

La restauración ecológica de los Ojos de Monreal del Campo (Teruel)

R. Sorando*
F.A. Comín*
S. Moreno*

RESUMEN. El humedal Ojos de “Monreal del Campo”, constituye el nacimiento natural del río Jiloca. Desde el punto de vista ambiental, un humedal de estas características tiene un alto valor ecológico por ser un enclave de elevada diversidad de hábitats en un entorno dominado por grandes extensiones cerealista de clima semiárido. En los últimos años se están manifestando una serie de alteraciones en este enclave motivados por avenidas de agua y sedimento y por presión antrópica. Ante esta situación, el Ayuntamiento de Monreal propuso, al Ministerio de Medioambiente, un proyecto que pretendía disminuir los impactos comentados y restaurar, en la medida de lo posible, la naturalidad de este humedal, que es el de mayor extensión y representatividad, entre los de su tipo, en la comarca. El presente trabajo explica las actuaciones realizadas dentro del proyecto “Restauración Ecológica de los Ojos de Monreal del Campo”, llevado a cabo durante el periodo comprendido entre mayo de 2.005 y diciembre de 2006.

ABSTRACT. The wetland “Eyes of Monreal del Campo”, are the natural source of the river Jiloca. From the environmental point of view, a wetland with these characteristics has a high ecological value for being a site with high diversity of habitats in surroundings dominated by great semi-arid climate fields culture. In the last years a series of alterations in this enclave is being pronounced motivated by floods of water and sediment and antrópico pressure. Before this situation, the council of Monreal proposed, to the Ministry Environment, a project that it tried to diminish the commented impacts and to restore, as far as possible, the naturalness of this wetland, that is the one of greater extension and representativeness, between those of its type, in the region. The present work explains the performances made within the project “Ecological Restoration of the Eyes of Monreal del Campo”, carried out during the period between May of 2,005 and December of 2006.

Introducción

La restauración ecológica es el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido. La restauración ecológica es una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su integridad y sostenibilidad. Con frecuencia, el ecosistema que requiere restauración se ha degradado, dañado, transformado o totalmente destruido como resultado directo o indirecto de las actividades del hombre. En algunos casos, los impactos en los ecosistemas fueron causados o empeorados por causas naturales, tales como incendios, inundaciones, tormentas o erupciones volcánicas, hasta tal grado que el ecosistema no se puede restablecer por su cuenta al estado anterior a la alteración o a su trayectoria histórica de desarrollo. Así, la restauración ecológica ayuda al proceso de restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido y el propio ecosistema, una vez iniciada la trayectoria de restauración, se auto-organiza aprovechando los flujos de energía y los ciclos de materia naturales (Van Andel & Aronson 2006).

Los dos retos más importantes de un proyecto de restauración son: que se alcance un grado de recuperación de la estructura y de las funciones del ecosistema aceptable y que así sea comprendido por la población humana beneficiaria de su ejecución. El primero es relativamente fácil de conseguir o comprobar porque hay parámetros objetivos para medirlo. El segundo trata de apreciaciones subjetivas y es, por tanto, más difícil de evaluar (Comín et al. 2005). Esto último es más cierto en contextos socio-culturales como el nuestro en los que se aprecia más la productividad inmediata y monetaria que el largo plazo y el valor del bienestar ambiental.

La restauración de humedales ha sido pionera y modélica para otros tipos de ecosistemas. Debe integrar las posibilidades de actuación sobre una o múltiples variables y los riesgos de desencadenar procesos que afecten negativamente al mismo ecosistema objeto de la restauración o a otros conexos. La rehabilitación de los flujos hidrológicos es fundamental, pero debe integrar el control de los procesos bio-geoquímicos y de las poblaciones biológicas para no crear hábitats no adecuados al tipo de ecosistema o subproductos que causen impactos negativos (Mitsch & Gosselink 2000).

La restauración ecológica de los Ojos de Monreal es un caso con estas características ya que engloba todos estos aspectos y otros sociales y económicos. En este artículo se presentan las peculiaridades del proyecto desde la definición de objetivos y el proceso seguido hasta las acciones realizadas y resultados destacados obtenidos.

Area de estudio, antecedentes y objetivo

“Los Ojos de Monreal” es un humedal de descarga de aguas subterráneas situado 3 km al sur del pueblo de Monreal del Campo (Teruel, X 639144; Y 4514328) contiguo al río Jiloca. De hecho constituye el nacimiento natural de este río y ambos humedal y río forman un conjunto de funcionamiento único e inseparable. Gran parte del humedal está en zona del dominio o de servidumbre público hidráulico y, por el tipo de hábitat que es también sometido a regulaciones de conservación del medio natural. Es muy importante desde todos los puntos de vista (económico, social, ambiental, cultural, recreativo), y forma parte del conjunto de humedales de este tipo distribuidos por la comarca a lo largo del río Jiloca (Ojos de Caminreal y Ojos de Fuentes Claras).

La hipótesis que se baraja del estado original del humedal es de una superficie de aguas libres de tamaño similar a todo el conjunto de los actuales “Ojos” con funcionamiento hídrico simple, afloramiento del acuífero y una extensa zona de inundación en el entorno del afloramiento de aguas subterráneas.

Este humedal ha sido transformado para el aprovechamiento humano desde la antigüedad. En la época de dominio musulmán se realizaron canalizaciones para desviar el agua de los Ojos hacia la zona de huertas, aguas abajo del humedal. También en esta época se desarrollaron trabajos de ingeniería para modificar la estructura de los Ojos. Se construyó un dique de contención para evitar pérdidas de agua de los Ojos hacia la parte norte, denominada El Bocegal (el término *bocegal* es la expresión frecuente utilizada en Monreal para designar a esta zona de Los Ojos, puede entenderse como una acepción similar a la de bofedal o zona palustre a veces con lagunas y turba de González Bernáldez, 1992), y así, acumular el agua para su aprovechamiento en épocas de mayor necesidad (periodo estival). No nos consta que haya referencias escritas que describan la forma y funcionamiento del humedal antes de su alteración. Todos los testimonios existentes parten de una situación similar a la actual.

En los últimos años se observaron una serie de alteraciones en este enclave motivados por avenidas de agua y sedimento y por presión antrópica. El manejo de los flujos de agua para aprovechamiento humano alteró excesivamente las fluctuaciones naturales del nivel del agua y, con otros factores, las características ambientales que determinan la presencia de un tipo u otro de flora y fauna. También, en los últimos años, se han producido importantes avenidas que han depositado en este humedal enormes cantidades de residuos y sedimentos que han hecho disminuir la superficie y el volumen de aguas libres de “Los Ojos” por colmatación. Otro impacto que está contribuyendo a la degradación de este enclave es la presencia sin control de población. No existen sendas o itinerarios que guíen a los visitantes.

