

Cuestiones sobre paisaje, patrimonio natural y medio ambiente en el sureste ibérico

Francisco Belmonte Serrato, Gustavo A. Ballesteros Pelegrín,
Jorge M. Sánchez Balibrea y A. Daniel Ibarra Marinas (eds.)



Cuestiones sobre Paisaje, patrimonio natural y Medio Ambiente en el Sureste Ibérico

Francisco Belmonte Serrato, Gustavo, A. Ballesteros Pelegrín, Jorge M.
Sánchez Balibrea y A. Daniel Ibarra Marinas (eds.)

Universidad de Murcia

2016

Cuestiones de paisaje, patrimonio natural y medio ambiente en la Región de Murcia.

Francisco Belmonte Serrato, Gustavo A. Ballesteros Pelegrín,
Jorge M. Sánchez Balibrea y A. Daniel Ibarra Marinas
(Eds.).

Universidad de Murcia.
Servicio de Publicaciones, 2016.



1ª Edición, 2016

Reservados todos los derechos. De acuerdo con la legislación vigente, y bajo las sanciones en ella previstas, queda totalmente prohibida la reproducción y/o transmisión parcial o total de este libro, por procedimientos mecánicos o electrónicos, incluyendo fotocopia, grabación magnética, óptica o cualesquiera otros procedimientos que la técnica permita o pueda permitir en el futuro, sin la expresa autorización por escrito de los propietarios del copyright.

© Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones, 2016

ISBN: 978-84-617-5939-2

Campus de Espinardo, 30100-MURCIA

Cuestiones sobre Paisaje, patrimonio natural y Medio Ambiente en el Sureste Ibérico

Francisco Belmonte Serrato, Gustavo, A. Ballesteros Pelegrín, Jorge
M. Sánchez Balibrea y A. Daniel Ibarra Marinas (Coord.)

Universidad de Murcia

2016

ÍNDICE

Prólogo

Cayetano Espejo Marín.....09

Introducción

Francisco Belmonte Serrato.....10

I Paisaje y Patrimonio Natural.....16

Capítulo 1

Los paisajes del Parque Regional de las Salinas de San Pedro del Pinatar (Murcia):
valor patrimonial e identidad cultural.....17

*Gustavo A. Ballesteros Pelegrín, Miguel Ángel Sánchez Sánchez,
Antonio Daniel Ibarra Marinas y Francisco Belmonte Serrato*

Capítulo 2

Los paisajes forestales del Valle de Ricote: patrimonio forestal.....26

*Francisco Belmonte Serrato, Miguel Ángel Sánchez Sánchez,
Antonio Daniel Ibarra Marinas y Gustavo A. Ballesteros Pelegrín*

Capítulo 3

Nuevas Herramientas para la Gestión del Turismo en Espacios Naturales.....34

Catí Carrillo Sánchez y Andrés Muñoz Corbalán

Capítulo 4

Recuperación de la memoria ecológica de la Huerta de Murcia: experiencia en
Rincón de Beniscornia (Murcia) con el Proyecto Iskurna.....42

Antonio José García Cano

Capítulo 5

Iniciativa Salto SOSostenible: La educación ambiental como herramienta para
fomentar la conservación y gestión del paraje natural del Salto del Usero.....49

C. López Cañizares, D. Hernández Mármol y J.M. Fernández López

Capítulo 6

El campo volcánico del oeste de Cartagena y su importancia patrimonial.....56

J.I. Manteca, J. López Ruiz y J.M. Cebriá

Capítulo 7

Salinas del valle de ricote: paisaje y patrimonio.....65

Miguel Ángel Núñez y Miguel Ángel Sánchez-Sánchez

Capítulo 8

Minería en la costa de la S^a de Almagrera (Almería): datos mineralógicos de las
playas.....73

*Salvador Ordóñez, David Benavente, J. C. Cañaveras, M^a Ángeles García-del-Cura
y J. Martínez-Martínez*

Capítulo 9

Depósitos Cuaternarios de Carbonatos Continentales en la zona de Baños de Mula (Murcia).....	82
<i>Salvador Ordóñez, David Benavente y M^a Ángeles García-del-Cura</i>	

Capítulo 10

La sierra de la Sagra, un lugar de interés geológico singular afectado por el turismo de naturaleza.....	93
<i>José Fidel Rosillo Martínez, Francisco Guillén Mondéjar, María Asunción Alías Linares, Luis Arrufat Milán y Antonio Sánchez Navarro</i>	

Capítulo 11

Los inventarios de lugares de interés geológico, minero y usos tradicionales de la geodiversidad son útiles para el desarrollo rural. Ejemplos en la comarca de Huéscar (Granada).....	102
<i>José Fidel Rosillo Martínez, Francisco Guillén Mondéjar, María Asunción Alías Linares, Luis Arrufat Milán y Antonio Sánchez Navarro</i>	

Capítulo 12

Corredor fluvial periurbano Murcia-Contraparada, estableciendo manchas de bosque de ribera en un río encauzado.....	110
<i>Jorge Sánchez Balibrea, Pedro López Barquero, Pedro García Moreno, Francisco Carpe Ristol y Adela Martínez-Cachá.</i>	

Capítulo 13

Restauración de espacios dunares y litorales en el entorno del Mar Menor (SE ibérico).....	117
<i>Jorge Sánchez Balibrea, Pedro López Barquero, Pedro García Moreno, Carmen Martínez Saura, Pedro Luengo Sánchez, Álvaro Sixto Coy, Juan de Dios Cabezas Cerezo, A. Félix Carrillo López</i>	

Capítulo 14

Gestión del paisaje en los sistemas forestales. El caso del Parque regional de Carrascoy y El valle.....	125
<i>Miguel Ángel Sánchez Sánchez, Francisco Belmonte Serrato, Ramón García Marín</i>	

Capítulo 15

Los paisajes del agua del valle de Ricote en la región de Murcia.....	133
<i>Miguel Ángel Sánchez Sánchez, Francisco Belmonte Serrato, Ramón García Marín</i>	

II Medio Ambiente.....	140
-------------------------------	------------

Capítulo 16

Diagnóstico de la conciencia ambiental en jóvenes de la Región de Murcia.....	141
<i>Isabel Baños González, Carmen M. Martínez Saura, Pedro Baños Páez, Pedro García Moreno</i>	

Capítulo 17

El efecto de Puerto Mayor en la dinámica litoral de
La Manga Sur (Región de Murcia).....151
Francisco Belmonte Serrato, Antonio Daniel Ibarra Marinas y Gustavo A. Ballesteros Pelegrín

Capítulo 18

Restauración agroecológica de sistemas agrarios. El Caso de la Finca El Mauro
(Caravaca de la Cruz).....160
José María Egea Fernández, Fernando De Retes y José Manuel Egea Sánchez

Capítulo 19

Efectos antrópicos sobre los gradientes de paisaje y hábitat y su influencia
sobre la comunidad de aves acuáticas en una laguna costera mediterránea
(Mar Menor, SE España).....167
*Pablo Farinós Celdrán, Francisco Robledano Aymerich,
M^a Francisca Carreño Fructuoso y Javier Martínez López*

Capítulo 20

Resultados obtenidos en la Región de Murcia mediante la forestación
de tierras agrarias al amparo de las ayudas de desarrollo rural.....175
*Miguel Ángel Fernández Carrillo, Francisco Belmonte Serrato,
Asunción Romero Díaz, Francisco Robledano Aymerich, Mariano Sánchez Martín*

Capítulo 21

Infraestructuras verdes para la mejora de la calidad del agua y la biodiversidad:
los humedales artificiales de l'Albufera de Valencia.....187
*Antonio Guillem, Lucía Moreno, Matthieu Lassalle, Pablo Vera, Roberto González,
Carmen Hernández Crespo, Sara Gargallo y M^a Antonia Rodrigo*

Capítulo 22

La cogestión adaptativa como herramienta para la gestión ética de la pesca.....196
Simón Hernández Aguado, María Eugenia Sánchez Vidal, Ignacio Segado Segado

Capítulo 23

Procesos litorales en la playa de Matalentisco (Águilas, Región de Murcia).....204
A. Daniel Ibarra Marinas, Gustavo A. Ballesteros Pelegrín y Francisco Belmonte Serrato.

Capítulo 24

Estimación inicial de los aportes de sedimentos en las playas de la
Región de Murcia por las praderas de Posidonia oceánica.....212
A. Daniel Ibarra Marinas, Gustavo A. Ballesteros Pelegrín y Francisco Belmonte Serrato

Capítulo 25

Propuestas para la gestión de fincas agroforestales ubicadas en espacios
Natura 2000: el Convenio de colaboración Universidad de Murcia - Castillo de
Chuecos.....218
*María V. Jiménez Franco, Francisco Robledano Aymerich, Isabel Hernández,
Víctor M. Zapata Pérez, Vicente Martínez López*

Capítulo 26

La colaboración con agricultores para la recuperación de flora autóctona como herramienta para la custodia del territorio.....226

Carmen M. Martínez Saura, Jorge Sánchez Balibrea, Pedro López Barquero, Pedro García Moreno, Ramón Navia Osorio-Pascual, Miguel Ángel Carrión Vilches, Ángel Sallent Sánchez, Diego Martínez Vélez

Capítulo 27

Creación de tecnosuelos a partir de residuos mineros para favorecer el desarrollo de la vegetación y conseguir una rehabilitación paisajística.....234

Fabián Moreno Barriga, Vicente Díaz, José A. Acosta, María Ángeles Muñoz, Ángel Faz, Raúl Zornoza.

Capítulo 28

Aplicaciones de la facilitación en restauración de áreas mineras en ambientes semiáridos.....241

José Antonio Navarro Cano, Marta Goberna, Alfonso Valiente Banuet, Miguel Verdú

Capítulo 29

Actividad del Voluntariado Ambiental Municipal del Ayuntamiento de Murcia en el río Segura.....249

Herminio Picazo, Marta Sánchez, Francisco Carpe

Capítulo 30

La renaturalización de cultivos abandonados como contribución a la infraestructura verde del sureste ibérico.....255

Francisco Robledano Aymerich, Asunción Romero Díaz, Francisco Belmonte Serrato, Víctor M. Pérez Zapata, Carlos Martínez Hernández y Vicente Martínez López

PRÓLOGO

La diversidad paisajística constituye una de las singularidades del Sureste Peninsular, y a ello han contribuido tanto los factores naturales como el grado de intervención de sus ocupantes a lo largo de la historia.

El interés por saber los elementos que caracterizan y definen cada tipo de paisaje, así como los factores que contribuyen a su supervivencia, es imprescindible para su uso adecuado. En la conservación de los paisajes naturales, el papel de las Administraciones ha sido y es fundamental por su doble función: el establecimiento de las directrices de su uso a través de los distintos tipos de planeamiento, y sobre todo en la vigilancia para el cumplimiento del mismo. En los paisajes culturales, antropizados, tanto su sistema de aprovechamiento tradicional como el que se da en la actualidad, es la base de su estructura y supervivencia.

Los paisajes son propiedad de los dueños del suelo que lo ocupan: Administraciones y particulares. En el primer caso deben velar para que las siguientes generaciones también puedan disfrutar de los abundantes recursos con los que cuentan. En cuanto a los paisajes de propiedad privada, como están condicionados a su buen aprovechamiento económico, cuando sea necesario también corresponde a las Administraciones procurar que no caigan en el abandono. De este modo se evitará el proceso de degradación medioambiental que sucede en estos casos, con una gran incidencia por las características climáticas del Sureste Peninsular.

La treintena de aportaciones que configuran este libro constituyen una amplia temática, y contribuyen a profundizar en el conocimiento de los paisajes de este territorio, pero, además, en bastantes casos, estas contribuciones pueden considerarse pioneras, pues abordan temas singulares y poco tratados.

Hemos vivido recientemente unos años de intensos cambios en el paisaje, provocados por una corriente urbanizadora del suelo que parecía que no iba a tener fin. La crisis económica y los planeamientos poco acertados, bastantes de ellos paralizados o modificados por los Tribunales de Justicia, son dos hechos que deberían servir para movilizar a la sociedad reivindicando un uso racional del territorio.

Si este libro sirve para seguir creando conciencia de conservación donde sea necesario, y de buena explotación en el resto de los casos, ya habremos dado un buen paso.

Cayetano Espejo Marín

Catedrático de Geografía Física

Departamento de Geografía. Universidad de Murcia

INTRODUCCIÓN

Este libro se estructura en dos bloques con 15 capítulos cada uno. El primer bloque se ha de nominado “Paisaje y Patrimonio Natural” y agrupa los primeros 15 capítulos dedicados a aspectos relacionados con el paisaje y el patrimonio natural en el Sureste Ibérico como elementos de riqueza ambiental y turística. En el segundo bloque, denominado “Medio Ambiente”, se agrupan los capítulos que tratan aspectos relacionados con los efectos ambientales de determinadas actuaciones humanas, de gestión y restauración ambiental y de concienciación y colaboración entre los agentes implicados en el uso del territorio y los que trabajan por su conservación.

Bloque I: Paisaje y Patrimonio Natural

El capítulo 1, trata sobre el valor patrimonial y de identidad cultural que han adquirido los paisajes que pueden percibirse en el interior y en el torno del Parque Regional de las Salinas de San Pedro del Pinatar (Murcia), contruidos a partir de la multiplicidad de usos, principalmente la actividad salinera, pero también las artes de pesca artesanales, el interés naturalístico y la actividad turística, que han dotado a este territorio de una fisionomía muy particular y configurado una de las señas de identidad regional más característica.

En el segundo capítulo, se analizan los paisajes forestales del Valle de Ricote, como espacios forestales patrimonializados. El patrimonio forestal tiene una componente material que está relacionada con los aspectos naturales y una componente inmaterial o cultural, derivada de los aprovechamientos y gestión histórica de los montes. En el Valle de Ricote, se aúnan ambos componentes, dotando a sus paisajes forestales en un auténtico patrimonio forestal.

El capítulo 3 se centra en la evaluación de nuevas herramientas para la gestión del turismo en espacios naturales y en concreto aquellas emanadas de la Carta Europea de Turismo Sostenible en Espacios Protegidos (CETS), que sirven de vínculo entre las administraciones ambientales y el sector turístico.

En el capítulo 4 se expone el ejemplo de un proyecto (Proyecto Iskurna) de recuperación de la memoria ecológica en un espacio cultural como la Huerta de Murcia. Con ello se pretende incrementar la vinculación de la población con el ecosistema, en

base a una serie de actividades que son útiles tanto para compartir los conocimientos relativos al entorno, como para seguir aprendiendo del lugar y sus habitantes.

El capítulo 5 trata de la educación ambiental como herramienta para la conservación y gestión de espacios naturales y culturales. El capítulo expone el trabajo desarrollado en la iniciativa “SaltoSOstenible”, desarrollada en el paraje natural “Salto del Usero”, en el río Mula, Bullas (Murcia).

En el 6 se trata el valor patrimonial del campo volcánico del oeste de Cartagena, proponiendo el desarrollo de itinerarios didácticos que interpretar las diferentes estructuras volcánicas y conocer cómo fueron los correspondientes procesos eruptivos hace 2,6 M.a. y la posterior evolución geomorfológica de la zona.

El capítulo 7 se centra en otro de los aspectos patrimoniales con valor paisajístico y turístico, de los que el sureste español está abundantemente dotado: las salinas de interior. En este caso se analizan las salinas existentes en el Valle de Ricote, como un valor de su patrimonio cultural, etnográfico y paisajístico que debería ser cuidado.

En el capítulo 8 se hace un análisis de las consecuencias de la minería en la sierra de la Almagrera (Almería), sobre la tipología de la arena en las playas de Las Calas, La Invencible y playa Cristal de San Juna de Los Terreros, en cuanto a su contenido en minerales procedentes de las extracciones mineras.

En el capítulo 9 se analiza la importancia patrimonial de las características geológicas de los travertinos de tipo “Plateau” (Tp) del Cerro del Castillo (Puebla de Mula) y de la Almagra (Baños de Mula). Se describen así mismo los travertinos tipo “fisural ridge” (Tfr) de Baños de Mula y sus características en relación con el sistema de fracturas de la zona.

En capítulo 10 se pone de manifiesto los efectos que el turismo de naturaleza está teniendo sobre la sierra de la Sagra (Granada), un lugar de un enorme interés geológico singular. El exceso de visitantes (sobre todo en verano) a través del famoso “embudo de la Sagra” y a través de los “canchales” de su vertiente norte, está ocasionando erosión y afecciones a la vegetación endémica y a la fauna del lugar, que hace necesario establecer mecanismos de protección.

El capítulo 11 se centra en la importancia que los inventarios de lugares de interés geológico, minero y usos tradicionales de la Geodiversidad, tiene sobre el desarrollo rural.

El trabajo se centra en comarca de Huéscar (Granada) y concluye con unas recomendaciones para dar a conocer el valor patrimonial de estos recursos.

En el capítulo 12 se describe el trabajo realizado para la recuperación del bosque de rivera en ríos encauzados, mediante el establecimiento de “manchas” de bosque a lo largo del corredor fluvial periurbano Murcia-Contraparada. Los resultados muestran que es posible la implantación de manchas de bosque de ribera en ríos encauzados y que estos son capaces de albergar una biodiversidad digna de conservar y fomentar.

El capítulo 13 aporta un ejemplo de restauración del patrimonio natural en espacios naturales protegidos, en concreto en los espacios dunares y litorales en el entorno del Mar Menor (Murcia) y en base a las plantaciones de especies gravemente amenazadas, tales como la esparraguera del Mar Menor (*Asparagus macrorrhizus*), la zanahoria marina (*Echinophora spinosa*), la tamarilla del Mar Menor (*Helianthemum marminorense*) y la sabina de las dunas (*Juniperus turbinata*), así como las plantaciones de salao (*Halocnemum strobilaceum*), una especie extinguida en el arco sur del Mar Menor.

En el capítulo 14 se expone otro ejemplo de gestión del paisaje en espacios naturales, en concreto en el Parque Regional de Carrascoy y el Valle, mediante el análisis de los objetivos de calidad paisajística contemplados en las memorias de actuación silvícola y de gestión forestal. Los resultados indican que la aprobación del Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Regional de Carrascoy, sería el referente más adecuado para la gestión del paisaje forestal en dicho espacio.

El último capítulo (el 15) de este apartado de paisaje y patrimonio, se centra en los elementos tradicionales asociados al uso y gestión del agua en el Valle de Ricote (Región de Murcia), como elementos patrimoniales de consideración paisajística, o “paisajes del agua”. La red de acequias y las infraestructuras asociadas al riego (aceñas, norias), junto con las huertas, constituyen un paisaje de interés patrimonial y paisajístico digno de conservación.

Bloque II: Medio Ambiente

En el capítulo 16 se hace un pionero e interesante diagnóstico de la consciencia ambiental en jóvenes de la Región de Murcia y su valoración de la actuación del gobierno de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia en relación con la protección del medio ambiente. Los resultados preliminares muestran la importancia que entre los jóvenes de la Región de Murcia se otorga a la conservación del medio ambiente.

El capítulo 17 evalúa el efecto de una infraestructura portuaria como, Puerto Mayor en la Manga del Mar Menor (Región de Murcia), en la dinámica litoral de la costa de la manga. Los resultados muestran un retroceso de costa de hasta 30 m en algunos sectores y pérdidas de superficie de playa en torno a los 40.000 m² en las playas afectadas.

El capítulo 18 ejemplifica un proyecto de restauración agroecológica en una finca agrícola de Caravaca de la Cruz (Región de Murcia). La *restauración agroecológica* se entiende como el proceso de recuperación de sistemas agrarios abandonados o degradados hasta situarlos en un estado ideal sustentable desde la perspectiva agroecológica, estado que podría entenderse como la *clímax agroecológica*.

En el capítulo 19 se hace un interesante diagnóstico sobre los efectos antrópicos en los gradientes de paisaje y hábitat y su influencia en la comunidad de aves acuáticas en el Mar Menor (Región de Murcia), las cuales pueden ser consideradas como valiosos bioindicadores del estado del medio ambiente en lagunas costeras y humedales, por lo que deberían ser integradas en las evaluaciones ecológicas de los de tales ambientes.

En el capítulo 20 se hace una evaluación de las actuaciones de forestación de tierras agrarias en el marco de las ayudas de desarrollo rural, que en la Región de Murcia ascienden a 8.300 ha y se pone de manifiesto la importancia que estas actuaciones pueden tener en la restauración ecológica de tierras abandonadas o de escasa vocación agrícola, en el aumento de la biodiversidad y en la lucha contra la erosión en ambientes mediterráneos.

El capítulo 21 trata un aspecto de gran importancia en la lucha por mejorar la calidad de las aguas y la biodiversidad, como son las infraestructuras verdes. En este sentido se analizan los humedales artificiales de la Albufera de Valencia, como sistemas de tratamiento de aguas residuales tanto urbanas como industriales o agrícolas y se pone de manifiesto su eficacia en la regeneración de aguas eutrofizadas de l'Albufera.

El capítulo 22 se trata la insostenibilidad de algunas comunidades de pescadores a consecuencia de la mala gestión de los recursos pesqueros y se propone la “cogestión adaptativa” como herramienta de gestión que estimule una pesca sostenible, analizando el estado de las comunidades y los riesgos que las amenazan a través del conocimiento de los pescadores. El estudio se centra en la comunidad de pescadores de Cartagena,

poniendo de manifiesto las dificultades con las que se enfrenta y como la cogestión adaptativa puede solventar sus problemas.

En el capítulo 23 se analizan los procesos litorales que afectan a la playa de Matalentisco, una de las playas menos urbanizadas del municipio de Águilas que se está viendo afectada, como la mayoría de playas del sur de la Región de Murcia, por la erosión costera derivada de la falta de sedimentos aportados por las ramblas. Esta situación se ve plasmada en la pérdida de 2.6 ha de superficie de playa desde 1956, que representa el 80% de la superficie en ese año de referencia, con pérdidas transversales en algunos transectos de más de 50 metros.

En el capítulo 24, se hace una estimación inicial de los aportes de sedimentos a las playas de la Región de Murcia por las praderas de Posidonia oceánica. Es un trabajo muy interesante y novedoso por la importancia que estos aportes pueden tener en la recuperación de parte de la arena perdida por erosión costera. Se concluye que la captura y el aporte de sedimentos realizados por la Posidonia oceánica, es proporcional a la extensión de las praderas, y esta, a su vez, está condicionada por la profundidad.

El capítulo 25 trata una propuesta de gestión a través de la figura de "Custodia del Territorio" para la gestión de fincas agroforestales ubicadas en espacios naturales de la red Natura 2000, centrándose en un convenio entre la Universidad de Murcia y la sociedad Castillo de Chuecos que gestiona una finca en la sierra de Almenara (Águilas, Murcia). Para el desarrollo de estas propuestas de gestión es necesario la búsqueda de financiación pública y mecenazgo, así como la implicación del voluntariado y la concienciación ciudadana.

En el capítulo 26 se trata la importancia de la colaboración de los agricultores en la recuperación de la flora autóctona, a través de la figura de "Custodia del Territorio". La recuperación se lleva a cabo mediante la implantación de setos de flora autóctona en los que desde 2008 se han utilizado ya más de 21.000 plantones de 50 especies diferentes. Además esta medida crea refugio y corredores para la fauna silvestre muy necesarios en áreas agrícolas con escasa vegetación natural.

El capítulo 27 presenta un novedoso ensayo de desarrollo de funciones edáficas en residuos mineros, en base a la adición de enmiendas como el biocarbón, procedente de diferentes residuos orgánicos y lodo de mármol. Los resultados muestran que esta es una forma efectiva de aumentar el carbono orgánico del suelo y la estabilidad de los

agregados necesaria para mejorar la estructura del suelo y garantizar el desarrollo de la vegetación.

El 28, en relación con el capítulo anterior, presenta un trabajo sobre restauración de áreas mineras basado en la selección de especies nodriza locales y de micrositos de plantación adecuados a la especie diana, la aplicación de técnicas blandas de plantación y el seguimiento del éxito de la restauración más allá del estado de la especie implantada y se aportan evidencias del papel de la facilitación en la colonización vegetal de ambientes minero-metalíferos y yesíferos del Sureste Ibérico.

En el capítulo 29 se presentan los resultados de un programa de voluntariado ambiental que promueve la participación ciudadana en el conocimiento y la conservación de los espacios naturales y la biodiversidad en el municipio de Murcia.

Finalmente, en el capítulo 30 se presenta un estudio sobre la renaturalización de cultivos abandonados como contribución a la infraestructura verde en el sureste ibérico. Se propone la reconstrucción natural asistida, utilizando mecanismos pasivos tutelados o incentivados mediante técnicas de bajo coste, para la renaturalización de campos de cultivo abandonados, como alternativa a las políticas tradicionales de restauración forestal.

I

PAISAJE Y PATRIMONIO NATURAL

Capítulo 1

Los paisajes del Parque Regional de las Salinas de San Pedro del Pinatar (Murcia): valor patrimonial e identidad cultural

Gustavo A. Ballesteros Pelegrín, Miguel Ángel Sánchez Sánchez, Antonio Daniel Ibarra Marinas y Francisco Belmonte Serrato.

Departamento de Geografía. Campus de La Merced. Universidad de Murcia, 30.001
E-mail: gabp1@um.es massgeociencias@gmail.com franbel@um.es adaniel.ibarra@um.es

RESUMEN

Se analizan y evalúan los paisajes del Parque Regional de las Salinas de San Pedro del Pinatar en la Región de Murcia, desde la perspectiva patrimonial y de identidad cultural, ya que las montañas de sal, los baños de lodos, la playa de la Llana, los molinos de viento, los flamencos, etc., constituyen elementos de un paisaje con valor patrimonial e identitario, que pueden ser considerados como "ecocultural", donde interrelaciona de forma muy estrecha el hombre y la naturaleza desde épocas muy remotas. La actividad salinera –principalmente-, las artes de pesca artesanales, el turismo de sol y playa, salud y de naturaleza, han convertido este territorio y sus paisajes en una de las señas de identidad local y regional.

ABSTRACT

Analyzes and evaluates the landscape of the regional park Salinas de San Pedro del Pinatar in Murcia, from the financial perspective and cultural identity, as the mountains of salt, mud baths, beach Llana, windmills, flamingos, etc., constitute elements of a landscape with heritage and identity value, which can be considered as "eco-cultural", which interacts in a very strong man and nature since ancient times. The -mainly- salt industry, artisanal fishing gear, the sun and beach tourism, health and nature, have turned this territory and landscapes in one of the hallmarks of local and regional identity.

1. INTRODUCCIÓN

Las montañas de sal, los baños de lodos, la playa de la Llana, los restos de los molinos de viento, los flamencos, etc., constituyen elementos de un paisaje con valor patrimonial e identitario. Los paisajes del Parque Regional pueden ser considerados como "ecoculturales" (Sánchez-Sánchez y Ballesteros, 2015). El paisaje se ha convertido en los últimos tiempos en un tipo particular de patrimonio, en su configuración formal, es la huella de la sociedad sobre la naturaleza y sobre paisajes anteriores, la marca o señal

que imprime "carácter" a cada territorio. La actividad salinera principalmente, pero también las artes de pesca artesanales, el interés naturalístico y la actividad turística; han convertido este territorio y sus paisajes en una de las señas de identidad local e incluso regional. La identidad se encuentra vinculada al carácter del territorio, al sentido social de pertenencia al mismo, a las condiciones de su entorno y al reconocimiento colectivo de una red de significados. Los recursos y valores tangibles e intangibles conectan el complejo de la identidad de un territorio (Canovés *et al.*, 2014).

2. EVOLUCIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL PAISAJE DE LAS SALINAS

Las Salinas del Pinatar fueron explotadas por los cartagineses, romanos y visigodos, siendo un producto de exportación en este último periodo y decae durante el periodo musulmán. Con Alfonso X las Salinas quedan adscritas a la Corona, constituyendo un bien *de realengo* hasta el siglo XIX (Mellado, 2007 y Valls, 1923). En 1879 una ley libera la industria de la sal y hacia 1880 las Salinas del Pinatar son compradas por D. Manuel García Coterillo que unifica las tres salinas existentes (Hospital, Principal y Renegada), en una sola explotación. La actuación de este empresario es fundamental para la supervivencia a largo plazo de las Salinas, pues sienta las bases de la configuración en una sola explotación, que condicionará su actual rentabilidad, frente a la deriva actual de explotaciones de pequeño tamaño. A partir de este momento se identifican los siguientes procesos que condicionan la configuración actual del paisaje (Mellado, 2007):

Ampliación entre 1884-1900:

La Figura 1 muestra cómo se producen dos cambios significativos: por un lado, la unificación de las Salinas del Principal y de las Salinas del Hospital, con la creación de nuevas balsas salineras en los saladares y almarjales que quedaban entre ambas salinas. Y por otro, la creación de instalaciones de apilado y manufacturado de la sal, en el centro de la explotación y cerca del muelle del Mar Mediterráneo.

Ampliación 1900-1956:

El espacio dedicado a explotación salinera (Figura 2) se expande, al norte, entre el canal perimetral y el sistema dunar y pinar de Coterillo, se amplían y consolidan las balsas. Se crea una mota perimetral de las salinas, que en los años 80 será sustituida por el actual canal perimetral. Junto al Mar Menor y limitando con Punta de Algas y las Encañizadas, se crean nuevas balsas salineras. En 1906 ganando sobre el Mar Menor se construye una mota que une los Molinos de Quintín y Calcetera creando nuevos charcos salineros.

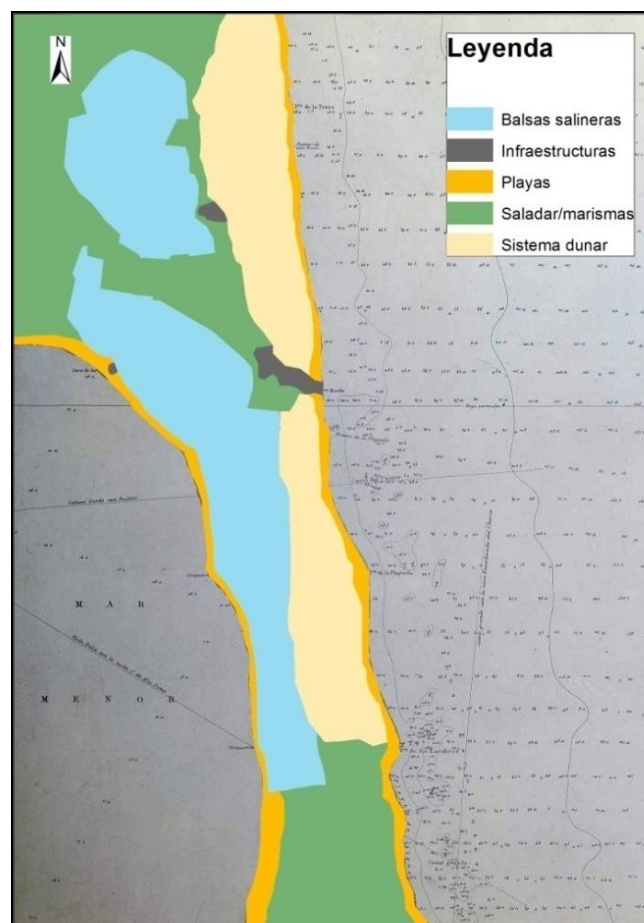


Figura 1. Unidades paisajísticas en 1884

Fuente: Elaboración propia

Ampliación 1956-2010:

Las salinas se amplían y consolidan en su límite este con la creación de una balsa ganada al sistema dunar de la Playa de la Torre Derribada, que actualmente se denomina: “Charca de Coterillo” (figura 3). Se amplían los charcos cristalizadores situados junto a la charca de Coterillo, la explotación salinera utiliza terrenos de inundación temporal y saladares anexos al sistema dunar de la playa de la Llana.

El peso histórico, económico y cultural que ha tenido la explotación salinera, ha permitido resguardar este enclave frente a los procesos de ocupación indiscriminada del litoral de la segunda mitad del siglo XX, conformando uno de los paisajes más singulares y sugerentes del litoral mediterráneo, que constituye una de las expresiones más armoniosas de intervención humana en el litoral. Es un vivo ejemplo de aprovechamiento de los recursos, basado en un reconocimiento exhaustivo del territorio y su funcionalidad, dando como resultado unos ecosistemas capaces de sustentar una alta diversidad y a la vez de mantener la capacidad de generar servicios de gran relevancia económica. Este paisaje, consecuencia de la interacción entre los usos y costumbres con los que

secularmente se ha intervenido este territorio, ha-configurado en la actualidad, junto a las Encañizadas, el humedal más importante de la Región de Murcia.

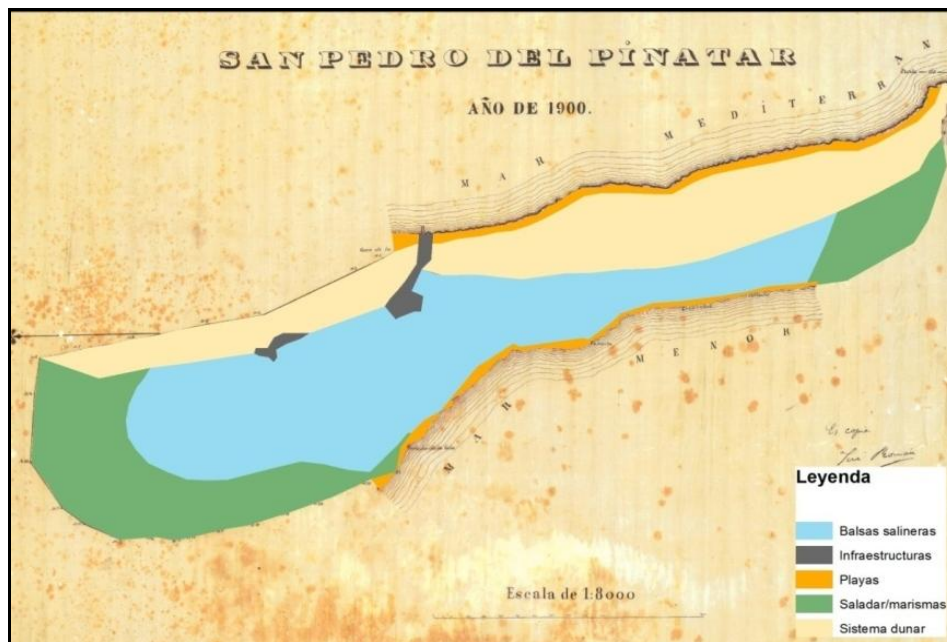


Figura 2. Unidades paisajísticas en 1900

Fuente: Elaboración propia

Es la relación hombre-naturaleza la que ha generado un territorio multifuncional desde el punto de vista social, económico y ambiental, heterogéneo y muy diverso, donde el paisaje se puede definir como ecocultural, y en el que es imposible excluir la huella de las actividades del ser humano. Se ha producido una simbiosis, en la que manifestación del paisaje, de la fauna y flora, es consecuencia de la actividad salinera, y esta se ha podido desarrollar por las características del medio.

Por tanto, la interacción de elementos del medio físico ha permitido el desarrollo de una actividad económica que configura el actual paisaje, que a su vez ha favorecido el desarrollo de actividades de carácter turístico (turismo de playa y baños de lodo), generado un sistema territorial, ambiental, social y económico sostenible en el tiempo.

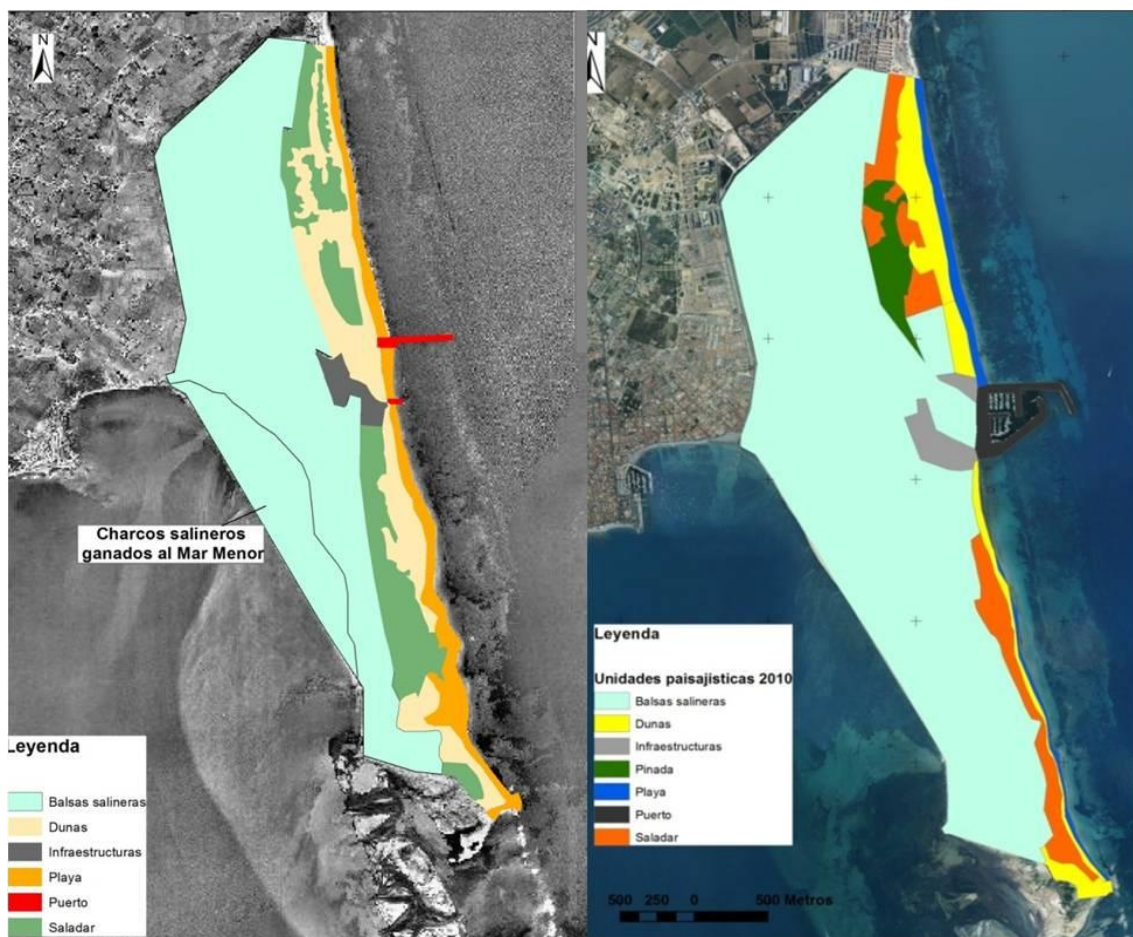


Figura 3. Izquierda: Unidades de paisaje en 1956. Derecha: unidades de paisaje en 2010

Fuente: Elaboración propia tomando como base las coordenadas UTM referidas al Huso 30, del sistema de referencia ETRS 89 y de fondo la Ortoimagen del vuelo Natmur 2008, de la Dirección General de Medio Ambiente de la Consejería de Presidencia de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

3. EVOLUCIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL PAISAJE DE LAS ENCAÑIZADAS

Pedro Fernández de Palomares construyó en 1414, bajo concesión municipal, una encañizada en la divisoria de aguas que comunican el Mar Menor y el Mar Mediterráneo (Torres, 1987), si bien, a partir de 1483 se ceden mediante arrendamiento cada cuatro años, convirtiendo al Concejo de Murcia en su legítimo propietario.

A lo largo de su existencia, los expedientes de restauración de las encañizadas son muy frecuentes, si bien la rentabilidad de la explotación compensa con creces estos esfuerzos. Cabe destacar que en 1651 la riada de San Calixto, que afectó gravemente a la ciudad de Murcia, ocasionó graves daños en sus infraestructuras, entre las que destaca el Malecón, cuya reparación se financió con el producto obtenido del usufructo de las encañizadas (Jiménez 1957; Gallego, 2002).

En 1926 se encarga a una comisión para “el estudio científico, técnico y económico de las encañizadas que el estado posee en el Mar Menor” (Encañizadas de la Torre y del Ventorrillo), con objeto de deducir si es conveniente variar el sistema de explotación llevado hasta ese momento, para obtener mayores rendimientos y sentar las reglas de la posible instalación de una piscifactoría (Mellado *et al.*, 1991). Este estudio, sería la antesala de lo que muchos años después, en 1966, diera lugar a la creación del Instituto Español de Oceanografía, al que el Patrimonio Nacional cede la gestión y explotación de las encañizadas en 1967, como auténtico laboratorio natural, donde experimentar en diversos campos de la investigación marina (Instituto Español de Oceanografía, 2005).

La encañizada de Torre y la del Ventorrillo, tienen capturas muy reducidas en la década de los 70 y 80, hasta que la encañizada de la Torre es la última en ser abandonada en 1986 (Esquero, 1978 y Gallego, 2002). En 1997 Sinforoso Albaladejo García, a través de su empresa Hijos de Albaladejo S.L., obtiene la concesión para la recuperación y explotación pesquera tradicional de las encañizadas de La Torre y la del Ventorrillo por un plazo de 10 años.

El criterio principal y básico del “proyecto de recuperación y explotación pesquera tradicional de las encañizadas” ejecutado en 1998, fue la reconstrucción y reposición de las instalaciones que forman la encañizada de la Torre, con el fin, de devolver estas instalaciones a un estado funcional, muy similar al que presentaba en los años ochenta, previo a su abandono. Así pues, la reconstrucción de la casa e instalaciones de la encañizada de la Torre, se realizó atendiendo a sus características originales, ajustándose en cuanto a su volumen, altura, formas y acabados exteriores, al igual que la rehabilitación del sistema de pesca tradicional, donde también se han utilizado materiales tradicionales, es decir, cañas naturales y esparto (Martínez-Baños, 1998). Según este mismo autor, la puesta en marcha de este Proyecto ha supuesto: 1. La recuperación y conservación de un tipo de pesca histórica, de carácter singular y característico del Mar Menor. 2. La recuperación de un recurso económico, rentable, de gran calidad, sostenible en el tiempo y compatible con los objetivos de conservación del paisaje, el territorio y sus valores biológicos. 3. Mejora en la conservación de la avifauna y su hábitat en las zonas adyacentes a la franja costera e islotes, ya que las encañizadas cuenta con personal de vigilancia privada día y noche durante todo el año, que contribuye a disminuir las actividades pesqueras ilegales y el furtivismo.

En definitiva, con la puesta en marcha de éste proyecto se ha conseguido: compatibilizar el funcionamiento de la explotación pesquera tradicional con la necesidad de protección y conservación de los valores paisajísticos y ecológicos del Parque Regional.

Las partes esenciales del arte de pesca de la encañizada son: “la travesía, las paranzas y los corrales” (Figura 4) (Bas *et al.*, 1955). La “travesía” viene a ser como una

barrera que atraviesa el canal que comunica el Mar Menor con el Mediterráneo de orilla a orilla.

Está formada por cañas de unos dos metros de altura clavadas en el suelo, y separadas unas de otras un par de centímetros. Entre las cañas pasa perfectamente el agua, pero no los peces, que quedan atrapados. Cada “paranza” tiene dos entradas en forma de V, denominadas “calamboques”, y una serie de departamentos. Los situados en los extremos se les denomina “primeras resguardas”, y los dos que le siguen a derecha e izquierda se conocen por “resguarda principal” y “carretón”. Por último, se encuentra “la muerte”, que es el departamento central, donde se concentran los peces, que serán capturados mediante un salabre (Rodríguez, 1923).



Figura 4. Elementos esenciales del arte de pesca de las Encañizadas.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, están los “corrales”, que suelen ser dos por encañizada y están situados en los extremos de las travesías. Son unas redes sujetas verticalmente al suelo mediante estacas, dispuestas en forma espiral o de caracol. En ellas quedan presos los peces que, en su marcha hacia el Mediterráneo, retroceden hacia la laguna.

En invierno, los peces como dorada (*S. aurata*), mujol (*Mujil sp*), lubina (*Dicentrarchus labrax*), etc., buscan refugio en las tranquilas y cálidas aguas del Mar Menor, lugar ideal para el desove y sus crías se suelen mantener hasta la edad adulta. En verano, el agua se calienta y los peces nadan buscando la salida al Mediterráneo, con aguas más frías. En este éxodo, penetran en las golas hasta que se encuentran el

camino cortado en su marcha por la “travesía”, que la recorren en busca de salida, y vienen a dar con las “paranzas” en los que van penetrando en diferentes compartimentos denominados “calambochos” y si intentan retroceder, se encuentran con la angostura y extremos de cañas horizontales con que termina el interior del “calambocho”, que se convierte en un obstáculo insalvable.

Finalmente, entran los pescadores con las barcas planas denominadas “plancha” y perchando, se aproximan a las “paranzas” para sacar los peces con salabres (Valero, 1972 y Gallego, 2002). Que serán vendidos en lonja de Lo Pagán (San Pedro del Pinatar) (Martínez-Baños, 2010).

4. CONCLUSIONES

El peso histórico, cultural, ambiental y sobre todo económico que ha tenido la actividad salinera y las Encañizadas durante siglos, ha permitido resguardar este enclave frente a los procesos de ocupación del litoral, sobre todo a partir de la segunda mitad del siglo XX, dando lugar a dos de los paisajes más singulares y sugerentes del litoral. Por tanto, es imposible separar y, en consecuencia comprender de forma independiente, las tramas paisajísticas y ecológicas de las socioeconómicas, el conjunto es una creación específica indivisible, ya que ninguno de estos valores existiría por sí mismo.

Se ha producido una simbiosis, en la que el paisaje, las manifestaciones de flora y fauna, son consecuencia de la actividad salinera y pesquera de las encañizadas, y esta actividad se ha podido desarrollar por las especiales características del medio físico de ambos espacios. Los paisajes son el reflejo del considerable valor patrimonial, tanto natural como cultural, que tienen los elementos del Parque Regional de las Salinas de San Pedro, constituyendo una seña de identidad cultural que trasciende el ámbito municipal.

5. BIBLIOGRAFÍA

- BAS, C., MORALES, E., RUBIO, M. (1955). La Pesca en España. Barcelona.
- CÁNOVES, G.; VILLARINO, M.; BLANCO-ROMERO, A.; DE UÑA, E. y ESPEJO, C. (editores). Turismo de interior: renovarse o morir. Estrategias y productos en Cataluña, Galicia y Murcia. Valencia: Universitat de Valencia, 2014
- GALLEGO, M. (2002). La Manga del Mar Menor y sus Encañizadas. Las pantanas y el bol de golos. En Murcia y los pueblos de España. Actas del XXVII Congreso Nacional de la Asociación Española de Cronistas Oficiales, p. 259-269.
- INSTITUTO ESPAÑOL DE OCEANOGRAFÍA (2005): En memoria de Aurelio Ortega Ros. Boletín del Instituto Español de Oceanografía, nº 21, p. 7-8.
- MARTINEZ-BAÑOS, P. y cols. (1998): Proyecto de Recuperación y Explotación Pesquera de las Encañizadas del Mar Menor La Torre y El Ventorrillo. Murcia: Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente.

- MARTÍNEZ-BAÑOS, P.; GONZALEZ, A. Y BALLESTEROS, G.A. (2010): Las encañizadas del Mar Menor: modelo de explotación pesquera sostenible con la conservación de la biodiversidad, en el Parque Regional de las Salinas de San Pedro. Comunicación al Congreso Nacional del Medio Ambiente CONAMA10, 13 p.
- MELLADO, R.; GARCERÁN, E.; ALONSO, S. (1991): San Pedro del Pinatar. El libro de la Villa. San Pedro del Pinatar: Ed. Ayto. de San Pedro del Pinatar.
- MELLADO, R. (2007): Las Salinas marítimas de San Pedro del Pinatar. *Revista Murciana de Antropología*, 2007, nº 14, pp. 481-514.
- RODRIGUEZ, B. (1923): Diccionario de Artes de Pesca. Madrid.
- SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, M.A. y BALLESTEROS, G.A. (2015): Los paisajes de las Salinas de San Pedro del Pinatar (Murcia, SE España). *Gran Tour: Revista de Investigaciones Turísticas* nº 11. P. 45-62.
- TORRES, J. (1987): La pesca en el litoral murciano durante la Edad Media. En *Nuestra Historia. Aportaciones al Curso de Historia sobre la Región de Murcia*, Murcia: Caja de Ahorros del Alicante y Murcia y Ayuntamiento de Murcia, p. 113-127.
- VALERO, M. (1972): Artes y sistemas de pesca del Mar Menor. Papeles del Departamento de Geografía, nº 4, p. 74-101.
- VALLS, F. (1923): *Los privilegios de Alfonso X y la Ciudad de Murcia*. Murcia: Inauguración del curso 1923-1924 en la Universidad de Murcia, 5 p.

Capítulo 2

Los paisajes forestales del Valle de Ricote: patrimonio forestal

Francisco Belmonte Serrato, Miguel Ángel Sánchez Sánchez, Antonio Daniel Ibarra Marinas y Gustavo A. Ballesteros Pelegrín

Departamento de Geografía. Campus de La Merced. Universidad de Murcia, 30.001

E-mail: franbel@um.es massgeociencias@gmail.com adaniel.ibarra@um.es gabp1@um.es

RESUMEN

El territorio del Valle de Ricote en la Región de Murcia, albergan diversos paisajes forestales. Estos pueden llegar a constituir un interesante patrimonio forestal, resultando de interés su conocimiento. Se estudia la consideración como patrimonio forestal, que pueden llegar a tener los paisajes forestales del Valle de Ricote. Se realizan consultas y análisis de bibliografía y visitas de campo. Los paisajes forestales pueden ser considerados como parte del patrimonio forestal. Su nivel de protección y capacidad identitaria, son determinantes para su consideración como patrimonio forestal.

ABSTRAC

The territory of the Ricote Valley in Murcia, home to many forest landscapes. These may constitute an interesting forest estate, interest resulting knowledge. Consideration as forest heritage, which can have the forest landscape of the Valley of Ricote is studied. Query and analysis of literature and field visits are made. Forest landscapes can be considered as part of the forest estate. Their level of identity protection and capacity are decisive for consideration as forest heritage.

1. INTRODUCCIÓN

El Valle de Ricote en la Región de Murcia (Figura 1) contiene un variado repertorio de paisajes de considerable interés. El paisaje es entendido por el CEP2000 como cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado, de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos. Esto lleva a pensar que pueden existir tantos paisajes como percepciones puedan darse. El paisaje es un concepto complejo susceptible de ser abordado desde numerosas perspectivas (Jiménez *et al.*, 2015). Entre estos paisajes se encuentran aquellos que pueden ser denominados “paisajes forestales”, donde los sistemas forestales son el pilar sobre el que se apoyan.

El patrimonio forestal tiene una doble naturaleza: material e inmaterial (Corvol, 2002 citado por Montiel, 2003). La componente material está relacionada con los aspectos naturales y la componente inmaterial, con los culturales, derivada de los aprovechamientos y gestión histórica de los montes (Montiel, 2003). “La noción de patrimonio forestal no es un concepto constante y general, sino que posee significados diferentes y evolutivos según la variable espacio-temporal” (Corvol, 2002 citado por Montiel, 2003). “El patrimonio forestal mediterráneo posee un carácter evolutivo y cambiante, al igual que el resto de los sistemas socio-espaciales” (Montiel Molina, 2003:81). “El paisaje forestal mediterráneo es un mosaico construido y modelado por el aprovechamiento, la gestión y por las actividades humanas a lo largo de la historia” (Métailié *et al.*, 1999; Llorente, 1992 citados por Montiel, 2003).

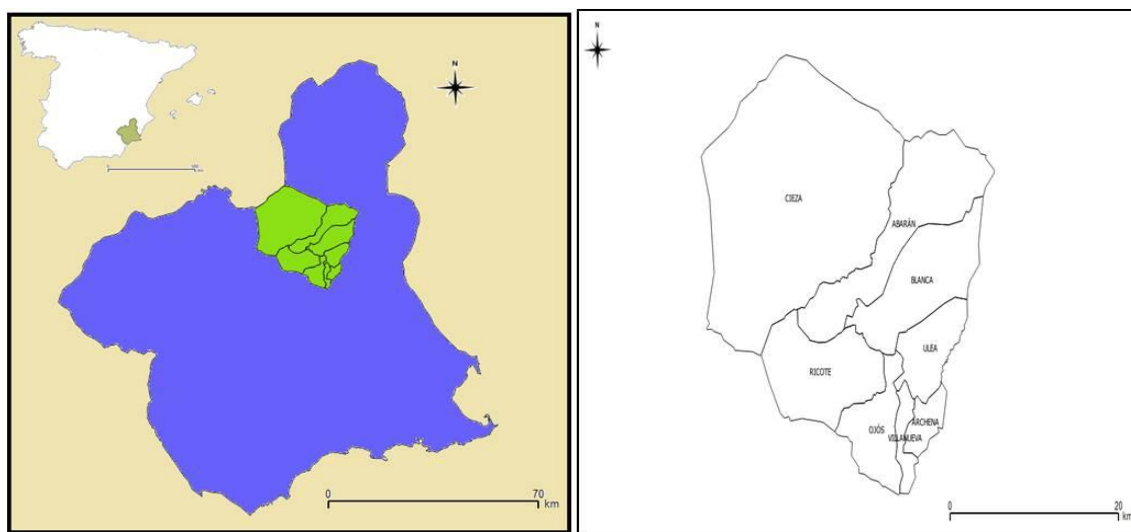


Figura 1. Localización geográfica del Valle de Ricote y municipios en la Región de Murcia.

Ya en 1941 la ley sobre el Patrimonio Forestal del Estado (BOE de 10 abril 1941) en su artículo segundo, da la consideración de patrimonio forestal a los montes y terrenos forestales.

En el Valle de Ricote existen sistemas forestales de considerable valor patrimonial, por los geosistemas que albergan así como elementos bióticos, presentes en los mismos, de importante interés. Consecuencia de lo anterior ha sido la declaración de protección de parte de los espacios forestales (Sierra de la Pila, Sierra de Ricote, Sierra de La Navela, Sierra del Oro, etc.). Junto a los valores existentes se encuentran otros de índole humana, tales como los aprovechamientos y usos, variando con el tiempo desde aprovechamientos de espartos, maderas y pastos para el ganado hasta usos turísticos en la actualidad (Sánchez-Sánchez *et al.*, 2015). La conjunción de los diversos aspectos patrimoniales ha generado diversos paisajes forestales en el Valle de Ricote, que en

algunos casos resultan peculiares. El objetivo general de este trabajo es el estudio y análisis de los paisajes forestales del Valle de Ricote como patrimonio forestal.

En el territorio del Valle de Ricote existe una significativa presencia de sistemas forestales con considerable valor patrimonial, tanto de índole natural como cultural, suponiendo en algunos casos una seña de identidad (sierra de Ricote, de La Pila, del Oro, de La Navela, etc.). Ello ha imprimido un carácter forestal a parte del territorio del valle, dando lugar a paisajes donde lo forestal es predominante, originando paisajes que pueden ser denominados forestales. Estos paisajes han sufrido sucesivas transformaciones (aprovechamientos forestales, canteras, de ganado, etc.) a lo largo de la historia, variando con los cambios sociales. Dando lugar a un patrimonio forestal que en ocasiones adquiere valor patrimonial por el legado que supone.

Se plantea como hipótesis de trabajo que los paisajes forestales presentes en el Valle de Ricote son parte del patrimonio forestal.

Se tiene como objetivo general estudiar la consideración de patrimonio forestal que pueden tener los paisajes forestales presentes en el Valle de Ricote. Los objetivos secundarios planteados como meta son: conocer si los paisajes forestales del Valle de Ricote pueden tener la consideración de patrimoniales, conocer si ese patrimonio puede ser considerado como patrimonio forestal, y si tienen carácter identitario.

2. METODOLOGÍA

La metodología puede ser considerada cualitativa (Hernández et al., 2010) y la investigación de tipo no experimental descriptiva, con algunos aspectos de carácter histórico (Salkind, 2006). Se ha desarrollado mediante la consulta y análisis de bibliografía (publicaciones, documentos, etc.) y visitas de campo por los distintos ámbitos forestales del Valle de Ricote para contrastar la información obtenida en las acciones anteriores, además de la toma de datos.

3. LOS PAISAJES FORESTALES

Algunos autores en sus definiciones de paisajes agrarios o rurales incluyen actividades o fisonomías propias de los sistemas forestales tales como la existencia de bosques, así como otras compartidas tales como los prados y las actividades ganaderas no estabuladas permanentemente. Pélachs et al. (2009) consideran entre los elementos básicos del paisaje agrario el espacio agrario, el cual comprende los campos cultivados, los prados, los bosques y los terrenos de pastoreo. Además “los paisajes de los espacios rurales, son caracterizados fisonómicamente y funcionalmente por el predominio de actividades agrosilvopastoriles” (Mata, 2011:35). Por otro lado, Gordi (2009:139) en la caracterización de los paisajes forestales considera que “el paisaje forestal es sinónimo de superficie forestal y por lo tanto de monte”. Resulta conveniente saber qué es el monte. Para el

Diccionario Forestal (SECF) (2005) en su acepción silvícola monte es la “superficie utilizada para el fin de producir madera y otros productos forestales, o que se mantienen con vegetación leñosa para la obtención de beneficios indirectos ecológicos, culturales o de recreación. Terreno no dedicado a la agricultura, cubierto de árboles, arbustos, matas o hierbas”. La Ley de Montes (2003) recoge una definición de monte mucho más amplia al incluir mayor número de elementos relacionados con la cuestión que pueden constituir el monte. Esta considera el monte como “todo terreno en que vegetan especies forestales arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, sea espontáneamente o procedan de siembra o plantación, que cumplan o puedan cumplir funciones ambientales, protectoras, productoras, culturales, paisajísticas o recreativas”. También considera esta Ley como monte “los terrenos yermos, roquedos y arenales”. La misma ley añade al concepto de monte elementos cuya naturaleza no es de origen natural, como las infraestructuras (edificaciones, carreteras, depósitos de agua, etc.) destinadas al servicio del monte en que se localizan. Por último se incluyen en esta definición “los terrenos agrícolas abandonados que cumplan las condiciones y plazos que determine la comunidad autónoma, y siempre que hayan adquirido signos inequívocos de su estado forestal”.

El concepto de paisaje del CEP2000 es asumido en su integridad por la Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (2007), no obstante en la definición de recurso natural recogida en esta misma ley se hace referencia al paisaje natural siendo considerado como “recurso natural”, aun no siendo definido en la ley como tal.

4. PATRIMONIO FORESTAL

Según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (RAE) patrimonio es en sus diversas acepciones: hacienda que alguien ha heredado de sus ascendientes; conjunto de bienes y derechos adquiridos por cualquier título; o conjunto de bienes pertenecientes a una persona natural o jurídica, o afectos a un fin, susceptibles de estimación económica. Se denota un carácter de transmisibilidad de bienes de una persona a otra, bien física o jurídica con posible connotación histórica, justificado esto por el carácter hereditario del bien. Por lo que es interesante conocer que es el “patrimonio histórico” según la RAE, es el conjunto de bienes de una nación acumulado a lo largo de los siglos, que por su significado artístico, arqueológico, etc., son objeto de protección especial por la legislación.

O sea que los montes, sistemas forestales o/y bosques pueden ser considerados como un patrimonio, al constituir un bien, que es transmitido -heredado- siendo así dotado de un carácter histórico, lo que le confiere el carácter de patrimonio histórico, al ser acumulado por la nación (en el caso español desde el Estado de las Autonomías, por estas y por los ayuntamientos – Abarán, Blanca, etc.-), que por su significado natural,

cultural, etc., son objeto de protección especial por la legislación (Parque Regional de la Sierra de la Pila, Zona de Especial Protección de las Aves –Zepa- sierra de Ricote y de La Navela, etc.).

Luengo (2011) considera los paisajes rurales como un patrimonio, entendiendo este como el conjunto de bienes, materiales e inmateriales, testimonio de la cultura y del modo de vida de los habitantes de los espacios rurales.

La Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (2007) considera al paisaje natural como “patrimonio natural” al definir este como el conjunto de bienes y recursos de la naturaleza fuente de diversidad biológica y geológica, que tienen un valor relevante medioambiental, paisajístico, científico o cultural.

5. PAISAJES FORESTALES DEL VALLE DE RICOTE

Los paisajes forestales del Valle de Ricote se asientan sobre la existencia en el mismo de sistemas forestales, montes o/y bosques (Figura 2). Puesto que en este trabajo los paisajes forestales son estudiados bajo la óptica patrimonial, es justificado comenzar hablando sobre los montes públicos. Su consideración patrimonial puede ser analizada desde una perspectiva histórica, puesto que todos ellos en buena medida han sido transmitidos hereditariamente de generación en generación a los habitantes del valle y de la Región. Esto viene abalado por la titularidad histórica que sobre ellos ha tenido el Estado, luego Comunidad Autónoma (montes de Ricote, la Navela, Verdelena, etc.) y los ayuntamientos del Valle (monte sierra del Oro, sierra de La Pila, del Cajal, etc.) (Figura 3).

Aunque todos los montes públicos están en cierto modo protegidos, consecuencia de la titularidad jurídica de los mismos, unos poseen una mayor protección que otros por recaer sobre ellos ciertas figuras de protección. Esto justifica aun más su consideración de patrimonio histórico, según la definición expuesta anteriormente, en la que estos bienes son considerados patrimoniales al ser protegidos por la legislación. El ejemplo más importante corresponde a la sierra de la Pila (Abarán-Blanca) (Figura 4) al ostentar la figura de protección de mayor rango (parque regional) existente en la legislación ambiental regional. Formando parte de la Red Natura2000 las sierras de Ricote y La Navela, Zonas de Especial Protección para las Aves (Zepa) o los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) como los Yesos de Ulea.

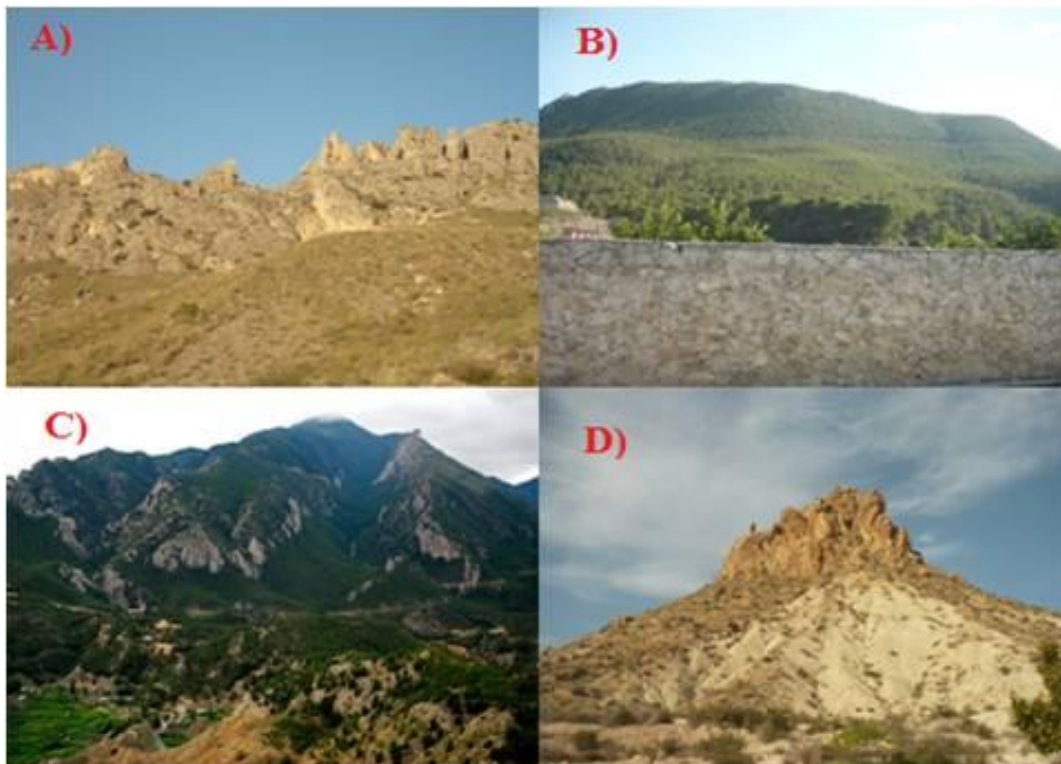


Figura 2. Paisajes forestales del Valle de Ricote

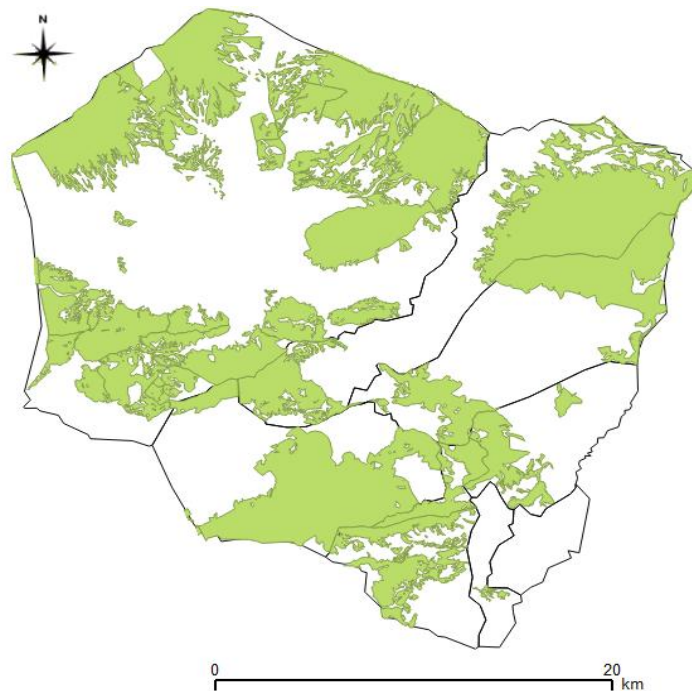


Figura 3. Montes Públicos de la zona de estudio.

El hecho transmisor hereditario también recae sobre otros montes cuya titularidad jurídica es privada, no por ello deben dejar de tener ese carácter patrimonial ya aludido anteriormente.

Recapitulando puede decirse que los territorios de estudio, dentro del Valle de Ricote, albergan diversos sistemas forestales, montes y/o bosques, por lo que teniendo en cuenta el sinónimo entre paisaje forestal, superficie forestal y monte (Gordi, 2009) y la función paisajística del monte (Ley de Montes, 2003). Podemos afirmar que donde existe un sistema forestal, monte y/o bosque hay un paisaje forestal, si los anteriores constituyen un patrimonio, los paisajes forestales pueden tener también la consideración de patrimonio forestal.



Figura 4. Imágenes parciales de la sierra de La Pila.

Fuente: murcianatural.carm.es

6. CONCLUSIONES

Los paisajes forestales presentes en el Valle de Ricote son parte del patrimonio forestal. La consideración patrimonial de los paisajes forestales está justificada por diversos motivos: 1. constituyen un legado heredado de generaciones anteriores, donde las diversas acciones, aprovechamientos, reflejan la cultura de momentos anteriores que ha determinado la relación entre monte o sistemas forestales y sociedad. 2. El carácter público de buena parte de los montes, atribuye la titularidad de los mismos a la colectividad, montes de los ayuntamientos y montes de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, anteriormente del Estado. Siendo así un bien de todos pudiéndose considerar como un legado de sociedades anteriores. 3. Mediante los distintos niveles de protección del monte, estamos dando valor al mismo, estamos patrimonializándolo.

