



Incorporación de técnicas de bioingeniería y paisajismo en las centrales hidroeléctricas Belesar II y Los Peares II en el Río Miño (Galicia)

Autor: Margarita García Pajares

Institución: Grupo Gas Natural - Unión Fenosa

Otros autores: Víctor Mendiola Fernández (Grupo Gas Natural - Unión Fenosa)

1. Resumen

Gas Natural Fenosa ha diseñado y construido dos nuevas Centrales a pie de presa en los embalses existentes de Belesar y Los Peares, ambos en la ribera del río Miño (Galicia), en una zona con relevante calidad paisajística y ambiental, como es la Ribera Sacra.

Las nuevas Centrales Hidroeléctricas disponen de dos turbinas tipo Francis de eje vertical. La CH Belesar II cuenta con dos grupos de 10,4 MW de potencia y 10 m³/s de caudal de diseño, mientras que Peares II tiene dos grupos de 9,1 MW de potencia y 11,5 m³/s de caudal de diseño.

Estas Centrales a pie de presa se diseñan y construyen con un doble objetivo. Por un lado introducir una mayor presencia de energía propia, renovable y baja en carbono en el sistema energético español, y por otro, recuperar el hábitat acuático de los tramos fluviales a pie de presa que originalmente disponían de menor caudal hasta la descarga de las centrales existentes.

Esta última situación hacía aún más necesaria una restauración y adecuación ambiental destacada para que una vez finalizadas las obras, los márgenes del río tuvieran unas condiciones ambientales y paisajísticas adecuadas.

Con esta premisa se incorporan a los dos proyectos, sendos planes de restauración ambiental de los márgenes del río con técnicas de bioingeniería y paisaje que tras su exitosa ejecución, se han convertido en la cara visible de las Centrales y en imagen destacada de la sostenibilidad en los proyectos de Gas Natural Fenosa.

Palabras clave: Restauración ambiental; bioingeniería; proyectos hidroeléctricos; energías renovables

2. Introducción

Atendiendo a su política ambiental, Gas Natural Fenosa incorpora el factor de la sostenibilidad a sus proyectos y actividades, de forma que la protección y respeto al medio ambiente se ha convertido en un pilar fundamental en sus criterios de diseño y actuación.

Las nuevas Centrales Hidroeléctricas Belesar II y Peares II se construyen en la Ribera Sacra (Galicia), siendo esta una zona de especial calidad paisajística y ambiental debido a sus excepcionales condiciones naturales y su extraordinaria e inusual belleza. Se trata de un territorio compuesto por numerosas gargantas y desfiladeros de fuerte verticalidad que conforman un paisaje único. Por ello, tras la finalización de las obras de construcción de las nuevas centrales, Gas Natural Fenosa propone una restauración ambiental específica mediante trabajos de integración paisajística y novedosas técnicas de bioingeniería.

La Bioingeniería, tal y como recoge la Asociación Española de Bioingeniería, es *“una disciplina constructiva que persigue objetivos técnicos, ecológicos, estéticos y económicos, utilizando sobre todo materiales vivos como semillas, plantas, partes de plantas y comunidades vegetales. Estos objetivos se consiguen aprovechando los múltiples rendimientos de las plantas y utilizando técnicas constructivas de bajo impacto ambiental”*.

La finalidad estética es muy relevante debido a que el paisaje *“desempeña un papel importante de interés general en los campos cultural, ecológico, medioambiental y social, y constituye un recurso favorable para la actividad económica y su protección, gestión y ordenación pueden contribuir a la creación de empleo”* (Convenio Europeo del Paisaje, 2000).

3. Descripción de las instalaciones

3.1 Los aprovechamientos hidráulicos de Belesar y Los Peares

Durante la segunda mitad del siglo XX, la zona noroeste de España destacó por su abundante recurso hidráulico y la morfología del terreno. Fuerzas Eléctricas de Noroeste S.A. (FENOSA) construye entonces las presas y centrales de Belesar (1963) y Los Peares (1955), ambas en el río Miño.