Con el tiempo, este humedal se iría colmatando poco a poco por procesos de sedimentación tras intensas avenidas que arrastran materiales erosionados, pero, probablemente, a un ritmo mucho más rápido que el actual, ya que el control de los flujos naturales del humedal y la roturación de los campos en toda la cuenca han favorecido la erosión y han acelerado el proceso de colmatación del humedal. El embalsamiento del agua ralentiza el flujo del agua y se pierde capacidad de arrastre, favoreciendo el proceso de sedimentación. Se sabe que la altura de la columna de agua en los ojos era hasta no hace muchos años superior a la altura de un hombre y hasta de 2.5-3 m. y se podía pasar buceando de algún ojo a otro. Actualmente, la profundidad máxima del agua no sobrepasa 1.90 m. ni en los momentos de mayor nivel del agua y no existe comunicación libre por agua subterránea entre ojos. Como consecuencia de este proceso degradativo se produjo una proliferación de vegetación ruderal y nitrófila en puntos donde había y debería haber vegetación de humedal (principalmente junco y carrizo) y una disminución de presencia de avifauna por falta de hábitat adecuado y de tranquilidad. Además han proliferado otras especies invasoras como el cangrejo americano.

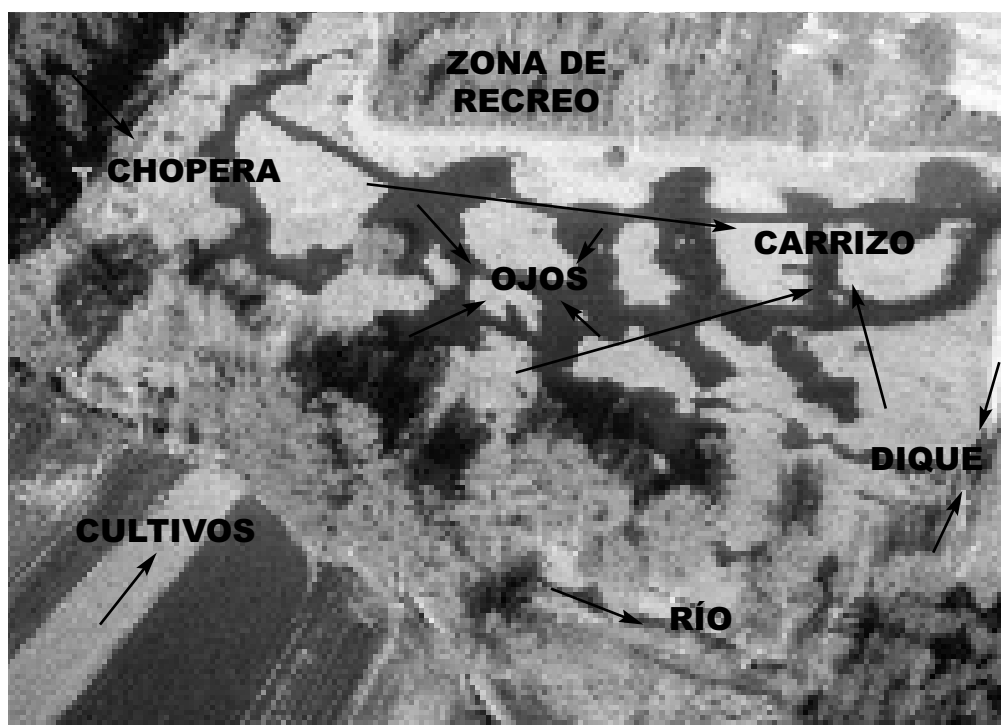


Fig.1. Vista de los Ojos de Monreal en 2.003, antes de la restauración.

Desde el punto de vista estrictamente ambiental, un humedal de estas características en buen estado de funcionamiento y conservación tiene un alto valor ecológico por ser un enclave de elevada diversidad de hábitats en un entorno muy homogéneo paisajísticamente y dominado por grandes extensiones cerealista de clima semiárido. El área de los Ojos de Monreal que estaba funcionando como humedal era muy reducida (4 Ha. aproximadamente) ya que la presión humana lo redujo a prácticamente la zona donde aflora el agua. Al ser una zona de descarga de agua subterránea, hay un gradiente de humedad desde los puntos de surgencia de agua hacia fuera. Esto quedaría reflejado en la aparición de diversas comunidades vegetales en función de sus necesidades hídricas. Sin embargo, el aprovechamiento intensivo del recurso hídrico y del espacio, junto con la terrestreización acelerada de los últimos años, limitó la vegetación a una amplia banda de carrizo y de vegetación ruderal y nitrófila en zonas donde había y debería haber vegetación de humedal (principalmente junco y carrizo) y una disminución de presencia de avifauna por falta de hábitat adecuado y de tranquilidad. El resto del espacio de humedal está ocupado por cultivos, río, y zona de recreo (fig. 1).

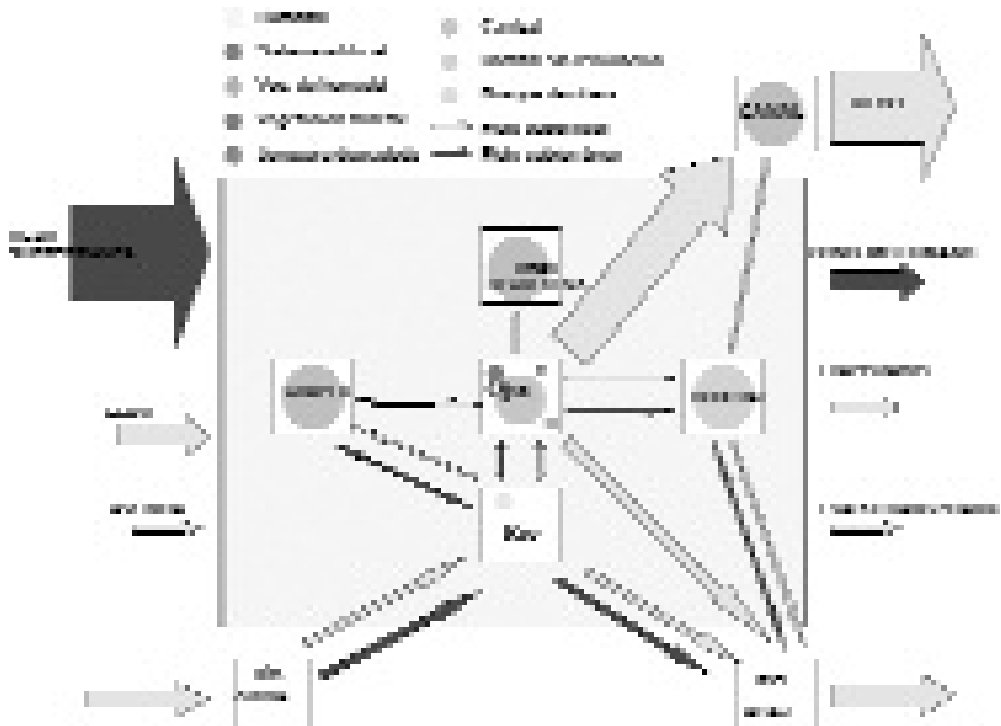


Fig. 2. Funcionamiento hidrológico del humedal de los Ojos de Monreal, antes de la restauración.

El agua es el recurso fundamental de este tipo de hábitats. El funcionamiento hídrico del humedal de los Ojos de Monreal está esquematizado en la figura 2, es simple teniendo en cuenta el conjunto pero complicado en detalle. Como aspecto interesante e importante cabe destacar que en Los Ojos está situado el pozo de abastecimiento de agua al municipio de Monreal del Campo.

