

# Soluciones basadas en la naturaleza para la recuperación de suelos en Vitoria-Gasteiz (España). El caso del proyecto Phy2Sudoe

## Nature based solutions for soil restoration in Vitoria-Gasteiz (Spain). The Phy2Sudoe case

Juan Vilela<sup>1,\*</sup>, Carlos Garbisu<sup>2</sup>, José María Becerril<sup>3</sup>, Beatriz Rodríguez<sup>4</sup>, Michel Mench<sup>5</sup> & Paula Castro<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Centro de Estudios Ambientales de Vitoria-Gasteiz, Pintor Teodoro Dublang 25, 4º 01008 Vitoria-Gasteiz, Spain

<sup>2</sup> NEIKER-Basque Institute for Agricultural Research and Development, Parque Científico y Tecnológico de Bizkaia, P812, 48160 Derio, Spain

<sup>3</sup> Department of Plant Biology and Ecology, University of the Basque Country (UPV/EHU) C/ 3 Barrio Sarriena s/n, E-48940 Leioa, Spain

<sup>4</sup> Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia (IIAG), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) Avda. de Vigo s/n, 15705 Santiago de Compostela, Spain

<sup>5</sup> Univ. Bordeaux, INRAE, BIOGECO, F-33615, Pessac, France

<sup>6</sup> Escola Superior de Biotecnologia, Universidade Católica Portuguesa, Rua Diogo Botelho 1327, 4169-005 Porto, Portugal

(\*E-mail: [jvilela@vitoria-gasteiz.org](mailto:jvilela@vitoria-gasteiz.org))

<https://doi.org/10.19084/rca.28611>

### RESUMEN

Al oeste de Vitoria-Gasteiz existen zonas industriales cuyo rápido crecimiento provocó la fragmentación ecológica del territorio circundante. La zona de trabajo (Mendebaldea, 30 ha) se encontraba en estado de abandono y con suelos contaminados antes de la intervención, lo que impedía su uso público y cualquier actividad. Desde el Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, la Universidad del País Vasco y el Centro de Investigación Neiker-Tecnalia se propuso la restauración del ámbito mediante el empleo de soluciones basadas en la naturaleza para crear una gran infraestructura verde que aportase diversos beneficios ambientales: mitigación del cambio climático, la recuperación de los suelos y la mejora del paisaje. El proyecto se desarrolló en 6 años (10 hectáreas restauradas cada 2 años) incluyendo: sumideros de carbono en suelo y bosques mediante enmiendas orgánicas y plantaciones, balsas artificiales para la biodiversidad, filtros verdes de aguas y red de caminos. Para la descontaminación de suelos se recurrió a la fitorremediación combinando enmiendas y sistemas agroforestales en el marco de los proyectos europeos PhytoSudoe y Phy2Sudoe. Las parcelas de ensayo ejecutadas en dichos proyectos están siendo monitorizadas a largo plazo con participación del público, ofreciendo así un espacio demostrativo para el aprendizaje de estas técnicas de recuperación de suelos.

