



LIFE Project Number
< **LIFE12 ENV/ES/000684** >

FINAL Report
Covering the project activities from **01/09/2013** to **28/02/2017**

Reporting Date
<**30/05/2017**>

LIFE+ PROJECT NAME or Acronym
<**NUEVA PLANTA PILOTO DEMOSTRATIVA PARA LA
PURIFICACIÓN DE AGUAS RESIDUALES CON ACEITES,
GRASAS E HIDROCARBUROS (LIFE-PURIWAT)**>

Project Data

Project location	Los Arcos (Navarra)
Project start date:	<01/09/2013>
Project end date:	<28/02/2017>
Total Project duration (in months)	<42> months
Total budget	1.238.408 €
Total eligible budget	998.351 €
EU contribution:	499.175 €
(%) of total costs	40 %
(%) of eligible costs	50 %

Beneficiary Data

Name Beneficiary	Centro Tecnológico Lurederra
Contact person	Mr Claudio Fernández Acevedo
Postal address	Área Industrial Perguita C/A, n1, 31210-Los Arcos, Navarra
Visit address	Área Industrial Perguita C/A, n1, 31210-Los Arcos, Navarra
Telephone	+34 948 64 03 18
Fax:	+34 948 64 03 19
E-mail	claudio.fernandez@lurederra.es
Project Website	http://puriwat-life.es/

RESUMEN DEL PROYECTO

El objetivo principal del proyecto PURIWAT era el desarrollo de una planta piloto demostrativa para la eliminación de grasas, aceites e hidrocarburos de las aguas contaminadas con una capacidad de depuración de 5.000 dm³/hora, que permita eliminar entre un 97-99% de grasas, aceites e hidrocarburos de aguas residuales. Los resultados obtenidos han sido el desarrollo de una planta piloto versátil con capacidad de 5.000 dm³/hora basada en un filtro fabricado con un material elastomérico específico para eliminar más del 97 % de los contaminantes, y que cuenta a su vez con un sistema de biodegradación utilizando microorganismos específicamente seleccionados para degradar la carga contaminante de los residuos.

Los principales resultados logrados durante el proyecto han sido los siguientes:

- Definición de los requerimientos del material elastomérico y de los microorganismos degradadores.
- Diseño y fabricación de la planta demostrativa.
- Tratamiento de aguas con la planta desarrollada.

A continuación, se describen por acciones los principales resultados técnicos obtenidos durante el proyecto:

Acción A.1: Requerimientos del producto, estudio de las aguas a tratar:

Durante esta acción se realizó un estudio de diferentes tipos de aguas a tratar con el sistema a desarrollar durante el proyecto, se llevaron a cabo la selección de varios tipos de aguas contaminadas con grasas, aceites y/o hidrocarburos de industria petroquímica, de Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) y de trujal de aceite. Durante las caracterizaciones se realizaron fotografías a las muestras, mostrando a continuación algunas de ellas:



Aguas petroquímicas



Aguas EDAR



Aguas trujal

Durante esta tarea también se realizó un estudio de la EDAR de Los Arcos para poder definir la ubicación de la planta. Esta se definió inicialmente tras la etapa del desarenado previo al decantador primario (círculo rojo) pero debido a posibles problemas a encontrar se definió como posible alternativa la ubicación de la misma tras el decantador primario (círculo azul). Una imagen de ambas ubicaciones se muestra a continuación:



EDAR Los Arcos con las ubicaciones planta marcadas

A su vez se definieron los elementos que compondrían la planta demostrativa, así como sus dimensiones teóricas.

Acción A.2: Requerimientos del filtro y sistemas de biodegradación:

Las principales actividades realizadas durante esta tarea fueron la definición de los requerimientos que debía poseer el filtro en función del material elastomérico filtrante y del sistema de biodegradación que se iban a desarrollar. Además, se llevaron a cabo estudios y caracterizaciones del material elastomérico, así como del sistema de biodegradación para la selección de los microorganismos más idóneos para el filtro.