Con estos antecedentes, el objetivo principal del proyecto de restauración ecológica del humedal Ojos de Monreal-río Jiloca **es recuperar el funcionamiento hidrogeológico y ecológico del sistema, favoreciendo un incremento de la biodiversidad.** Adicionalmente, y no menos importante, el proyecto supone **potenciar el valor de los Ojos como recurso para actividades de disfrute, concienciación, educación y participación del público en general y de la población local en particular, en lo relativo a la conservación y uso racional de los humedales.** El proyecto contempla un importante capítulo de seguimiento de las obras que permite, por un lado, **disponer del necesario apoyo científico para la ejecución de las actuaciones** en un proyecto pionero como este y, por otro, **documentar la ejecución del proyecto y evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos previstos.**

Aspectos sociales

Dos tipos de acciones se realizaron para conocer los condicionantes sociales del proyecto de restauración ecológica de Los Ojos de Monreal. Se promovió la participación de grupos de interés, asociaciones y miembros de entidades (regantes, amas de casa, aficionados a la naturaleza, pescadores, etc.) mediante la realización de reuniones en tres fases (antes, durante y después de la realización de las acciones de restauración) para conocer los condicionantes y límites a los cambios promovidos por la restauración y se realizaron encuestas *in situ* a visitantes locales del humedal para conocer la disposición y sus perspectivas respecto a la restauración.

Con la finalidad de conocer la apreciación, los usos y las perspectivas por parte de los usuarios respecto a Los Ojos se realizó en el 2006 una encuesta a 42 visitantes (la mayoría habitantes locales, 2% de la población de hecho del pueblo) en el mismo lugar.

Las principales actividades realizadas por los visitantes de Los Ojos, están relacionadas con aspectos recreativos de una pequeña parte del humedal, pero no con el conjunto del espacio, de sus funciones y valores naturales o por los elementos naturales que contiene, sino con la existencia de un espacio tranquilo con un área recreativa semi-urbana que ocupa parte del humedal. Actividades relacionadas con los recursos naturales solamente son realizadas por el 11% de las personas encuestadas (fig. 3).

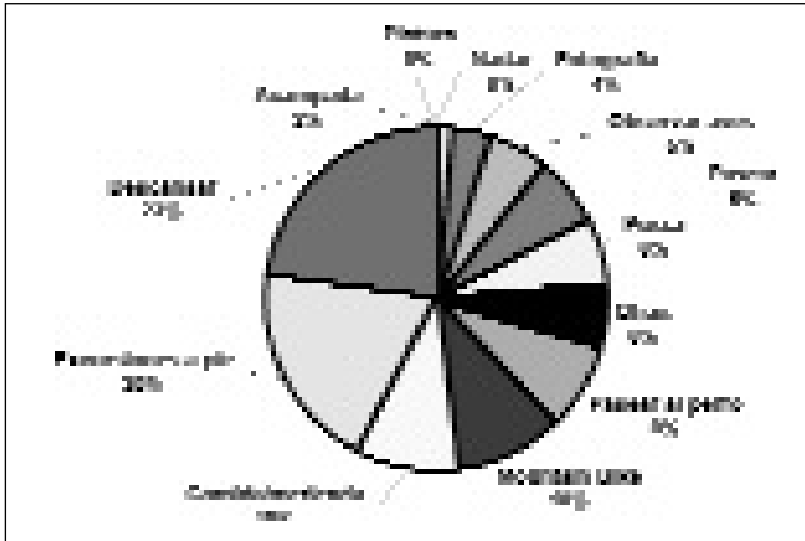


Fig.3. Actividades desarrolladas por el visitante.



Fig. 4. Aspectos negativos del humedal.

Como todo humedal, las funciones que cumple son múltiples (abastecimiento de agua, acumular carbono, albergar especies de interés, reducir la concentración de nitratos del agua, etc.) y los valores que tienen también (por su contribución a la economía, mejorar la calidad del agua, recreativo, etc.), pero el resultado de la encuesta indica un bajo conocimiento de las funciones y valores de Los Ojos por los visitantes, que en su mayoría son locales. La población local valora este espacio por el valor recreativo (52%) (destacando en este aspecto la posibilidad de efectuar actividades propias de entornos urbanos como barbacoas, juegos infantiles, etc.) y de abastecimiento de agua (de boca, regadío e industrial) (14%). Solo un pequeño porcentaje (10%) de las personas encuestadas valoran este espacio por su singularidad, porque representa el nacimiento del río Jiloca, y por ser una zona que anteriormente albergaba especies de interés como la nutria.

La mayor parte de las personas encuestadas coinciden en la falta de gestión (falta de infraestructuras recreativas, elevada densidad de carrizo, falta de información al visitante, etc.) y el mal uso que se hace de este espacio (basura, tránsito con vehículos a motor, impacto sonoro, etc.) (fig. 4).

El 31% de las personas que fueron encuestadas opinó que el procedimiento para la revalorización de este espacio debería estar encaminado hacia potenciarlo turística-mente, es decir, acondicionar senderos, colocar paneles informativos, mayor número de infraestructuras recreativas, etc. El 30% no contestó a dicha pregunta, lo que demuestra la falta de iniciativa o bien su excecicismo en la realización de mejoras. Un 19% de la población coincide en el sentido de que la elevada densidad de carrizo es el elemento que le resta valor a este espacio, en el sentido de que los ojos no se ven, resultan intransitables, disminuye la calidad estética del sistema, etc.

Solamente el 10% de las personas encuestadas consideran como objetivo prioritario la conservación del sistema, es decir, en la actuación sobre los factores que constituyen el mayor impacto para la persistencia del humedal (fig. 5). Lo cual se traduce en el desconocimiento por parte de la población del funcionamiento del sistema. No son conscientes de que las avenidas por el río y las ramblas, causan el mayor impacto para la persistencia del humedal ya que aceleran su proceso de colmatación, terrenalización e incluso puede dar lugar a la pérdida de descarga de agua subterránea.

Como resultado de las reuniones con los grupos de interés se llegó a acordar que la regulación de los flujos de agua de salida de Los Ojos la gestionará y manipulará la autoridad municipal siguiendo un plan propuesto por el equipo científico-técnico que hace el seguimiento del proyecto de restauración (fig. 6), manteniendo de forma complementaria que se satisfagan las necesidades de agua para el riego agrícola, la conectividad hídrica con el río Jiloca y el bocegal, y los hábitats característicos del conjunto humedal-río.

