

Proyectos de **I+D+i**
2011-2013



**SILENTVEG: Barreras vegetales
autónomas y sostenibles para la
mitigación acústica y compensación del
CO₂ en vías de transporte, con
seguimiento telemático**

Universidad de Almería

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



**SILENTVEG: Barreras vegetales
autónomas y sostenibles para la
mitigación acústica y compensación del
CO₂ en vías de transporte, con
seguimiento telemático**

© Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. Consejería Fomento y Vivienda. Junta de Andalucía. 2012

Universidad de Almería

Equipo de investigación:

Dr. Miguel Urrestarazu Gavilán (UAL). Investigador principal
Renato Herrera Cabrerizo (AOPJA). Gerente del proyecto

Almería 1/07/2012

1. Introducción y antecedentes

En el marco de las políticas de investigación e innovación que la Junta de Andalucía promueve para crear plataformas de conocimiento, información y soporte tecnológico, la Consejería de Fomento y Vivienda, con la cofinanciación de la Unión Europea a través de los Fondos FEDER, está desarrollando con las universidades andaluzas un programa de ayudas a la investigación en áreas estratégicas para esta Consejería, como son la logística, el transporte, el paisaje y la movilidad, las obras públicas, y la ordenación y planeamiento territorial, fomentando la implicación activa del sector privado y la transferencia del conocimiento entre el ámbito de la investigación y el tejido productivo.

La selección de los distintos proyectos de I+D+i para los años 2011 a 2013 se realizó, a través de la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía, mediante concurso publicado en BOJA con fecha 3 de agosto de 2011, resolviéndose la adjudicación de los proyectos seleccionados con fecha 21 de marzo de 2012, tras la correspondiente evaluación técnica de las propuestas presentadas.

Entre los proyectos de investigación seleccionados se encuentra la propuesta presentada por la Universidad de Almería denominada "Barreras vegetales autónomas y sostenibles para la mitigación acústica y compensación del CO₂ en vías de transporte, con seguimiento telemático". El contrato para la aplicación de dicho proyecto de investigación entre la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía y la Universidad de Almería se suscribió con fecha 16 de abril de 2012, con un importe de 115.050,00 euros (IVA excluido), y un plazo de ejecución de 18 meses, con finalización el 31 de diciembre de 2013.

2. Objetivos perseguidos y resultados previsibles

La construcción de infraestructuras viarias y sistemas del transporte tienen especial relevancia en Andalucía, tanto por la actividad vinculada a la construcción y mantenimiento de la propia infraestructura, como por la prestación de servicios y vertebración del territorio que fomentan, lo que repercute positivamente en el desarrollo social y económico de la región dentro del contexto de una economía progresivamente globalizada.

El sistema de transportes andaluz presenta entre sus objetivos prioritarios importantes retos relacionados con la sostenibilidad, considerando las especiales características del territorio andaluz en términos de riqueza natural, social y cultural. Entre otros, son objetivos básicos de las infraestructuras y su sistema de transportes la disminución de los consumos energéticos y de las emisiones de gases contaminantes, así como su adaptación al territorio y al paisaje, garantizando la preservación y potenciación de los valores del medio a los efectos de adaptar la capacidad de crecimiento al equilibrio de los ecosistemas.

El proyecto de I+D+i de "*Barreras vegetales autónomas y sostenibles para la mitigación acústica y compensación del CO₂ en vías de transporte, con seguimiento telemático*" se integra plenamente en los objetivos de sostenibilidad ambiental y energética de las infraestructuras que promueve la Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía, relacionando dos componentes propias de la construcción y mantenimiento de las infraestructuras: las especies vegetales, y las pantallas acústicas y muros verdes.

De una parte, las especies vegetales que se utilizan en los procesos de restauración e integración de las infraestructuras desarrollan una triple componente: la paisajística, la ornamental y la funcional. Los procesos de revegetación de las superficies intervenidas o generadas por las infraestructuras tienen entre sus objetivos la recuperación de la cubierta vegetal preexistente; la integración de la infraestructura en el entorno; el control de la erosión superficial; la protección contra agentes atmosféricos; la complementación de las medidas de seguridad vial, como elementos de balizamiento, la protección

contra el deslumbramiento y de orientación óptica; la protección acústica y el efecto sumidero de gases contaminantes.

