanque de preparación de una disolución de óxido waelz -extraído de la cámara de sedimentación- con agua, para su posterior conducción y trasvase a un equipo de absorción del CO₂ procedente de la chimenea. Al término de este período el proyecto se encuentra en la

fase de recepción, montaje y puesta en marcha de los principales componentes de la instalación, previa al inicio de las primeras pruebas en vacío.

- Obtención de nuevos productos a partir del óxido waelz depurado (D-L.W.O.[®]).
Se ha proseguido con las líneas de investigación iniciadas en 2007 para la lixiviación del óxido waelz depurado (D-L.W.O.[®]), con otros agentes lixiviantes, tanto ácidos como básicos, distintos al carbonato amónico, con el propósito de obtener óxido de zinc (ZnO) de alta pureza (99,99%) y otros nuevos productos de mayor valor añadido, como el zinc metal, llegándose a la conclusión de que los ensayos de lixiviación en medio ácido arrojan, a priori, resultados mucho más prometedores, por lo que las investigaciones futuras se centrarán en esta vía.
- Estudio para la reducción de la concentración de



sulfuros y fluoruros en el vertido.

En la resolución de concesión de la Autorización Ambiental Integrada, el Gobierno Vasco instaba a Befesa Zinc Aser, S.A. a realizar un proyecto para evaluar la viabilidad técnico-económica de distintas alternativas para la reducción del contenido de sulfuros y fluoruros en el vertido que genera la Empresa. Al término de este proyecto se ha demostrado que los sulfuros se eliminan fácilmente mediante la adición de agua oxigenada (H_2O_2), pudiéndose controlar su dosificación con la medición del potencial redox del vertido. Dicha solución se ha implantado ya con éxito en el proceso de tratamiento del efluente. En lo que respecta a los fluoruros, se ha constatado que su eliminación supondría llegar hasta niveles de vertido potencialmente limitantes, al requerir un gran volumen de reactivos y generar grandes cantidades de residuos, por lo que su aplicación industrial sería inviable.

- Prueba industrial de utilización de Ferrosita® en la obtención de productos cerámicos. Evaluación técnica y valoración ambiental. Se han realizado, a escala de planta piloto, diferentes piezas cerámicas de tamaño real a

partir de distintas mezclas de arcilla con Ferrosita®, habiéndose procedido a efectuar los correspondientes estudios de caracterización física, química y mecánica de las unidades fabricadas.

Los tres primeros proyectos se están llevando a cabo en colaboración con la Fundación Euskoiker y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Bilbao, formando parte de las actuaciones llevadas a cabo por el Aula Befesa en materia formativa e investigadora. Para el cuarto se ha contratado el asesoramiento del Departamento de Ingeniería Química y Química Inorgánica de la Universidad de Cantabria.



I+D+i y Befesa

Gestión de Residuos Industriales

- Nuevos materiales para la construcción a partir de residuos.

El presente proyecto, iniciado en el año 2006, tiene por objetivo la valorización de residuos industriales inorgánicos, gestionados actualmente por la sociedad, mediante su incorporación segura en materiales de construcción (ej. ladrillos, morteros, aislantes acústicos y/o térmicos, etc.). Para ello, cuenta con la colaboración del Grupo de Química del Estado Sólido, de la Universidad de Sevilla, que aporta sus conocimientos y experiencia en la estabilización de residuos en matrices de silicio, mediante procesos hidrotérmicos suaves. Los objetivos particulares del proyecto apoyan la estrategia general de la unidad de negocio, centrandose en la búsqueda de un

desarrollo sostenible, directamente aplicado al ámbito de los residuos industriales. La incorporación de éstos en materiales de construcción, mediante soluciones medioambientalmente seguras, logrará reducir el consumo de materias y recursos primarios no renovables, al mismo tiempo que permitirían la reincorporación de residuos en la cadena de valor de la sociedad.

- Desarrollo de aditivos oxigenados derivados de glicerina para su uso en combustibles líquidos. El proyecto, iniciado en el año 2007, tiene por objetivo el aprovechamiento de la glicerina cruda, excedente de las plantas de producción de biodiesel, mediante su transformación en productos de alto valor añadido. Particularmente, este proyecto busca la síntesis de éteres tertbutílicos de glicerina, que emplear como aditivos oxigenados de combustibles diesel. Para su desarrollo, el Departamento de I+D+i de BGRI cuenta con la colaboración, en régimen de subcontratación, de la Fundación de Investigación Tekniker, así como del Grupo de Investigación de Máquinas y Motores Térmicos de la Universidad de Sevilla. El aprovechamiento de los grandes excedentes de glicerina no



purificada, sin mercado actual en España, mediante su transformación en nuevos productos de alto valor añadido, mejorarán el ciclo de vida del biodiesel, apoyando el desarrollo sostenible y la reducción de los impactos medioambientales negativos.