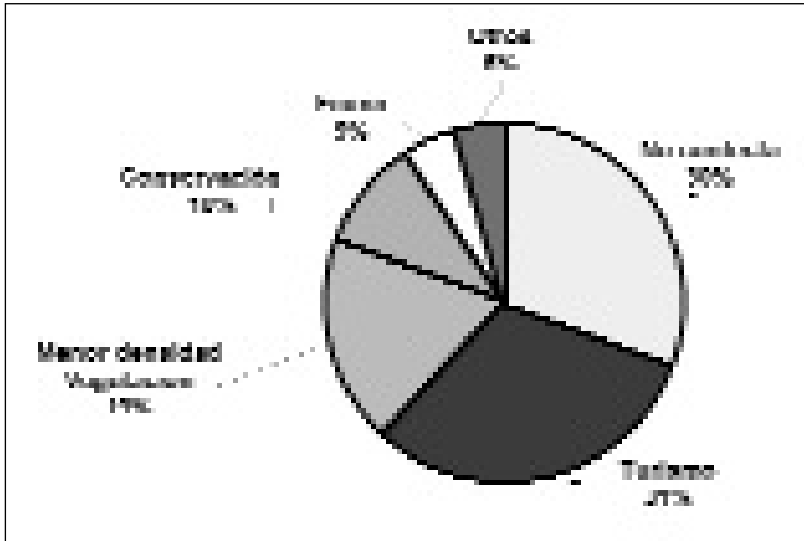


Fig. 5. Objetivos prioritarios del proceso de restauración ecológica según los visitantes.

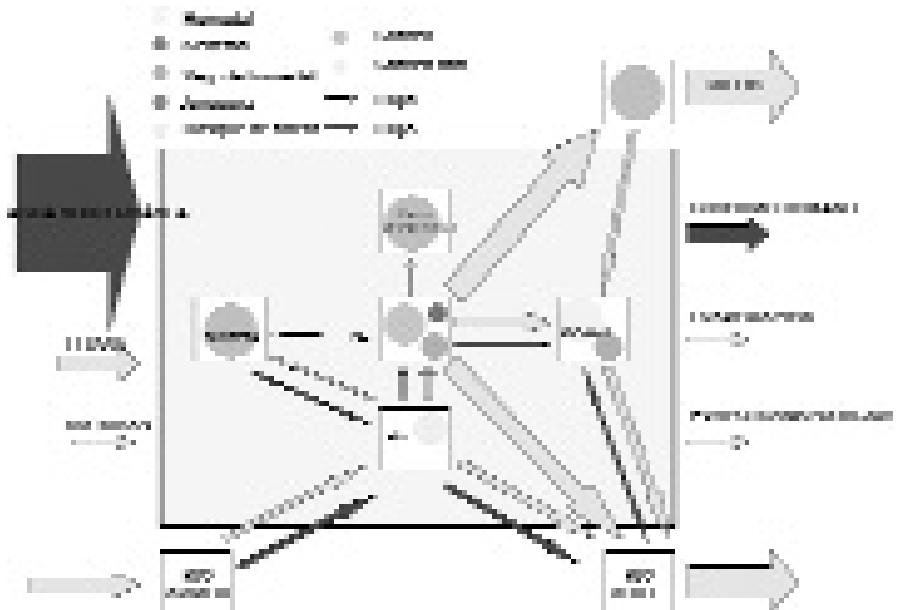
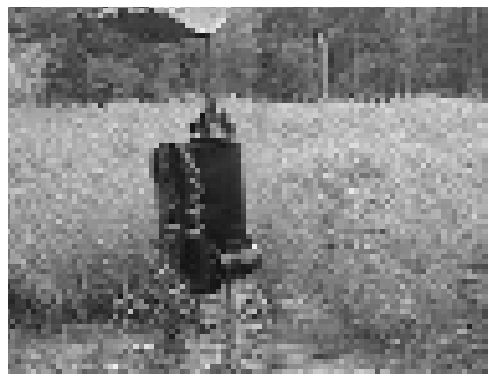


Fig. 6. Funcionamiento hidrológico del humedal de los Ojos de Monreal, después de la restauración.

Aspectos científico-técnicos

Conectividad hídrica

Respecto a la mejora de la conectividad hídrica se ha establecido un protocolo de gestión del nivel del agua en Los Ojos (fig. 6) como herramienta necesaria para mantener la biodiversidad del humedal. Se realizaron dos acciones concretas para mejorar la conectividad hídrica. Con la limpieza y extracción de sedimento de los Ojos de la parte norte y sur del humedal se mejora la conectividad ojos-acuífero (imagen 1). Los ojos de la zona S son los más afectados por las avenidas y en el momento de comienzo del proyecto algunos ya estaban colmatados. Con esta acción se recupera la funcionalidad de los ojos colmatados mejorando el flujo de agua desde el acuífero hacia la superficie a través de los mismos ojos.



Imágenes 1 y 2. Trabajos de limpieza y extracción de lodos de los ojos con retroexcavadora y campana extractora de lodos para mejorar la conectividad ojos-acuífero.

Con la extracción de material alóctono y reperfilado del canal de conexión entre Los Ojos y el río al S del humedal se mantiene una conexión hídrica entre los dos subsistemas, humedal y río, que conecta ambos permitiendo el intercambio de agua según el nivel relativo del agua en uno y otro. En la parte del humedal sirve para mantener la conectividad con los ojos y con la chopera contigua al sur de los ojos, que tiene un papel funcional en el conjunto del sistema porque el agua del subsuelo también fluctúa y circula según la altura relativa del agua en este subsuelo y en el río.

Se trata de un canal que une los ojos ubicados al SO (unos 10 ojos) con el río. Antiguamente esos ojos estaban aislados del resto por un dique con tajadera. Cuando la tajadera estaba bajada, el agua se almacenaba en esos ojos y cuando el nivel estaba alto fluía hacia el río a través del canal. Una vez en el río, el agua era aprovechada también

para riego mediante tajaderas móviles manuales y presas temporales que se construían en el río para desviar el agua hacia la margen derecha del río. En la actualidad el dique está desmoronado y este sistema de riego no es funcional ni demandado por la comunidad de regantes. Sin embargo, se ha creído conveniente mantener y limpiar este canal de conexión río-ojos para que permita el flujo de agua desde el río hacia los ojos y disminuir riesgos de inundación aguas abajo en el pueblo de Monreal.

En los trabajos de limpieza se eliminaron restos de herbáceas y de arbolado medio caídos o con alto riesgo de caer a la acequia para su posterior reposición.



Imagen 3. Tajadera del canal Ojos-río extraída. En la parte derecha de la tajadera se puede observar que el agua pasa por una grieta de unos 10 cm. y ya no era funcional.

Con el aumento de la conectividad entre la parte central de Los Ojos y el Bocegal, se pretendía aumentar la humedad del suelo en esta parte del humedal y área de hábitat característico de humedal. Para ello se ha abierto un pequeño reguero de unos 20 cm de profundidad y de anchura que conduce parte del agua que pasa de los Ojos al Bocegal por una tajadera en dirección paralela y próximo al dique de separación entre Ojos y Bocegal. De este reguero surgen pequeños ramales hacia el interior del Bocegal.

Estructura de hábitats

La figura 7 muestra los cambios propuestos al inicio del proyecto para recuperar cantidad y calidad de humedal.