De otra parte, las barreras que se implantan para proteger el entorno de la contaminación acústica que generan las infraestructuras en su fase de explotación. La construcción de estas pantallas se viene realizando con materiales termoplásticos opacos o traslúcidos, hormigón o aluminio, entre otros, buscando soluciones combinadas que garanticen una mayor integración sin perder la funcionalidad de las mismas.

Las experiencias realizadas combinando ambos elementos, vegetación y pantallas, se encuentran con la dificultad de desarrollar la tecnología necesaria para la implantación de las especies vegetales sobre materiales inertes, además de disponer de los conocimientos sobre la vegetación específica del entorno. Para que un sistema combinado de pantallas y vegetación se adapte a las funciones de protección acústica, debe tener en cuenta los materiales que se utilizan en su construcción y su funcionalidad acústica, el consumo energético, los vertidos sobre el medio, y al mismo tiempo compaginar la utilización de especies vegetales autóctonas, con menores requerimientos de mantenimiento, garantizando la viabilidad en el entorno bioclimático.

La aplicación de muros verdes en los procesos constructivos permite establecer una clasificación de los sistemas utilizados en dos grandes grupos: fachadas vegetales y paredes vivas. Dentro de las fachadas vegetales, pueden realizarse la implantación de la vegetación con trepadoras, o bien con doble piel, con plantas trepadoras y jardineras perimetrales. Por su parte, el sistema de paredes vivas suele realizarse con geotextiles, o bien con paneles cultivados.

La propuesta del proyecto de I+D+i es ampliar el concepto de paneles cultivados al desarrollo de las pantallas acústicas, manteniendo su doble funcionalidad.

Las experiencias que desarrollado el equipo de investigación durante los últimos años en los sistemas de cubiertas extensivas aplicadas a la construcción de edificios con sustratos y sistemas de drenaje, han permitido obtener un nuevo sistema de cubierta ecológica a partir de materiales reciclados, incluyendo los drenajes, geotextiles y el sustrato de cultivo. Este sistema de muro vegetal permite, además de aumentar la eficiencia medioambiental, el uso de energías renovables y de vegetación autóctona. Se trata, por tanto, de desarrollar el modelo de vegetalización de superficies verticales mediante técnicas de cultivo hidropónico y xerojardinería con las siguientes premisas:

- El desarrollo de un sistema de pantallas que albergue vegetación.
- La selección de especies autóctonas adecuadas para los ecosistemas donde se ubiquen las pantallas.
- Cultivo hidropónico de los vegetales.
- Sustratos de cultivos procedentes de reciclado. Plásticos reciclados.
- Estudio de la distribución espacial mediante imágenes computerizadas y monitorizadas de los sistemas. Seguimiento telemático sensorizado.
- Control y seguimiento de la huella de carbono y de la fotosíntesis de las plantas utilizadas.
- Ingeniería del proceso: efectividad de las pantallas frente al ruido.
- Eficacia energética de las pantallas.
- Esfuerzos de tracción y deformación de las pantallas por el viento en su ubicación definitiva.

El objetivo final es el diseño y construcción de un prototipo comercial final que de cumplimiento a los objetivos propuestos.

3. Aspectos innovadores y justificación del proyecto

El proyecto además aporta novedades que deben considerarse como innovación:

- Como sumidero de CO₂. Las plantas son un sumidero natural de CO₂ por lo que se pueden utilizar para que cumplan una función limpiadora del aire, haciendo que la jardinería sea útil.
- Novedad en los materiales, con el uso de materiales reciclados que sustituyen a los materiales tradicionales no renovables o que pueden presentar problemas medioambientales (PVC, turba, lana de roca, grava natural, etc).
- Uso de plantas autóctonas propias del medio sobre el que se interviene en lugar de plantas alóctonas que incluso pueden resultar invasoras.
- Uso de sistemas de gestión del agua (riego por goteo, cálculos hidráulicos a partir de la evapotranspiración de jardín, captación de aguas de lluvia o usos de aguas grises para el riego).
- Incremento de la biodiversidad, fomentando la aparición de fauna beneficiosa, con lo que se reduce el uso de pesticidas, y se fomentan los corredores para la fauna.

Durante los últimos años, el Equipo de Investigación dirigido por el Dr. Miguel Urrestarazu Gavilán ha estado diseñando y ejecutando proyectos multidisciplinarios de arquitectura e ingeniería civil, cuyo grado de innovación reside en la aplicación de la tecnología de la hidroponía y de los cultivos sin suelo, en los novedosos sistemas orgánicos para la vegetación sostenible de superficies verticales (muros y cubiertas).