Se viene considerando como patrimonio forestal o natural lo concerniente específicamente a la biodiversidad u otros aspectos naturalísticos, pero el paisaje – intersección entre naturaleza y sociedad- constituye parte de ese patrimonio denominando forestal.

7. BIBLIOGRAFÍA

- GORDI SERRAT, J. (2009): "Paisajes forestales". En Jaume Busquet Fábregas y Albert Cortina Ramos (Coords.) *Gestión del paisaje. Manual de protección, gestión y ordenación del paisaje*. Ariel Patrimonio, pp. 133-148.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R.; FERNÁNDEZ COLLADO, C. Y BAPTISTA LUCIO, P. (2010): "Metodología de la investigación." McGraw-Hill. México.
- JIMÉNEZ OLIVENZA, Y.; PORCEL RODRÍGUEZ, L. Y CABALLERO CALVO, A (2015): "*Medio siglo en la evolución de los paisajes naturales y agrarios de Sierra Nevada (España)*". Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, nº 68, págs. 205-232.
- LEY 43/2003, DE 21 DE NOVIEMBRE, DE MONTES. Boletín Oficial del Estado (BOE) núm. 280, de 22 de Noviembre de 2003.
- LEY 42/2007, DE 13 DE DICIEMBRE, DEL PATRIMONIO NATURAL Y DE LA BIODIVERSIDAD. Boletín Oficial del Estado (BOE) núm. 299, de 14 de Diciembre de 2007.
- LUENGO, M. (2011): "La valoración del paisaje rural desde la perspectiva cultural." En Moisés R. Simáncas Cruz & Albert Cortina Ramos (Coords.). *Retos y perspectivas de la gestión del paisaje de Canarias. Reflexiones en relación con el 10º aniversario de la firma del Convenio Europeo del Paisaje*. Edita Gobierno de Canarias y Universidad Internacional Menéndez Pelayo. Pp. 341-359.
- MATA OLMOS, R. (2011): "*La gestión del paisaje*." En Moisés R. Simáncas Cruz y Albert Cortina Ramos (Coords.). *Retos y perspectivas de la gestión del paisaje de Canarias. Reflexiones en relación con el 10º aniversario de la firma del Convenio Europeo del Paisaje*, p. 19-39, Edita Gobierno de Canarias y Universidad Internacional Menéndez Pelayo.
- MONTIEL MOLINA, C. (2003): "El patrimonio forestal mediterráneo: componentes y valoración." Bois et forêts des tropiques, nº 276. FOCUS/Montes mediterráneos. Pp. 73-83.
- PELACHS MAÑOSA, A.; SORIANO LÓPEZ, J.M. Y TULLA PUJOL, A.F. (2009): "Paisajes Agrarios." En Jaume Busquet Fábregas y Albert Cortina Ramos (Coords.) *Gestión del paisaje. Manual de protección, gestión y ordenación del paisaje*. Ariel Patrimonio, pp. 77-95.
- SALKIND, N.J. (2006): "Métodos de investigación." Person Prentice Hall. México.
- SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, M.A.; GARCÍA MARÍN, R. Y BELMONTE SERRATO, F. (2015): "El paisaje del Valle de Ricote en la Región de Murcia como recurso patrimonial e identidad cultural." En De la Riva, J., Ibarra, P., Montorio, R., Rodrigues, M. (Eds.) 2015. *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación*. 1211-1219 Universidad de Zaragoza-AGE. ISBN: 978-84-92522-95-8
- SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS FORESTALES (SECF) (2005): "Diccionario forestal". Ed. Mundi-Prensa. Pp. 1336, Madrid.

Capítulo 3

Nuevas Herramientas para la Gestión del Turismo en Espacios Naturales

Cati Carrillo Sánchez y Andrés Muñoz Corbalán

Parque Regional de Sierra Espuña. Oficina de Impulso Socioeconómico del Medio Ambiente.

Email: cetssierraespuna@carm.es

RESUMEN

La biodiversidad es uno de los principales factores que motivan los viajes, ya que la variedad de paisajes y ecosistemas bien conservados actúa como atractivo básico de los destinos turísticos. Esto es especialmente relevante en el caso del turismo de naturaleza, que se basa en el conocimiento, disfrute y contemplación de la diversidad biológica.

La dependencia de la biodiversidad que tiene el turismo de naturaleza exige que su desarrollo y promoción tenga especialmente en cuenta la sostenibilidad ambiental de sus actividades y se asegure la compatibilidad entre uso y disfrute del medio con su conservación adecuada.

La gestión turística en los espacios protegidos debería hacerse de forma participativa. Los órganos de gestión y de participación de los espacios no suelen incluir al sector turístico privado en su composición, por lo que es preciso contar con instrumentos adecuados para planificar y gestionar la actividad turística en estos territorios.

Para cubrir esta carencia, se dispone de instrumentos como la Carta Europea de Turismo Sostenible en Espacios Protegidos (CETS), que sirven de vínculo entre las administraciones ambientales y el sector turístico. Se basa en un compromiso y acuerdo voluntario entre los actores implicados en el desarrollo turístico en el Espacio Natural Protegido para llevar a la práctica una estrategia local a favor del turismo sostenible.

El Parque Regional de Sierra Espuña es el primer ENP de la Región que tiene la acreditación de la CETS desde el año 2012.

ABSTRACT

Biodiversity is, indirectly, one of the main factors that motivate trips nowadays, as diverse and well preserved landscapes and ecosystems are important attractions for

tourists. This is more relevant in nature-based tourism, which relies on biological diversity and natural resources observation, knowledge and enjoyment.

Nature-based tourism dependence on biodiversity demands its environmental sustainability, not only during its activities development but also during the promotion stage, in order to make natural resources conservation compatible with their use and enjoyment.

Tourism management in Protected Areas should include participative processes. Management and participation bodies in these Areas usually don't include the private touristic sector and they should, if the purpose is creating appropriate tools to plan and manage the touristic activity.

The European Charter on Sustainable Tourism was created to cover this necessity, binding environmental administration and tourism sector together. It is based on a voluntary compromise and agreement among the most relevant stakeholders of the tourism sector around a Protected Area, looking for a common local strategy for sustainability.

Sierra Espuña Natural Park, accredited since 2012, was the first Protected Area in Murcia Region.

1. INTRODUCCIÓN

Existe un creciente reconocimiento de la importancia de la biodiversidad y de los ecosistemas como capital natural generador de servicios esenciales para el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico. En consecuencia, el turismo de naturaleza, engloba un gran número de actividades realizadas en el medio natural como escenario principal y con la biodiversidad como recurso protagonista en mayor o menor grado (Plan sectorial de Turismo de la naturaleza y biodiversidad 2013-2020).

La gestión turística en los espacios protegidos debería hacerse de forma participativa. Los órganos de gestión y de participación de los espacios no suelen incluir al sector turístico privado en su composición, por lo que es preciso contar con instrumentos adecuados para planificar y gestionar la actividad turística en estos territorios (Europarc-España).

Para cubrir esta carencia, se dispone de instrumentos como la Carta Europea de Turismo Sostenible en espacios protegidos (CETS), que sirven de vínculo entre las administraciones ambientales y el sector turístico (Europarc-España).

2. LA CARTA EUROPEA DE TURISMO SOSTENIBLE (CETS)

La CETS nació en la década de los noventa como un texto redactado por técnicos de parques, representantes del sector turístico y de ONG especialistas en turismo y

medio ambiente. Actualmente el procedimiento para la obtención de la Carta está tutelado por la Federación EUROPARC.

Es una acreditación de ámbito europeo que se otorga a los espacios naturales protegidos que han demostrado su compromiso práctico con el turismo sostenible trabajando en equipo, elaborando y ejecutando una estrategia turística y un plan de acción adaptados a las particularidades del territorio, con el objetivo de mejorar la viabilidad ambiental, social y económica del turismo.

El proceso de implantación de la CETS se realiza en tres fases generales, en las que todas las partes involucradas adquieren compromisos voluntarios para la mejora de la sostenibilidad del turismo:

- Fase 1: Acreditación de los espacios protegidos, que se concreta en la elaboración de un diagnóstico y un plan de acción a ejecutar en cinco años.
- Fase 2: Adhesión de los empresarios turísticos mediante un contrato de colaboración con el espacio protegido que incluye un plan de mejora de la sostenibilidad de la empresa a ejecutar en tres años.
- Fase 3: Adhesión de los operadores turísticos (en desarrollo)

El objetivo general es organizar el desarrollo turístico en ENP de forma que se reduzcan los impactos sobre el medio ambiente, sobre la calidad de vida de la población local y los conflictos por el uso del espacio, y que aumenten los beneficios del turismo sobre el territorio.

Paralelamente, el Ministerio competente en materia de turismo en España ha establecido la creación, desarrollo y promoción internacional de un producto ecoturístico. El Producto Ecoturismo en España es una experiencia para conocer y disfrutar lo mejor de la naturaleza española, consumiendo servicios turísticos prestados por empresarios formados y diferenciados por su compromiso por el turismo sostenible.

2.1. Fase 1: Acreditación del territorio

El Parque Regional de Sierra Espuña y su entorno, es el primer espacio natural protegido de la Región de Murcia con el certificado de Carta Europea de Turismo Sostenible (CETS), para el periodo 2012-2017. Este proyecto comenzó en el año 2010, con un proceso de participación entre todos los actores que tienen algo que decir en relación al turismo y la conservación en el territorio. De esta forma se elaboró un Diagnóstico de la situación del turismo en la zona, y a partir de él, una Estrategia y un Plan de Acción para los 5 años que dura la acreditación.

Las actuaciones del Plan de Acción de la CETS, deben responder a los 10 principios que rigen la Carta:

1. Implicar a todas las partes relacionadas con el turismo en el espacio protegido y su entorno, en la gestión y el desarrollo turístico del territorio.

2. Elaborar y aplicar una Estrategia de turismo sostenible y un Plan de Acción para el espacio protegido.
3. Proteger y promocionar el patrimonio natural y cultural del territorio *para el turismo y con el turismo*, evitando un desarrollo turístico excesivo que pusiera en peligro su conservación.
4. Ofrecer a los visitantes una experiencia de alta calidad en todos los aspectos.
5. Proporcionar información adecuada a los visitantes sobre los valores especiales y singulares del territorio.
6. Promocionar productos turísticos genuinos que permitan a los visitantes descubrir, comprender y establecer una relación con el territorio.
7. Ampliar los conocimientos sobre el espacio protegido y los temas de la sostenibilidad entre los actores relacionados con el turismo.
8. Garantizar la mejora de la actividad turística sin que por ello se reduzca la calidad de vida de la población local.
9. Aumentar los beneficios del turismo para la economía local.
10. Controlar e influir sobre los flujos de visitantes para reducir los impactos negativos que pudieran generar.

Durante los cinco años siguientes a la adhesión, el espacio protegido y sus colaboradores tienen que ejecutar el Plan de Acción y realizar un seguimiento del mismo.

2.2.- Fase 2: Acreditación de empresarios Turísticos

La adhesión de los empresarios turísticos a la CETS es un compromiso voluntario entre la organización gestora del espacio protegido y las empresas turísticas relacionadas con éste. Además, es más que una marca de calidad al uso, porque garantiza una auténtica cooperación del empresario con el espacio protegido para avanzar en el desarrollo de un turismo sostenible.

Para que una empresa turística pueda adherirse, antes el espacio natural protegido donde se ubique debe estar acreditado con la Carta Europea de Turismo Sostenible.

Las empresas deben cumplir una serie de requisitos mínimos, como cumplir la legislación vigente que le sea de aplicación, estar ubicada o desarrollar su actividad en el ámbito de aplicación de la CETS, sus actividades deben ser compatibles con la estrategia de turismo sostenible y la normativa del espacio protegido y el empresario debe participar de forma activa en el Foro de Turismo Sostenible creado en cada espacio natural protegido en el marco de la CETS.

A cambio, el espacio protegido se compromete con estas empresas a realizar una difusión específica de ellas, a facilitar información sobre ellas en las actuaciones de promoción de la Red Europea, favorecerlas en las actividades formativas e informativas

que organice, facilitarles información sobre el espacio natural protegido, sobre el desarrollo del Plan de Acción, así como estadísticas de visitantes y a renovar su acreditación con la Carta cada 5 años.

Una vez acreditados las empresas se comprometen llevar a cabo, durante tres años, un Programa de Actuaciones, con un mínimo de 9 acciones para mejorar su oferta y su conexión con el espacio protegido; para mejorar su comportamiento ambiental y para apoyar el desarrollo local y la conservación del patrimonio.

En el Parque Regional de Sierra Espuña hay 13 establecimientos acreditados y 7 en proceso de acreditación.

3. CONCLUSIONES

Dentro de los principios de la CETS hay varios que tienen relación directa con la biodiversidad:

- Principio 3. Proteger y promocionar el patrimonio natural y cultural del territorio *para el turismo y con el turismo*, evitando un desarrollo turístico excesivo que pusiera en peligro su conservación.

- Principio 5. Proporcionar información adecuada a los visitantes sobre los valores especiales y singulares del territorio.

- Principio 7. Ampliar los conocimientos sobre el espacio protegido y los temas de la sostenibilidad entre los actores relacionados con el turismo.

- Principio 10. Controlar e influir sobre los flujos de visitantes para reducir los impactos negativos que pudieran generar.

A continuación, se muestran varios ejemplos de actuaciones del Plan de Acción de la CETS que tienen relación directa con la mejora de la biodiversidad en el Parque Regional de Sierra Espuña:

- Seguimiento del impacto de actividades en zonas de uso público intensivo: Desde el año 2013 se realiza un seguimiento por senderos que tienen un uso público intensivo. Este seguimiento permite al equipo gestor tomar decisiones sobre dónde y cómo actuar para recuperar estas zonas, tal y como se ve en la figura 1 adecuando firmes de los senderos, quitando atajos, plantando con especies forestales...

- Adecuación del Caño de Espuña (Figura 2): Este caño medieval cristiano, tiene además de un importante valor cultural una gran importancia para la flora y fauna del Parque. Se han retirado piedras y tierra que lo obstruía, se han realizado a lo largo del recorrido cuerpos de agua auxiliares para que los animales puedan entrar y salir, y en las balsas y zonas más profundas se han puesto rampas para favorecer la accesibilidad de la fauna y el establecimiento de puntos de cría para anfibios.



Figura 1. Restauración de la Senda de Los Siete Hermanos en el Parque Regional de Sierra Espuña

Fuente: OISMA (Oficina de Impulso Socioeconómico del Medio Ambiente)



Figura 2. Cuerpos de agua auxiliares y rampas en la adecuación del Caño de Espuña

Fuente: OISMA (Oficina de Impulso Socioeconómico del Medio Ambiente)

- Realización de Campañas de Sensibilización en los núcleos de población del entorno del Parque: Para proteger la diversidad biológica, es imprescindible que la población local conozca la flora y fauna del espacio protegido, así como las conductas que favorecen su conservación.

Desde el año 2012, se han realizado labores de sensibilización relacionadas con plantas aromáticas, con las mariposas (no podemos olvidar que en el Parque hay una Reserva de Mariposas), sobre anfibios, aves e insectos.



Figura 4: Campaña Conoce Los Anfibios de Sierra Espuña, realizada en las pedanías del entorno del Parque

Fuente: OISMA (Oficina de Impulso Socioeconómico del Medio Ambiente)

Por último, queremos destacar el esfuerzo y compromiso que tienen las empresas turísticas acreditadas. Algunas de las actuaciones que están realizando estas empresas para mejorar y fomentar la biodiversidad del Parque son:

- Sustituir plantas de los jardines y del entorno de la empresa por planta autóctona.
- Dar a conocer las variedades tradicionales de la huerta, a través de la visita a una huerta en la empresa.
- Incorporar en sus instalaciones una biblioteca con información sobre el Espacio Protegido y las especies que viven en el.
- Sensibilizar al visitante, a través de carteles, acerca de especies singulares del Parque como son los murciélagos.
- Recopilación y envío de datos al Parque, sobre especies de fauna observada durante el desarrollo de su actividad en el espacio protegido.

4. AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a todas las personas y entidades que han puesto su tiempo, ideas y conocimiento al servicio de esta iniciativa.

5. BIBLIOGRAFÍA

CETSSIERRAESPUNA.COM. Carta Europea de Turismo Sostenible del Parque Regional de Sierra Espuña y su entorno.

EUROPARC-ESPAÑA. (2010). *Guía para la adhesión de las empresas turísticas a la Carta Europea de Turismo Sostenible en espacios protegidos*. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid.

BOE 147 DE 18 DE JUNIO DE 2014 (2014). Real Decreto 416/2014, de 6 de junio. Plan sectorial de Turismo de la naturaleza y biodiversidad 2013-2020.

- www.redeuroparc.org/. Europarc-España

- www.european-charter.org/home/. Federación Europarc. Carta Europea de Turismo Sostenible.

Capítulo 4

Recuperación de la memoria ecológica de la Huerta de Murcia: experiencia en Rincón de Beniscornia (Murcia) con el Proyecto Iskurna.

Antonio José García Cano

Universidad de Murcia, Facultad de Bellas Artes, agcano@um.es

RESUMEN

El Proyecto Iskurna es una iniciativa artística que ha sido desarrollada en la pedanía de Rincón de Beniscornia (Murcia) situada en el área occidental de la Huerta de Murcia. Este proyecto tiene como objetivo recuperar la memoria ecológica de este lugar para incrementar la vinculación de la población con el ecosistema. Con este fin se realizan una serie de actividades que son útiles tanto para compartir los conocimientos relativos al entorno como para seguir aprendiendo del lugar y sus habitantes. En este proceso identificamos la potencialidad de la Huerta de Murcia como lugar para desarrollar una estrategia de convivencia con las consecuencias del Cambio Climático.

ABSTRACT

The Iskurna Project is an artistic initiative that has been developed in the village of Rincon de Beniscornia (Murcia), located in the western area of La Huerta de Murcia (the irrigation area). The aim of this project is to recover the ecological memory of this place in order to increase the attachment to the ecosystem. Different activities were held with this purpose, which were useful for sharing knowledge about the environment and for learning from the place and its inhabitants. In this process we identified the potential of La Huerta de Murcia as a place to develop a strategy for living with the consequences of Climate Change.

1. INTRODUCCIÓN

Rincón de Beniscornia se encuentra situado en el margen izquierdo del Río Segura, en la cabecera de la Huerta de Murcia, en plena llanura aluvial. Esta zona, históricamente dedicada al cultivo de frutales y hortalizas y que regularmente acogía las avenidas del río, ha sufrido una importante transformación. La agricultura ha perdido la importancia que tenía en la economía familiar huertana y una significativa parte del suelo fértil ha sido eliminado y convertido en suelo urbano. Otro aspecto que ha cambiado profundamente el

paisaje ha sido la intervención humana sobre el cauce del Río Segura alterando la dinámica fluvial y eliminando los bosques de ribera. A lo largo de los siglos, el flujo del agua había dibujado numerosos meandros que aún se adivinan en la disposición del parcelario. Las obras de encauzamiento llevadas a cabo al inicio de los años 90 como parte del *Plan de Defensa contra Avenidas en la Cuenca del Segura* significaron la eliminación de 4.360 metros de cauce en el tramo comprendido entre el Azud de la Contraparada y la ciudad de Murcia (Ruiz, 2007: 273). Otro aspecto de especial interés es la red de irrigación que distribuye el agua a lo largo y ancho de la Huerta de Murcia a través de sus acequias mayores, acequias menores y brazales, y que devuelve al río el agua sobrante de riego a través de los canales de avenamiento llamados azarbes. En este contexto, nos planteamos aproximarnos a la memoria ecológica del lugar, compartir con los participantes esos conocimientos e imaginar posibles futuros de convivencia en un entorno con un gran potencial que combina los valores ecológicos del Río Segura, del sistema de riego y de la huerta tradicional.

2. APRENDIENDO DE LA MEMORIA DEL LUGAR

El sociólogo francés Maurice Halbwachs (1968/2004: 137) señala la importancia que tiene la memoria en la estrecha relación que establecen los habitantes con el lugar en el que viven. El acceso a un mayor conocimiento sobre el lugar, lo que ha acontecido o aquellos que han vivido en el mismo puede significar un mayor sentimiento de pertenencia o de identificación. En este punto, es necesario dilucidar si esta mayor vinculación emocional supone a su vez una mayor responsabilidad ecológica. En este sentido, una de las hipótesis que los investigadores en psicología social Jerry J. Vaske y Katherine C. Kobrin (2001: 20) confirman en su estudio es que “los comportamientos proambientales” se incrementan cuando aumenta la “identificación con el lugar”. En el escenario de cambios irreversibles que está sufriendo la Huerta de Murcia, el Proyecto Iskurna tiene como objetivo explorar diferentes herramientas para recuperar y compartir conocimientos relativos al entorno que fomenten esa identificación con el lugar.

Cuando hablamos de memoria nos estamos refiriendo a tres tipos de memoria. Primero, la memoria de los habitantes es aquella memoria colectiva construida a lo largo del tiempo por aquellos que han vivido en el lugar o que han tenido un contacto continuado con el mismo. Segundo, la memoria del entorno recoge cómo ha sido un lugar desde el punto de vista físico y biológico. Tercero, la memoria de la ecología explica la evolución de la relación entre los organismos vivos incluidos los humanos y el entorno. Es necesario precisar que no es una memoria nostálgica sino crítica, es una memoria de procesos y no de momentos puntuales que nos ayuda a entender cómo ha sido el lugar y la relación de los habitantes con su entorno (García, 2014: 277). Este conocimiento

puede ser útil tanto para generar identificación con el lugar como para imaginar posibles futuros.

3. EL PROYECTO ISKURNA (2011-2014)

Los objetivos que se establecieron en el diseño de esta iniciativa de investigación artística son: primero, generar una herramienta para conocer el lugar; segundo, comunicar los valores ambientales y culturales de esta localización en la que se combina huerta, río y sistema de riego; tercero, generar en los participantes una mayor vinculación con el lugar; cuarto, imaginar posibles formas de adaptación a las consecuencias del Cambio Climático (García, 2014: 293).

Para la consecución de estos objetivos utilizamos diversas herramientas de investigación. Además de una extensa revisión bibliográfica, realizamos entrevistas a vecinos, analizamos cartografía, accedemos a documentos históricos, creamos un archivo de fotografías antiguas del paisaje así como de las recordadas inundaciones, utilizamos el dibujo de mapas de memoria, filmamos vídeos de actividades agrícolas huertanas y realizamos recorridos por la zona en los que compartimos los conocimientos obtenidos y seguimos aprendiendo de los vecinos y del lugar.

Si centramos la atención en la dinámica fluvial comprobamos como, antes del encauzamiento, el flujo de agua del río pronunciaba y cortaba meandros continuamente. Para analizar esa evolución del río consultamos en Cartomur (Infraestructura de datos espaciales de referencia de la Región de Murcia) imágenes satélite y las fotografías aéreas realizadas por Julio Ruiz de Alda (1928-1931). Además comparamos esas imágenes con cartografía antigua como el plano dibujado por Pablo del Villar (1809). Algunos de los antiguos meandros localizados fueron abandonados de forma natural por el propio río y otros eliminados por las obras de ingeniería ordenadas en el *Plan de Defensa contra Avenidas en la Cuenca del Segura* aprobado en noviembre de 1987. Antes de estas obras eran muy habituales los desbordamientos del río. Recuperamos también la memoria de estas inundaciones a través de fotografías, noticias en prensa, entrevistas personales y las narraciones que los vecinos ofrecen en los recorridos.



Figura 1: Mapa del cuarto recorrido del Proyecto Iskurna celebrado el 31 de mayo de 2012.

Fuente: elaboración propia

Celebramos cuatro recorridos por el paisaje de la memoria de Rincón de Beniscornia que cubren prácticamente todo el territorio de sotos, huertas y red de riego de esta población y que tienen como objetivo principal compartir lo aprendido. La preparación de cada uno de estos recorridos incluía entrevistas para recabar memorias, la identificación de los aspectos ambientales más interesantes a tratar, la formulación de preguntas que generaran conversación y la búsqueda de material fotográfico. Por otra parte, para cada uno de estos recorridos dibujamos un mapa de los lugares que se van a visitar en el que incluimos tramos de la Acequia Beniscornia y de los brazales, antiguos meandros fluviales y otros puntos de interés como zonas de baño en la acequia, el Molino Viejo de la Pólvara que se encuentra en ruinas o la desaparecida pero muy recordada Alameda en un soto del río. Los recorridos se constituyen así en momentos para compartir y para descubrir conexiones entre personas y entre diferentes elementos del paisaje. Una vez terminados los cuatro recorridos y procesada toda la información recogida, realizamos un mapa de toda la zona estudiada. Parte del mismo lo dibujamos en la calle para contar con la participación de los vecinos.

Por otra parte, realizamos dos presentaciones sobre la ecología del lugar a dos grupos de escolares a los que posteriormente invitamos a dibujar el río, su flora y fauna. También celebramos con ellos dos recorridos siguiendo un tramo del sistema de riego y

visitando la huerta y los antiguos meandros del Río Segura. En un punto concreto del antiguo cauce, realizamos un taller de intervención del espacio público utilizando materiales naturales para crear imágenes que señalaran que por ese lugar fluía el agua. Otra de las actividades realizadas fue un taller de juguetes utilizando como material principal la caña, lo que nos permitió hablar de esta planta que es invasiva pero que ha sido importante en la actividad agrícola, en la economía y en la cultura de la Huerta.

Otro de los valores que atesora la Huerta de Murcia es el conocimiento del trabajo en la tierra y de la gestión del agua y de su escasez. Para recoger parte de este saber ancestral realizamos el conjunto de vídeos documentales titulados *Los ciclos de la huerta* en el que filmamos las diferentes actividades que realiza un agricultor a lo largo del año.ⁱ

Sería necesario un estudio exhaustivo que evaluara la eficacia del proceso para generar vinculación al lugar y la consecuente responsabilidad ecológica. No obstante, la experimentación de este proceso artístico de recuperación de memoria nos ha permitido identificar la potencialidad de iniciativas artísticas participativas para generar conversaciones y reflexión sobre el entorno y nuestra relación con el mismo.

Por otra parte, esta iniciativa con la que recuperamos y compartimos la memoria también ha facilitado la identificación de las oportunidades que presenta la Huerta de Murcia para acoger y mitigar las consecuencias del Cambio Climático. Es decir, los procesos de recuperación de memoria pueden ser la base para imaginar posibles futuros de convivencia con los efectos del Cambio Climático.

4. IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES: FUTUROS POSIBLES

El informe elaborado por la Consejería de Agricultura y Agua de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia titulado *Estrategia de la Región de Murcia frente al cambio climático 2008-2012*, indica que la Región de Murcia es “una zona muy vulnerable al Cambio Climático” (CARM, 2008: 34). Sufrirá impactos como una importante pérdida de biodiversidad, la disminución de las reservas de agua en el suelo (CARM, 2008: 35), “un aumento de la temperatura y una disminución de la precipitación” (CARM, 2008: 37). Sin embargo, a pesar de esa previsión de disminución de precipitaciones, aumentará el riesgo de inundaciones en la cuenca del Segura ya que “la mayor irregularidad del régimen de precipitaciones ocasionará un aumento en la irregularidad del régimen de crecidas fluviales y de crecidas relámpago...” (CARM, 2008: 40).

En la zona de estudio interaccionan diversos valores ambientales que pueden dar lugar a un sistema complejo que contribuya a la convivencia con las consecuencias del Cambio Climático. Nos referimos al Río Segura, a sus antiguos meandros, al sistema de irrigación, y por último, a las plantaciones y saber tradicionales de la Huerta de Murcia. Imaginen que el canalizado cauce del río pudiera recuperar parte de los bosques de ribera y sus sotos de inundación, que los antiguos meandros se pudieran habilitar como

zonas inundables para amortiguación de avenidas y con vegetación de ribera, que el sistema de riego formado por acequias mayores, menores, azarbes y brazales, parte del mismo entubado, pudiera ser rehabilitado y devuelto a su estado naturalizado con vegetación propia de ribera en sus quijeros. Imaginen la gran red de corredores ecológicos que supondrían todos estos elementos conectados. Esta gran trama verde podría rodear la ciudad de Murcia, recorrer y comunicar toda la Huerta, facilitar la migración y proporcionar hábitat a fauna y flora, alimentar los acuíferos y acumular agua dulce constituyéndose en un reservorio en épocas de sequía. Además podría contribuir a fijar suelo fértil, a filtrar aguas de escorrentía urbana, a absorber dióxido de carbono, a emitir oxígeno y a regular las temperaturas.

En definitiva, se nos presentan una serie de oportunidades que necesitarían ser estudiadas para comprobar su conveniencia. Una próxima etapa del Proyecto Iskurna podría facilitar el diálogo entre expertos, administraciones competentes y comunidades ribereñas haciendo uso de estrategias artísticas que promuevan la conversación interdisciplinar y faciliten la imaginación de futuros posibles para el contexto descrito.

5. CONCLUSIONES

El Proyecto Iskurna ha supuesto la experimentación de un proceso de recuperación de la memoria ecológica de un lugar. Como hemos indicado anteriormente sería necesario un estudio completo para evaluar la consecución de los objetivos establecidos. Sin embargo, hemos constatado en las diferentes actividades organizadas la utilidad de los recorridos, de la fotografía, de la cartografía, de los topónimos, y de la realización de los vídeos para recuperar, proteger y compartir la memoria.

A lo largo de este proceso, hemos observado que la Huerta de Murcia presenta unos valores ecológicos y culturales que pueden contribuir al desarrollo de una estrategia de convivencia con las consecuencias del Cambio Climático.

Finalmente, consideramos que los procesos de recuperación de memoria como el descrito podrían enriquecer los proyectos de restauración ecológica y facilitar su éxito. Este tipo de prácticas artísticas favorecen la implicación y participación de los habitantes del lugar quienes pueden aportar puntos de vista diferentes. Además, científicos, técnicos y responsables de los proyectos de restauración podrían acceder a un conocimiento más arraigado y profundo del ecosistema y tendrían la oportunidad de conectar con la población y aprender de ese intercambio.

6. BIBLIOGRAFÍA

CARM (2008). *Estrategia de la Región de Murcia frente al Cambio Climático 2008-2012*. Murcia: Consejería de Agricultura y Agua, Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

- GARCÍA CANO, A. J. (2014): *Prácticas artísticas ecológicas relativas al agua en un contexto de cambio climático. Estrategias y procesos de aprendizaje*. (Tesis doctoral, Universidad de Murcia, España).
<http://www.tdx.cat/handle/10803/147273> [Consulta: 21/09/ 2015].
- HALBWACHS, M. (2004). *La memoria colectiva* (I. Sancho-Arroyo, Trad.). Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza. (Trabajo original publicado en 1968).
- POCKLINGTON, R. (2008). La toponimia. En A. Carmona y R. Pocklington, *Agua e irrigación en la Murcia árabe* (pp. 84-295). Murcia: Esamur.
- RUIZ SÁNCHEZ, J. M. (2007). Consideración de distinto carácter a las obras del primer tramo del encauzamiento del río Segura. Contraparada-Murcia. En *Plan de defensa de 1987 frente a las avenidas de la cuenca del Segura: XX aniversario* (pp. 271-282). Murcia: Confederación Hidrográfica del Segura.
- VASKE, J. J. y KOBRIN, K. C. (2001). Place Attachment and Environmentally Responsible Behavior. *The Journal of Environmental Education*, 32 (4), 16-21. doi: 10.1080/00958960109598658
- VILLAR, P. (1809): *Plano que manifiesta la Huerta de Murcia, preparada para ynundarla caso de ser amenazada de Ymbación la Capital, pr. ls. enemigs*. [Original en Cartoteca del Archivo General Militar de Madrid. Colección: SH. Signatura: MU-14/19.]
<http://bvpb.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=407515> [Consulta: 8/11/2013].

Capítulo 5

Iniciativa Salto SOStenible: La educación ambiental como herramienta para fomentar la conservación y gestión del paraje natural del Salto del Usero

Celia López Cañizares¹; Diana Hernández Mármol¹; J. M. Fernández López²

¹ Asociación Española de Educación Ambiental. Grupo Local de la Región de Murcia.

² Colaboradora Salto SOStenible.

E-mail: aeaa.glmurcia@gmail.com

RESUMEN

El paraje natural del Salto del Usero, situado en la cabecera del río Mula en el municipio de Bullas (Murcia), es un enclave de gran valor ecológico, paisajístico y cultural. Sin embargo, a pesar de estar declarado Lugar de Interés Geológico (LIG), formar parte del Lugar de Interés Comunitario (LIC) de los ríos Mula y Pliego y contar en sus inmediaciones con un Bien de Interés Cultural (BIC Molino de Arriba), durante el periodo estival el turismo masivo ejerce un importante impacto sobre el entorno. El malestar entre los vecinos del pueblo y las casas colindantes al paraje aumenta ante el avance de la situación descrita, que ha quedado muy desatendida en los últimos años y se intensifica cada verano. Con el fin de promover un cambio en la relación del turismo con este paraje e implicar a los vecinos en el cuidado de su entorno natural desde la Asociación Española de Educación Ambiental desarrollamos una serie de acciones durante el verano de 2015: punto de información, voluntariado ambiental y actividades para niños. Tras la finalización de la campaña consideramos que sigue siendo muy necesaria la concienciación de la población turista ya que en dicho período no hubo un cambio general de su actitud en relación con el entorno. Por otro lado, el apoyo y colaboración de los vecinos y del Ayuntamiento de Bullas fue muy positiva y decisiva, transmitiéndonos la necesidad de fomentar la continuidad del proyecto. A nivel legal el paraje continúa encontrándose insuficientemente protegido por lo que, a pesar de haberse dado los primeros pasos, será necesaria la implicación y colaboración entre las distintas partes afectadas (Ayuntamiento, Confederación Hidrográfica, vecinos, educadores, propietarios etc.) como principal vía para la ordenación y gestión sostenible de este espacio natural y que permita mitigar el problema a largo plazo.

ABSTRACT

“Salto del Usero” is a natural area located at the headwaters of Mula’s river in the Bullas village (Murcia region). It has very important values in ecologic, scenic and cultural terms. It is also included in the Site of Community Interest of Mula and Pliego rivers. It is considered as a Site of Geological Interest as well. There is an old watermill at the riversides, the “Molino de Arriba” mill, which is considered as a Cultural Interest Place. Despite of this, during the last years mass tourism has produced a significant impact on this place. The neighbours from Bullas and the land and country house owners are in disagreement with this situation that is becoming more and more serious every year. During the summer of 2015, the Spanish Environmental Education Society developed a project in order to promote a change in the relationship between the tourism and this place. This project involves environmental information tasks for tourists, volunteering campaigns and educational activities for children. One of the most important point in the development of the programme was the chance to get the neighbours from Bullas themselves involved in the project. At the end of the summer the awareness of the touristic sector continues being the main issue. On the other hand, the support of the town hall staff and neighbours from Bullas has been a positive aspect in the accomplishment of the project. They have also shown their interest in the continuation of the programme for the next year. A harder legal protection is also necessary to preserve the Salto del Usero area. The different agents (Bullas town hall, the Segura River Basin Authority, the educators, the land owners...) must cooperate in order to ensure a long-term sustainable management of this important place.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del entorno

El paraje natural del Salto del Usero, situado a pocos kilómetros del nacimiento del río Mula a su paso por Bullas, es un enclave declarado Lugar de Interés Geológico debido a las formaciones de travertinos rocas sedimentarias de origen biogénico formadas por depósitos de carbonato cálcico (Arana *et al.* 1999) que forman las paredes de una semicueva en la que desemboca un salto de agua sobre una gran vaera (nombre con el que se denomina en la zona a las pozas de agua). Ésta se encuentra recubierta interiormente por culantrillo (*Adiantum capillus-veneris*), una especie de helecho incluida en la Lista Roja de la Flora Vascular Española (Moreno 2008). La vegetación de ribera se encuentra relativamente bien conservada, destacando la presencia de alfilerillos de viuda (*Trachelium caeruleum*) acompañando también a las formaciones de travertinos y especies típicas de vegetación de ribera como álamos, chopos, fresnos, olmos, etc.; entre los que destacan la presencia de árboles monumentales y singulares como el quejigo (*Quercus faginea*) (Fernández 2008). Entre el estrato arbustivo destacan las zarzamoras

(*Rubus sp*), las rosas silvestres (*Rosa sp*) y las zarzaparrillas (*Smilax aspera*) entre otras. La caña (*Arundo donax*) especie exótica invasora, también se encuentra presente en algunos rincones del enclave. Entre la fauna destacan las colonias de varias especies de murciélago como el murciélago ratonero grande (*Myotis myotis*), el murciélago ratonero mediano (*Myotis blythii*) y el murciélago patudo (*Myotis capaccinii*); que encuentran refugio en las instalaciones del Molino de Arriba, cuyas antigua edificación reconvertida en albergue rural se encuentra en las orillas del río.

1.2. Los impactos ambientales

A lo largo de la última década y probablemente de forma asociada a diferentes momentos socioeconómicos (movimientos migratorios, crisis económica, modas alternativas al turismo de sol y playa en verano, etc.) el turismo de masas se ha impuesto en el enclave durante los meses estivales. Si bien ya existía cartelería informativa sobre los valores naturales del entorno, contenedores para residuos y un aparcamiento con capacidad para, aproximadamente, 50 vehículos; la actividad turística no se encuentra regulada de ninguna forma, y el número de personas y coches que el paraje puede acoger ha superado con creces su capacidad como demuestra el estado de deterioro creciente que presenta durante esta época, como resultado de acciones como el abandono de residuos o bloqueo de los accesos a los caminos rurales por el estacionamiento indebido. Si bien existe un gran contraste entre el número de visitantes y uso del lugar que se hace en verano y en invierno, dando al Salto un respiro para su recuperación natural durante el resto del año; el alcance, la gravedad y variedad de los impactos que se producen entre junio y septiembre es cada vez mayor por lo que tomar medidas se ha convertido en una necesidad y una urgencia para gestionar de forma sostenible este entorno, sin que ello implique necesariamente limitar su disfrute. El malestar entre los vecinos de Bullas, los propietarios de la zona y los turistas con hábitos más responsables también es creciente ante el avance de la situación descrita llegando a enfrentar situaciones desagradables con los bañistas. La educación ambiental se presenta en este caso como una herramienta necesaria esencial para la conservación del entorno, ya que en este caso particular, la mayor parte de los impactos ambientales provienen de malos hábitos individuales, y siendo también necesaria una gestión integradora y sostenible del paraje natural por parte de la administración.

1.3. Objetivos

Desde el Grupo Local de la Región de Murcia de la Asociación Española de Educación Ambiental se ha puesto en marcha un proyecto en colaboración con el Ayuntamiento de Bullas con el fin de promover hábitos más responsables en relación al

disfrute del Salto del Usero, desarrollado durante los meses de verano de 2015. De forma particular se plantearon los siguientes objetivos:

1. Evaluar el estado de conservación del entorno y las necesidades de actuación.
2. Sensibilizar sobre el impacto ambiental que la masificación turística ejerce sobre el paraje, incapaz de acoger el gran número de personas que lo visitan en verano.
3. Mostrar al visitante alternativas para el disfrute responsable del lugar, mediante la sensibilización y la apreciación de los valores ambientales que el Salto del Usero posee.
4. Implicar a los vecinos de Bullas en el cuidado de su entorno natural de forma activa.
5. Promover la educación ambiental entre niños y adultos en un lugar conocido a nivel nacional (Ranking Mejor Rincón 2015 de la Guía Repsol).
6. Transmitir a las autoridades pertinentes la preocupación de las personas afectadas por el deterioro del río y solicitar su implicación efectiva en la resolución del problema.
7. Recabar información sobre la percepción del estado de conservación del entorno por parte de los turistas y su nivel de concienciación.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Identificación de impactos ambientales durante el estudio del entorno: masificación turística estival, erosión de travertinos por el uso de material de playa (s sombrillas, mesas, sillas), abandono de residuos y material de acampada (mesas, sillas, colchonetas, neveras...), coches bloqueando los caminos a propietarios y emergencias, inseguridad en el baño (saltar desde las rocas es habitual a pesar de los cambios en el nivel del agua de un año para otro y abundan los residuos cortantes: latas, cristales), y pintadas sobre la roca.

2. Diseño del proyecto “Iniciativa Salto SOSTenible” y difusión en redes sociales con turistas y vecinos de Bullas como público objetivo.

3. Encuentro y contacto con propietarios: sensación de malestar por la situación del entorno, en ocasiones debieron tomar medidas propias (poner vallas y cadenas) para evitar la “invasión” de sus terrenos por los vehículos y campistas. Destacaron la falta de implicación política en años anteriores y se produjo un abundante intercambio de opiniones y experiencias.

4. Reunión con el Ayuntamiento de Bullas: los concejales se ponen en contacto con las integrantes de la iniciativa, con la que afirmaron tener intereses comunes y manifestaron su deseo de colaboración conjunta e implicación para la resolución del problema. Se comprometieron a facilitar los materiales para el desarrollo de las actividades, así como a limpiar los grafiti de la roca del Pasico Ucenda (zona aguas arriba del Salto del Usero que también sufre los impactos ambientales estivales) y a dar los

primeros pasos para solicitar la ordenación del paraje junto con la implicación de las administraciones autonómicas.

5. Acciones desarrolladas en verano de 2015 por Salto SOSostenible:

5.1 Punto de Información Ambiental: instalado durante los domingos de julio y agosto (día de mayor afluencia de visitantes) para realizar acciones en contacto directo con los turistas. Se realizaron también acciones informativas en las propias zonas de baño y en otras áreas de interés turístico como el Pasico Ucenda.

5.2 Voluntariado ambiental: implicación de los vecinos de Bullas en la limpieza del río.

5.3 Actividades de Educación Ambiental para niños y niñas en la Escuela de Verano en la Naturaleza organizada por la Asociación Cultural La Tribu.

3. RESULTADOS

Las redes sociales llegaron a ser herramientas de gran utilidad para la información continua, intercambio de opiniones y mantenimiento del contacto con las personas afectadas. Los propios vecinos y propietarios de la zona comenzaron a implicarse en la vigilancia del paraje y se convirtieron en informantes diarios del desarrollo de los acontecimientos durante el verano, tomando e intercambiando fotografías de los impactos ambientales que encontraban en su día a día y transmitiendo sus quejas a las organizadoras de la asociación como vía de contacto con el ayuntamiento.

El Ayuntamiento de Bullas cumplió las acciones a las que se había comprometido con la asociación y llevó a cabo iniciativas propias como la limitación del número de vehículos al paraje durante los fines de semana y renovación de la cartelería informativa, implicando además a entidades como Protección Civil o a la Policía Local para el cumplimiento de las nuevas normativas.

A través del punto de información ambiental se repartieron bolsas de basura y manuales de buenas prácticas ambientales gratuitos a los turistas, así como información de la localización de los contenedores y recomendaciones para el disfrute responsable del entorno. Si bien la cantidad de residuos encontrados a lo largo del verano se mantuvo en niveles demasiado altos, en las prospecciones realizadas en el paraje tras las acciones informativas no se encontraron nunca las bolsas de basura repartidas entre esos residuos. El perfil de turista que visitaba el paraje solía ser el de veraneante que iba a pasar el día en familia o en grupo de amigos, llevando la comida consigo a modo de “día de playa” y con el mobiliario habitual (s sombrillas, mesas, neveras, colchonetas...), sin combinar normalmente esta actividad con otras turísticas o culturales en la zona. Destacaban las visitas procedentes de la Región de Murcia y alrededores y para muchos era la primera vez que visitaban el sitio. A muchos les sorprendió la nueva restricción de acceso de vehículos que se llevó a cabo desde el Ayuntamiento de Bullas, no comprendían la necesidad de dicha limitación e incluso intentaban obviarla intentando

acceder por otros caminos hasta el río; pero muchos otros valoraron positivamente las medidas y dejaron sus opiniones y sugerencias en el punto de información. La limitación del número de personas o aforo para el paraje fue la medida más demandada de cara a la futura regulación de la zona.

En las dos acciones de voluntariado para la limpieza de río llevadas a cabo participaron aproximadamente 30 personas, procedentes en su mayoría de Bullas y se recogieron unas 25 bolsas de basura grandes (30 litros de capacidad) con residuos de toda clase. Como ejemplo llamativo, se detectó que los residuos de colillas constituían un serio problema ambiental, ya que las grietas y ranuras de las formaciones de travertinos eran utilizadas masivamente como ceniceros. Los residuos cortantes, a menudo acumulados sobre el lecho del río, constituían por su parte no solo un problema ambiental sino un peligro para el baño.

Durante las acciones de educación ambiental para niños se llevaron a cabo diversos tipos de actividades, dentro y fuera del aula para niños/as de hasta 12 años. A través de juegos, fotografías o en el propio paraje se les implicó en la identificación de impactos ambientales y propuestas para su mitigación. Mostraron gran interés durante el desarrollo del programa y funcionaron como conexión entre la iniciativa y sus familias y maestros.

De forma paralela al desarrollo de las acciones previstas surgieron diversas colaboraciones por parte de personas interesadas en el proyecto. Un profesor de I.E.S Los Cantos diseñó un logo para la campaña de forma totalmente altruista, un alumno del mismo instituto prestó sus cámaras y produjo un vídeo para continuar con la difusión del proyecto tras el verano y un comercio, Entretempos Café y Vinos, ofreció una merienda gratuita a los participantes del voluntariado ambiental. Otras muchas personas ofrecieron su colaboración en materia de diseño de folletos y carteles desde casa.

A lo largo de verano, los medios de comunicación locales y comarcales se hicieron eco del proyecto de forma cada vez más continuada, mostrando interés en aportar difusión al mismo.

4. CONCLUSIONES Y CONTINUIDAD

Durante el desarrollo de las acciones de la iniciativa la masificación turística y el abandono de residuos continuó siendo el principal problema, ya que muchos continuaron sin respetar las normas ambientales ni de circulación, aunque otros valoraron muy positivamente las nuevas medidas adoptadas por el Ayuntamiento así como las tareas de educación ambiental desarrolladas desde la asociación. De esta forma, y para tener un efecto positivo a largo plazo, las acciones educativas deben estar acompañadas en un futuro por unas normativas que limiten los usos indebidos del paraje y no sean meras sugerencias. Pensamos que la aparición de este enclave entre el listado de los Mejores

Rincones 2015 de la Guía Repsol tuvo un “efecto llamada” engañoso, ya que el verano de 2015 resultó ser el que más visitantes acogió el Paraje. Sin embargo, muchos turistas se mostraron decepcionados al comprobar las dimensiones del entorno y la masificación que sufría, impidiendo su disfrute en condiciones tranquilas y seguras y muchos de ellos optaron por intentar visitar el lugar en otra fecha.

El Ayuntamiento de Bullas mostró su compromiso al iniciar las acciones que habían propuesto y comenzar los trámites para la ordenación del paraje, de forma que se valora positivamente la implicación política. La implicación de otras entidades locales se valora favorablemente aunque se requiere un nivel mayor de coordinación de cara a futuros veranos para hacer más efectivas las medidas del control y acceso de vehículos. Los acuerdos y la coordinación entre las distintas administraciones municipales y autonómicas implicadas en el control y la resolución del problema y un nivel de protección legal mayor para el entorno son absolutamente necesarias para la gestión sostenible a largo plazo del paraje, aunque se prevén cambios positivos en este sentido para un futuro próximo.

La implicación por parte de los vecinos fue decisiva, de forma que durante el otoño de 2015 se ha continuado con el desarrollo del proyecto a través actividades educativas demandadas por los mismos y personas interesadas, tales como itinerarios interpretativos, colaboraciones y un curso de formación, con el fin de promover la implicación de la población en el cuidado del entorno a largo plazo.

5. AGRADECIMIENTOS

Al Ayuntamiento de Bullas por su implicación y facilitación de materiales, a Entretempos Café y Vinos, a Estefanía De Gea por su trabajo en el desarrollo de toda la iniciativa, a María Jesús Medina por los materiales para el punto de información, a Isidoro Martínez por el diseño del logo, a Joaquín Fernández por las cámaras y el vídeo, a la Asociación Cultural La Tribu por su implicación y colaboración, a los voluntarios/as ambientales y a todos aquellos que apoyaron Salto SOSostenible desde el primer día (y lo siguen haciendo).

6. BIBLIOGRAFÍA

- ARANA CASTILLO, R. *et al.* (1999). “El patrimonio Geológico de la Región de Murcia.” Fundación Séneca. Consejería de Educación y Cultura. Región de Murcia. Murcia.
- FERNÁNDEZ JIMÉNEZ, S. (2008). “Rutas a pie por los Árboles Monumentales y Singulares de Bullas”. Obra Social Fundación “la Caixa”. Ayuntamiento de Bullas. Bullas (Murcia).
- MORENO, J.C., coord. (2008). “Lista Roja 2008 de la Flora Vascular Española.” Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas), Madrid, 86 pp.

Capítulo 6

El campo volcánico del oeste de Cartagena y su importancia patrimonial

José Ignacio Manteca¹, J. López Ruiz² y J.M. Cebriá²

1) Departamento de Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica. Universidad Politécnica de Cartagena. E-mail: nacho.manteca@upct.es

2) Departamento de Dinámica Terrestre y Observación de la Tierra, Instituto de Geociencias (CSIC, UCM). E-mail: lopezruiz@mncn.csic.es

RESUMEN

El campo volcánico del Oeste de Cartagena corresponde a la etapa basáltica y última del magmatismo post-orogénico del Sureste español y representa un importante patrimonio geológico. Entre los rasgos más destacables de esos basaltos está la gran abundancia y variedad de xenolitos y la diversidad de productos piroclásticos. Tras la etapa eruptiva estas formaciones han sufrido un importante proceso erosivo que ha alterado profundamente su morfología. El desarrollo de itinerarios didácticos permitiría interpretar las diferentes estructuras volcánicas y conocer cómo fueron los correspondientes procesos eruptivos hace 2,6 M.a. y la posterior evolución geomorfológica de la zona.

ABSTRACT

The volcanic field of the West of Cartagena corresponds to the basaltic last stage of the Spanish Southeast post-orogenic magmatism and represents an important geological heritage. The most notable feature of these basalts is the abundance and variety of xenoliths and the diversity of pyroclastic products. After the eruptive phase these formations have suffered a major erosive process that has profoundly altered their morphology. The development of educational itineraries would allow to interpret the different volcanic structures and to understand the eruptive processes that occurred about 2.6 million years ago, as well as the subsequent geomorphological evolution of the area.

1. SITUACIÓN Y CONTEXTO GEOLÓGICO

A unos 10 kilómetros al oeste de la ciudad de Cartagena existe un importante conjunto de formaciones volcánicas basálticas, de edad Plio-Cuaternario que se

distribuyen a lo largo de una franja rectangular N-S de territorio de unos 15 x 7 Km², que incluye gran parte de la Sierra de Los Victorias y de la Sierra de La Muela al sur de ésta (Figura 1). Aunque estas formaciones volcánicas son relativamente bien conocidas a nivel científico, son muy poco o nada conocidas a nivel de cultura general por la sociedad. Recientemente se les está prestando cierta atención debido a los estudios sobre la planta del Garbancillo de Tallante (*Astragalus nitidiflorus*), cuyo área de expansión está asociada a ellas.

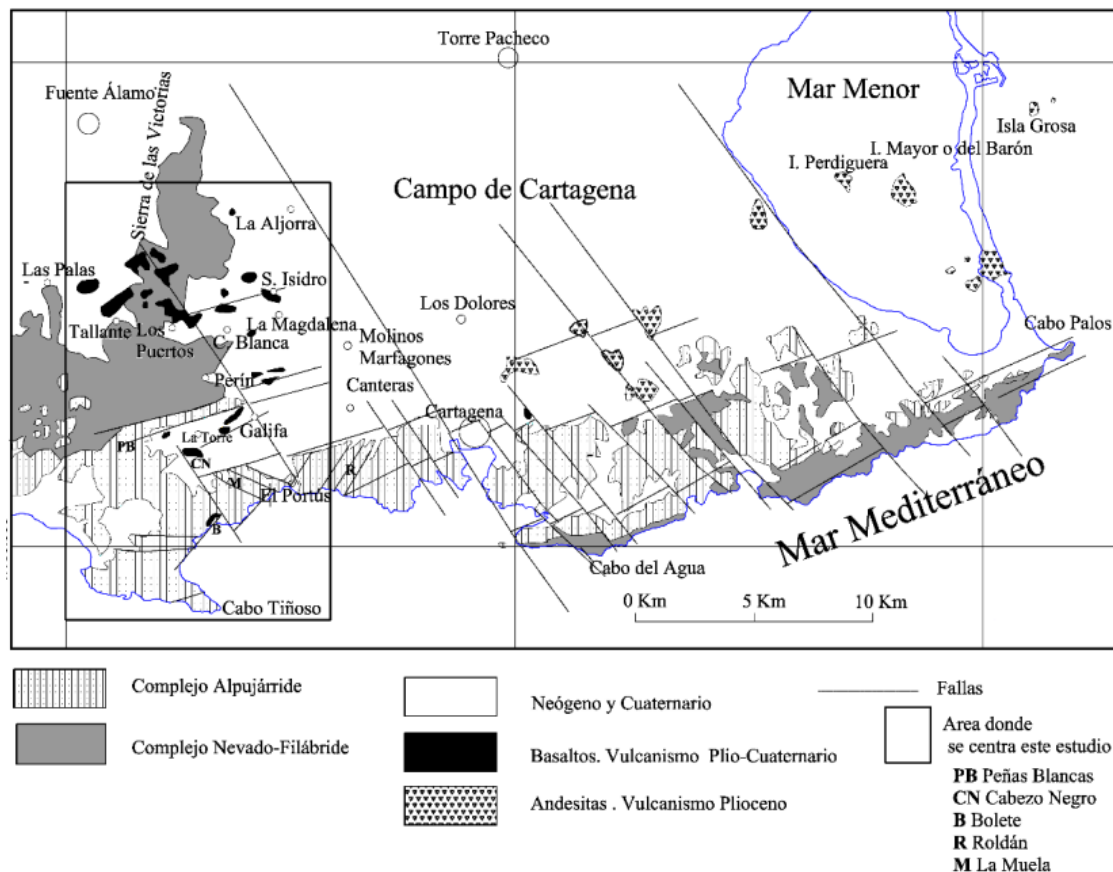


Figura 1. Esquema geológico de la comarca de Cartagena y situación del campo volcánico basáltico

Según Manteca Martínez et al. (2004)

La mayoría de estos afloramientos se encuentran en torno a la Sierra de Los Victorias, entre las localidades de Tallante, Los Puertos, La Magdalena y San Isidro. Allí los basaltos aparecen atravesando los materiales metamórficos del Complejo Nevado-Filábride. Los situados en la zona sur, en el sector de la Sierra de La Muela, entre las localidades de Perín, Galifa y Las Torres, corresponden casi todos a fragmentos de colada de un único centro de emisión, el volcán del Cabezo Negro de Las Torres. Los basaltos aparecen allí atravesando materiales sedimentarios del Mioceno y descansando sobre ellos, o bien sobre aluviones del Pleistoceno. Excepcionalmente hay un afloramiento al Este de Cartagena, el Cabezo de La Viuda.

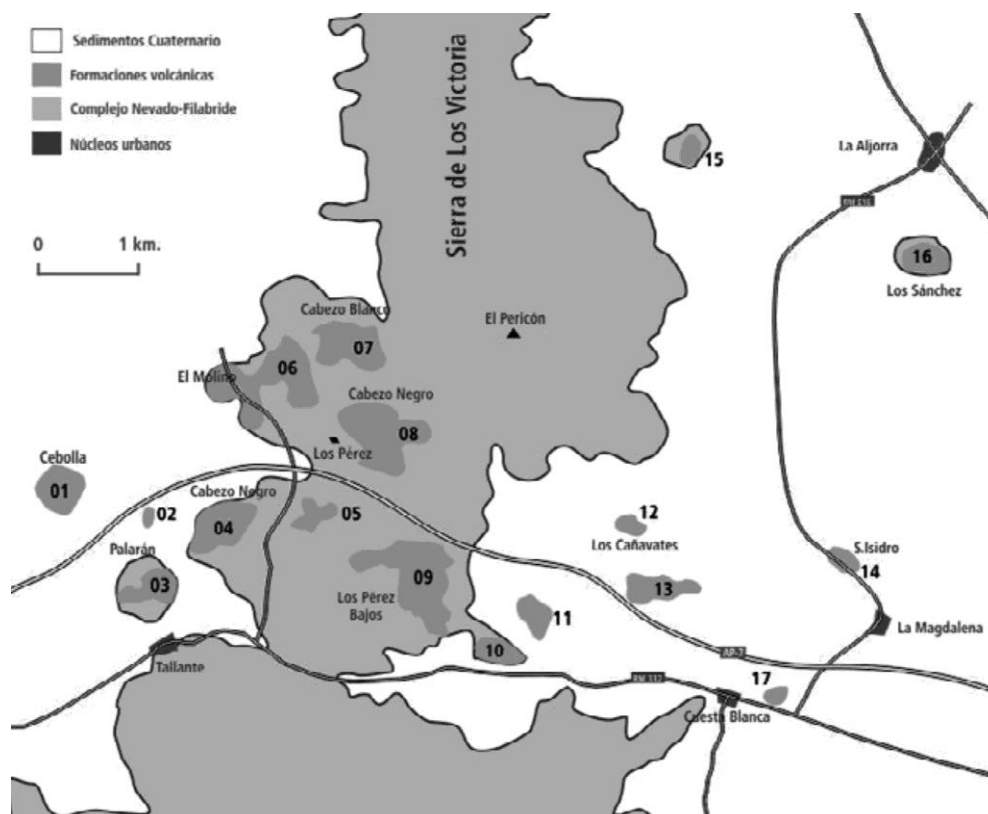


Figura 2. Sector central de la Sierra de Los Victorias, donde se encuentra la principal concentración de formaciones volcánicas

Estas formaciones volcánicas basálticas representa la última fase de actividad en la Provincia Volcánica del SE de España (PVSE). La PVSE ocupa un área de ~9000 Km² y se extiende a lo largo de una franja, orientada SW-NE, que abarca desde Cabo de Gata en Almería hasta el Mar Menor en Murcia, y que incluye también los afloramientos de Barqueros, Zeneta, Mula, Fortuna, Calasparra, Cancarix y Jumilla, situadas más al interior.

Comparada con las otras provincias volcánicas recientes de la Península (Calatrava, Golfo de Valencia y Ampurdán-Selva-Garrotxa), la del SE es la más heterogénea y compleja, ya que está constituida por rocas calco-alcalinas, calco-alcalinas potásicas, shoshoníticas, ultrapotásicas y basaltos alcalinos. La generación de las rocas calco-alcalinas a ultrapotásicas tuvo lugar en un primer estadio, entre los 15 y los 6 Ma, mientras que la de los basaltos alcalinos de Cartagena, tuvo lugar en un segundo estadio, unos 4 Ma. Después. (López-Ruiz et al., 2002). Existe un cierto consenso en aceptar (Doblas et al., 2007) que el primer estadio eruptivo está relacionado con la fase inicial de la extensión postorogénica que experimentó la Cordillera Bética, como consecuencia del hundimiento progresivo de un fragmento del orógeno sobreengrosado. Por el contrario, el

segundo estadio eruptivo se relaciona con la zona de debilidad que indujo el reforzamiento de la convergencia entre África y Eurasia que se inició a finales del Mioceno.

2. LOS AFLORAMIENTOS BASÁLTICOS DEL OESTE DE CARTAGENA

Esos afloramientos están constituidos por coladas basálticas y por depósitos de piroclastos, y tienen una edad comprendida entre 2,8 y 2,6 millones de años (M.a) (Bellon et al., 1983) por lo que generalmente han sufrido una intensa erosión que dificulta conocer las características y morfología originales; sin que se conserve ningún cráter visible. No se conserva ningún cráter visible. A lo largo de estos más de 2,6 Ma. Las grandes coladas han sido diseccionadas por la erosión, apareciendo actualmente como afloramientos discontinuos; o bien han sido recubiertas por sedimentos, como se puede constatar en los taludes de diversas ramblas. También es frecuente que las costras calcáreas (caliches) recubran algunos afloramientos. Recientes obras de carreteras han puesto al descubierto algunas estructuras ocultas. Con la reciente revisión de los afloramientos volcánicos en relación con el proyecto LIFE del Garbancillo de Tallante, se ha comprobando que su desarrollo es más importante de lo que la cartografía geológica oficial de la zona señalaba (IGME, 2010).

En lo que concierne a su mineralogía, olivino, clinopiroxeno y plagioclasa son los constituyentes mayoritarios, y magnetita y analcima los minoritarios. Todas ellos están inmersos en una matriz que puede ser microcristalina o vítrea según los casos (ver Figura 3). El rasgo petrológico más destacable de estos basaltos es la gran abundancia de xenolitos que presenta. Estos fragmentos tienen un extraordinario interés científico porque permiten conocer la composición de las zonas en las que se generan los magmas, así como de las que atraviesan durante su ascenso. Los xenolitos más abundantes son de peridotitas (Figura 4), considerados fragmentos de la parte superior del manto. En menor proporción se encuentran también xenolitos de rocas metamórficas (de granulitas cuarzo-feldespáticas y de esquistos albiticos), que se consideran proceden de la corteza inferior y superior, respectivamente (Cebriá et al., 2009).

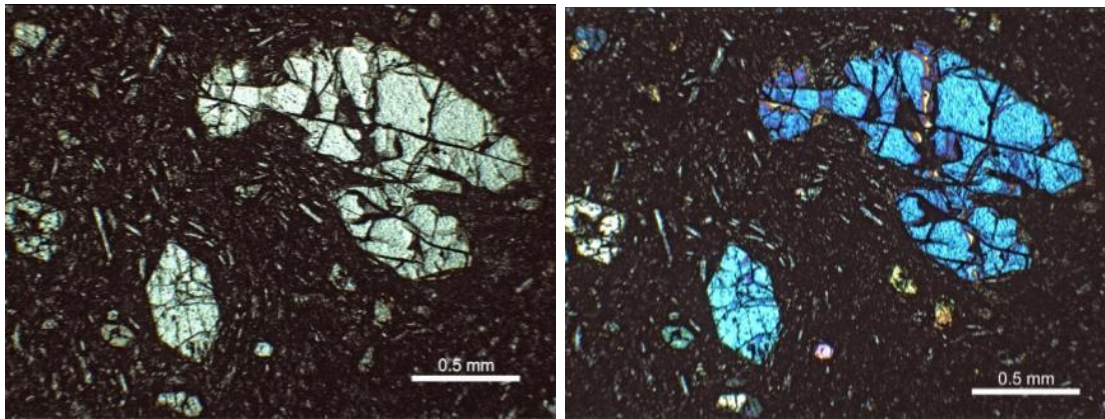


Figura 3. Microfotografía de basalto mostrando textura porfídica microcristalina, con fenocristales de olivino, y en la matriz microcristales de olivino y tabulares de plagioclasa. Foto izquierda nícoles paralelos, foto derecha nícoles cruzados. (Muestra procedente del Cabezo Negro de Los Pérez).

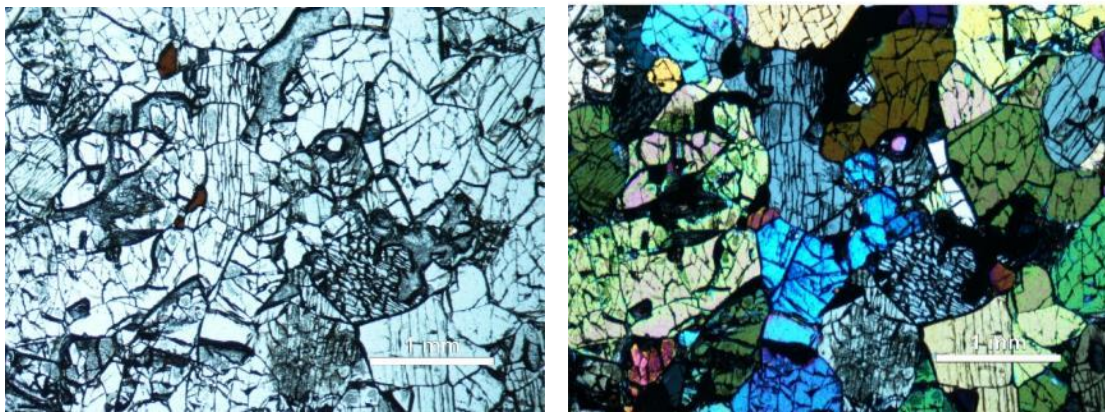


Figura4. Microfotografía de un Xenolito de peridotita del Cabezo Negro de Los Pérez, con Olivino, ortopiroxeno, y espinela intersticial. Izquierda con nícoles paralelos, derecha con nícoles cruzados.

Las coladas presentan en su parte basal estructura vacuolar muy desarrollada, debido a los gases contenidos en la lava al comienzo de la erupción. Aunque no es frecuente, en algunas zonas se aprecia una disyunción columnar debida a la contracción por enfriamiento.

Son frecuentes las formas debidas a alteración esferoidal o en cebolla y de ahí el toponímico de Cabezo de Las Cebollas, aplicado a uno de los cerros volcánicos del sector de Tallante. Es muy característica también la estructura lenticular o estratoide, paralela a la superficie de flujo de la lava. Los basaltos presentan un color pardo negruzco que ha motivado el toponímico de Cabezo Negro, que se repite en diversos relieves de la zona.

Bajo las lavas se encuentran los depósitos de piroclastos, a veces predominantes frente a aquellas. Normalmente éstos presentan una granulometría decreciente de abajo a arriba, pero en algunos casos se presenta una alternancia de gruesos y finos, o incluso una granulometría creciente de abajo a arriba, como en el Cabezo Negro de Tallante. Los piroclastos más finos, cineritas, tienen generalmente una buena estratificación, con estructuras sedimentarias características, como estratificación oblicua y estratificación gradada. Frecuentemente dentro de los depósitos piroclásticos aparecen bombas volcánicas de diferentes tamaños.

Debajo de los piroclastos aglomeráticos, aparece un nivel de brechas líticas, de varios metros de espesor, con clastos de esquistos predominantes y escasos fragmentos de lava y alguna bomba volcánica, que se interpretan como de origen freatomagmático.

3. LA ACTIVIDAD ERUPTIVA

A partir de las características petrológicas y mineralógicas de los materiales volcánicos es posible deducir cómo fueron estas erupciones. El bajo contenido en SiO_2 y en volátiles de los magmas que han originado este volcanismo implica que su viscosidad era reducida, por lo que su erupción fue moderadamente explosiva, de tipo estromboliano. El análisis de los materiales piroclásticos indica que al menos algunos de estos episodios eruptivos han tenido un carácter freatomagmático, es decir que se ha producido una interacción entre el magma y el agua freática. Esta interacción implica una rápida vaporización del agua subterránea, lo que provoca una sobrepresión y una relativamente alta explosividad con fuerte fragmentación de la roca encajante. En efecto en los volcanes de Tallante, por debajo de la formación piroclástica aglomerática aparece un nivel de brechas líticas, matriz soportadas, con ocasionales fragmentos lávicos, que hemos interpretado como de origen freatomagmático.