Durante su construcción, la presa de **Belesar**, fue un referente de la ingeniería en Europa. Es una presa bóveda con dos estribos de gravedad. Los datos principales del embalse y la Central son:

Embalse Belesar		Central Belesar	
Capacidad de embalse (NMN)	654 hm ³	Número Grupos	3
Superficie	2.000 ha	Caudal equipo por grupo	67 m ³ /s
Aportación media anual	100 m ³ /s	Potencia instalada en central	225 MW

Tabla 1. Datos principales del embalse y Central de Belesar

Inmediatamente aguas abajo del embalse de Belesar, en el mismo río Miño, se encuentra la presa y embalse de **Los Peares**. Ésta es de tipo gravedad con planta curva. Los datos principales del embalse y la Central de Los Peares son:

Embalse Los Peares		Central Los Peares	
Capacidad de embalse (NMN)	182 Hm ³	Número Grupos	3
Superficie	535 ha	Caudal equipo por grupo	67 m ³ /s
Aportación media anual	100 m ³ /s	Potencia instalada en central	160 MW

Tabla 2. Datos principales del embalse y Central de Los Peares



Figura 1. Presa de Belesar



Figura 2. Presa de Los Peares

3.2 Las Centrales Belesar II y Los Peares II

Con el objetivo de optimizar las instalaciones existentes, así como de fomentar la sostenibilidad de estos aprovechamientos, se proyectan las nuevas Centrales a pie de presa en Belesar y Los Peares, que estarían manteniendo un caudal base en el río Miño afectado por las presas.

Las Centrales Hidroeléctricas **Belesar II y Los Peares II** permitirían los flujos de agua desde el pie de la presas, proporcionando la recuperación ambiental del cauce del río.

Además, con el fin de minimizar el impacto ambiental de las nuevas construcciones, se aprovecharían muchas de las instalaciones existentes en ambos emplazamientos.

CH Belesar II	
Número Grupos	2 Francis
Caudal equipo por grupo	10 m ³ /s
Salto neto máximo	121 m
Potencia instalada por grupo	10,4 MW

CH Los Peares II	
Número Grupos	2 Francis
Caudal equipo por grupo	11,5 m ³ /s
Salto neto máximo	83 m
Potencia instalada por grupo	9,1 MW

Tablas 3 y 4. Datos principales de la CH Belesar II y de la CH Peares II

4. Medidas de integración con técnicas de bioingeniería

4.1 CH Belesar II

Los objetivos de la recuperación ambiental del tramo de cauce afectado por las obras de la Central Hidroeléctrica de Belesar II están encaminados a la:

- Recuperación de la continuidad longitudinal del sistema fluvial, así como la morfología considerada natural o establecida como de referencia, lo cual contribuye a la conservación y gestión sostenible del Dominio Público Hidráulico.
- Protección de las márgenes del cauce mediante escolleras cuando fuese necesario.

- Recuperar la estructura de la vegetación de taludes afectados mediante la implantación de especies de la zona, de acuerdo a la región biogeográfica del emplazamiento (sauces y alisos).

La zona de actuación se ubica aguas abajo de la presa de Belesar, a unos 350 m del pie de presa, y se circunscribe a un tramo concreto de la margen derecha de unos 130 m de longitud. Considerando los caudales circulantes y la especial ubicación de este tramo (sometido a los efectos del aliviadero izquierdo de la presa de Belesar y a grandes caudales circulantes en momentos de avenida), se pretende recuperar y restaurar el tramo de orilla afectado. Se muestra a continuación una imagen de la situación de la zona de restauración:



Figura 3. Localización en imagen aérea de la zona de restauración ambiental

Se ha optado por la aplicación de técnicas de bioingeniería para el sostenimiento de los taludes y formación de plantaciones en el área afectada. Todas las semillas y plantas empleadas proceden de viveros o establecimientos registrados.

La siguiente imagen esquematiza el alcance de la actuación, en relación a la retirada de rellenos y zona de restaurar. Se observa también el camino de acceso definitivo a CH Belesar II:



Figura 4. Esquema de zonas

De esta manera, las actuaciones de **mejora ambiental** realizadas se resumen en:

- ✓ **Escollera cementada:** realizada en el tramo de la margen derecha aguas arriba, como protección del talud frente a aperturas del aliviadero y avenidas.
- ✓ **Escollera estaquillada:** realizada en el tramo de margen derecha aguas abajo, en el talud inferior y superior al camino de acceso al cauce. Debido a su capacidad de rebrote y la abundante presencia en la zona, se ha optado por la colocación de estaquillas de *Salix atrocinerea*. Se han colocado en los huecos de la escollera durante el mes de octubre, límite de parada vegetativa y se ha concentrado la mayor densidad de especies en la cota del caudal mínimo de diseño.
- ✓ **Aporte de tierra vegetal** en escolleras estaquilladas y superficie de revegetación.
- ✓ **Hidrosiembra**, colocación de **manta orgánica y biorrollos**.
- ✓ **Plantaciones:** se ha realizado una serie de plantaciones de arbustos y árboles en la cabecera de la escollera estaquillada (berma existente) para reforzar la misma. Las aperturas del hoyo para introducir la planta han contado con dimensiones suficientes para garantizar el establecimiento de la planta (60x60x60 en el caso del arbolado y 30x30x30 en el caso de los arbustos).
- ✓ **Rampa de acceso al cauce:** como prolongación de la berma intermedia de la cabecera de la escollera estaquillada antes.

En la configuración de las escolleras se ha reutilizado el material sobrante de excavaciones de la obra.

Para la elección de especies arbóreas o arbustivas, se han utilizado los criterios que a continuación se resumen:

1. Carácter autóctono y presencia en la zona.
2. Rusticidad, o bajos requerimientos en cuanto a suelos, agua y sombra.
3. Tamaño adecuado para el mayor éxito en la implantación.
4. Que no requieran cuidados especiales, para que no resulte gravosa su conservación.

En cuanto a las especies de hidrosiembra, las gramíneas se comportan dentro del ecosistema como especies pioneras o colonizadoras, principalmente en hábitat de especial dificultad. Por otro lado las leguminosas son las más apropiadas para el mantenimiento y regeneración de las propiedades del suelo. Las semillas de especies arbustivas se añaden a la mezcla con el fin de que a medida que se desarrollen contribuyan a dar un mayor poder tapizante.

Especies arbóreas	Especies arbustivas	Especies herbáceas
Sauce (<i>Salix atrocinerea</i>) Aliso (<i>Alnus glutinosa</i>) Fresno (<i>Fraxinus angustifolia</i>)	Tojo (<i>Ulex europaeus</i>) Brezo (<i>Erica arborea</i>) Piorno (<i>Cytisus scoparius</i>)	<i>Lolium perenne</i> <i>Agrostis curtissi</i> <i>Dactylis glomerata</i> <i>Festuca rubra</i> <i>Trifolium pratense</i> <i>Trifolium repens</i>

Tabla 5. Especies utilizadas en la restauración

Cabe destacar que el empleo de técnicas de bioingeniería para la estabilización de taludes tiene una serie de ventajas respecto a las técnicas convencionales, como son:

- No se ven afectadas por procesos de degradación, sino que producen un efecto de estabilización creciente, debido a su capacidad autorregenerativa.
- Protegen elásticamente el cauce, absorbiendo acciones agresivas.
- Son biológica y ecológicamente activas, y con el paso del tiempo los elementos biodegradables se incorporan al suelo como un componente orgánico más.
- Mejoran la valoración estética del paisaje.

4.1.1 Reportaje fotográfico

A continuación se muestran fotografías de la evolución de las obras de restauración ambiental, desde el inicio hasta el fin de la actuación en obra:

FOTOGRAFÍAS ESTADO INICIAL



Figura 5. Fotografías del estado inicial (anteriores a Junio 2013)

FOTOGRAFÍAS EJECUCIÓN DE ESCOLLERAS



Inicio de configuración de berma intermedia.



Vista aguas abajo de la berma intermedia.



Imagen desde camino definitivo de acceso de la berma intermedia.



Detalle de roca madre que sirve de base de la escollera cementada.



Inicio de base de escollera en el pie del talud superior de la berma intermedia.



Vista de las escolleras inferior y superior a la berma intermedia que irán estaquilladas.



Trabajos de configuración del material rocoso para escollera estaquillada.



Vista de la berma intermedia desde el cauce.



Imagen de la escollera cementada y la no cementada.

Figura 6. Fotografías de construcción de escolleras (Junio-Julio 2013).

FOTOGRAFÍAS DE LA EJECUCIÓN DE LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL



Disposición de tierra vegetal en escolleras y superficie a revegetar.



Vista desde el final de la rampa de acceso al cauce de la escollera estaquillada del talud superior. Disposición de tierra vegetal.



Colocación de manta orgánica.