LEGENDA HABITATS DE ANTES DE LA RESTAURACIÓN

OJOS DE MONREAL DESPUÉS DE LA RESTAURACIÓN

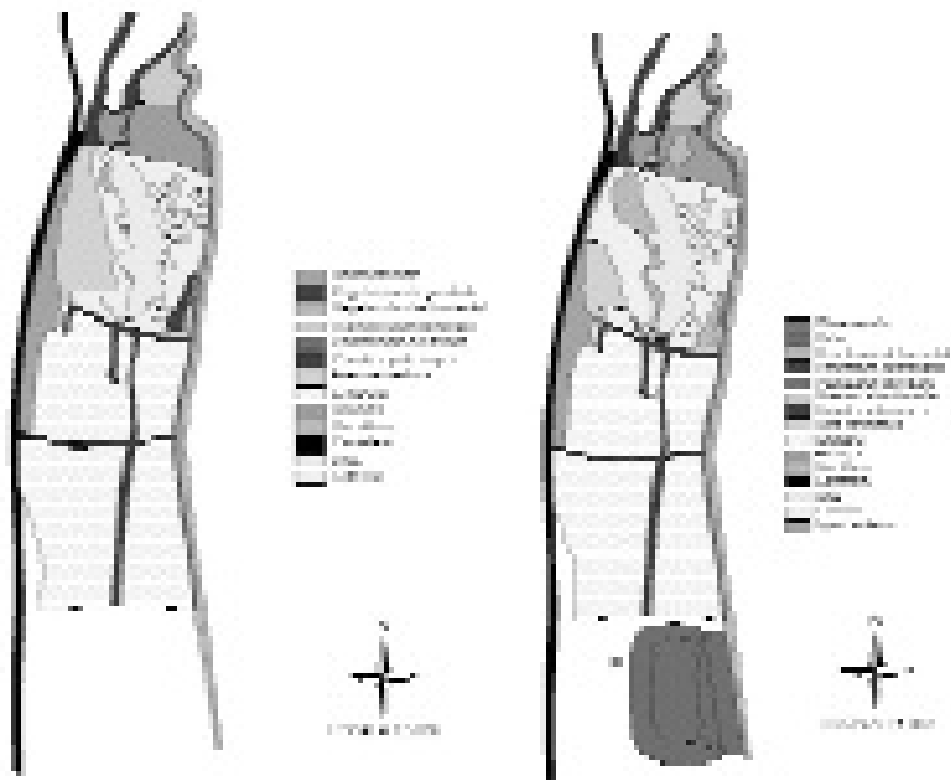


Fig. 7. Distribución de los hábitats del humedal antes y después de la restauración.

Cuando se habla de la estructura del humedal se hace referencia a la organización y composición de las diferentes partes que componen el ecosistema acuático. Con la realización de este proyecto de restauración ambiental se ha mejorado la estructura general del humedal con actuaciones concretas en partes importantes del sistema, que se describen a continuación.

Sobre el río Jiloca en el tramo contiguo a Los Ojos se ha actuado extrayendo material orgánico e inorgánico alóctono, no propio del río. También se ha ensanchado y reperfilado ligeramente el cauce en partes muy cortas, suavizando la pendiente de las orillas porque el río estaba encajonado en este tramo. Esta actuación mejora la capacidad de transporte del río y diversifica el número de hábitats fluviales al crear nuevas zonas de transición entre la parte acuática y la terrestre. El movimiento de tierras se hizo con máquina retroexcavadora mientras que los trabajos de detalles fueron manuales (imagen 4).

También se han estabilizado algunas partes cóncavas de las orillas que están sometidas a un intensísimo proceso de erosión debido a la disminución generalizada del caudal y a la alteración regularizando el régimen de flujos de agua del río, consecuencia de la regularización de flujos en los Ojos y río arriba de Los Ojos. Se han colocado empalizadas hechas con ramaje de forma paralela a la orilla erosionada del río con el fin de amortiguar la acción erosiva del agua y de acumular sedimento dentro de estas empalizadas (imagen 5).



Imágenes 4 y 5. Trabajos en las orillas del río y empalizada con estaquillado de ramas de árboles para frenar y revertir la erosión de las orillas.

La restauración ecológica de los Ojos de Monreal del Campo (Teruel)

Se ha ampliado el bosque de ribera en varias zonas del río para recrear el magnífico bosque de galería que se aprecia en algunos sectores de este tramo del río Jiloca. Esta actuación fue realizada en el tramo de río de la parte que linda con el bocegal y las huertas abandonadas, en la zona N del humedal y en la finca de la balsa de laminación de avenidas al sur del humedal. Se hizo con *Salix sp.* y *Rosa sp.* en la orilla (entre 0 y 5 m del agua), *Populus alba*, en una segunda zona más alejada de la orilla (6 a 12 m) y *Populus nigra*, *Fraxinus angustifolia*, *Ulmus minor* y *Juglans regia* en una zona más exterior (13 a 25 m.).

Para la conservación de la morfología de los Ojos de Monreal es prioritario evitar o disminuir los aportes de sedimentos, restos orgánicos y otro tipo de elementos alóctonos arrastrados por las avenidas de lluvias torrenciales. Para ello se han realizado dos actuaciones preventivas que actúan como barreras aguas arriba de los Ojos. Se creó una balsa de laminación de avenidas procedentes de las ramblas y/o del río Jiloca (imagen 7). Con este sistema se pretende amortiguar la colmatación de los Ojos y su entorno y el arrastre de sólidos hacia los mismos. Se ha estimado que el área de esta balsa es insuficiente para amortiguar algunas de las grandes avenidas que se han observado en los últimos años pero puede hacer este papel en parte y se recupera llanura de inundación de la cual si había indicios en esta zona por la presencia de plantas de humedal. Esta balsa se encuentra ubicada en una parcela situada aguas arriba de los Ojos, es de una superficie total de 3,5 ha., la cual fue adquirida antes de iniciar el proyecto por el Ayuntamiento de Monreal para tal fin. La balsa tiene una superficie aproximada de 1,3 ha aproximadamente y está comunicada con el cauce del río a través de una canal de entrada y un canal de salida donde. Esta balsa o laguna es de carácter temporal, como son otras balsas en este entorno biogeográfico y en estas llanuras de inundación. Puede, a su vez, tener un papel educativo y recreativo para visitantes (que, a la vez, disminuirá la presión de visitantes sobre los mismos Ojos), por disponer de una caseta de observación y material (paneles y folletos que permiten realizar una visita auto-guiada). También permite hacer actividades de educación ambiental más o menos colectivas.



Imágenes 6 y 7. Balsa de laminación de avenidas durante la construcción y en fase de crecida del río.

Para la retención de sólidos en suspensión que transportan las avenidas que discurren ocupando toda la llanura de inundación, incluso cubriendo la carretera Monreal-Vilafra que limita Los Ojos por el Oeste, se ha establecido una empalizada prefabricada en retícula (imagen 8), que podría tener carácter provisional si con el tiempo se desarrolla a ambos lados de esta empalizada un buen sistema amortiguador natural formado por árboles y arbustos. Se trata de establecer una barrera resistente a las avenidas, permeable al agua y que retenga gran parte de la tierra y materia orgánica en forma de troncos, ramas, hojas, balas de paja, etc. que transportan en gran cantidad y con fuerza las avenidas mayores que son las que más impacto negativo causan a la sostenibilidad del humedal porque aportan muchos materiales que colmatan los Ojos.



Imagen 8. Empalizada de retención de sólidos transportados por grandes avenidas en los Ojos de Monreal.