Según esto en volcanes como el Cabezo Negro de Tallante y el Cabezo Negro de los Pérez, la erupción empieza con un episodio de tipo freatomagmático con generación de brechas líticas y a continuación tiene lugar una fase estromboliana con formación de piroclastos ígneos bien estratificados y, finalmente, una etapa efusiva, con extrusión de lavas. En los citados volcanes se aprecian al menos dos pulsaciones eruptivas sucesivas, como se deduce de la repetición de la secuencia piroclastos-lavas (ver Figura 5). Es probable que dichas pulsaciones se sucedieran en un corto intervalo de tiempo, como sugiere la ausencia de paleosuelos entre ambas secuencias.

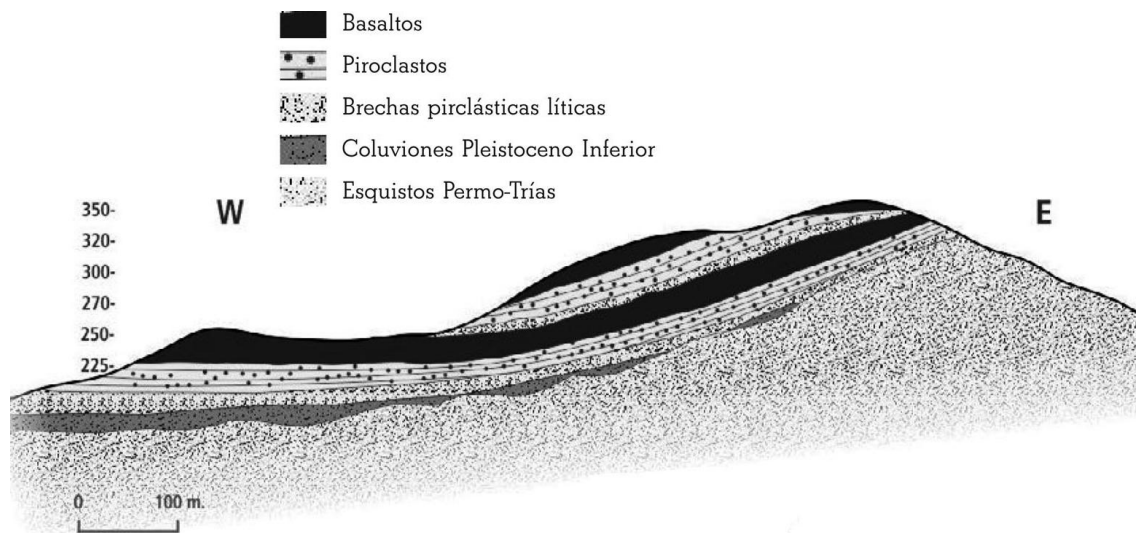


Figura 5. Perfil geológico del volcán del Cabezo Negro de Los Pérez

Las lavas emitidas debieron ser muy fluidas, como parece confirmarse por la formación de largas coladas. A destacar la colada procedente del Volcán del Cabezo Negro de Las Torres. Dicha colada se prolonga en dirección NE, a favor de la pendiente topográfica, al menos durante 5 kilómetros, siendo visible por última vez en el paraje de Los Agüeras, en el talud norte de la rambla de Peñas Blancas, donde aparece intercalada entre aluviones del Pleistoceno. En la figura 6 se representa la situación actual de la colada, diseccionada por fallas neotectónicas y eliminada por erosión en algunos sectores, en tanto que en otros aparece recubierta por sedimentos pleistocenos.

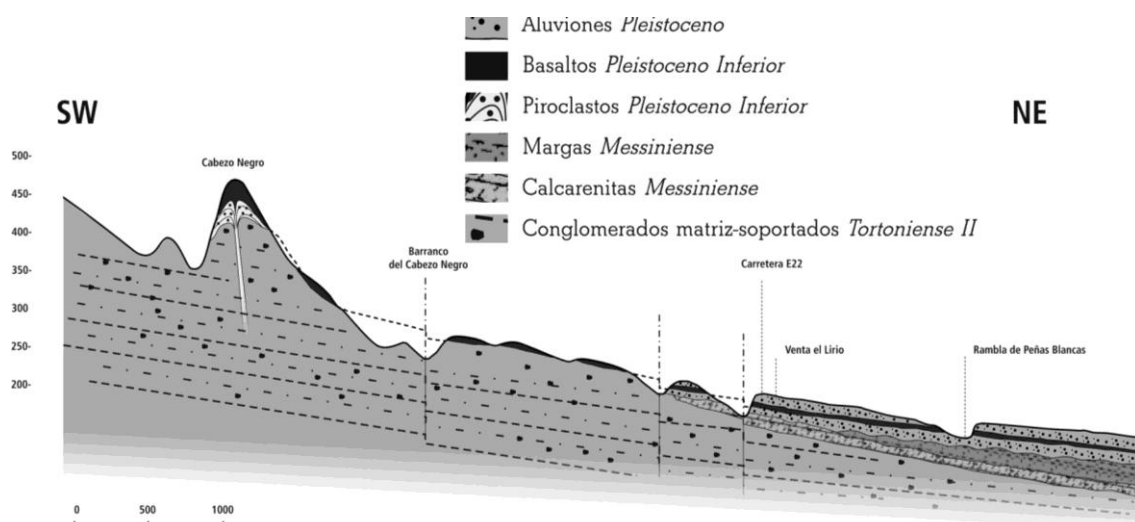


Figura 6. Volcán del Cabezo Negro de Las Torres, en el sector de la Sierra de La Muela, con la colada principal de lava, que se prolonga al noreste de la rambla de Peñas Blancas

La formación de largas coladas es característica en estos magmas basálticos y se presenta también en campos volcánicos similares, como el de Calatrava (Ciudad Real) o el de La Garrotxa (Girona). Debido a la alta temperatura de la lava cuando fluye las coladas producen una fuerte alteración térmica sobre los suelos que van recubriendo, lo que provoca la característica rubefacción de los materiales.

4. EL CAMPO VOLCÁNICO DE CARTAGENA COMO PATRIMONIO GEOLÓGICO

Esta formación volcánica, aunque relativamente bien conocido a nivel científico, es poco o nada conocido a nivel cultural por la sociedad. Su pequeña extensión dentro de la gran provincia volcánica del sureste español (PVSE) que abarca desde Almería a Murcia, repercute en que pase casi desapercibida a nivel cartográfico, pese a su singularidad. En el catálogo de los LIGs de la Región de Murcia están recogidos solo dos enclaves de este sector: el Cabezo Negro de Tallante (LIG 57) y el Cabezo Negro y colada basáltica de la Sierra de la Muela (LIG 58) (Arana et al, 1999) y se omiten enclaves y estructuras que en algunos casos tienen un interés superior como es el Cabezo Negro de Los Pérez, o el Cabezo Blanco. En otras zonas de la península donde aparece este tipo de vulcanismo se ha valorado más su importancia como Patrimonio Geológico y recurso cultural y turístico, y se han realizado actuaciones de protección y puesta en valor, como en el Campo de Calatrava, y especialmente en la comarca de La Garrotxa, en Cataluña.

Las formaciones basálticas de Cartagena han sufrido una serie de procesos erosivos y sedimentarios que han transformado mucho la morfología volcánica original y hace más difícil su reconocimiento e interpretación. No obstante el análisis de los actuales relieves permite observar los efectos de la superposición de procesos endógenos y exógenos en la zona en los últimos 2,6 M.a., de un gran interés didáctico. La planificación de itinerarios didácticos para diferentes niveles educativos, permitiría conocer cómo fueron los procesos eruptivos en la zona y la posterior evolución geomorfológica hasta llegar al paisaje actual. Estos objetivos didácticos se podrían alcanzar mejor con la creación de un Centro de Interpretación del vulcanismo. Hay que resaltar que el público potencialmente interesado en estos temas no se limita a la población escolar, sino que incluye a otros sectores de la sociedad, habitualmente interesados en el Turismo Cultural y de Naturaleza, lo que podría contribuir además a una dinamización económica de la comarca.

5. BIBLIOGRAFÍA

ARANA, R., RODRÍGUEZ-ESTRELLA, T., MANCHEÑO, M.A., GUILLÉN, F., ORTIZ, R., FERNÁNDEZ, M.T., DEL RAMO, A. (1999). "El Patrimonio Geológico de la Región de Murcia". *Fundación Séneca*. ISBN: 84-930085-7-5

- BELLON, H., BORDET, P. Y MONTENAT, C. (1983). « Chronologie du magmatisme Néogène des Cordillères Bétiques (Espagne meridionale) ». *Bulletin de la Société Géologique de France*, 25 205-217.
- CEBRIA, J.M., LOPEZ-RUIZ, J., CARMONA, J. Y DOBLAS, M. (2009). « Quantitative petrogenetic constraints on the Pliocene alkali basaltic volcanism of the SE Spain Volcanic Province ». *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 185(3), 172-180.
- DOBLAS, M., LOPEZ-RUIZ, J., CEBRIA, J.M., BECCALUVA, L., BIANCHINI, G. Y WILSON, M. (2007). « Cenozoic evolution of the Alboran Domain: A review of the tectonomagmatic models ». *Volcanism in the Mediterranean Area (Eds.: Geological Society of America, 303-320)*.
- IGME (2010). Mapa Geológico 1 :50.000. Edición Digital. Hoja 977 Cartagena. ISBN :978-84-7840-834-4
- LOPEZ-RUIZ, J., CEBRIA, J.M., DOBLAS, M., GIBBONS, W. Y MORENO, T. (2002). *Cenozoic volcanism I: the Iberian peninsula*. En: The Geology of Spain (Eds.: Geological Society, London, 417-438.
- MANTECA MARTINEZ, J.I., RODRIGUEZ MARTINEZ-CONDE, J.A., PUGA, E. Y DIAZ DE FEDERICO, A. (2004). Deducción de la existencia de un relieve Nevado-Filábride durante el Mioceno Medio-Superior, actualmente bajo el mar, al sur de las sierras costeras alpujarrides de El Roldán y La Muela (Oeste de Cartagena, Cordillera Bética Oriental). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 17(1-2).

Capítulo 7

Salinas del valle de ricote: paisaje y patrimonio

Miguel Ángel Núñez, Miguel Ángel Sánchez-Sánchez

Universidad de Murcia. Email:massgeociencias@gmail.com

RESUMEN

En el Valle de Ricote en la Región de Murcia, existen una serie de salinas de diverso tamaño. Estas contribuyen a dar carácter al paisaje del territorio donde se insertan. Tanto sus elementos como sus aprovechamientos constituyen un interesante patrimonio, formando parte del rico patrimonio del Valle de Ricote. Las salinas se localizan en los municipios de Ricote (salinas del Curro), Ojós (salinas de San Antonio de Pauda, rambla de Carcelín o el Arco) y Ulea (salero de Ulea). Se trata de conocer el paisaje en el que insertan las salinas del Valle de Ricote y los aspectos patrimoniales de las mismas. Algunas de las conclusiones son que el paisaje donde se insertan es el propio de ramblas, con entornos desprotegidos de vegetación y donde los aspectos geomorfológicos son muy patentes. Las salinas contribuyen a dar un carácter al paisaje diferenciador. Los aspectos materiales e inmateriales, asociados a las salinas, constituyen un interesante patrimonio, sobre el que se aconseja profundizar en un mejor y mayor conocimiento.

ABSTRAC

In the Ricote Valley in Murcia, there are a number of different size salt. These help to give character to the landscape of the territory where they are inserted. Both its elements as their harvests are an interesting heritage, part of the rich heritage of the Valley of Ricote. The salt flats are located in the municipalities of Ricote (Salinas Curro), Ojós (Salinas de San Antonio de Pauda, boardwalk Carcelín or Arco) and Ulea (salt Ulea). It is to know the landscape in which the salt inserted Ricote Valley and the economic aspects of the same. Some of the conclusions are that the landscape in which are inserted is typical of watercourses, with unprotected environments where vegetation and geomorphology are patents. The salt contributing a distinctive character to the landscape. Tangible and intangible aspects associated with the salt, is an interesting heritage, on which it is advisable to deepen more and better knowledge.

1. INTRODUCCIÓN

En el Valle de Ricote en la Región de Murcia existen restos de antiguas explotaciones salineras, localizadas en los municipios de Ricote, Ojós y Ulea, dándose diferencias estructurales, dimensionales, etc., entre unas y otras. Las de Ricote contaban con una edificación, todavía en pie, cuya función era la de vivienda y almacén; en el caso de Ojós, el almacenaje se realizaba en una cueva, existente todavía; la de Ulea, es la más pequeña de las tres. En todas ellas se obtenía la sal por evaporación solar de la salmuera, sobre las eras, a su vez la salmuera era captada de manantiales o cursos de agua superficiales –ramblas-. Estas son denominadas como “salinas de interior”, fenómeno exclusivamente ibérico en el continente europeo. Si las salinas obtienen la salmuera de un manantial atalasoalino, siendo esta evaporada por el sol y el viento, también son conocidas como “salinas de manantial” o “salinas continentales” (Hueso y Carrasco, 2006).

La actividad salinera en el Valle de Ricote, durante centurias, ha dejado un legado histórico, etnográfico, etc., de considerable interés. Toda esta herencia forma parte del rico patrimonio con que cuenta el Valle de Ricote. La actividad salinera ha transformado el territorio en el que se encuentra, al tiempo que se ha adaptado al mismo, todo este proceso de relación medio-hombre ha dado lugar a la existencia de paisajes peculiares. Hoy en día tanto los restos materiales como inmateriales de la presencia de las salinas en el valle, y los paisajes a los que dan lugar y en los que se encuentran inmersas, hacen de todo ello un importante patrimonio. Estudiar y conocer los paisajes y patrimonio de las salinas del Valle de Ricote, constituye un trabajo de considerable interés.

Se tiene como objetivo general conocer el paisaje en el que insertan las salinas del Valle de Ricote y los aspectos patrimoniales de las mismas. Los objetivos secundarios son: 1) conocer los paisajes en que se insertan las distintas explotaciones salineras., 2) conocer si las distintas explotaciones salineras han podido determinar nuevos paisajes., y 3) conocer aquellos elementos materiales e inmateriales que conforman un patrimonio en torno a la explotación salinera en el Valle de Ricote.

El Convenio Europeo del Paisaje (CEP2000) considera a este como cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos (Consejo de Europa, 2008). Esta concepción del paisaje a partir de la percepción de la población, induce a pensar en la existencia de diversos paisajes, determinada dicha variedad por la diversidad cultural de los distintos grupos sociales. Se puede considerar que el paisaje será tratado de diferente modo, desde distintos puntos de vista. “El paisaje es un concepto complejo susceptible de ser abordado desde numerosas perspectivas” (Jiménez *et al.*, 2015). Por lo que podremos encontrarnos con paisajes forestales, urbanos, agrarios, geomorfológicos, etc.

Por otro lado “numerosos autores (Bertrand, 2008; Gómez, 1999; Mata et al., 2003; Molinero et al., 2011; Zoido, 2012) reconocen a los paisajes como resultante de las formas del territorio y su trayectoria histórica, así como de las percepciones y representaciones de dicho territorio a través del tiempo” (Jiménez Olivencia et al., 2015). En esta percepción de los diversos autores citados, subyace la cuestión cultural, ligada en numerosas ocasiones al hecho patrimonial. “El paisaje es considerado como una modalidad más de patrimonio, en tanto en cuanto se considera huella de la sociedad sobre la naturaleza y paisajes preexistentes” (Hermosilla e Irazo, 2014).

Para Capel (2014) casi cualquier rasgo en cualquier lugar puede ser reconocido como patrimonio, siempre que se valore, estudie, catalogue, magnifique o se le dé publicidad. Además Sánchez-Sánchez et al. (2015) consideran que los recursos hídricos en el Valle de Ricote, son considerados históricamente como un bien, como un patrimonio, por parte de la población. Ya que las salinas dependen del agua e históricamente sus productos fueron considerados un bien para el consumo humano, se puede considerar a estas como un hecho patrimonial. Por lo que los elementos y procesos de las explotaciones salineras en el Valle de Ricote, pueden ser vistos como patrimonio. Así mismo Núñez y Hernández (2007) consideran que de las salinas deriva un patrimonio ambiental y cultural.

2. METODOLOGÍA

La metodología puede ser considerada cualitativa (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2010) y el tipo de investigación puede ser considerada no experimental descriptiva, con algunos aspectos que pueden tener carácter histórico (Salkind, 2006). Se ha consultado la bibliografía existente, realizado diversas visitas para su localización geográfica y toma de datos, visitando los lugares de los municipios de Ulea, Ojós y Ricote donde se podían localizar las mismas, así como a instituciones tales como ayuntamientos para ser orientados sobre la cuestión.

Además se han realizado entrevistas de presencia física, mediante correo electrónico y conversaciones telefónicas, con los cronistas oficiales de Ojós, Ulea, Ricote y Blanca. Así mismo se han entrevistado a los propietarios de las salinas de Ojós y Ricote, hasta el momento de su producción, y personas que han tenido relación con las mismas, estas se han desarrollado en los municipios de Ojós y Blanca respectivamente. En las salidas de campo también se han tomado datos relativos a los paisajes en que se insertan las mismas.

3. PAISAJE Y PATRIMONIO EN LAS SALINAS DEL VALLE DE RICOTE

Las salinas crean su propio paisaje (Gil Guirado y Gómez Espín, 2010) formado por elementos infraestructurales asociados a la producción y posterior tratamiento de la sal.

Asimismo “la mayoría de las salinas de la Región han tenido un carácter artesanal y familiar en su explotación, y a veces sólo para un mercado local que las necesitaba para salazón y conservación de alimentos, piensos y sanidad del ganado” (Gil Guirado y Gómez Espín, 2010:120). Las salinas de interior dan lugar a paisajes peculiares, al tiempo que se localizan en lugares donde existen paisajes singulares. Los paisajes donde las salinas están presentes son denominados como “paisajes de la sal” (Gómez *et al.*, 2010).

Las salinas del Curro (Ricote) (Figura 1) según D. Dimas Ortega (Cronista Oficial de Ricote) están documentadas a finales del s.XVIII en Protocolos, pero siempre lindando con parcelas de compra venta (M.A. Sánchez-Sánchez, comunicación personal; 10 Septiembre, 2015). Estas se organizan estructuralmente en terrazas donde se ubican las eras de cristalización (Figura 1D), cuya base es la rambla circundante, eran alimentadas por una surgencia, sus aguas eran vertidas a dos balsas (Figura 1C). Según palabras de D. Hipólito Molina Trigueros viudo de Doña Visitación Aurora Lavera Trigueros, última propietaria hasta final de la producción de sal (1958-1960), la propiedad era compartida con dos hermanos más. En la edificación existente (Figura 1A), la planta baja servía de almacén (atrejos) y lugar de venta de la sal y la planta superior era usada como morada de los propietarios (M.A. Sánchez-Sánchez, comunicación personal; Blanca, 23 Septiembre, 2015). La salina forma parte de un paisaje geomorfológico de rambla donde los afloramientos salinos, presentes en el talweg (Figura 1B) dan constancia de la salinidad de este territorio. Las laderas del entorno (Figura 1A) muestran un paisaje de cárcavas sobre materiales margosos, con casi nula vegetación.

Las salinas de Ojós (Figura 2) conocidas como de San Antonio de Pauda, del Arco o de la rambla de Carcelín (Figura 2), según (Gil Guirado y Gómez Espín, 2010) fueron explotadas hasta los años noventa del siglo XX. En palabras de D. Luís Lisón Hernández (Cronista Oficial de Ojós) da la impresión que en la antigüedad las hubo, pues en un documento de 1526 dice que en Valle de Ricote hay dos fuentes de agua salada, de las que recogen los vecinos alguna sal, pero que por no estar limpias dichas fuentes y es muy poca la sal que se recogen, han de traerlas de otros lugares lejanos. Lo que confirma una obligación de 1593 en la que Juan Tomás Montoro debía cierta cantidad de dinero a Juan de Medina Lisón, administrador de las salinas de este reino, de quien tuvo arrendado el salero de las villas de Cieza, Blanca y Ojós.



Figura 1. Salinas del Curro (Ricote). A) Vivienda-almacén, B) Afloramiento salino en rambla, C) Balsa almacenaje salmuera, D) Vista parcial eras de cristalización
Fuente: Sánchez-Sánchez, M.A. (2015).



Figura 2. Salinas de Ojós. A) Vista parcial eras de cristalización, B) Cueva-almacén, C) El Arco.

Fuente: Sánchez-Sánchez, M.A. (2015).

Entre las peculiaridades de estas salinas está la existencia de una cueva (Figura 2B) donde se almacenaba la sal, excavada sobre unos materiales margosos próximos.

El paisaje del que forman parte es de los considerados de rambla, con laderas constituidas por materiales margosos principalmente. Sobre los mismos, en las proximidades de la salina una de las laderas muestra un orificio (Figura 2C) característico, siendo uno de los topónimos de la zona y de la salina. Todo parece apuntar que su origen es antrópico, realizado para evitar que las aguas de uno de los barrancos destruyeran las salinas a causa de posibles inundaciones.

“Las salinas de Ulea, (Figura 3) que por su pequeña extensión se les llama Salero Ulea...son hasta el momento las más pequeñas de la Región de Murcia. Pese a actual abandono, tuvieron gran auge...Como las salinas de Ulea quedaban más alejadas que las de Ojós, los habitantes de la Villa de Ulea se surtían de las salinas de Ojós; mientras que la sal del Salero de Ulea, abastecía a los poblados de La Garapacha (Fortuna), El Fenazar (Molina de Segura) y todos los caseríos del campo de Ulea, en especial, La Tercia del Tinajón. Ya, desde el siglo XVIII, las sales de las salinas de Ulea, además para la condimentación de los alimentos se utilizaban para conservar el hiello, curtir pieles, alimentar a los ganados y conservar alimentos. Como las Salinas de Ulea resultaban ser de las más ricas en salmueras, con el agua resultante después de estar recalentadas por el sol, se regaban las eras aledañas que resultaban ser las charcas donde cristalizaba, de forma definitiva, la sal. Estas balsas, también llamadas tablones, estaban construidas a base de cal y canto (argamasa, piedra y arena) aunque en el salero de Ulea estaban impermeabilizadas por medio de gredas, arcillas y espejuelo. En las salinas de interior, también en la de Ulea, se usaba un revestimiento de madera que ya no entraba en fase de putrefacción, porque la sal impedía el hacinamiento de los hongos; causantes de la putrefacción de la empalizada de madera. De todas formas, durante la primera mitad del siglo XVIII, las cinco charcas de Ulea, se impermeabilizaban con cal hidráulica (Joaquín Carrillo Espinosa, 2015, Las salinas de Ulea).

Al igual que las anteriores explotaciones salineras esta se encuentra localizada en una rambla. El paisaje donde se encuentran es agrícola, con nuevas explotaciones intensivas de frutales con riego localizado, con una profunda transformación del entorno, salvo la excepción del cauce de la rambla. Se caracterizan por ser las más pequeñas de las existentes en el Valle de Ricote, así como en toda la Región de Murcia.



Figura 3. Salero de Ulea. A) Vista del Salero, B) Detalle de una era de cristalización

Fuente: Sánchez-Sánchez, M.A. (2015).

Sus eras de cristalización tienen un reducido tamaño (Figuras 3B y Figura 4), estas se estructuran de modo escalonado en una de las laderas de la margen derecha de la rambla Salinas (Figura 4).

4. CONCLUSIONES

Las tres explotaciones salineras se encuentran en un considerable estado de abandono. Todas ellas tienen en común estar localizadas sobre ramblas, en paisajes que muestran una considerable aridez, donde las aguas de las que se nutren muestran una alta salinidad. Cada una tiene peculiaridades propias, la de Ricote por la existencia de edificación y dos balsas de almacenaje del agua; la de Ojós por la cueva que servía de almacén y por la de Ulea por ser la más pequeña. Todas constituyen un considerable patrimonio que permite enriquecer la diversidad de paisajes y el rico patrimonio cultural con que cuenta el Valle de Ricote. Sería adecuado en el futuro una investigación más amplia y profunda respecto a las salinas del Valle de Ricote para su puesta en valor e incremento del patrimonio cultural del Valle de Ricote.

5. BIBLIOGRAFÍA

- CAPEL, H. (2014): El patrimonio: la construcción del pasado y del futuro. Barcelona, Del Serbal.
- CONSEJO DE EUROPA (2008): "Recomendación CM/Rec (2008) del Comité de Ministros a los Estados miembro sobre las orientaciones para la aplicación del Convenio Europeo del Paisaje". http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/desarrollo-territorial/09047122800d2b4d_tcm7-24961.pdf [Consulta: 10/11/2015]
- GÍL GUIRADO, S. y GÓMEZ ESPÍN, J.Mª. (2010): "Salinas de interior en el territorio de la Región de Murcia". Papeles de Geografía, 51-52, pp. 115-130.

- GÓMEZ ESPÍN, J.M^a.; MARTÍNEZ MEDINA, R.; GIL MESEGUER, E.; GIL GUIRADO, S. Y BALLESTEROS PELEGRÍN, G. (2010): "Capital territorial de las salinas. Valoración ambiental y turística." *Grand Tour: Revista de Investigaciones Turísticas*, 2, pp.41-61.
- HERMOSILLA PLA, J. Y IRANZO GARCÍA, E. (2014): "Claves geográficas para la interpretación del patrimonio hidráulico mediterráneo. A propósito de los regadíos históricos valencianos". *Boletín de la AGE*, 66, pp. 49-66.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R.; FERNÁNDEZ COLLADO, C. Y BAPTISTA LUCIO, P. (2010). "Metodología de la investigación". 5ª edición. McGraw-Hill. México.
- HUESO KORTEKAAS, K. Y CARRASCO, J.F. (): "Iniciativas de recuperación de salinas de interior en España". Universidad de Porto (Portugal)
- HUESO KORTEKAAS, K. Y CARRASCO, J.F. (2006): "Las salinas de interior, un patrimonio desconocido y amenazado". *De Re Metallica*, 6-7, pp. 23-28.
- JIMÉNEZ OLIVENZA, Y.; PORCEL RODRÍGUEZ, L. Y CABALLERO CALVO, A. (2015): "Medio siglo en la evolución de los paisajes naturales y agrarios de Sierra Nevada (España)". *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, nº 68, págs. 205-232.
- NUÑEZ HERRERO, M.A. Y HERNÁNDEZ GUIRAO, A. (2000): "El patrimonio salinero de la Región de Murcia. Patrimonio". *Educación en el 2000*, pp. 61-65.
- SALKIND, N.J. (2006): "Métodos de investigación". Person Prentice Hall. México.
- SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, M.A.; GARCÍA MARÍN, R. Y BELMONTE SERRATO, F. (2015): "El paisaje del Valle de Ricote en la Región de Murcia como recurso patrimonial e identidad cultural." En De la Riva, J., Ibarra, P., Montorio, R., Rodrigues, M. (Eds.) 2015. *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación*. 1211-1219 Universidad de Zaragoza-AGE. ISBN: 978-84-92522-95-8

Capítulo 8

Minería en la costa de la S^a de Almagrera (Almería): datos mineralógicos de las playas.

Salvador Ordóñez^{1,2}, D. Benavente^{1,2}, J. C. Cañaveras^{1,2}, María Ángeles García del Cura^{2,3} y J. Martínez Martínez^{1,2}

¹ Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante. E mail: salvador@ua.es david.benavente@ua.es jc.canaveras@ua.es javier.martinez@ua.es

² Laboratorio de Petrología Aplicada. Unidad Asociada Universidad de Alicante-CSIC.

³ IGEO (CSIC,UCM) E-mail: agcura@geo.ucm.es

RESUMEN

La Sierra de Almagrera se extiende paralela a la costa (12 km) entre San Juan de Terreros a Villaricos. Tiene un importante Patrimonio minero, desde el Neolítico hasta el s. XX. El lado O. de la S^a, presenta filones verticales epitermales de cuarzo, con sulfuros y sulfosales de Pb-Sb-Cu-Ag. En el lado E. de la S^a aparecen venas mesotermales de cuarzo – aurífero, cuasi concordantes con los esquistos del Complejo Nevado-Filábride. Se ha realizado un muestreo de las arenas de playa de las Calas La Invencible y Cristal (E.). En la fracción pesada se han identificado junto con zircones, óxidos de Ti, ilmenita, sulfuros y oxi - hidróxidos de Fe, calcines, y monacita. La monacita es del tipo Ce – La, enriquecida en Ag y con hábito cristalino, semejante a las descritas en otros filones de cuarzo aurífero.

ABSTRACT

The Sierra de Almagrera extends parallel to the coast (12 km) from San Juan de Terreros to Villaricos. It has an important Geological and Mining Heritage, from the Neolithic to the s. XX. The eastern slope presents a vertical epithermal quartz crosscut veins with sulphides and sulfosalts Pb-Sb-Cu-Ag. On the western slope outcrops mesothermal quartz-gold subvertical veins quasi-concordant with the schistosity of Nevado-Filabride Complex. We carried out a sampling of the sand beach from Cristal and Invencible Coves. In the heavy fraction have been identified together with zircons, Ti-oxides, ilmenite, Fe sulphides and oxy - hydroxides, calcines, and monazite. Monazite is the type Ce – La, enriched in Ag and a crystal habit, similar to those described in other auriferous quartz veins.

1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE ACTIVIDAD MINERA DE LA ACTIVIDAD MINERA.

Sierra Almagrera, ver en *"Mining Historical Heritage: 5. Sierra Almagrera Distrito Minero (37 °28 'Nl 1" 73' W) (Almería)"* (UNESCO, 2007), es una pequeña sierra, que discurre paralela a la costa unos 12 km, ubicada en los municipios de Cueva de Almanzora y Pulpí (Almería), con una anchura máxima entre 3- 4 km, con alturas que no alcanzan los 400m. Se la conoce por sus yacimientos de plata y plomo. Estos metales eran extraídos en las proximidades del Río Almanzora, desde el Neolítico (3.500 años a.C.), por fenicios (López Castro et al. 2010), cartagineses, romanos, bizantinos y musulmanes. Existe multitud de información dispersa en artículos, a los que haremos referencia más adelante, y en páginas web (<http://www.almagrera.es/y> <https://echino.files.wordpress.com/2007/03/c-desague-del-artea-duchas>), que señalan su historia, que resumimos aquí.

Un hecho singular de la minería de la zona fue el descubrimiento en el Barranco del Jaroso, en 1838 de un filón de galena argentífera, que llega a alcanzar en algunos puntos 12 m, este hecho junto con la constitución de una empresa local, dio lugar a una auténtica "fiebre de la plata". Se llevaron a cabo investigaciones por personas de la zona, que permitieron desarrollar varias pequeñas empresas sobre exiguos permisos.

El impulso empresarial y la financiación de particulares de la zona pusieron, en marcha un gran desarrollo minero, que contribuyó a proyectar a España a nivel mundial, como uno de los países exportadores de plomo y plata. A este descubrimiento siguieron los del barranco del Francés, y luego los del barranco de La Torre. Los trabajos mineros más rigurosos, se deben a Ezquerro del Bayo (1841 y 1846) en ellos describe la mineralización de la "Sierra de Almagrera de Montroy" y especialmente *"El Filón del Jaroso. Es una notabilidad en su clase. Es un fenómeno tan singular como el de Almadén, tan notable como el de Guadalcanal, y tal vez específicamente más rico que Veta Grande en Zacatecas... Su dirección N a S... un pequeño desvío de 6°N... Su inclinación es de 65-70° al E, y su potencia unas tres varas y media (1 vara ≈ 0.912 – 0,768 m)... La masa del filón está compuesta de una porción de sustancias metalíferas... galena hojosa en palmas, galena de grano fino..., cobre gris, óxidos de hierro y de manganeso, arseniuros de plata y de plomo... no metalíferas... barita y el yeso...abundando también grandes trozos del mismo esquisto que constituye la caja del criadero... En un ensayo hecho de mi orden sobre ocho arrobas de mineral molido... ocho onzas de plata por quintal (2,2 kg/t, suponiendo que 1 quintal ≈ 3527,4 onzas)..."*. Al comienzo de las labores mineras, se comercializó también, el mineral ferruginoso, llegando a despreciarse los "cobres grises", a los que se pronto se prestó atención, al comprobar su alto contenido en plata. Ezquerro del Bayo (1846), contiene un informe del ingeniero, sajón, J.F. Feigenspann, que está al frente de las labores de las minas

Esperanza , Observación, Diosa , Rescatada , y Estrella que describe la situación de los trabajos aquel año. Existen informes de Pellico (1844), que asegura que las *“minas y fundiciones de Sierra de Almagrera cuyos productos han ascendido a 230.000 marcos de plata en todo el año anterior, equivalentes a unos 42.000.000 de rs.vn.”* y Monasterio (1850), *“...cuando visité (1945) por primera vez las minas... indiqué que no dando ya tiempo la proximidad de las aguas para pensar en el socavón, era urgente establecer por cuenta de todos una máquina de vapor en el punto más a propósito... Los mineros no calcularon que una máquina de vapor no se improvisa en España a toda hora, que el arreglo del pozo... la colocación... exige mucho tiempo...”*. Efectivamente, ya en 1843, comenzaron a aparecer problemas con el desagüe de las minas, así en la Mina de Las Ánimas, apareció agua a 146 m de profundidad, poca al principio pero conforme se profundizaba, se agravaban los problemas de drenaje. Sánchez Picón (1986), ha escrito con todo lujo de detalles la problemática económica y financiera del desagüe de las minas de la S^a Almagrera, se puede encontrar más información en Fernández Bolea (2010).

Los datos geológicos, su bibliografía, se han recogido por Artero García (1986), que muestra un corte esquemático de las explotaciones (Figura 1), tomada de Fábrega (1907), a la vez que señala el carácter epigenético de los yacimientos. En este mismo trabajo señala que toda la S^a Almagrera, está situada sobre aguas termales, 43°C, de color rojizo – naranja, actualmente en una cota 25 b.n.m.

Actualmente nos queda un enorme patrimonio geológico-minero muy deteriorado por el paso del tiempo, una arqueología minera, principalmente constituida por los restos de las minas que se abrieron desde tiempo de los romanos, como pozos, edificios mineros y socavones para distintos usos por toda Sierra Almagrera.

En este trabajo se ha revisado la historia metalogenética de la zona de la que hemos excluido, expresamente Mina Rica (inicialmente, óxidos de hierro y siderita, y posteriormente galena y plata) asociada al Complejo Alpujárride (Palero et al. 2015), y el yacimiento de mercurio del Valle del Azogue (Mendoza et al. 2006). Los yacimientos de esta Sierra que corre paralela a la costa en casi 12 km, han sido objeto de explotaciones desde el Neolítico por sucesivas civilizaciones: fenicios, cartagineses, romanos, que dejaron constancia de su presencia en el área de Villaricos (Ciudad de Baria) (López Castro et al. 2010).



Figura 1. Corte esquemático de las explotaciones de Fábrega (1907), tomada de Sánchez Picón, A. (1986).

2. MARCO GEOLÓGICO

Desde el punto de vista científico, se debe señalar, que en 1852, en muestras procedentes del barranco del Jaroso, fue descrito por primera vez el mineral “jarosita”, por August Breithaupt (1791-1873), estudiante con Werner, y Mohs, y a su vez profesor de la Academia de Minas de Freiberg. La determinación de la composición mineralógica de los sulfatos asociados a la mineralización de los filones del lado Oeste de S^a Almagrera se hace por Arana y Guillén Mondejar (1985), y López-Aguayo y Arana (1987). Así mismo, la mineralización de las Minas de Herrerías y la de S^a Almagrera, se consideran un buen modelo de yacimiento “exhalativo”, con formación de “exhalitas” su génesis, y relación con los procesos volcánicos, y con los procesos metalogenéticos, ver Martínez Frías (1991). El sistema hidrotermal de El Jaroso (Jaroso Hydrothermal System) ha sido usado como un modelo análogo para la exploración de Marte, ver Frost et al. (2007) Weiera et al. (2007) y Rull et al. (2010), ya que la jarosita en Marte, descubierta en 2004, por el “rover” Opportunity en la zona de Meridiani Planum supuso una de las evidencias más importantes que confirmaban la presencia de agua líquida en el pasado del planeta Marte.

Recientemente, Dyja et al. (2015), estudia las inclusiones fluidas, logrando diferenciar varias etapas de mineralización de S^a de Almagrera, una en la que se identifican, en filones, cuarzo y baritina, fuertemente deformados, que encajan en los esquistos grafitosos, poco mineralizados, con inclusiones muy salinas, que se relacionan con la “exhumación” Neógena de los Complejos Metamórficos Béticos. La tectónica de

fracturas del Tortonense Superior, da lugar a filones discordantes con la esquistosidad, que contienen hematites. El vulcanismo Messiniense, genera las condiciones reductoras, que dieron lugar a la formación de pirita y siderita, y posteriormente a galena y barita, en condiciones oxidantes, lo que se ha relacionado con un aumento probable de la temperatura, y con la incorporación de sulfatos del Messiniense. El papel del vulcanismo, es evidente el origen de los yacimientos de Herrerías, López Gutiérrez et al. (1993), como se puede ver en la relación entre vulcanismo shoshonítico, Martín Escorza y López Ruiz (1988), y las “exhalitas” de Herrerías, encajadas en el Tortonense, y que afectan al Messiniense - Plioceno. Las rocas descritas como riodacitas y dacitas, de textura porfídica definida por plagioclasas (subidiomorfos y zonadas), cuarzos redondeados y fracturados, y micas biotita-flogopita, la matriz de microlitos contiene mica, plagioclasa, y feldespato potásico, así mismo se encuentran xenolitos de “granate” y “silimanita”, Espinosa Godoy et al. (1974). Una buena revisión de la posición estratigráfica puede verse en Monténat y Ott d’Estevou (1996).

Navarro (2015), señala la presencia de dos etapas mineralogénicas, una más moderna, ya descrita, y otra de carácter meso termal: los filones auríferos de Cala El Mal Paso, Cala Cristal y Acebuche Quemado, algunos de ellos fueron objeto de explotación en el s. XVIII, Navarro (2015). Los venas de cuarzo (cuarzo aurífero) son cuasi concordantes con los esquistos grafitosos con cloritoide-granate (Complejo Nevado – Filábride), semejantes a los del lado Este de la S^a Almagrera, y se interpretan como asociados a procesos de cizalla en la transición frágil – dúctil. Las inclusiones fluidas identificadas en estos filones, permiten vincularlos con yacimientos de carácter “orogénico” emplazados en rocas metamórficas, cuyas principales características son el control estructural de las mineralizaciones y cuyo origen se atribuye a la acción de fluidos de origen y circulación profundos (hasta 10-15 km).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA PROSPECCIÓN EN CALA CRISTAL Y CALA INVENCIBLE.

La ladera este de la S^a de Almagrera está formada por esquistos grafitosos, atribuibles al Complejo Nevado-Filábride, aunque anteriormente, habían sido atribuidos al Complejo Alpujárride ver Espinosa Godoy et al. (1974).

La zona de Cala Cristal ha sido investigada por Navarro et al. (1994), Navarro et al. (1997). La prospección geoquímica realizada sobre los filones auríferos, de espesores medios de 1m, han permitido definir tres poblaciones: a) Población Es, muestras de las Herrerías, S. Almagrera (vertiente Oeste), Terreros, y Águilas (sistemas epitermales submarinos), vinculadas a Ag, Ba, Hg, Sb, Ta, U y Tb; Población V, muestras no minerizadas del V. del Azogue (San Juan de Terreros), vulcanismo de Mazarrón y exhalitas de las Herrerías, con un muestras geoquímicamente próximas al vulcanismo

regional; Población Hf, muestras de Cala Cristal y C. Minado yac. hidrotermal)... Hf, Na, Rb, Sc, Th, La, Ce, Nd, Sm, Y, Lu; y correlacionada negativamente con el Au. Esta población Hf, estaría vinculada con los filones de cuarzo, controlados fuertemente por la esquistosidad, y que contienen cantidades importantes de oro.

Nuestra prospección se realizó en las playas de las Calas Invencible, y Cala Cristal, recogiendo la fracción 0,063 mm – 2 mm, concentrándose mediante batea, para luego realizar un estudio mineralógico. En el concentrado se han identificado, mediante estereomicroscopio óptico (Zeiss, Stemi SV6) y microscopio electrónico de barrido (MEB Hitachi modelo S3000N con un detector de rayos X marca Bruker modelo XFlash 3001 para microanálisis (EDS o Energy Dispersive X-ray Spectrometer). Los resultados, aún en fase de estudio, reflejan que la fracción ligera está formada por esquistos grafitosos, micas tipo flogopita, y cuarzo, junto con carbonatos esqueléticos. La fracción densa contiene óxidos de hierro; incluso, en el caso de La Invencible, existen calcines, procedentes de la tostación de sulfuros en las antiguas fundiciones próximas a la Cala; resulta interesante señalar la presencia bastante común de monacita, óxidos de titanio, ilmenita, zircón (Figura 2).

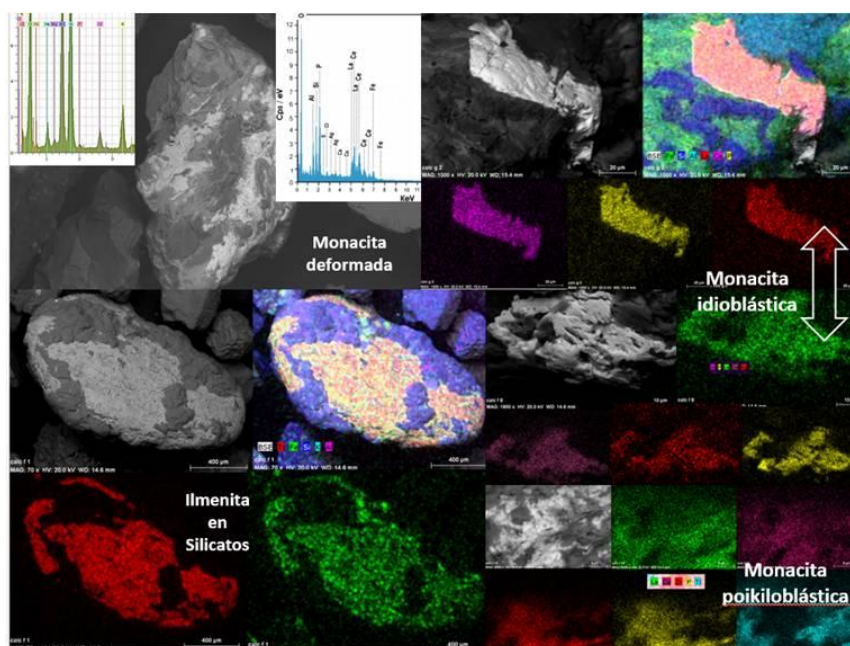


Figura 2. Imágenes MEB, espectros de EDAX, y “mapping” de granos y minerales de las Calas Cristal e Invencible. Mostrando los diferentes tipos de monacita, así como su enriquecimiento en Ag.

Se ha identificado monacita – Ce – La (en general la cantidad de Ce, duplica a la de La), con un fuerte enriquecimiento en Ag, y su hábito cristalino varía desde, , idioblástico, poikiloblástico e incluso formas alargadas y estiradas según la esquistosidad, hábitos que han sido descritos e interpretados por Gasser et al (2012). La monacita La-Ce, se ha

descrito con hábitos y composición química semejante en venas de oro-cuarzo, del yacimiento de Muruntau (Uzbekistan), ver Kempe et al. (2001).

4. CONCLUSIONES

Tanto desde el punto de vista Arqueológico Industrial, como desde los modelos de yacimientos, la minería de Herrerías, el Bº del Jaroso y otros, ladera Oeste de Sª Almagrera, han atraído la atención de especialistas desde el s. XIX. En el Barraco del Jaroso en 1852 se describió el mineral “jarosita”, y la identificación de este mineral en el planeta Marte, a principios de este siglo, abrió grandes posibilidades a considerar las alteraciones hidrotermales del Jaroso, un “análogo” de las identificadas en Marte.

Las características mineras de la zona fueron descritas por Ezquerro del Bayo, J (1841). A este trabajo ha seguido una pléyade de autores que han abordado los diferentes aspectos de la mineralogénesis y de la Geología Económica. Incluso las “exhalitas” relacionadas con el vulcanismo tardi-Neógeno, se las ha considerado un modelo singular de yacimientos vulcano-exhalativos.

En la vertiente Este de la Sª de Almagrera, se han identificado venas cuarzo-auríferas concordante con la esquistosidad y comúnmente replegados y budinadas, que arman en los esquistos grafitosos de cloritoide-granate regionales, que constituyen la roca madre de los depósitos playeros de las Calas estudiadas.

La mineralogía de las arenas de playa de las calas de la costa de Sª Almagrera suministran importantes datos acerca de la paragénesis mineral, contribuyen al conocimiento de la historia geológica del complejo Nevado Filábride, así como del Patrimonio Geológico – Minero de la zona, sin obviar el interés de las monacitas - La-Ce, ricas en Ag, y su potencial interés como materias primas del s. XXI.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ARANA, R Y GUILLÉN MONDEJAR F. (1997): Mineralogía de sulfatos en Sierra Almagrera (Almería) En *Recursos naturales y medio ambiente en el sureste peninsular*. Ed Instituto de Estudios Almerienses, pp.283-290
- ARTERO GARCÍA, J.M. (1986): Síntesis Geológico-Minera de la Provincia de Almería. Boletín del Instituto de Estudios Almerienses. *Ciencias*, núm. 6, pp.57-79.
- DYJA, V. HIBSCH, C., TARANTOLA, A., CATHELINEAU, M, BOIRON, M.C., MARIGNAC, C. BARTIER, D., CARRILLO-ROSUA, J., MORALES-RUANO, S. & BOULVAIS, P. (2015): From deep to shallow fluid reservoirs: evolution of fluid sources during exhumation of the Sierra Almagrera, Betics, Spain. *Geofluids*, doi: 10.1111/gfl.12139.
- ESPINOSA GODOY, J.S., MARTÍN VIVALDI, J.M., MARTÍN ALAFONT, J.M. y PEREDA, M. (1974): *Mapa Geológico de España*. Hoja de Garrucha, 1015. E. 1:50.000. Memora. IGME. 12 pp.

- EZQUERRA DEL BAYO, J (1841): Descripción de la Sierra de Almagrera y su riqueza actual. *Anales de Minas*, II. pp. 237-253.
- EZQUERRA DEL BAYO, J. (1846): Algunas noticias sobre las Minas del Filón del Jaroso de S^a Almagrera. *Anales de Minas*, IV, pp. 250-257.
- FÁBREGA, P. (1907): Estudio de los criaderos de hierro de Almería. En “Síntesis Geológico Minera de la Provincia de Almería” Revista de Minas, LVIII, Madrid. *Revista Minera, Metalúrgica y de la Ingeniería* 58, 266-269
- FERNÁNDEZ BOLEA, E. (2010): La fuerza del vapor en la minería de Sierra Almagrera (Almería): un vestigio felizmente preservado. *AREAS. Revista Internacional de Ciencias Sociales*, N^o 29 El patrimonio industrial, el legado material de la historia económica (pp. 113-121).
- FROST, R.L., WAIN, D., MARTENS, W.N., LOCKE, A.C., MARTINEZ-FRIAS, J. & RULL, F. (2007): Thermal decomposition and X-ray diffraction of sulphate efflorescent minerals from El Jaroso, Sierra Almagrera, Spain. *Thermochimica Acta* 460: 9-14.
- GASSER, D., BRUAND, E, RUBATTO. D. & KURT STÜWE, K. (2012): The behaviour of monazite from greenschist facies phyllites to anatectic gneisses: An example from the Chugach Metamorphic Complex, southern Alaska. *Lithos* 134-135, pp 108–122.
- KEMPE, U., GRAUPNER, T., WOLF, D. & KREMENETSKY (2001): Unusual REE fractionation and occurrence of monacite (La-Ce) in single monacite grains a “Central” gold-quartz veins at Muruntau (Uzbekistan). In “*Minerals Deposits at the Beginning of the 21st century*”. Edited by Adam Piestryński et al. Balkema. 767-770.
- LÓPEZ AGUAYO, F. Y ARANA, R. (1987): Alteración supergénica de sulfuros en algunos yacimientos del SE de España. *Estudios geol.*, 43, 117-125.
- LÓPEZ CASTRO, J.L., MARTÍNEZ HAHNMÜLLER, V. Y PARDO BARRIONUEVO, C.A. (2010): La ciudad de Baria y su territorio. *Mainake*, 32, 1, pp. 109-132
- LÓPEZ GUTIÉRREZ, J., MARTÍNEZ FRÍAS, J., LUNAR, R. Y J. A. LÓPEZ GARCÍA, J.A. (1993) El rombohorst mineralizado de las Herrerías: un caso de «doming» e hidrotermalismo submarino Mioceno en el SE Ibérico. *Estudios Geol.*, 49, pp. 13-19
- MARTÍN ESCORZA, C. Y LÓPEZ RUIZ, J. (1988): Un modelo geodinámico para el volcanismo Neógeno del sureste Ibérico. *Estudios geol.*, 44, pp. 243-251.
- MARTÍNEZ FRÍAS, J. (1991): Sulphide and sulphosalt mineralogy and paragenesis from the sierra Almagrera veins, Betic Cordillera (SE Spain). *Estudios geol.*, 47, pp. 271-279.
- MARTÍNEZ-FRÍAS, J. & RULL F, (2006): Sulphate efflorescent minerals from the El Jaroso ravine, Sierra Almagrera, Spain—a scanning electron microscopic and infrared spectroscopic study. *Journal of Near Infrared Spectroscopy* , 14, pp. 167- 178
- MENDOZA, J.L., NAVARRO, A. Y CUITIÑA, L. (2006): Nueva Interpretación metalogenética del yacimiento del Valle del Azogue (Almería) España <http://www.researchgate.net/publication/259591954>. [consulta 8/10/15]
- MONASTERIO, J. DE, (1850): Sobre el estado de las minas que explotan el filón del Jaroso al finalizar 1848. *Revista de Minas*, I, pp. 196-210.

- MONTENAT, CH. & OTT D'ESTEVOU, P. (1996): Late Neogene basins evolving in the Eastern Betic transcurrent fault zone: an illustrated review. In: *Tertiary basins of Spain* (P. Friend & C. Dabrio eds). Cambridge University Press. 346-352.
- NAVARRO, A.(2015): Minas de oro de Sierra Almagrera: datos históricos y características de las mineralizaciones. <http://www.researchgate.net/publication/281067198>. [consulta 8/10/15], 24 pp.
- NAVARRO FLORES, A. Y GARCÍA-ROSELL, L. Coord. (1997): *Recursos naturales y medio ambiente en el sureste peninsular*. Ed. Instituto de Estudios Almerienses 554 pp.
- NAVARRO, A., VILADEVALL, M., FONT, X., Y RODRÍGUEZ, P. (1994): Las mineralizaciones auríferas de Sierra Almagrera (Almería). Estudio geoquímico y modelos de yacimientos. *Boletín Geológico y Minero*, 105-1, pp. 85-101.
- NAVARRO FLORES, A., COLLADO FERNÁNDEZ, FONT CISTERO, X., Y VILADEVALL SOLÉ, M. (1997): Prospección Geoquímica de las mineralizaciones auríferas de Sierra Almagrera (Almería, España). En *Recursos naturales y medio ambiente en el sureste peninsular*. Ed Instituto de Estudios Almerienses. pp. 321-333.
- PALERO, F., CANALS, A., DRIESSCHE, A.E.S, VAN, Y GARCÍA-RUIZ, J.M. (2015): Interpretando la Mina Rica (Pulpí, Almería): Estructura, Mineralogía y Geoquímica. *Macla* 20, pp.113-114.
- PELLICO, R, (1844): Minas de Almagrera, *Boletín Oficial de Minas*, 1844, pp7-8.
- RULL, F., KLINGELHÖFER, G., MARTÍNEZ-FRIAS, J., FLEISCHER, I., MEDINA J., & SANSANO, A. (2010): In-situ Raman, Libs and Mössbauer spectroscopy of surface minerals at Jaroso ravine and related areas in Sierra Almagrera (Almería-Spain). *41st Lunar and Planetary Science Conference, 2010*.
- SÁNCHEZ PICÓN, A. (1986): *La minería del levante Español 1838-1938*. Especulación, industrialización y colonización económica. Biblioteca de Temas Almerienses. Serie Monografías 7. 308 pp.
- UNESCO, 2007 <http://whc.unesco.org/en/tentativelists/5139/>. [consulta 6/10/15]
- WEIERA, M., MARTINEZ-FRIAS, J. , RULL, F. & JAGANNADHA REDDY, B. (2007): Sulphate efflorescent minerals from El Jaroso Ravine, Sierra Almagrera—An SEM and Raman spectroscopic study, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 66-1, pp. 177-183.

Capítulo 9

Depósitos Cuaternarios de Carbonatos Continentales en la zona de Baños de Mula (Murcia)

Salvador Ordóñez^{1,2}, David Benavente^{1,2} y M^a Ángeles García-del-Cura^{2,3}

¹ Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante.

² Laboratorio de Petrología Aplicada, Unidad Asociada Universidad de Alicante .- CSIC.

³ Instituto de Geociencias (CSIC, UCM). Email salvador@ua.es

RESUMEN

La asociación de tobas de agua dulce, y travertinos en un mismo contexto geológico no es muy común en el registro estratigráfico, y ello convierte a la zona de Mula, en un punto singular de interés para el Patrimonio Geológico. Se describe la situación geológica de los travertinos de tipo "Plateau" (Tp) del Cerro del Castillo (Puebla de Mula) y de la Almagra (Baños de Mula). Se describen así mismo los travertinos tipo "fisural ridge" (Tfr) de Baños de Mula y sus características en relación con el sistema de fracturas de la zona.

En los niveles más altos del sistema fluvial de los ríos Pliego-Mula, T+40, se identifican depósitos tobáceos fluviales (tf), así como en la T+10, en la unión del río Pliego con el río Mula. Resaltan por su espectacularidad, los depósitos de tobas de cascada (tc), situados en la base del Cerro del Castillo, con una línea de cascada, situada a + 20 m, que se extiende más 600 m, en la dirección N≈75°E con importantes desarrollos de estructuras estromatolíticas.

ABSTRACT

The association freshwater tufas and travertine in the same geological context is not common in the stratigraphic record, and this became the southern area of Mula, in a singular point of interest for geological heritage. The geological situation of travertine type "Plateau" (Tp) of the Cerro del Castillo (Puebla de Mula) and Almagra (Baños de Mula) are described. Travertine type "ridge fissure" (RTF) in Baños de Mula, their characteristics regarding the fracture system in the area are also described.

At the highest alluvial deposits of the Pliego - Mula rivers system T + 40, fluvial tufa deposits (tf) are identified, as well as T + 10, at the junction of the Pliego River and Mula River. The deposits of waterfall tufas (tc), located at the base of Cerro del Castillo, with a knickpoints line, situated + 20 m which extends over 600 m in the direction N≈75°E showing large stromatolites.

1. INTRODUCCIÓN

En la zona de confluencia de los ríos Pliego y Mula, zona de Baños de Mula – Puebla de Mula, se encuentran depósitos carbonáticos continentales de tobas y travertinos, de facies muy variadas, que constituyen un punto singular de interés geológico y sedimentológico. La red de drenaje del río Mula, en esta zona, presenta un fuerte control estructural, adaptándose a las direcciones de fracturación.

En el valle de los ríos Mula y Pliego, al NO de la Falla Límite o Falla Mula - Archena, se han descrito varios niveles de terrazas, +65-80 m, +40 m, +22-36 m, +15 m, +5 m y +2 m. En la terraza +22-36 m, se identifican episodios fluvio – palustres, que representan un importante periodo de agradación del sistema fluvial, desarrollado en una cuenca endorreica, generada por la desconexión de esta parte de la cuenca fluvial del nivel de base del río Segura. Este episodio agradacional, ha sido interpretado como un “depósito fluvio-palustre”, Romero Díaz et al (1992) y Silva et al. (1996), y según Agustí et al (1989), se culminó, en el Pleistoceno Superior, 180-80 ka B.P. Esta datación está basada en datos de micromamíferos, obtenidos en unas “lutitas carbonosas”, situadas a techo de un nivel de más de 10 m de espesor, de margas beige con pasadas de conglomerados, que se disponen en discordancia erosiva sobre las margas blanco azuladas de Tortoniense Medio-Superior”.

Discordante sobre dichas margas blanco-azuladas, Soler Huertas (2005), describe en el cerro de la Almagra y en el Cerro del Castillo, un depósito de travertinos. En la zona de la Almagra, sitúa una ciudad tardo romana y visigoda, y señala que las evidencias del estudio petrográfico, ponen de manifiesto que la “calcárea rojiza”, que fue usada profusamente como roca ornamental en “Carthago Nova” en la época romana, García del Cura et al. (2010), procede de las canteras excavadas en la zona de la Almagra, y puede clasificarse como “travertino rojo”, “pink travertine” o “rust travertine (herrumbroso)”, ver final texto. Los estudios de este travertino, como roca ornamental y su génesis, pueden verse en García-del-Cura et al. (2014); y García-del-Cura et al. (2016). El estudio en detalle de la zona revela la presencia, junto a travertinos de diferentes orígenes, de formaciones tobáceas, que se presentan en este trabajo.

2. MARCO GEOLÓGICO

El sistema fluvial (sector unión Pliego – Mula a Baños de Mula) estudiado (Figura 1), se desarrolla sobre el relleno de la Cuenca postorogénica Neógena-tardía de Mula - Archena, cuyo registro estratigráfico se extiende desde el Tortoniense hasta el Plioceno (10 m.a.), Jérez Mir (1974), Montenat y Ott d’Estevou (1996), Viseras et al. (2004). Algunos autores la hacen parte de la Cuenca de Fortuna, Meijninger (2007). Los niveles calcareníticos cementados, permiten apreciar un suave buzamiento hacia el SE, mientras que se verticalizan en la zona norte, por acción de la Falla de Crevillente. El epicentro del

relleno sedimentario puede superar los 1000 m, y fosiliza el contacto entre las zonas Internas y Externas de las Cordilleras Béticas (IEZB) Garcés et al. (2001) y Meijninger (2007).

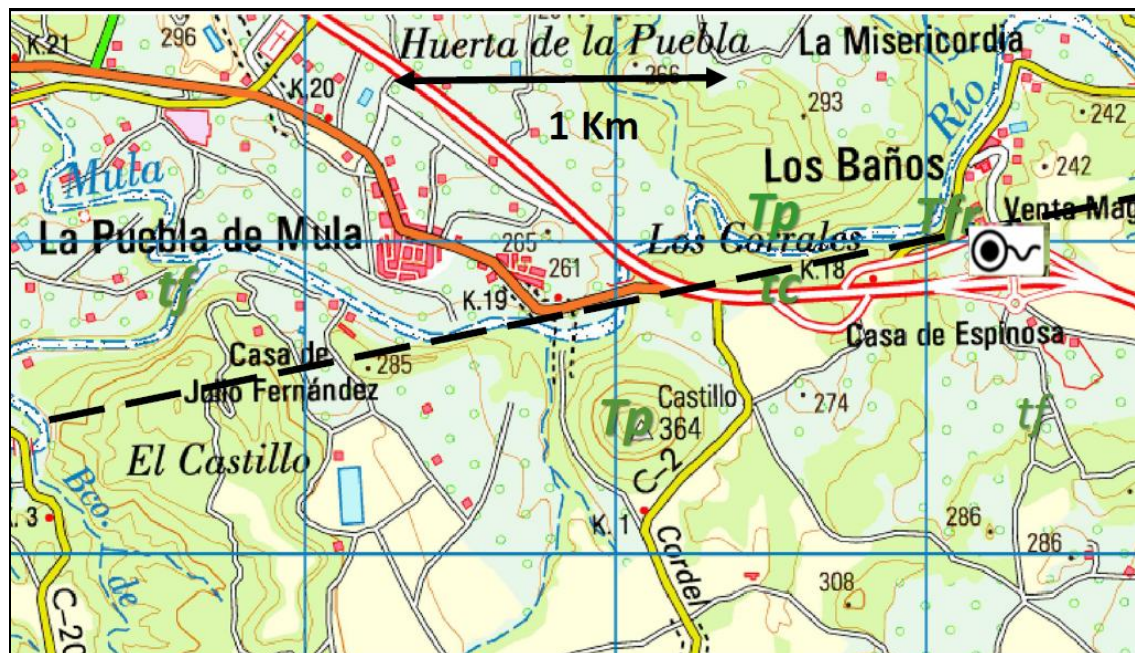


Figura 1. Situación de las formaciones de travertinos (T) y tobas (t): Tp, travertinos tipo “Plateau”; Tfr, travertinos “fisural ridge”; tf, tobas fluviales; tc, tobas de cascada. Otros símbolos: , surgencia actual de aguas termales; , sistema de fracturas dominantes: N70-75°E.

La Cuenca de Mula-Archena se encuentra limitada al Norte y al Sur por dos grandes sistemas de fallas de desgarre “sinestral”, posiblemente las más importantes de las Cordilleras Béticas orientales: a) falla Nord-Bética, o falla de Crevillente, Martín-Rojas et al (2015), y b) la falla de Alhama de Murcia, o falla de Lorca – Alhama de Murcia, Silva et al. (1996), Martínez-Díaz et al. (2002), Sanz de Galdeano y Buform, (2005), Meijninger (2007). En la parte central de la Cuenca se desarrolla el “Accidente de la Zona Límite”, de dirección NNE-SSE, que en la zona coincide con IEZB (*Internal -External Zone Boundary*), Silva et al. (1996) y Garcés et al.(2001). En nuestra zona esta gran cicatriz tectónica, se desdobra en dos fallas sub-paralelas, que se denominan Falla Límite y Falla Tollos-Rodeos, Silva et al. (1996).

En la cuenca de Mula-Archena, están localizadas surgencias naturales de agua termales (IGME, 2015). Los manantiales termales constituyen descargas del flujo regional, desde las calizas y dolomías del Jurásico y del Triásico (Sª de España). Adquieren características hidrotermales por circular a profundidades entre 1.500 y 2.000 m, bajo un importante relleno de margas blanco-azuladas del Tortonense-Mesiniense, y descargan a favor de grandes y profundas fallas, que compartimentan la cuenca, y facilitan el ascenso del agua caliente a través de conductos preferentes. La descarga

natural de los Baños de Mula, es de unos 2,69 hm³/a o 80 l/s de aguas termales con una temperatura de 37,3 °C, y han sido objeto de un aprovechamiento con fines terapéuticos. Esta surgencia de aguas termales de Baños de Mula, se asocia a la falla Límite, Rodríguez-Estrella, (1979). A lo largo de la Falla Límite, se registran anomalías geotérmicas (75-250°C/Km), Baena et al (1993). Así mismo, Benavente Herrera y Sanz de Galdeano (1985), señalan la existencia de alineaciones preferenciales en las fallas asociadas con manifestaciones termales, según la dirección N60°E y sobre todo, en la N30°O, en la provincia de Murcia.

Por último, y como ejemplo de la relación de aguas termales, epicentros y travertinos, se podría citar, Martínez-Díaz y Hernández-Enrile (2001), que datan los travertinos de Carralaca (Lorca), como método paleo-sismológico, y Sanz de Galdeano et al (2008), que investiga la asociación con fallas de los travertinos del desierto de Tabernas (Pleistoceno – Actual), atribuyendo las mineralizaciones ferruginosas a episodios mineralizantes tardíos asociados a aguas profundas, probablemente activas desde el Mioceno Superior.

3. TRAVERTINOS “TIPO PLATEAU” DE LA ALMAGRA Y CERRO DEL CASTILLO (TP)

Los depósitos fluvio - palustres, que por su descripción parece corresponder a los “travertinos rojos” de Mula, que han sido descritos detalladamente por García-del-Cura et al. (2014); y García-del-Cura et al. (2016). Se trata de las canteras históricas del Cerro de la Almagra en el término de Baños de Mula (provincia de Murcia). Se encuentran en la margen izquierda del río Mula en una cota 256-257 s.n.m. (+50 m), con coordenadas 38°02'14,59''N, 1°25'58,57''O, y una superficie que supera los 30.000 m². Su espesor es muy variable, acunándose hacia el norte. En el afloramiento más importante, cortado sobre el río, superan los 10 m, y se apoyan directamente sobre las margas blanco-azuladas Tortonienses.

Al otro lado del valle actual del Río Mula no afloran en ningún punto, salvo los travertinos que coronan el Cerro del Castillo en el que se encuentra la Fortaleza de Alcalá, en el término de Puebla de Mula, cota 364 m s.n.m. (+100 m), con coordenadas 38°01'52,04''N, 1°26'17,10''O y una extensión aproximada de 600 m², también apoyados sobre las margas blanco-azuladas Tortonienses.

Según Rodríguez-Estrella y Navarro Hervás (2001), y Arana (2007), el Cerro del Castillo se corresponde con un cerro testigo de calizas travertínicas en estratos subhorizontales, que buzan ligeramente hacia el sur y que reposan discordantes sobre unas margas plegadas del Mioceno superior... Rodeando al cerro, en la pared

verticalizada del travertino se observan numerosas fracturas radiales cuyas direcciones dominantes son N140° E, N60-70° E y N 20° E. Basándose en los vuelcos de los abundantes bloques de ladera, y el desgarré sinistral observado en el vértice geodésico del Castillo, se refuerza la idea de que la falla de los Baños, que pasa al norte de este cerro, ha actuado como inversa, haciendo que el cerro se desplace hacia el norte y se eleve con relación al bloque septentrional de la falla, explicando así, que en el Cerro del Castillo se encuentren travertinos de facies similar a los de la Almagra, pero casi 90 m más altos que estos. Además hay que destacar que las fracturas del Cerro del Castillo N 140° E y N 70° E son las mismas que las de las fallas regionales de Puebla de Mula y de los Baños, respectivamente.

Ambos afloramientos de travertinos son Bien de Interés Cultural (BIC) de la Región de Murcia por razones arqueológicas e históricas. Desde el punto de vista *petrológico-mineralógico*, en estos travertinos predominan las facies bandeadas, con grosores de 1 - 10 cm, mostrando en algunos puntos facies criptolaminadas. En la parte superior del frente de cantera del Cerro de la Almagra (Figura 2), hemos identificado, facies laminadas asociadas a mineralizaciones de oxihidróxidos de hierro y manganeso, descritas también en el Cerro del Castillo por Arana (2007). Nosotros hemos identificado además en la Almagra, sulfatos de bario y estroncio (baritina y celestina) e indicios de arsénico. Las bandas presentan predominantemente texturas meso y macrocristalinas con cristales isométricos, fibrosos y fibrosorradiados, las bandas más finas son capas micríticas con texturas que pueden ser relacionables con bacterias, como morfologías peloidales (Chafetz and Folk, 1984 y Chafetz and Guidry, 1999). Es frecuente observar varias etapas de relleno de poros. En algunos puntos llegan a aparecer estructuras equiparables a estromatolitos. A techo de los travertinos aparece varios niveles decimétricos de tobas de agua dulce.