- Valorización energética de CDR (combustible derivados de residuos).
Los esfuerzos realizados en I+D+i en años anteriores han tenido como consecuencia la obtención de un combustible derivado de residuos, Comat, originalmente diseñado para cementeras y su desclasificación como residuo peligroso. Este hecho abre las puertas a otras posibilidades de valorización energética en procesos térmicos menos intensivos energéticamente y que cumplan con la normativa actual existente en materia de valorización de residuos. El presente proyecto, iniciado en 2008 pretende detectar las innovaciones técnicas necesarias para la valorización energética de este combustible en calderas de convencionales de combustibles sólidos y la adaptación al nuevo marco normativo recientemente aprobado en la Unión Europea. El aprovechamiento energético de los residuos, objeto del proyecto, logrará el

alcance de un desarrollo sostenible aplicado al ámbito de los residuos, recuperando la energía contenida en los mismos y limitando el consumo de recursos primarios no renovables.

- Valorización de residuos de fragmentación de vehículos fuera de uso.

Este proyecto ha sido iniciado por el departamento de I+D durante el año 2008. Los residuos de fragmentados son un residuo con un elevado potencial para su aprovechamiento energético. Sin embargo, presentan dificultades insalvables para su valorización directa, debido a problemas operacionales asociados a su dificultad de manejo y compactación. El proyecto busca su valorización, mediante la mezcla directa con una matriz idónea de residuos orgánicos. Esta solución logrará una importante sinergia en la mejora del posible aprovechamiento térmico de ambas tipologías de residuos, así como la adaptación a los estándares europeos de combustibles alternativos y al catálogo REACH. El proyecto se une a la política medioambiental de Befesa, apostando por el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos y fomentando el desarrollo sostenible. Además, supone una importante iniciativa en el campo de

I+D+i y Befesa

normalización de combustibles derivados de residuos. Se espera que el mismo ayude a fomentar el empleo de materiales alternativos, tanto en aplicaciones combustibles como en nuevos materiales, siempre buscando un desarrollo sostenible, directamente derivado de la minimización de consumo de recursos primarios.

- Producción de compuestos termoplásticos reforzados con fibra de vidrio.

El objeto de la investigación está en conseguir un producto final, a base de materiales reciclados, que tenga las mismas características técnicas que los compuestos fabricados con materiales vírgenes, por lo que el estudio se ha centrado en la identificación y el diseño de un proceso productivo apto para la mezcla y el tratamiento

del producto que se va a fabricar. Para ello, se cuenta con una instalación industrial para la producción de polipropileno reforzado con fibra de vidrio, con un componente de este último material de entre el 20% y el 40%, para alcanzar una producción final de 7000 – 8000 t, que se destinarían principalmente a la industria automotriz y de electrodomésticos. El producto se obtendrá mezclando polipropileno y aditivos, junto con la fibra de vidrio, en porcentajes variables, en función de las necesidades o requerimientos de los potenciales clientes. El proceso incorporará materiales reciclados, cuya ventaja competitiva es el menor coste de adquisición de los materiales que se van a emplear frente a los productos vírgenes que se utilizan actualmente en la fabricación de estos compuestos.



Agua

- Proyecto de planta piloto de desalación de alta eficiencia.

El objetivo es reducir el consumo energético de la desalación a valores por debajo de los 2,5 kWh/m³ de agua producida. Se han estudiado y desarrollado para ello las membranas de ósmosis inversa y los sistemas de recuperación de energía, así como mejoras del proceso que permiten minimizar el consumo de energía. El proyecto tiene una subvención de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía, y del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

- Estudio del fenómeno de dilución de salmuera. El objetivo es desarrollar un sistema de dilución de la salmuera de las plantas desaladoras que permita garantizar que se minimiza cualquier posible impacto ambiental de la misma. Se está desarrollando para ello una herramienta de simulación validada con datos experimentales obtenidos de un modelo físico a escala. El proyecto cuenta con la subvención de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía, la Corporación

Tecnológica de Andalucía, y el Ministerio de Medioambiente.