Material elastomérico:

En cuanto a las actividades referidas al material elastomérico, cabe destacar que se llevaron a cabo las caracterizaciones relativas a hinchamiento para determinar la tasa de absorción del material, microscopio electrónico para definir la apariencia y superficie del mismo, espectroscopia FTIR, retención de contaminantes, flotabilidad para futuras aplicaciones, reciclabilidad para conocer durabilidad del mismo y densidad.

Unas imágenes realizadas con el microscopio electrónico muestran los poros del material inicial frente al material tras absorción donde se muestran que los poros se han ido rellenando con el gasoil absorbido.



Material elastomérico sin y con absorción

Tras estas caracterizaciones se realizaron la definición de los requerimientos a cumplir por dicho material.

Sistema biodegradación:

Se llevó a cabo la definición de los requerimientos del sistema de biodegradación basados en un estudio previo que incluye los siguientes puntos:

- Contaminantes aceitosos en aguas residuales.
- Microorganismos degradadores de aceites contaminantes.

Contaminantes aceitosos en aguas residuales: Una cantidad importante de los componentes insolubles presentes en el agua son las grasas, aceites y lubricantes (FOGs) que, en las aguas

residuales urbanas, se derivan de procesos alimentarios industriales, restaurantes o de la actividad doméstica. Además, las principales fuentes de hidrocarburos son las aguas residuales de uso doméstico, los deslaves pluviales y efluentes comerciales.

Microorganismos degradadores de contaminantes aceitosos: La velocidad de los procesos de biodegradación de los aceites residuales, al igual que la degradación de otros contaminantes orgánicos, depende principalmente de los organismos que atacan los compuestos. Los microorganismos (bacterias, levaduras y hongos) que usan hidrocarburos, grasas animales y vegetales como fuente de carbono y energía están ampliamente distribuidos en la naturaleza. La selección de microorganismos específicos con una alta actividad de degradación es una de las formas de mejorar la biodegradación.

Tras la realización de estos estudios previos se procedió a la definición de los requerimientos del sistema de biodegradación en base a reglamentos de la CE, seguridad y propiedades cualitativas.

Acción B.1: Fabricación del material absorbente para el filtro y selección de sistemas de biodegradación para los residuos a tratar:

Durante esta tarea se llevó a cabo la fabricación del material absorbente a emplear en el filtro y la selección y obtención de los sistemas de biodegradación más adecuados en función de los residuos que se deseaban tratar para la degradación de los mismos.

Fabricación del material elastómero absorbente:

Siguiendo la formulación desarrollada en acciones anteriores y habiendo seleccionado los reactivos a escala de laboratorio, se realizó la fabricación del material elastomérico. Para ello, se procedió al mezclado de los componentes, en rodillo y su posterior espumado:



Material espumado

Otro de los objetivos de la acción B1, fue el desarrollo de sistemas de biodegradación mediante el estudio y selección de una serie de familias de bacterias que fuesen capaces de degradar los residuos retenidos en el material absorbente (aceite, grasa e hidrocarburos).

Selección del sistema de biodegradación:

Se llevaron a cabo las siguientes actividades y estudios para la selección de los microorganismos más idóneos para degradar compuestos como grasas animales, hidrocarburos, etc. Tras el estudio realizado se pudo concluir que:

- Se estudió la capacidad de un total de 54 familias de microorganismos para degradar emulsionantes, aceites, hidrocarburos aceitosos, vegetales, grasas animales y ácidos grasos libres (de cadena corta).
- Gracias a los resultados obtenidos, se pudieron desarrollar dos sistemas de biodegradación, un cultivo mixto de colonias que fue seleccionado para la degradación de aceites y grasas;

además de un segundo cultivo mixto de las colonias que se centró en la degradación de hidrocarburos aceitosos.

- Las condiciones ambientales más favorables para estos sistemas de biodegradación fueron: pH 6.5-8.0, temperatura 25-35 °C.
- Los experimentos realizados en las diferentes aguas residuales artificiales revelaron que los sistemas de biodegradación desarrollados en el proyecto funcionaban de manera correcta y por lo tanto no era necesario añadir más nutrientes a las aguas testadas.