4. TRAVERTINOS “FISURAL RIDGE” DE BAÑOS DE MULA (TFR)

A la entrada a Baños de Mula, en frente de la fuente actual, aparece un buen ejemplo de travertino “fisural ridge”, asociado con varias fallas una de dirección N70°E, y otra que desplaza al travertino, de dirección, N132°E. Las dimensiones visibles en el afloramiento, son 40-50m en la zona alta, mientras que en la parte basal apenas alcanza los 20m, apoyándose sobre las margas blanco azuladas. El espesor visible es de 20 m. SE observan sobre el terreno “venas asociadas a fisuras” en dirección concordante con el cuerpo travertínico. En su interior se observan estructuras de tipo cuevas, rellenas de espelotemas cenitales y parietales (Figura 3). En las venas calcíticas y en los espeleotemas hemos identificado facies semejante a las descritas en Gazquez, et al. (2012).

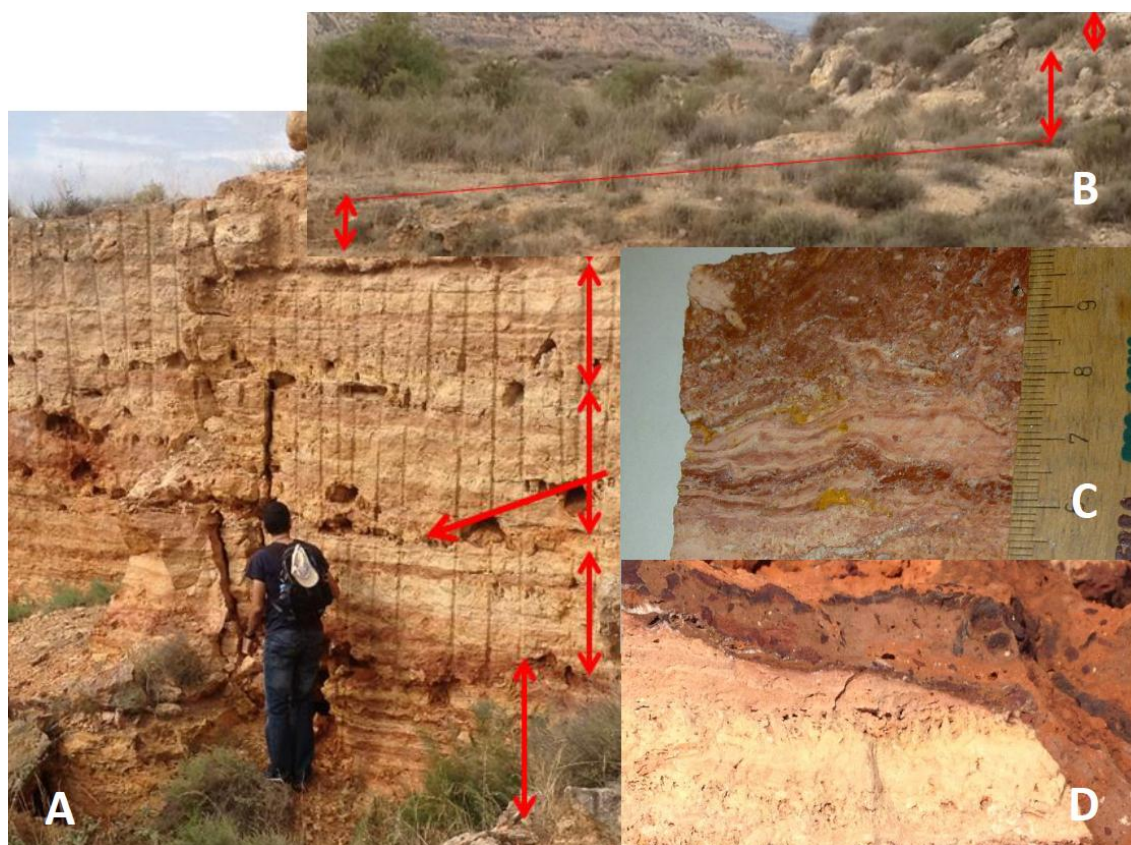


Figura 2. Talud del Cerro de la Almagra sobre el cauce del Río Mula (Tf). A) Frente de cantera con marcas recientes de explotación, mostrando secuencias litológicas. B) Nivel de tobas de agua dulce situado sobre los travertinos. C) Aspecto de detalle del travertino rojo. D) Zona del travertino con mineralizaciones de oxihidróxidos de Fe – Mn, posteriores a la génesis de los travertinos.

5. DEPÓSITOS FLUVIALES TOBÁCEOS + 44 M (TF) Y TOBAS DE CASCADA (TC) DE LA BASE DEL CERRO DEL CASTILLO Y OTROS DEPÓSITOS DE TOBAS.

La asociación de tobas de agua dulce, y travertinos en un mismo contexto geológico no es nada común en el registro estratigráfico, y ello convierte a la zona de Mula, en un punto singular de interés para el Patrimonio Geológico, Capezzuoli et al (2014), señalan que “los travertinos (aguas calientes) y las tobas (aguas frías) proporcionan una nueva frontera para el futuro de la investigación de los carbonatos, no sólo desde el punto de vista petrológico y sedimentológico, sino sobre los regímenes climáticos, y sobre aspectos históricos de la tectónica, sismicidad, e hidrogeología...”.



Figura 3. Travertinos del tipo “fisural ridge” de Baños de Mula. A) Vista general y “falla” que corta las margas blanco-azuladas del Neógeno Superior, en las que encaja el travertino. B) Desarrollo de formas cársticas asociadas a la circulación de aguas calientes. C) Espeleotemas, sección paralela a la pared de la cavidad. D) Espeleotemas, sección normal a la pared de la cavidad.

Tal y como señalábamos en la introducción, sobre las margas blanco-azuladas y en contacto erosivo con ellas se dispone un conjunto sedimentario de margas amarillentas con pasadas de conglomerados, se encaja en terrazas fluviales superiores (Pleistoceno Medio- Superior), y depósitos fluvio-palustres del Pleistoceno Superior, Silva et al. (1996), Romero Díaz et al (1992). En las facies fluviales situadas al sur del cauce actual del Río Mula, en las terrazas superiores, ver fig. 1, se sitúan unos niveles de gravas, que han sido explotadas, y que presentan niveles de tobas con clastos con envueltas oncolíticas.

El afloramiento más espectacular es el de la Tobas de Cascada de la base del Cerro del Castillo (Figura 4), cuya línea de cascada está situada + 20 m, sobre el cauce actual del río Mula, y se extiende más de 600 m, en la dirección N75-77°E, con espectaculares desarrollos de estromatolitos y envueltas estromatolíticas (Figura 4. B)

Se debe reseñar la presencia de edificios de Tobas Holocenas de fondo de valle en el cauce del río Mula, con edificios de varios metros, asociados a puntos de cambio de

flujo y pendiente en el valle. Así mismo se encuentran algunos pequeños edificios asociados a paleo-surgencias en la base del cerro de La Almagra.

Por último en la unión del Río Pliego con el Mula, se desarrollan una terraza +10 m, que presenta una importante acumulación de tobas detríticas con abundantes fragmentos de tallos con envueltas estromatolíticas.

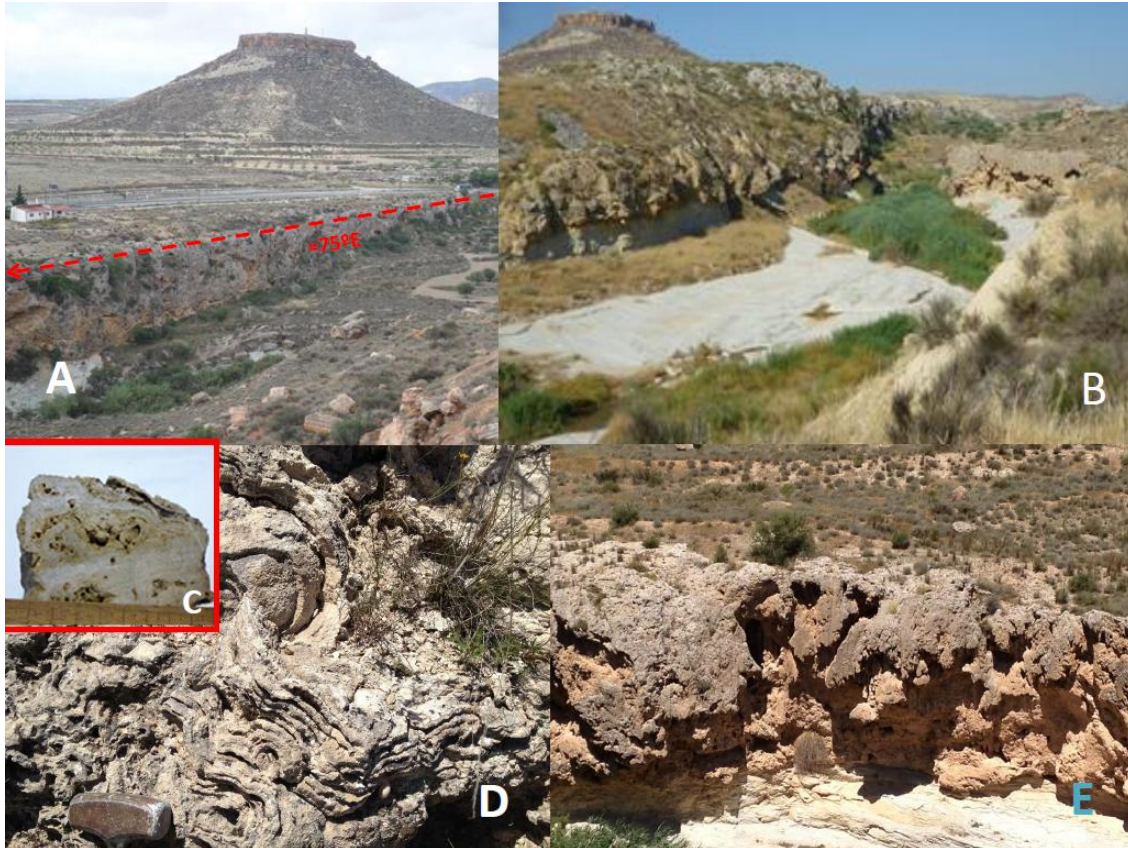


Figura 4. A) Aspecto general de la gran cascada de la base del Castillo de Puebla de Mula. B) Vista de la tobas de cascada: al fondo la gran cascada, que llega al valle del Río Mula desde el SE; y en primer término depósitos de cascada holocenos con la coronación perpendicular al valle del Río Mula. C) Detalle de las tobas de cascada. D) Afloramiento de las tobas que se muestran en 4.C, Estromatolitos y gruesas envueltas de tallos de tipo estromatolítico. E) Aspecto de detalle de las tobas de cascada holocenas.

6. CONCLUSIONES

- En una pequeña superficie de terreno de poco más de 12 km², coexisten facies variadas de carbonatos continentales: tobas (aguas frías) y travertinos s.s. (de aguas calientes), lo que da a este paraje un notable valor como Patrimonio Geológico.
- Estos travertinos, pueden considerarse un ejemplo de los travertinos de aguas calientes de las Cordilleras Béticas, manteniéndose aún las manifestaciones hidrotermales (Balneario de Baños de Mula). Existe representación de travertino tipo “plateau”, y

travertinos tipo “fisural ridge”. Todos ellos con un importante control estructural, por la falla N75°E. La antigua cantera de la Almagra, presenta un notable interés arqueológico, y sobre ella se sitúa una ciudad romana-visigótica y enterramientos, y de ella se ha extraído materia prima para el patrimonio arquitectónico romano de la región de Murcia (v.gr. teatro romano de Cartagena).

- En la zona se ha identificado una amplia variedad de depósitos tobáceos de origen fluvial, y junto con ellos resalta el depósito de tobas de cascada, de la base del Cerro del Castillo, cuya línea de cascada (nickpoints), tiene un desarrollo de 600 m.

7. REFERENCIAS

- AGUSTÍ, J., FREIDENTHAL, M., LACOMBA, J.L., MARTÍN SUAREZ, E. y NÄGELI, C. (1989).
Primeros Micromamíferos del Pleistoceno Superior de Cuenca de Mula (Murcia, España).
Rev. Soc. Geol. España, 3 (3-4) 289-293.
- ARANA CASTILLO, R. (2007) “*El Patrimonio Geológico de la Región de Murcia*”. Discurso del Académico... leído en la Sesión Solemne de Apertura de Curso el día 26 de enero de 2007. Academia de Ciencias de la Región de Murcia. I.S.B.N.: 84-611-3490-7 D.L.: MU-1897-2006. 69 págs.
- BAENA, J., BARRANCO, L.M., BARDAJÍ, T., ESTEVEZ, A., GOY, J.L., RODRIGUEZ, T., SANZ DE GALDEANO, C., SILVA, P.G., SOMOZA, L. y ZAZO, C. (1993). “*Mapa Neotectónico, sismotectónico y de actividad de Fallas de la región de Murcia E. 1:200.00 y 1: 100.000*”. Instituto Geológico y Minero de España – CARM, Madrid. 99 pág.
- BENAVENTE HERRERA, J. y SANZ DE GALDEANO, C. (1985) Relaciones de las directrices de karstificación y termalismo con la fracturación en las Cordilleras Béticas. *Estudios geol.*, 41, 177-188.
- CAPEZZUOLI, E., GANDIN, A. & PEDLEY, M. (2014) Decoding tufa and travertine (fresh water carbonates) in the sedimentary record: The state of the art. *Sedimentology*, 61, 1–21.
- CHAFETZ, H.S., & FOLK, R.L., (1984) Travertines: Depositional morphology and the bacterially-constructed constituents. *Journal Sedimentary Petrology*, 54:289-316.
- CHAFETZ, H.S., & GUIDRY, S.A., (1999) Bacterial shrubs, crystal shrubs, and ray-crystal crusts: Bacterially induced vs. abiotic mineral precipitation, *Sedimentary Geology*, v. 126, p. 57-74.
- GARCÉS, M., KRIGSMAN, W. & AGUSTI, J. (2001) Chronostratigraphic framework and evolution of the Fortuna Basin (Eastern Betics) since the late Miocene. *Basin Research*, 13, 199-216.
- GARCÍA-DEL-CURA, M.A., BENAVENTE, D., MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, J. y RODRÍGUEZ GARCÍA, M.A (2010) Travertinos: del Imperio Romano al siglo XXI. Del Teatro Romano de Carthago Nova al aeropuerto de El Prat. *Roc-Maquina*. Mayo-Junio 2010, 124: 46-49.
- GARCÍA-DEL-CURA, M.A., BENAVENTE, D., MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, J. y ORDÓÑEZ, S. (2014). Los travertinos de Baños de Mula (Murcia). Una roca de interés sedimentológico y arqueológico. *Geogaceta* 56, 75-78.

- GARCÍA-DEL-CURA, M.A.; BENAVENTE, D.; MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, J.; y ORDÓÑEZ, S. (2016) "Travertinos coloreados en la Cordillera Bética (SE de la Península Ibérica). Situación geológica y características petrofísicas." *Boletín Geológico y Minero.* , vol. 126,.
- GÁZQUEZ, F., CALAFORRA, J.-M., Y RULL, F. (2012) Boxwork and ferromanganese coatings in hypogenic caves: An example from Sima de la Higuera Cave (Murcia, SE Spain) *Geomorphology*, 177-178, 158–166
- IGME http://aguas.igme.es/igme/publica/lib112/pdf/lib112/in_03.pdf (17/09/2015) JÉREZ MIR, L., JÉREZ MIR, F. y GARCÍA MONZÓN, G. (1974) "Mapa Geológico de España E 1:50.000. Mula. 912". Magna. 2ª Serie. 30 pp. IGME.
- MARTÍN ROJAS, I., ALFARO, P. & ESTÉVEZ, A. (2015) 3D geometry of growth strata in a fault propagation fold: insights into space–time evolution of the Crevillente Fault (Abanilla - Alicante sector), Betic Cordillera, Spain. *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)*. DOI 10.1007/s00531-015-1143-9
- MARTÍNEZ-DÍAZ, J.J. & HERNÁNDEZ-ENRILE, J.L. (2001) Using travertine deformations to characterize paleoseismic activity along an active oblique-slip fault: the Alhama de Murcia fault (Betic Cordillera, Spain). *Acta Geologica Hispanica*, 36, 3-4, 297-313.
- MARTÍNEZ-DÍAZ, J.J., RIGO, A., LOUIS, L., R. CAPOTE, R., HERNÁNDEZ-ENRILE, J.L., E. CARREÑO, E. Y TSIGE, M. (2002). Caracterización geológica y sismotectónica del terremoto de Mula (febrero de 1999, Mb: 4,8) mediante la utilización de datos geológicos, sismológicos y de interferometría de RADAR (INSAR). *Boletín Geológico y Minero*, 113 (1): 23-33.
- MEIJNINGER, B.M.L. (2007) Late-orogenic extension and strike-slip deformation in the Neogene of southeastern Spain. *Geologica Ultraiectiona*. Mededelingen van de Faculteit Geowetenschappen Universiteit Utrecht , .269. 176 pp.
- MONTENAT, Ch. y OTT D'ESTOUVOU (1996) Late Neogene basins evolving. In the Eastern Betic trans current fault zone: an illustrated review. In: "Tertiary Bassins of Spain the stratigraphic record of crustal kinematics". Ed. P.F. Friend and Dabrio, C.J. World and Regional Geology, 6. Cambridge University Press. 372- 386.
- RODRÍGUEZ-ESTRELLA, T. (1979). *Geología e hidrogeología del sector Alcaraz-Liétor-Yeste (provincia de Albacete)*. Síntesis geológica de la Zona Prebética. Colección Memorias, IGME, t. 97, 566 pp. Madrid.
- RODRÍGUEZ-ESTRELLA, T y NAVARRO HERVÁS, F. (2001). Desprendimientos y vuelcos en laderas, desencadenados por sismicidad, en la cuenca de Mula (Murcia). In "Espacio Natural y Dinámicas Territoriales", Univ. Valladolid, 171-181.
- ROMERO DÍAZ, A., LÓPEZ BERMÚDEZ, F., SILVA, P.G., RODRÍGUEZ ESTRELLA, T., NAVARRO HERVÁS, F., DÍAZ DEL OLMO, F., GOY, J.L., ZAZO, C., BAENA, R., SOMOZA, L., MATHER, A. y BORJA, F. (1992): Geomorfología de las cuencas neógeno-cuaternarias de Mula y Guadalentín. Cordilleras Béticas, Sureste de España. En F. López Bermúdez, C. Conesa García, A. Romero Díaz, (eds.) "Estudios de Geomorfología en España". Sociedad Española de Geomorfología y Área de Geografía Física Universidad de Murcia, 749-786.

- SANZ DE GALDEANO, C. y BUFORN, E. (2005) From strike-slip to reverse reactivation: The Crevillente Fault System and seismicity in the Bullas area (Betic Cordillera). *Geologica Acta*, 3, 241-250.
- SANZ DE GALDEANO, C., GALINDO-ZALZIVAR, J., MORALES, S., LÓPEZ-CHICANO, M. y MARTÍN ROSALES, W. (2008) Travertinos ligados a fallas: ejemplos del desierto de Tabernas (Almería, Cordillera Bética. *Geogaceta*, 42, 31-34
- SILVA, P.G., MATHER, A.E., GOY, J.L., ZAZO, C y HARVEY, A.M. (1996) Controles en el desarrollo y evolución del drenaje en zonas Tectónicamente activas: el caso del Río Mula (Región de Murcia, SE España). *Rev. Soc. Geol. España*, 9(3-4), 269-283.
- SOLER HUERTAS, B. (2005) El travertino rojo de Mula (Murcia). *Verdolay*, 9 (segunda época), 141-164.
- SANZ DE GALDEANO, C. & BUFORN, E. (2005) From strike-slip to reverse reactivation: The Crevillente Fault System and seismicity in the Bullas area (Betic Cordillera). *Geologica Acta*, 3, 241-250.
- VISERAS, C., SORIA, J.M. Y FERNÁNDEZ, J. (2004) Cuencas Neógenas Postorogénicas de la Cordillera Bética (6.7.). En “*Geología de España*”. Editada por J.A. Vera, [Sociedad Geológica de España](#) - IGME, 2004 - 884 páginas. 576 – 581.

Capítulo 10

La sierra de la Sagra, un lugar de interés geológico singular afectado por el turismo de naturaleza

José Francisco Rosillo Martínez¹, Francisco Guillén Mondéjar¹, Miguel Ángel Alias Linares¹, Ignacio Arrufat Milán¹ y Antonio Sánchez Navarro²

1: Grupo de Investigación de Geología, Universidad de Murcia, E-mail:

josefidel.rosillo@murciaeduca.es mondejar@um.es aalias@um.es larrufat@murciaeduca.es

2, Grupo de Investigación de Ciencia y Tecnología de Suelos, Universidad de Murcia, E-mail:

antsanav@um.es

RESUMEN

La sierra de la Sagra pertenece a los municipios de Puebla de Don Fadrique y Huéscar (Granada). Con una altitud de 2381 metros s.n.m., es el pico más importante del sureste ibérico. Desde antiguo, esta imponente sierra ha sido un referente para los habitantes de su entorno y también para muchos viajeros que han pasado por estas tierras del noreste granadino. Son numerosas las personas que han alcanzado su cumbre, bien sea por interés personal, turístico o científico; visitantes provenientes de prácticamente todas las comunidades autónomas de España así como de numerosos países del mundo. En la actualidad, la sierra de la Sagra pertenece a la Zona de Especial Conservación Sierras del Nordeste, categoría de protección de espacios naturales establecida en Andalucía en 2003 mediante la Ley 18/2003 de 29 de diciembre. En la Sagra es frecuente encontrar especies endémicas, destacan entre otros los Zapaticos de la Virgen (*Sarcocapnos* sp.) y la Corona de Rey (*Saxifragalongifolia* Lapeyr.). De notable interés geológico, los primeros estudios en la comarca fueron los realizados por Nickles en 1904 y Fallot en 1945. Posteriormente ha sido objeto de numerosos estudios por investigadores de diferentes disciplinas. En 2011 fue incluida en el Inventario Andaluz de Georrecursos. El ascenso y descenso de tantas personas (sobre todo en verano) a través del famoso “embudo de la Sagra” y a través de los “canchales” existentes en su vertiente norte, está ocasionando una aceleración de los procesos erosivos y el posterior transporte por gravedad de las rocas sueltas existentes, afecciones a la vegetación endémica y a la fauna del lugar. Es por tanto necesaria una mayor sensibilización que culmine con la protección de zonas susceptibles del macizo con el fin de conseguir un adecuado uso y disfrute del mismo en consonancia con su singularidad natural.

ABSTRACT

Sierra de la Sagra, belong to the municipality of Puebla de Don Fadrique and Huéscar (Granada). With an altitude of 2381 meters above sea level, it is the most important peak of Iberian southeast. Since ancient times, this imposing mountain has been a reference for people in their surroundings and also for many travelers who have passed through these lands northeast of Granada. Numerous people have reached its summit, either by personal, tourist or scientific interest; visitors from almost all regions of Spain as well as from countries in the world. Currently, sierra de la Sagra belongs to the Special Area of Conservation Sierras Northeast, protection category of natural spaces in Andalusia established in 2003 by Law 18/2003 of 29 December. In sierra de la Sagra it is common to find endemic species, such as "Zapaticos de la Virgen" (*Sarcocapnos* sp.) and "Corona de Rey" (*Saxifraga longifolia* Lapeyr). The first studies about this region were carried out by Nickles in 1904 and Fallot in 1945 and were of significant geological interest. Since then many researchers from different disciplines have done important studies. In 2011 it was included in the Andalusian inventory of georesources. The ascent and descents of many people (especially in summer) through the famous "funnel Sagra" and through the "scree" existing on its northern side, are causing an acceleration of erosion processes and subsequently transportation by gravity of the existing loose rocks, also affecting the endemic vegetation and fauna. It is therefore a necessary need for greater sensitisation to achieve the protection of areas of this mountain, in order to make an appropriate use and enjoyment of the place according with its natural uniqueness.

1. INTRODUCCIÓN

Desde antiguo, la imponente sierra de la Sagra (Figura 1) ha sido un referente para los habitantes de su entorno y para muchos viajeros que han pasado por estas tierras del noreste granadino. Han sido numerosas las personas que han alcanzado su cumbre, bien sea por interés personal, turístico o científico; personas provenientes de prácticamente todas las comunidades autónomas de España así como de otros países del mundo, principalmente Francia, Alemania, Holanda, Italia, Bélgica, Inglaterra e incluso de Estados Unidos. De notable interés geológico y botánico, ha sido estudiada por numerosos investigadores. En el campo geológico los primeros estudios en la zona fueron realizados por Nickles (1904), Fallot (1945) y Foucault (1960).



Figura 1. La Sagra vista desde la Sierra de Guillimona

1.1. Antecedentes y justificación

La Sagra pertenece en la actualidad a la Zona de Especial Conservación Sierras del Nordeste, categoría de protección de espacios naturales establecida en Andalucía en 2003 mediante la Ley 18/2003 de 29 de diciembre. En la Sagra es frecuente encontrar especies endémicas, destacan entre otros los Zapaticos de la Virgen (*Sarcocapnos* sp.) y la Corona de Rey (*Saxifragalongifolia* Lapeyr.). En la memoria de la hoja geológica 929 de San Clemente realizada por el IGME en 2007, se establecieron puntos de interés geológico (PIG) en la zona, entre ellos el Cabalgamiento de Sierra de la Sagra. El PIG corresponde con uno de los puntos donde es más evidente la superposición por cabalgamiento del Subbético sobre el Prebético (MAGNA, 2007:85).

Dada la importancia de las formas de origen periglacial que observamos en la Sagra, en junio de 2009 por iniciativa de miembros del equipo de investigación de Geología de la Universidad de Murcia, se envió documentación a la Junta de Andalucía dónde se hacía hincapié en la importancia de la geomorfología periglacial de la sierra de la Sagra, solicitando la inclusión de la misma en el Inventario Andaluz de Georrecursos (IAG). En marzo de 2011, recibimos notificación del jefe de Servicio de Geodiversidad y Biodiversidad de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, indicando su inclusión en el IAG en la revisión realizada en 2011. La Sagra en su conjunto, como lugar de interés perteneciente al rico patrimonio geológico de la comarca de Huéscar, ha sido presentada recientemente en el XV Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero, XIX sesión científica de la SEDPGYM celebrada en Logrosán (Cáceres) en 2014 (Rosillo et al, 2014).

Entre los años 2000 y 2010 (Figura 2) algunos organismos públicos y otros privados comenzaron a promover la subida de grandes de grupos de personas a la cumbre de la Sagra para la realización de diferentes actividades deportivas y turísticas. Algunos de estos grupos que a veces superaban los cien componentes tenían como costumbre descender a través de los canchales existentes en su vertiente norte. El descenso a través de estos depósitos de rocas (sobre todo en verano y otras estaciones sin nieve) ha dado lugar durante estos últimos años a una aceleración de los procesos de erosión y transporte por gravedad de los fragmentos de rocas sueltas existentes cuyo resultado ha sido el deterioro de sus condiciones naturales. Además, en algunos casos se ha visto afectada la vegetación endémica y a la tranquilidad de la fauna del lugar.



Figura 2. Subida a la Sagra de un numeroso grupo de personas en verano de 2004.

A pesar de los esfuerzos realizados por diferentes miembros de la comunidad científica, la Junta de Andalucía declarando el lugar como LIG, asociaciones comarcales y regionales de defensa de la naturaleza, federaciones de montaña y algunos ayuntamientos de la comarca de Huéscar como el de Puebla de Don Fadrique por informar sobre las características naturales de esta montaña, los itinerarios recomendables a seguir durante el ascenso y descenso o la delicadeza y vulnerabilidad de ciertos enclaves geológicos, nos encontramos en pleno 2015 con un incremento del impacto por actividades de ocio y tiempo libre en determinadas zonas del LIG.

Este hecho lo consideramos consecuencia de una importante falta de información sobre el origen, la fragilidad y evolución de este tipo de depósitos periglaciares así como de una escasa concienciación sobre la importancia científica, didáctica, cultural y natural de este lugar, por tanto, es urgente la puesta en valor del mismo.

1.2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es la identificación, el estudio del origen y la evolución de los canchales de la vertiente norte de la sierra de la Sagra, con vistas a diseñar estrategias de protección y conservación compatibles con el turismo de naturaleza que se está desarrollando en la zona.

2. ZONA DE ESTUDIO

La Sagra es un macizo fácilmente observable desde varios kilómetros de distancia, pudiendo ser contemplada entre otros lugares desde Baza en la provincia de Granada, Cañadas de Cañepla en la provincia de Almería o desde El Moral en la provincia de Murcia. Es junto con las cumbres de Sierra Nevada, uno de los picos más altos de Andalucía, estando por tanto con una altitud s.n.m. de 2381 metros, entre las formaciones montañosas más importantes del sureste ibérico.

2.1. Situación geográfica

Se encuentra situada al noreste de la provincia de Granada, formando parte de los términos municipales de Huéscar y Puebla de D. Fadrique. El acceso al macizo se puede realizar desde Huéscar a través de la carretera A-4301 hacia Santiago de la Espada y desde la carretera existente desde Huéscar hacia la ermita de las Santas. Desde Puebla de D. Fadrique se puede acceder por la carretera A-317 hacia Santiago de la Espada y a dos kilómetros de la Puebla, por la carretera GR-9100 hacia la finca de La Losa.

2.2. Geología

La Sagra es un isleo tectónico dónde aparecen calizas y dolomías del Lías inferior sobre margas del Serravalliense-Tortonense inferior. En las laderas altas podemos encontrar depósitos de origen periglacial como los canchales o acumulaciones de derrubios procedentes de la meteorización de las rocas. Se pueden encontrar también depósitos periglaciares en cumbres próximas como Revolcadores, Sierra de las Cabras, Sierra de Guillimona, Sierra Seca y Sierra de las Empanadas (Romero Díaz, 1989). Existen también bancos de solifluxión en su vertiente norte (López Bermúdez, 1976).

3. RESULTADOS

3.1. Principales depósitos periglaciares

En los canchales de la Sagra se han diferenciado los “mantos de derrubios” que son canchales de gran longitud 300-400 metros y los “regueros de piedras” de escasa anchura y longitud (Romero Díaz, 1989), formados ambos por meteorización física, donde el agua al congelarse puede aumentar su volumen en torno a un 9% rompiendo la

roca cuando se supera la resistencia a la tensión (Gutiérrez Elorza, 2008). Los canchales de la Sagra están provistos de una cornisa que por gelifración los alimenta, un talud que se extiende al pie por donde saltan, ruedan o deslizan los clastos para depositarse posteriormente. En la vertiente septentrional tienen una dirección del movimiento entre los 285° y los 350° N con pendientes próximas a los 45° . Algunos de los canchales existentes (Figura 3) presentan un cono detrítico de acumulación de derrubios de perfil convexo (Romero Díaz, 1989). Por otro lado, estudios realizados en las laderas meridionales de Sierra Nevada indican que la crioclastia alcanza su mayor intensidad en los periodos pre y postnivales (Gómez Ortiz y Salvador Franch, 1998), proceso que lógicamente debe reproducirse en la zona de estudio.



Figura 3. Acumulación de rocas “Canchal” al pie de una cornisa rocosa en la Sagra. Se pueden observar las cornisas rocosas, el talud y al pie de este los conos de acumulación de derrubios.

En su vertiente noroeste hemos identificado cuatro grandes zonas de canchales (Figura 4), siendo las numeradas como 3 y 4, las más afectadas por los descensos en la actualidad.



Figura 4. Cuatro grandes zonas de canchales en la vertiente noroeste de la Sagra.

En la zona 3 se encuentra el famoso “embudo de la Sagra” y en la zona 4 la popular “Pedriza”. Comparando fotografías aéreas de 1945 y de 2013 realizadas sobre la Pedriza, se observa un importante deterioro de esta zona, cuyo incremento ha sido notable durante los últimos 20 años (Figura 5)



Figura 5. Fotos aéreas de la Pedriza de la Sagra. Izquierda 1945, derecha 2013.

3.2. Propuestas de conservación

Ante la delicada situación en la que encontramos algunas de estas formaciones geomorfológicas de origen periglacial singulares en el sureste ibérico, proponemos las siguientes medidas de conservación:

- Realizar un estudio geomorfológico de detalle para evaluar el grado de deterioro de los diferentes depósitos existentes en las zonas identificadas.
- Colocar paneles informativos integrados en el paisaje que informen sobre las características de estos depósitos singulares y la necesidad de su conservación.
- Fomentar actividades formativas e informativas para el adecuado conocimiento y aprovechamiento geoturístico del LIG.
- En base a todo lo anterior, establecer normas de gestión destinadas al turismo de naturaleza en la sierra de la Sagra que, en la medida de lo posible, eviten los ascensos y descensos por canchales en meses sin nieve.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La sierra de la Sagra es el macizo montañoso más importante del sureste ibérico. Es un isleo tectónico que alcanza los 2381 metros s.n.m., resaltando considerablemente en el paisaje respecto a otros relieves próximos. Como LIG destaca la superposición por cabalgamiento del Subbético sobre el Prebético, la geomorfología kárstica del macizo y la geomorfología periglaciaria en sus laderas. Es por tanto un Lugar de Interés Geológico (LIG) singular que presenta una enorme atractivo, por lo que desde el año 2000 se produce un importante incremento de visitas a su cumbre, principalmente por grupos de senderistas, deportistas y amantes de la naturaleza en general. Algunos de estos grupos han descendido en estaciones sin nieve por los canchales de piedras existentes, rompiendo el frágil equilibrio natural de estos depósitos (formados durante miles de años) y provocando la alteración de su morfología. Es por tanto necesario informar sobre las singularidades geológicas existentes en este lugar y la propuesta de diferentes medidas de conservación que permitan en un futuro próximo la inclusión o reconocimiento de la Sagra como Parque Natural, con el fin de conseguir una mejor gestión de este espacio y un adecuado uso y disfrute del mismo en consonancia con su singularidad natural.

5. BIBLIOGRAFÍA

- FALLOT, P. (1945): *“Estudios geológicos en la zona Subbética entre Alicante y el Río Guadiana Menor”*. C.S.I.C. Madrid.
- FOUCAULT, A. (1960-62): *“Problèmespaleogéographiques et tectoniquesdans le Prébétique et le Subbétique sur la transversale de la Sierra Sagra (Province de Grenade, Espagne)”*Livr. Mém. Prof. P. Fallot, pp. 175-181.
- GÓMEZ ORTÍZ, A. Y SALVADOR FRANCH, F. (1998): *“Procesos periglaciares actuales en montaña mediterránea”*. Publications de la Universitat de Barcelona. Barcelona. 217-234.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. (2008): *“Geomorfología”*. Pearson Educación S.A. Madrid.
- I.G.M.E. (2007): *“Mapa Geológico de España E: 1:50.000”*. Hoja 929, San Clemente.

- JUNTA DE ANDALUCÍA. (2011): *"Inventario Andaluz de Georrecursos"*. Consejería de Medioambiente y Ordenación del Territorio.
- LEY 18/2003, de 29 de diciembre, *"por la que se aprueban medidas fiscales y administrativas"*. BOJA núm. 251, de 31 de diciembre de 2003.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1976): *"Clima y morfodinámica de laderas en Revolvedores"*. de Investigación y Defensa de la Naturaleza. Diputación Provincial de Murcia.
- NICKLES, R. (1904): *"Sur l'existence de phénomènes de charriage en Espagne, dans la Zone Subbétique"*. Bull. Soc. Geol. France., 4pp. 223-227.
- ROMERO DÍAZ M^a.A. (1989). *"Las cuencas de los ríos Castril y Guardal (Cabecera del Guadalquivir) Estudio Hidrogeomorfológico"*. Excmo. Ayuntamiento de Huéscar (Granada). Universidad de Murcia.
- ROSILLO MARTÍNEZ, J.F., GUILLÉN MONDÉJAR, F., ALIAS LINARES, M.A., SÁNCHEZ NAVARRO, A. Y ARRUFAT MILÁN, L. (2014): *"Patrimonio Geológico de la Comarca de Huéscar (Granada)"*. XV Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero, XIX sesión científica de la SEDPGYM. Logrosán (Cáceres).

Capítulo 11

Los inventarios de lugares de interés geológico, minero y usos tradicionales de la geodiversidad, son útiles para el desarrollo rural. Ejemplos en la comarca de Húscar (Granada)

José Francisco Rosillo Martínez¹, Francisco Guillén Mondéjar¹, Miguel Ángel Alias Linares¹, L. Arrufat Milán¹ y Antonio Sánchez Navarro²

1: Grupo de Investigación de Geología, Universidad de Murcia, E-mail: josefidel.rosillo@murciaeduca.es mondejar@um.es aalias@um.es larrufat@murciaeduca.es
2, Grupo de Investigación de Ciencia y Tecnología de Suelos, Universidad de Murcia, E-mail: antsanav@um.es

RESUMEN:

La Comarca de Huéscar, localizada en la parte nororiental de la provincia de Granada, tiene una gran diversidad geológica, albergando una amplia variedad de litologías, estructuras geológicas, yacimientos minerales, geoformas, suelos, etc. que le dan un gran potencial de uso desde el punto de vista educativo y turístico. Pese a lo anterior, hay un gran desconocimiento y muy poca divulgación del patrimonio geológico-minero entre los habitantes de esta comarca que favorece la falta de cultura geológica y la no utilización de este recurso geológico en el desarrollo rural. Por tanto, es necesario y urgente una investigación que plantee como objetivo general elaborar un inventario y promover la divulgación del patrimonio geológico-minero de la Comarca de Huéscar, que contribuya a dinamizar la enseñanza de la geología y el geoturismo en sus municipios, propiciando una nueva alternativa de desarrollo social y económico más acorde con la realidad social actual y considerando los principios del desarrollo sostenible. En este trabajo se hace la primera propuesta de lugares de interés del patrimonio geológico-minero y de usos tradicionales de la geodiversidad de la Comarca de Huéscar. Se pretende que sirva como punto de partida para realizar un inventario con mayor detalle y un catálogo más completo, ligado a proyectos educativos, turísticos y de conservación de la naturaleza en los municipios. En definitiva que sea el germen que motive la investigación, conocimiento social, conservación y uso de la Geodiversidad de la Comarca de Huéscar.

ABSTRACT

The region of Huescar, located in the northeastern part of the province of Granada, has a great geological diversity, including a wide variety of lithologies, geological structures, minerals, landforms, soils and so on. For this reason, it has a great potential to be used from the point of view of education and tourism. Despite this, there is great ignorance and little promotion of this geological heritage among the inhabitants of this region which contributes to the lack of geological culture and non-use of this geological resource in rural development. Therefore, it is urgent and necessary to develop an inventory and to promote the knowledge of geological heritage of the region of Huescar. This would facilitate the teaching of geology and would increase geotourism in their municipalities, creating a new alternative for social and economic development in accordance with current social reality and considering the principles of sustainable development. In this work, we make a first proposal of places with geological and mining interest and of traditional uses of the geodiversity of the region of Huéscar. It is intended to serve as a starting point for a more detailed inventory and a catalog, linked to education, tourism and nature conservation projects in municipalities. Ultimately, it is the germ that encourages research, social knowledge, conservation and use of Geodiversity of Huescar.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de su historia, han existido en la Comarca de Huéscar numerosas explotaciones minerales de suelos y de rocas. Desde la presencia del hombre de Orce en estas tierras hasta la actualidad, destacan por su extensión y cantidad, los pequeños yacimientos de yesos y arcillas para cerámica, así como pequeñas canteras de caliza para cal y canteras de arenas silíceas para producción de vidrios, como las de Castril, Pinar de la Vidriera (Huéscar) y Puebla de Don Fadrique (Figura 1).



Figura1. Cueva de la Arena (Castril) y Casas de la Vidriera (Huéscar)

Durante años, estas pequeñas explotaciones de caliza, yeso, arcillas y arenas silíceas sirvieron de sustento a numerosas familias de los pueblos de la comarca y de los cortijos cercanos. Desde la época musulmana allá por el siglo XIII, yeseros, vidrieros, tejeros o alfareros, fueron algunos de los oficios más importantes de la zona, teniendo su mayor esplendor entre los siglos XVII y XIX. La existencia de extensos rodales de pinos y chaparros en los montes, propiciaron el uso de importantes cantidades de madera para alimentar el funcionamiento de los diferentes hornos. El yeso y la arcilla eran la fuente de materiales de construcción de los tradicionales “albañiles” en tiempos de escasez de medios de transporte, donde los elementos esenciales para construir eran la piedra caliza, la madera, la caña, el yeso y la arcilla. Los productos cerámicos artesanos de uso comarcal fueron la teja, el ladrillo y recipientes y vasijas fabricados con arcilla. De gran importancia por su demanda nacional e internacional fueron las producciones de vidrio de Castril, Pinar de la Vidriera (Huéscar) y Puebla de Don Fadrique entre los siglos XVII y XIX.

La industrialización y modernización de los procedimientos y métodos constructivos en la comarca, dio lugar a la progresiva disminución de las explotaciones de yeso y arcillas dedicadas a la construcción, con la desaparición de los oficios de yesero, tejero y alfarero, cuya decadencia fue más acusada en los años 60-70 del siglo XX. Por desgracia, muchas las explotaciones de calizas, yesos, arcillas y arenas silíceas, sus correspondientes hornos tradicionales y los productos obtenidos, han quedado en el recuerdo de los habitantes más ancianos de esta comarca.

1.1. Antecedentes y justificación

Nos encontramos con una realidad social donde es creciente el número de familias que abandonan estos pueblos, con una comarca históricamente deprimida y con escasez de recursos. Ante esta situación de desempleo creciente y emigración, se hace necesaria la puesta en valor de los recursos naturales como nicho de creación de empleo y riqueza, aprovechando los recursos geológicos y mineros existentes en este territorio.

Es necesaria y urgente por tanto, una investigación que plantee como objetivo general elaborar un inventario y promover la divulgación del patrimonio geológico-minero de la Comarca de Huéscar, que contribuya a dinamizar la enseñanza de la geología y el geoturismo en sus municipios, propiciando una nueva alternativa de desarrollo social y económico más acorde con la realidad social actual y considerando los principios del desarrollo sostenible.

1.2. Objetivos

En este trabajo se hace una primera propuesta de lugares de interés del patrimonio geológico-minero y usos tradicionales de la geodiversidad de la Comarca de Huéscar. Se pretende que sirva como punto de partida para realizar un inventario de mayor detalle ligado a proyectos educativos, turísticos y de conservación con los siguientes objetivos:

- Fomentar el conocimiento de antiguos oficios y las explotaciones y materiales asociados a ellos, como parte del patrimonio cultural y minero de esta comarca.
- Identificar algunos de los lugares más importantes de interés geológico-minero y de usos tradicionales de la geodiversidad de la comarca y promover su conocimiento y conservación.
- Divulgar y promover actividades ligadas a la minería y los usos tradicionales de la geodiversidad que favorezcan el desarrollo de estos pueblos.

2. ZONA DE ESTUDIO

La Comarca de Huéscar está constituida por los siguientes municipios: Castillejar, Castril, Galera, Huéscar, Orce, y Puebla de D. Fadrique. El municipio de mayor extensión superficial es Puebla de D. Fadrique, con 523,4 Km² y el de menor extensión es Galera con 117,9 Km².

2.1. Situación geográfica

La Comarca de Huéscar se encuentra al noreste de la provincia de Granada. Con una superficie de 1.814,4 Km², supone el 14,4% del total de la superficie provincial. Su situación geográfica singular, hace que sea una comarca límite entre Granada y cuatro provincias: Jaén, Albacete, Murcia y Almería. También lugar de encuentro de tres comunidades autónomas: Andalucía, Castilla la Mancha y Murcia. Históricamente ha sido un importante lugar de paso entre Andalucía y la comunidad Valenciana.

2.2. Geología

En la Comarca de Huéscar podemos encontrar materiales del Prebético interno, unidades intermedias y series de transición entre el Subbético externo y medio. Hacia el suroeste y este encontramos grandes extensiones de materiales neógenos de la depresión de Guadix-Baza. Además existen en esta zona otras cuencas de menor entidad. Esta zona ha sido objeto de estudio por numerosos investigadores en el campo de la geología. Algunos de ellos iniciaron sus trabajos a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, como Nickles (1904), que hace una primera referencia a la posición alóctona de la Sierra de la Sagra. Cabe destacar entre otros, los estudios llevados a cabo por P. Fallot, que en 1929 ya realizara reconocimientos en la zona. A. Foucault (1960) realizó

investigaciones sobre problemas paleogeográficos y tectónicos en el Prebético y Subbético en la Sierra de la Sagra. M. Alvarado y T.L. Saavedra (1966) realizaron un estudio geológico del extremo NE de la provincia de Granada. En la cuenca de Guadix-Baza destacan los trabajos de J.A. Vera desde 1970.

3. RESULTADOS

3.1. Patrimonio geológico-minero de la comarca de Huéscar

Sobre patrimonio geológico de Andalucía, los primeros trabajos comenzaron en el año 2001 y en 2004 se publicó el Inventario Andaluz de Georrecursos (IAG). En 2014 se presentó en el XV Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero, XIX sesión científica de la SEDPGYM celebrado en Logroñán (Cáceres), un primer inventario de Lugares de Interés Geológico de la Comarca de Huéscar. (Rosillo et al, 2014). Considerando este último inventario, presentamos algunos de los lugares de interés minero y de usos tradicionales de la geodiversidad de la Comarca de Huéscar (Tabla 1).

Tabla 1. Canteras de yesos y vidrieras de la comarca de Hécscar. Ejemplos de usos tradicionales de la geodiversidad útiles para el desarrollo rural.

NÚM	DENOMINACIÓN	MUNICIPIO	SITUACIÓN
1	Yacimientos y hornos de yeso. Cementerio de los Evangelistas	CASTILLEJAR	Propuesto
2	Unidad olitostrómica cerca de Castril Yesos y hornos de yeso.	CASTRIL	PIG (IGME)
3	Canteras de arena y vidriera de Castril	CASTRIL	Propuesto
4	Hornos de yeso en yesos de Galera	GALERA	Georrecurso de Andalucía
5	Mina de yeso del Castellón Alto	GALERA	Georrecurso de Andalucía
6	Canteras de arena y vidriera de las Casas de la Vidriera	HUÉSCAR	Propuesto
7	Mina de sílex de la Venta	ORCE	Propuesto
8	Tejera de Almaciles	PUEBLA D.F.	Propuesto
9	Canteras de yesos y hornos de los Yesares	PUEBLA D.F.	Propuesto
10	Cantera de yesos de los Guijarros	PUEBLA D.F.	Propuesto
11	Canteras de arena y vidriera de Puebla de Don Fadrique	PUEBLA D.F.	Propuesto

El yeso durante muchos años ha sido el material de referencia para la construcción en la Comarca de Huéscar. Hasta la aparición del cemento, el yeso se extrajo, se elaboró y se utilizó como mortero habitual. En la actualidad esta actividad ha desaparecido en sus

municipios, quedando restos de explotaciones y hornos abandonados por toda la comarca (Figura 2).

En cuanto al vidrio, todos los centros de producción de vidrio de la comarca(Castril, Pinar de la Vidriera, Huéscar y Puebla de Don Fadrique)se encuentran en total abandono o han desaparecido (Rosillo et al, 2014). Algunas de las piezas fabricadas en estos centros (Figura 3) las podemos encontrar en colecciones particulares o expuestas en oficinas de información turística, siendo muy escasas en estos pueblos a pesar de la gran producción de estos centros durante los siglos XVII y XIX (Rosillo et al, 2015).



Figura 2. Horno de yeso abandonado cerca del cementerio de los Evangelistas (Castillejar) y cantera y horno abandonados en los Yesares (Puebla de Don Fadrique).



Figura 3. Izquierda, vidrios expuestos en la oficina de información turística de Castril. Derecha, conjunto de vidrios hallados en Puebla de Don Fadrique.

La mayor parte de las piezas que se fabricaron en estos centros vidrieros están repartidas por diferentes países del mundo. Muchas se encuentran expuestas como colecciones en museos tan diferentes, distantes e importantes como el Victoria and Albert de Londres, el Metropolitan Museum of Art de New York, el Hermitage de San

Petersburgo, el Corning Museum of glass de New York, el Museo Nacional de Artes Decorativas de Madrid, el Museo del Traje de Madrid, el Museo Cerralbo de Madrid, el Museo Arqueológico de Granada “Casa de Castril” o el Museo de Bellas Artes de Murcia entre otros. A pesar de que los vidrios de la Comarca de Huéscar son conocidos en diferentes países y están presentes en numerosos museos de todo el mundo, en sus localidades no encontramos una amplia colección de vidrios antiguos (Rosillo et al, 2015). Estas piezas de vidrio presentan unas características singulares, estando bajo el sello corporativo de la industria castrileña. (Ginés Burgueño y Fernández Navarro, 2006). En Castril se intentó recuperar el oficio del vidrio mediante la creación del Centro Andaluz del Vidrio, sin embargo, tras varios meses de actividad, el taller cerró en 2011.

Dada la importancia que ha tenido la caliza, la arcilla, el yeso y sobre todo las arenas silíceas y vidrios fabricados en la Comarca de Huéscar para su desarrollo, consideramos que la identificación, descripción, recuperación y puesta en valor de estos lugares de interés minero y de usos tradicionales de la geodiversidad, puede repercutir de forma muy positiva en el desarrollo futuro de estos pueblos.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Comarca de Huéscar cuenta desde la antigüedad con pequeñas explotaciones de calizas, yesos, arenas de sílice y arcilla. La presencia de los primeros pobladores de Europa en estas tierras y el uso de industria lítica, el aprovechamiento artesanal de las rocas calizas, yesos y arcillas desde tiempos remotos para sus construcciones y utensilios y la fabricación de piezas de vidrio soplado cuyo destino fue algunas de las casas y familias más importantes de Europa, hacen que este lugar y algunos de sus yacimientos de rocas industriales sean de gran importancia a pesar de su poca extensión. La progresiva industrialización de la cerámica y el yeso y el auge del cemento en España, sobre todo en el siglo XX, supuso la desaparición de los oficios de yesero, alfarero o tejero entre otros. En la actualidad, encontramos estas explotaciones e instalaciones de minería tradicional abandonadas, por lo que es necesario dar a conocer su valor patrimonial para que no desaparezcan ni caigan en el olvido. En base a las investigaciones realizadas, hacemos las siguientes recomendaciones:

1. Estudiar y describir con detalle los diferentes lugares de interés geológico-minero así como los oficios relacionados con los usos tradicionales de la geodiversidad de la Comarca de Huéscar.
2. Potenciar desde el punto de vista turístico y didáctico, los lugares de interés geológico-minero, estableciendo unas redes temáticas que puedan ser utilizadas por estudiantes, profesores, investigadores y turistas en general.

3. Compaginar la riqueza geológico-minera y usos tradicionales de la geodiversidad con la realización de otras actividades culturales, deportivas y de ocio posibles que repercuta en el desarrollo económico de la comarca.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ALVARADO, L. M. y SAAVEDRA, T.L. (1966): "*Estudio geológico del extremo NE de la provincia de Granada*" Bol. IGME, tomo LXXVII, pp. 99-139.
- GINÉS BURGUEÑO, M.A. y FERNÁNDEZ NAVARRO, E.(2006): "*Castril, visiones de un paisaje*". Ayuntamiento de Castril. pp.115-134.
- FALLOT, P. (1945): "*Estudios geológicos en la zona Subbética entre Alicante y el Río Guadiana Menor*". C.S.I.C. Madrid.
- FOUCAULT, A. (1960-62): "*Problèmespaleogéographiques et tectoniquesdans le Prébétique et le Subbétique sur la transversale de la Sierra Sagra (Province de Grenade, Espagne)*"Liv. Mém. Prof. P. Fallot, pp. 175-181.
- JUNTA DE ANDALUCÍA. (2011): "*Inventario Andaluz de Georrecursos*". Consejería de Medioambiente y Ordenación del Territorio.
- NICKLES, R. (1904): "*Sur l'existence de phénomènes de charriage en Espagne, dans la Zone Subbétique*". Bull. Soc. Geol. France., 4pp. 223-227.
- ROSILLO MARTÍNEZ, J.F.; ALIAS LINARES, M.A.; GUILLÉN MONDÉJAR, F.; SÁNCHEZ NAVARRO, A. Y ARRUFAT MILÁN, L. (2014): "*Estudio de Arenas de sílice y un conjunto de vidrios hallados en Puebla de Don Fadrique (Granada)*".Revista de la Sociedad Española de Mineralogía. Macla nº 19.
- ROSILLO MARTÍNEZ, J.F., GUILLÉN MONDÉJAR, F., ALIAS LINARES, M.A., SÁNCHEZ NAVARRO, A. Y ARRUFAT MILÁN, L. (2014): "*Patrimonio Geológico de la Comarca de Huéscar (Granada)*".XV Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero, XIX sesión científica de la SEDPGYM. Logrosán (Cáceres).
- ROSILLO MARTÍNEZ, J.F.; ALIAS LINARES, M.A.; GUILLÉN MONDÉJAR, F.; SÁNCHEZ NAVARRO, A. Y ARRUFAT MILÁN, L. (2015): "*Estudio químico y mineralógico de un conjunto de vidrios de Castril (Granada)*". Revista de la Sociedad Española de Mineralogía. Macla nº 20.
- VERA, J.A. (1970): "*Estudio estratigráfico de la Depresión de Guadix-Baza*". Bol. Geol. Min. 81, pp. 429-462.

Capítulo 12

Corredor fluvial periurbano Murcia-Contraparada, estableciendo manchas de bosque de ribera en un río encauzado.

Jorge Sánchez Balibrea¹, Pedro López Barquero¹, Pedro García Moreno¹,
Francisco Carpe Ristol² y Adela Martínez Cachá.²

1. Asociación de Naturalistas del Sureste; 2. Ayuntamiento de Murcia.
araar@asociacionanse.org

RESUMEN

Desde enero de 2014, la Asociación de Naturalistas del Sureste y el Ayuntamiento de Murcia colaboran en la recuperación del bosque de ribera en el Río Segura, concretamente en el tramo comprendido entre Murcia ciudad y el entorno de la Contraparada. Entre 2014 y 2015, se plantaron unos 2150 plantones de 26 especies. Dichas plantaciones se realizaron en nueve curvas, siguiendo los criterios dados por la Confederación Hidrográfica de la Segura. Gracias a los métodos de plantación empleados, con grandes ahoyados, y a los trabajos de mantenimiento, riegos mensuales y desbroces sucesivos de carrizo (*Phragmites australis*) y caña (*Arundo donax*) durante el primer año, se ha alcanzado una supervivencia del 70%.

Abstract

Since January, 2014, Asociación de Naturalistas del Sureste and Murcia Local Council have collaborated in the recovery of the riparian forest in the portion of Segura River between the city of Murcia and Contraparada area. In 2014 and 2015, 2150 seedlings from 26 species have been released in nine bends, according the criteria of Hydrographical Confederation of the Segura. Due to the method of planting, using large holes, and the work of maintenance for one year, with monthly irrigations and recurring clearances of reed (*Phragmites australis*) and giant cane (*Arundo donax*), the survival has reached to the 70%.

1. INTRODUCCIÓN

El Río Segura es uno de los ríos más modificados de la Península Ibérica (Belmar *et al.*, 2013). A finales del siglo XIX y principios del XX, y como búsqueda de una solución a las constantes inundaciones que se venían sufriendo (López Bermúdez, 1978), se realizan en la Cuenca del Segura una serie de actuaciones, basadas en la construcción

de embalses, presas de derivaciones, cambios de cauces y canalizaciones, que fueron el comienzo de la primera fase de regulación de los ríos de esta cuenca y que culminaron con el encauzamiento del tramo de trabajo (Bautista Martín, 1977, Romero Díaz & Maurandi, 2000:). Dentro de estos encauzamientos se produce el acortado de 22 km de las curvas de río Segura entre la Contraparada y la desembocadura del mismo en Guardamar del Segura. Estas obras, llevadas a cabo durante la primera parte de la década de los noventa, convierten el tramo bajo del río Segura en un canal de desagüe.

Una de las principales consecuencias de estas obras fue la desaparición de las alamedas (CHS, 2008). En la actualidad quedan retazos del mismo en los antiguos meandros abandonados, ahora alejados del río, y en los márgenes de acequias y azarbes, que actúan como reservorios de algunas de las especies (*Populus alba*, *Ulmus minor* y *Celtis australis*) propias del bosque de ribera en esta zona.

Debido al estado del río, degradado por múltiples factores (contaminación, regulación de caudales, modificación de cauces, sobreexplotación, fragmentación, pérdida de bosques de ribera, etc.), su importante valor por los distintos recursos y funciones que ofrece, así como las obligaciones comunitarias derivadas de la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE), se hace urgente la propuesta de medidas para mejorar la situación actual, siendo contemplada la recuperación y restauración de los hábitats fluviales como una de las prioritarias. Esta medida es la que persigue la Directiva Marco del Agua y la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos (MARM, 2010) para alcanzar el buen estado ecológico de los ríos.

En este contexto, la Asociación de Naturalistas del Sureste y la Concejalía de Medioambiente del Ayuntamiento de Murcia desarrollan, desde enero de 2014, el Proyecto Riberas del Río Segura. Este proyecto tiene tres líneas principales de trabajo: a) inventario de flora y fauna, b) la puesta en valor e involucración social en la conservación de este espacio y c) la recuperación los valores ambientales (desaparecidos) en el río Segura, entre el azud de Contraparada y la Ciudad de Murcia; todo esto teniendo en cuenta las limitaciones que existen en un tramo encauzado próximo a zonas habitadas, e integrando los usos lúdico-deportivos existentes en la zona. El presente trabajo se centra en este último punto, la creación y recuperación de manchas de bosque de ribera.

2. OBJETIVOS

- Inventariar la flora de ribera persistente en el entorno del proyecto.
- Recuperar manchas de bosque de ribera en el Corredor Fluvial Murcia-Contraparada.
- Recuperar de los valores ambientales (desaparecidos) en el río Segura, entre el azud de Contraparada y la ciudad de Murcia.

3. METODOLOGÍA

3.1. Lugar de actuación

El área de actuación de este proyecto comprende el corredor fluvial periurbano comprendido entre el azud de La Contraparada y la Ciudad de Murcia. Se trata de un área de 12 km de longitud, en los que el río se encuentra totalmente encauzado en los que el río discurre entre tramos de huerta y pequeñas pedanías periféricas a Murcia.

3.2. Inventario de arbolado de las especies autóctonas típicas del bosque de ribera.

El área de trabajo fue muestreada mediante recorridos exhaustivos, tanto en el tramo encauzado de río, como en la huerta circundante a ambos márgenes, incluyendo la red de riego tradicional. Se localizaron y georreferenciaron los ejemplares de especies arbóreas de bosque de ribera que aún persisten en el área de estudio.

3.3. Recuperación del bosque de ribera

3.3.1. Selección de las zonas de plantación.

Según las recomendaciones de la CHS y teniendo en cuenta el posible riesgo de inundación del área de actuación, se escogieron zonas de mayor sección correspondientes a 9 tramos del río (Tabla 1).

Tabla 1. Zonas seleccionadas para la plantación.

SOTOS SELECCIONADOS
Azud de Contraparada
Fábrica de La Pólvora
El Soto
Soto de la Hoya
La Raya
Rincón de Seca
Presa de Goma
Rincón de Illáñez
Rincón de Seca (II)

3.1.2. Selección de las especies

Para la selección de las especies se siguieron las recomendaciones del manual de restauración editado por el organismo de cuenca (CHS, 2008). Además, se incluyeron especies capaces de soportar suelos inundados y encharcados, como son los *Salix sp*

pl., así como especies propias del matorral mediterráneo (*Quercus sp. pl.*, *Pistacia lentiscus*, *Juniperus sp.pl.*) para las zonas más alejadas del río.

3.1.3. Producción de las especies.

La recolección de material vegetal, sobre todo álamos (*Populus alba*), almeces (*Celtis australis*) y olmos (*Ulmus minor*), se llevó a cabo en los ejemplares que se habían localizado en el ámbito del proyecto, gracias a la elaboración del Inventario de Arbolado Autóctono, recurriendo a otros tramos de la Cuenca cuando fue necesario.

La producción de los plantones se realizó en dos viveros: el vivero forestal de Cartagena, gestionado por ANSE, y el Vivero Municipal de El Mayayo, perteneciente al Ayuntamiento de Murcia.

3.1.4. Preparación del terreno y plantación.

Para la preparación del terreno se aprovechó el desbroce anual realizado por la CHS para el control de cañas y carrizo en este tramo por el riesgo de avenidas. En otros tramos, con presencia de especies exóticas arbóreas, como acacias o falsos pimenteros, se recurrió a la tala y destoque de los mismos antes de realizar la plantación.

En las curvas donde la vegetación existente eran especies autóctonas de ribera, ésta se respetó, intentando favorecer con trabajos de aclareo o eliminación de especies competidoras estos últimos rodales.

Posteriormente, se realizó el ahoyado para la plantación. En la mayoría de las zonas de plantación se realizó el ahoyado mediante retroexcavadora, lo que permitió realizar hoyos de mayor tamaño y llegar al freático en zonas alejadas del río, mejorando la supervivencia respecto al ahoyado manual. En aquellas zonas en las que el ahoyado mecánico no fue posible, por razones de pendiente, proximidad al río o inundación, se realizó de forma manual. Atendiendo a las densidades establecidas por la CHS, se plantaron un tercio de especies arbóreas por cada dos tercios de especies arbustivas (Tabla 2)

Tabla 2. Nº de plantones introducidos en el corredor.

Temporada de plantación	Nº de plantones	Nº de especies
2013-2014	930	21
2014-2015	1.201	26

3.1.5. Labores de mantenimiento

Se realizaron labores culturales consistentes en el desbroce periódico de caña (*Arundo donax*) y carrizo (*Phragmites australis*) y los riegos periódicos. La caña y el carrizo invaden de forma masiva todo el cauce del río Segura en este tramo, y el

desbroce frecuente se torna imprescindible para disminuir o evitar la competencia con los plantones implantados. Las labores de desbroce se mantienen hasta que los plantones superan en tamaño a estas especies.

Los riegos comienzan en el momento de la plantación y tienen una periodicidad mensual durante el primer año de implantación, que se aumenta a uno quincenal durante los meses de verano.

4. RESULTADOS

4.1. Inventario de especies arbóreas formadoras de bosque de ribera.

En total, se inventariaron 2.200 árboles de 6 especies autóctonas (algunas de ellas, fresno y sauco, protegidas por el Decreto 50/2003). Se han localizado 4 árboles singulares por su tamaño (perímetro superior a 2,00 m; almez (*Celtis australis*), olmo (*Ulmus minor*), álamo (*Populus alba*) y sauce llorón (*Salix x sepulcralis*) (Tabla 3)

Tabla 3. Proporción por especie de los árboles inventariados

Especie	%
Taray (<i>Tamarix sp. pl.</i>)	42,92
Álamo blanco autóctono (<i>Populus alba</i>)	24,47
Olmo (<i>Ulmus minor</i>)	16,15
Almez (<i>Celtis australis</i>)	9,50
<i>Populus nigra</i> e híbridos	4,70
Plátanos (<i>Platanus x hispanica</i>)	1,09
Sauces llorones (<i>Salix babylonica</i>)	0,95
Fresno (<i>Fraxinus angustifolia</i>)	0,09
Sáuco (<i>Sambucus nigra</i>)	0,09
Álamo blanco no autóctono (<i>Populus alba bolleana</i>)	0,05

Mediante este trabajo se ha comprobado la práctica total ausencia de manchas de arboledas de ribera en el río como consecuencia del encauzamiento y mantenimiento mediante desbroces. La red de riego tradicional ha funcionado como reservorio y alberga una inesperada abundancia y diversidad de formaciones de ribera.

4.2. Recuperación del bosque de ribera

Se ha conseguido el establecimiento de nueve manchas de bosque de ribera en el corredor periurbano Azud de Contraparada-Ciudad de Murcia.

Se han implantado unas 2.100 plantas de 26 especies de ribera y forestales mediterráneas (Tablas 4 y 5). Gracias a los trabajos de mantenimiento de las plantaciones, la supervivencia de la primera temporada de plantación, sobre 960 plantas, fue superior al 70%.

Tabla 4. Listado de especies utilizadas en los trabajos de restauración.

Especies seleccionadas	
<i>Arbutus unedo</i> <i>Arundo micrantha</i> <i>Celtis australis</i> <i>Ceratonia siliqua</i> <i>Ephedra fragilis</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Juniperus phoenicea</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> <i>Lonicera biflora</i> <i>Myrtus communis</i> <i>Nerium oleander</i> <i>Pinus halepensis</i> <i>Pinus pinea</i> <i>Pistacia lentiscus</i> <i>Populus alba</i>	<i>Populus canescens</i> <i>Populus nigra</i> <i>Quercus coccifera</i> <i>Quercus rotundifolia</i> <i>Rhamnus alaternus</i> <i>Rhamnus lycioides</i> <i>Saccharum ravennae</i> <i>Salix alba</i> <i>Salix fragilis</i> <i>Salix purpurea</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Tamarix canariensis</i> <i>Ulmus minor</i> <i>Vitex agnus-castus</i>

Tabla 5. Distribución por especie de las plantaciones realizadas

Temporada 2013-2014		Temporada 2014-2015*	
Especie	%	Especie	%
<i>Populus alba</i>	34	<i>Populus alba</i>	18
<i>Nerium oleander</i>	26	<i>Celtis australis</i>	16
<i>Vitex agnus-castus</i>	19	<i>Nerium oleander</i>	12
<i>Celtis australis</i>	8	<i>Pistacia lentiscus</i>	10
<i>Pistacia lentiscus</i>	7	<i>Sambucus nigra</i>	9
<i>Sambucus nigra</i>	4	<i>Pinus pinea</i>	5
Otros	23	<i>Ulmus minor</i>	5
		<i>Rhamnus alaternus</i>	4
		<i>Tamarix canariensis</i>	4
		Otras	17

*Excluidos *Salix sp.pl.*

5. CONCLUSIONES

- La experiencia demuestra que es posible implantar manchas de bosque de ribera en tramos encauzados si se realizan trabajos de mantenimiento, particularmente riegos.
- Los resultados muestran que los ríos, incluso encauzados, son capaces de albergar una biodiversidad digna de conservar y fomentar.
- La iniciativa demuestra que los ayuntamientos y ONG pueden adoptar un papel decisivo en la recuperación de los ríos, particularmente en entornos periurbanos. Además, la experiencia puede ser trasladada a otros lugares con ríos encauzados con objeto de avanzar en su naturalización y mejorar el estado ecológico de las masas de agua.