Biodiversidad del humedal y su entorno

Se ha aumentado la superficie inundada o potencialmente inundable en 3 zonas. En la antigua zona recreativa, que de hecho ya era inundable porque periódicamente se inundaba, y con ello se deterioraba el mobiliario de juegos y recreativo que había (imagen 9). Por otra parte esta es la zona más estrecha del humedal de manera que al ampliarla aumenta la capacidad tampón frente a perturbaciones que del exterior puedan llegar al humedal, aumentando la zona fácilmente visitable y observable al llegar al humedal por esta zona.

La zona central de la balsa de laminación de avenidas está más cerca del nivel freático y suele estar inundada durante gran parte del año (dependiendo del año hidrológico, el tiempo de inundación será mayor o menor). En esta zona ya se ha producido la colonización por vegetación higrófila (imagen 10).

La restauración ecológica de los Ojos de Monreal del Campo (Teruel)



Imágenes 9, 10 y 11. Antigua zona recreativa inundada (arriba), zona central balsa de laminación (centro), y parte del Bocegal con canal de inundación (abajo).

En el Bocegal se ha extraído sedimento. Esta actuación junto con el reguero que facilita su inundación por el agua que le llega de Los Ojos, permitirá mantener inundado la zona del Bocegal durante más tiempo (imagen 11).

También se ha rebajado la superficie del suelo, mediante la extracción de la capa superior en la zona sureste de Los Ojos que estaba ocupada hasta hace pocos años por una junquera (*Scirpus holoschoenus*), y había sido colonizada casi totalmente por carrizo durante los últimos años. Este proceso de terrestrialización es habitual en zonas con gran sedimentación que conservan algo humedad en el suelo, y las plantas que pasan a dominar son banales de tipo ruderal y nitrófilas. Para recuperar este

hábitat de área de junquera degradada, se procedió a extraer sedimento (40-60 cm. de profundidad), en una zona de unos 3.000 m², para acercar la superficie del terreno al nivel freático y aproximar, así, las raíces de las plantas al agua y favorecer la progresión de las plantas freatófitas.

Cambios en la composición y estructura de la vegetación

El entorno de los Ojos de Monreal presenta diversas comunidades vegetales distribuidas según sus requisitos ecológicos, como el bosque de ribera, el carrizal, comunidades acuáticas, higrófitas, vegetación ruderal y nitrófila, en las zonas de mayor tránsito de personal. De todas ellas destaca el carrizo (*Phragmites australis*) por la gran superficie que ha llegado a ocupar al expandirse durante los últimos años eliminando algunas de las citadas. En los Ojos forma una banda periférica a las aguas libres de anchura variable. También ocupa una extensa área, al Norte, el Bocegal, separada de los Ojos por un dique y conectada por una tajadera que en su día era parte de ellos. De hecho, todavía existen dos ojos naturales en esta zona del Bocegal. Otra de las zonas donde domina es en la orilla izquierda del río Jiloca.

El carrizo es una planta que crece muy rápidamente y produce gran cantidad de biomasa. Con el paso del tiempo, parte del carrizo muere y cae al suelo, contribuyendo con su baja tasa de descomposición a formar masas de hasta 50 cm. de altura de detritus y dejando poco espacio para ser colonizado por otras especies. Incluso pueden formarse “zonas muertas” de escaso valor ecológico por solo tener detritus de carrizo y crear un ambiente en el suelo falto de oxígeno y emitiendo gases con compuestos reducidos producto de la descomposición de la materia orgánica a la atmósfera (Lessman *et al.* 2001). En los Ojos de Monreal este proceso sucedió muy rápidamente durante las últimas décadas ya que la entrada de sedimento en avenidas es muy alta. De hecho, en el periodo de estudio previo a la realización de este proyecto se colmataron parcialmente cuatro ojos y otro totalmente, todos ellos en la zona sur, por donde entra el agua de avenidas.

Esta situación hizo que se clasificasen varias zonas de diferente comportamiento del carrizo y se llevasen a cabo varias experiencias de gestión y control del carrizo.

La evolución temporal de este proceso fue el siguiente:

- Año 2000: 1ª experiencia de gestión y control del carrizo consistente en rebajar la orilla de un ojo con extracción de suelo y sedimento. Esta zona restaurada permanece la mayor parte del tiempo inundada.
- Año 2001: primer muestreo de carrizo comparando zona restaurada y no restaurada.

La restauración ecológica de los Ojos de Monreal del Campo (Teruel)

- Año 2003: segundo muestreo de carrizo. Ampliación de zonas de estudio a zona restaurada, zona no restaurada y Bocegal.
- Año 2004: 2ª experiencia de gestión y control del carrizo consistente en la quema de un pequeño espacio de carrizal dentro de los Ojos. Ampliación de zonas de estudio: zona restaurada, zona no restaurada, Bocegal y zona quemada. Tercer muestreo de carrizo.
- Año 2005: Cuarto muestreo de carrizo.
- Año 2006: 3ª experiencia de gestión y control del carrizo consistente en rebajar una zona alejada unos 50 m. de la orilla de los Ojos. Cuarto muestreo de carrizo.

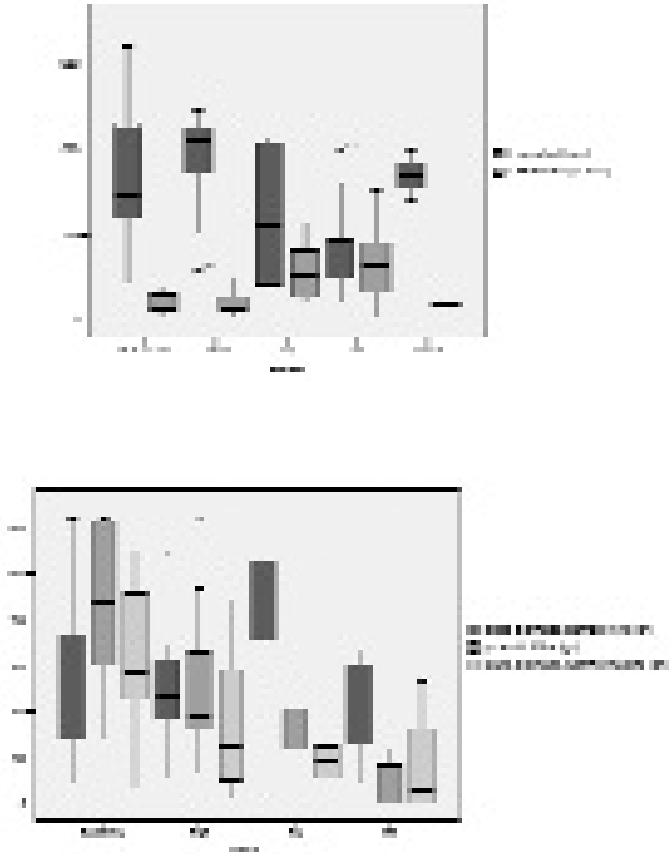


Fig. 8: Densidad y altura de tallos de carrizo (nº/m²) (arriba) y variables de biomasa (abajo) en diferentes zonas (Bocegal, ZNR-Zona no restaurada, ZQ-zona quemada, ZR-zona restaurada, ZREB-zona rebajada).