Otra vista de la maniobra de colocación de manta orgánica.



Vista de las mantas de coco desde el camino superior.



Realización de medida de calidad del agua durante los trabajos de restauración.



Detalle de las mantas y biorrollos dispuestos a ambos lados de la rampa de acceso al cauce.



Detalle del inicio de crecimiento de especies sobre manta orgánica.



Vista desde coronación de presa de la zona de restauración.

Figura 7. Fotografías de labores de restauración ambiental (Agosto-Septiembre 2013)



Realización de hoyos para plantación de especies arbóreas.



Especies arbóreas plantadas.



Otra vista de la plantación de especies arbóreas.



Otra vista de la plantación de especies arbóreas.



Imagen del avance en el crecimiento de las especies.



Detalle formación arbustiva (*Erica arborea*; *Cytisus scoparius*)



Imagen del avance en el crecimiento de las especies.



Vista de rampa de acceso y zona restaurada.



Detalle de estaquillas en escollera del talud superior a la rampa de acceso al cauce.

Figura 8. Fotografías de labores de restauración ambiental (Octubre 2013)

FOTOGRAFÍAS DEL ESTADO FINAL



Vista desde camino definitivo de acceso a la central.



Imagen del avance en el crecimiento de especies.



Detalle del brote en estaquillas.



Escollera cementada y zona de crecimiento de vegetación.



Imagen del avance en el crecimiento de las especies.



Vista de rampa de acceso y zona restaurada.



Imagen del avance en el crecimiento de las especies.



Detalle del brote en estaquillas.



Vista desde coronación de presa de la zona de restauración.

Figura 9. Fotografías del estado final (Noviembre 2013)

4.2 CH Peares II

Los objetivos de la recuperación ambiental del tramo de cauce afectado por las obras de la Central Hidroeléctrica Peares II están encaminados a:

- Recuperación de la continuidad longitudinal del sistema fluvial, así como la morfología considerada natural o establecida como de referencia, lo cual contribuye a la conservación y gestión sostenible del Dominio Público Hidráulico.
- Protección de las márgenes del cauce mediante escolleras, cuando fuese necesario.
- Recuperar la estructura de la vegetación de taludes afectados mediante la implantación de especies de la zona, de acuerdo a la región biogeográfica del emplazamiento (sauces y alisos).
- Eliminación de la vegetación alóctona o invasora.

La principal premisa a la hora de ejecutar los trabajos fue adaptarse a las condiciones naturales del terreno existente en ambas márgenes, prescindiendo de aquellas zonas de los taludes que por sí mismas disponen de la suficiente estabilidad como para modificarla y posiblemente perturbarla con actuaciones adicionales como retirada de especies vegetales y piedras que de por sí configuran el terreno y le proporcionan una estabilidad.

La zona de actuación se ubica aguas abajo de la presa de Peares, y comprende aquellas zonas de ambas márgenes que han resultado alteradas por la construcción de la nueva central. En concreto se actúa en el margen derecho en una longitud de 100 m (desde el estribo derecho de la presa, donde se ubica la nueva central e incluyendo su nueva restitución) y en la margen izquierda en una longitud de 120 m a partir del estribo izquierdo de la presa, incluyendo los taludes de los caminos de acceso.

Se muestra a continuación una imagen de la situación de la zona de restauración:

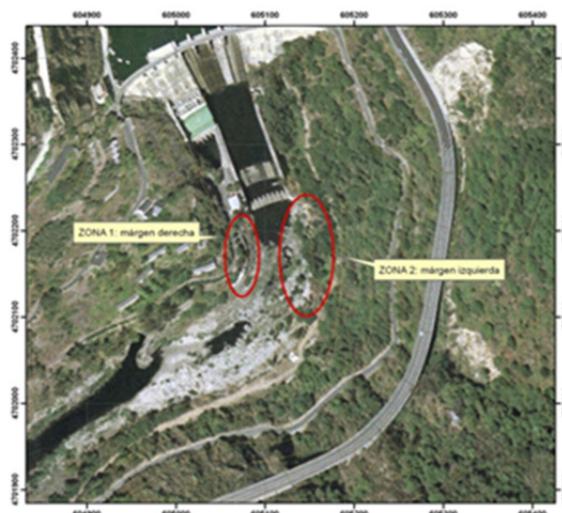


Figura 10. Situación actual

Al igual que en el caso de Belesar, las semillas y plantas proceden de viveros o establecimientos registrados. En este caso también se emplean técnicas de bioingeniería para el sostenimiento de los taludes y formación de plantaciones en el área afectada.