6. BIBLIOGRAFÍA

- BAUTISTA MARTÍN, J. (1977): "*Avenidas de la Cuenca del Segura, Plan General de Defensa*". Tomos 1 y 11. Ministerio de Obras Públicas". Dirección General de Obras Hidráulicas de la Confederación Hidrográfica del Segura. Murcia.
- BELMAR, O., BRUNO, D., MARTÍNEZ-CAPEL, F., BARQUÍN, J. Y VELASCO, J. (2013). "Effects of flow regime alteration on fluvial habitats and riparian quality in a semiarid Mediterranean basin". *Ecological Indicators*. 30: 52-64.
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1978): "Inundaciones catastróficas, precipitaciones torrenciales y erosión en la provincia de Murcia". Papeles de Geografía.
- COMISIÓN MIXTA ASAMBLEA REGIONAL DE MURCIA, REAL ACADEMIA ALFONSO X EL SABIO DE MURCIA (Eds. 2005): "Murcia y el Agua: Historia de una pasión". Murcia. 240 pp.
- CHS (Eds., 2008): "*Restauración de Riberas. Manual para la restauración de riberas en la Cuenca del Segura. Confederación Hidrográfica del Segura*". Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Alicante. 227 pp.
- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- MARM (2010): "*Restauración de ríos. Bases de la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos*". Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.
- ROMERO DÍAZ, A. & MAURANDI, A. (2000): "Las inundaciones en la cuenca del Segura en las dos últimas décadas del siglo XX: actuaciones de prevención". *Serie Geográfica*, 2000, n. 9, p. 93-120. ISSN 1136-5277.
- SÁNCHEZ-BALIBREA, J.M., LÓPEZ, P., GARCÍA, P., MONTOYA, C., ASENSIO, M., CARPERISTOL, F. Y MARTÍNEZ-CACHÁ, A. (2015): "*Recuperación ambiental de un tramo de río mediterráneo encauzado: el caso del corredor fluvial periurbano Murcia-Contraparada (Río Segura, Murcia)*". Comunicación póster. II Congreso Ibérico de Restauración Fluvial.

Capítulo 13

Restauración de espacios dunares y litorales en el entorno del Mar Menor (SE ibérico)

Jorge Sánchez Balibrea¹, Pedro López Barquero¹, Pedro García Moreno¹, Carmen Martínez Saura¹, Pedro Luengo Sánchez¹, Álvaro Sixto Coy¹, Juan de Dios Cabezas Cerezo², A. Félix Carrillo López³

1: ANSE, 2: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, 3. Latizal.
Email:araar@asociacionanse.org

RESUMEN

Los ecosistemas dunares y costero-litorales del entorno del Mar Menor han sufrido una intensa presión humana por actividades mineras, en tiempos históricos, y como consecuencia del desarrollo urbanístico y las actividades de ocio, en fechas más recientes. Incluso en el interior de áreas protegidas, se pueden encontrar áreas muy degradadas, como consecuencia de la llegada de estériles mineros, la circulación de vehículos y el trasiego de personas.

Con el objeto de recuperar espacios degradados de áreas protegidas y espacios públicos no urbanizados, hemos desarrollado desde 2011 y, con especial intensidad, en 2014-2015, diversas actuaciones de restauración de espacios dunares y áreas costero-litorales. Estas intervenciones han afectado 5,7 ha y han supuesto la introducción de más de 9.000 plantones en El Seco, Monte Blanco y Amoladeras (La Manga) y Lo Poyo.

Destacan las plantaciones de especies gravemente amenazadas, tales como la esparraguera del Mar Menor (*Asparagus macrorrhizus*) (n=1.785), la zanahoria marina (*Echinophora spinosa*) (n=280), la tamarilla del Mar Menor (*Helianthemum marminorense*) (n=460) y la sabina de las dunas (*Juniperus turbinata*) (n=487), así como las plantaciones de salao (*Halocnemum strobilaceum*) (n=348), una especie extinguida en el arco sur del Mar Menor.

La supervivencia ha sido muy variable, en función de la localidad, los años y los cuidados culturales aportados (riegos). En líneas generales, ha sido elevada, habitualmente superior al 50%, con cifras incluso del 70 % (*Juniperus turbinata*) y del 80% (*H. strobilaceum* y *Sarcocornia fruticosa*).

En el desarrollo de estas acciones han colaborado diversos entes públicos, así como entidades y centros educativos del ámbito del proyecto, en un modelo de

restauración del territorio cuya adopción podría ser muy útil para otros espacios costeros de la Región.

ABSTRACT

Dune and Coastal ecosystems in Mar Menor area have suffered intense human pressures due to mining activities in historical times, and to urban development and leisure activities in recent times. Degraded areas can be found, even within existing protected areas, as a result of the arrival of mine wastes, the motor traffic and the flow of people.

From 2011 on, and in particular during 2014-2015, restoration of dune and coastal areas has been taken, with the aim to recover degraded areas in protected areas and bare public spaces. 5.7 hectares have been concerned, and 9000 seedlings have been planted in El Seco, Monte Blanco, Amoladeras (La Manga) and Lo Poyo areas.

Threatened species are highlighted, as Mar Menor asparagus (*Asparagus macrorrhizus*; n=1,785), sea fenel (*Echinophora spinosa*; n=280), *Helianthemum marminorense* (n=460), juniper tree (*Juniperus turbinata*; n=487), and *Halocnemum strobilaceum* (n=348), an extinct species in the south of Mar Menor.

The survival has been variable, depending on the localization, the year and the cultural practices (irrigation). In general, the survival has been high, more than 50%, reaching to the 70% for *Juniperus turbinata* and 80% for *H. strobilaceum* y *Sarcocornia fruticosa*.

Various Publics Institutions and local organization and education centres have collaborated in a restoration model which could be useful in other coastal areas in Murcia Region.

1. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas dunares y costero-litorales del entorno del Mar Menor han sufrido una intensa presión humana por actividades mineras desde tiempos históricos (Simonneau, 1973; García, 2004; Marín, 2007; Robles-Arenas, 2007; María-Cervantes, 2009; González-Fernández, 2011) y como consecuencia del desarrollo urbanístico y las actividades de ocio, en fechas más recientes (Vera & Espejo, 2006; Mena, 2010; Morales-Yago, 2013; Sánchez-Balibrea *et al.* 2013). Incluso en el interior de áreas protegidas, se pueden encontrar áreas muy degradadas, como consecuencia de la llegada de estériles mineros (María Cervantes, 2009), la circulación de vehículos o el trasiego de personas. (Sánchez-Balibrea *et al.* 2012)

Sin embargo, estas mismas zonas aún atesoran notables valores ambientales que le han valido el establecimiento de diversas figuras de protección (Ley 4/92, BORM nº 181, 5/08/00) a determinadas zonas no urbanizadas. Los valores que han justificado la

protección de estos espacios se relacionan con la presencia de diversos hábitats de interés comunitario, así como especies de fauna y flora amenazada (DGMN, 2005). Incluso algunas áreas clasificadas como Suelo Urbano en La Manga o el dominio público colindante a estas zonas aún albergan poblaciones de especies de flora endémica y amenazada (Sánchez-Gómez *et al.* 2007; Sánchez-Balibrea *et al.* 2013).

Para revertir los procesos de degradación que afectaban tanto al DPMT y otros terrenos públicos (propiedad municipal) dentro y fuera de áreas protegidas y con el objetivo de aumentar los efectivos poblaciones de las especies más amenazadas se acometieron restauraciones ecológicas en diversos puntos del Mar Menor donde resultaba factible la intervención.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de las acciones de restauración se siguieron los siguientes pasos:

- Localización de lugares óptimos para la intervención (DPMT, áreas públicas) e identificación de amenazas.
- Búsqueda de financiación y colaboración con Administraciones y otras entidades.
- Corrección de amenazas.
- Producción de material vegetal en vivero. Implantación y cuidados culturales para asegurar éxito.
- Voluntariado y divulgación.
- Señalización de las zonas de intervención.
- Seguimiento y mantenimiento a largo plazo de las restauraciones.

En el contexto del proyecto se localizaron 5 zonas de intervención que sumaban 5,77 ha repartidas por el litoral del Mar Menor y Mar Mediterráneo y que presentaban sustratos muy diversos como consecuencia de las actividades humanas desarrolladas en la zona (Tabla 1).

Tabla 1. Zonas de intervención

Localidad	Situación	Superf. (ha)	Sustrato
Lo Poyo	DPMT ENP, LIC, ZEPA,	2,25	Arenas oolíticas, arcillas, estériles mineros, escorias

	ZEPIM, RAMSAR		mineras
Amoladeras	DPMT ENP, LIC, ZEPA, ZEPIM, RAMSAR	1,65	Arenas
Monte Blanco	Finca municipal	0,54	Arenas
El Seco (Mar Menor)	DPMT	0,62	Arcillas, rellenos, arenas
El Seco (Mar Mediterráneo)	DPMT	0,71	Arenas, arribazón de Posidonia

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para cada una de las zonas de intervención se realizó un inventario de la problemática que padecían y se propusieron una serie de medidas para revertir los procesos de degradación o favorecer la colonización por parte de la flora autóctona (Tabla 2).

Tabla 2. Problemática y medidas adoptadas para cada una de las zonas de intervención.

Localidad	Problemática	Medidas adoptadas
Lo Poyo	Circulación de vehículos Afluencia incontrolada Presencia de EEI	Corte y laboreo de accesos (tractor) Arranque de <i>Eucaliptus</i> , <i>Acacia</i> (maquinaria) y <i>Freesia</i> (manual)
Amoladeras	Presencia de EEI Presencia de especies nitrófilas	Arranque manual de EEI y nitrófilas
Monte Blanco	Vertido de basuras Presencia de EEI	Retirada de residuos Arranque de <i>Acacia</i> con maquinaria y herbicida
El Seco (Mar Menor)	Material de relleno (no arena) Compactación	Selección de especies Descompactación con tractor
El Seco (Mar Med.)	Acceso de maquinaria de limpieza Movilidad del sustrato Pisoteo por bañistas Relleno con arribazón de <i>Posidonia</i>	Instalación de colectores Gestión de accesos Selección de especies

Con el objeto de abarcar la máxima superficie posible, se requirió el apoyo de distintas entidades públicas (Ayuntamiento de San Javier, IMSEL dependiente del Ayto. de Cartagena, Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, Demarcación de Costas en la Región de Murcia) y parte de las plantaciones se realizaron con el apoyo de voluntarios de diversas entidades (ARBA, La Ecocultural, CREECT) o de centros educativos (especialmente CEIP, IES y CIFEA de la zona), así como de personas en cumplimiento de Trabajos en Beneficio de la Comunidad. De este modo, fue posible ampliar las áreas

de actuación con la financiación obtenida de la Fundación Biodiversidad dependiente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y de la Dirección General de Medio Ambiente.

En total, se han introducido más de 9.000 plantones, disponiéndose del conteo de más 8.300 plantones de diversas especies propias de ecosistemas dunares y litorales (Tabla 3). Se ha realizado un especial esfuerzo en establecer flora dunar amenazada (Tabla 4).

Tabla 3. Número mínimo de plantones introducidos por especie.

Especies	Nº de plantones	Especies	Nº de plantones
<i>Ammophyla arenaria</i>	100	<i>Helichrysum stoechas</i>	151
<i>Asparagus macrorrhizus</i>	1.785	<i>Juniperus turbinata</i>	487
<i>Astericus maritimus</i>	128	<i>Lavatera triloba</i>	15
<i>Atriplex glauca</i>	48	<i>Limonium caesium</i>	212
<i>Calystegia soldanella</i>	5	<i>Limonium cossonianum</i>	237
<i>Chamaerops humilis</i>	10	<i>Lotus creticus</i>	378
<i>Crithmum maritimum</i>	499	<i>Lycium intricatum</i>	262
<i>Cyperus capitatus</i>	172	<i>Lygeum spartum</i>	709
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	77	<i>Periploca angustifolia</i>	6
<i>Echinophora spinosa</i>	280	<i>Pistacia lentiscus</i>	179
<i>Elymus farctus</i>	108	<i>Saccharum ravennae</i>	110
<i>Eryngium maritimum</i>	147	<i>Sarcocornia fruticosa</i>	977
<i>Frankenia corymbosa</i>	131	<i>Scirpus holoschoenus</i>	215
<i>Glaucium flavum</i>	67	<i>Tamarix canariensis</i>	12
<i>Halocnemum strobilaceum</i>	348	Otras sp.	398
<i>Helianthemum marminorense</i>	460	<i>Helichrysum stoechas</i>	151
Total			8.713

Tabla 4. Nº de plantones de especies amenazadas implantadas en el marco de las restauraciones

Especies	Decreto 50/2003	Lista Rojaⁱⁱ	Población Mar Menor¹	Ejem. plantados
-----------------	------------------------	--------------------------------	----------------------------------------	------------------------

¹

<i>Asparagus macrorrhizus</i>	IE	CR	968	1.785
<i>Echinophora spinosa</i>	VU	-	718	280
<i>Helianthemum marminorensense</i>	VU	EN	Desconocida	460
<i>Juniperus turbinata</i>	EN	-	575	487
<i>Halocnemum strobilaceum</i>	VU	CR	Extinto	348

La supervivencia ha resultado muy variable en función de los años, las especies, el sustrato y los cuidados culturales aportados, aunque en líneas generales han sido superiores al 50%, incluso al 70-80 % (Tabla 5). Todo ello a pesar de las bajas precipitaciones registradas en la zona de trabajo en los años hidrológicos 2014 (159 mm) y 2015 (193 mm). Paradójicamente, las especies con mayor tasa de supervivencia fueron aquellas consideradas como amenazadas.

Tabla 5. Tasas de supervivencia registradas en las restauraciones.

	Supervivencia	Plantación	Cuidados culturales
Lo Poyo	10-93 %	2013-2014	Riego puntual
Amoladeras	21-71 %	2014-2015	Riego puntual
Monte Blanco	Sin datos	Varios años	Riego por goteo
El Seco (Mar Menor)	74-78 %	2013-2014	Riego puntual
El Seco (Mar Med.)	Sin datos	Varios años	Riego puntual
Amoladeras	21-71 %	2014-2015	Riego puntual

4. CONCLUSIONES

El resultado de los trabajos de restauración desarrollados permite exponer las siguientes conclusiones:

- Resulta posible la restauración de áreas dunares y litorales con medidas relativamente sencillas y con costes económicos reducidos.
- La colaboración entre diferentes Administraciones y entidades ha resultado un elemento crucial para asegurar el éxito de las restauraciones.

- Los cuidados culturales, particularmente el riego, resulta básicos para garantizar el asentamiento de las plantaciones especialmente en plantaciones tardías y/o en años con precipitaciones escasas.
- Resulta factible incrementar el número de efectivos de especies amenazadas del Mar Menor. Sin embargo, resulta necesario frenar la pérdida de hábitats y comprobar que las nuevas poblaciones son capaces de reproducirse.
- La información y concienciación pública ha sido una herramienta útil para la disminución de la presión sobre los espacios costeros, contándose con el apoyo de vecinos y visitantes

5. AGRADECIMIENTOS

A todas las personas y organismos que han hecho posible la restauración de los espacios costero-litorales del Mar Menor, así como a la empresa SERBAL.

6. BIBLIOGRAFÍA

- “DECRETO nº 244/2014, de 19 de diciembre, por el que se aprueban los planes de recuperación de las especies Jara de Cartagena, Brezo Blanco, Sabina de Dunas, Narciso de Villafuerte y *Scrophularia arguta*”. BORM nº 297 de 27/12/2014.
- CARRILLO LÓPEZ, A.F.; ROBLES SÁNCHEZ, J. ALMAGRO PÉREZ, D. MARTÍNEZ -AEDO, M.A. & SÁNCHEZ SAORÍN, F.J. (2015): “Resultados de las actuaciones de creación de nuevas poblaciones de *Asparagus macrorrhizus* Pedrol, J.J. Regalado & López Encina endemismo exclusivo del entorno del Mar Menor”. Póster. V Congreso de la Naturaleza del Sureste Ibérico y II del Sureste ibérico.
- DGMN (2005): “Memoria Descriptiva. Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de los Espacios Abiertos e Islas del Mar Menor y Cabezó Gordo”. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente.
- GARCÍA, C. (2004): “Impacto y Riesgo Ambiental de los Residuos Minero-Metalúrgicos de la Sierra de Cartagena-La Unión”. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena.
- GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, O. (2011): “Impacto ambiental en áreas de minería metálica: aplicación de metodologías analíticas no destructivas al análisis geoquímico”. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.
- MARÍA CERVANTES, A. (2009): “Aproximación a los riesgos derivados de la presencia de residuos mineros en saladares del entorno del Mar Menor: dinámica de metales pesados y arsénico y su acumulación en plantas y moluscos”. Tesis Doctoral. UPCT.
- MARÍN GUIRAO, L. (2007): “Aproximación ecotoxicológica a la contaminación por metales pesados en la laguna del Mar Menor”. Tesis doctoral. Universidad de Murcia.
- MARTÍNEZ MÁRMOL, D. & SÁNCHEZ BALIBREA, J.M. (2014): “Informe científico-técnico relativo a la situación de *Echinophora spinosa* en la Región de Murcia”. ANSE (Informe inédito).

- MENA HORNILLOS, J. (2010): *"El modelo urbanizador "Resort". Análisis, contexto y repercusiones en el campo de Murcia y Mar Menor"*. Tesis Doctoral. UPCT.
- MORALES YAGO, F.J. (2013): *"El impacto de la actividad turística sobre el paisaje de La Manga del Mar Menor (Murcia)"*. Estudios Geográficos, Vol. 74, Nº 275, pp. 523-556.
- MORENO, J.C. (2011): *"Lista Roja de la Flora Vascular Española 2008. Actualización con los datos del Adenda 2010 al Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada"*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid. 46 pp.
- ROBLES ARENAS, V.M. (2007): *"Caracterización hidrogeológica de la Sierra de Cartagena-La Unión (SE Península Ibérica)"*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Catalunya.
- SÁNCHEZ GÓMEZ, P., J.B. VERA PÉREZ, J.F. JIMÉNEZ MARTÍNEZ, C. AEDO & J. PEDROLL (2007): "La esparraguera marina, especie en peligro crítico de extinción en la península Ibérica". *Conservación Vegetal* nº 11: 13-14
- SÁNCHEZ-BALIBREA, J.M. WOZNIAK, I. SIXTO, A., LÓPEZ BARQUERO, P. MARTÍNEZ SAURA, C. FERNÁNDEZ, L E RUBIO, I. (2013): "Evolución Histórica e Inventario de los arenales de la Manga del Mar Menor" Comunicación Póster. *VI Congreso de la SEBICOP*.
- SÁNCHEZ-BALIBREA, J. GARCÍA MORENO, P. & LÓPEZ BARQUERO, P. (2012): "Las actividades en el litoral murciano acaban con poblaciones de plantas dunares amenazadas ante la pasividad administrativa". *Conservación Vegetal* nº16. Pág. 13.
- SIMONNEAU, J. (1973): *"Mar Menor. Evolution sedimentologique et geochimique recent du remplissage"*. Ph.D. Thesis. University Paul Sabatier, France, 172 pp.
- VERA REBOLLO, J.F.; ESPEJO MARÍN, C. (2006): "El papel de los instrumentos de planificación en las dinámicas productivas y territoriales: las directrices y el Plan de Ordenación del Litoral de la Región de Murcia". En (eds.) Joan Romero y Joaquín Farinós: *Gobernanza territorial en España : claroscuros de un proceso a partir del estudio de casos* València : Publicacions de la Universitat de València, 2006. ISBN 84-370-6542-9, pp. 61-79.
- BORM nº 181, 5 de agosto de 2000." *Resolución de 28 de julio de 2000 por la que se dispone la publicación del acuerdo del Consejo de Gobierno sobre designación de los lugares de importancia comunitaria en la Región de Murcia"*.
- LEY 4/1992, de 30 de julio, de Ordenación y Protección del Territorio de la Región de Murcia". BORM núm. 189 de 14 de Agosto de 1992

Capítulo 14

Gestión del paisaje en los sistemas forestales. El caso del Parque regional de Carrascoy y El valle

Miguel Ángel Sánchez Sánchez, Francisco Belmonte Serrato, Ramón García Marín

Departamento de Geografía. Universidad de Murcia. Email: massgeociencias@gmail.com
franbel@um.es ramongm@um.es

RESUMEN

En el Parque Regional de Carrascoy y El Valle, la interrelación de hombre y medio natural, mediante la realización de repoblaciones forestales, aprovechamientos, etc. ha dado lugar a significativos sistemas forestales. La gestión del paisaje en estos sistemas forestales resulta de gran interés. Las decisiones silvícolas tomadas en la gestión forestal influyen sobre el paisaje forestal. Conocer la gestión forestal en el parque regional, como modo de incidir sobre los paisajes forestales del mismo, resulta de interés. Se analizan las memorias y actuaciones correspondientes a determinados años. Los objetivos de calidad paisajística pueden servir para direccionar la acción de la gestión forestal sostenible con repercusión sobre los paisajes forestales.

ABSTRAC

In Carrascoy Regional Park and El Valle, the interplay of man and environment, by conducting afforestation, harvesting, etc. It has led to significant forest systems. Landscape management in these forest systems is of great interest. Silvicultural decisions in forest management affect the forest landscape. Knowing forest management in the regional park as a way of influencing forest landscapes thereof, it is of interest. Memories and actions relating to certain years are analyzed. The landscape quality objectives can serve to direct the action of sustainable forest management impact on forest landscapes.

1. INTRODUCCIÓN

La concepción del paisaje entendida como cualquier parte del territorio tal como la percibe la población (CEP2000), deriva en una diversidad de paisajes, todo, dependerá de esa percepción por parte de la población del territorio en cuestión. De este modo la denominación singular de un paisaje estaría justificada (paisajes forestales, paisajes urbanos, etc.). El carácter entendido como el resultado de la acción y la interacción de

los factores naturales y/o humanos, da lugar a diversos paisajes sobre un mismo territorio (Consejo de Europa, 2008). Los paisajes son la consecuencia de la interrelación entre lo natural y la acción del hombre, a lo largo del tiempo. Las acciones silvícolas en especial las repoblaciones forestales generan peculiares sistemas forestales.

Los sistemas forestales son consecuencia de las interrelaciones entre elementos forestales, entendidos estos según la Real Academia Española de la Lengua, como pertenecientes o relativos a los bosques y a los aprovechamientos de leñas, pastos, etc. Los territorios donde están presentes los sistemas forestales pueden ser considerados superficies forestales. Según la Ley de Montes (2003) estos son todo terreno en el que vegetan especies forestales arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, sea espontáneamente o procedan de siembra o plantación, que cumplan o puedan cumplir funciones ambientales, protectoras, productoras, culturales, paisajísticas o recreativas. Además Gordi Serrat (2009) considera por igual al monte como a la superficie forestal, entendiendo esta última como sinónimo de paisaje forestal. Para este mismo autor el bosque es el elemento que domina y caracteriza el paisaje forestal.

Protección, gestión y ordenación del paisaje o de los paisajes son acciones de suma importancia en el manejo de los mismos. Estas tienen en común, el ser tres tipos de acciones mediante las que se puede incidir de un modo directo sobre los paisajes. La gestión es una acción continuada destinada a influir en las actividades capaces de modificar el paisaje, es una forma de ordenación adaptativa que evoluciona con la evolución social (Consejo de Europa, 2008). Según Mata (2011) se trata de un proceso dinámico, con un inicio pero sin un final preestablecido. Además Busquet Fábregas y Cortina Ramos (2009) consideran la gestión como un conjunto de estrategias para valorizar un paisaje concreto.

A partir de aquí surge la siguiente pregunta: ¿Cuáles son esas actividades que pueden modificar el paisaje? En el ámbito forestal serían todas aquellas con capacidad para modificar el paisaje forestal. Bien derivadas de las diversas acciones propiamente forestales (talas, repoblaciones, infraestructuras –caminos o pistas forestales, áreas cortafuegos, áreas recreativas, etc.-, etc.), como otras no derivadas directamente de las acciones forestales (construcción de autovías, líneas ferroviarias, tendidos eléctricos, etc.). Para Gordi Serrat (2009) todas las decisiones silvícolas tomadas para gestionar el monte tienen su repercusión sobre el paisaje.

Los objetivos de calidad paisajísticas pueden permitir una valorización del paisaje y la mejora de la calidad de vida de las personas (Busquet Fábregas y Cortina Ramos, 2009; Consejo de Europa, 2008). Estos objetivos pueden permitir orientar la gestión del paisaje.

Mata (2011) considera que medidas como las políticas y estrategias del paisaje, cuyo objeto es orientar las iniciativas de carácter operativo que han de adoptar las

administraciones competentes, están también en el núcleo de lo que se entiende por gestión del paisaje.

El PR de Carrascoy y El Valle (Figura 1) está formado por una alineación montañosa prelitoral en la zona metropolitana de Murcia. Carrascoy (1060 m.) es su mayor altitud. Los sistemas forestales son predominantes coexisten con algunos agrosistemas en su interior y zonas externas. Las repoblaciones forestales en el PR han dado lugar a importantes transformaciones paisajísticas, encontrado en el mismo significativos sistemas forestales y un predominio de los paisajes forestales (Sánchez-Sánchez, *et. al*, 2015). Algunos de los principales paisajes forestales considerados por Gordi Serrat (2009) están presentes en el PR. Paisajes forestales con vocación protectora y paisajes forestales derivados de las repoblaciones. Localizados principalmente en las cabeceras de las ramblas de El Puerto de la Cadena y rambla de El Valle.

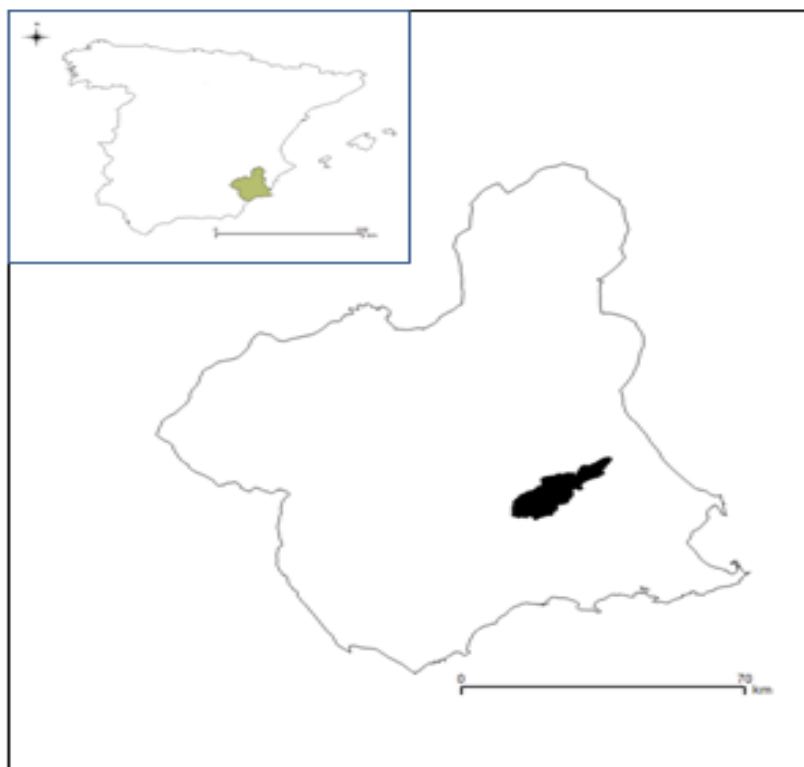


Figura 1. Localización del Parque Regional de Carrascoy y El Valle.

Fuente: Sánchez-Sánchez-Sánchez (2015).

Conocer sobre la gestión del paisaje en los sistemas forestales, constituye una cuestión de interés. Este interés se centra en el PR de Carrascoy y El Valle, al ser un espacio protegido, la existencia de una importante masa forestal y estar en el área metropolitana de Murcia. Esto último da lugar a una alta visualización de cualquier acción realizada en el citado parque regional.

2. METODOLOGÍA

La metodología seguida es de las denominadas cualitativas (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2010) y el tipo de investigación puede ser considerada no experimental descriptiva, con algunos aspectos que pueden ser entendidos como de carácter histórico (Salkind, 2006). Esta consiste en la consulta y análisis de las memorias de gestión correspondientes a los años 2011, 2012 y 2013 y las actuaciones realizadas en 2013 y 2014 en el PR de Carrascoy y El Valle. Se realizan visitas de campo al PR de Carrascoy y El Valle para la contrastar algunos aspectos de la información bibliográfica.

3. RELACIÓN ENTRE GESTIÓN FORESTAL Y GESTIÓN DEL PAISAJE

Mediante la gestión forestal se realiza una gestión indirecta del paisaje. “La gestión forestal crea modificaciones más o menos permanentes de la fisonomía del paisaje” (MAGRAMA, 2015). Para Saura Martínez de Toda (2010) la gestión forestal debe ser concebida y planificada a escala de paisaje, debiendo incidir sobre determinadas claves de la estructura del paisaje. Gómez Mendoza (2002) explicita claramente y con una densa base documental la relación existente, históricamente, entre paisajes forestales y gestión forestal.

El paisaje tiene un carácter evolutivo al igual que los sistemas forestales, para Gordi Serrat (2009) es básico saber hacia dónde nos dirigimos a nivel paisajístico y forestal. Considera necesario saber si con respecto al paisaje nos dirigimos hacia la uniformidad, hacia la continuidad de masas arboladas o se fomenta la discontinuidad. Para dar respuesta a estos planteamientos es adecuado la utilización de los “objetivos de calidad paisajística” (Consejo de Europa, 2008). Resulta de interés la propuesta de esquema de Sánchez-Sánchez (2015) para la definición de los objetivos paisajísticos en el caso del paisaje en el PR de Carrascoy y El Valle (Figura 2). Para nuestro caso de estudio debería aplicarse exclusivamente a los sistemas y paisajes forestales.

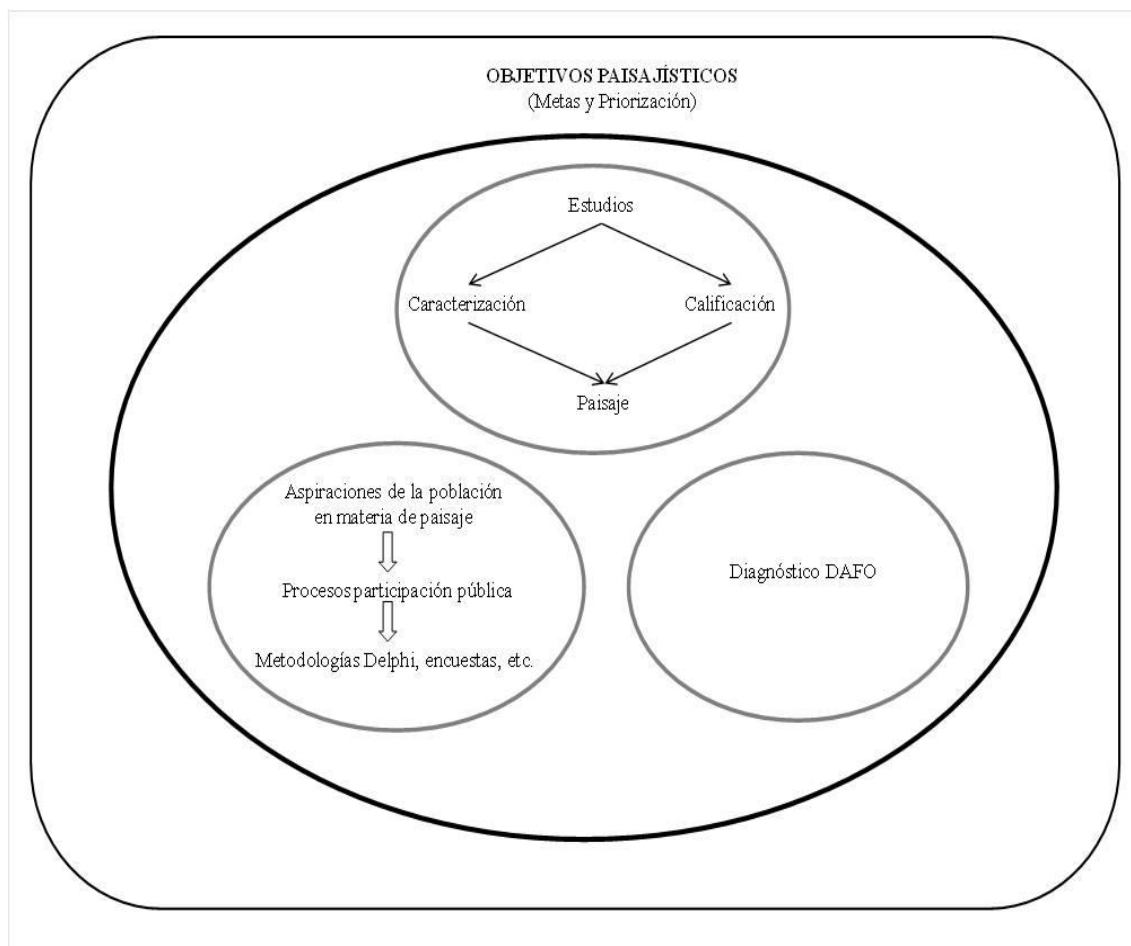


Figura 2. Propuesta de procedimiento para la obtención de objetivos, metas y priorización paisajística en el Parque Regional de Carrascoy y El Valle.

Fuente: Sánchez-Sánchez, M.A. (2014)

4. GESTIÓN DEL PAISAJE EN LOS SISTEMAS FORESTALES DEL PARQUE REGIONAL DE CARRASCOY Y EL VALLE

Los documentos a los que se ha tenido acceso son las memorias de gestión correspondientes a los años 2011, 2012 y 2013, así como a las actuaciones realizadas en 2013 y 2014 (CARM, 2015).

De las 20 actuaciones recogidas en la memoria de gestión de 2011, pueden ser consideradas como del ámbito de la gestión forestal aquellas agrupadas en torno al tipo: conservación del patrimonio natural y cultural, infraestructuras y defensa del medio natural, y equipamientos y uso público. Las del grupo de conservación que más influencia pueden llegar a tener sobre el paisaje son: restauración natural de zonas degradadas por influencia del sendero de las columnas, trabajos de mejora de hábitats, trabajos silvícolas de mejora de hábitats y mejora de masas forestales. Sólo se ha podido contrastar la primera en salidas de campo, pudiéndose observar que la incidencia sobre el paisaje es escasa -por la envergadura de la actuación- y aunque su influencia es positiva.

De las actuaciones de 2011 la denominada Plan de defensa contra incendios forestales de S^a de Carrascoy es la de mayor incidencia sobre el paisaje. Abarca el período de 2009 a 2012. Se utilizará el concepto de área cortafuegos frente al tradicional de cortafuegos, esto conlleva la consideración del impacto sobre el paisaje. Para ello se establece una gradación, en cuanto a la densidad de árboles, la cual disminuye o aumenta en función de la distancia al eje central del área. En otros será en función a la proximidad al área urbana.

La memoria de 2012 no recoge actuaciones de gestión que tengan una destacada incidencia sobre el paisaje. En la memoria de 2013 las actuaciones relativas a infraestructuras, más destacadas, son el arreglo de caminos forestales. Esta actuación puede considerarse de escasa incidencia sobre el paisaje, al no tratarse de la apertura de nuevos caminos, actuación está que puede suponer un mayor impacto paisajístico. La construcción de nuevas infraestructuras en el área del Valle Perdido (demolición de barbacoas y mesas de mampostería, formación de terrazas, etc.), suponen una incidencia que no merma la calidad paisajística del entorno. Los trabajos de mejora del hábitat constituyen otra de las actuaciones de 2013, cuya impacto negativo sobre el paisaje puede considerarse como nulo.

De entre las actuaciones del 2014 destaca la ordenación y mejora paisajística del área recreativa Los Pájaros en el monte El Valle. La colocación de barreras integradas en el paisaje minimiza su impacto y permite el sostenimiento natural del paisaje existente, amenazado por el uso de vehículos a motor. También se minimiza el efecto visual de los contenedores de basura.

Considera Sánchez-Sánchez (2014) que el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) del Parque Regional trata cuestiones relacionadas con el paisaje, quedando justificado al considerar el PORN, al paisaje, como un recurso natural. Tal y como está redactado, el PORN, no parece sugerir sólo la ordenación de los recursos, sino que se aportan directrices para la gestión y protección de los valores del Parque Regional. Además, este mismo autor, cree que quizás estos planes deberían haber tenido otra denominación, como por ejemplo "Plan de Ordenación, Protección y Gestión de los Recursos...(POPGR).

El Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG), de estar aprobado, sería el referente más adecuado para la gestión del paisaje forestal en el Parque Regional de Carrascoy y El Valle.

5. CONCLUSIONES

Sistema forestal, monte, superficie forestal y paisaje forestal son sinónimos. En la gestión del paisaje en los sistemas forestales hay que considerar la interrelación entre protección, gestión y ordenación del paisaje. Entre ellos existe un denominador común: la

acción. Los objetivos de calidad paisajística pueden direccionar la acción de gestión de los sistemas forestales, considerando su repercusión sobre los paisajes forestales. El uso de la “propuesta de procedimiento para la obtención de objetivos, metas y priorización paisajística”, permite complementar y enriquecer esa dirección de la acción de gestionar los paisajes forestales o sistemas forestales. La aprobación del Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Regional de Carrascoy, sería el referente más adecuado para la gestión del paisaje forestal en el referido parque regional.

6. BIBLIOGRAFÍA

- BUSQUET FÁBREGAS, J.; CORTINA RAMOS, A. (2009): “La gestión del paisaje como proceso”. En Jaume Busquet Fábregas; Albert Cortina Ramos (Coords.) *Gestión del paisaje. Manual de protección, gestión y ordenación del paisaje*. Ariel Patrimonio, pp. 3-38.
- COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA (CARM) (2015): “Murcianatural”. <http://www.murcianatural.carm.es/c/document_library/get_file?uuid=cd42ce96-54f5-446d-bf07-f1c34ee5f9df&groupId=14> Consulta [22/12/2015]
- CONSEJO DE EUROPA (2008): “Recomendación CM/Rec (2008) del Comité de Ministros a los Estados miembro sobre las orientaciones para la aplicación del Convenio Europeo del Paisaje”. <http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/desarrollo-territorial/09047122800d2b4d_tcm7-24961.pdf> Consulta [10/11/2015]
- GÓMEZ MENDOZA, J. (2002): “Paisajes forestales e ingeniería de montes”. En Zoido, F. et al. (coord.) (2002). *Paisaje y ordenación del territorio*. Sevilla, Junta de Andalucía y Fundación Duques de Soria, pp.. 237-254
- GORDI SERRAT, J. (2009): “Paisajes forestales”. En Jaume Busquet Fábregas y Albert Cortina Ramos (Coords.) *Gestión del paisaje. Manual de protección, gestión y ordenación del paisaje*. Ariel Patrimonio, pp. 133-148.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R.; FERNÁNDEZ COLLADO, C.; BAPTISTA LUCIO, P. (2010). “Metodología de la investigación”. 5ª edición. McGraw-Hill. Perú.
- MATA OLMO, R. (2011): “La gestión del paisaje”. En Moisés R. Simáncas Cruz y Albert Cortina Ramos (Coords.). *Retos y perspectivas de la gestión del paisaje de Canarias. Reflexiones en relación con el 10º aniversario de la firma del Convenio Europeo del Paisaje*, p. 19-39, Edita Gobierno de Canarias y Universidad Internacional Menéndez Pelayo.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE (MAGRAMA) (2015): “Gestión forestal y cambios de paisaje” http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/servicios/gestion_1_tcm7-22876.pdf Consulta [20/12/2015]
- SALKIND, N.J. (2006): “Métodos de investigación”. Person Prentice Hall. México.
- SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, M.A., BELMONTE SERRATO, F., GARCÍA MARÍN, R. (2014): “Instrumentos para la ordenación, protección y gestión del paisaje forestal en el parque regional de Carrascoy y El Valle (Región de Murcia)”. VII Congreso Internacional de Ordenación del Territorio (CIOT).

- SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, M.A. (2013): "Paisajes y usos de la rambla El Valle (La Alberca)". Trabajo Fin de Máster. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Inédito.
- SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, M.A. (2015): "Análisis de los instrumentos para la gestión del paisaje en el Parque Regional de Carrascoy y El Valle (Región de Murcia)". Tesis del Licenciatura. Universidad de Murcia. Inédito.
- SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, M.A.; BELMONTE SERRATO, F.; GARCÍA MARÍN, R. (2015): "Relaciones sociedad y territorio natural: patrimonialización del Parque Regional de Carrascoy y El Valle (Región de Murcia)". En Juan de la Riva, Paloma Ibarra Raquel Montorio, Marcos Rodrigues (Eds.) *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación*. Universidad de Zaragoza-AGE, pp. 1863-1870
- SAURA MARTÍNEZ DE TODA, S. (2010): "Del rodal al paisaje: un cambio de escala, nuevas perspectivas para la planificación y ordenación forestal". Cuadernos Sociedad Española de Ciencias Forestales, 31, pp. 213-239

Capítulo 15

Los paisajes del agua del valle de ricote en la región de Murcia

Miguel Ángel Sánchez Sánchez, Francisco Belmonte Serrato, Ramón García Marín

Departamento de Geografía. Universidad de Murcia. Email: massgeociencias@gmail.com
franbel@um.es ramongm@um.es

RESUMEN

El Valle de Ricote con un variado repertorio paisajístico de interés, cuenta con los paisajes culturales del agua. Son elementos comunes el río Segura, manantiales e infraestructuras hidráulicas. Se estudian los elementos materiales que dan lugar a esos paisajes. Se realizan búsquedas documentales y visitas al territorio. Los elementos asociados al manejo del agua dan lugar a una amplia red hidráulica que se extiende por todo el valle generando un paisaje de huertas y láminas de agua superficiales. Las huertas tradicionales, unido a las infraestructuras hidráulicas, etc., han dado lugar a la cultura del agua, derivando en los paisajes culturales del agua del Valle de Ricote.

ABSTRAC

Ricote Valley landscape with a varied repertoire of interests has cultural landscapes of water. Are common elements Segura river, springs and hydraulic infrastructures. The material elements that give rise to these landscapes are studied. Documentaries and visits to the territory searches are performed. Elements associated with water management result in a large water network that extends throughout the valley creating a landscape of orchards and surface water sheets. Traditional orchards, together with the hydraulic infrastructure, etc., have led to the culture of water, resulting in water cultural landscapes Ricote Valley.

1. INTRODUCCIÓN

El Valle de Ricote en la Región de Murcia (Figura 1) contiene un variado repertorio de paisajes de considerable interés. El paisaje es entendido por el CEP2000 como cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos (Consejo de Europa, 2008). Esto lleva a pensar en la existencia de tantos paisajes como percepciones puedan darse. El paisaje puede ser considerado desde distintos puntos de vista o

perspectivas. “El paisaje es un concepto complejo susceptible de ser abordado desde numerosas perspectivas” (Jiménez et al., 2015). Entre estos paisajes se encuentran aquellos que pueden ser denominados “paisajes del agua”, donde el agua es la base que los sostiene.

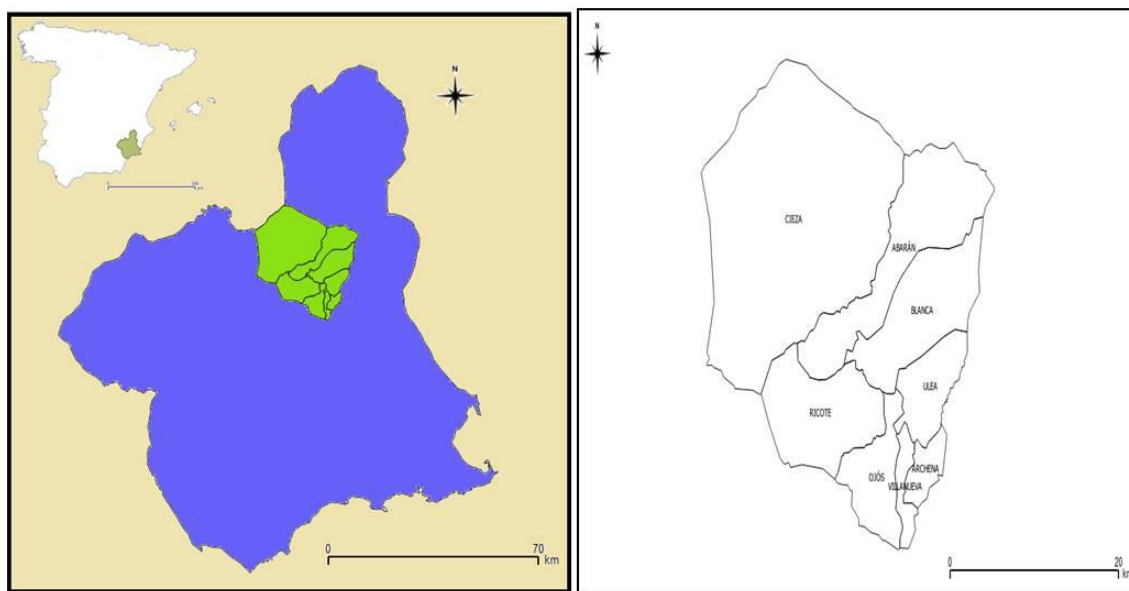


Figura 1. Localización geográfica del Valle de Ricote y municipios en la Región de Murcia

Los paisajes del agua en el Valle de Ricote tienen como elemento común el río Segura y los manantiales, junto a toda una infraestructura de acequias, norias, etc. de considerable valor cultural e histórico. Asociado a estas infraestructuras se encuentran las huertas tradicionales, para Molina et al. (2010) se trata de espacios que constituyen un patrimonio cultural y paisajístico. Se vislumbra todo un entramado que da lugar a una cultura asociada al elemento agua, sustentada y consecuencia de esta y la acción del hombre. Todo ello nos lleva a la a considerar a estos paisajes tal y como los denomina Mata (2010a) “paisajes culturales del agua”.

El legado cultural asociado al agua en el Valle de Ricote, perceptible por la existencia de elementos hidráulicos tanto de origen natural (río Segura, manantiales, etc.), como humanos (azudes, norias, acequias, etc.), todos ellos de considerable valor patrimonial. Junto a los paisajes producto de esa relación entre las culturas asentadas en valle, durante siglos, y su medio natural. Donde el agua es el elemento conector de todas estas manifestaciones paisajísticas, producto de la interrelación del patrimonio material e inmaterial. Justifica el interés en conocer estos “paisajes culturales del agua”.

Se plantea como hipótesis de estudio el comprobar que la presencia del agua y el manejo histórico de la misma en el Valle de Ricote ha dado lugar a una cultura asociada

al agua que se manifiesta mediante la existencia de los denominados paisajes del agua del Valle de Ricote.

Se tiene como objetivo general estudiar la existencia de elementos materiales asociados a la presencia del agua y el manejo de la misma con valor patrimonial en el territorio, que puedan servir para determinar la existencia de los denominados paisajes del agua del Valle de Ricote.

2. METODOLOGÍA

La metodología seguida es de las denominadas cualitativas (Hernández et al., 2010) y el tipo de investigación puede ser considerada no experimental descriptiva, con algunos aspectos que pueden ser considerados de carácter histórico (Salkind, 2006). Para su desarrollo se han realizado búsquedas documentales relacionadas con los elementos territoriales existentes en el Valle de Ricote sobre los que pueden sustentarse los denominados paisajes culturales del agua. Tras la realización de esta primera fase se ha procedido a su localización sobre el terreno, para contrastar la información documental. Al mismo tiempo se ha tratado de buscar las relaciones existentes entre los elementos estudiados.

3. ¿EL PAISAJE O LOS PAISAJES DEL VALLE DE RICOTE?

Uno de los primeros escollos a superar, para seguir avanzando, es dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿el paisaje o los paisajes del Valle de Ricote? Según el CEP2000 en su artículo 1º el paisaje es entendido como cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos, para Jiménez *et al.* (2015) es un concepto complejo susceptible de ser abordado desde numerosas perspectivas en tanto que en él cohabitan lo natural y lo cultural, el presente y el pasado, lo objetivo y lo subjetivo, lo real y lo imaginado.

Al situarnos ante un concepto condicionado por la percepción de la población y que puede ser abordado desde diversas perspectivas, esto lleva a pensar en la existencia de tantos paisajes como percepciones y perspectivas con que se mira al territorio. Por tanto puede ser considerada la existencia de diversos paisajes en el Valle de Ricote. El uso del agua y del territorio permite apreciar diferentes paisajes, García (2003) alude a los usos del agua al considerar que la disponibilidad de esta ha permitido generar dos valles de Ricote. Estos dos valles se diferenciarán por el tipo de cultivos -cítricos, frutales de hueso, parrales, etc.-, sistemas hidráulicos y administración del agua diferentes.

Los paisajes de las huertas del Valle de Ricote son vistos históricamente por sus habitantes como una estructura indisoluble entre aspectos agronómicos, agua e infraestructuras hidráulicas (acequias, norias, azudes, etc.); todo ello sustentado por el

agua. Los paisajes surgidos de las interrelaciones de los anteriores elementos, para Mata (2010a) podrían ser denominados “paisajes del agua”. Para otros autores "estos paisajes son producto resultante y perceptible de la combinación dinámica de elementos físicos (entre los cuales el agua es el más relevante) y elementos antrópicos, convirtiendo el conjunto en un entramado social y cultural en continua evolución" (Ribas, 2007:1). También son considerados como "aquellos territorios cuyo carácter responde a las relaciones, actuales e históricas, entre un factor natural de primer orden como el agua y la acción humana" (Molina et al. 2010:37-38).

Según Mata (2010a), los paisajes de regadío, en climas mediterráneos, constituyen las «expresiones más acabadas de los paisajes culturales del agua», y se configuran como señas de identidad. Son a la vez culturales y patrimoniales porque generan relaciones de afinidad e identidad. La interrelación de esos paisajes agrícolas, del agua, urbanos, forestales, etc. existentes en el valle dan lugar a una síntesis (Sánchez-Sánchez et al., 2015), donde se aúnan valores naturales y culturales (Luengo, 2011).

El Río Segura aporta gran biodiversidad regional, además de suponer un recurso vital para la importancia de la agricultura tradicional de regadío en el Valle de Ricote (Llorente et al., 2005). El río Segura constituye el corredor natural de mayor importancia del Valle de Ricote, contribuyendo a producir un paisaje singular. A ello contribuyen molinos, norias, lavaderos, las fábricas de la luz mejor conservadas de la Región de Murcia, acequias, acueductos, azudes, aljibes, etc. (De Santiago, 2003).

El equilibrio entre las acciones del hombre y los aprovechamientos naturales, da gran valor a los paisajes del valle, derivando en un paisaje cultural característico que suele ser denominado “el paisaje del Valle de Ricote” (Sánchez-Sánchez et al., 2014), donde se sintetizan todas esas diversas percepciones.

Puesto que diversas pueden ser las percepciones sobre el paisaje, diversos pueden ser los paisajes, uno de ellos sería el del agua; siendo estos de gran interés en el contexto del Valle de Ricote.

4. PAISAJES DEL AGUA DEL VALLE DE RICOTE

Los sistemas hidráulicos constituyen un aspecto patrimonial más de los regadíos históricos. Estos sistemas siguen en uso aportando al territorio elementos arquitectónicos, caracterizados por la durabilidad, al ser, hoy día, funcionales. Las técnicas y conocimientos ancestrales ligados a la gestión del agua, han determinado en buena medida la existencia de los paisajes del agua en el Valle de Ricote. Los regadíos tradicionales son la respuesta visual de los ecosistemas antropizados, creados en zonas con déficit hídrico mediante la tecnología y la obra hidráulica (Hermosilla et al., 2010). "El sistema de regadíos tradicionales establecido entre las poblaciones murcianas de Abarán y Blanca, representan un extraordinario ejemplo de la riqueza contrastada de riegos y

patrimonio hidráulico existente en el Sudeste de Español más árido" (Peña et al., 2010:501). Algunas de las huertas tradicionales datan del Medievo como la Buyla (Blanca) (López, 2015). Los sistemas de ruedas fluviales de Abarán-Blanca, da lugar a una alta concentración de estos elementos hidráulicos (Peña et al., 2010). De la importancia de las ruedas o norias en los municipios del Valle de Ricote, dará cuenta también Martínez (2002) con su trabajo "Las Norias del Valle de Ricote". Las ruedas o norias también están presentes en el resto de municipios del Valle de Ricote.

El río Segura como portador de agua en abundancia, en un entorno semiárido como es el Valle de Ricote, se convierte en un eje estructurante y organizador del territorio del valle, tanto en su dimensión cultural como natural (Molina *et al.* 2010). Este río, junto a las ramblas del Valle de Ricote, actúan como "corredores ecológicos" (Martínez et al., 2009) o "conectores ambientales", dando lugar a la azonalidad de especiales condiciones de humedad, luz, temperatura, suelos, etc., aportando sobre todo el río Segura una elevada complejidad, productividad y singularidad de las riberas y las vegas del Valle de Ricote, siendo estos valores especialmente importantes en ámbitos mediterráneos, donde las áreas de ombroclima seco son dominantes (Molina *et al.*, 2010). Según estos mismos autores, las aguas superficiales continentales dan lugar a paisajes particulares, presentando cierta homogeneidad frente a los terrestres (Figura 2). La destacada azonalidad ambiental de estos territorios deriva en una significativa azonalidad paisajística, económica y recreativa, dotando a los paisajes del agua en general y en concreto a los fluviales de una destacada singularidad e identidad.



Figura 2. Embalse de Blanca
Foto: Sánchez-Sánchez, M.A. (2015)

Por otra parte De Santiago (2003) da al agua en el valle el apelativo de cultural al considerar esta como el eje vertebrador de su propuesta de “ecomuseo” para el Valle de Ricote. Las pequeñas vegas del Valle de Ricote albergan un considerable número de infraestructuras hidráulicas (azudes, acequias, norias, etc.) con destacado valor histórico, dando a los paisajes del agua un importante valor patrimonial. Según Molina *et al.* (2010) los paisajes del agua tienen un alto contenido cultural.

4. CONCLUSIONES

Las masas de aguas continentales existentes en el Valle de Ricote (río Segura, diversas fuentes y ramblas) han permitido la existencia de un paisaje peculiar donde el agua es elemento de base, en un lugar de una destacada aridez. Los paisajes generados a partir del agua bien pueden ser denominados “paisajes del agua”. Estos paisajes, son también consecuencia de la intervención humana, que mediante un proceso de realimentación o retroalimentación han generado un bucle, el cual durante siglos ha conformado un sistema. Este ha girado en torno al agua, usos y aprovechamientos, dando lugar a un sistema cultural que bien puede ser denominado como cultura del agua. De ahí que a estos paisajes del agua se les pueda designar como “paisajes culturales del agua”.

La presencia de elementos hidráulicos (azudes, norias o ruedas, acequias, etc.) con carácter arquitectónico, huertas tradicionales, etc.; laminas de agua continental (río Segura, embalse de Blanca, etc.); elementos etnológicos inmateriales relativos al uso del agua; y agronómicos tradicionales en el Valle de Ricote han dado lugar una cultura particular del Valle de Ricote. Esta cultura de carácter ancestral ha permitido fraguar los “paisajes culturales del agua del Valle de Ricote”.

5. BIBLIOGRAFÍA

- CONSEJO DE EUROPA (2008): “Recomendación CM/Rec (2008) del Comité de Ministros a los Estados miembro sobre las orientaciones para la aplicación del Convenio Europeo del Paisaje”. http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/desarrollo-territorial/09047122800d2b4d_tcm7-24961.pdf [Consulta: 10/11/2015]
- DE SANTIAGO RESTOY, C. (2003): “Corriente y Moliente. Un ecomuseo para el Valle de Ricote”. II Congreso Turístico Cultural del Valle de Ricote: "Despierta tus sentidos". Blanca, 91-106
- HERMOSILLA PLA, J. Y PEÑA ORTÍZ, M. (2010): “Los regadíos históricos españoles. Patrimonio y paisaje”. En Jorge Hermosilla Pla (Director). *Los regadíos históricos españoles. Paisajes culturales, paisajes sostenibles*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Gobierno de España 35-48
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, FERNÁNDEZ COLLADO Y BAPTISTA LUCIO (2010): Metodología de la investigación. McGraw-Hill. México.

- HOLGADO MOLINA, P.; SANZ HERRÁIZ, C. Y MATA OLMO, R. (2010): Los paisajes del Tajo. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Gobierno de España.
- JIMÉNEZ OLIVENZA, Y.; PORCEL RODRÍGUEZ, L. Y CABALLERO CALVO, ANDRÉS (2015): “*Medio siglo en la evolución de los paisajes naturales y agrarios de Sierra Nevada (España)*”. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, nº 68, 205-232.
- LLORENTE, N., HERNÁNDEZ, Z., SÁNCHEZ, A.R. (2005): “El proyecto nutria: algunos pasos para conservar y restaurar el valioso ecosistema segureño del Valle de Ricote”. III Congreso Turístico Cultural del Valle de Ricote, 593-604
- LÓPEZ, J.J. (2015): “Huerta de Buyla entre los siglos XVI y XX: un espacio irrigado de posible origen andalusí en el territorio de Blanca (Valle de Ricote)”. III Jornadas de investigación y divulgación sobre Abarán y el Valle de Ricote, en prensa.
- LUENGO AÑÓN, M. (2011): “La valoración del paisaje rural desde la perspectiva cultural”. En Moisés R. Simáncas Cruz & Albert Cortina Ramos (Coords.). *Retos y perspectivas de la gestión del paisaje de Canarias. Reflexiones en relación con el 10º aniversario de la firma del Convenio Europeo del Paisaje* (pp. 443-459). Edita Gobierno de Canarias.
- MARTÍNEZ, J.J. (2002): “Las Norias del Valle de Ricote”. I Congreso Turístico Cultural Valle de Ricote, 60-72
- MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J. Y ESTEVE SELMA, M.A. (Coord.) (2009): “*Sostenibilidad ambiental en la Región de Murcia*”. edit.um. Ediciones de la Universidad de Murcia.
- MOLINA HOLGADO, P.; SANZ HERRÁIZ, C. Y MATA OLMO, R. (2010): “*Los paisajes del Tajo*”. Edita: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- MATA OLMO, R. (2010a): “*Paisajes y patrimonios culturales del agua. La salvaguarda del valor patrimonial de los regadíos tradicionales*”. Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Vol.XIV, núm. 337
- MATA OLMO, R. (2010b): “La dimensión patrimonial del paisaje. Una mirada desde los espacios rurales”. VI Congreso Internacional de Ordenación del Territorio (VI CIOT), 343-365
- PEÑA ORTÍZ, M.; HERMOSILLA PLA, J. Y ORTÍZ GÓMEZ, J. (2010): “Las norias de Abarán-Blanca. Valle de Ricote. Murcia.” En Jorge Hermosilla Pla (Director). *Los regadíos históricos españoles. Paisajes culturales, paisajes sostenibles*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Gobierno de España, 501-520.
- RIBAS PALOM, A. (2007): “Los paisajes del agua como paisajes culturales. Conceptos, métodos y experiencias prácticas para su interpretación y valorización.” Revista da Associação de Professores de Geografia, núm. 32, 39-48.
- SALKIND, N.J. (2006): “Métodos de investigación.” Person Prentice Hall. México.
- SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, M.A.; GARCÍA MARÍN, R. Y BELMONTE SERRATO, F. (2015): “El paisaje del Valle de Ricote en la Región de Murcia como recurso patrimonial e identidad cultural.” En De la Riva, J., Ibarra, P., Montorio, R., Rodrigues, M. (Eds.) 2015. *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación*. 1211-1219 U. de Zaragoza-AGE.
- SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, M.A.; BELMONTE-SERRATO, F. Y GARCÍA-MARÍN, R. (2014): “Los paisajes culturales del Valle de Ricote (Región de Murcia) como espacios patrimoniales y recursos/producto turísticos.” VII CIOT. Madrid.

II

MEDIO AMBIENTE

Capítulo 16

Diagnóstico de la consciencia ambiental en jóvenes de la Región de Murcia

Isabel Baños González^{1**}, Carmen M. Martínez Saura^{2***}, Pedro Baños Páez^{3*},
Pedro García Moreno²

1: Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia; 2: Asociación de Naturalistas del Sureste (ANSE); 3: Departamento de Sociología y Trabajo Social. Universidad de Murcia [*pbanos@um.es](mailto:pbanos@um.es) [**ibbg1@um.es](mailto:ibbg1@um.es) [***c.martinez@asociacionanse.org](mailto:c.martinez@asociacionanse.org)

RESUMEN

Para conocer la consciencia ambiental de los jóvenes, en cuanto a opiniones, conocimientos, actitudes y comportamientos respecto al medio ambiente, se ha desarrollado una consulta a jóvenes de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (en adelante CARM), con edades entre 14 y 30 años, a través de centros de estudios de Enseñanza Secundaria (Obligatoria, Postobligatoria) y Superior.

En este trabajo se muestran algunos resultados de la valoración de la juventud en la Región de Murcia sobre la actuación del gobierno de la CARM en relación con la protección del medio ambiente; así como su percepción sobre la situación del medio ambiente en distintas escalas territoriales.

ABSTRACT

In order to know the environmental awareness of youth in terms of opinions, knowledge, attitudes and behaviors towards environment, a survey has been developed and applied to youth from Murcia Region(hereinafter CARM), aged between 14 and 30 years, through centers of Secondary Education (Compulsory and Post compulsory) and Higher.

In this work, some preliminary results are shown about the youth's estimation of the action of the Government of the CARM regarding the environmental protection. As well as the youth perception about the environmental situation in different territorial scales.

1. INTRODUCCIÓN

La consciencia ambiental, entendida como “*el conjunto de percepciones, opiniones y conocimiento de la población acerca del medio ambiente, así como de sus actitudes, comportamiento y disposición a emprender acciones individuales y colectivas destinadas a la mejora de los problemas ambientales*” (IESA-CSIC, 2013:11) nos permite entender

cómo percibimos que influyen las acciones de la vida cotidiana en nuestro entorno natural y social (Kollmuss y Agyeman, 2002).

2. OBJETIVOS

2.1.- Conocer la consciencia ambiental de la juventud de la Región de Murcia, atendiendo a las cuatro dimensiones que en este concepto multidisciplinar se distinguen:

- Dimensión afectiva (o actitudinal), relacionada con los sentimientos y los valores culturales favorables a la protección de la naturaleza.
- Dimensión cognitiva (o de conocimiento), referida al grado de información y conocimiento de la población en cuestiones relacionadas con la problemática ambiental.
- Dimensión conativa (o disposicional) o disposición a actuar personalmente con criterios de sostenibilidad.
- Dimensión activa (o conductual), tanto a nivel individual como a nivel colectivo.

2.2.- Establecer una tipología de los jóvenes que responden al cuestionario en base a su interés y preocupación por la problemática ambiental. Se les podrá clasificar en cuatro tipos:

Tabla 1. Tipología de jóvenes en cuanto a su interés y preocupación por la problemática ambiental

Nivel de Preocupación	Nivel de Interés		
		Bajo	Alto
	Bajo	INDIFERENTES	DESPREOCUPADOS
	Alto	PREOCUPADOS	INTERESADOS

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.- Población objetivo

Jóvenes de 14 a 30 años. Estudiantes de 4º de ESO, 2º de Bachiller, Ciclos Formativos de Grado Medio y Grado Superior y 1º y 4º cursos de diversos grados de la Universidad de Murcia y de la Universidad Politécnica de Cartagena. La elección, tanto de centros de enseñanza como de Ciclos Formativos, de Grado Medio y de Grado Superior, se ha hecho buscando una adecuada distribución por el territorio de la CARM y el tamaño de población de las ciudades seleccionadas. En cuanto a la elección de los grados en la Universidad de Murcia, se ha atendido a una distribución de los mismos entre las cuatro ramas de conocimiento (Ciencias e Ingenierías; Ciencias de la Salud; Ciencias Sociales; Arte y Humanidades); y en la Universidad Politécnica de Cartagena (en adelante UPCT) se ha atendido a una distribución entre las seis escuelas técnicas y la facultad de Ciencias de la Empresa.

Tabla. 2 Centros de Secundaria a los que se envía el cuestionario

1.	CEIP Severo Ochoa
2.	CIFEA de Torre Pacheco
3.	CIFEA de Molina de Segura
4.	CIFEA de Jumilla
5.	CIFEA de Lorca
6.	CIFP de Hostelería y Turismo de Cartagena
7.	IES Alfonso Escámez
8.	IES Bohío
9.	IES Floridablanca
10.	IES García Aguilera
11.	IES Ginés Pérez Chirinos
12.	IES Hespérides
13.	IES Infanta Elena
14.	IES Isaac Peral
15.	IES Jiménez de la Espada
16.	IES Licenciado Cascales
17.	IES Manuel Tárraga Escribano
18.	IES Miguel de Cervantes
19.	IES Poeta Julián Andugar
20.	IES Politécnico
21.	IES Ramón y Cajal
22.	IES Sierra Minera
23.	IES Vega del Thader

Tabla 3. Ciclos Formativos presentes en los centros de enseñanza a los que se envía el cuestionario

Ciclos Formativos de Grado Medio	Ciclos Formativos de Grado Superior
1. Aceites de oliva y vinos	1. Acuicultura
2. Actividades comerciales	2. Administración y Finanzas
3. Aprovechamiento y Conservación del Medio Natural	3. Administración de Sistemas Informáticos en Red
4. Carrocería	4. Anatomía Patológica y Citodiagnóstico
5. Cocina y Gastronomía	5. Asesoría de Imagen Personal y Corporativa
6. Comercio y Marketing	6. Automoción
7. Conducción de Actividades Físico-Deportivas en el Medio Natural	7. Caracterización y Maquillaje profesional
8. Cuidados auxiliares de Enfermería	8. Comercio Internacional
9. Cuidados auxiliares de Enfermería	9. Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma
10. Cultivos acuícolas	10. Dietética
11. Elaboración de Productos Alimentarios	11. Dirección de Cocina
12. Electromecánica de Automoción	12. Dirección de Servicios de Restauración
13. Electromecánica de Maquinaria	13. Diseño en Fabricación mecánica
14. Emergencias sanitarias	14. Edificación y Obra Civil
15. Equipos electrónicos de consumo	15. Educación y Control Ambiental
16. Estética y Belleza	16. Eficiencia energética y Energía Solar
17. Farmacia y Parafarmacia	
18. Gestión Administrativa	
19. Instalaciones de producción de calor	

20. Instalaciones de Telecomunicación 21. Instalaciones eléctricas y automáticas 22. Instalaciones Frigoríficas y de Climatización (D) 23. Jardinería y Floristería 24. Mantenimiento electromecánico 25. Mecanizado 26. Navegación y Pesca de litoral 27. obras de Interior, rehabilitación y Decoración 28. Operaciones de laboratorio químico 29. Panadería, Repostería y Confitería 30. Peluquería y Cosmética Capilar 31. Planta química 32. Producción agroecológica 33. Producción Agropecuaria 34. Restauración 35. Sistema micro informáticos y redes 36. Soldadura y Calderería 37. Vídeo, DJ y Sonido	Térmica 17. Estética Integral y Bienestar 18. Estilismo y Dirección de Peluquería 19. Ganadería y Asistencia en Sanidad Animal 20. Gestión de ventas y Espacios comerciales 21. Gestión Forestal y del Medio Natural 22. Gestión y Organización de Empresa Agropecuarias 23. Guía, Información y Asistencias Turísticas 24. Higiene Bucodental 25. Iluminación, Captación y Tratamiento de Imagen 26. Mantenimiento electrónico 27. Marketing y Publicidad 28. Mecatrónica Industrial 29. Óptica de Anteojería 30. Paisajismo y Medio rural 31. Prevención de Riesgos laborales 32. Procesos y calidad en la Industria Agroalimentaria 33. Programación de la Producción en fabricación mecánica 34. Proyectos de Obra Civil 35. Química Industrial 36. Realización de Proyectos Audiovisuales y Espectáculos 37. Realización y Planes de Obra 38. Salud Ambiental 39. Sistemas de telecomunicaciones e Informáticos 40. Sistemas electrotécnicos y Automatizados 41. Transporte marítimo y Pesca de Altura 42. Vitivinicultura
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 4. Grados en la Universidad a los que se les envía el cuestionario

Grados en Universidad Politécnica de Cartagena	Grados en Universidad de Murcia
1. Administración y Dirección de Empresas 2. Fundamentos de Arquitectura 3. Ingeniería Agroalimentaria y de Sistemas Biológicos 4. Ingeniería de Recursos Minerales y Energía 5. Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación 6. Ingeniería en Arquitectura Naval y de Sistemas Marinos 7. Ingeniería en Tecnologías	1. Administración y Dirección de Empresas 2. Bellas Artes 2. Biotecnología 4. Ciencia y Tecnología de los Alimentos 5. Ciencias Ambientales 6. Criminología 7. Educación Social 8. Filosofía 9. Geografía y Ordenación del Territorio 10. Ingeniería Química 11. Lengua y Literatura Españolas 12. Óptica

Industriales	13. Periodismo
8. Ingeniería Química Industrial	14. Psicología
	15. Trabajo Social
	16. Turismo
	17. Veterinaria

3.2.- Recogida de datos

Se ha desarrollado un cuestionario para ser autocumplimentado online que consta de 40 preguntas, la mayor parte de ellas cerradas, a elegir entre una serie de opciones o valorar según una escala. Las preguntas son: 26 de carácter general y 14 de características sociodemográficas, económicas y políticas, finalizando con el nivel de estudios y la situación laboral.