Acción B.2: Diseño y fabricación de la planta piloto para depuración:

La presente acción, se centró en el diseño y construcción de la planta piloto para depuración. Se llevaron a cabo dos plantas de depuración una planta piloto demostrativa con capacidad de 1,4 L/s y otra planta a escala de laboratorio con capacidad de 0,15 L/s.

El primer paso para el diseño de los dispositivos de depuración fue tener en cuenta los requerimientos que las plantas pilotos tenían que cumplir para alcanzar los objetivos establecidos al inicio del proyecto, estos se muestran a continuación:

	Escala laboratorio	Escala demostrativa
Capacidades	0,15 L/s	1,4 L/s
Equipos	Deposito entrada Reactor filtro Depósito salida Reactor biodegradación	
Características reactor filtro	Disponer de cavidad para material filtrante. Prensa extracción de residuos.	
Características reactor biodegradación	Disponer de cavidad para residuos. Disponer de entradas para medición de parámetros.	

Una vez diseñados se llevó a cabo la fabricación e implementación de ambas plantas para la posterior realización de pruebas con aguas reales contaminadas.



Planta demostrativa

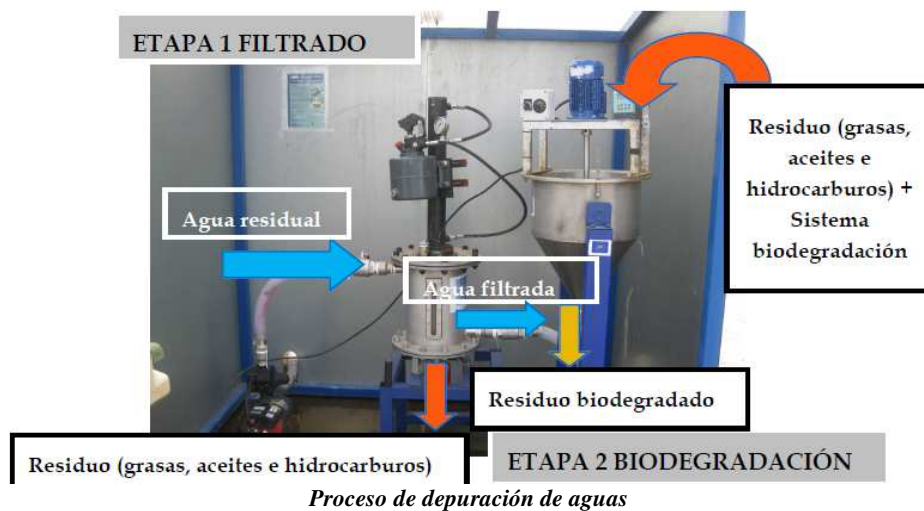
Acción B.3: Pruebas de filtrado con las diferentes aguas contaminadas:

En esta tarea se llevaron a cabo diferentes pruebas para comprobar la capacidad y funcionamiento de la planta y para evaluar la pureza de las aguas depuradas. Se llevaron a cabo pruebas a escala semi-industrial e industrial de puesta a punto, absorción y funcionamiento de la planta utilizando aguas reales de EDAR, almazaras y de industrias que utilizan grasas animales. En todos los casos se

caracterizaron las aguas de entrada y salida para conocer la pureza de las mismas. Las pruebas realizadas para validar el correcto funcionamiento del sistema de eliminación de grasas, aceites e hidrocarburos fueron las siguientes:

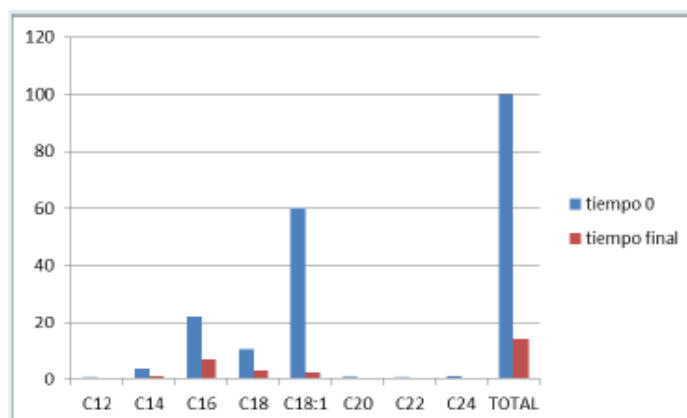
- Capacidad de tratamiento.
- Optimización del flujo.
- Tamaño del material.
- Tiempo de ciclo (tiempo que aguanta el material sin necesidad de prensarlo para extracción de los residuos absorbidos).
- Capacidad de reutilización (tiempo resiste a los prensados antes del deterioro del material).

