



Diseño experimental para la restauración de un tramo de río contaminado con metales pesados mediante fitoextracción en el cauce del Río Guadalentín (Lorca)

Autor: Esteban Jordán González

Institución: Ingeniería del Entorno Natural SL

Otros autores: Francisco Corbalán Martínez (Dirección General de Medio Ambiente - CARM); Francisco José Murcia Navarro (Dirección General de Medio Ambiente -CARM); María Victoria Vicente Valero (Gesnature Ingeniería SLP); Pablo Martínez Magdaleno (Dirección General de Medio Ambiente -CARM)

Resumen

El presente trabajo se engloba dentro de las acciones del Proyecto LIFE11 ENV/ES/000506 “REHABILITATION OF A HEAVY METAL CONTAMINATED RIVERBED BY PHYTOEXTRACTION TECHNIQUE”, conocido como LIFE+ RiverPhy, que tiene como objeto la descontaminación de un tramo de 1.500 m del lecho del río Guadalentín, aguas abajo de la ciudad de Lorca (Murcia), mediante fitoextracción.

Los sedimentos del río presentan contaminación por metales pesados, como Cr, Cu y Zn, debido a vertidos de aguas residuales sin tratar procedentes de industrias cercanas, principalmente de curtido y granjas de cerdos, en tiempos pasados.

El proyecto LIFE+ RiverPhy busca la regeneración ambiental y la descontaminación mediante el uso de la fitoextracción. Esta técnica consiste en el uso de vegetación para la extracción de los metales pesados presentes en el suelo, mediante la acumulación de los mismos en los tejidos de la planta, que posteriormente serán cortados e incinerados en una cementera para su reutilización, consiguiendo un residuo cero.

Se plantea un diseño experimental multicriterio para evaluar la técnica de fitoextracción con diferentes especies vegetales y distintos agentes quelantes.

Palabras clave: fitoextracción, fitoremediación, suelos contaminados, metales pesados, Cobre, Hierro y Zinc, río Guadalentín, LIFE+, RiverPhy.

1. Introducción

El presente trabajo forma parte de las acciones de desarrollo del Proyecto LIFE11 ENV/ES/000506 “REHABILITATION OF A HEAVY METAL CONTAMINATED RIVERBED BY PHYTOEXTRACTION TECHNIQUE”, conocido como LIFE+ RiverPhy.

Este proyecto LIFE+ persigue principalmente la descontaminación de un tramo de 1.500 m del lecho del río Guadalentín, aguas abajo de la ciudad de Lorca, mediante fitoextracción. Los sedimentos del río presentan contaminación por metales pesados, como Cr, Cu y Zn, debido a vertidos de aguas residuales sin tratar procedentes de industrias cercanas en tiempos pasados, principalmente industrias de curtido de pieles y purines de granjas de cerdos.

En las últimas décadas, las actividades humanas como la minería de metales, las fundiciones, o las actividades industriales, han sido reconocidas como unas de las más importantes fuentes de contaminación para el medio ambiente (Navarro et al, 2008).

Existen una amplia gama de técnicas que se han propuesto para remediar los suelos contaminados por elementos traza. Las tecnologías de recuperación son a menudo caras. Algunos métodos, sin embargo, pueden ser considerados una solución rentable para el tratamiento de suelos contaminados por elementos traza (Pérez-Sirvent, et al., 2012).

En las últimas décadas del siglo XX surgieron tecnologías basadas en el empleo de organismos vivos para descontaminar suelos o emplazamientos contaminados y recuperar los ecosistemas afectados. Cuando estas tecnologías se basan en el uso de plantas, globalmente reciben el nombre de fitorremediación (fitorrecuperación, fitocorrección, fitorrestauración o fitorrehabilitación). Se define como el uso de plantas verdes para eliminar los contaminantes del entorno o para reducir su peligrosidad (Bernal Calderón et al., 2007).

El proyecto LIFE+ RiverPhy busca la regeneración ambiental y la descontaminación mediante el uso de la técnica de **fitoextracción**. Esta técnica consiste en el uso de vegetación para la extracción de los metales pesados presentes en el suelo, mediante la acumulación de los mismos en los tejidos de la planta, que posteriormente serán cortados, eliminando así los metales pesados de forma eficiente y económica.

2. Objetivos

El objetivo principal del proyecto es la descontaminación y recuperación de un tramo del río Guadalentín empleando medidas de fitoextracción de bajo coste y alta efectividad. Para ello se prevé el uso de plantas autóctonas acumuladoras, para absorber los metales pesados y el exceso de nutrientes del suelo. La vegetación autóctona tendrá un papel fundamental para la retirada de los metales pesados presentes en el cauce del río, gracias a la absorción de los mismos por sus raíces y su posterior acumulación en el resto de tejidos de la planta.