Los sistemas existentes presentan una problemática que han servido de base para aportar, por parte del equipo investigador, las soluciones técnicas necesarias para mitigar las desventajas:

- En los sistemas actuales, al regar desde arriba por gravedad se establece un gradiente de potencial hídrico en el muro vegetal de modo que la parte superior del muro se seca mientras que la parte inferior está saturada de agua. Para regar de modo que se cubran las necesidades de la plantas en las capas superiores, se suelen sobre-regar las plantas de las filas inferiores con lo cual existen problemas de pudriciones.
- Estos sistemas no recirculan el agua, por lo que se malgasta este recurso.
- Los sistemas de geotextil no retienen agua suficiente por lo que son muy sensibles a cortes de suministro eléctrico o hídrico, con el riesgo de desecación del muro.
- La distribución de especies responde a efectos estéticos. Muchas veces no se adecuan a las condiciones climáticas del lugar por lo que las marras de las especies implantadas son importantes y se encarece el mantenimiento.
- Al estar permanentemente mojados requieren que se impermeabilice la pared posterior.
- Contienen PVC, que actualmente se está eliminando de los sistemas constructivos sostenibles.
- Los sistemas constructivos no permiten separar las plantas según sus necesidades hídricas.
- No se utilizan energías limpias en la automatización del riego.

Como resultado de los proyectos relacionados con esta temática que hasta ahora se han desarrollado por parte del equipo de investigación, cabe destacar el desarrollo de una patente, solicitada por la Universidad de Almería, de referencia P20091772 y que lleva por título: “**Estructura tridimensionales de cubiertas vegetal sostenible**”, cuyos inventores son el Dr. Urrestarazu y la Dr^a. Burés, y que servirá de referencia para el prototipo a desarrollar en este proyecto de investigación.

El sistema se basa en cajas de polietileno reciclado resistente a la radiación UV de 600 mm de ancho por 400 mm de alto y 80 mm de espesor. Cada caja alberga 24 plantas, situadas a 100 mm de distancia entre ellas. No contienen ningún material de PVC por lo que son aptos para la construcción sostenible.

Estas cajas contienen un sustrato a base de fibra de coco y compost vegetal, procedente de reciclaje. Para determinar las medidas del contenedor se realizaron estudios previos sobre sus dimensiones óptimas en función de las curvas de retención de agua de diferentes sustratos, tanto en altura como en profundidad, y se concluyó que las dimensiones seleccionadas daban una reserva hídrica suficiente para eliminar riesgos de falta de agua.

Las cajas, herméticamente cerradas, tienen en su parte superior cuatro entradas de gotero y en su parte inferior dos salidas de drenaje, aparte de los agujeros donde se trasplantan las plántulas. Cada caja puede regarse individualmente o mediante un circuito que conecte todas las cajas desde una red general de riego y a una salida general de drenaje. Esta posibilidad permite poner plantas de elevadas necesidades hídricas al lado de especies de escaso consumo de agua, aumentando las posibilidades en el diseño de los muros vegetales. La salida de la tubería de drenaje se incorpora a su vez al tanque de riego tras un sistema de filtrado con lo cual se recupera toda el agua sobrante. Al ser estancas las cajas, no se pierde agua por la parte interior de la cubierta vegetal, con lo que no es necesario impermeabilizar la pared. Del mismo modo al tener una cobertura del 100 por 100 no hace falta revocar la pared puesto que la estructura se puede anclar directamente, abaratando el coste de la intervención.