El proceso seguido para las pruebas se muestra en el siguientes esquema:



Tras las pruebas se puede decir que la planta demostrativa consigue:

- Eliminar el 97 % con aguas de diferentes orígenes EDAR, almazaras e industrias de grasas animales.
- Que estos residuos se biodegradan en 48 h y en un porcentaje del 85 % de las grasas generadas en la EDAR. Se muestran los resultados en la siguiente gráfica:



Gráfica de biodegradación de grasas de EDAR

Acción B.4: Reciclabilidad y reutilización de los residuos filtrados y del filtro:

En esta tarea se han llevado a cabo pruebas para conocer la reciclabilidad y reutilización tanto de los residuos de grasas, aceites e hidrocarburos como del material elastomérico usado para el filtrado.

En estas pruebas se utilizó la planta piloto a escala de laboratorio desarrollada y se llevaron a cabo en tres direcciones:

- A) Filtración de aguas residuales contaminadas de hidrocarburos de petróleo.
- B) Extracción de los residuos recogidos por el filtro por medios mecánicos y químicos.
- C) Eliminación de residuos recogidos mediante un sistema de biodegradación previamente seleccionado para hidrocarburos de petróleo.

De manera paralela se estudiaron futuras aplicaciones para la reutilización del residuo elastomérico obtenido tras su ciclo de vida en la planta de depuración desarrollada. Algunas de las aplicaciones detectadas y estudiadas fueron materiales acústicos (aislamiento, absorción y antivibración), aislante térmico y para suelos de seguridad.

Teniendo en cuenta los materiales detectados se procedió a modificar el material, tal y como se saca del reactor, estudiando otros formatos para poder validar diferentes usos y aplicaciones, siendo estos los siguientes:



Material absorbente residual



Material absorbente molido



Placas con material absorbente molido

Acción C.1: Seguimiento del impacto del proyecto en el principal objetivo público y en el programa ambiental objetivo:

Durante esta acción se ha efectuado una supervisión de los objetivos del proyecto a través de una serie de indicadores definidos en cada una de las tareas. Estos resultados han sido idóneos y óptimos durante todo el proyecto consiguiendo así una cuantificación de los indicadores y una detección de los pequeños retrasos de manera que se han conseguido subsanar y solucionar de manera adecuada.

Además, se cuantificó la Huella de Carbono de las diferentes fases definidas en la memoria. Para ello, se utilizó la herramienta informática SimaPro 7.1 empleando el método Eco-Indicator'99 (H) y el método EPD 2007.

La huella de carbono es un parámetro utilizado para describir la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas, en este caso, a un proceso de depuración de aguas, para determinar su contribución al cambio climático. Se expresa en toneladas de CO₂ equivalente emitidas. Este parámetro permite conocer y darse cuenta del impacto que se tiene sobre el medio ambiente. En este proyecto se han conseguido valores mejorados con respecto a procesos de eliminación de grasas tradicionales lo que ofrece unas ventajas a la planta desarrollada añadida.

Estas mejoras ofrecerán ventajas sociales y económicas derivadas de:

- Mejora en la calidad del agua de salida a cauce y por lo tanto favorecerá por un lado la flora y la fauna del río y por otro la salud humana derivada del riego y baño.
- Reducción de los lodos de depuradora y por lo tanto de costes derivados de su traslado a plantas de tratamiento.
- Mejora del impacto ambiental del proceso desarrollado frente a procesos tradicionales con resultados menos interesantes como las trampas de grasas.
- Favorecer la concienciación medioambiental al validar y desarrollar procesos extrapolables a nivel industrial y con resultados positivos.
- Replicabilidad y transferibilidad de los resultados a otros sectores como almazaras, petroquímicas e industrias que usen grasas animales, así como a otras EDAR.
- Oportunidad de empleo derivado de la instalación de este tipo de plantas tanto para fabricación del material elastomérico y tratamientos de biodegradación y control y como para el mantenimiento de la propia planta.