El cuestionario puede ser consultado en:

https://docs.google.com/forms/d/1qkh6PSlobFYfsRgBNd_1NwXbmRrz_wnToxXKI-8komk/viewform?c=0&w=1

3.3.- Tratamiento de datos

La recogida de datos y el tratamiento estadístico de los mismos se ha realizado con el programa SPSS. Las respuestas obtenidas mostrarían los niveles de interés y de preocupación por el Medio Ambiente y servirían para conocer las actitudes y los comportamientos que los jóvenes manifiestan tener en cuanto a la conservación medioambiental, así como sus posiciones de compromiso y participación en actividades de defensa ambiental. Esto puede ser desagregado en función de las características sociodemográficas y de autoadscripción de nivel socioeconómico y de opinión política.

4. RESULTADOS

A pesar de tratarse de resultados parciales, se considera de gran interés este acercamiento a la consciencia ambiental de la juventud estudiante en la Región de Murcia. Se ha comprobado al revisar los cuestionarios recibidos que hay respuestas de centros de enseñanza secundaria distintos de los inicialmente previstos, probablemente debido al contagio entre compañeros/as de estudiantes de otros centros de enseñanza; el admitir esos cuestionarios podría introducir el sesgo de que hayan participado personas motivadas por su interés en la conservación del medio ambiente. De algunos de los centros de enseñanza contactados no se ha recibido ningún cuestionario.

Se han recogido un total de 617 cuestionarios autocumplimentados. Una vez depurados, eliminando 37, por razón de edad superior a 30 años o de pertinencia en las respuestas, se han considerado válidos 580, sobre los que se realiza el tratamiento estadístico. Se analizan a continuación algunos resultados.

4.1.- Datos sociodemográficos.

Edad y Sexo. En la figura 1 se recoge la distribución por edad y sexo. Y en la tabla 5 en relación a la autoadscripción de clase social.

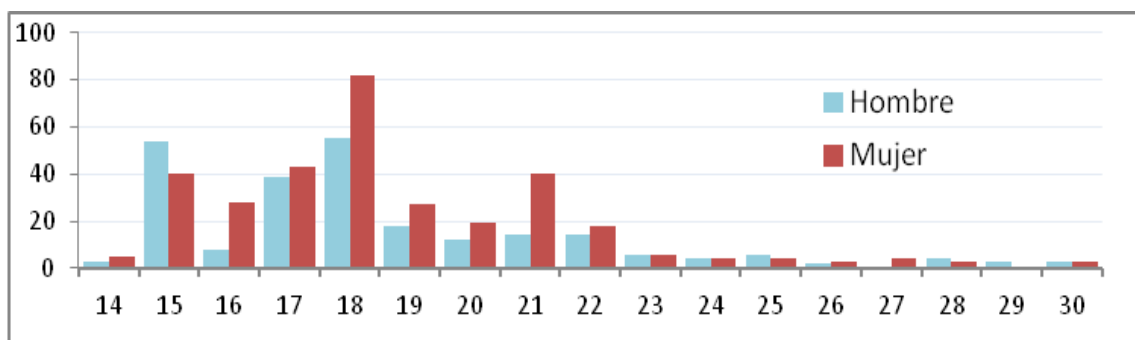


Figura 1. Distribución de cuestionarios recibidos por edad y sexo

Tabla 5. Autoadscripción de clase social, según sexo

Clase social	Hombre	Mujer	Total general
1. Clase alta	3	5	8
2. Clase baja	6	20	26
3. Clase media-alta	82	90	172
4. Clase media-baja	129	187	316
5. Sin opinión	30	28	58
Total general	250	330	580

4.2.- Valoración de la actuación del Gobierno de la Región de Murcia en relación con la protección ambiental.

La valoración de la actuación del Gobierno de la CARM en relación con la protección ambiental (figura 2) es negativa; un 40 % la califica como *Mala* o *Muy Mala*, mientras que sólo un 8,1 % la califica como *Buena* o *Muy Buena*. Un 13,4% no opinan al respecto, lo que resulta coherente con que un 24,2 % se considera *Poco* o *Muy Poco* informado sobre asuntos relacionados con el medio ambiente (pregunta P.2) o, en la pregunta P.23, un 20,4 % considera que conoce *Nada* o *Poco* los problemas ambientales que se le plantean.

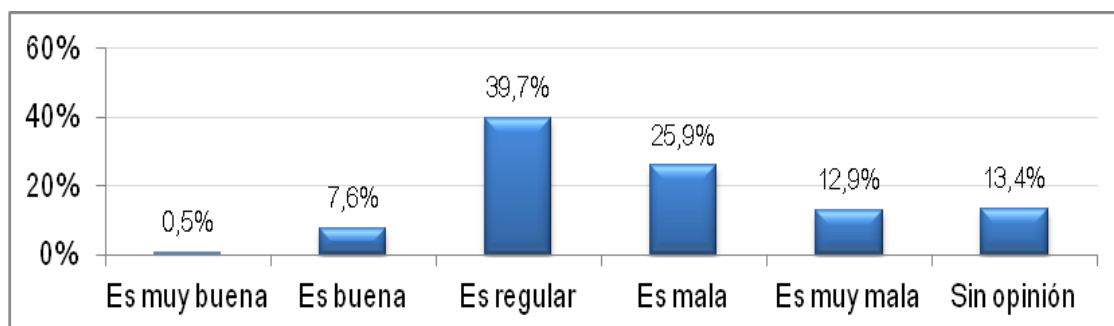


Figura 2. Valoración de la actuación del Gobierno de la CARM sobre la protección ambiental

4.3.- Percepción de la situación del Medio Ambiente a diferentes escalas territoriales.

Podemos observar en la figura 3 el fenómeno denominado "Hipermetropía Ambiental" por el que los problemas medioambientales locales tiende a ser percibidos como menos importantes que en otras escalas territoriales, a menos que presenten un riesgo inmediato (Real Deus y García Mira, 2001).

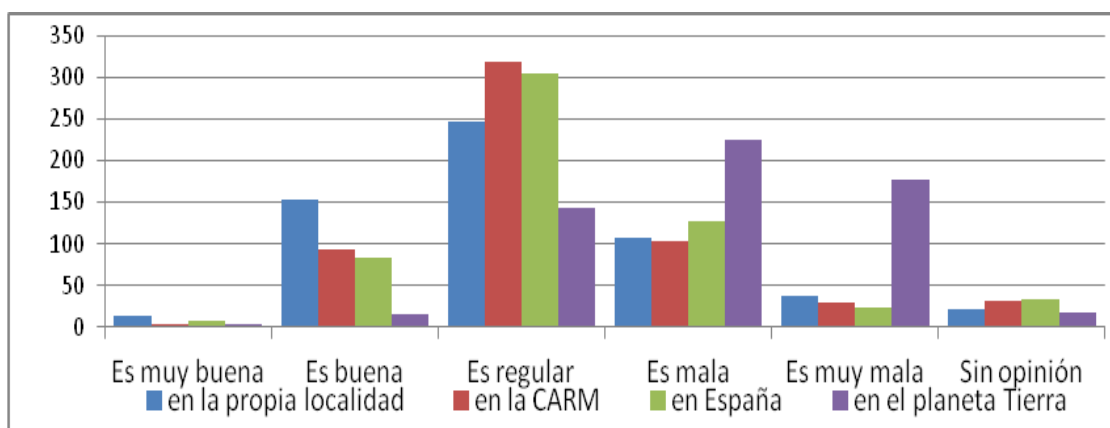


Figura 3. Percepción de la situación del medio ambiente a diferentes escalas

En las figuras 4 a 7 podemos observar que en todas las escalas territoriales es mayor el porcentaje *Sin opinión* de hombres que de mujeres y también que es mayor el optimismo de los hombres en cuanto a la situación del medio ambiente en las diferentes escalas territoriales. Las mujeres califican menos como *Muy buena* o *Buena*

4.4. Disposición a pagar precios más elevados para proteger el medio ambiente.

En la figura 8 podemos observar la distribución de las repuestas en cuanto a la disposición de los encuestados a pagar precios más elevados para poder proteger el medio ambiente. El 37,7 % se distribuyen entre *Muy a favor* y *Bastante a favor*, mientras que el 16,3% se distribuyen entre *Muy en contra* y *Bastante en contra*.

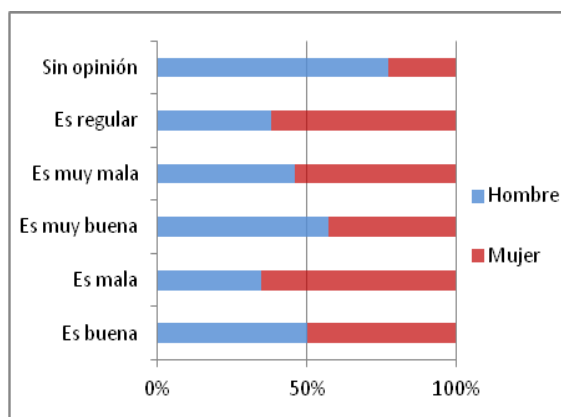


Figura 4. En la propia localidad

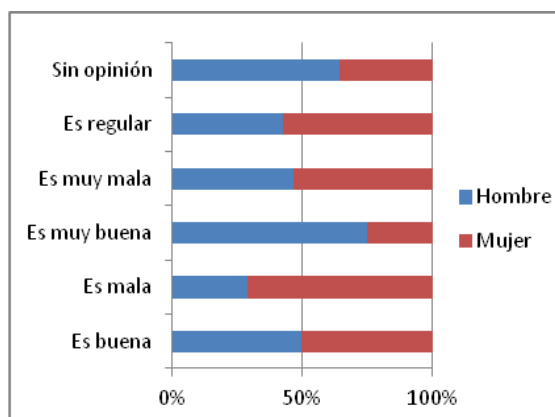


Figura 5. En la CARM

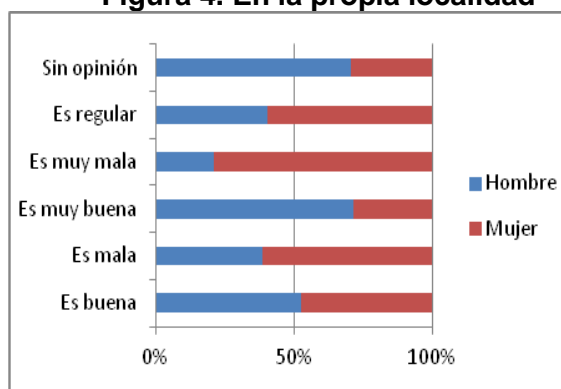


Figura 6. En la España peninsular

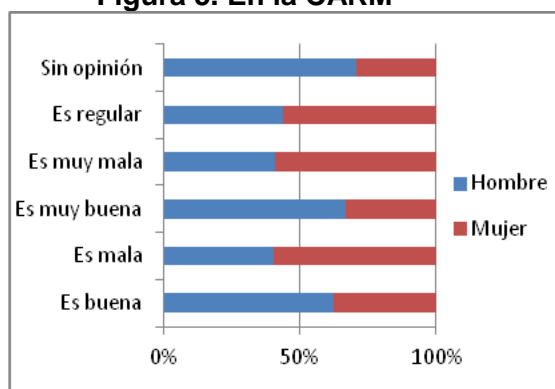


Figura 7. En el planeta Tierra

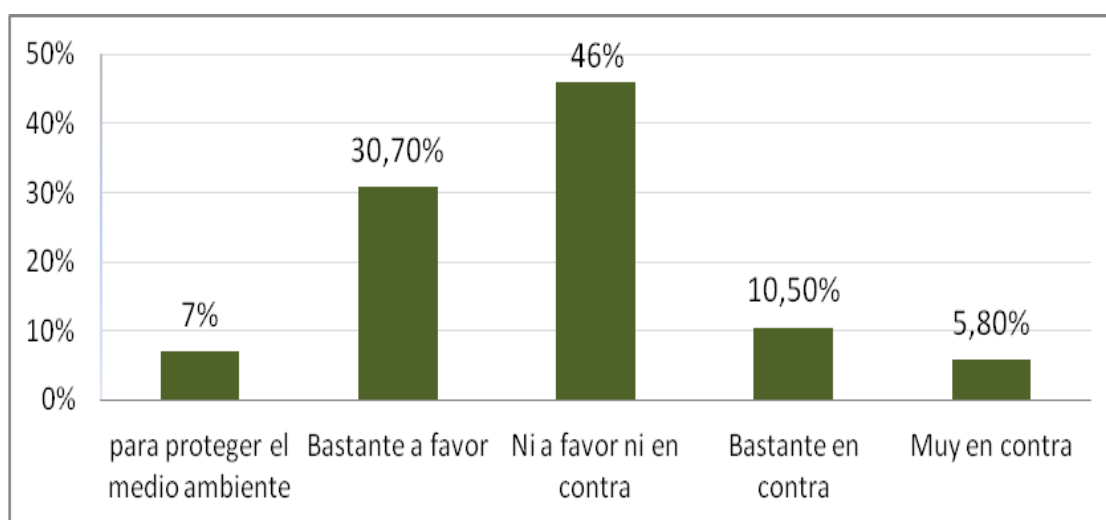


Figura 8. Disposición a pagar precios más elevados para proteger el medio ambiente (en %)

5. CONCLUSIONES

Este estudio, pionero para el conjunto de la Región de Murcia en cuanto a la valoración de actitudes y comportamientos medioambientales, permitirá conocer la consciencia ambiental de los jóvenes. Los resultados preliminares muestran la importancia que entre los jóvenes de la Región de Murcia se otorga a la conservación del medio ambiente. Podrá servir de base a futuras investigaciones que sobre esta misma temática se puedan realizar con más amplios horizontes en cuanto a la población objeto de estudio.

6. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración a todas las personas que han intervenido desde los distintos centros de educación participantes: CES, CIFE, CIFE, IES, UM y UPCT.

Esta investigación se realiza en el marco de un Contrato de Apoyo Tecnológico suscrito entre la asociación ANSE y el Departamento de Sociología y Trabajo Social de la Universidad de Murcia, que se desarrolla dentro del proyecto *Dialogando y emprendiendo conservamos nuestro ecosistema*, llevado a cabo por ANSE, dentro del programa Erasmus+: Juventud en Acción.

7. BIBLIOGRAFÍA

- CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOLOGICAS (CIS) (2012): *Estudio 2954. Barómetro Septiembre 2012* Madrid, CIS
- INSTITUTO DE CIENCIAS SOCIALES APLICADAS (ICSA) (2006) "Ecobarómetro". *ECOS Boletín de Satisfacción Ambiental* nº 12, Murcia, AG Novograf. (6-8)
- INSTITUTO DE ESTUDIOS SOCIALES AVANZADOS (IESA-CSIC) (2013): *Ecobarómetro de Andalucía 2013*. Sevilla. Junta de Andalucía.
- KOLLMUSS, A. y AGYEMAN, J. (2002). "Mind the gap: why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior?". *Environmental education research*, 8 (3), 239-260.
- REAL DEUS, J.E. y GARCÍA MIRA, R: (2001): "Dimensiones de preocupación ambiental: una aproximación a la hipermetropía ambiental". *Estudios de Psicología* Vol. 22 - 1 (87-96)

Capítulo 17

El efecto de Puerto Mayor en la dinámica litoral de La Manga Sur (Región de Murcia)

Francisco Belmonte Serrato, Antonio Daniel Ibarra Marinas y Gustavo A.
Ballesteros Pelegrín

Departamento de Geografía. Campus de La Merced. Universidad de Murcia, 30.001
E-mail: franbel@um.es adaniel.ibarra@um.es gabbp1@um.es

RESUMEN

La Manga del Mar Menor (Región de Murcia) es un espacio natural radicalmente transformado. El Plan de Ordenación y Urbanización de los terrenos de La Manga en los años 60 del siglo XX Supuso la urbanización de prácticamente toda la superficie de la restinga en las siguientes décadas, la pérdida de su biodiversidad y el retranqueo de sus playas. El macroproyecto de Puerto Mayor pretendía la construcción de uno de los mayores puertos deportivos de las costas del Mediterráneo español, con una superficie de abrigo de 675.000 m² en el Mediterráneo y 275.000 m² en el Mar Menor. La paralización de la obra no ha evitado la modificación de la dinámica litoral, poniendo en peligro de erosión las playas situadas a sotamar. En este trabajo se han zonificado las profundidades activas del litoral y se ha estudiado la evolución histórica de estas playas. Los resultados muestran un retroceso de costa de hasta 30 m en algunos sectores y pérdidas de superficie de playa en torno a los 40.000 m² en las playas afectadas.

ABSTRACT

La Manga del Mar Menor (Murcia, southwest of Spain) is a natural sandbar radically transformed. In 1960s, the management plan of La Manga involved the development of virtually the entire surface of the sandbar. In the following decades, La Manga lost part of its biodiversity and its beaches were eroded. The macro project of Puerto Mayor was designed to build one of the largest marinas of the Spanish Mediterranean coast. This port would cover an area of 675,000 m² in the Mediterranean Sea and 275,000 m² in the Mar Menor sea. Although construction stopped, but this fact has not prevented the modification of coastal dynamics, the project erosion threatens beaches located down the littoral drift. In this work we have zoned active coastal depths. We have studied the historical evolution of these beaches. The results show an erosion of

the coast up to 30 m in some sectors and a loss of beach area of around 40,000 m² in the affected beaches.

1. INTRODUCCIÓN

El atractivo de la costa ha derivado en una rápida expansión de las actividades económicas, asentamientos urbanos y usos turísticos. Estas actividades suponen modificación en el litoral que se traducen en cambios en la morfología costera, al tratar de adaptarse esta a un equilibrio con las nuevas condiciones. Al ser las playas acumulaciones de sedimentos, el equilibrio es especialmente delicado.

Los proyectos de urbanización llevados a cabo en La Manga a partir de la segunda mitad del S.XX han supuesto la práctica urbanización de la superficie de la restinga, lo que ha supuesto la destrucción de gran parte de su biodiversidad. Las playas de La Manga reciben una presión ambiental importante debido al turismo temporal, en los meses de verano la población puede superar los 200.000 habitantes. El proyecto de Tomás Maestre pretendía la construcción de una superficie de abrigo portuaria de 675.000 m² en el Mediterráneo y 275.000 m² en el Mar Menor, ésta obra supone la modificación de la dinámica litoral, el efecto sombra del puerto supone la erosión de las playas situadas a sotamar. En este trabajo se ha zonificado las profundidades activas del litoral y se ha estudiado la evolución histórica de las playas afectadas por el puerto.

2. ÁREA DE ESTUDIO

La Manga del Mar Menor se presenta como un sobrepuesto somero arenoso formado por el transporte litoral, sobre un sustrato litológico (Lillo Carpio, 1978) que se encuentra situada al norte del Cabo de Palos, y se extiende dirección norte-sur hasta el Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar, La Manga y el Mar Menor constituyen un sistema isla barrera-lagoon caracterizado por la presencia de playas arenosas (Ibarra Marinas *et al.*, 2015).

Las obras del Puerto Mayor, iniciadas en 1973, se encuentran situadas en el canal del Estacio, a 12 Km al norte del Cabo de Palos (Figura 1). En su conjunto, supone alrededor de un millón de m² ganados al mar, tanto al Mediterráneo, como al Mar Menor.



Figura 1. Localización del Puerto Mayor en el ámbito del Mar Menor.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Materiales y fuentes de información

Fotografías aéreas

La comparación entre fotografías aéreas de diferentes fechas es un método muy práctico para el cálculo de avance o retroceso de la línea de costa y constituye la técnica más eficaz en los estudios de dinámica litoral (Belmonte *et al.*, 2013), además es la opción más económica, debido a que no se necesita realizar un prolongado trabajo de campo, ni equipos costosos y permite evaluar fácilmente las consecuencias de las actuaciones humanas sobre el litoral.

Cartografía / mapas

Los mapas a escala 1:25.000, del Mapa Topográfico Nacional han sido utilizados como método de ayuda a la fotointerpretación.

Programas informáticos

Para la visualización, digitalización y tratamiento de datos espaciales se ha utilizado el software QGIS 2.8 '*Wien*' que se distribuye bajo licencia GNU GPL. Para la obtención de datos de oleaje y la generación de modelos costeros se ha utilizado el programa SMC (Sistema de Modelado Costero), desarrollado por el IH Cantabria, este software posee una interfaz gráfica que proporciona una herramienta numérica en el campo de la ingeniería de costas.

Tamizador

Para el cálculo del diámetro de sedimentos se ha utilizado el tamizador Filtra del Laboratorio de Geografía Física de la Universidad de Murcia.

3.2 Metodología

3.2.1 Cartografía de infraestructuras, línea de costa y playas

Tras la digitalización del Puerto Mayor se ha procedido a la localización de las playas que han podido verse afectadas por su ubicación respecto a las obras marítimas, posteriormente se han digitalizado sobre fotografías aéreas de diferentes años, lo permite la representación de la línea de costa y las áreas de las playas en fechas anteriores y posteriores a la obra para el análisis de su evolución.

3.2.2 Digitalización de transectos

Se han digitalizado transectos perpendiculares a la costa a una distancia de 50 m entre sí. Para la realización de los transectos se ha recurrido al plugin *StationLines* de QGIS.

3.2.3 Cálculo de datos de oleaje y sedimentos

Para el cálculo de oleaje y sedimentos se ha empleado el módulo Odín del SMC (Sistema de Modelado Costero).

3.2.4 Calculo de sedimentos

Los modelos de cálculo de sedimentos a lo largo de la costa requieren unos parámetros de entrada, como el tamaño de la arena, datos del oleaje y pendiente de la

playa. Estos modelos permiten estimar el transporte en cualquier punto a lo largo de la playa (Ibarra Marinas, 2015). El SMC permite el cálculo longitudinal por medio de los modelos CERC (1984) y Kamphuis (2000).

El primer modelo fue desarrollado por el CERC (*Coastal Engineering Research Center*) del USACE (*United States Army Corps of Engineers*) en 1984 y depende de coeficientes empíricos. Está basado en que el oleaje genera transporte de sedimentos longitudinal. Esto indica una correlación entre la tasa de transporte longitudinal y el flujo de energía en el borde exterior de la zona de rompientes.

La fórmula del modelo CERC es:

$$S_c = A \cdot H_{s0}^2 \cdot c_0 \cdot K_r^2 \cdot \sin \theta_b \cdot \cos \theta_b$$

Donde: S_c es el transporte de arena en m^3/s ; A es un coeficiente dependiente del tipo de playa; c_0 , la celeridad de la ola en aguas profundas en m/s; θ_b , el ángulo entre los contornos de la profundidad y la cresta de la ola en la zona de rompientes; H_{s0} , la altura de ola significativa en aguas profundas en m, y K_r es el coeficiente de refracción.

El modelo de Kamphuis es una variante de la fórmula del CERC obtenida en un estudio canadiense de sedimentos costeros, en ella incluye los efectos del periodo de la ola, conocido como esbeltez de la ola la pendiente de la playa y el diámetro del grano.

En el modelo de Kamphuis, la tasa de transporte longitudinal de sedimento se puede expresar como:

$$Q_s = \int (H, T, h, \rho, \mu, g, x, y, z, t, \rho_s, D)$$

Donde: Q_s es la tasa de transporte de sedimento, expresada en Kg/s ; H la altura de ola; T el período de la ola; h la profundidad; ρ la densidad del agua; μ la viscosidad dinámica del agua; g Aceleración debida a la gravedad; x, y, z son direcciones; t es tiempo; ρ_s la densidad del sedimento y D el diámetro del sedimento, que ha sido calculado mediante el tamizador a partir de una serie de muestras obtenidas en las playas situadas en La Manga del Mar Menor.

3.2.5 Cálculo de las profundidades activas

La profundidad de cierre o *shoal* (d_s) es aquella en la cual existe un transporte transversal de sedimentos significativo debido al efecto del oleaje (Hallermeier, 1983). La “profundidad litoral” (d_l) es aquella próxima a la de rotura del oleaje, hasta la que se produce transporte longitudinal de sedimentos. Por último offshore, (d_{off}), es la profundidad próxima al punto neutro o punto de *Cornaglia* (Bricio Garberí, 2009) hasta la que se considera que puede existir movimiento de arena o actividad por efecto

ondulatorio, pero en magnitud despreciable. Para calcular dichas profundidades se utiliza el concepto de H_{12} , esta es la altura de ola significativa que solamente es superada o excedida doce horas al año en régimen medio.

Existen varios métodos para el cálculo de la profundidad litoral. Hallermeier (1983) la definió como:

$$d_l = 1,75 \cdot H_{12} - 57,90 \cdot \frac{H_{12}^2}{g \cdot T_z^2}$$

Mediante el uso de datos de campo, Birkemeier (1985) corrigió la fórmula de Hallermeier, obteniendo:

$$d_l = 1,75 \cdot H_{12} - 57,90 \cdot \frac{H_{12}^2}{g \cdot T_z^2}$$

Donde: d_l es la profundidad litoral en m; H_{12} la altura de ola significativa en m; g , la aceleración de la gravedad en m/s^2 y T_z el periodo medio.

Una vez calculada la profundidad litoral es posible calcular la profundidad de cierre:

$$d_s = 3,50 \cdot d_l$$

3.2.6 Cartografía de la zonificación de los perfiles de playa

El cálculo de las profundidades activas nos va a permitir cartografiar la zona de paso de los sedimentos en el área del Puerto Mayor, conociendo la batimetría. Los datos de la batimetría están contenidos en archivos *shapefile*, que permite tratar los datos en el SIG. La resolución de los datos de profundidad de las isobatas es de 1m.

4. RESULTADOS

Las construcciones han invadido parte de la playa original. Al sur del puerto se hace patente el efecto sombra del puerto sobre los primeros 600 m de la playa del Pudrimel, donde en el periodo 1956-1981 existía acreción. En algunas zonas de la playa la pérdida de anchura está en torno a los 40 m con máximos de 50 m.

La obra ha tenido una especial repercusión en las playas situadas al sur, Playa El Estacio, Playa de Levante, Playa El Pedrucho, Playa Banco del Tabal y Playa de Calnegre. Las playas localizadas al sur (Playa El Pudrimel y Ensenada del Esparto) se encuentran encajadas entre dos accidentes geográficos, la Punta del Pudrimel y la Punta del Cocedor, este último accidente y el escaso oleaje procedente del sur evitan interferencias. La cercanía de la Isla Grosa con el puerto pone en peligro el espacio

protegido. En la fachada mediterránea del Puerto Mayor el transporte anual neto (Figura 2) es de 1.228.456,19 m³ según el modelo del CERC, que contrasta con el resultado obtenido según Kamphuis, 148.686,55 m³, que, pese a ser mucho menor, pone también de manifiesto la cantidad de sedimentos que ven cortado su paso por el efecto de la obra.

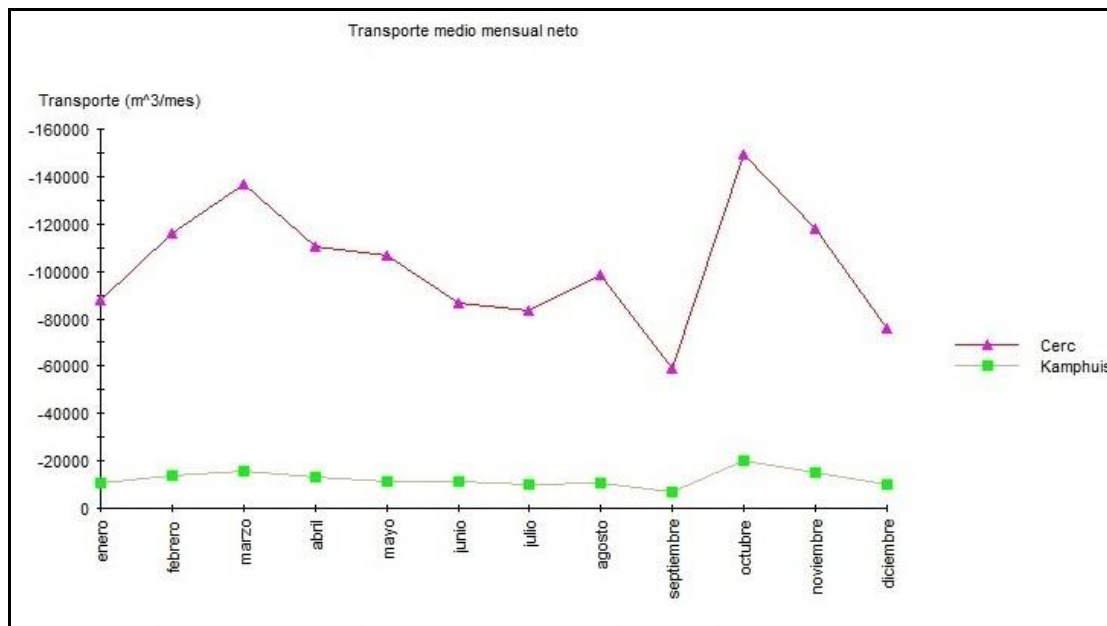


Figura 2. Transporte mensual neto de sedimentos de la Playa del Pedrucho (San Javier)

Analizando el área de las playas de El Estacio, Levante y El Pedrucho tienen una tasa de erosión de 898 m²/año entre 1981 y 2013, lo que se traduce en una pérdida de 28.752 m² de playa en ese periodo. En el gráfico de transectos (Figura 3) se aprecia como el puerto impide el paso de los sedimentos procedentes del Norte, cortando la deriva litoral.

La zonificación de las profundidades activas (Figura 4) Muestra la enorme superficie de shoal de la zona, que se extiende hasta 3 Km mar adentro. La profundidad litoral se encuentra en torno a 250 m de la costa, lo que no evita el efecto del gigantesco Puerto de Tomas Maestre (Figura 5) sobre la dinámica litoral de la zona.

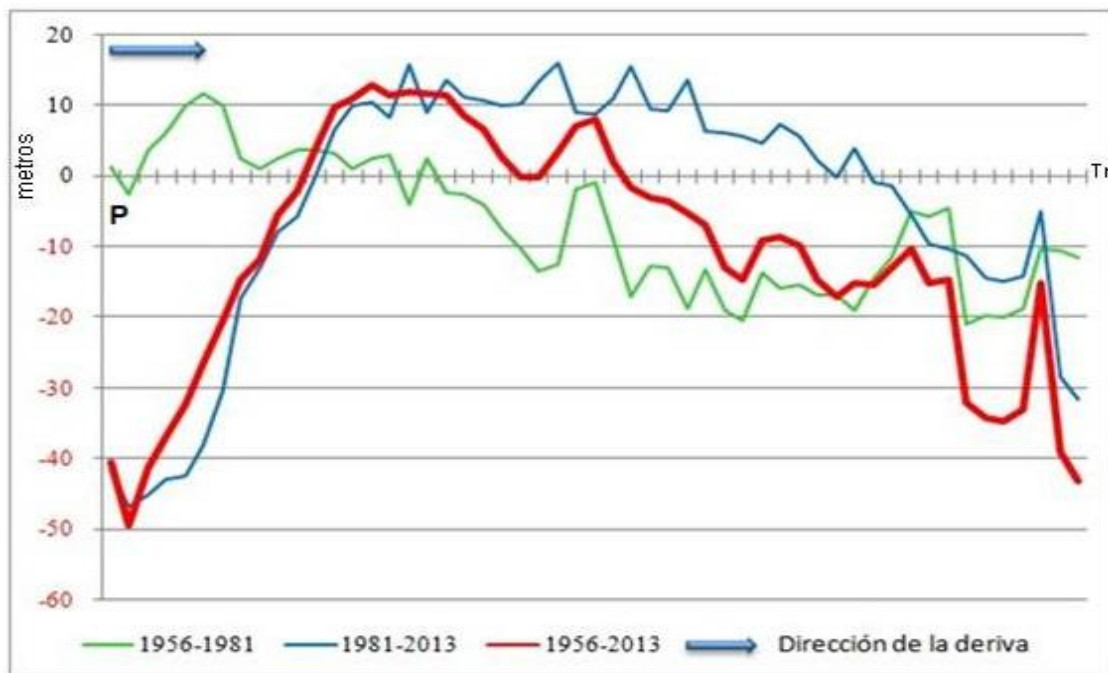


Figura 3. Evolución de la anchura de la Playa El Estacio, Playa de Levante, Playa El Pedrucho, Playa Banco del Tabal y Playa de Calnegre, mediante transectos distantes 50 m entre sí.



Figura 4. Profundidad litoral (azul) y shoal (rojo) del área del Puerto Mayor. Las flechas indican la dirección de la deriva litoral.

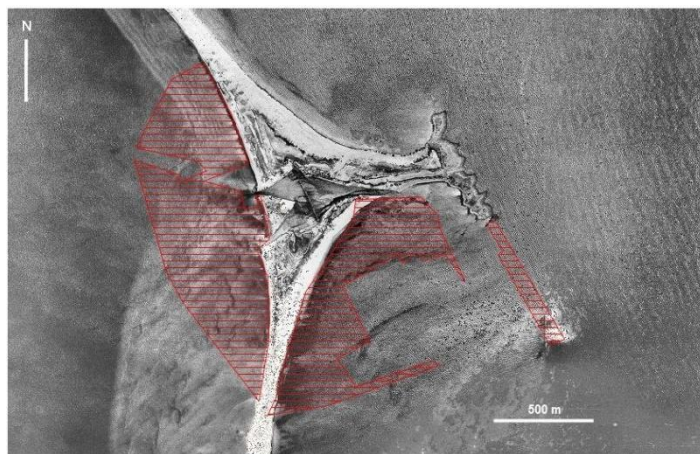


Figura 5. Superficie del Puerto de Tomás Maestre sobre imagen aérea de 1956.

5. CONCLUSIONES

La construcción del Puerto de Tomás Maestre en La Manga del Mar Menor ha supuesto la erosión de varios Km de playas debido al efecto sombra que ejerce sobre ellas, cortando los sedimentos transportados por la dinámica litoral.

Este trabajo pone de manifiesto resaltar la importancia de estudios locales a la hora de planear obras marítimas. Por otro lado la construcción de obras litorales tiene consecuencias negativas en las praderas de *Posidonia* oceánica, ya que supone un cambio en sus condiciones ambientales. Esta fanerógama además de proteger la costa frente a los temporales, es una de las principales fuentes de sedimentos de las playas mediterráneas. Además de erosionar varios kilómetros de playa, destacan los efectos medioambientales de la construcción de Puerto Mayor, debido a la cercanía con el espacio natural de la Isla Grosa.

6. REFERENCIAS

- BELMONTE SERRATO, F., ROMERO DÍAZ, M. A., y RUIZ SINOCA, J.-D. (2013): Retroceso de la línea de costa en playas del sur de la Región de Murcia. *Scripta Nova: Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, 17: 425-462.
- BIRKEMEIER, W.A. (1985): Field data on seaward limit of profile change. *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, 111(3): 598-602
- BRICIO GARBERÍ, L. (2009): *Comportamiento funcional y ambiental de los diques exentos de baja cota de coronación y su importancia en la ingeniería de costas*. Tesis doctoral, Inédita. E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM).
- CERC (1984): *Shore Protection Manual (SPM)*. USACE, U.S. Army Coastal Engineering Research Center.
- IBARRA MARINAS, D., BELMONTE SERRATO, F., GOMARIZ CASTILLO, F., PÉREZ CUTILLAS, P. (2015): Evolución de la línea de costa en la Región de Murcia (1956-2013). *Geotemas*, 15: 33-37.

- IBARRA MARINAS, D. (2015): *Puertos y obras de defensa del litoral en la Región de Murcia: efectos en la dinámica litoral y las playas*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Murcia (Murcia)
- KAMPHUIS, J.W. (1991): Alongshore Sediment Transport Rate. *J. Waterway, Port, Coastal and Ocean Eng. ASCE*, 117: 624-640.
- LILLO CARPIO, M.J. (1978): Geomorfología litoral del Mar Menor. *Papeles del Departamento de Geografía*, 8: 9-48.

Capítulo 18

Restauración agroecológica de sistemas agrarios. El Caso de la Finca El Mauro (Caravaca de la Cruz)

José Manuel Egea Fernández¹, Fernando De Retes² y José Manuel Egea Sánchez¹

1: Universidad de Murcia, jmege@um.es jegea5@yahoo.es

2: De Retes arquitectos org, fdretes@gmail.com

RESUMEN

Se define el concepto de restauración agroecológica y se comenta el proceso de aplicación en finca. Finalmente se aplica este proceso al caso de la finca El Mauro (Caravaca de la Cruz, Murcia).

ABSTRAC

The concept of agroecological restoration is defined, and the on farm application process is discussed. Finally, this process applies to the case of farm El Mauro (Caravaca de la Cruz, Murcia).

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Restauración agroecológica de sistemas agrarios

Por *restauración agroecológica* de agrosistemas entendemos el proceso de recuperación de sistemas agrarios abandonados o degradados hasta situarlos en un estado ideal sustentable desde la perspectiva agroecológica (Egea Fernández y Egea Sánchez 2012). El estado ideal sustentable de un agrosistema, de acuerdo con González de Molina y Pouliquen (2010), es cuando alcanza la máxima capacidad de recuperación tras los cambios de todo tipo (económico, ecológico, social) que sufre, lo que equivale a decir que el agrosistema puede reproducirse y perdurar a muy largo plazo. Este estado, que podríamos denominar como la *clímax agroecológica*, se alcanza en agrosistemas que incorporan las cualidades de resiliencia, estabilidad, productividad y balance de un ecosistema natural y que, al mismo tiempo, aseguran los servicios ecológicos, los objetivos económicos y los beneficios socioculturales, entre ellos, la satisfacción de las necesidades del agricultor a largo plazo; así como la seguridad y soberanía alimentaria.

Los programas de restauración, para alcanzar la clímax agroecológica, deben integrar los conocimientos campesinos sobre uso y gestión de los sistemas naturales y agrarios, con el conocimiento y las técnicas científicas derivadas de la Agroecología y de la Ecología del Paisaje, sobre todo las relacionadas con la estructura, funcionamiento y dinámica de los paisajes agrarios y su interrelación con los sistemas naturales.

Los agrosistemas así restaurados deben mantener de forma sostenible los servicios que presta a la sociedad (Gómez Sal 2012), tanto los de abastecimiento (alimentos, recursos genéticos, medicinas naturales,...), como los de regulación (mitigación del cambio climático, control de la erosión, polinización, control biológico, fertilidad del suelo), y los culturales (conocimientos campesinos, identidad cultural, gastronomía, paisajes, actividades recreativas y turísticas,...).

En Egea Fernández y Egea Sánchez (2012) se sintetizan los principales principios y fundamentos de la restauración agroecológica.

1. 2. Planificación del proceso de restauración agroecológica

Para establecer un proceso de restauración agroecológica es preciso fijar uno o varios objetivos preferentes (producción agrícola y/o ganadera y/o forestal). Los pasos a seguir, una vez fijados los objetivos, son los siguientes:

- *Antecedentes de la zona y del agrosistema:* Captación de información sobre el entorno natural y humano del territorio, agrosistemas de referencia, recursos genéticos locales, incidencia económica,...
- *Análisis de la situación inicial de la finca:* Identificar los diferentes componentes de la finca y su estado inicial; así como su estructura y organización. Datos relevantes a tener en cuenta son los recursos naturales y humanos disponibles, la biodiversidad cultivada y asociada, infraestructuras,... En un plano detallado hay que delimitar las diferentes unidades detectadas (secano, regadío, espacio construido,...) y estimar su superficie.
- *Diseño y plantación:* Se realizará de acuerdo con los objetivos inicialmente planteados, los recursos iniciales de la finca y las especies disponibles. En la medida de lo posible hay que ir hacia modelos cerrados y autosuficientes, que funcionen con pocos insumos externos. El plano levantado en la fase inicial del proceso de restauración, puede ser de gran ayuda para la organización de los diferentes componentes de la finca en el espacio y en el tiempo.
- *Elección de especies y variedades:* Es una de las decisiones, más trascendentes y delicadas en el proceso de restauración. La selección debe tener en cuenta, además de las condiciones agroclimáticas del territorio, la utilización de variedades y razas locales, la mayor diversidad especies y variedades en el tiempo y en el espacio,... En

la selección hay que tener presente que el objetivo no es conseguir la máxima productividad, sino la viabilidad económica del proyecto.

- *Selección de especies asociadas, no productivas.* Un proyecto de restauración debe contemplar la presencia de setos, corredores ecológicos, especies auxiliares,..., por ser elementos claves en el funcionamiento global del agrosistema y por dotar al sistema de un alto valor natural. En la selección de especies hay que tener en cuenta su valor ecológico, económico y paisajístico. Especial atención se debe prestar a leguminosas, aromáticas, melíferas y forrajeras.
- *Disponibilidad de especies y variedades:* Uno de los problemas principales que nos enfrentamos en la restauración agroecológica es la escasa o nula disponibilidad de variedades y razas locales en el circuito comercial. La alternativa es dirigirse a los agricultores de la zona, a las redes de semillas más próximas o a los bancos de semillas, para solicitar material. Las razas autóctonas de difícil adquisición se pueden obtener a partir de asociaciones de ganaderos y colectivos que trabajan por su conservación, así como a partir de centros de investigación. Para las plantas asociadas a los cultivos se puede recurrir a viveros especializados.
- *Técnicas culturales:* El manejo de los cultivos se debe realizar de acuerdo con las bases técnicas de la producción ecológica, ampliamente documentadas en la bibliografía. Especial atención hay que prestar a las prácticas que favorecen el desarrollo de especies claves para el óptimo funcionamiento del agrosistema.
- *Plan de comercialización y financiero:* La restauración agroecológica será un fracaso, si el modelo diseñado no es económicamente viable. Para ello se debe establecer un plan para comercializar los productos y otro de inversiones. Se recomienda establecer sinergias con otros productores, para disponer de una oferta amplia y diversa de productos ecológicos, frescos y transformados, derivados de los recursos locales de la zona.
- *Evaluación del proceso de restauración agroecológica:* La evaluación implica varios niveles de análisis y toma de datos a través de indicadores clave, que nos informen sobre la evolución de los componentes clave introducidos para llegar a la clímax agroecológica del agrosistema restaurado y el grado de consecución de los objetivos planteados. En la bibliografía (Astier *et al.* 2008) se describen algunos métodos para evaluar agrosistemas desde una perspectiva agroecológica.

2. PROPUESTA DE RESTAURACIÓN AGROECOLÓGICA EN LA FINCA EL MAURO

2.1. Antecedentes y justificación

La propuesta de restauración agroecológica de la finca El Mauro surge de varias reuniones mantenidas por dos de los autores de este artículo (FdR y JMEF), con diversos

miembros de la Asociación de familias de personas con discapacidad intelectual del Noroeste (APCOM), propietarios de la finca. La reunión fue promovida por Cayetano García, gerente de Integral, Asociación para el Desarrollo Rural. Como objetivo general de la restauración, tras estas reuniones, se fijó el dotar a la finca de un espacio para el desarrollo de actividades productivas y de inserción laboral de personas con discapacidad intelectual y otros colectivos en riesgo de exclusión social. Como elementos productivos prioritarios se determinó el diseño de un sistema agropecuario sostenible y el establecimiento de talleres para la elaboración artesanal de aceite, queso, conservas, esencias y jabones.

2.2. Situación y estado inicial de la finca

La finca El Mauro, de poco más de 10 has, está situada al suroeste del casco de Caravaca de la Cruz, junto al Camino Viejo de Archivel, en el paraje de la Cañada del Olmo, entre 630 y 700 m, en una matriz de cultivos de regadío y monte bajo. La finca está estructurada en tres unidades paisajísticas (Fig. 1). La primera, de casi 4 has, está constituida por tres amplios bancales de albaricoqueros, con algunos olivos centenarios y muy pocos frutales dispersos. La segunda unidad, de unas 0,5 has, está formada por una serie de bancales aterrazados, estrechos, ocupados por olivos centenarios y algunos albaricoqueros; en esta unidad se localizan los elementos construidos de la finca. Todos los cultivos de estas dos unidades disponen de agua de riego procedentes de dos acequias que atraviesan la finca. El riego se realiza a manta. No hay ningún embalse para el riego. La tercera unidad, de unas 5 has, está formada por un encinar muy degradado, con pinos dispersos, y algunas encinas aisladas de porte arbóreo junto a los espacios construidos. Inserto en esta matriz se encuentra pequeñas terrazas con almendros de secano, que ocupan una superficie de 0,5 has.

Tras varias visitas a la finca se recomendó arrancar todos los albaricoqueros por estar secos o con problemas serios de “cabezudo”. Para las oliveras centenarias y almendros se recomendó una poda severa para su rejuvenación, o su arranque si estaban ya secos. También se propuso la construcción de un embalse para el riego por goteo, un establo y un invernadero.

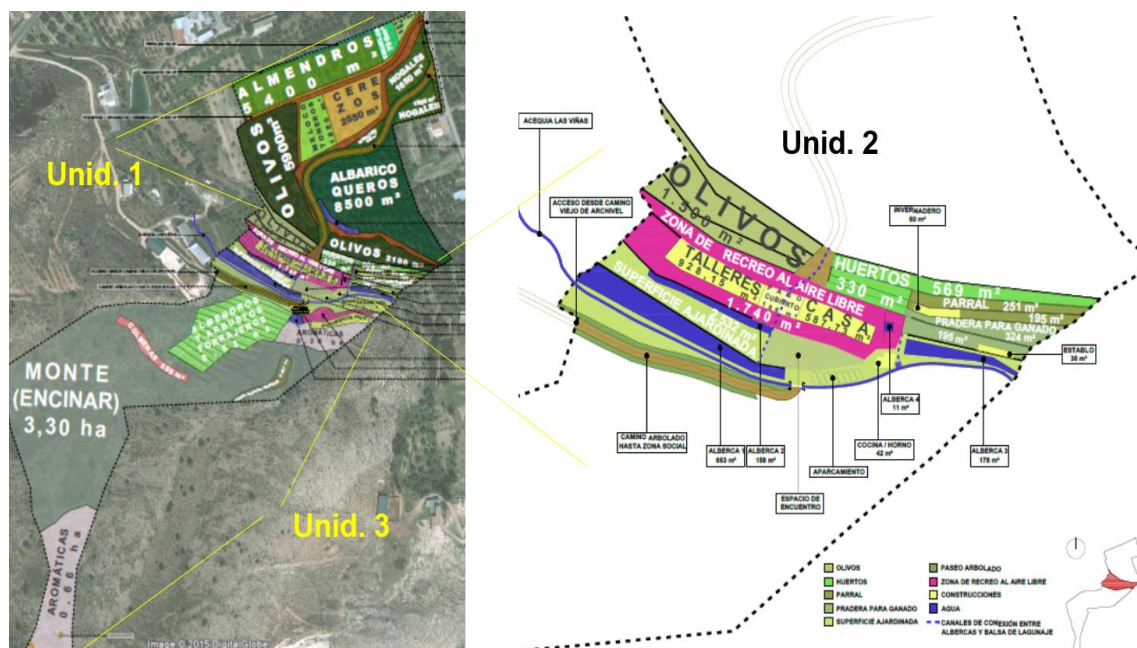


Figura 1. Finca Lo Mauro. Unidades paisajísticas.

2. 3. Diseño del sistema agropecuario

El *sistema agrícola* se estructura en torno a diversos cultivos arbóreos y hortícolas. La propuesta incluye el mantenimiento de las oliveras de la unidad 2 y el arranque de todos los árboles de la unidad 1 y los albaricoqueros de la unidad 2. El espacio de la unidad 1 se diversifica con la plantación de todo tipo de frutales de hueso y pepita, olivo, almendro y nogal. En el margen de las parcelas se sitúan higuera, granado y membrillero. En los primeros años de cultivo, para optimizar el espacio se realizarán cultivos de cereales grano y la instalación de cubiertas vegetales, entre las filas de árboles.

El espacio liberado en la unidad 2 por el arranque de los albaricoqueros se utilizará para una huerta de unos 600 m², un invernadero, una parcela de cultivos forrajeros permanentes, un pastizal de siega y una pradera de diente. En el margen de estos cultivos se plantará uva de mesa. Entre las oliveras centenarias, con un marco de plantación amplio, se cultivarán cereales estableciéndose de este modo un sistema adhesionado.

En la unidad 3, la plantación de almendros, se deberán renovar o sustituirlos por cultivos de aromáticas. Además se establecerán varias parcelas de aromáticas y se repoblará con algunas plantas características de los encinares.

El *sistema pecuario* estará orientado a la producción de leche y, en menor medida, a la producción de carne, huevos y miel. Se ubicará en la unidad 3, junto a las parcelas de forrajeras y pastizales. Constará de un establo con un rebaño de 20 cabras murciano-granadina y algunas ovejas segureñas. Junto al establo se situará un gallinero con capacidad para unas 50 gallinas y un compostero. En las proximidades del cultivo de almendros y las parcelas de aromáticas se situarán unas 10 colmenas.

Bordeando toda la finca se instalará un seto perimetral. El seto reticulará la finca separando las diferentes unidades y delimitando los caminos de acceso. Los alrededores del embalse se naturalizarán con plantas silvestres.

2.4. Elección y selección de especies y variedades

La selección de especies comestibles incluye prácticamente la totalidad de cultivos leñosos y herbáceos que pueden cultivarse en las condiciones agroclimáticas de la finca. La selección de variedades se ha realizado de acuerdo con su productividad, calidad, periodo de recolección (desde más tempranas a más tardías). Se proponen numerosas variedades tradicionales en peligro de extinción que, aunque puedan ser menos productivas, se caracterizan por su excelente sabor y su adaptación a las condiciones agroclimáticas del terreno, lo que es muy importante en agricultura ecológica. Para ampliar el periodo de recolección de una especie se ha recomendado también la utilización de variedades comerciales tempranas y tardías. Las semillas y material vegetativo serán donados por el Banco de Semillas Locales de la Universidad de Murcia.

Las parcelas destinadas a la alimentación de los animales de la granja estarán constituidas por leguminosas y gramíneas, anuales y perennes, que se aprovecharán mediante pastoreo o mediante siega y henificación. De igual modo, las cubiertas vegetales estarán constituidas por una mezcla de leguminosas y gramíneas. Al final de su ciclo, estas cubiertas se utilizarán para la alimentación animal o se incorporarán como abono verde.

La selección de especies para el seto y la naturalización del embalse incluye, sobre todo, especies características de los encinares mediterráneos. Se han escogido plantas arbóreas y arbustivas de diversos tamaños y con periodo de floración y fructificación variable a lo largo de todo el año. Se ha prestado especial atención a leguminosas, aromáticas y melíferas por su capacidad de atracción de insectos polinizadores y, en el caso de leguminosas, por su capacidad de fijar N₂ atmosférico. También se han seleccionado plantas forrajeras para la alimentación del ganado.

2.4. Actividades productivas

Los productos estrella de la finca serán el aceite y el queso que se destinarán desde el mercado local al internacional. En la almazara que se instalará en la finca se espera elaborar de 1600 a 1800 litros de aceite virgen extra ecológico, con la participación de productores de oliva ecológica del territorio. En la quesería se espera elaborar una producción diaria de 165 kg queso artesanal de calidad, con la entrada de leche de ganaderos integrados en la Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño (ANCOS).

Los productos frescos, las conservas vegetales, los huevos, la miel, la carne y otros productos que se obtengan en la finca (turrón, pan de higo, carne de membrillo,...) se destinarán al autoconsumo y al mercado local, regional y, en algunos casos, nacional. Los cultivos forrajeros irán todos destinados a la producción animal de la granja. A la alimentación del ganado se destinará también los restos de poda, en particular del olivo y la vid, los subproductos de los productos elaborados y los restos orgánicos de las comidas.

2.5. Actividades educativas y formativas

El diseño y las actuaciones previstas, incluidas edificaciones y otras instalaciones previstas no contempladas en este estudio, posibilitarán el desarrollo de actividades educativas y formativas relacionadas con la integración socio-laboral de personas con discapacidad intelectual, a partir de cursos, talleres y otras actividades ligadas al diseño y manejo de sistemas agropecuarios sostenibles. Estas actividades pueden hacerse extensivas a todos los niveles educativos de la enseñanza oficial y no oficial, así como a diferentes sectores de la sociedad, en particular a colectivos en riesgo de exclusión social.

3. BIBLIOGRAFÍA

- ASTIER, M.; MASERA, O.R. Y GALVÁN-MIYOSHI, Y. (2008): "*Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*". SEAE, CIGA, ECOSUR, CIEco, UNAM, GIRA y Mundiprensa.
- EGEA FERNÁNDEZ, J.M. Y EGEA SÁNCHEZ J.M. (2012): "*Restauración agroecológica de sistemas agrarios en la Red Natura 2000. El caso de las pedanías altas de Moratalla*" (Murcia). Actas del X Congreso de SEAE. Albacete.
- GÓMEZ SAL, A. (2012): "Agroecosistemas: opciones y conflictos en el suministro de servicios clave". *Ambienta*, 2012, nº 98, pp. 18-30.
- GONZÁLEZ DE MOLINA, M. Y POULIQUEN, Y. (2000). La Agroecología y el pasado. La utilidad práctica de la historia, un estudio de caso. En Guzmán, G. *et al.* (eds.): *Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible*. Madrid: Mundi Prensa, pp. 431-464.

Capítulo 19

Efectos antrópicos sobre los gradientes de paisaje y hábitat y su influencia sobre la comunidad de aves acuáticas en una laguna costera mediterránea (Mar Menor, SE España)

Pablo Farinós Celdrán¹, Francisco Robledano Aymerich¹, Miguel F. Carreño¹ and J. Martínez López²

¹Department of Ecology and Hydrology. University of Murcia, Espinardo, Spain.

²European Commission - Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Via Fermi 2749, Ispra, 21027 (VA), Italy

RESUMEN

Se analizaron datos de aves acuáticas en el Mar Menor (SE, España), respecto a la estructura y funcionalidad del paisaje. La distancia a la costa tiene un efecto notable sobre la estructura de la comunidad, con una mayor diversidad cerca de la orilla. Los hábitats de matorral natural también atraen una alta riqueza y diversidad de especies en orilla. Se confirma el efecto positivo de la conexión mediterránea sobre la diversidad de aves. Las aves acuáticas, al combinar sus preferencias de hábitat con respuestas a procesos locales, confirman su valor como bioindicadores. Promover su uso ayudaría a armonizar objetivos de conservación de diferentes marcos legales (p.e. DMA y las Directivas Aves y Hábitats).

ABSTRACT

Waterbirds data were analyzed in the Mar Menor (SE, Spain), in relation to the structure and function of the landscape. The distance to shore has a remarkable effect on the structure of the community, with a greater diversity near the shoreline. Natural scrub habitats attract a high richness and diversity of species on shore. The positive effect of the Mediterranean connection on the diversity of birds is confirmed. Waterbirds, combining their habitat preferences with responses to local processes, confirm their value as bioindicators. Promote its use would help harmonize conservation objectives of different legal frameworks (e.g. WFD and Birds and Habitats Directives).

1. INTRODUCCIÓN

En relación a los ecosistemas acuáticos europeos, la Directiva Marco del Agua establece la obligación de monitorizar y evaluar su estado ecológico, incluyendo a las aguas costeras y de transición (European Commission, 2000). Las lagunas costeras, y las mediterráneas en particular, son especialmente adecuadas para testar la respuesta de la biota a los factores de estrés humanos, dada la intensidad de uso y la alta densidad de población en sus costas (Viaroli *et al.* 2005).

El papel bioindicador de las aves acuáticas ha sido ampliamente discutido y está, en general, bastante aceptado (Stolen *et al.*, 2004). A pesar de ser criterio principal en la designación de ciertas figuras de protección (RAMSAR, Z.E.P.A.), raramente se integra su seguimiento y análisis en relación a otros componentes del sistema y se tienen en cuenta en las políticas ambientales (Robledano and Farinós, 2010).

En las lagunas costeras como el Mar Menor, los factores de presión antrópica provocan modificaciones tanto en las características del paisaje (Cardoni *et al.* 2011), como en los procesos de la cuenca, que resultan en cambios estructurales o funcionales (Carreño *et al.*, 2008; Martínez-López *et al.*, 2014). Las aves tienen diferente escala de respuesta a esos cambios, determinando diferentes escenarios de gestión. Las respuestas a escala de hábitat se relacionan con un efecto estructural y las respuestas a escala de paisaje se relacionan además con efectos funcionales (Pearse *et al.* 2012). El Mar Menor ha sido estudiado ampliamente en muchos compartimentos ambientales (revisión en Farinós, 2015), incluyendo estudios que se centran en las aves acuáticas y su relación con procesos externos y cambios a largo plazo, y con gradientes espaciales y temporales internos (Farinós y Robledano, 2010; Robledano y Farinós, 2010; Robledano *et al.* 2011). En este trabajo se presenta el estudio, bajo un enfoque espacial, de la respuesta combinada de las aves a gradientes y elementos internos y a los hábitats terrestres en diferentes escalas espaciales.

2. METODOLOGÍA

2.1. Área de estudio y recogida de datos

Desde 2006 a 2011 se realizaron censos mensuales de aves acuáticas en la laguna del Mar Menor (SE, España), registrando dos ciclos anuales completos (2006-2008) y dos invernadas completas (2009-2010 y 2010-2011), en 15 sectores de orilla (Figura 1), representativos de la diversidad de hábitats litorales presentes. Cada sector tenía unos 500 m de longitud aproximadamente y se dividió la masa de agua en 4 bandas de distancia a la orilla, siguiendo a Robledano *et al.* 2008. Se excluyeron los limícolas, dada su alta dependencia del hábitat micromareal y su mayor representatividad en los humedales circundantes a la laguna.

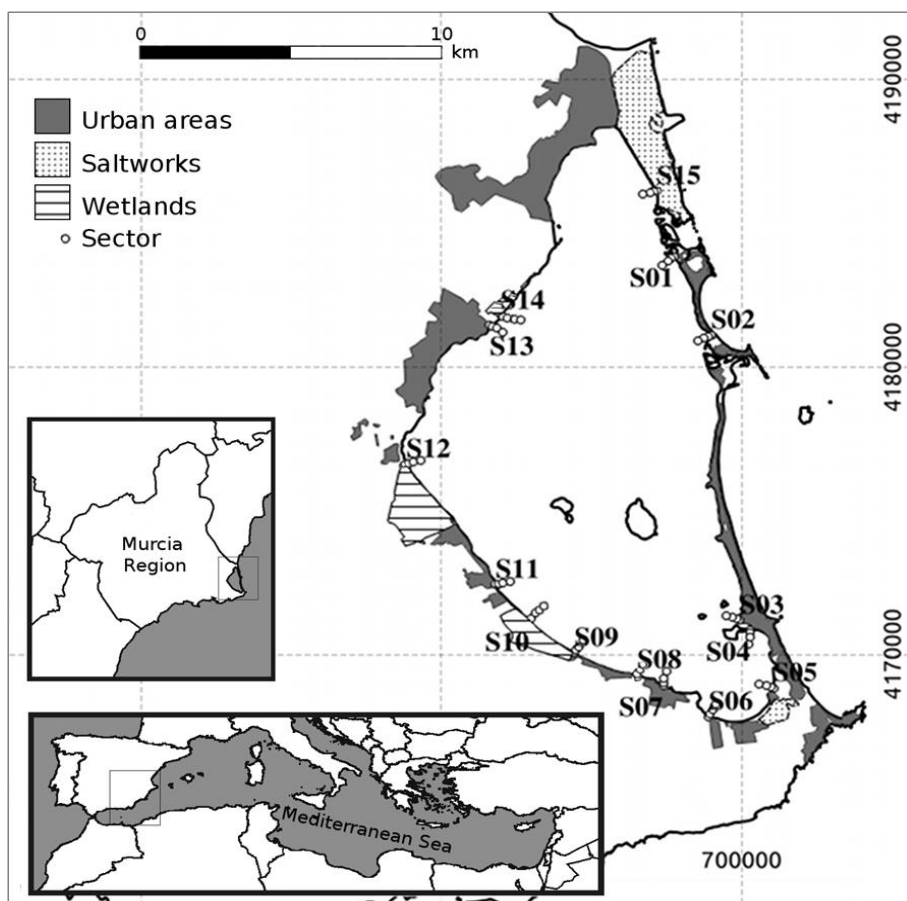


Figura 1. Laguna del Mar Menor mostrando los 15 sectores de muestreo (“sector”), las zonas urbanas (“urban areas”), los principales humedales asociados a la laguna (“wetlands”) entre los que se destacan las salinas activas (“saltworks”).

Con respecto a los datos ambientales, se registraron dos grupos de datos: distancia a elementos perturbadores o refugio para las aves y la superficie de diferentes usos del suelo medidos en dos escalas espaciales en cada sector de muestreo (búfer de 100 m y búfer de 1000 m), que fueron extraídos de Martínez-López *et al.* 2012. Todas fueron calculadas con GRASS (GRASS Development Team. 2010)

2.3. Análisis de datos

Se analizaron la comunidad invernala y estival por separado. Se analizó la variación en 3 índices -uso total de aves o aves*día (TBU), riqueza (R) y diversidad de Shannon (H)- según diferentes factores espaciales y temporales. Se realizaron Análisis de Componentes Principales (PCA) sobre los datos ambientales para detectar los gradientes principales y las variables más representativas (mayor correlación de Pearson con el eje). Posteriormente, mediante un análisis MDS basado en distancias euclídeas realizado con Primer 6 (Clarke and Gorley, 2006), se clasificaron y agruparon los sectores

de muestreo. Sobre los grupos espaciales resultantes, y mediante un análisis IndVal realizado con PcOrd (McCune and Mefford, 1999), se detectaron especies indicadoras de cada grupo, que se utilizaron, junto con los índices biológicos, como variables respuesta en los subsiguientes modelos de regresión para analizar la influencia de esos gradientes ambientales definidos previamente. Tanto los análisis de varianza, como el PCA y los modelos de regresión se realizaron a mediante el software R (R Development Core Team, 2007).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variación en los índices

En la tabla 1 se muestran los resultados de los análisis de varianza para los índices biológicos. Destaca la ausencia de diferencias significativas entre sectores en verano para R y H', lo que unido a la disminución de los valores de riqueza y diversidad, manifiestan un empobrecimiento y homogeneización de la comunidad en la época estival. La distancia a la orilla (Banda) tiene un efecto importante en los índices, destacando los mayores valores de riqueza y diversidad de especies (muchas de importancia para la conservación) en los primeros 100 m de agua.

Tabla 1. Resultados (p-valores) de los análisis Kruskal-Wallis (factores Sector y Banda) y Test de Wilcoxon (factor Año) para los índices biológicos en relación a variables espaciales y temporales. n.s. = No significativo.

Variables	Invierno				Verano			
	Año	Sector	Banda	Post-hoc "Banda"	Año	Sector	Banda	Post-hoc "Banda"
TBU	6,30e-03	0.0008	4,30e-03	B1, B4 vs B2, B3	n.s.	0.04	1.88e-07	B1 vs B2 a B4
R	2,55e-02	0.0013	6,94e-08	B1 vs B2 a B4	0.0411	n.s.	6.39e-12	B1 vs B2 a B4
H	2,76e-02	0.012	0.0009	B1 vs B2 a B4	n.s.	n.s.	1.0e-13	B1 vs B2 a B4

3.2. Gradientes ambientales y especies indicadoras

Del análisis MDS a partir de los nueve ejes seleccionados en los PCAs (tres de usos a 100 m, tres de usos a 1000 m y tres de distancias) se obtuvieron 4 grupos de sectores con coherencia espacial y bien caracterizados ambientalmente. Posteriormente, se detectaron diferentes especies indicadoras según la estacionalidad (invierno o verano) y que, a priori, deberían responder a características ambientales de los sectores que conformaban el grupo del cual eran representativas o indicadoras. Estos fueron los grupos de sectores y sus especies relacionadas:

- Grupo 1 (S15): Área natural abierta al mar sin elementos estructurales perturbadores.
L. genei

- Grupo 2 (S1, S2): Área seminatural-urbana con elementos estructurales perturbadores pero abierta al mar. *S. sandvicensis*
- Grupo 3 (S13, S14): Área de transición continente-laguna con influencia indirecta de procesos funcionales (drenajes) y presencia de elementos estructurales estresantes (aeropuerto). *F. atra*
- Grupo 4 (S10, S12): Área natural con matorral autóctono sin elementos estructurales perturbadores pero con influencia indirecta de procesos funcionales. *P. cristatus*, *S. albifrons*, *L. michaelis*, *E. garzetta*

3.3. Modelos

Los resultados de los modelos se muestran en la tabla 2. En cuanto a los índices, “Banda” se confirma como un factor clave en la organización de la comunidad, los primeros 100 m ofrecen una gran variedad de nichos de alimentación donde muchas estrategias y morfotipos pueden coexistir, mientras que en aguas más profundas dominan pocas especies con estrategias más restringidas (buceadores, nadadores). Destaca también la respuesta positiva de R en invierno al matorral natural denso en los 100 primeros metros (Nds_b100) y la respuesta negativa al regadío arbóreo en los primeros 100 m (lcw_b100), lo que sugiere una respuesta negativa a la influencia funcional del regadío y/o una percepción negativa de su estructura como paisaje de orilla.