**Palabras clave:** Suelos contaminados, Restauración, Cambio climático, Fitorremediación, Ciencia Ciudadana.

### ABSTRACT

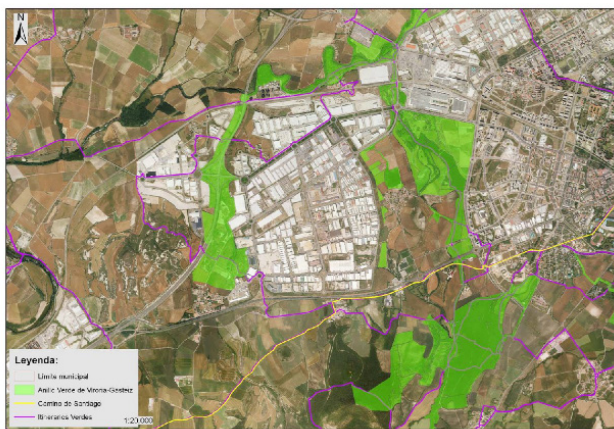
Industrial areas located in the west of Vitoria-Gasteiz caused ecological fragmentation in the territory due to their rapid urban growth. The area of work (Mendebaldea 30 ha) had derelict and polluted soils before the intervention, lacking of any public use or activity. The Vitoria-Gasteiz City Council, the University of the Basque Country and the Neiker-Tecnalia Research Center proposed the restoration of the area by using nature-based solutions to create a large green infrastructure that would provide several environmental benefits such as climate change mitigation, soil recovery and landscape restoration. The project was developed over 6 years (10 hectares restored every 2 years) including: soil and forest carbon sinks through organic amendments and plantings, artificial ponds for biodiversity, green water filters and pathways network. For soil decontamination, phytoremediation was used combining organic amendments and agroforestry systems due to the participation in the European phytoremediation projects PhytoSudoe and Phy2Sudoe. The project test plots are being monitored in the long term with the help of public participation, offering a demonstration space for learning new soil remediation techniques.

**Keywords:** Contaminated soils, Restoration, Climate change, Phytoremediation, Citizen Science.

## INTRODUCCIÓN

Al Oeste de Vitoria-Gasteiz (248.000 habitantes) se sitúa el mayor polígono industrial de Euskadi (Polígono de Jándiz) colindante con la autovía A-1. Sus áreas verdes fueron rellenadas en los años 90 con tierras y residuos de construcción quedando el suelo degradado.

En el 2015 se inicia un proceso de restauración ejecutando el gran corredor verde de Mendebaldea (Figura 1) cuyo objetivo es crear un paisaje multifuncional para mitigación del cambio climático (fijación de carbono) y reducción de la contaminación atmosférica y del suelo así como del impacto visual y acústico provocado por las infraestructuras viarias.



**Figura 1** - Corredor verde de Mendebaldea (recuadro blanco) al oeste de Vitoria-Gasteiz (España).

La actuación se ejecuta en fases sucesivas de norte a sur: Lermanda 2016-2017, Mendigurentxo 2018-2019 y Aríñez 2020-2021. En esta última zona, dada la presencia de suelos contaminados con metales (As y Pb) y orgánicos (PCB y PAH entre otros), se establecen parcelas de ensayos experimentales de fitorremediación (descontaminación con plantas) que se incorporarán a una red de monitorización europea bajo los proyectos PhytoSudoe (VV.AA., 2020) y Phy2Sudoe.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El proyecto de restauración se apoyó en soluciones basadas en la naturaleza, comenzando por zonificar el ámbito según la calidad del suelo y proyectando las vegetaciones según la dinámica de los sistemas naturales existentes. Se incluyeron herramientas de monitorización del proceso para controlar la salud de los suelos y las plantas, colaborando con centros locales de investigación y la participación ciudadana.

### Zonificación de usos

El ámbito se zonifica como sigue: las zonas contaminadas se sanean y se establecen como parcelas a fitorremediar, aquellas con acopios de inertes (áridos, tierras) se remodelan reutilizando los materiales para crear nueva topografía (diques de tierra como barrera acústica), los suelos pobres reciben enmiendas orgánicas y los suelos en mejor estado se reservan para los usos agrícolas. Las escorrentías se retienen en superficie mediante la creación de charcas temporales (Figura 2).



**Figura 2** - Zona de fitorremediación con chopo incluida en el corredor verde Mendebaldea.

Sobre esto se establece un mosaico de vegetaciones autóctonas según sus querencias ecológicas: bosques de encinar sobre colinas de orientación sur y como pantalla visual frente a viales; quejigales sobre pequeñas ondulaciones del terreno; fresnada-olmeda en la ribera de los arroyos y matorral para los suelos más someros. Los suelos más pobres se tratan con rotación cultivos agrícolas regeneradores y los mejores con praderas rústicas.