La siguiente imagen esquematiza el alcance de la actuación, en relación a la retirada de rellenos y zona de restaurar. Se observa también el camino de acceso definitivo a CH Peares II:



Figura 11. Esquema de zonas en ambas márgenes



Figura 12. Zonificación de áreas de restauración en margen izquierda



Figura 13. Zonificación de áreas de restauración en margen derecha

Las actuaciones de **mejora ambiental** realizadas se resumen en:

1. Margen derecha:

- ✓ **Retirada del material de relleno** aportado para configuración del camino auxiliar de acceso a zona de canal de descarga. Este material sobrante se traslada a la antigua cantera de Peares.
- ✓ **Escollera:** se conforma una escollera con el material presente en el talud, con caballón y aportando tierra vegetal para realizar plantaciones.
- ✓ **Colocación de biorrollos:** formando banquetas que faciliten el manejo de escorrentías y proporcionando estabilidad el talud.
- ✓ **Plantaciones:** se realiza una serie de plantaciones de arbustos y árboles en la berma de la escollera.

2. Margen izquierda:

- ✓ **Retirada de los materiales de aporte sobrantes** y restitución del lecho y orillas a su morfología original.
- ✓ **Eliminación de la vegetación alóctona** y de la vegetación que ha colonizado el lecho del cauce.
- ✓ **Saneamiento de la vegetación autóctona** en la zona de actuación, eliminando pies muertos o enfermos y practicando podas sanitarias y de formación. Esto se ha realizado tanto en el lecho del cauce dentro de la zona de restauración, como en los taludes de margen izquierda previstos para revegetar. De esta forma se facilita la correcta adaptación del soporte orgánico.
- ✓ **Ejecución de escollera** en el pie de los taludes desde el lecho del río hasta la cota de funcionamiento de la central.
- ✓ **Aporte de tierra vegetal** en la cabecera de las escolleras.
- ✓ **Hidrosiembra** de superficie de taludes, colocación de manta orgánica y biorrollos en la base de los taludes.
- ✓ **Plantaciones** en la cabecera de los taludes.

En la configuración de las escolleras se ha reutilizado el material sobrante de excavaciones de la obra. Cabe destacar que en la colocación de la manta orgánica se ha tenido en cuenta la adaptabilidad al máximo con el contorno de la superficie, con el objetivo de proteger la hidrosiembra y favorecer la germinación.

Para la elección de especies arbóreas o arbustivas, se han utilizado los mismos criterios que en la restauración de Belesar.

Especies arbóreas	Especies arbustivas	Especies herbáceas
Sauce (<i>Salix atrocinerea</i>) Aliso (<i>Alnus glutinosa</i>) Fresno (<i>Fraxinus angustifolia</i>)	Tojo (<i>Ulex europaeus</i>) Brezo (<i>Erica</i> arbórea) Piorno (<i>Cytisus scoparius</i>)	<i>Lolium perenne</i> <i>Agrostis curtissi</i> <i>Dactylis glomerata</i> <i>Festuca rubra</i> <i>Trifolium pratense</i> <i>Trifolium repens</i>

Tabla 6. Especies utilizadas en la restauración

En este caso también se ha llevado a cabo la eliminación de vegetación alóctona. En esta actividad se ha cuidado generar el mínimo impacto ambiental, evitando crear nuevos focos de dispersión de la planta invasora y gestionando adecuadamente las plantas retiradas. Las especies alóctonas detectadas en la zona de actuación fueron:

- *Acacia dealbata* (mimosa)
- *Robinia pseudoacacia* (robinia)
- *Eucalyptus globulus* (eucalipto)
- *Phytolacca americana* (hierba carmín, tintoreira o uva americana)

4.2.1 Reportaje fotográfico

A continuación se muestran fotografías de la evolución de las obras de restauración ambiental, desde el inicio hasta el fin de la actuación en obra:

FOTOGRAFÍAS ESTADO INICIAL



Figura 14. Fotografías margen izquierda y derecha del estado inicial (Junio 2013)

FOTOGRAFÍAS DE LA EJECUCIÓN DE ESCOLLERAS



Inicio de trabajos en margen derecha para conformar escollera.