Los resultados obtenidos hasta el momento muestran diferencias entre unos sitios y otros en cuanto al comportamiento del carrizo (fig.8). Se observa que las zonas restauradas (ZR) y quemadas (ZQ) presentan mayor número de individuos vivos ya que al producirse una actuación sobre ellas ha habido un proceso de regeneración espontánea de los individuos. La zona rebajada (ZREB) no ha tenido tiempo suficiente para que se desarrolle una comunidad densa. Por otro lado, el Bocegal y la zona no restaurada (ZNR), tienen menos individuos pero de mayor tamaño. Se trata de poblaciones estancadas de grandes individuos y poca regeneración. En las zonas más maduras (sin actuación) es donde se acumula mayor cantidad de biomasa.

La diferencia entre la zona restaurada y la zona quemada está en que el control del carrizo por inundación supone un desplazamiento del carrizo a favor de especies higrófitas como el junco y el lirio. De hecho, las muestras de carrizo en la zona no restaurada fueron cogidas en la parte exterior ya que en el interior el carrizo ha sido sustituido totalmente por vegetación de humedal.

También se han realizado análisis de las aguas periódicamente. De estos y de los estudios anteriores se pueden resumir algunas conclusiones:

- A excepción del nitrógeno (principalmente NO₃), el resto de parámetros muestra variaciones estacionales poco significativas. La concentración de nitratos en el agua superficial es en algunos momentos de 40 mg/L, es decir próxima a una concentración no recomendable ni permitida para uso de boca por la población humana. Lo cual indica que hay un aporte externo de nutrientes derivado de usos intensos de fertilización en la zona que aporta aguas a los Ojos. También las muestras de los sedimentos presentan valores altos de contenido de nutrientes. Si estos nutrientes no dejan de verterse al sistema se corre el riesgo de eutrofización. De hecho, durante el transcurso del proyecto se ha observado un aumento del fitoplancton en periodos de almacenamiento de agua prolongados.
- Se ha producido un aumento de biodiversidad de la vegetación litoral, relacionado con el aumento de tipos de ambientes acuáticos tanto permanentes como temporales.
- El carrizo produce gran cantidad de biomasa y acelera la terrestrialización de zonas temporalmente inundadas. Los ensayos realizados con esta especie demuestran que una gestión adecuada del carrizo controla los efectos no deseados.

La acción de extraer la capa superficial (10 cm.) de suelo en el que se había acumulado material terrígeno aportado por avenidas torrenciales de agua y restos orgánicos de la producción vegetal in situ o aportada por las avenidas ha supuesto el aumento de la biodiversidad vegetal con especies propias de humedal (fig. 9) y el aumento del área inundable, con agua libre, del humedal (fig. 7 e imágenes 9, 10 y 11).

La restauración ecológica de los Ojos de Monreal del Campo (Teruel)

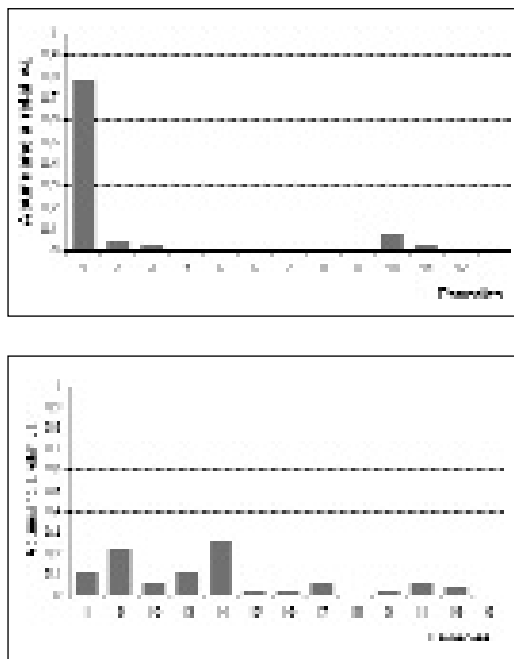


Fig. 9. Abundancia relativa de las especies vegetales de un área del humedal de la que se extrajo la capa superficial del suelo antes (arriba) y después (abajo) de la acción.

La misma acción de extracción de la capa superficial de suelo y materia orgánica es altamente eficaz para evitar la proliferación de *Phragmites australis*, la especie que más contribuye a homogeneizar y colmatar con la contribución de su biomasa las orillas y los mismos ojos, como se ha comentado anteriormente.

La realización del proyecto de restauración significó una diversificación de hábitats propios de humedal, con el consiguiente aumento de valor ambiental de este espacio de extensión relativamente pequeña (tabla 1).

Tipo Hábitat	Antes Restauración, ha	Después Restauración, ha
Agua libre	0,7	1,9
Vegetación emergente	0,05	0,38
Junquera	0,03	0,3
Carrizal	2,7	2,1
Bosque ribera	0,15	0,3
Cultivos abandonados	0,45	0
Pastos	0	0,3
Vegetación ruderal	0,2	0
Area recreativa	0,7	0,4

Tabla 1. Área ocupada por los distintos tipos de hábitats antes y después de la restauración.

Aspectos económicos

La excelente disponibilidad de los promotores y colaboradores del proyecto facilitó su financiación por parte de éstos y su realización por el contratista que elaboró el plan de acción y el presupuesto (tabla 2). Como es habitual en obra en terreno abierto, la mayor parte del presupuesto es destinado a trabajos físicos de envergadura (movimiento de tierras y aguas).

En este proyecto, una parte considerable del presupuesto fue destinada a un concepto no habitual pero necesario e imprescindible, el seguimiento de la obra. Tiene por objeto conocer y evaluar los aspectos técnicos de realización de las acciones para determinar el grado de éxito de las mismas y las correcciones que conviene efectuar. Otra parte interesante es haber incorporado en el proyecto acciones de recreación, que estaban muy bien valoradas debido a la costumbre de usarlas en el sitio aunque sean acciones más propias de un entorno semi-urbano o urbano.

Partidas principales	Presupuesto estimado (€)	Presupuesto ejecutado (€)
Movimiento de tierras	51.481,04	36.357,36
Bosque de ribera	36.372,39	16.798,24
Obras de uso recreativo (ocio y esparcimiento)	33.473,33	37.783,01
Actuaciones directas en el humedal	17.613,61	16.010,47
Mejora de los flujos superficiales afluentes y efluentes del humedal	24.464,68	36.033,15
Seguridad y salud	4.062,47	4.062,47
Seguimiento técnico	39.760,6	39.760,6
Fuera de proyecto	0	20.156,86
Total	207.228,12	206.962,16

Tabla 2. Comparación del presupuesto estimado con el ejecutado en el proyecto.

Discusión

Cualquier actividad en la naturaleza tiene sus límites (Hardin 1993). Los proyectos de restauración también tienen sus limitantes y conocerlos para sobrellevarlos es la mejor disposición para progresar en la mejora de la planificación y ejecución de proyectos de restauración ecológica.