- Eliminación de lodos de EDAR mediante oxidación supercrítica. El objetivo es demostrar la viabilidad técnica y económica de la tecnología de oxidación supercrítica para la eliminación de lodos de EDAR (estación depuradora de aguas residuales), para lo cual se ha diseñado y construido una planta piloto. La Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía; la Corporación Tecnológica de Andalucía y el Ministerio de Medioambiente subvencionan el proyecto.
- Desarrollo de la desalación mediante Energías Renovables (DeReDes). El objetivo es realizar un estudio sistemático de



I+D+i y Befesa

las posibles combinaciones de tecnologías de desalación y de las posibles fuentes de energías renovables. Se ha analizado la viabilidad técnica y económica de las diferentes combinaciones teniendo en cuenta los escenarios posibles de ubicación de este tipo de plantas. Se han diseñado tres conceptos de plantas desaladoras con energías renovables. El proyecto tiene una subvención del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo; del Programa para el Fomento de la Investigación Técnica (PROFIT), del Ministerio de Medioambiente.

- Tratamientos avanzados de agua residual para su reutilización (TRASOS). El objetivo es desarrollar las tecnologías óptimas que permitan regenerar el agua en función del tipo de agua residual a tratar y la calidad exigida

según el reuso final previsto. Se están desarrollando tecnologías físico-químicas, tecnologías de membranas, procesos biológicos y tecnologías electrolíticas y se utilizan para ello plantas piloto de laboratorio.

- Desarrollo de sistemas avanzados de pretratamiento para desalación. El objetivo es desarrollar los sistemas de tratamiento del agua de mar bruta que permitan garantizar que la calidad del agua de entrada a las membranas de ósmosis inversa es óptima según el tipo de agua de mar y teniendo en cuenta su posible variación estacional. Se están desarrollando tecnologías físico-químicas, de proceso biológico y tecnologías de membranas. El proyecto tiene una subvención de la Consejería de Innovación, Ciencia y



Empresa de la Junta de Andalucía, y del Ministerio de Medioambiente.

- Desarrollo de un sistema de control para grandes plantas desaladoras.

El objetivo es desarrollar un sistema de control integrado, que permita optimizar la operación de las plantas desaladoras maximizando su disponibilidad y que incluya herramientas de ayuda a la decisión. La Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía; la Corporación Tecnológica de Andalucía; el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, y el Programa para el Fomento de la Investigación Técnica (PROFIT), subvencionan este proyecto.

Para centralizar la actividad de investigación de Befesa Agua, en 2008 se han iniciado las obras en

Dos Hermanas (Sevilla), del Centro de Tecnología Ambiental que pretende constituirse en un centro de investigación de referencia a nivel nacional en temas relacionados con el agua y el medio ambiente. Será un centro sostenible, no solo por la actividad que se desarrollará en él, sino también porque se construirá con criterios de sostenibilidad, así entre otras cosas, será un centro sin emisiones de CO₂. El centro supone una inversión de casi 2 M€ y con capacidad para 50 investigadores, contará con una superficie de 1700 m² y de una nave de 2200 m², con laboratorios de caracterización de agua, zonas experimentales para desalación, tratamiento de agua, residuos e hidráulica y sistemas. También dispondrá de una sala de control desde la que se podrá hacer el seguimiento de la operación de las plantas explotadas por Befesa.



I+D+i y Befesa

Iberoamérica

- Estudio de viabilidad técnica para la construcción de una planta de tratamiento in situ en planta Campana.

El proceso de disposición final se desarrolla en rellenos de seguridad de esta planta es a cielo abierto, lo cual da origen a la generación de lixiviados, como consecuencia de las precipitaciones registradas en la región, que son almacenados en balsas construidas a tal fin, y recirculados al relleno para la humectación de las cenizas y residuos dispuestos, evitando de esta forma su dispersión. La ampliación de la zona

operativa, y por ende de la superficie conteniendo residuos expuesta, y un incremento en el volumen de precipitaciones registradas, ha motivado la necesidad de realizar un estudio para la construcción de una planta de tratamiento in situ, que utilice como instalación principal las tres balsas pre-existentes. Este proyecto se desarrolla en colaboración con la Universidad Nacional de San Martín de Argentina. Con este proyecto se minimizarán los riesgos que implica el tratamiento de los lixiviados y se reducirán los costes del tratamiento que implicaba su derivación a operadores habilitados.