En todos los casos el impacto socio económico es favorable y positivo obteniendo grandes ventajas tras los desarrollos realizados y la implementación de los mismos a escala real.

Acción D.1: Página Web del proyecto:

Se diseñó y se puso a punto una página Web del proyecto (<http://puriwat-life.es>) que se encuentra on-line desde febrero de 2014. Durante todo el proyecto se han llevado a cabo actualizaciones relativas a los avances del proyecto con documentos y fotografías, contactos networking con otros proyectos, actividades de difusión, publicación de noticias relacionadas con el proyecto, intercambio de información entre los diferentes socios del proyecto y todo lo relacionado con visitas de usuarios a la página Web.

Acción D.2: Paneles informativos LIFE:

Se han realizado varios carteles del proyecto:

- 1: Por parte del coordinador con los datos más relevantes del mismo colocado en las instalaciones de LUREDERRA para que toda persona que visite el centro lo pueda ver.
- 2: Otro cartel describiendo la planta y sus elementos más importantes el cual se ha colocado en la EDAR de Los Arcos que puede ser visto por los visitantes de la planta, vecinos de la zona, etc.
- 3: Se ha colocado otro dentro de la caseta de la planta piloto que describe la planta y sus elementos más importantes.
- 4: Un cuarto con el logo life, título y acrónimo del proyecto el cual se ha ubicado fuera de la caseta del prototipo en la EDAR de Los Arcos que puede ser visto desde la carretera y caminos adyacentes.

Acción D.3: Informe Layman:

Se ha llevado a cabo la redacción del informe Layman tal y como marcan las bases LIFE+, con los avances y resultados del proyecto incluyendo a su vez el logo life y el apoyo financiero del programa tanto en castellano como en inglés.

Acción D.4: Otras actividades de difusión:

Durante esta tarea se han llevado a cabo diferentes actividades de difusión destacando organización de workshops, asistencia a ferias, jornadas y conferencias, promoción en medios habituales Webs, Facebook, Twitter, etc., publicación en revistas de divulgación científica como la newsletter de SMSA, presentación a grupos pequeños, divulgación en forma de folletos del proyecto en castellano, inglés por parte del coordinador y en ruso y lituano por parte de BIOCENTRAS, los cuales están colocados en las instalaciones de los socios en lugares visibles para la difusión del proyecto y finalmente preparación de la guía manual de resultados.

Acción E.1: Gestión del proyecto:

La gestión del proyecto se ha realizado de una forma continua y constante por parte de LUREDERRA. Dentro de todas las actividades realizadas cabe destacar las reuniones de seguimiento realizadas por todos los socios cada 6 meses, así como una comunicación muy fluida entre ellos durante todo el proyecto además de la recopilación de la información que los socios envían cada tres meses.

Acción E.2: Networking:

Las actividades que se han llevado a cabo en esta tarea han sido el establecimiento de contactos con personas participantes en otros proyectos relacionados con el tratamiento de aguas residuales y la búsqueda de nuevas técnicas de eliminación de contaminantes.

Teniendo en cuenta estas actividades y contactos realizados se puede concluir que durante el proyecto se realizaron contactos interesantes con los cuales se pudo conocer en que está trabajando otras empresas, centros, etc. y que problemas importantes existían y existen relativos a depuración de aguas, procesos de filtrado, etc., mediante un feedback de información y documentación.

Acción E.3: Plan de comunicación posterior:

Se ha llevado a cabo la redacción de un informe de Plan de comunicación donde se han descrito los pasos a seguir para difundir los resultados obtenidos a nivel nacional redactado tanto en castellano como en inglés.