Los objetivos del proyecto son los siguientes:

- Provocar el descenso de Cr, Cu y Zn en el lecho contaminado del río Guadalentín.
- Aumentar la cobertura de vegetación autóctona de ribera.
- Restaurar las comunidades microbianas y colonización de la planta.
- Alcanzar la restauración física, química y biológica de las propiedades del suelo y su funcionamiento.
- Obtener una restauración paisajística basada en criterios ecológicos y estéticos.
- Llevar a cabo un aprovechamiento energético y valorización de la biomasa extraída del cauce: residuo cero.
- Desarrollar una demostración satisfactoria de la viabilidad de las técnicas fitoextractoras para rehabilitar cauces contaminados.

En conjunto, la consecución de estos objetivos proporcionará cobertura vegetal y ayudarán a mitigar la erosión del suelo, el restablecimiento del equilibrio ecológico sostenible, que sea compatible con su entorno y que tenga plenamente en cuenta las necesidades de la población local y las actividades tradicionales.

3. Metodología

En la actualidad el lecho del río Guadalentín presenta contaminación por metales pesados, principalmente Cobre, Hierro y Zinc, procedentes de antiguos vertidos industriales de fábricas de curtido y granjas de cerdos.

Se ha llevado un análisis del contenido de metales pesados en los sedimentos del lecho del río Guadalentín a rehabilitar, dentro de las acciones del proyecto LIFE+ RiverPhy.

A continuación se ha evaluado su relación con otros parámetros y determinado si existe o no contaminación del sedimento, procediendo a delimitar las áreas exactas donde se debe llevar a cabo la descontaminación. Para ello se han seleccionado aquellas áreas donde la concentración total de los metales pesados excede los niveles genéricos de referencia propuestos para la Región de Murcia.

Para descontaminar de metales pesados el cauce del río Guadalentín se plantea un diseño experimental usando la fitoextracción. Consiste en realizar plantaciones con 13 especies vegetales diferentes y 4 agentes quelantes, para contribuir a la movilización de los metales pesados por parte de la planta.

Para la elección de especies de esta actuación se ha tenido en cuenta la vegetación presente en el hábitat, así como las de zonas colindantes.

La vegetación seleccionada se encuentra en la Tabla 1.

Especie a emplear
<i>Atriplex halimus</i>
<i>Hyparrhenia sinaica</i>
<i>Lygeum spartum</i>
<i>Piptatherum miliaceum</i>
<i>Salsola oppositifolia</i>
<i>Suaeda vera</i>
<i>Silybum marianum</i>
<i>Tamarix africana</i>
<i>Dittrichia viscosa</i>
<i>Foeniculum vulgare</i>
<i>Stipa tenacissima</i>
<i>Phagnalon saxatile</i>
<i>Nerium oleander</i>

Tabla 1. Especies seleccionadas para la fitoextracción

Además se incluye la realización de un estudio acerca del efecto de diversos agentes quelantes en el proceso de fitoextracción.

Un quelante es una sustancia que forma moléculas complejas con ciertos iones de metales pesados. Estas sustancias, que facilitan la movilización de los metales pesados presentes en el suelo, pueden ayudar a optimizar el proceso de fitoextracción.

Para ello, se contempla el uso de 4 agentes quelantes, que son:

- Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)
- Ácido Dietilentriaminopentaacético (DTPA)
- Ácido etilendiaminodisuccínico (EDDS)
- Ácido metilglicindiacético (MGDA)

De esta manera, se desarrolla un diseño experimental en el que entran en juego 13 especies y 4 agentes quelantes con un control (5 niveles del factor).

Por otra parte, se dispone de la plantación general donde no se aplican los agentes quelantes, pero sí se trabaja con las 13 especies seleccionadas.

Se han definido 4 modelos de plantación en función de las especies dominantes en cada rodal de plantación. En cada rodal se plantarán las especies correspondientes al modelo asignado. A continuación se muestra la composición de cada modelo:

Espece vegetal	Modelo 1: Zonas de Atriplex	Modelo 2: Zonas de Foeniculum	Modelo 3: Zonas de Tamarix	Modelo 4: Zonas de Suaeda
<i>Atriplex halimus</i>	20%	16%	15%	10%
<i>Hyparrhenia sinaica</i>	5%	6%		8%
<i>Lygeum spartum</i>	10%	10%	8%	12%
<i>Piptatherum miliaceum</i>	14%	14%	14%	14%
<i>Salsola oppositifolia</i>	15%	12%	12%	10%
<i>Suaeda vera</i>	10%	9%	9%	20%
<i>Silybum marianum</i>		1%	2%	1%
<i>Tamarix africana</i>			15%	5%
<i>Dittrichia viscosa</i>	8%	12%	10%	5%
<i>Foeniculum vulgare</i>	8%	10%	5%	5%
<i>Stipa tenacissima</i>	5%	5%	5%	5%
<i>Phagnalon saxatile</i>	4%	4%	4%	4%
<i>Nerium oleander</i>	1%	1%	1%	1%
	100%	100%	100%	100%

Tabla 2. Composición de especies por modelo de plantación

Los trabajos consisten en:

- Siega, corta y recogida previa de biomasa en toda la superficie de actuación con cobertura vegetal previa.
- Plantaciones y siembras para fitoextracción en toda la zona de actuación.
- Ensayos con agentes quelantes en plantaciones de todos los tramos, mediante un diseño de parcelas experimentales, con 13 especies, 3 repeticiones de cada una, y 5 tratamientos de agentes quelantes (EDTA, DTPA, EDDS, MGDA, CONTROL).
- Siega, corta y recogida final de biomasa en toda la superficie de actuación.
- Plantaciones y siembras para restauración vegetal final en toda la superficie, incluidos los taludes del cauce.