Los factores que principalmente limitaron la restauración ecológica de los Ojos de Monreal fueron una combinación de aspectos sociales y científico-técnicos. La falta de concertación social completa impidió la recuperación como humedal de toda la extensión de terreno que tiene características y vocación de humedal, como los terre-

nos ocupados por choperas al sur del núcleo principal de Los Ojos y en el margen derecho del río. El dique que separa el Bocegal del núcleo principal de Los Ojos sigue siendo un artificio que dificulta la continuidad paisajística y la conexión hídrica, pero no es fácil definir las actuaciones posibles para mejorar más ambos aspectos sin un plan propio para ello porque ya es considerado como una pieza interesante del conjunto para pasear por el humedal y acercarse hasta el río, aunque técnicamente tendría fácil solución mejorar su situación de forma integrada en el paisaje disminuyendo la afección al funcionamiento hídrico del conjunto del humedal y sin menoscabo de los intereses de flujos de agua existentes.

Los desfases económicos entre la previsión estimada y la ejecución podrían haberse corregido con una mejor coordinación o pruebas técnicas de ejecución antes de la realización completa de algunas acciones. Varias obras fallaron en su ejecución inicial y se tuvieron que repetir, con el consiguiente coste, debido a la falta de dirección de obra que supervisara de acuerdo a las directrices marcadas los trabajos en el terreno.

Los aspectos científico-técnicos más limitantes de la restauración tienen que ver en este caso con la falta de unas condiciones de referencia que orienten sobre los objetivos de restauración, lo cual es frecuente ecología de la restauración porque cada vez quedan menos sitios en buen estado para que sirvan de referencia de trabajos de restauración (White and Walter 1997).

La interacción entre los aspectos científico-técnicos y los sociales y económicos ha estado limitada en este proyecto por la inadecuada preparación y costumbre de los actores sociales de este tipo de proyectos para definir objetivos ambiciosos y en la línea de revalorizar funciones y valores naturales, que pueden ser bien gestionados y usados, para seguir obteniendo beneficios de todo tipo a partir del proyecto y de su recuperación. Esto quedó de manifiesto en los resultados de la encuesta, entre los que sobresalía la falta de conocimiento del medio y de orientación de objetivos de mejora ambiental.

En cualquier caso, este proyecto pone de manifiesto la necesidad de que estos tres aspectos se integren adecuadamente desde el inicio en la planificación y realización de los proyectos de restauración ecológica (Comín *et al.* 2005). Los aspectos económicos y los objetivos de los proyectos de restauración pueden ajustarse entre sí, pero cuando no se conocen bien las técnicas ni las dificultades que pueden surgir durante la realización de un proyecto, la probabilidad de que se produzcan desajustes entre la disponibilidad económica y los objetivos planteados aumenta. Por esta razón, cuando no existe una amplia integración de aspectos científico-técnicos, sociales y económicos es conveniente realizar acciones previas demostrativas de restauración.

También es frecuente que los trabajos de restauración ecológica requieran de un periodo de estudios previos (un año, aproximadamente) que marque claramente los objetivos y directrices a seguir y compruebe algunas técnicas a utilizar. Junto con la apreciación de los visitantes del lugar, los estudios previos a la realización del proyecto revelaron una aceleración de la degradación del humedal durante los últimos años, lo cual motivó la iniciativa del Ayuntamiento de Monreal para la realización de este proyecto. Una vez iniciada una trayectoria en la evolución de un ecosistema conviene observarla para comprobar que sigue de acuerdo a los objetivos señalados y que se mantiene su calidad. También puede ser conveniente continuar con nuevas perspectivas de gestión y de mejora del mismo espacio. Para todo ello conviene mantener la gestión bien definida y el seguimiento de las características del sitio restaurado. Todo ello redundará en un conocimiento y gestión mejores y en una mayor valoración de las funciones y valores que tiene.

La falta de definición de una dirección efectiva sobre el terreno afectó a algunas fases del proyecto. En otros casos el material y las herramientas utilizadas no fueron la más adecuada porque algunos aspectos de este tipo de proyectos requieren una especialización que, sin encarecer el proyecto, es necesaria y no tienen todas las empresas ejecutoras de obras.

El balance global del proyecto es bueno porque se ha aumentado el área de un recurso, un tipo de ecosistema valioso a escala local y regional, presenta más y mejores funciones y valores de acuerdo a los objetivos, lo cual le da un valor de conjunto al ecosistema, incluidos los aspectos recreativos y educativos que ahora pueden usarse plenamente si se desarrollan los programas adecuados. Y, por otra parte, este proyecto ha permitido participar e integrar personas y grupos muy diversos en su preparación y ejecución, incluso poniendo orden y responsabilidad en la gestión del mismo. Finalmente, ha permitido obtener información valiosa sobre los componentes (bióticos y abióticos) y el funcionamiento (flujos de agua, reciclado de materia orgánica) del humedal, que pueden ser útiles para futuros proyectos de mejora y uso del humedal.

Desde el punto de vista de mejorar la restauración del humedal, podría seguirse en la línea de extender la recuperación del conjunto Ojos-rio Jiloca a zonas próximas, recuperar estructura de bosque de ribera frente a plantaciones de chopos que están perdiendo valor, y estudiar la evolución del conjunto para, si es necesario, asegurar la sostenibilidad del ecosistema frente a los impactos de las avenidas. Un programa educativo y recreativo que aprovechara estos recursos recuperados sería el mejor resultado aplicado del proyecto de restauración, así como que los visitantes disfruten más y mejor del espacio y se recreen reconociendo el conjunto de funciones y valores que lo forman.

Bibliografía

- COMÍN, F.A. (2002): Restauración ecológica: teoría *versus* práctica. *Ecosistemas* 1:1-4.
- COMÍN, F.A., MENÉNDEZ, M., PEDROCCHI, C., MORENO, S., SORANDO, R., CABEZAS, GARCÍA, A. M., ROSAS, V., MORENO, D., GONZÁLEZ, E., GALLARDO, B., HERRERA, J.A., CIANCARELLI, C. (2005): Wetland restoration: integrating scientific-technical, economic and social perspectives. *Ecological Restoration* 23 (3): 182-186.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F. (1992): Terminología popular de los humedales. REYERO, J.M., Editor, Madrid, 257 pags.
- HARDIN, G. (1993): *Living within limits: Ecology, economics and population taboos*. Oxford University Press.
- LESSMAN, J.M., BRIX, H., BAUER, V., O. Clevering & F.A. Comín (2001): Effect of climatic gradients on the photosynthetic responses of four *Phragmites australis* populations. *Aquatic Botany* 69:109-126.
- MITSCH, W.J., GOSELINK, J.G. (2000): *Wetlands*, 3rd Ed. John Wiley & Sons, New York. 920 pp.
- TEMPERTON, V., HOBBS, R.J., NUTTLE, T., HALLE, S. (2004): *Assembly rules and restoration ecology*. Island Press.
- VAN ANDEL, ARONSON, J, J. (2006): *Restoration Ecology*. Blackwell, 319 pags.
- WHITE, P.S., WALKER, J.L. (1997): Approximating nature's variation. Selecting and using reference sites and reference information in restoration ecology. *Restoration Ecology* 5:338-349.