Vista desde margen izquierda del movimiento de maquinaria en margen derecha.



Retirada de relleno en margen derecha.



Retirada de relleno en margen derecha.



Maquinaria moviendo los bolos para escollera.



Trabajos de retirada de relleno en margen derecha.



Evolución de la escollera y conformación del tacón de la misma.



Preparación de superficie de plantación.



Remates en escollera y superficie de plantación.

Figura 15. Fotografías de construcción de escolleras margen derecha (Septiembre-Octubre 2013)



Inicio de trabajos en margen izquierda para conformar escollera.



Vista desde margen derecha del movimiento de maquinaria en margen izquierda.



Maquinaria conformando escollera.



Maquinaria conformando escollera.



Maquinaria moviendo los bolos para escollera.



Maquinaria conformando escollera.



Evolución de la escollera y conformación del tacón de la misma.



Trabajos de conformación de esquina de escollera.



Remates en escollera y bermas intermedias.

Figura 16. Fotografías de construcción de escolleras margen izquierda (Septiembre-Octubre 2013)

FOTOGRAFÍAS DE LA EJECUCIÓN DE LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL



Tras el desbroce se realiza la hidrosiembra en talud.



Colocación de manta orgánica en talud de margen izquierda.



Detalle de biorrollo en la base del talud.



Cabeceras de las escolleras con tierra orgánica.



Manta orgánica y biorrollos definiendo bermas intermedias.



Vista frontal de la margen izquierda.



Desbroce de ejemplares muertos en el cauce.



Detalle de biorrollos en cabecera de escollera de margen derecha.



Vista de la escollera y berma de margen derecha.

Figura 17. Fotografías de labores de restauración ambiental (Septiembre-Octubre 2013)



Figura 18. Fotografías de labores de restauración ambiental (Octubre 2013)

FOTOGRAFÍAS DEL ESTADO FINAL



Detalle del crecimiento de hidrosiembra sobre talud de margen izquierda.



Crecimiento de vegetación por debajo de manta orgánica.



Plantaciones en berma intermedia.



Zona de crecimiento de vegetación en talud de margen izquierda.



Imagen del avance en el crecimiento de las especies.



Vista frontal de la margen izquierda restaurada.



Estado actual de la plantación de la berma de la margen derecha.



Escollera derecha y berma plantada.



Vista de la berma de la margen derecha con las plantaciones y disposición de biorrollos.

Figura 19. Fotografías del estado final (Noviembre 2013)

5. Trabajos de integración paisajística

5.1 CH Belesar II

En la CH Belesar II se llevaron a cabo trabajos en el entorno exterior del edificio de la Central para la integración paisajística del mismo. Así, pueden diferenciarse dos tipos de actuaciones:

1. Hidrosiembra con soporte

Se ha realizado una revegetación con la técnica de la hidrosiembra con soporte y se ha colocado un bastidor metálico sobre algunas de las paredes para conseguir la continuidad de la ladera.

Para esta hidrosiembra, ha sido preciso implantar un estrato fértil que permita el desarrollo del sistema radicular de las plantas. Este estrato se ha ejecutado un tratamiento combinado de estabilización superficial y revegetado, consistente en el revestimiento con dos mallas volumétricas superpuestas que actúan como elemento estructurador del sustrato sobre el muro, y de una malla triple torsión, que actúa como sistema de contención mecánica para la capa de suelo. Posteriormente a la instalación del revestimiento se procedió a la proyección del sustrato, para después realizar una hidrosiembra con especies vegetales adaptadas a la zona de actuación.

En el caso del bastidor metálico, se ha colocado un geotextil de separación entre la estructura metálica y las mallas tridimensionales. Con este sistema se consigue, además de revegetar, mantener una continuidad en el talud, pudiendo delimitar los bordes del tratamiento de manera irregular, asegurando así una mayor integración del sistema.