## Resumen de actuaciones

Tras las limpiezas superficiales se prepara el terreno con desbroces, gradeos y despedregados, siguiendo las enmiendas orgánicas ya comentadas. Tras ello los movimientos de tierras y excavación selectiva remodelan el relieve reutilizando los materiales inertes en diques y montículos (su interior con áridos y se exterior con tierra vegetal). Los nuevos caminos se ejecutan materiales reciclados. Finalmente, mediante las plantaciones y siembras se instalan bosques permanentes, setos y praderas.

## Objetivos de reducción de impactos

Para maximizar la fijación de carbono se incorporan al suelo grandes cantidades de materia orgánica, bien como enmiendas superficiales (dosis de 50 a 75 Tn/ha de compost municipal) como mediante el enterramiento de troncos y ramas en montículos. En los cultivos agrícolas la cosecha se tritura e incorpora al suelo y se reducen los laboreos para evitar pérdidas de carbono. De cara a mitigar la contaminación atmosférica, se ubican densas plantaciones junto a los puntos de emisión (fábricas y vías de transporte) y se establece un período mínimo de 40 años para mantener los bosques como sumidero de carbono.

En base a la bibliografía y la calculadora de absorciones *ex ante* del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación se calcula la reducción de CO<sub>2</sub> por uso de áridos reciclados (VV.AA., 2006), el almacenaje en planta y suelo por establecer cultivos agroforestales (Shrestha and Lal, 2006) y la absorción de contaminación (SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, PM10) en las plantaciones forestales (Nowak *et al.*, 2006). Además, se consigue una gran reducción de emisiones al emplear material reutilizado y reciclado en la construcción del parque, evitando el consumo de nuevos materiales (VV.AA., 2006). En concreto, tierras y áridos inertes se reutilizan como material constructivo para diques y montículos, mientras que los nuevos caminos emplean con áridos y zahorras recicladas de una planta municipal.

Para la contaminación superficial se limpia selectivamente el área retirando residuos peligrosos como HCH o fibrocemento. Para la contaminación remanente en el suelo se investigan las zonas más

afectadas mediante muestreos y analíticas de laboratorio. Estas zonas quedan valladas y se someten a tratamientos de fitorremediación: tras las enmiendas de compost citadas, se realiza inoculación de micorrizas y se combinan cultivos forestales (chopos y sauces) con rotaciones agrícolas (colza, alfalfa).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Reducción de CO<sub>2</sub> y otra contaminación

Los resultados del proyecto muestran el múltiple beneficio de aplicar soluciones basadas en la naturaleza en la restauración de zonas degradadas, en este caso, el secuestro de carbono y la reducción de contaminación mediante el uso de elementos vivos como el suelo y las plantas (Cuadros 1 a 5). No obstante, su empleo debe planificarse adecuadamente acorde a la climatología y condiciones del terreno; por ejemplo, plantas de mayores requerimientos solo podrán incorporarse a medida que la calidad del suelo mejore. La integración del proyecto en los ciclos naturales (plantaciones en otoño, siembras en primavera) permite una evolución más rápida de los ecosistemas instalados, especialmente aquellos con presencia de agua.

Frente recuperaciones rápidas de suelos contaminados basados en su excavación para traslado a gestor en otra ubicación, la fitogestión requiere un periodo de tiempo más dilatado (años o decenas de años) para lograr la descontaminación. Sin embargo, el empleo de vegetación y enmiendas orgánicas para descontaminar adquiere todo el sentido en terrenos cuyo uso final será el de parque público, pues a medida que se descontaminan se va instalando la propia infraestructura verde.