En cuanto a las especies, resaltar como los requerimientos ecomorfológicos de las especies (reflejados en el notable efecto de “banda”), condiciona las respuestas detectadas a la estructura y funcionalidad del hábitat de orilla. Destacan las respuestas positivas de *P. cristatus*, *E. garzetta*, *S. albifrons* y *L. genei* a los hábitats naturales (Nds y Ncs) en las dos escalas y la respuesta positiva de *S. sandvicensis* a la comunicación con el Mediterráneo (Dcan). *F. atra* refuerza su papel indicador de eutrofización propuesto previamente (Robledano *et al.* 2008) a través de su respuesta cuadrática positiva al regadío herbáceo en 1000 m, lo que implicaría que un uso intensivo de regadío en el paisaje circundante (pero no inmediato) tendría un efecto positivo sobre la especie (influencia funcional). Es destacable también el fuerte efecto negativo de la distancia a la orilla sobre *S. albifrons*, más decisivo, a priori, que la estructura del hábitat en orilla, relacionado posiblemente con una mayor tolerancia a la perturbación humana y a la estrategia de caza en vuelo (Blumstein *et al.* 2003).

Tabla 2. Modelos de regresión múltiple de los índices y especies indicadoras

MODELO	Devianza explicada	Observaciones para las clases de los factores
Invierno		
Uso Total de Aves~Banda + Año	20.41 %	(-)B2 (-)B3 (-)B4 (-)Año2 (-)Año3 (-)Año4
Riqueza~Banda + Año + Nds_b100 - Nds_b100 ² - lcw_b100	39.92 %	(-)B2 (-)B3 (-)B4 (+)Año2 (+)Año3 (+)Año4
Diversidad de Shannon ~Banda + Año	9.16 %	(-)B2 (-)B3 (-)B4 (+)Año2 (+)Año3 (+)Año4
Uso de <i>Podiceps cristatus</i> ~Banda + Año + Nds_r1000 - Dmmi+ Dmmi2	57.42 %	(+)B2 (+)B3 (+)B4 (-)Año2 (+)Año3 (+)Año4
Uso de <i>Larus genei</i> ~Banda + Año + Ndw_r1000 + Ncs_b100 - Ncs_b1002	81.8 %	(-)B2 (-)B3 (-)B4 (-)Año2 (-)Año3 (+)Año4
Uso de <i>Sterna sandvicensis</i> ~Banda + Año - Dcan	44.39 %	(-)B2 (-)B3 (-)B4 (+)Año2 (+)Año3 (-)Año4
Verano		
Uso total de aves~Banda + Año + Dcsal + Wbs_r1000 - Wbs_r1000 ²	51.25 %	(-)B2 (-)B3 (-)B4 (+)Año2
Uso de <i>Fulica atra</i> ~Banda - Año + Nds_r1000 - lcs_r1000 + lcs_r10002	44.16 %	(-)B2 (-)B3 (-)B4 (+)Año2
Uso de <i>Sterna albifrons</i> ~Banda + Año - Dcwet + Dmmi + Ncs_b100	89.53 %	(-)B2 (-)B3 (-)B4 (-)Año2
Uso de <i>Larus michaellis</i> ~Banda + Año + Ncs_b100	36.98 %	(-)B2 (-)B3 (-)B4 (+)Año2
Uso de <i>Egretta garzetta</i> ~Banda + Año + Nds_b100 + Ncs_r1000	57.76 %	(-)B2 (-)B3 (-)B4 (-)Año2

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE GESTIÓN

A la vista de los resultados, parece prioritario proteger y recuperar los hábitats naturales de orilla y potenciar su conectividad ecológica. Esta protección se debe combinar con el control de ciertos procesos tierra adentro, como por ejemplo, el control de drenajes agrícolas (ver ejemplo en Farinós *et al.* 2013). Paralelamente, se debería reducir la intensidad de uso humano en los primeros 100 m de agua, dada la alta diversidad de especies que concentran.

Los resultados de este estudio muestran que las aves combinan su respuesta local a procesos o elementos de perturbación, con respuestas generales a factores de macroescala, como el grado de naturalidad del paisaje o la conectividad con el mar abierto. Considerar esta doble escala de respuesta incrementa el valor de las aves acuáticas como bioindicadores y pone de manifiesto la necesidad de integrarlas en las evaluaciones ecológicas de los humedales.

5. BIBLIOGRAFÍA

- BLUMSTEIN, D.T., ANTHONY, L.L., HARCOURT, R. AND ROSS, G. 2003. Testing a key assumption of wildlife buffer zones: is flight initiation distance a species-specific trait? *Biological Conservation*, 110: 97-100
- CARDONI, D.A., ISACCH, J.P., FANJUL, M.E., ESCAPA, M. AND IRIBARNE, O.O. 2011. Relationship between anthropogenic sewage discharge, marsh structure and bird assemblages in an SW Atlantic saltmarsh. *Marine Environmental Research*, 71: 122-130.
- CARREÑO, M.F., ESTEVE, M.A., MARTINEZ, J., PALAZÓN, J.A. AND PARDO, M.T., 2008. Habitat changes in coastal wetlands associated to hydrological changes in the water-shed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 77: 475 - 483.
- CLARKE, K.R. AND GORLEY, R.N. 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.
- EUROPEAN COMMISSION, 2000. Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Romania.
- FARINÓS, P. AND ROBLDANO, F. 2010. Structure and distribution of the waterbird community in the Mar Menor coastal lagoon (SE Spain) and relationships with environmental gradients. *Waterbirds*, 33(4): 479-493
- FARINÓS, P., ROBLDANO, F., PERONA, C. AND SOTO, A.J. 2013. Lagoons as a waterbird habitat: response of communities to human impact and management accross space and time scales. Mwinyihija, M. (Ed.). Lagoons: Habitats and Species, Human Impacts and Ecological Effects. Nova Science Publishers, Inc., NY. pp. 57-108.
- FARINÓS, P. 2015. La comunidad de aves acuáticas del Mar Menor (Murcia, SE España): respuestas a procesos funcionales, gradientes estructurales y aplicación a la gestión. Tesis Doctoral.
- GRASS DEVELOPMENT TEAM. 2010. Geographic Resources Analysis Support System (GRASS) Software, Version 6.4. Open Source Geospatial Foundation.
- MARTÍNEZ-LÓPEZ, J., CARREÑO, M.F., PALAZÓN, J.A., ESTEVE, M.A. AND MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J. 2012. Wetland-Watershed Modelling and Assessment: GIS Methods for Establisng Multiscale Indicators, in: Baranyai, A. and Benkô, D. (Eds.) Wetlands: Ecology, Management and Conservation. Nova Science Publishers, Inc. Hauppauge, New York, pp. 231-250
- MARTÍNEZ-LÓPEZ, J., CARREÑO, M.F., MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J. AND ESTEVE, M.A. 2014. Wetland and landscape indices for assessing the condition of semiarid Mediterranean saline wetlands under agricultural hydrological pressures. *Ecological Indicators*, 36: 400-408
- MCCUNE, B. AND MEFFORD, M.J. 1999. Multivariate Analysis of Ecological Data. Versión 4.20. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- PEARSE, A., KAMINSKI, R., REINECKE, K. AND DINSMORE, S. 2012. Local and landscape associations between wintering dabbling ducks and wetland complexes in Mississippi. *Wetlands*, 32: 859-869

- STOLEN, E.D., BREININGER, D.R. AND FREDERICK, P.C. 2004. Using waterbirds as indicators in estuarine systems: successes and perils, in: Bortone, S.A. (Ed.). *Estuarine Indicators*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 409-422
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2007. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- ROBLEDANO AYMERICH, F., PAGÁN ABELLÁN, I. AND CALVO SENDÍN, J.F. 2008. Waterbirds and nutrient enrichment in Mar Menor Lagoon, a shallow coastal lake in southeast Spain. *Lakes and Reservoirs: Research and Management*, 13: 37-49
- ROBLEDANO, F. AND FARINÓS, P. 2010. Waterbirds as bioindicators in coastal lagoons: background, potential value and recent research in Mediterranean areas, in: Friedman, A.G., (Ed.). *Lagoons: Biology, Management and Environmental Impact*. Nova Science Publishers, Inc. New York, pp. 153-183
- ROBLEDANO, F., ESTEVE, M.A. MARTINEZ-FERNANDEZ, J. AND FARINÓS, P. 2011. Determinants of wintering waterbird changes in a Mediterranean coastal lagoon affected by eutrophication. *Ecological Indicators*, 11: 395-406.
- VIAROLI, P., MISTRI, M., TROUSSELLIER, M., GUERZONI, S. AND CARDOSO, A.C. 2005. Structure, functions and ecosystems alterations in Southern European coastal lagoons: preface. *Hydrobiologia*, 550, vii–ix.

Capítulo 20

Resultados obtenidos en la Región de Murcia mediante la forestación de tierras agrarias al amparo de las ayudas de desarrollo rural

Miguel A. Fernández¹, Francisco Belmonte Serrato¹, Asunción Romero Díaz¹,
Francisco Robledano Aymerich², Mariano Sánchez³

1: Departamento de Geografía. Campus de La Merced. Universidad de Murcia.

Email: miguela.fernandez4@caru.es; franbel@um.es; arodi@um.es.

2: Departamento de Ecología e Hidrología. Facultad de Biología. Universidad de Murcia.

Email: frobleda@um.es.

3: Colaborador técnico. Ex-técnico responsable del Servicio del Entorno Rural. Dirección General de Desarrollo Rural. Consejería de Agricultura y Agua.

RESUMEN

Desde los años 90, la Consejería de Agricultura y Agua, comenzó a aplicar un programa de ayudas cofinanciadas con fondos europeos, para la forestación de explotaciones agrarias. En este trabajo, se exponen los resultados de esas actuaciones, 20 años después de su ejecución, desde un punto de vista físico y biológico. Para ello, se estudiaron los datos de los expedientes concedidos, realizando posteriormente un muestreo de casos repartidos por la región, con visitas *in situ*, comparando material gráfico de la situación inicial y actual, el éxito de las distintas especies empleadas, entre otros factores, así como con respecto a explotaciones agrícolas aledañas. A estas ayudas se acogieron unas 8.300 ha. En la mayoría de casos, los resultados obtenidos han sido muy positivos a pesar de las muchas dificultades encontradas: i) alto grado de cobertura vegetal y porte del arbolado (principalmente en *Pinus halepensis*), aspecto clave el control de la erosión; ii) incremento de la biodiversidad, directamente, por las especies arbóreas y arbustivas implantadas y la aparición de otras espontáneas del entorno; e indirectamente, al convertirse en zonas de recolonización de especies animales de toda clase (zonas refugio y alimentación); iii) el papel como infraestructuras verdes o corredores ecológicos, ligando espacios naturales aislados y; iv) mejora del paisaje, aumentando su atractivo turístico (de ocio y deportes), asociado a valores naturales y etnográficos de la región.

SUMMARY

Since the 90s, the Agriculture and Water Council began to apply a grants programme cofinanced with European funds to afforestation in agricultural lands. In this paper, the results of these actions are exposed, 20 years later of their implementation, from a physical and biological point of view. For it, the data of award records were studied, doing a sample of cases distributed in the region, with in situ visits, comparing graphical material of the initial and current situation, the achievement of the different species used, among other factors, as well concerning to near agricultural farms. 8,300 hectares were benefited with this measure. In most cases the obtained results have been very positives despite the many difficulties that they were encountered: i) a high grade of vegetation cover and the size of trees (mainly in *Pinus halepensis*). This a key point in the control of erosion; ii) increasing of the biodiversity, directly for the tree and shrub species applied and the appearing of spontaneous ones from surroundings and indirectly, because it was converted in recolonization areas of wildlife (refuge and feed zones); iii) the roll like green infrastructures or ecological corridors linking natural isolated areas and; iv) landscape improvement, increasing their tourist attraction (hobbies and sports), which is associated to natural and ethnographic values of our region.

1. INTRODUCCIÓN

La Agricultura es uno de los sectores económicos más importantes en la Región de Murcia. De hecho, está ejerciendo un importante papel en cuanto a la vertebración de nuestro territorio, especialmente en las zonas más rurales. De este modo, aporta prosperidad, equilibrio y desarrollo a nuestra sociedad. Pero, como en todas las actividades que realiza el hombre, no todo son beneficios netos, sino que también podemos encontrar algunos problemas tanto en la agricultura más intensiva y competitiva, así como en los cultivos menos rentables situados normalmente en las tierras de secano. Así, determinadas tierras dedicadas a la Agricultura se sitúan sobre suelos de muy baja calidad agronómica y propiedades físico-químicas desfavorables, en zonas de secano y, en muchos casos, sobre laderas con pendientes medias altas y muy altas, en las que actualmente no se suelen mantener ningún tipo de estructura de conservación de suelos. Respecto a las pendientes, sirva de muestra que unas 181.065 ha de tierras dedicadas a cultivo se situarían en pendientes entre el 5 y 10 %, mientras que 131.449 ha, lo harían en pendientes mayores superiores al 10%. Se estima que sólo estas últimas tierras pueden suponer el 58,14% de toda la erosión regional, y si tenemos en cuenta ambos grupos, estaríamos en torno al 74,11%, lo que supone nada menos que unos 14,37 Mt·ha⁻¹·año⁻¹ de suelo agrícola (INES 2002-2012). Además, la mayoría de estas tierras se dedican a cultivos o aprovechamientos tradicionales de muy baja rentabilidad (almendro, olivar, viña o cereales), cuya falta de rentabilidad es motivada en

gran medida por los condicionantes anteriormente mencionados (figura 1a,b), En ambos casos puede observarse la escasa cobertura vegetal proporcionada por el cultivo y la aparición de numerosos regueros, con pérdida masiva de suelo tras un episodio de lluvias intensas en otoño de 2012.

Todos estos cultivos juntos suman una superficie unas 151.261 ha en secano (CAA-CARM, 2013). Podemos suponer que la gran mayoría de esa superficie estaría incluida dentro de las tierras con fuertes pendientes.

Por otro lado, esa falta de rentabilidad antes descrita, además de otros muchos factores socioeconómicos: envejecimiento de la población rural, éxodo a las ciudades, limitaciones administrativas a la actividad (p.e. por la Red Natura 2000), están favoreciendo el abandono (no ordenado) de una importante superficie de tierras agrarias. Se estima que en un 4% de las tierras cultivadas, el abandono que podríamos definir como moderno (el producido desde 1980) (Martínez Hernández, C., 2014). Aunque, si considerásemos el abandono total histórico, esta cifra podría ascender hasta el 10%, aunque este dato estaría sin confirmar.

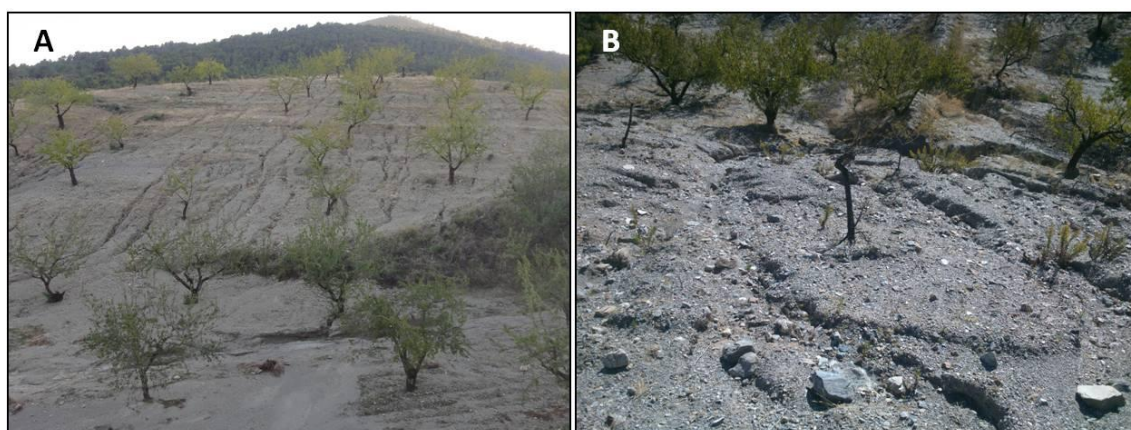


Figura 1. Plantaciones de almendro en ladera con fuerte pendiente sin estructuras de conservación localizadas en: a) La Parroquia (Lorca) y b) Cabezo de la Jara (Puerto Lumbreras).

Fuente: A) M. Sánchez Martín, cedidas por cortesía de Ibarra S.L. (2013). B)

En ambos casos; las tierras marginales cultivadas, como las que están siendo abandonadas, con nuestras condiciones climatológicas mediterráneas extremas, traen consigo que con cierta frecuencia se produzca un importante deterioro medioambiental de las tierras con fuertes repercusiones económicas: (i) pérdida del ya escaso potencial productivo, (ii) intensos procesos erosivos (figura 1), (iii) daños sobre cultivos (figura 2), (iv) poblaciones e infraestructuras (camino, embalses, etc.), (v) pérdida de biodiversidad y de la calidad de los paisajes rurales, y por tanto, (vi) una reducción en las posibilidades de desarrollo de las zonas en agroturismo, una de las más interesantes alternativas económicas para estas comarcas agrarias.

Una muestra de estos importantes impactos descritos puede ser observada, entre otros muchos lugares de la geografía regional, en la Cuenca alta del río Guadalentín o Vega media del río Segura, aunque es importante incidir que este grave problema no afecta solamente a nuestra región, sino que se está reproduciendo asimismo en otras muchas partes de la geografía española, tales como: Andalucía, Comunidad Valenciana, Castilla La Mancha, entre otras.



Figura 2. Daños sufridos en una plantación de olivar zona de Alto Guadalentín (Lorca-Puerto Lumbreras) vertiente a la Rambla Nogalte, consecuencia de las intensas lluvias sufridas en 2012.

Fuente: M. Sánchez Martín, cedidas por cortesía de Ibarra S.L. (2013).

Entre las medidas implementadas por la administración para paliar estos problemas, se encuentran las ayudas destinadas a favorecer la conservación de suelos agrícolas, articuladas a través de la Política Agraria Comunitaria (PAC), y más específicamente, mediante herramientas como los Programas de Desarrollo Rural (PDR), es posible instrumentalizar medidas para reducir este problema, incentivando un abandono ordenado y en positivo, o bien, una mejora en el manejo de los cultivos e implantación de estructuras de conservación. Entre las muchas medidas contempladas en estos programas, destaca entre otras muchas, la forestación de tierras agrarias y no agrarias en el medio rural, ya que:

a) Han estado siendo ampliamente aplicadas en todas las regiones de manera muy homogénea, en el último PDR 2007-2013, se abarcaron aproximadamente unas 296.374 ha² (Fernández Carrillo, 2015).

² Estimación realizada a partir de datos obtenidos de los PDRs y de sus Evaluaciones intermedias. En algunos casos se incluirían superficies ejecutadas en periodos anteriores pero que se seguían pagando las compensaciones.

b) A nivel práctico, suponen un aumento importante de la cobertura vegetal en los suelos, favoreciendo de esta forma, su resiliencia frente a lluvias intensas.

c) Por la duración de su implantación en el tiempo como más adelante será detallado.

2. OBJETIVOS

El objetivo fundamental de este trabajo ha sido evaluar los resultados y efectos producidos por las forestaciones en explotaciones agrarias, así como las problemáticas en su gestión e implantación, a partir del estudio de las forestaciones realizadas durante los años 90 en la Región de Murcia, al amparo de un programa de ayudas estatales, basados en normativa de la UE³ y cofinanciados con fondos comunitarios, nacionales y regionales.

3. METODOLOGÍA

En una primera etapa, para la determinación de la implantación de esta medida en la región (superficie y localización de parcelas, especies utilizadas, fecha de expedientes e importe de las ayudas percibidas), se utilizó información parcial de los expedientes de ayuda, facilitada por la Dirección General de Regadíos y Desarrollo Rural, Consejería de Agricultura y Agua. Posteriormente, con ayuda del técnico responsable de la gestión de esta medida, se realizaron una serie de visitas a campo de un importante número de expedientes, buscando diversos aspectos de interés (años de forestación, zonas geográficas, en especial con riesgo alto de erosión, tipo de técnicas de las forestaciones realizadas, especies utilizadas, expedientes con fallos y con aciertos, así como el poder contar con material gráfico de cuando se realizaron las actuaciones. entre los cuales finalmente. En este muestro se observaron diversos aspectos técnicos de ejecución, los resultados obtenidos, desarrollo de especies, presencia de procesos erosivos, comparación con cultivos cercanos, etc. Lamentablemente, por falta de tiempo (se trataba de un trabajo parcial dentro de una tesis más amplia) y presupuesto no ha sido posible realizar analíticas del suelo ni seguimiento de indicadores biológicos, que hubiesen sido de gran relevancia. Finalmente, se elaboraron fichas de 26 expedientes, repartidos según años de solicitud: 1 (año 93), 7 (año 94), 7 (año 95), 6 (año 96) y 5 (año 98), resultando la distribución espacial mostrada en la figura 3. Todos ellos representan una superficie total de 757,37 ha (10% de la superficie acogida a la ayuda).

³ Reglamento (CEE) N° 2080/92 del Consejo de 30 de junio de 1992 por el que se establece un régimen comunitario de ayudas a las medidas forestales en la agricultura. DO L N° 215. 30-07-92.

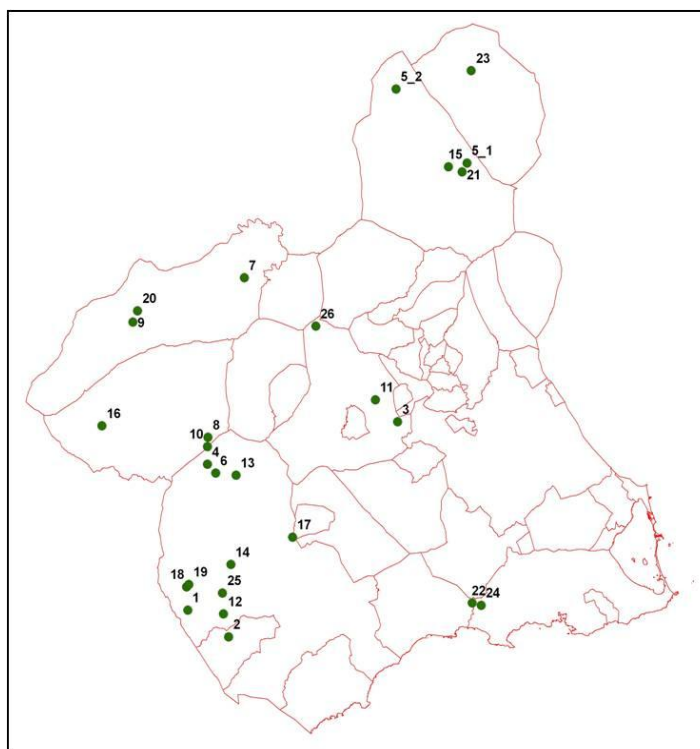


Figura 3 Situación geográfica de los expedientes seleccionados de Forestación para la realización de las fichas de campo

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los años 1993 a 1998, en nuestra región la Consejería de Agricultura y Agua, estuvo aplicando una línea de ayudas denominada Forestación de explotaciones agrarias, regulada por varias órdenes durante ese periodo. Básicamente, la ayuda económica se subdividía en tres capítulos: i) ayudas al establecimiento (primer año), ii) ayudas por costes de mantenimiento (durante los 5 años siguientes a implantación), y iii) prima compensatoria (20 años siguientes). Las solicitudes debían contemplar un mínimo de superficie a forestal, pero según anualidades por limitaciones presupuestarias, también se limitaron en su superficie máxima (varió entre las 25 y 50 has). En cuanto a las especies, estas venían determinadas en los anexos de la norma reguladora. Se establecían tres grupos (de menor a mayor interés ecológico (evolución), de manera que a medida que se usaban especies de mayor valor ecológico, los importes percibidos podían ser mayores. Además, para pendientes muy altas también se podía incrementar el importe.

Un aspecto de gran interés, en comparación con otras medidas, es que las superficies repobladas no podrían posteriormente dedicarse a ningún otro uso agrícola, mientras continuasen catastradas como forestales, cosa difícil hoy en día de cambiar, más si cabe si la explotación se encuentra dentro de la Red Natura 2000. Además, estas superficies no podían dedicarse a ningún uso ganadero en los años en que esta práctica pudiese dañar las nuevas plantaciones.

Resultado de este programa, se acogieron a esta medida unas 7.550 ha, repartidos en unos 385 expedientes, con una superficie media por expediente de 19,61 ha. Además, se ejecutaron expedientes con algunos ayuntamientos (unas 750 ha). Las comarcas con más superficie acogida fueron: Valle del Guadalentín (32,6%), Altiplano (25,6%) y Noroeste (23,7%), representados principalmente por los municipios de Lorca, Jumilla y Moratalla, respectivamente. El importe medio anual estimado que será finalmente percibido por el agricultor es de 182 €/ha y año (55,4 m²/€ invertido), cifra que se situaría entre las de mejor rendimiento comparadas con otras ayudas agroambientales aplicadas en esa época (Fernández Carrillo, 2015).

Por último, respecto a las especies utilizadas (figura 4): En un alto porcentaje (55%) se asociaban al menos dos especies (actuando una como predominante), mientras que en el resto (45%) sólo había una especie estructurante. En las dos situaciones, esas especies eran normalmente acompañadas de forma más o menos significativa por otras. Esto último se potencio principalmente gracias a las reposiciones de marras. Por especies, destacó sobre el resto el uso de pino carrasco (*Pinus halepensis*), con el 52%, siguiéndole a distancia, el acebuche (*Olea europaea* var. *sylvestris*), nogal (*Juglans regia*), algarrobo (*Ceratonia siliqua*) y encina (*Quercus ilex* ó *Q. rotundifolia*). Además de estas especies, hubo otras muchas, en menor proporción, aunque algunas de ellas destacan en algunas forestaciones particulares: tetraclinis, coscoja, lentisco, pino piñonero y negral o sabina. Y por último, algunas especies eran plantadas de forma puntal o aislada: quejigo, almez, madroño, palmito, cornicabra, aladierno, etc.

Para una mejor comprensión de las actuaciones realizadas, se exponen a continuación sólo algunos ejemplos de las mismas (figuras 5-8):

Debido a la limitación de superficie de estas forestaciones, el impacto sobre otros hábitats de interés para determinadas especies (espartizales, eriales, cultivos extensivos, etc.) que puedan existir en la zona no se ven significativamente afectados, sino más bien salvaguardados de un posible deterioro por otro tipo de actividades. En muchos casos, estas pequeñas forestaciones se realizan aisladas en zonas agrarias, sin masas forestales vecinas, pero en otros casos, se pueden localizar limitando con las ya existentes, incrementando con ello la masa forestal original o favoreciendo la interconexión entre ellas. Otros casos muy interesantes son cuando las forestaciones se realizan junto a cauces de ramblas y cañadas, lugares muy interesantes desde un punto de vista de movilidad de especies entre zonas naturales (corredores ecológicos).

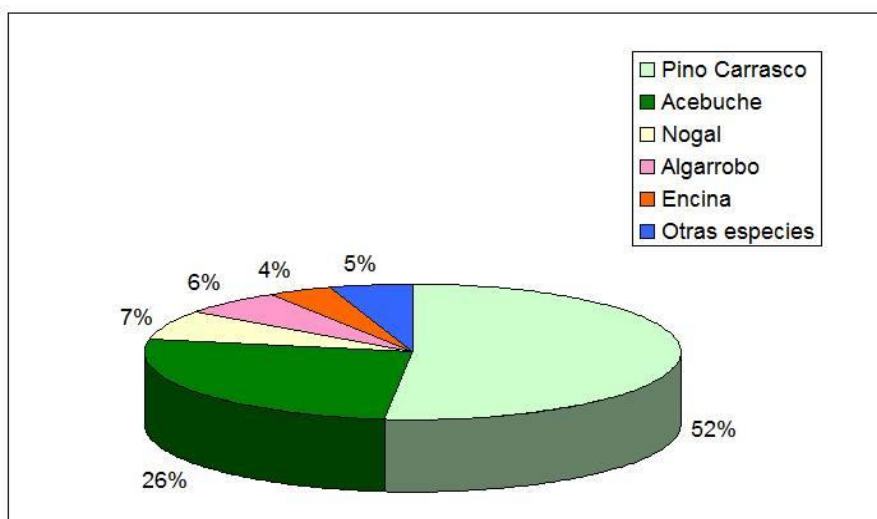


Figura 4. Distribución de especies por superficie implantada. Dichas especies están más o menos asociadas unas con otras según casos.

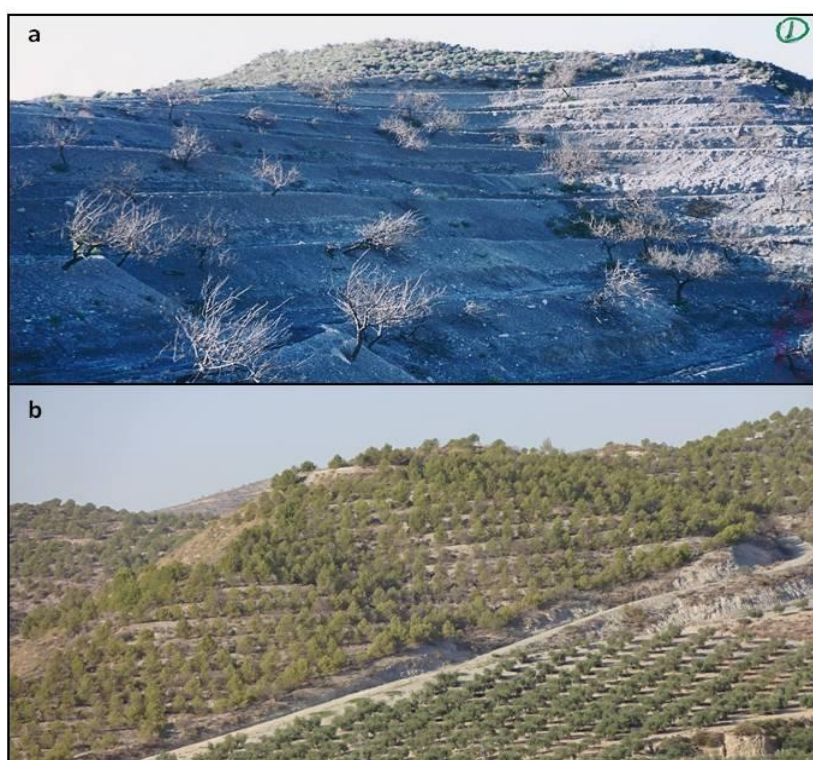


Figura 5. Forestación realizada en 1996, en almendros abandonados (pendiente de 33-50%), con pino carrasco 40%, acebuche 37% y algarrobo 23%. Rambla de Nogalte (Puerto Lumbreras). Forestación antes de la actuación (a) y tras 20 años (b).



Figura 6. Forestación de 1995, en terrenos de labor con 6-12% de pendiente, 100% encina (*Quercus ilex* y *rotundifolia*), posteriormente con pino carrasco en marras. La Paca (Lorca)

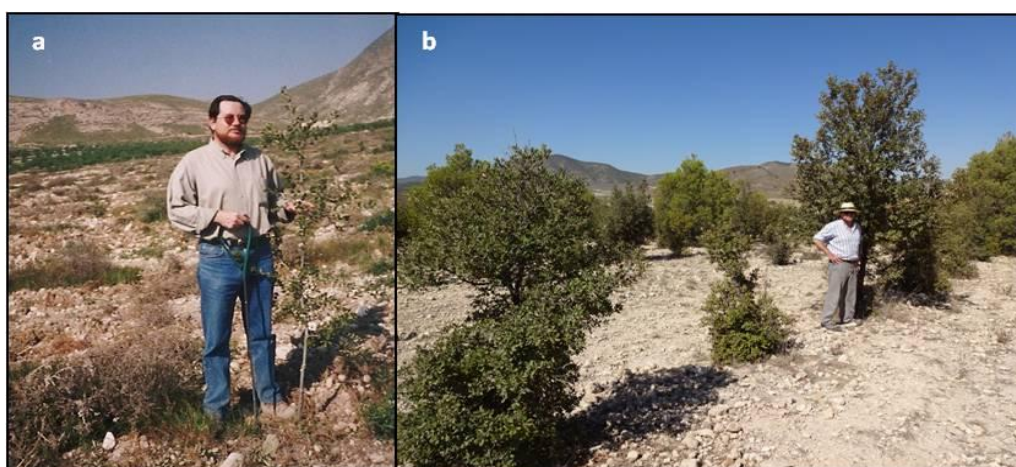


Figura 7. Comparativa de crecimiento de arbolado (encina y pino carrasco) en forestación anterior: a) fotografía de junio de 2003 y b) fotografía de agosto de 2014

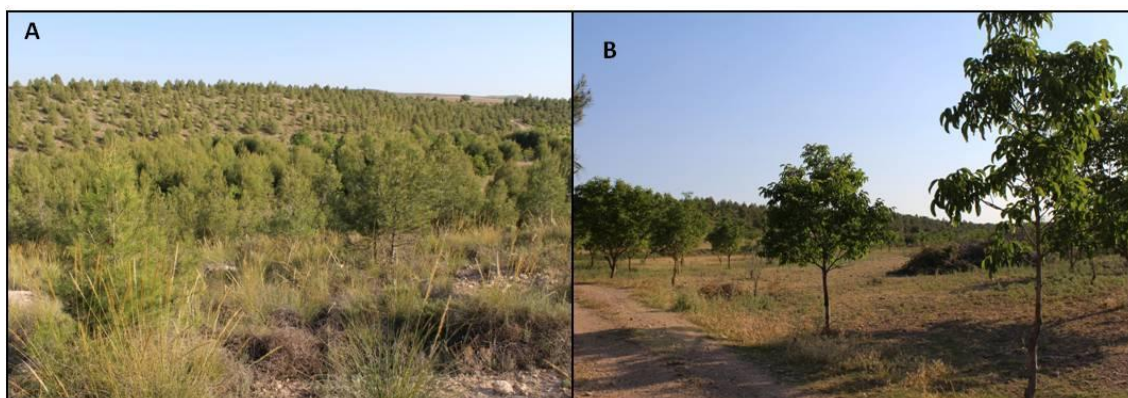


Figura 8 a) Forestación de 1997 (pendiente del 10-18%), con 70% de mezcla de pino carrasco y acebuche y 30% de otras acompañantes (encina, sabina y coscoja). Cañada de Pulpite-Llano de las Aguzaderas (Caravaca de la Cruz). Panorámica de parte de la zona forestada anterior tras 19 años. b) Detalle de zona en fondo de cañada con nogales.

5. CONCLUSIONES

A pesar de sus posibles fallos y defectos, como cualquier programa novedoso, en general, se obtuvieron buenos resultados en la mayoría de las forestaciones realizadas, en cuanto a su implantación y desarrollo. No obstante, por la información facilitada por el técnico responsable en cuanto a los problemas surgidos y acogida de técnicos agrarios y los mismos agricultores, se echó en falta acompañar ésta y otras medidas agroambientales, de un mayor esfuerzo en cuanto a la información, formación y asesoramiento. Ello se considera vital para poder animar a agricultores de todas las zonas con interés desde el punto de vista del abandono y problemas de conservación del suelo, así como para ejecutar las forestaciones adecuadamente (técnicas, especies y mantenimiento).

En cuanto a las especies utilizadas, teniendo en cuenta las importantes limitaciones dadas en ese momento: lista impuesta desde Madrid, falta conocimiento de las especies por técnicos y agricultores ya comentada, escasez de variedad de especies y calidad de planta en los viveros profesionales en aquel momento, el pino carrasco ha mostrado ser una especie fundamental, tanto por su disponibilidad, rusticidad y capacidad de adaptación en todos los pisos bioclimáticos de nuestra región, especial en suelos de muy baja calidad y con procesos de erosión severos, aunque ésta ha sido complementada por otras secundarias adecuadas a cada zona y con un mayor valor ecológico, aportando además diversificación con otras variedades minoritarias. Mientras, respecto a la técnica de preparación del terreno y plantación es clave, ésta depende del tipo de suelo (aprovechamiento anterior), no obstante; cuanto más profunda es la preparación del terreno y mayor sea el hoyo-alcorque dejado para cada árbol, la viabilidad aumenta de forma evidente. En nuestro clima, para economizar en aclareos, se recomienda ir a densidades más bajas de las tradicionales forestaciones realizadas por ICONA, es decir, unos 450 a 500 árboles/ha.

El incremento en biodiversidad observado ha sido muy importante, tanto por las nuevas especies implantadas, como por la oportunidad de que se instalen otras espontáneas de la zona. La fauna dispone de nuevos hábitats para alimentación, refugio y cría. Se mejora la conectividad entre distintas zonas naturales. Debido a lo reducido de estas actuaciones, no se percibe que éstas puedan suponer un deterioro significativo de otras comunidades vegetales y faunísticas que puedan existir en esas zonas. No obstante, sería muy interesante que en futuros diseños se tuvieran en cuenta medidas en las que se pueda compatibilizar mejor las forestaciones con la continuación de la actividad agrarias (p.e. aprovechamientos apícolas, biocombustibles, etc.), así como la posibilidad de microforestaciones también para reducidas superficies (p.e. ramblas o cañadas, cerros, etc.) con especies de alto valor ecológico.

En la época que se realizaron las forestaciones se hizo muy en falta la posibilidad de material vegetal diverso y de calidad. Esta situación podría volver a reproducirse en un futuro, además debería potenciarse la selección e investigación sobre el material vegetal autóctono adaptado a nuestras condiciones edafoclimáticas.

Mientras que en el periodo 2007-2013, todas las regiones apostaron por medidas destinadas a forestar (medidas 221, 222, 223) en sus respectivos PDRs, sin embargo en Murcia prácticamente no se llegaron a convocar, y finalmente, fueron desechadas. Incluso en el PDR 2014-2020 ni siquiera se contemplan, a pesar de que la Comisión continua insistiendo en ellas por su importancia. Debemos tener en cuenta, el gran papel que estas forestaciones podrían hacer de cara a compensar nuestro balance de carbono con respecto al Protocolo de Kioto.

Por último, otro aspecto en el que existe un profundo déficit es el del seguimiento e investigación sobre las medidas adoptadas, y en concreto, de las forestaciones realizadas (evolución de especies, pérdidas de suelo, mejora de sus propiedades, etc.). Se trata de una fuente de información de primer orden para el diseño de futuras actuaciones. En este seguimiento se hace necesaria la participación de las universidades y centros de investigación.

6. AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se ha realizado en el marco del Proyecto 15233/PI/10, financiado por la Fundación Séneca, y con la colaboración de la Dirección General de Regadíos y Desarrollo Rural (Consejería de Agricultura y Agua).

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, AGUA Y MEDIO AMBIENTE. COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA *Estadística Agraria Regional*. 2013. [en línea]:

[http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=1174&IDTIPO=100&RASTRO=c1415\\$m](http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=1174&IDTIPO=100&RASTRO=c1415$m)

DE ABREU Y PIDAL, J. M^a. (1990): Incorporación de las tierras marginales al sector forestal. En: Romanyk, N. (Dir.). *Ecología*. Fuera de Serie. N^o 1, 1990. p. 275-289. ICONA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.

DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA - MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2002): *Inventario Nacional de Erosión de Suelos (2002-2012). Región de Murcia*. 2002. EGRAF, S.A. ISBN: 84-8014-483-1. 200 pp. (DVD).

FERNÁNDEZ CARRILLO, M.A. (2015): *Medidas y técnicas de conservación de los suelos en el medio rural. Aplicación en España y la Región de Murcia*. Tesis Doctoral. Facultad de Biología. Universidad de Murcia, 1.032 pp.

MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, C. (2014): *Metodología de evaluación y análisis preliminar de la superficie en abandono agrícola de la Región de Murcia*. Tesis de Licenciatura. Departamento de Geografía, Universidad de Murcia (inédita).

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, RURAL Y MARINO (2008): *Programa de Acción Nacional contra la Desertificación*. Agosto 2008. 262 pp. Madrid. [Consulta: 15/12/2010].<http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/pand_agosto_2008_tcm7-19664.pdf>.

Capítulo 21

Infraestructuras verdes para la mejora de la calidad del agua y la biodiversidad: los humedales artificiales de l'Albufera de Valencia.

Antonio Guillen¹, Lucía Moreno², Matthieu Lassalle², Pablo Vera³, Roberto González³, Carmen Hernández Crespo⁴, Sara Gargallo⁴ y M^a Antonia Rodrigo⁵

1: Fundación Global Nature, antonioguillen@fundacionglobalnature.org; 2: Acció Ecologista Agró, tancatdelapipa@gmail.com; 3: Sociedad Estatal de Ornitología – SEO BirdLife, pvera@seo.org; 4: IIAMA - Universitat Politècnica de València, carhercr@upv.es; 5: ICBBE – Universitat de València, maria.a.rodrigo@uv.es

RESUMEN

El proyecto LIFE ALBUFERA se desarrolla en tres antiguos arrozales del Parque Natural de l'Albufera de Valencia, reconvertidos en humedales artificiales (HA) destinados al tratamiento de las aguas eutróficas. El principal objetivo es establecer las reglas de gestión de estos HA que optimicen conjuntamente calidad de aguas, mejora de hábitats y biodiversidad. Para ello se prueban diferentes configuraciones operativas y se monitorizan, durante dos años, los resultados sobre los indicadores de calidad de aguas, aves y hábitats. En este trabajo se presentan algunos de los resultados más interesantes.

ABSTRACT

LIFE ALBUFERA project is developed in three former rice fields of the Albufera Natural Park in Valencia, converted into constructed wetlands (CW) for the treatment of eutrophic waters. The main objective is to establish the rules for managing these CW to jointly optimize water quality and improvement of habitats and biodiversity. For this purpose, different operating configurations are tested and the results on water quality indicators, birds and habitats are monitored for two years. In this paper some of the most interesting results are presented.

1. INTRODUCCIÓN.

El fomento de las infraestructuras verdes ha sido reconocido por la Comisión Europea como una de las principales herramientas para abordar las amenazas sobre la biodiversidad, así como para integrar la biodiversidad en la aplicación de las Directivas europeas (Marco del Agua (DMA), de Inundaciones, de Aves y de Hábitats

fundamentalmente), obedeciendo así a los objetivos de la Estrategia 2020 de la UE sobre biodiversidad. Se define infraestructura verde como una red estratégicamente planificada de espacios naturales y seminaturales y otros elementos ambientales diseñados y gestionados para ofrecer una amplia gama de servicios ecosistémicos (UE, 2013). Se trata por tanto de una estrategia, integrada e inteligente, de gestión del capital natural. Entre los proyectos que forman parte de la estrategia de infraestructura verde se encuentran la recuperación de llanuras de inundación, construcción de escalas para peces, medidas para el control de la erosión, restauración de humedales o drenaje urbano sostenible, entre otras.

Los humedales artificiales (HA) pueden considerarse en este grupo de infraestructuras ya que, al igual que los humedales naturales, proveen de un amplio abanico de servicios ecosistémicos: control de inundaciones, mejora de la biodiversidad, retención de nutrientes y depuración de las aguas, o la disminución en la emisión de gases de efecto invernadero. Los HA como sistemas de tratamiento de aguas residuales, tanto urbanas como industriales o agrícolas, llevan empleándose desde hace décadas en numerosos países (Vymazal, 2013). Una aplicación innovadora de estos sistemas es la que se emplea para recuperar la calidad de las aguas en espacios naturales degradados, a la vez que generan hábitats e incrementan su biodiversidad. Un ejemplo de esta aplicación en el levante español se encuentra en l'Albufera de Valencia, en el marco del proyecto LIFE+12 ALBUFERA, en el que además de los firmantes, participan Acuamed y Confederación Hidrográfica del Júcar como cofinanciadores, y se cuenta con el apoyo del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, a través de la Fundación Biodiversidad.

2. ÁREA DE ESTUDIO.

El proyecto se desarrolla en tres humedales artificiales localizados en el Parque Natural de l'Albufera de Valencia (Figura 1) y contruidos sobre antiguos campos de arroz denominados *tancats* (*Tancat de la Pipa* (HATP), *Tancat de Milia* (HATM) y *Tancat de l'Illa* (HATLI)) (véase Figura 1). HATM y HATLI están habilitados para recibir efluentes de depuradora pero durante el proyecto los tres HA han tratado agua procedente del lago de l'Albufera, muy eutrofizada. En la Tabla 1 se recogen las principales características de funcionamiento de los tres espacios.



Figura 1. Localización de los HA en los que se desarrolla el proyecto LIFE ALBUFERA.

Tabla 1. Características de los HA en los que se desarrolla el proyecto LIFE ALBUFERA.

	Superf. total (ha)	Origen del agua	Tipología de HA	Calado (m)	Q (m ³ /d)	CH (m ³ /m ² /d)	TRH (d)	Cobertura vegetal (%)
HATP	40	Lago	B+C	0.16	5800	(B) 0.08	(B) 2.3	<30
HATM	33.4	Lago/ED AR	A+B+C	0.33	3400	(B) 0.04	(B) 8.0	<30
HATLI - B3	16	Lago/ED AR	A+B+C	0.42	1560	0.03	15.9	>90
HATLI - B4		Lago/ED AR	A+B+C	0.42	390	0.01	30.6	>80

A: flujo subsuperficial; B: flujo superficial; C: laguna; Q: caudal; CH: carga hidráulica; TRH: tiempo de retención hidráulico.

3.1. Calidad de aguas

Se han monitorizado indicadores físico-químicos (conductividad, pH, temperatura, oxígeno disuelto, materia orgánica, nutrientes, alcalinidad y pigmentos) cada tres semanas en 8 puntos de las líneas de tratamiento de cada HA, y biológicos en 4 puntos de cada HA, con frecuencia entre bimensual (fitoplancton, zooplancton) y trimestral (macroinvertebrados, peces). Se presentan datos medios de reducción de los principales parámetros físico-químicos y de fitoplancton y zooplancton.

3. METODOLOGÍA

La metodología seguida en el proyecto ha consistido en definir una estrategia de gestión y monitorizar los resultados en los tres HA. Resumidamente, la estrategia de gestión se ha dividido en dos líneas de trabajo: (1) seleccionar en cada HA un conjunto de parcelas en serie, funcionando como líneas de tratamiento, para probar diferentes regímenes hídricos, y (2) otra serie de parcelas, mantenidas en régimen de sequía, en las que probar diferentes tipos de plantación para mejorar la cobertura vegetal. El impacto de esta estrategia sobre la calidad del agua, los hábitats y las aves se ha monitorizado mediante las técnicas que se describen a continuación.

3.2. Hábitats y vegetación

En la línea de trabajo sobre hábitats, se han realizado diversas operaciones de gestión (plantaciones de vegetación helófitas y sumergida, secados, siegas, laboreos del terreno). El diseño de las actuaciones de recuperación de la vegetación sumergida se basó en las experiencias descritas por Rodrigo et al. (2013). En la presente contribución se exponen algunos de los trabajos con vegetación helófitas. Para poner en práctica diversos métodos de plantación y comprobar su efecto en el desarrollo de la vegetación, en HATP se eligieron dos diseños de plantación diferentes para las parcelas 1 y 2: diseño homogéneo o a tresbolillo, con filas paralelas idénticas en cuanto a proporción de especies de plantas (1) y diseño en macizos idénticos en número de plantas y proporción de especies dispuestos en forma de tablero de ajedrez para evitar los caminos preferenciales del agua (2), con un total de 26000 plantas de 8 especies. El seguimiento se realizó mediante un diseño tipo Split Plot, dividiendo cada parcela en dos, y se seleccionaron aleatoriamente y marcaron 10 ejemplares de cada especie en cada subparcela. Cada 2-3 meses se realizó el seguimiento de las plantas identificadas.

3.3. Biodiversidad de aves

Las aves dependientes de los ecosistemas acuáticos con requerimientos ecológicos más estrictos y asociados con masas de agua de buena calidad pueden suponer un buen indicador para estimar el estado de conservación de los humedales, tanto a través de la relación directa con los indicadores de la DMA como a través de la calidad ecológica ('naturalidad') del hábitat. Para la determinación de las especies de aves acuáticas representativas y de su utilidad para estimar el Estado de Conservación Favorable (ECF) se ha llevado a cabo un análisis inicial de la información que dispone SEO/BirdLife sobre la comunidad de aves de l'Albufera, de las que se han seleccionado 9 especies de aves acuáticas (Tabla 2, excluyendo passeriformes y afines), siguiendo las recomendaciones y metodología de Howell y González (2010). Los parámetros de las poblaciones

reproductoras de aves acuáticas analizados se obtuvieron mediante censos de aves acuáticas con una periodicidad semanal entre el 1 de abril y el 15 de julio en cada HA.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Calidad de aguas

Los resultados de los indicadores físico-químicos de calidad de aguas muestran que los HA se comportan como sistemas de depuración del agua, reduciendo por lo general de manera significativa las concentraciones de nutrientes, materia orgánica y sólidos en suspensión (Figura 2). Se puede observar alguna excepción como el aumento de DQO en el HATLI, asociado a la descomposición de la vegetación madura presente en las parcelas, sistema con mayor cobertura vegetal. En el sector B de HATM los rendimientos negativos están relacionados con el hecho de que el sector A produce un efluente de muy bajas concentraciones, por lo que pequeñas perturbaciones, asociadas a la resuspensión de sedimentos por el viento o la avifauna, dan lugar a rendimientos negativos en el sector B.

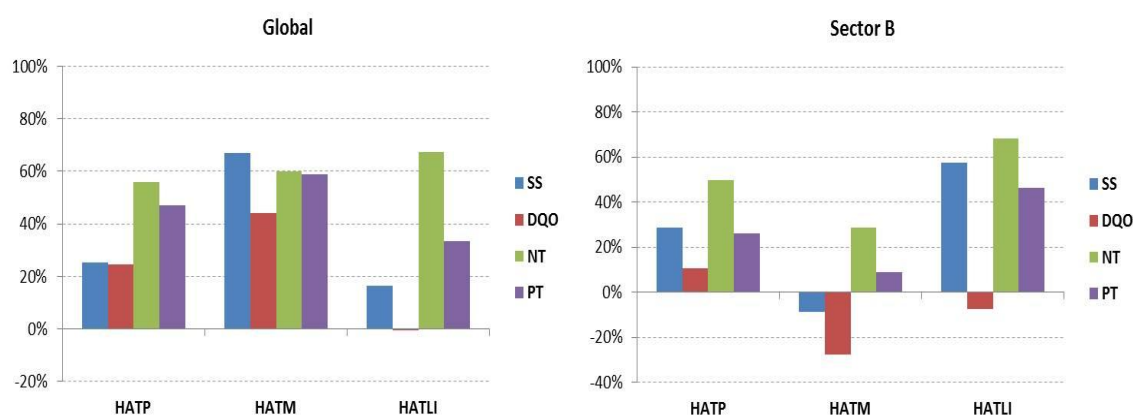


Figura 2. Rendimientos de depuración global (considerando todos los sectores) y en sectores B (Ene.2014-Abr.2015).

SS: sólidos en suspensión; DQO: demanda química de oxígeno; NT: nitrógeno total; PT: fósforo total.

En cuanto a los indicadores biológicos, tal y como se muestra en la Figura 3, se consiguen reducciones promedio entre el 48 y 85% de las concentraciones de clorofila a y del biovolumen algal, con una alta frecuencia de reducción del 45% de los casos en HATLI, 73% en HATP y 100% en HATM. Además, esta reducción de la población de fitoplancton viene acompañada de un aumento de la biodiversidad, pasando de dominancia de cianofíceas en la entrada a una comunidad algal más biodiversa en la salida de los HA. Por otro lado, se produce un incremento de la biomasa zooplanctónica,

multiplicándose hasta por 12 veces en el HATLI, 8 en HATM y 4 en HATP, por lo que los HA están actuando como viveros de organismos filtradores que son exportados al lago.

4.2. Hábitats y vegetación

Respecto a la influencia de la cobertura vegetal, se ha observado que mantenerla en altos porcentajes es muy importante para el correcto funcionamiento de los HA como elementos depuradores (Martín et al. 2013), tal y como indican los rendimientos de eliminación de nutrientes y sólidos suspendidos del sector B de HATLI (Figura 2), y también para la nidificación de algunas especies de aves.

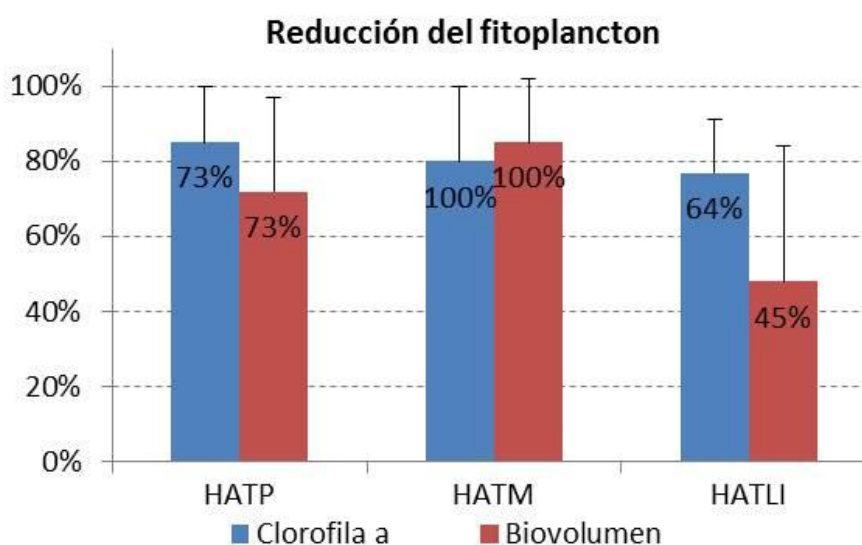


Figura 3. Reducción de la biomasa fitoplanctónica, medida como clorofila a y biovolumen algal. Se indica en el interior de la barra el % de casos en los que la reducción es positiva.

Los trabajos llevados a cabo para recuperar la cobertura vegetal en HATP y HATM han mostrado que mantener periodos prolongados de sequía, con riegos periódicos, es muy importante para garantizar una supervivencia elevada y una colonización lateral por parte del carrizo. El lirio amarillo (*Iris pseudacorus*) ha presentado un buen desarrollo y crecimiento durante todo el año, permaneciendo activo incluso en invierno, lo que le confiere un atractivo paisajístico importante (véanse fotografías en Figura 4) (Hernández-Crespo et al. 2015).



Figura 4. Imágenes del seguimiento de las actuaciones de recuperación de la cobertura vegetal.

En cuanto a la comparación de los marcos de plantación de vegetación helófitas, tras un año de estudio, los primeros resultados muestran una elevada supervivencia, con una media de 89%. El test ANOVA confirma que, por una parte, no existe efecto de la especie ni del marco de plantación sobre el valor de supervivencia de las plantas ($p > 0.05$) pero que la supervivencia sí se ve afectada por el tiempo transcurrido ($p < 0.05$). En concreto, este efecto se correlaciona con la re-inundación de las parcelas tras 5 meses tras la plantación. La inundación en este caso se presenta como elemento potenciador de la depredación por parte de la avifauna herbívora; tras observar efectos considerablemente negativos se decidió prolongar el periodo de secado.

Paralelamente, durante los trabajos de monitorización se ha podido comprobar que, para mantener una alta cobertura de eneas (2.1 kg/m^2 de *Typha* spp.), es importante mantener un calado alto en los HA, como los mantenidos en HATLI (40 cm), para que el efecto depredador ejercido por el calamón común (*Porphyrio porphyrio*) no sea muy desfavorable; en HATM y HATP ha agotado prácticamente la cobertura de enea.

4.3. Biodiversidad de aves

Con la información elaborada hasta el momento, se puede empezar a definir el papel del conjunto de los HA para la reproducción de las anátidas y focha común, y por tanto para la mejora de su estado de conservación (Tabla 2) en l'Albufera, así como el papel de cada uno de ellos debido a la configuración y cobertura de sus hábitats:

- HATP, con lagunas mucho más abiertas y un sistema de parcelas con vegetación dispersa, ofrece ambientes adecuados a una alta variedad de especies de aves acuáticas, pero en números reducidos. Una de las grandes noticias del proyecto es la reproducción de la cerceta carretona.

- HATM, con una cobertura baja de eneas sobre sustrato inundado, pero con baja densidad, ofrece ambientes adecuados para la reproducción de dos de las especies más interesantes para el proyecto: la focha común y el pato colorado.
- HATLI, con una cobertura alta de eneas de porte elevado y con alta densidad, junto con abundancia de peces de pequeño y mediano tamaño, es un lugar altamente apropiado para la reproducción de garza imperial y avetorillo.

Tabla 2. Parejas reproductoras en los HA, de especies con estado de conservación desfavorable o no determinado. Como referencia del papel de los HA para mejorar el estado de conservación de la ZEPA, se indican sus Valores de Referencia Favorables (VRF) (Iñigo et al. 2010).

Especie	Parejas HA 2014	Parejas Albufera 2014	Parejas HA 2015	Parejas Albufera 2015	VRF Albufera
<i>Anas clypeata</i>	0	0	0	0	3
<i>Anas strepera</i>	0	0	2	2	1
<i>Ardea purpurea</i>	1 2	53	9	59	94
<i>Aythya ferina</i>	4	20	4	17	31
<i>Fulica atra</i>	1 6	20	12	17	53
<i>Himantopus himantopus</i>	1 3	514	5	746	695
<i>Netta rufina</i>	2 5	33	19	27	250
<i>Podiceps cristatus</i>	4	28	3	15	90
<i>Porphyrio porphyrio</i>	1 7	35	18	35	152
§ <i>Anas querquedula</i>	0	0	1	1	-

§ Especie no evaluada inicialmente por no haber constancia de reproducción anterior en la ZEPA.

5. CONCLUSIONES

Este proyecto está demostrando que los HA son capaces de regenerar las aguas eutrofizadas de l'Albufera, produciendo efluentes con bajas concentraciones de nutrientes y sólidos en suspensión, y abundancia de organismos filtradores, al tiempo que están recreando hábitats de calidad para la recuperación de especies de aves que se encontraban en estado de conservación desfavorable en la ZEPA de l'Albufera de Valencia.

6. REFERENCIAS

HERNÁNDEZ-CRESPO, C., OLIVER, N., BIXQUERT, J., GARGALLO, S. Y MARTÍN, M. (2015). Comparison of three plants in a surface-flow constructed wetland treating eutrophic water in a Mediterranean climate. *Hydrobiologia* DOI 10.1007/s10750-015-2493-9.

HOWELL, D. Y GONZÁLEZ, R. (2010). La Directiva Marco del Agua y la conservación de los humedales y los espacios de la Red Natura 200 que dependen del agua. SEO/BirdLife, Madrid.

ÍÑIGO, A., INFANTE, O., LÓPEZ, V., VALLS, J. Y ATIENZA, J.C. (2010). Directrices para la redacción de Planes de Gestión de la Red Natura 2000 y medidas especiales a llevar a cabo en las ZEPA. SEO/BirdLife, Madrid.

MARTÍN, M., OLIVER, N., HERNÁNDEZ-CRESPO, C., GARGALLO, S., Y REGIDOR, M.C. (2013). The use of free water surface constructed wetland to treat the eutrophicated waters of lake L'Albufera de Valencia (Spain). *Ecological Engineering* 50, 52-61.

RODRIGO, M.A., ROJO, C., ALONSO-GUILLÉN, J.L., VERA, P. (2013). Restoration of two small Mediterranean lagoons: the dynamics of submerged macrophytes and factors that affect the success of revegetation. *Ecological Engineering* 45, 1–15.

UNIÓN EUROPEA (2013). Building a Green Infrastructure for Europe Environment. Doi: 10.2779/54125.

VYMAZAL, J. (2013). Emergent plants used in free water surface constructed wetlands: a review. *Ecological Engineering* 61, 582-592.

Capítulo 22

La cogestión adaptativa como herramienta para la gestión ética de la pesca

Simón Hernández Aguado, María Eugenia Sánchez Vidal, Ignacio Segado Segado

Universidad Politécnica de Cartagena,

Email: simon.hernandez@upct.es meugenia.sanchez@upct.es ignacio.segado@upct.es

RESUMEN

El bienestar social y ambiental de las comunidades de pescadores se ha visto duramente castigado por una gestión insostenible y poco ética. Esta insostenibilidad hace necesario la búsqueda de nuevas herramientas de gestión que estimulen una pesca sostenible. En este trabajo, se analiza el estado de las comunidades y los riesgos que las amenazan a través del conocimiento de los pescadores.

ABSTRACT

Social and environmental well-being of fishing communities have been harmed by an unsustainable and unethical management. The unsustainability of fisheries management needs new tools to ensure the sustainability of the activity. In this paper, the status and risks to fishing communities is analyzed using their knowledge.

1. INTRODUCCIÓN

El estado actual de las poblaciones de peces y de las comunidades de pescadores de todo el mundo muestran el fracaso moral de los organismos internacionales y nacionales de pesca para garantizar el desarrollo sostenible de la actividad (Lam y Pitcher, 2012). Esta situación alarmante no solo ha tenido repercusiones sobre el bienestar del ecosistema marino, sino también para millones de personas que dependen de la pesca en todo el mundo. Thi Phung et al. (2013) sostienen que la gestión de las comunidades de pescadores a menudo es insostenible debido a un enfoque sectorial que no tiene en cuenta los medios de vida de los pescadores ni sus condiciones particulares.

Estas comunidades son acusadas, tradicionalmente, de incumplir las reglas de pesca y sobreexplotar los recursos pesqueros más cercanos a dicha comunidad. Sin embargo, rara vez se conoce si las políticas de pesca responden a las necesidades sociales, económicas y ambientales de la comunidad, es decir, si son capaces de hacer

frente a la problemática que los pescadores tienen para asegurar la sostenibilidad de su medio de vida. Por lo tanto, para alcanzar una pesca sostenible y ética, necesitamos nuevas herramientas de gestión que permitan responder a las necesidades de las diferentes partes interesadas en la gestión de la pesca (Thi Phung et al., 2013).

La cogestión está fuertemente conectada con las políticas de buena gobernanza de la pesca y muestra un impacto positivo en la gestión de los recursos de las comunidades de pescadores (Carlsson y Berkes, 2005). Dentro de la gobernanza de la pesca, el enfoque de cogestión adaptativa ha tomado gran relevancia, especialmente a la hora de incorporar el conocimiento de los pescadores a la gestión de los recursos. En este trabajo, se define qué entendemos por medios de vida y cómo la cogestión puede servir para mejorar su sostenibilidad. El estudio empírico con el que se pone en práctica la literatura se realiza en la comunidad de pescadores de Cartagena, centrando dicho estudio en el conocimiento que poseen los pescadores sobre el estado y gestión de sus comunidades.

2. LA SOSTENIBILIDAD DE LOS MEDIOS DE VIDA Y LA COGESTIÓN ADAPTATIVA DE LAS COMUNIDADES DE PESCADORES

2.1 La sostenibilidad de los medios de vida

El análisis de los medios de vida tiene como objetivo principal analizar los factores que afectan al bienestar de los individuos y su comunidad (Thi Phung et al., 2013). Los activos que forman los medios de vida de los pescadores se pueden clasificar como físicos (barcos, bienes duraderos, vivienda), naturales (caladeros de pescado, ecosistema marino), humanos (trabajo, educación, experiencias), sociales (asociación, participación, confianza) y financieros (ahorro, crédito, ingresos). Una comunidad de pescadores es sostenible cuando puede afrontar y recuperarse de los cambios y golpes que se producen, sin deteriorar su base de recursos naturales. En las últimas décadas, las comunidades de pescadores han visto como sus medios de vida han ido disminuyendo, a la vez que éstas se han hecho más vulnerables como consecuencia de una gestión poco ética (Lam y Pitcher, 2012). Por ello, es esencial estudiar los riesgos y políticas que permitan la adaptación a los futuros cambios de la actividad de forma conjunta a los pescadores, estimulando así la sostenibilidad de sus medios de vida.

2.2 La cogestión adaptativa

La cogestión adaptativa combina múltiples agentes de interés para resolver los problemas que afectan a las comunidades de pescadores. De acuerdo con Berkes (2004), la cooperación es esencial para hacer frente a los retos ambientales, sociales y económicos de un sistema tan complejo como la pesca. Dicho enfoque centra su funcionamiento en la gestión adaptativa. La gestión adaptativa considera a la política

como el resultado de un conjunto de conocimientos que se adquieren de forma incremental a través de un proceso de aprendizaje social (ciclos de acción y reflexión) que permita responder a los problemas de las comunidades de pescadores de una forma flexible y participativa. Dicho proceso mejora la toma de decisiones, siendo éstas más eficientes y equitativas, especialmente a través de la integración del conocimiento de los pescadores a la gestión, cuyo resultado es una mayor legitimidad y credibilidad de los objetivos y políticas de pesca, así como una mayor capacidad de sus recursos. De acuerdo con Fernell et al. (2008), la cogestión adaptativa pretende hacer frente a la complejidad y riesgos que rodean a la pesca desde un enfoque ético, respondiendo a los intereses de la comunidad y no a intereses específicos de un grupo determinado.

3. METODOLOGÍA

3.1 Área de estudio

Para poner de manifiesto la revisión literaria realizada hasta ahora y aplicar dicha literatura a un caso real, se va a analizar el estado de los medios de vida de la comunidad de pescadores de Cartagena (Figura 1). La comunidad de pescadores de Cartagena resulta idónea para realizar nuestro estudio por diversos motivos. En primer lugar, su gestión se encuentra bajo el modelo tradicional, cuyos efectos negativos para la sostenibilidad de la comunidad han ido creciendo en la última década. En el periodo 2004-14, el sector pesquero de la ciudad ha sufrido un descenso del 17% del empleo y la reducción del 21% de sus embarcaciones.

3.2 Muestra y recopilación de datos

Para analizar el estado de los medios de vida de la comunidad de pescadores de Cartagena, fueron recogidos tanto datos cuantitativos como cualitativos. Los datos cuantitativos fueron recogidos a través de un cuestionario semi-estructurado, realizado a 59 pescadores que representan un 57% del total de la comunidad. Para los datos cualitativos se llevaron a cabo 14 entrevistas personales con pescadores de la ciudad. En este estudio también se ha llevado a cabo conversaciones informales y la observación personal para recoger datos. Estos fueron recogidos durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2015, a través de entrevistas directas realizadas en los puertos pesqueros de Cartagena y Cabo de Palos.