La mezcla de las semillas empleadas en la proyección del sustrato sobre el talud ha sido la siguiente:

- *Lolium westerwoldicum*
- *Agropyrum cristatum*
- *Festuca rubra*
- *Festuca arundinacea*
- *Trifolium repens*
- *Clematis vitalba*
- *Lonicera periclymenun*
- *Medicago lupulina*

2. Proyecto arquitectónico con jardín en cubierta

La cubierta situada por encima de la bóveda de la central, al pie de uno de los taludes hidrosembrados y del bastidor metálico, ha sido impermeabilizada con una manta retenedora y un geotextil, y posteriormente plantada con especies autóctonas. El objetivo del ajardinamiento de la cubierta no es otro que proporcionar continuidad a los taludes revegetados.

La tipología de las especies empleadas en la plantación de la cubierta ha sido la siguiente:

- *Phyllera latifolia*
- *Cytissus scoparius*
- *Achillea melifolium*
- *Hedera helix*
- *Digitalis purpurea*
- *Lavandula stoechas pedunculata*

Con esta actuación se desarrolla un proyecto arquitectónico que ha buscado la mejor integración del nuevo edificio en su entorno natural, promoviendo materiales (acero corten, etc.) y formas que armonicen con el sitio.

5.1.1 Reportaje fotográfico

FOTOGRAFÍAS DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA



Vista frontal de la fachada de la central. Colocación planchas de acero corten y mallas volumétricas.



Detalle del frente que se está cubriendo con malla para proyectar sustrato con hidrosiembra.



Instalación de malla triple torsión sobre mallas volumétricas.



Instalación de malla triple torsión.



Vista de la parte exterior de la central y cobertura con malla volumétrica.



Parte exterior de la central y cobertura con malla volumétrica.



Montaje del bastidor metálico sobre el talud frontal.



Camión que ejecuta la mezcla de sustrato y tratamiento de hidrosiembra.



Realización mezcla de sustrato, estabilizantes, etc. para proyectar.

Figura 20. Trabajos de integración paisajística (septiembre de 2013)



Figura 21. *Trabajos de integración paisajística (Octubre 2013).*



Figura 22. Trabajos de integración paisajística (Noviembre 2013)



Figura 23. Situación final tras la integración paisajística

6. Conclusiones

Tras la finalización del proyecto de restauración y mejora ambiental de las zonas afectadas por las obras de construcción de las nuevas Centrales Hidroeléctricas Belesar II y Los Peares II, se realizan una serie de visitas periódicas de seguimiento y evaluación. Los informes derivados de estas visitas confirman el **alto grado de eficacia** de los trabajos realizados, tanto de las técnicas de Bioingeniería empleadas como de la integración paisajística realizada en la CH Belesar II.

En el caso de los trabajos con técnicas de Bioingeniería, en ambas centrales se ha observado el alto porcentaje de germinación de las semillas sembradas así como de los ejemplares arbóreos plantados y la adecuada colocación de la manta de coco y biorrollos.

Así pues, se ha determinado que los trabajos realizados han resultado adecuados por los siguientes motivos:

- ✓ Integración de especies autóctonas propias de la zona geográfica en la que se ubica el proyecto, en una zona ya anteriormente afectada por la construcción de las presas de Belesar y Los Peares.
- ✓ Mejora de la continuidad del lecho fluvial y su conectividad con la ribera.
- ✓ Mejora de la composición y estructura de la vegetación de ribera en las correspondientes márgenes.
- ✓ Mayor estabilidad y seguridad en los taludes revegetados.
- ✓ Estabilidad en la base del camino de acceso.

En el caso de la integración paisajística de la Central Belesar II, se ha observado también la germinación de las semillas, por lo que se considera satisfactoria la eficacia del tratamiento. Cabría destacar la elevada influencia de la climatología en este tipo de actuaciones.

Reforzando estas actuaciones, en la Central Belesar II se escogieron materiales para la fachada, como el acero corten y hormigón, que permitían la integración con el entorno al simular colores tierra y de la roca granítica, a la vez que seguían un estilo similar al de una bodega cercana.

Con todo lo anterior se concluye que el empleo de las técnicas de Bioingeniería e integración paisajística realizados han alcanzado de manera exitosa los objetivos de restauración ambiental establecidos inicialmente.

Estas actuaciones una vez finalizadas aportan valor a los emplazamientos, introduciendo los conceptos paisaje y biodiversidad como componentes principales de los proyectos CH Belesar II y CH Los Peares II de Gas Natural Fenosa.

7. Referencias

- Asociación Española de Bioingeniería: www.aeip.org.es
- Convenio Europeo del Paisaje, (Florenca, 2000).