4. Resultados

Con los trabajos de fitoextracción se conseguirá extraer metales pesados del cauce del río Guadalentín mediante el uso de plantas.

Del conjunto del diseño experimental (plantaciones generales y plantaciones con agentes quelantes) se espera contribuir al conocimiento de la recuperación de suelos contaminados a través de técnicas de bajo coste y eficaces como la fitoextracción.

El hecho de utilizar 13 especies vegetales y 4 agentes quelantes con un control (5 niveles del factor) ayudará a conocer qué especies vegetales son más óptimas para el proceso de fitoextracción, así como qué agentes quelantes influyen de forma positiva en el mismo.

5. Actuaciones posteriores a la fitoextracción

Una vez que la vegetación sea extraída, ésta se transportará a una industria cementera para producir energía mediante su combustión, e incorporar las cenizas que contienen los metales pesados en el procesado del cemento, ya que este producto requiere el uso de metales pesados en su fabricación.

Por tanto, la vegetación ayudará a extraer metales pesados de los sedimentos, concentrándolos en cenizas tras su combustión, para producir un nuevo producto, el cemento, obteniendo energía en el proceso, sin generación de residuos.

Finalizada la fitoextracción en la zona de actuación, se procederá a la recuperación de la cubierta vegetal autóctona del lecho del río y de sus márgenes, mediante plantaciones. El resultado final del proyecto será el descenso en el contenido de metales pesados tóxicos en un tramo del lecho del río Guadalentín.

6. Agradecimientos

Esta actuación es posible gracias a la Comisión Europea a través del programa LIFE +, al gobierno de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, a través de la Dirección General de Medio Ambiente, el Grupo de Gestión, Aprovechamiento y Recuperación de Suelos y Aguas de la Universidad Politécnica de Cartagena, la Confederación Hidrográfica del Segura y el Ayuntamiento de Lorca.

7. Bibliografía

E.S. Santos, M.M. Abreu, C. Nabais, M.C.F. Magalhães. 2012. Trace element distribution in soils developed on gossan mine wastes and *Cistus ladanifer* L. tolerance and bioaccumulation. *Journal of Geochemical Exploration* 123: 45–51.

España. Ley 22/2011, de 28 de Julio, de residuos y suelos contaminados. Boletín Oficial del Estado, viernes 29 de julio de 2011, núm. 181, Sec. I., página 85650.

O. Gonzalez-Fernandez, I. Queralt, J. L. Manteca, G. Garcia, M.L. Carvalho. 2011. Distribution of metals in soils and plants around mineralized zones at Cartagena-La Unión mining district (SE, Spain). *Environ Earth Sci* 63: 1227–1237.

H.M. Conesa, B.H. Robinson, R. Schulin, B. Nowack. 2007. Growth of *Lygeum spartum* in acid mine tailings: response of plants developed from seedlings, rhizomes and at field conditions. *Environmental Pollution*, 145, pp. 700–707

R. Johnson, L. Stritch, P. Olwell, S. Lambert, M.E. Horning; et al. 2010. What are the best seed sources for ecosystem restoration on BLM and USFS lands? *Native Plants Journal* 11. 2: 117-131.

M.C. Navarro, C. Pérez-Sirvent, M.J. Martínez-Sánchez, J. Vidal, P.J. Tovar, J. Bech, 2008. Abandoned mine sites as a source of contamination by heavy metals: a case study in a semi-arid zone. *Journal of Geochemical Exploration* 96, 183–193.

C. Pérez-Sirvent, M. J. Martínez-Sánchez, S. Martínez-López, J. Bech, N. Bolan, 2012. Distribution and bioaccumulation of arsenic and antimony in *Dittrichia viscosa* growing in mining-affected semiarid soils in southeast Spain. *Journal of Geochemical Exploration* 123: 128–135.

R.O. Carpena, M. Pilar Bernal. 2007. Claves de la fitorremediación: fitotecnologías para la recuperación de suelos. *Ecosistemas. Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente* 16(2): 1-3 (2007).

S. Kabas, A. Faz, J.A. Acosta, R. Zornoza, S. Martínez-Martínez, D.M. Carmona, J. Bech. 2012. Effect of marble waste and pig slurry on the growth of native vegetation and heavy metal mobility in a mine tailing pond. *Journal of Geochemical Exploration* 123: 69–76.