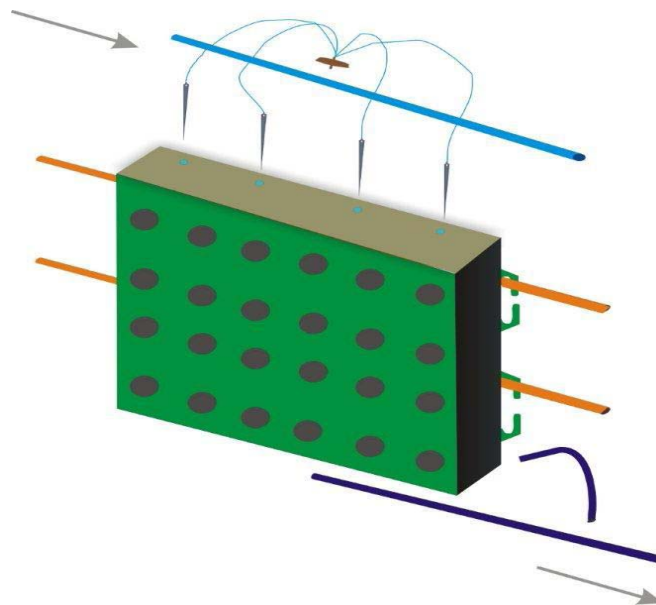


Figura 1 Caja de polietileno con anclajes y sistema de riego

Cada caja tiene 4 ganchos de polietileno reciclado en su base que se ajustan a la estructura de soporte. La estructura de soporte consiste en tubos de acero inoxidable de 30 mm de grosor sobre los que se cuelgan las cajas ajustando los ganchos de modo que no pueden extraerse perpendicularmente a la pared, lo que evita actos vandálicos de robo de cajas.

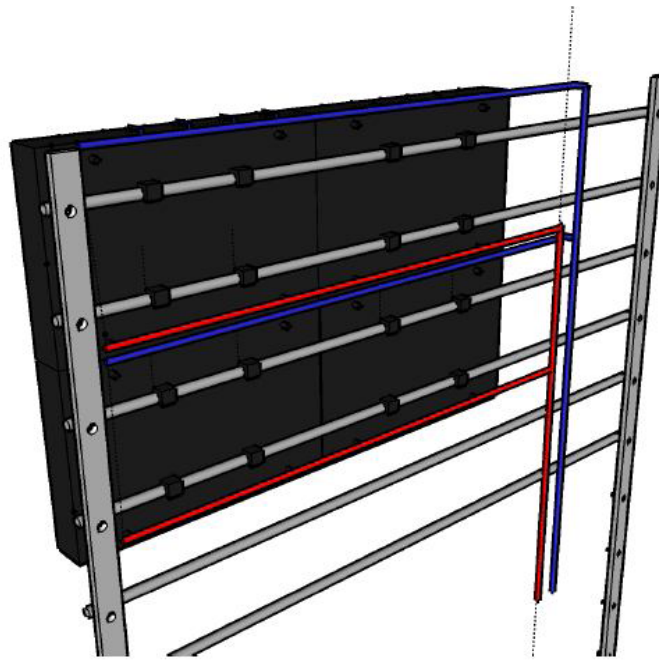


Figura 2 Estructura de soporte del muro vegetal y tubos de riego

El sistema de riego responde a las técnicas de fertirriego, en el cual mediante goteros autocompensantes se distribuye la solución nutritiva a las cajas, de modo que mediante el ajuste de la solución nutritiva se puede controlar el crecimiento vegetal, disminuyendo de esta manera las necesidades de agua de riego. Para el control de la vegetación se utilizan técnicas de Xerojardinería, que permiten la gestión del mantenimiento optimizando el consumo de agua, así como técnicas de mejora de la eficiencia de la fertirrigación.

La distribución de especies vegetales se realiza mediante simulaciones de paisajes naturales, y se prima la utilización de especies autóctonas, exceptuando ubicaciones en interiores de edificios. Esta simulación se establece a través de modelos matemáticos que permiten reproducir la distribución espacial de las plantas en bosques naturales y extrapolar estas distribuciones para conseguir los diseños que se adapten a las condiciones ecofisiológicas concretas que imperan en el lugar de ubicación del muro. De esta manera se evitan desfases en la adaptación de las especies a las ubicaciones propias de la geografía mediterránea.

También se ha estudiado en las instalaciones de la Universidad de Almería las aplicaciones de energía solar en la alimentación de los sistemas de bombeo del agua de riego. Esta posibilidad de incorporar placas solares integradas en la estructura del muro permite el funcionamiento autónomo del sistema. Así mismo, existe la posibilidad de controlar la programación de riego a través de un sistema WI-FI. Todo ello contribuye a una mejora en la gestión del mantenimiento de la instalación.

Adicionalmente y considerando que las zonas vegetadas tienden a absorber las ondas de sonido por la propia naturaleza del sustrato y la vegetación, y las superficies duras, como las carreteras, tienden a reflejar las ondas de sonido, se han realizado diferentes estudios sobre mediciones acústicas para la utilización del muro vegetal como barrera acústica. Otra característica de las zonas vegetadas es su condición como aislante térmico, para lo que se están realizando varios trabajos de investigación según las características del material.