Acción E.4: Auditoria:

Durante esta acción se llevó a cabo la selección de un auditor para la auditoría final, esta se ha llevado a cabo durante el mes de mayo de 2017, teniendo en cuenta que la fecha de finalización del proyecto fue el 28 de febrero de 2017 y que se dispone de tres meses posteriores para la preparación y entrega de toda la documentación final justificativa que acompaña al Final Report.

ASPECTOS SIGNIFICATIVOS

Cuando un hidrocarburo, grasa o aceite cae al agua, éste se esparce rápidamente debido a la gran diferencia de densidades entre el agua y el vertido líquido, un litro de aceite al verterse al agua contamina un millón de litros de agua, siendo muy difícil su limpieza. Además, forman películas impermeables que impiden el paso del oxígeno, matan la vida tanto en el agua como en tierra y esparcen productos tóxicos generados a partir de aditivos añadidos al aceite tales como fenoles, aminas aromáticas, poliésteres, etc. que durante el uso del aceite a temperaturas elevadas forman peróxidos intermedios, que pueden ser ingeridos por los seres humanos de forma directa e indirecta. Los hidrocarburos pueden incluso penetrar en la arena del subsuelo contaminando dicho ecosistema, y las reservas de agua dulce también pueden verse afectadas por las filtraciones.

Debido a ello durante el proyecto PURIWAT se ha desarrollado una planta piloto demostrativa basada en dos etapas. Una primera etapa de filtración con la cual se eliminan más del 97 % de las grasas, aceites e hidrocarburos usando un material elastomérico con estructura interna óptima para absorción de los compuestos nombrados pero que además tiene la capacidad de no absorber agua, por lo que el material es idóneo para este tipo de aplicaciones. Una segunda etapa basada en microorganismos degradadores para minimizar y reducir el número de residuos de aceites, grasas e hidrocarburos separados del agua que consigue degradar hasta un 85 % de grasas total y un 77 % de hidrocarburos. Los objetivos y resultados esperados y alcanzados en el proyecto se muestran en la siguiente tabla:

OBJETIVOS PROYECTO PURIWAT	PREVISTOS	ALCANZADOS
Capacidad depuración	5000 dm ³ /h	5000 dm ³ /h
Porcentaje eliminación	Del 97 al 99 %	>97 %
Porcentajes de absorción	>100 % peso	>100 % peso
Reducir los vertidos en aguas	Mínimo 2 %	2 %
Reutilizar agua	Riego	Riego
Conseguir tecnología para diferentes sectores	EDAR, petroquímicas, almazaras	EDAR, petroquímicas, almazaras
Adaptabilidad de la planta	Diversas instalaciones	Versátil adecuado para instalaciones de diferentes caudales y diferentes aguas residuales

En este caso se espera a largo plazo beneficios ambientales derivados de la implementación de plantas similares a las desarrolladas en el proyecto para eliminación de grasas, aceites e hidrocarburos de aguas residuales de diferentes orígenes EDAR, almazaras, petroquímicas, cárnicas, etc. de manera que se podrán reducir el vertido de este residuo desde su origen. Estas mejoras ayudarán a cumplir y mejorar las directivas de aguas existentes como la 2000/60/CE en la que se establece un marco para el ámbito de la política de aguas y la 271/91/CEE sobre la depuración de aguas residuales urbanas. En este sentido durante el proyecto se han estudiado otras EDAR en las cuales se estudiará la implementación de plantas similares, de manera que se consiga la reproducibilidad de la tecnología en otras instalaciones. A su vez se han definido empresas del sector cárnico, petroquímicas y almazaras, con algunas de ellas ya se ha contactado, para en un futuro se puedan implementar plantas en sus instalaciones para conocer la versatilidad y validar en sectores específicos las tecnologías y sus ventajas. La estrategia de mercado es dar a conocer los resultados y poder implementar plantas de este tipo en empresas, EDAR y en puntos donde se generen aguas con aceites, grasas e hidrocarburos. En este caso se iniciará los desarrollos en España y en Lituania debido a la ubicación de los socios, aunque no descarta, si se detectan intereses, poder entrar en otros países como Francia, Portugal, etc.