**Cuadro 1** - Reducción de CO<sub>2</sub> por uso de árido reciclado

Material reciclado	TOTAL
t de árido empleado	5.561
tCO <sub>2</sub>	37,25
t de tierra limpia	47.855
tCO <sub>2</sub>	370,89
tCO <sub>2</sub> total	408,14

**Cuadro 2** - Reducción de CO<sub>2</sub> por absorción en cultivos energéticos (tiempo = 4 años)

Cultivo	Colza	Sauce	TOTAL
kg producción/año	22.914	1.867	24.781
tCO <sub>2</sub> /año	19,67	4,16	23,83
<b>tCO<sub>2</sub> total</b>	<b>78,68</b>	<b>16,64</b>	<b>95,32</b>

**Cuadro 3** - Reducción de CO<sub>2</sub> por absorción en plantación forestal (tiempo = 40 años)

Plantación forestal	TOTAL
nº pies plantados	27.803
tCO <sub>2</sub> /año	272,57
<b>tCO<sub>2</sub> total</b>	<b>10.902,80</b>

**Cuadro 4** - Reducción de CO<sub>2</sub> por almacenaje de C orgánico en el suelo. Superficie:

Suelo	Forestal	Agrícola	TOTAL
Superficie (ha)	9,47	9,33	18,8
tCO <sub>2</sub> /año	15,16	21,85	37,01
<b>tCO<sub>2</sub> total</b>	<b>606</b>	<b>874</b>	<b>1480,4</b>

**Cuadro 5** - Reducción de contaminación por absorción en plantación forestal. Sup. 9,47 ha. (tiempo = 40 años)

Contaminante	t/año	t TOTAL
SO <sub>2</sub>	0,38	3,52
O <sub>3</sub>	0,17	6,82
PM10	0,28	11,36
NO <sub>2</sub>	0,15	5,87

## CONCLUSIONES

La vegetación es una herramienta idónea para la restauración ecológica de suelos degradados (fitogestión) o contaminados (fitorremediación) y la

reducción de impactos asociados. Aunque en este resumen se han cuantificado el secuestro de carbono y otros contaminantes, el proyecto también ha logrado el aumento de la biodiversidad, la reducción del ruido o la mejora del paisaje combinando el uso de la vegetación con la reutilización del propio suelo y materiales (inertes, residuos orgánicos, reciclados)

El empleo de estas soluciones puede ser de gran utilidad para gestores de suelos públicos del sur de Europa donde el suelo fértil tiene grandes amenazas. Su bajo impacto y coste asumible permiten su aplicación a las grandes superficies degradadas de las periferias urbanas donde la descontaminación tradicional no es viable económicamente.

La implicación de socios expertos permite la validación científica de los proyectos, facilita el acceso a financiación y los pone en red con otras ciudades. En el caso de Vitoria-Gasteiz, la inclusión del proyecto en la red de monitoreo Phy2Sudoe posibilita tener un seguimiento exhaustivo del proceso y demostrar a los órganos ambientales la validez del método.

## AGRADECIMIENTOS

Al Gobierno Vasco por financiar al 50% las actuaciones aquí descritas a través de las ayudas de la Consejería de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda del Gobierno Vasco para ayuntamientos que promuevan acciones para el desarrollo sostenible.

A la Comisión Europea por apoyar el proyecto Phy2SUDOE (SOE4/P5/E1021) financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (Comisión Europea) a través del V Programa Interreg Sudoe.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Nowak, D.J.; Crane, D.E. & Stevens, J.C. (2006) - Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 4, n. 3-4, p. 115-123. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.01.007>
- Shrestha, R. and Lal, R. (2006) - Ecosystem Carbon Budgeting and Soil Carbon Sequestration in Reclaimed Mine Soil. *Environment International*, vol. 32, n. 6, p. 781-796. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2006.05.001>
- VV.AA. (2006) - *Informe de Análisis del Ciclo de Vida de los productores de reciclados RCD's UTE RCD Gardelegi*. Informe interno de la UTE RCD Gardelegi.
- VV.AA. (2020) - *Proyecto PhytoSUDOE: Recuperando suelos contaminados en el sudoeste de Europa a través de la fitogestión*. Phytosudoe.