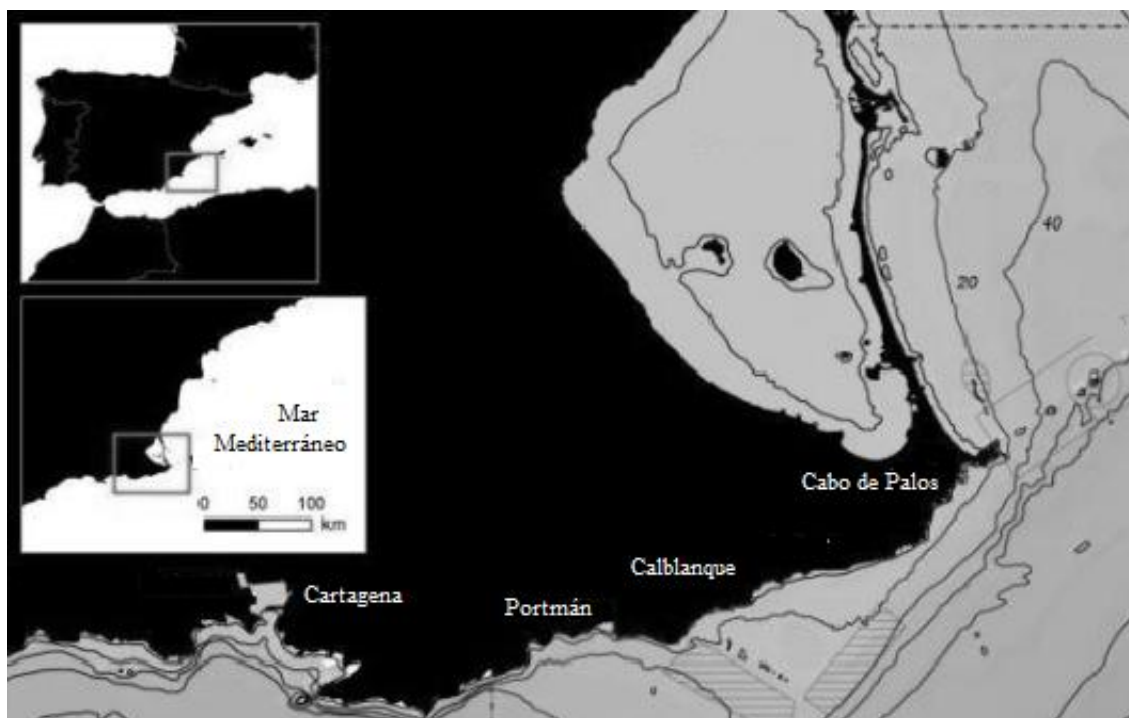


Figura 1. Localización del caso de estudio.

Fuente. Adaptada de Esparza (2010).

3.3 Análisis de indicadores

Para analizar el capital humano, social, natural, financiero y físico, se han utilizado diferentes tipos de escala y métodos de indexación con el objeto de hacerlos comparables y permitir una interpretación significativa. Para el análisis se han tomado como referencia los valores 0,33, 0,66 y 1, interpretándose como insostenible, medio y sostenible. Para poder comparar el valor de los diferentes indicadores, estos han sido tratados de forma diferente con el objeto de poder obtener un valor en un intervalo de 0-1, que permita a los miembros y responsables de la comunidad de pescadores tomar en el futuro decisiones que contribuyan al desarrollo sostenible de la pesca (Chen et al., 2013).

Los indicadores que han sido evaluados con las opciones de nivel Alto, Medio o Bajo, su índice ha sido obtenido como: $I = \text{Alto}\% \times 1 + \text{Medio}\% \times 0,66 + \text{Bajo}\% \times 0,33$. Las preguntas de respuesta Sí o No se interpretaron como: $I = \text{Sí}\% \times 1 + \text{No}\% \times 0$. Las preguntas relacionadas con el número de meses trabajados o el número de fuentes para acceder a la información, han sido tratados de la siguiente manera: con el peso 0,33 si está por debajo de la media; si el indicador es mayor que la media pero inferior a $1,5 \times \text{Media}$ con un peso de 0,66; y si su valor está por encima del $1,5 \times \text{Media}$ es clasificado con un peso de 1. Después de calcular cada indicador, se evaluó el valor de cada capital y, finalmente, el valor de todos los medios de vida en su conjunto. A continuación, se ha analizado la información cualitativa con el propósito de estudiar los futuros riesgos a los que se enfrenta el sector pesquero y las medidas que permitan adaptarnos a éstos a través del conocimiento de los pescadores.

4. RESULTADOS

4.1 Análisis de los medios de vida

La figura 2 muestra el estado de la comunidad de pescadores de Cartagena, a través del pentágono general de los medios de vida de dicha comunidad.

Para analizar el capital humano se han utilizado algunos indicadores comunes, como el estado de salud y la experiencia (Chen et al., 2013) y otros indicadores específicos de las comunidades de pescadores (Islam et al., 2011). Como se puede observar en la Tabla 1, este capital ha sido el más afectado por la gestión de la actividad. Los pescadores presentan un bajo nivel educativo como consecuencia de su temprana incorporación a la pesca. Asimismo, de forma mayoritaria, utilizan como fuente de información solo a los propios pescadores. El capital social (Islam et al., 2011) muestra como existe un fuerte liderazgo dentro de la comunidad de pescadores, representada por su Cofradía, que defiende los intereses socio-económicos de los pescadores. Sin embargo se necesitan mejorar otros aspectos como el mayor conocimiento sobre las políticas y normas que regulan la pesca y una participación más activa en la toma de decisiones, ya que ésta se encuentra centralizada en la Administración.

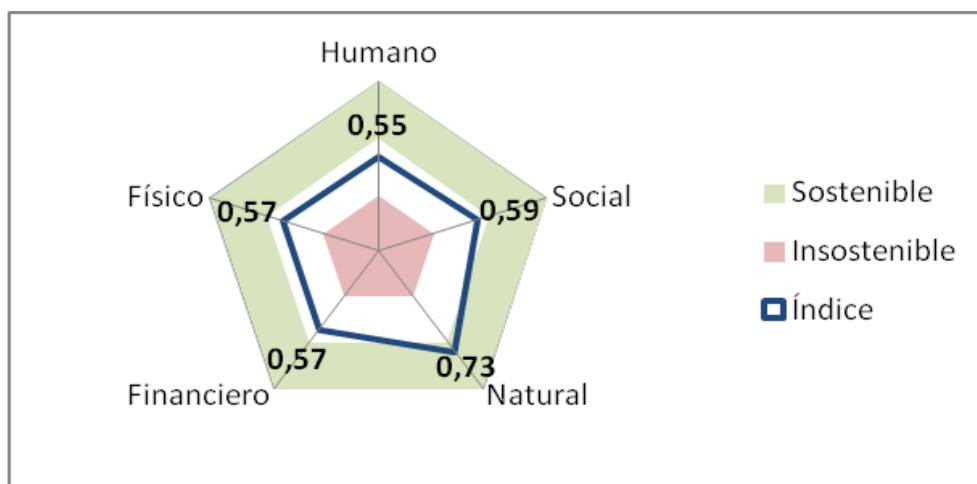


Figura 2. Pentágono general de los medios de vida de la comunidad de pescadores de Cartagena. Fuente. Elaboración propia

Siguiendo las directrices de Berkes y Folkes (1994) para el uso sostenible del capital natural, se observa el buen estado del capital natural, siendo éste el único que muestra valores sostenibles. Dicho valor viene determinado por el carácter artesanal mayoritario en la flota pesquera y por el cumplimiento cada vez mayor de las normas de pesca. A las variables tradicionales de activos fijo, calidad de la vivienda y los bienes duraderos utilizados para evaluar el capital físico (Chen et al., 2013), se han añadido la posesión de equipos de pesca (Islam et al., 2014) donde se observa como solo el 39% de

los pescadores entrevistados disponen de dichos equipos. De acuerdo con los datos del capital financiero (Islam et al., 2011; 2014), observamos como la situación del crédito de la comunidad muestra valores sostenibles. Sin embargo, los ingresos y ahorros de los pescadores se han visto deteriorados por la crisis económica de los últimos años y por las vedas excesivas y baja rentabilidad de la actividad.

Tabla 1. Estado de los medios de vida en la comunidad de pescadores de Cartagena.

Capital	Indicador	Valor	Valor del capital
Humano	Nivel educativo	0,41	0,55
	Estado de salud	0,84	
	Acceso a la información	0,47	
	Formación continua	0,46	
	Experiencia en el sector	0,55	
	Número de meses trabajados al año	0,54	
Social	Importancia en la comunidad	0,54	0,59
	Participación en la toma de decisiones	0,57	
	Liderazgo	0,67	
	Conocimiento sobre la gestión	0,53	
	Nivel de confianza	0,61	
Natural	Impacto tecnológico sobre los stock de peces	0,72	0,73
	Percepción del estado de las poblaciones de peces	0,68	
	Impacto de los pescadores sobre los stock de peces	0,79	
	Percepción de la salud del medio marino	0,70	
	Estado de las capturas de pescado	0,76	
Financiero	Nivel de ingresos del hogar	0,47	0,57
	Nivel de ahorro del hogar	0,51	
	Cantidad de crédito recibida	0,69	
Físico	Calidad de la vivienda	0,72	0,57
	Equipo de pesca	0,39	
	Bienes duraderos del hogar	0,59	
	Bienes de capital fijos	0,56	
Índice de los medios de vida		0.60	

Fuente. Elaboración propia.

4.2 Riesgo y gestión del riesgo

Durante la recogida de datos, se llevaron a cabo un conjunto de conversaciones informales y en profundidad con los pescadores donde se evaluaron los riesgos a los que se enfrenta la comunidad de Cartagena. Asimismo, se estudió cómo la gestión de la pesca puede adaptarse a dichos riesgos de una forma ética, utilizando para ello la información cualitativa recogida en este estudio.

La tabla 2 recoge los principales riesgos de gestión y los ejes de adaptación desarrollados por los pescadores para alcanzar una gestión adaptativa y ética. Los riesgos muestran las principales barreras que se encuentran en la gestión actual de la

pesca para alcanzar una actividad justa, social y ambientalmente, que garantice la existencia de recursos a las generaciones futuras. Las líneas de mejora citadas deben ser la base de una nueva gestión adaptativa, que permita el uso ético de los recursos de las comunidades.

Tabla 2. Percepción de los riesgos y medidas de adaptación en la comunidad de pescadores de Cartagena.

Riesgos	Ejes de adaptación
Pocas posibilidades de diversificación	Mejorar el apoyo institucional a la diversificación
Bajos precios e ingresos de la actividad	Mejorar las técnicas de marketing y sensibilización
Políticas ineficientes a la problemática	Aumentar la participación de los pescadores
Fuerte individualismo entre pescadores	Fortalecer la gestión de la comunidad
Gobierno débil y con baja legitimidad	Mejora institucional y gestión adaptativa
Carrera por el pescado	Restablecer los periodos y restricciones de veda
Destrucción de empleo y flota	Re-direccionar las políticas y ayudas a la pesca

Fuente. Elaboración propia

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha estudiado el concepto de medios de vida y como la cogestión puede estimular la sostenibilidad de éstos. Asimismo, se ha analizado el estado actual de los medios de vida de la comunidad de pescadores de Cartagena, estableciendo las líneas generales de intervención para alcanzar una gestión ética y adaptada a las necesidades y problemática de la actividad en la ciudad.

6. BIBLIOGRAFÍA

- BERKES, F. (2004). Rethinking community-based conservation. *Conservation biology*, nº3, pp. 621-630.
- BERKES, F., & FOLKE, C. (1994). Investing in cultural capital for sustainable use of natural capital. *Investing in natural capital: the ecological economics approach to sustainability*. Island Press, Washington, DC, USA, pp. 128-149.
- CARLSSON, L., & BERKES, F. (2005). Co-management: concepts and methodological implications. *Journal of environmental management*, nº 1, pp. 65-76.
- CHEN, H., ZHU, T., KROTT, M., CALVO, J. F., GANESH, S. P., & MAKOTO, I. (2013). Measurement and evaluation of livelihood assets in sustainable forest commons governance. *Land use policy*, nº 1, pp. 908-914.
- ESPARZA ALAMINOS, Ó. (2012). Estudio de la pesca artesanal en el entorno de la reserva marina de Cabo de Palos-Islas Hormigas: estrategias, efecto de la protección y propuestas para la gestión. *Proyecto de investigación*. Universidad de Murcia
- FENNELL, D., PLUMMER, R., & MARSCHKE, M. (2008). Is adaptive co-management ethical?. *Journal of Environmental Management*, nº 1, pp. 62-75.

- HA, T. T. P., & VAN DIJK, H. (2013). Fishery livelihoods and (non-) compliance with fishery regulations—A case study in Ca Mau Province, Mekong Delta, Viet Nam. *Marine Policy*, n° 38, pp. 417-427.
- ISLAM, G. M. N., YEW, T. S., ABDULLAH, N. M. R., & VISWANATHAN, K. K. (2011). Social capital, community based management, and fishers' livelihood in Bangladesh. *Ocean & Coastal Management*, n°2, pp. 173-180.
- ISLAM, M. M., SALLU, S., HUBACEK, K., & PAAVOLA, J. (2014b). Vulnerability of fishery-based livelihoods to the impacts of climate variability and change: insights from coastal Bangladesh. *Regional Environmental Change*, n°1, pp. 281-294.
- LAM, M. E., & PITCHER, T. J. (2012). The ethical dimensions of fisheries. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, n° 3, pp. 364-373.

Capítulo 23

Procesos litorales en la playa de Matalentisco (Águilas, Región de Murcia)

Antonio Daniel Ibarra Marinas, Gustavo A. Ballesteros Pelegrín y Francisco Belmonte Serrato.

Departamento de Geografía. Campus de La Merced. Universidad de Murcia, 30.001
E-mail: adaniel.ibarra@um.es gabp1@um.es franbel@um.es

RESUMEN

La Playa de Matalentisco, situada en la Pedanía de Cocón (Águilas), es una de las playas menos urbanizadas del municipio. La escasa distancia que la separa de la localidad de Águila, no impide que se trate de una playa localizada en un entorno rural, sin construcciones ni paseo marítimo y con un gran valor ecológico. La erosión costera, debida principalmente a la falta de aportes de sedimentos procedentes de ramblas, se ha traducido en una pérdida de 26.500 m² desde 1956 hasta la actualidad y que representa un 80 % de su superficie en ese año, con pérdidas de anchura de más de 50 m en algunos perfiles. La superficie de la playa ha aumentado en 2.100 m² desde 1981, aunque sus condiciones siguen sin parecerse a las de 1956. Las características geomorfológicas de la Playa de Matalentisco y la reciente construcción de un puerto a 1 Km de distancia, pueden frenar esa leve recuperación.

ABSTRACT

Matalentisco Beach, located in Cocón (Águilas), is one of the less urbanized beaches of the municipality. Despite the short distance that separates it from the town of Eagle, Matalentisco beach is located in a rural setting, no buildings and waterfront and the area has a great ecological value. The coastal beach erosion is related mainly to the lack of sediment input from mediterranean seasonal streams, this erosion has been a loss of 26,500 m² from 1956 until now and representing 80% of the area in that year. Losses wide in profiles are more than 50 m. The beach area has increased by 2,100 m² since 1981, although conditions remain resemble 1956. The geomorphology Matalentisco Beach and the recent construction of a port at 1 Km away is a fact that could stop this slight recovery.

1. INTRODUCCIÓN

Las zonas costeras representan áreas con estados físicos de alta energía, en donde interactúan una diversidad de procesos geofísicos: terrestres y oceánicos, los cuales moldean de forma continua y permanente la geomorfología del borde continental.

La erosión costera es el retroceso de la línea de costa en un período de tiempo suficientemente amplio, para eliminar las fluctuaciones climáticas, meteorológicas y relacionadas con procesos sedimentarios locales. En este sentido, las playas del sur de la Región de Murcia han experimentado importantes pérdidas de arena (Ibarra Marinas *et al.*, 2015). Los procesos de erosión costera, bien de forma natural o inducidos de forma antrópica, presentan una serie de características que permiten catalogarlos de riesgos naturales. Para que una playa sea estable la cantidad de material entrante en el tramo de playa debe ser igual a la que sale de ella. El movimiento de la arena a lo largo de las playas es debido a la acción de las olas, las corrientes y la disponibilidad de los sedimentos que las forman. Existen dos tipos de transporte: el transporte litoral longitudinal que arrastra los sedimentos a lo largo de la playa, desde la orilla hasta la profundidad litoral (d_l), próxima a la profundidad de rotura del oleaje; y el transporte litoral transversal, con capacidad de desplazar los sedimentos desde la playa seca hasta la parte inferior de la playa sumergida. Este límite de este movimiento de sedimentos se encuentra en la profundidad litoral o de cierre o shoal (d_s).

En este trabajo se ha realizado un estudio de los cambios sufridos por la Playa de Matalentisco (Figura 1) desde 1956 hasta la actualidad, se ha calculado los sedimentos que pueden desplazarse longitudinalmente por la playa y se ha cartografiado su zona de paso, para ver las posibles respuestas de la playa a largo plazo.

2. ÁREA DE ESTUDIO

La Playa de Matalentisco, una de las más meridionales de la Región de Murcia, se sitúa en la Pedanía de Cocón a 5 Km del núcleo de Águilas (Figura 2). Posee una longitud de 270 m y está formada por un sedimento que combina arena media y grava. Uno de los mayores valores que le da calidad a esta playa es la ausencia de área urbanizada en el *hinterland* como sucede en gran parte de la ribera mediterránea, en su lugar, se encuentra rodeada de un pequeño bosque de lentiscos, que le dan nombre a la playa.



Figura 1. Playa de Matalentisco. Fuente: CARM

La escasa distancia de la Playa de Matalentisco con el núcleo de Águilas, hace que esté sometida a una gran presión turística, especialmente durante los meses estivales. El oleaje moderado y el paisaje natural y su fina arena, son valores añadidos que convierten esta playa en una de las más atractivas de los alrededores de Águilas.

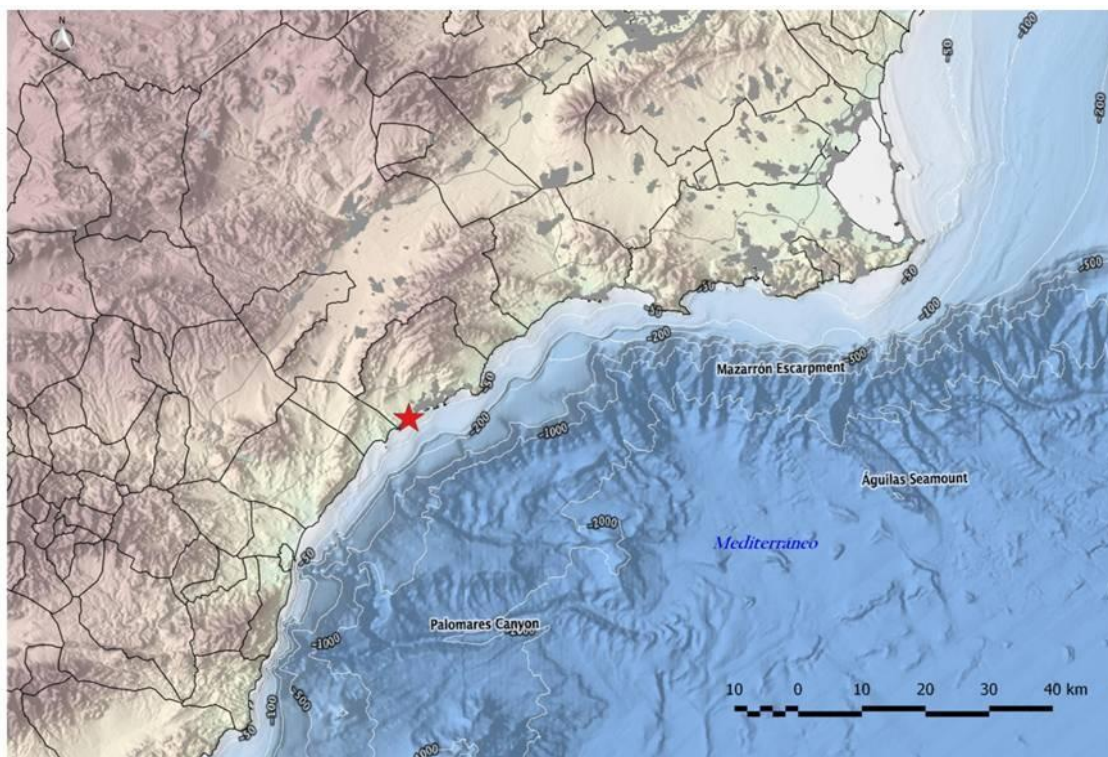


Figura 2. Localización de la Playa de Matalentisco en el litoral de la Región de Murcia. Fuente: elaboración propia.

3. METODOLOGÍA

Para la realización de este trabajo se han utilizado dos tipos de software: el Sistema de Modelado Costero (SMC), programa desarrollado por el IH Cantabria, que permite el cálculo de oleaje, y a través de él y junto con un estudio de la granulometría del área de estudio, el cálculo de las profundidades activas que actúan sobre la dinámica de la playa y QGIS, un sistema de información geográfica para el tratamiento de datos espaciales.

Para el cálculo de las variaciones de la Playa de Matalentisco se ha recurrido a la fotogrametría aérea (1956, 1981 y 2013) con el objetivo de comparar transectos y áreas a lo largo del tiempo, con el fin de calcular las tasas de erosión de los periodos comprendidos entre esos años.

3.1 Cálculo de las profundidades

Para el cálculo del transporte se ha recurrido al modelo del *Coastal Engineering Research Center* (1984):

$$S_c = A \cdot H_{s0}^2 \cdot c_0 \cdot K_r^2 \cdot \sin \theta_b \cdot \cos \theta_b$$

Donde: S_c es el transporte de arena en m^3/s ; A es un coeficiente dependiente del tipo de playa; c_0 , la celeridad de la ola en aguas profundas en m/s ; θ_b , el ángulo entre los contornos de la profundidad y la cresta de la ola en la zona de rompientes; H_{s0} , la altura de ola significativa en aguas profundas en m , y K_r es el coeficiente de refracción.

También se ha utilizado una variante de este modelo posterior (Kamphuis, 1991):

$$Q_s = \int (H, T, h, \rho, \mu, g, x, y, z, t, \rho_s, D)$$

El modelo de Kamphuis se incluye los efectos de la esbeltez de la ola, la pendiente de la playa y el diámetro del grano.

Para el cálculo de las profundidades activas se ha utilizado el modelo propuesto por Birkemeier (1985).

$$d_l = 1,75 \cdot H_{12} - 57,90 \cdot \frac{H_{12}^2}{g \cdot T_z^2}$$

Donde: d_l es la profundidad litoral en m ; H_{12} la altura de ola significativa en m ; g , la aceleración de la gravedad en m/s^2 y T_z el periodo medio. A partir de la profundidad y por medio de una batimetría de alta resolución se ha podido cartografiar la línea de profundidad litoral y calcular el *shoal*.

3.2 Tasa de erosión costera

Para el cálculo de las tasas de erosión costera se han calculado los desplazamientos de la línea de costa (DLC) restando al área que se toma de referencia el área del año de cambios, el resultado se divide entre la longitud de la costa.

$$DLC = \frac{\text{Área } T2 - \text{Área } T1}{\text{long. costa}}$$

A partir de la DLC se han calculado las tasas de erosión costera (TEC) dividiendo el DLC entre los años transcurridos en ese periodo.

$$TEC = \frac{DLC}{t_2 + t_1}$$

4. RESULTADOS

4. Erosión de la Playa de Matalentisco

El análisis de los transectos evidencia la erosión que ha sufrido la Playa de Matalentisco en el periodo 1956-1981. Los 26.500 m², suponen el 80% del área inicial, con pérdidas de anchura máximas de casi 100 m (Figura 3). Las tasas de erosión más altas se dan en el periodo 1956-1981, las pérdidas de área de playa son de -1.059,93 m²/año⁻¹. Durante este periodo se dan relevantes cambios de usos de suelo agrícolas ocurridos en la transición de la agricultura tradicional a la extensiva. Esta rápida evolución de los usos del suelo supone una modificación en la hidrología de las cuencas asociadas a ramblas que, en las costas del sur del Mediterráneo, tienen una especial importancia en la aportación de sedimentos, la remoción del suelo que registran en sus cuencas y, en consecuencia, la gran cantidad de sedimentos que aportan en periodos de avenida, hacen que en muchos casos sean la principal y única fuente de alimentación de las playas.

Las tasas para el periodo 1981-2013 son de acreción 66,66 m²/año⁻¹, aunque incluyendo los dos periodos la tasa total es negativa -427,46 m²/año⁻¹.

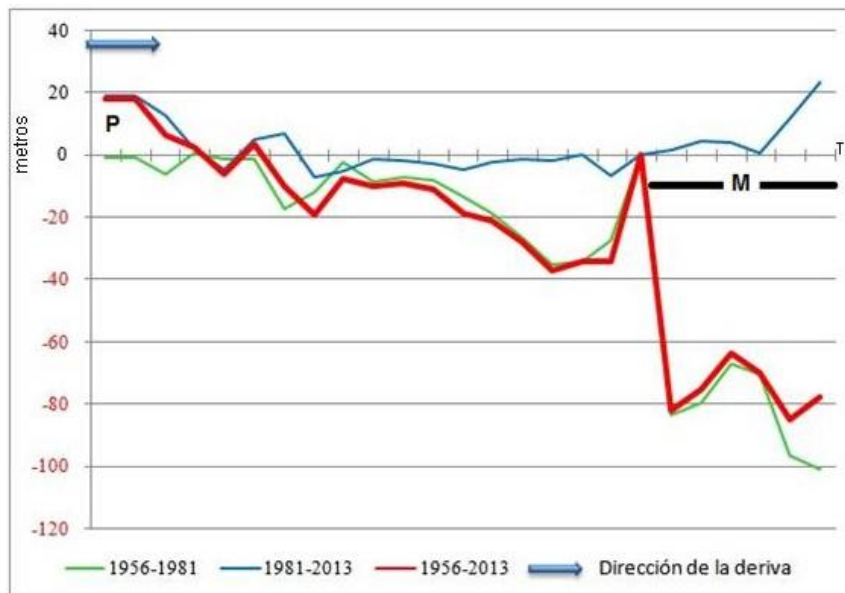


Figura 3. Evolución de la anchura de la Playa de Matalentisco (M), mediante transectos distantes 50 m entre sí. Fuente: elaboración propia.

El estudio de los transectos muestra la distribución espacial de la playa de Matalentisco. La protección sobre la acción del oleaje generada por la barra sumergida ha conseguido evitar parte de la erosión del tramo relacionado de playa, mediante la difracción del oleaje, la barra ha cambiando la dirección de propagación de las olas y su altura. El problema que pueden generar este tipo de estructuras es que, pese a mitigar la acción erosiva del oleaje y evitar la salida de sedimentos durante los temporales, los sedimentos capaces de atravesar la formación sumergida tienen pocas probabilidades de volver a formar parte de la playa, sobre todo una vez superada la profundidad shoal. En este caso la acción del arrecife ha sido positiva dado que los transectos relacionados con la barra han sufrido en torno a 10 m menos de pérdida de anchura de playa. Los sedimentos (depósitos de sombra) han formado en esta zona de la playa un pequeño hemitómbolo, un saliente de arena que puede estar causado por el encuentro de dos corrientes opuestas o, como en este caso y compartiendo su origen con los tómbolos por la acción de una estructura sin que el saliente provocado no la alcance.

El cálculo de las profundidades activas de la Playa de Matalentisco proporciona información del paso de sedimentos de un sector a otro de la costa, siguiendo la dirección de la deriva litoral. A pesar de que a partir de la década de 1980 el estado erosivo de la playa de Matalentisco cede, la reciente construcción del Puerto de Juan Montiel pone en peligro el futuro de la playa debido a que supone el corte del paso de sedimentos desde la Rambla del Cañarate. El nuevo puerto corta el paso de los sedimentos al invadir la zona comprendida entre la orilla y la profundidad litoral (Figura 4), la zona más alejada

del puerto a la costa se encuentra a 220 m, mientras el paso de sedimentos se realiza a una distancia máxima de 90 m. La profundidad shoal se encuentra a 500 m de la costa.

La construcción de nuevos diques trata de cerrar la Playa de la Casica Verde, el más pequeño parte del dique de poniente y tiene una longitud de 60 m, el mayor separa las playas de la Casica Verde y de la Cañada del Negro, impidiendo el paso de sedimentos de la primera a la segunda. Su longitud es de 100 m, de los cuales 30 están sumergidos, sin embargo estos diques no influyen en la Playa de Matalentisco..

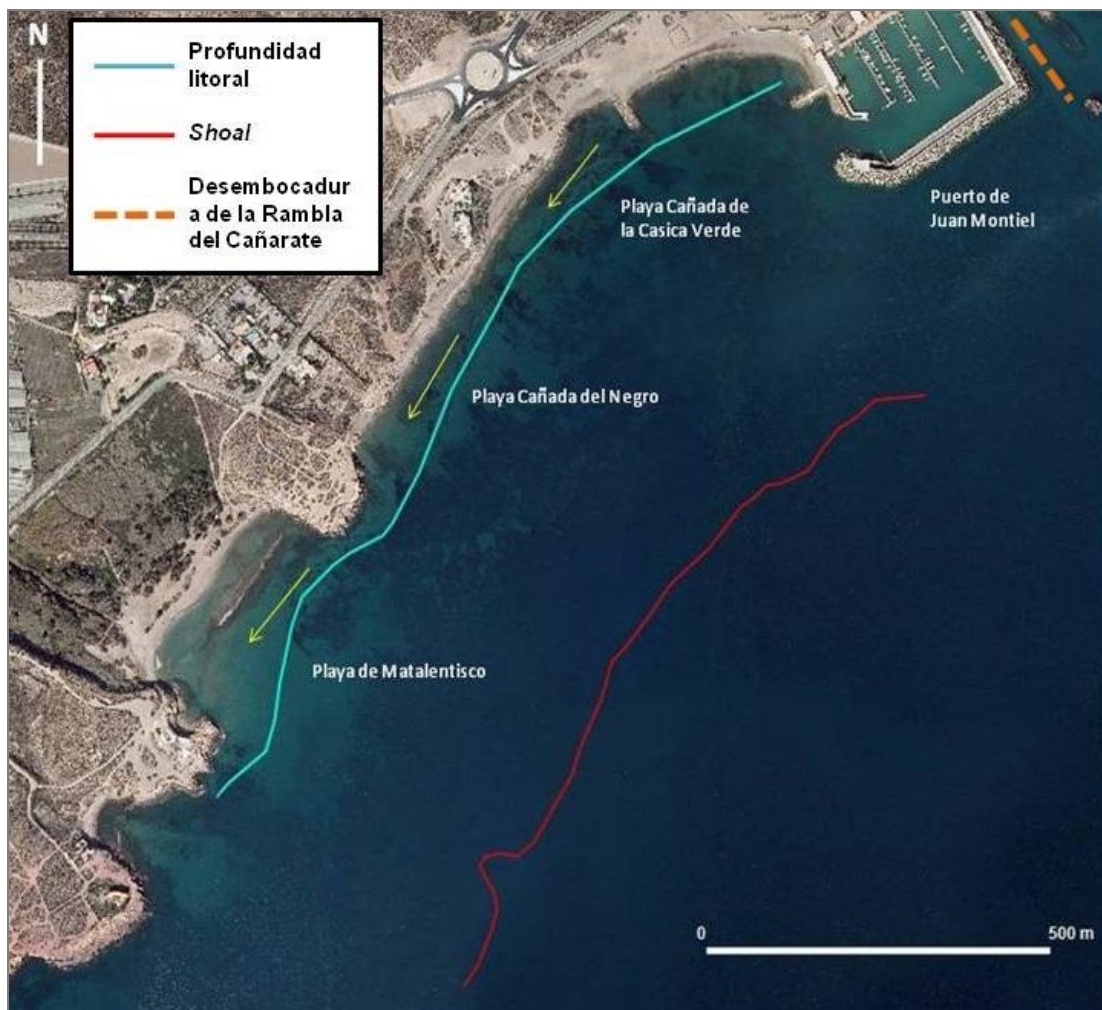


Figura 4. Profundidades activas del área de la Playa de Matalentisco

Fuente: elaboración propia

4. CONCLUSIONES

Este estudio pone de manifiesto la importancia de una visión integral del litoral a la hora de analizar los problemas ambientales de las playas mediterráneas. En este sentido la Gestión Integrada de Zonas Costeras puede ser el método más efectivo para alcanzar la sostenibilidad ambiental.

En el caso de la Playa de Matalentisco, destaca la importancia que han tenido los cambios en los usos del suelo de las cuencas de las ramblas litorales, fuente de sedimentos de la playa. Por otro lado la construcción del nuevo puerto puede impedir que los sedimentos procedentes de la deriva alcancen la playa en el futuro.

5. REFERENCIAS

- BIRKEMEIER, W.A. (1985): Field data on seaward limit of profile change. *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, 111(3): 598-602.
- CERC.1984: *Shore Protection Manual (SPM)*. USACE, U.S. Army Coastal Engineering Research Center.
- IBARRA MARINAS, D., BELMONTE SERRATO, F., GOMARIZ CASTILLO, F., PÉREZ CUTILLAS, P. 2015. Evolución de la línea de costa en la Región de Murcia (1956-2013). *Geotemas*, 15: 33-37.
- KAMPHUIS, J.W. (1991) Alongshore Sediment Transport Rate. *J. Waterway, Port, Coastal and Ocean Eng. ASCE*, 117: 624-640.

Capítulo 24

Estimación inicial de los aportes de sedimentos en las playas de la Región de Murcia por las praderas de *Posidonia oceánica*

Antonio Daniel Ibarra Marinas, Gustavo A. Ballesteros Pelegrín y Francisco Belmonte Serrato

Departamento de Geografía. Campus de La Merced. Universidad de Murcia, 30.001

E-mail: adaniel.ibarra@um.es gabp1@um.es franbel@um.es

RESUMEN

Además de dar protección y alimento a organismos animales y ser un bioindicador de la calidad de las aguas, la *Posidonia oceánica* juega un papel destacado en la defensa de las playas frente a la acción del oleaje. El crecimiento vertical de los rizomas forma una estructura llamada *matte*, en la que quedan atrapados sedimentos y las hojas transportadas playa adentro pueden actuar como cebadores para la formación de dunas. Por medio de técnicas SIG se puede calcular los aportes de esta fanerógama marina a las playas de la Región de Murcia. Los resultados muestran una producción neta de sedimentos de 113.849 Tm al año, lo que pone de manifiesto la importancia de esta planta marina no sólo como defensa de la playa frente al oleaje, si no como fuente de arena.

ABSTRACT

Besides giving protection and food to animal organisms and be a bioindicator of water quality, the *Posidonia oceánica* plays a leading role in the defense of the beaches against wave action role. The vertical growth of the rhizomes form an structure called *matte*, where the sediments are trapped. The leaves which are transported inshore behave as primers for the formation of the dunes. Through GIS software, we have calculated an estimate of the contribution of this sediments to the beaches of Murcia. The results show an approximate production of 113,849 tons of these sediment per year, showing the importance of this marine plant, not only defending the beach against the waves, but also a source of sand.

1. INTRODUCCIÓN

La Posidonia oceánica es una de las escasas especies fanerógamas que se han adaptado a la vida en el mar. Esta especie, endémica del Mar Mediterráneo, habita preferentemente sobre sustrato blando y no suele encontrarse en profundidades superiores a los 30-40 m debido a las necesidades de luz solar. La Posidonia oceánica constituye estructuras vegetales de crecimiento lento y se caracteriza por tener raíces, rizomas y hojas de unas dimensiones entre 0.8 y 1.5 cm de ancho por 80 y 120 cm de largo, crecen en haces de hojas y cada individuo puede llegar a tener hasta varios centenares de hojas por m² (Roig y Munar, 2001). Su desarrollo horizontal sobre el sustrato es tal, que da lugar a lo que se conoce como praderas que pueden ocupar decenas de Km². La Posidonia oceánica se distribuye por todo el litoral mediterráneo, siendo más frecuente en playas arenosas. En España ocupa una superficie de 2.800 Km² (Duarte y Kirkman, 2001). Las praderas de Posidonia oceánica conforman el tipo de hábitat 1120* Posidonion Oceanicae, prioritarios, según la Directiva de Hábitats.

Al margen del cobijo y de la fuente de alimentación que ofrecen las praderas a la fauna marina, y de la gran capacidad para capturar el CO₂ atmosférico (Marbá *et al.*, 2015). Las praderas submarinas tienen un papel muy activo en la dinámica litoral, tanto por la protección que ofrecen a la costa, como por el aporte de sedimentos. Mar adentro, las hojas hacen precipitar los sedimentos, a continuación los rizomas y raíces retienen estos sedimentos y los incorporan al sustrato, de tal manera que el fondo se va elevando progresivamente. El crecimiento vertical de los rizomas lleva a la formación de una estructura llamada matte, que consta de un entramado de raíces y rizomas muertos a los que se van fijando e incorporando sedimentos de tal manera que el fondo se va elevando. Estas acumulaciones amortiguan el efecto del oleaje, al disminuir la profundidad el oleaje rompe en una zona más alejada de la línea de costa. Por otro lado Las praderas dispuestas de forma paralela a la línea de costa permiten retener la arena de los bancos sumergidos, impidiendo que esta se desplace perpendicularmente hacia zonas más profundas lo que favorece el mantenimiento del litoral arenoso (Scoffin, 1970; Hemminga *et al.* 1990; Roig i Munar, 2001). La pérdida de hojas de la posidonia oceánica sucede en otoño, estación que coincide con la época de temporales, alrededor del 70% de las pérdidas (Medina *et al.*, 2001) quedan depositadas entre la zona de praderas sumergida y el límite de la zona de swash (Rodríguez-Perea *et al.*, 2002) una vez allí, y dependiendo del transporte por la acción del oleaje, entre el 10-25% de las hojas se acumulan en la playa. Debido a la naturaleza micromareal de las playas mediterráneas (Vidal *et al.*, 1995) la acumulación de hojas muertas en la playa forma una berma vegetal (Roig i Munar y Martín Prieto, 2005). Estas acumulaciones contribuyen al mantenimiento de la línea de costa reduciendo la fuerza de oleaje (Fonnseca y Fisher, 1986) y favoreciendo los procesos de sedimentación frente a los erosivos (Hemminga y

Nieuwenhuize, 1991) Las praderas mejoran la estabilidad de sedimentos (Gacia y Duarte, 2001). Además la hojarasca acumulada aporta arena a partir de los esqueletos de sílice y carbonato de los epífitos muertos que crecían sobre ellas, aportando arena de gran calidad a las playas. Por otro lado, las hojas transportadas playa adentro pueden actuar como cebadores (Rodríguez Perea, 2000) para la formación de dunas. Todo esto hace que las praderas de *Posidonia oceánica* favorezcan la formación y mantenimiento del litoral arenoso, y por tanto de las playas, convirtiéndose en una fuente importante de sedimentos para la playa, en muchos casos el principal (Jaume y Fornos, 1992). El objetivo de este trabajo ha sido cuantificar la retención de los aportes de sedimentos, por parte de la *Posidonia oceánica* en diferentes subsistemas litorales de la Región de Murcia.

2. ÁREA DE ESTUDIO

Desde el punto de vista geomorfológico, en el litoral murciano se pueden diferenciar tres grandes sectores: dos mediterráneos y el lagoon del Mar Menor (Figura 1). El sector norte, comprendido entre el límite regional con Alicante y Cabo de Palos, posee una batimetría con una pendiente suave y se caracteriza por la restinga de La Manga del Mar Menor, única en el mediterráneo español, que recorre dirección norte-sur 22 Km. Las playas de este sector son arenosas. El sector sur incluye el resto del litoral mediterráneo, desde Cabo de Palos hasta el límite con Almería. La principal fuente de alimentación de este sector son las ramblas litorales que vierten diferentes tipos de sedimentos, especialmente en épocas de avenidas. La costa mediterránea de la Región de Murcia se puede dividir en diferentes sistemas litorales, entre los que el intercambio de sedimentos es despreciable (Belmonte Serrato *et al.*, 2013).

3. METODOLOGÍA

Para el tratamiento de los datos de las praderas de *Posidonia oceánica* se ha utilizado el software libre QGIS, los datos en formato shapefile han sido obtenidos a través del Geocatálogo de la Región de Murcia.

Se ha establecido una división en sistemas litorales para de los aportes (Figura 2): Salinas de San Pedro a Puerto Mayor; de Puerto Mayor a Cabo de Palos; de Cabo de Palos al Puerto de escombreras; del Puerto de Escombreras a Cabo Tiñoso; de Cabo Tiñoso a Punta Cueva de Lobos; de Punta Cueva de Lobos a Punta de Calnegre; de Punta de Calnegre a Cabo Cope; de Cabo Cope al Puerto de Águilas y de este al límite regional con la Provincia de Almería, por lo que los aportes de una pradera a la costa de un sistema difícilmente podrían ser transportados hasta otra “célula” litoral.

Una vez definidos los sistemas litorales se han calculado las áreas de *Posidonia oceánica* correspondientes a cada sistema y se ha calculado la producción anual de

materia seca utilizando una tasa anual aproximada. La tasa de producción de carbonato cálcico, sedimento ligado a las playas biogénicas, es de aproximadamente $75 \text{ g C m}^{-2} \text{ año}^{-1}$ (Canals y Ballesteros, 1997), mientras que la retención de sedimentos alcanza algo menos de 1 Kg de materia seca por m^2 al año.

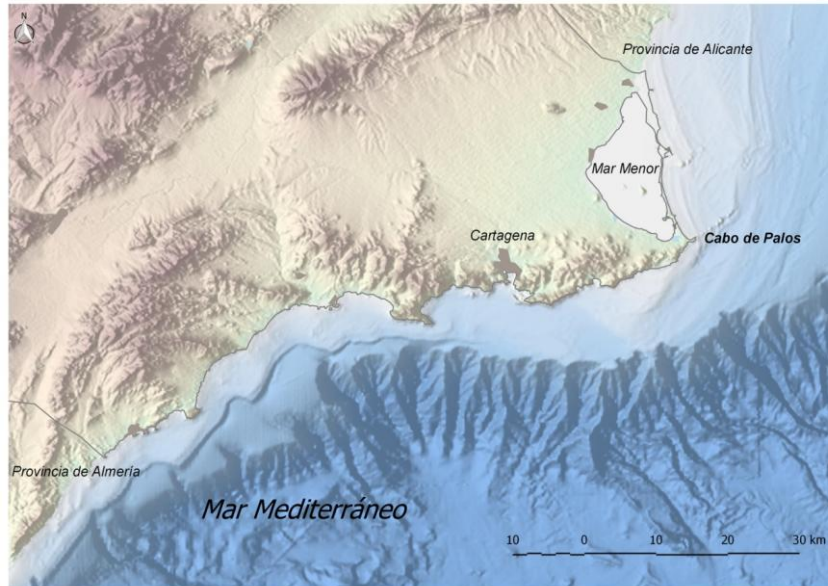


Figura 1. Litoral de la Región de Murcia. Fuente: Elaboración propia.

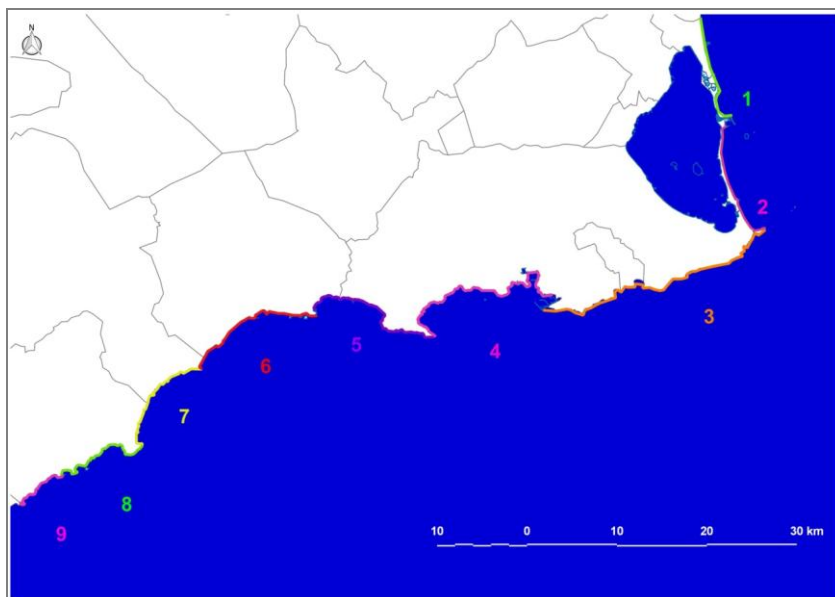


Figura 2. División del litoral en sistemas litorales Fuente: elaboración propia.

4. RESULTADOS

La anchura de las praderas muestra enormes diferencias dependiendo de la batimetría del sistema litoral. Cuando la pendiente de esta es mayor, más cerca de la orilla está el límite en el que la planta puede recibir la luz solar. Los sistemas litorales 1 y

2 (límite con Alicante – Cabo de Palos), incomunicados entre sí por el Puerto Mayor poseen una batimetría menos pronunciada que el resto de la región que hace que entre los dos (menos de 30 Km de costa), sumen el 59% de las praderas de Posidonia oceánica de la Región de Murcia. En el Sistema 1 la Posidonia oceánica cubre una superficie de 402.159,00 ha, que generan unos aportes de 394.116 Tm anuales, mientras que en el Sistema 2 las 270.309,03 ha de praderas generan 264.902 Tm al año.

El Sistema litoral 3 (Cabo de Palos-Puerto de Escombreras) posee una plataforma relativamente ancha debido a la distancia de la línea de costa con el escarpe de Mazarrón. Las praderas ocupan una extensión de 210.915,85 ha que pueden producir anualmente 206.697 Tm.

5. CONCLUSIONES

Las praderas de Posidonia oceánica además de ser un importante indicador biológico de la costa mediterránea, tienen un papel fundamental en la protección y sedimentación de las playas, lo que hace que su conservación de sea un requisito fundamental. La captura y el aporte de sedimentos realizados por la Posidonia oceánica, es proporcional a la extensión de las praderas, y esta, a su vez, está condicionada por la profundidad. Las batimetrías mas tendidas permiten el paso de la luz solar a mayores extensiones. Existen actividades antrópicas que suponen la degradación de esta fanerógama de forma directa e indirecta, como la pesca de arrastre, los fondeos, los vertidos, la extracción de arena, la realización de obras litorales y el cambio climático, por lo que hay que tener presente la conservación de las praderas antes de planear cualquier actividad en el litoral.

6. REFERENCIAS

- BELMONTE SERRATO, F., ROMERO DÍAZ, M. A., y RUIZ SINOGA, J.-D. (2013). Retroceso de la línea de costa en playas del sur de la Región de Murcia. *Scripta Nova: Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, 17: 425-462.
- CANALS, M. y BALLESTEROS, E. (1997): Production of carbonate particles by phytobenthic communities on the Mallorca-Menorca shelf, northwestern Mediterranean Sea. *Deep Sea Research*, Pt. II, 44, 611-629.
- DUARTE, C. y KIRKMAN, H. (2001): *Methods for the measurament of seagrass abundante and depth distribution*. *Global Seagrass Research Methods*, Short, F. T. and Coles, R. G. (Ed) Elseiver Science.
- FONSECA, M.S. y FISHER, J. (1986): A comparison of canopi friction and sediment movement between four species of seegrass with reference to their ecology and restoration. *Marine Ecology Progress*, 29: 15-22.
- HEMMINGA, M.A. y NIEUWENHUIZE J. (1990): Seagrass Wrack-induced Dune formation on a tropical coast. *Estuarine. Coastal and shelf Science* 31: 499-502.

- HEMMINGA, M.A. y NIEUWENHUIZE, J. (1991): Transport, deposition and in situ decay of seagrasses in a tropical mudflat area (Banc d'Arguin, Mauritania). *Netherlands Journal of Sea Research*, 27(2):183-190.
- JAUME, C. Y FORNÓS, J. (1992): Composició i textura dels sediments de platja del litoral mallorquí. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 35: 93-111.
- MARBÀ N, DUARTE C.M., HOLMER M., MARTÍNEZ R., BASTERRETxea G., ORFICA A., JORDI A. y TINTORÉ J. (2002): Assessing the effectiveness of protection on *Posidonia oceanica* populations in the Cabrera National Park (Spain). *Environmental Conservation*, 29: 509-518.
- MARBÀ, N., ARIAS-ORTIZ, A., MASQUÉ, P., Kendrick, G.A., Mazarrasa, I., Bastyan, G.R., Garcia-Orellana, J. y Duarte, C. M. (2015): Impact of seagrass loss and subsequent revegetation on carbon sequestration and stocks. *Journal of Ecology*, 103: 296–302.
- PROCACCINI, G. y MAZZELLA L. (1998): Population genetic structure and gene flow in the seagrass *Posidonia oceanica* assessed using microsatellite analysis. *Marine Ecology Progress Series*, 169: 133-141.
- RODRÍGUEZ-PEREA, A.J., SERVERA J., y MARTÍN-PRIETO J.A. (2000): “*Alternatives a la dependència de les platges de les Balears de la regeneració artificial continuada*”, Informe Metadona. Col·lecció Pedagogia Ambiental no. 10. Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca. 108 pp.
- ROIG I MUNAR, F.X. (2000): *Análisis de la capacidad de carga de los espacios litorales de la isla de Menorca*. En Jornadas de Geografía y Turismo, Almería, Octubre 2000.
- ROIG I MUNAR F.X. (2001): El conocimiento de la posidonia oceánica y sus funciones ecológicas como herramienta de gestión litoral. La realización de encuestas a los usuarios de playas y calas de la isla de Menorca. *Papeles de Geografía*, 34: 271-280.
- SCOFFIN, T.P. (1970): The trapping and binding of subdital carbonate sediments by marine vegetation in Bimini Lagoon, Bahamas. *Journal of Sedimentary Petrology*, 40: 249-273.

Capítulo 25

Propuestas para la gestión de fincas agroforestales ubicadas en espacios Natura 2000: el Convenio de colaboración Universidad de Murcia - Castillo de Chuecos

María V. Jiménez Franco, Francisco Robledano Aymerich, Isabel Hernández, Víctor M. Zapata, Vicente Martínez López

Departamento de Ecología e Hidrología, Universidad de Murcia.

E-mail: mvjimenez@umu.es frobleda@um.es

RESUMEN

La custodia del territorio está siendo fomentada a través de acuerdos entre diferentes sectores sociales: administración, propietarios, ONGs, investigadores, etc. En este contexto surge el convenio de colaboración suscrito en marzo de 2015 entre la Universidad de Murcia y la sociedad “Castillo de Chuecos”, que gestiona la finca del mismo nombre en la Sierra de la Almenara (Águilas, Murcia), integrada en la Red Natura 2000. El acuerdo tiene como objetivo principal *“identificar, promover y facilitar la puesta en práctica de todas aquellas iniciativas de formación, investigación, divulgación y participación social, en materia de conservación de la biodiversidad y desarrollo sostenible en el sureste ibérico, que puedan tener como ámbito de desarrollo o caso de estudio dicha finca”*. La Jornada *“Modelos de gestión ambiental y socioeconómica en áreas protegidas de titularidad privada”* (abril 2015) supuso un primer sondeo de posibles líneas de trabajo y experiencias replicables, enmarcadas en: 1) formación científico-técnica, 2) fomento de la investigación, 3) conservación, gestión y uso sostenible del territorio, 4) divulgación, sensibilización ambiental y participación social y 5) administración y financiación. Desde el Grupo de Investigación E065-03 “Ecosistemas Mediterráneos” se han propuesto líneas de investigación encaminadas a potenciar los servicios ecosistémicos en este tipo de fincas, incluyendo: a) Implementación y seguimiento de experiencias de renaturalización de cultivos abandonados; b) Evaluación y seguimiento de experiencias agroganaderas innovadoras: cultivo ecológico, manejo ganadero, fomento de la agrobiodiversidad (polinizadores); c) Análisis de viabilidad y e implementación de otros aprovechamientos compatibles, utilizando referencias de áreas afines (cultivos cosmético-medicinales, heliocultura, truficultura ...), y d) Difusión de los resultados a través de jornadas científico-técnicas, charlas divulgativas y redes sociales.

El desarrollo de estas propuestas depende de la búsqueda de financiación pública y mecenazgo en todos los ámbitos y niveles, así como de aportaciones del voluntariado y ciencia ciudadana.

ABSTRACT

Land stewardship is being promoted through agreements between various social sectors, e.g. public administration, landowners, NGOs, researchers. In this context arises the cooperation agreement signed in march 2015 between the University of Murcia and the Society “Castillo de Chuecos”, which manages a estate of the same name in the Sierra de la Almenara (Águilas, Murcia), integrated in the Natura 2000 Network. The main objective of the agreement is *“to identify, promote and facilitate the implementation of all those initiatives regarding training, research, dissemination and social participation in aspects of biodiversity conservation and sustainable development in Southeastern Spain, that could have the aforementioned estate as development scenario or case study”*. The conference *“Modelos de gestión ambiental y socioeconómica en áreas protegidas de titularidad privada [Models of environmental and socioeconomic management in protected areas under private ownership]”* (april 2015), represented a first exploration of possible lines of work and replicable experiences, framed within: 1) scientific-technical training, 2) promotion of research, 3) conservation, management and sustainable use of the land; 4) dissemination, social awareness and participation; 5) administration and funding. From the Research Group E065-03 “Ecosistemas Mediterráneos” [Mediterranean Ecosystems] there have been proposed research lines aimed at enhancing the ecosystem services in this type of estates, including: a) Implementation and monitoring of re-naturalization experiences in oldfields; b) Assessment and monitoring of innovative agricultural and pastoral experiences: organic farming, livestock management, agro-biodiversity enhancement (pollinators); c) Viability analysis and implementation of other compatible uses (cosmetic and medicinal crops, snail breeding, truffle cultivation...), taking similar areas as reference examples, and d) Dissemination of the results through scientific-technical meetings, informative talks, and social media. The development of such proposals depends on the ability to gather public financing and patronage in all spheres and scales, as well as on the contributions of volunteering and citizen science.

1. INTRODUCCIÓN

La custodia del territorio está siendo fomentada a través de acuerdos entre diferentes sectores sociales: administración, propietarios, ONGs, investigadores, etc. En este contexto surge el convenio de colaboración suscrito en marzo de 2015 entre la Universidad de Murcia (en adelante UMU) y la sociedad “Castillo de Chuecos”, que gestiona la finca del mismo nombre en la Sierra de la Almenara (Águilas, Murcia). Su

objetivo principal es “*identificar, promover y facilitar la puesta en práctica de todas aquéllas iniciativas de formación, investigación, divulgación y participación social, en materia de conservación de la biodiversidad y desarrollo sostenible en el sureste ibérico, que puedan tener como ámbito de desarrollo o caso de estudio dicha Finca “Castillo de Chuecos”, o que se deriven de la colaboración entre los titulares de dicha finca y la comunidad académica*”.

La Jornada “*Modelos de gestión ambiental y socioeconómica en áreas protegidas de titularidad privada*” (abril 2015), supuso un primer sondeo de posibles líneas de trabajo y experiencias replicables, enmarcadas en: 1) formación científico-técnica, 2) fomento de la investigación, 3) conservación, gestión y uso sostenible del territorio, 4) divulgación, sensibilización ambiental y participación social y 5) administración y financiación. Para ello, entre otros compromisos, la Universidad de Murcia, a través del Departamento de Ecología de Hidrología, se compromete a establecer líneas de investigación relacionadas con los objetivos del convenio, y la sociedad Castillo de Chuecos a facilitar, en la medida de sus posibilidades, los espacios e instalaciones para su ejecución. Lo cual se llevará a cabo mediante una planificación y coordinación conjunta de experiencias, que facilite la organización de los equipos de trabajo, la dotación de espacios y recursos para la investigación y formación, y la instrumentación y seguimiento de las mismas.

2. METODOLOGÍA

2.1. Área de estudio

La finca Castillo de Chuecos forma parte de la Red Natura 2000 (ZEPA ES0000261 y LIC ES6200035), estando ubicada en la Sierra de la Almenara (Águilas, Murcia) (Figura 1). Es una zona de montaña mediterránea semiárida con paisajes de gran valor natural y ambiental, enmarcada biogeográficamente en una región muy singular desde el punto de vista de su flora, tanto a nivel estatal como europeo. En ella confluyen una marcada aridez y termicidad (ausencia total o casi total de heladas), una gran heterogeneidad geomorfológica, y una posición fronteriza entre el continente europeo y el africano. El resultado es un mosaico de pinares, espartizales, matorrales, pastizales y cultivos tradicionales de secano, habitado por especies de gran interés y valor de conservación, que justifican su pertenencia a la Red Natura 2000. Destaca como zona óptima para la Tortuga mora (*Testudo graeca*), especie incluida en el Anexo II de la Directiva 92/43, y por la presencia de las rapaces Águila-azor perdicera (*Aquila fasciata*), Águila real (*Aquila chrysaetos*), Búho real (*Bubo bubo*) y Halcón peregrino (*Falco peregrinus*) incluidas en el Anexo I de la Directiva 79/409. Se incluye en una ZEPA designada en cumplimiento de la Directiva Aves (79/409/CEE), mediante Resolución de 8 de mayo de 2001 (BORM nº114, de 18 de mayo de 2001) por las especies, Águila-azor Perdicera, Búho real y

Camachuelo trompetero (*Bucanetes githagineus*). Es frecuente la observación de otras rapaces y córvidos (gavilán, alcotán, cernícalo vulgar, chova piquirroja, mochuelo, etc.). La finca cuenta con una buena densidad de perdiz, orientándose la gestión a la mejora y potenciación de ésta y otras especies de caza menor, presas fundamentales de las rapaces, y una interesante comunidad de mamíferos y otros vertebrados: gineta, gato montés, tejón, garduña, ardilla, sapo común y corredor, etc. Este interés lo comparte con su gran valor paisajístico y cultural, configurado por los usos tradicionales, con abundantes restos históricos y elementos de valor antropológico (castillo y aljibe árabe, cortijo, bodegas, bancales y pedrizas, manantial y balsa...).



Figura 1. Mapa de localización de la experiencia sobre renaturalización de cultivos en la finca “ Castillo de Chuecos” (<http://iderm.imida.es/cartomur/>)

3. PROPUESTAS EN REALIZACIÓN

Se están llevando a cabo las primeras actividades en la finca mediante el establecimiento de parcelas permanentes de investigación (Figura 1), que permitirán el despliegue posterior de instrumental de campo o sensores sobre el terreno, y el aprovechamiento formativo o como demostración. En visitas previas y de común acuerdo con los representantes de la Sociedad, se identificaron dos zonas para la instalación de las parcelas: 1) parcelas de cultivo abandonado recientemente y en primeras fases de colonización por la vegetación, y 2) parcelas de cultivo abandonadas de mayor antigüedad y en estados avanzados de renaturalización. Ambas zonas se localizan en una subcuenca independiente. En cada zona, se establecerán 4 réplicas del diseño de módulos pareados, tal y como se indica en la figura 2.



Figura 2. Ubicación de las parcelas experimentales en la zona de abandono antiguo (azul) y reciente (verde), en módulos pareados de dos parcelas de 8 x 8 m (la mitad de ellas cerradas al acceso de herbívoros). Fondo cartográfico: ortoimagen de 2013 (<http://iderm.imida.es/cartomur/>)

Los módulos consisten en parcelas de 8 x 8 m, la mitad de dichas parcelas con un cerramiento a prueba de herbívoros y la otra mitad accesible a ellos (Figura 3). De cada cuatro módulos, en tres se instalarán perchas para atraer dispersores (aves), combinadas con la colocación de bebederos (Figura 4); el cuarto módulo sería idéntico pero sin perchas ni bebederos (ejercería la función de blanco). El uso de estos elementos atractores pretende evaluar su eficacia en un contexto en el que recursos como el agua pueden condicionar la tasa de aportación de semillas a través de la dispersión endozócora, que también se ve favorecida por estructuras naturales o artificiales utilizadas por las aves (PAUSAS *et al.*, 2006).

La duración de las experiencias a desarrollar en estos módulos será como mínimo de 5 años, si bien podría ser deseable prorrogarlas de común acuerdo, con el fin de obtener series más largas de datos. En cualquier caso la ocupación del espacio será mínima, ya que en total supone menos del 15% de la superficie total de los campos seleccionados, no comprometiendo el posible uso agrícola o acceso a subvenciones relacionadas de las áreas potencialmente cultivables en esa parte de la finca). Las medidas de apoyo a la regeneración natural de esas superficies podrían incluso tener valor como actuaciones favorables para la biodiversidad en el marco de una gestión agroambiental (BENAYAS, 2012).



Figura 3: Instalación de las parcelas experimentales y cerramientos (abajo: detalle de los posaderos de aves). Fotos: ACUDE.



Figura 4. Instalación de los bebederos para atraer aves dispersoras.

Esta experiencia forma parte de una investigación orientada a evaluar de forma integrada las consecuencias biofísicas del abandono de campos de cultivo en la región de Murcia (ROBLEDANO-AYMERICH *et al.*, 2014). La construcción de los cerramientos y su seguimiento inicial ha sido financiada por el proyecto *Consecuencias ecogeomorfológicas del abandono de campos de cultivo en la Región de Murcia* (15233/PI/10) de la Fundación SENECA, desarrollado conjuntamente con el Departamento de Geografía de la UMU, uno de cuyos objetivos es investigar la recuperación natural de parcelas de cultivo abandonadas y el papel de las interacciones

biológicas (dispersión por las aves, fundamentalmente). La Asociación para la Custodia del Territorio de la Región de Murcia (ACUDE) ha participado en el proyecto realizando las obras de cerramiento de las parcelas. Su seguimiento posterior correrá a cargo de los investigadores del Grupo de Investigación E065-03 (Ecosistemas Mediterráneos), aunque no se descarta la participación de otros investigadores, y la implicación de alumnos de grado y máster de la UMU, algunos de los cuales ya han participado en las primeras jornadas de toma de datos.

4. PERSPECTIVAS FUTURAS

En lo que se refiere a la experiencia descrita, los propietarios han mostrado en todo momento una extraordinaria disposición a colaborar en la selección de su emplazamiento y en su despliegue, lo cual unido a la posibilidad comprobada de utilizarlas como recurso para la formación académica (docente e investigadora), augura un futuro prometedor. Como ya se ha indicado, estas actuaciones constituyen medidas de apoyo a la regeneración natural y podrían incluso tener valor demostrativo como actuaciones favorables para la biodiversidad. Su uso en actividades de docencia práctica y formación también puede servir de base para su aplicación a la gestión del territorio.

Desde el Grupo de Investigación “Ecosistemas Mediterráneos” se han propuesto líneas adicionales de investigación encaminadas a potenciar los servicios ecosistémicos en este tipo de fincas. Este catálogo todavía preliminar incluiría:

- Implementación y seguimiento de experiencias de renaturalización de cultivos abandonados.
- Evaluación y seguimiento de experiencias agroganaderas innovadoras: cultivo ecológico, manejo ganadero, fomento de la agrobiodiversidad (polinizadores).
- Análisis de viabilidad y e implementación de otros aprovechamientos compatibles, utilizando referencias de áreas afines (cultivos cosmético-medicinales, heliocultura, truficultura...).
- Difusión de los resultados a través de jornadas científico-técnicas, charlas divulgativas y redes sociales.

El desarrollo de estas propuestas depende de la búsqueda de financiación pública y mecenazgo en todos los ámbitos y niveles, así como de aportaciones del voluntariado y conciencia ciudadana. El marco de cooperación institucional establecido y las condiciones para canalizar la participación de distintos sectores sociales, dibujan un escenario idóneo para que esta experiencia llegue a constituir un modelo en el contexto del creciente interés por la custodia del territorio (SABATÉ *et al.*, 2013).

5. BIBLIOGRAFÍA

- BENAYAS, J.M.R. (2012). Restauración de campos agrícolas sin competir por el uso de la tierra para aumentar su biodiversidad y servicios ecosistémicos. *Investigación Ambiental* nº 4, pp. 101-110.
- PAUSAS, J.G., BONET, A., MAESTRE, F.T. Y CLIMENT, A. (2006). "The role of the perch effect on the nucleation process in Mediterranean semi-arid oldfields". *Acta Oecologica* nº 29, pp. 346-352.
- ROBLEDANO-AYMERICH, F., ROMERO-DÍAZ, A., BELMONTE-SERRATO, F., ZAPATA-PÉREZ, V.M., MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, C. Y MARTÍNEZ-LÓPEZ, V. (2014). "Ecogeomorphological consequences of land abandonment in semiarid Mediterranean areas: Integrated assessment of physical evolution and biodiversity". *Agriculture, Ecosystems & Environment* nº 197, pp. 222-242.
- SABATÉ, X., BASORA, X., O'NEILL, C. Y MITCHELL, B. (2013). *Caring together for nature. Manual on land stewardship as a tool to promote social involvement with the natural environment in Europe*. LandLife documents (1ª ed.).
<http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=LANDLIFE_European_manual.pdf> (Consulta: 29/11/2015)

Capítulo 26

La colaboración con agricultores para la recuperación de flora autóctona como herramienta para la custodia del territorio

Carmen M. Martínez Saura^{1*}, Jorge Sánchez Balibrea^{1**}, Pedro López Barquero¹, Pedro García Moreno^{1***}, Ramón Navia Osorio-Pascual¹, Miguel Ángel Carrión Vilches², Ángel Sallent Sánchez¹, Diego Martínez Vélez¹

1: Asociación de Naturalistas del Sureste, 2: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia
[*c.martinez@asociacionanse.org](mailto:c.martinez@asociacionanse.org) [**araar@asociacionanse.org](mailto:araar@asociacionanse.org) [***pedrogm@asociacionanse.org](mailto:pedrogm@asociacionanse.org)

RESUMEN

La intensificación agrícola ha traído consigo la pérdida de los espacios naturales y la biodiversidad asociada. Con el objetivo de recuperar la biodiversidad en áreas cultivadas, se ha promovido la creación de setos de flora autóctona mediante la colaboración con agricultores. Desde 2008 se han cedido más de 21.000 plantones de medio centenar de especies y se ha buscado la autonomía de los agricultores a la hora de crear sus setos a través de la formación, el asesoramiento y la edición de manuales.

La experiencia de recuperación de la flora autóctona ha despertado un notable interés entre los agricultores y se configura como una medida sencilla y útil para la custodia del territorio y la recuperación de la biodiversidad autóctona.

ABSTRACT

Agricultural intensification has caused the lost of natural areas and its biodiversity. Live fences with native vegetation have been promoted through the cooperation with farmers, with the aim to recover the biodiversity in intensive-agricultural areas. From 2008 on, more than 21,500 seedlings of 50 native species have been granted to the farmers. Moreover, training courses, professional advice and the edition of guides have contributed to the setting-up of live fences by the farmers themselves.

This experience has received the interest of the farmers and it is considered as an useful and easy measure for the land-management and the recovery of native biodiversity.

1. INTRODUCCIÓN

La intensificación de los sistemas productivos ha supuesto una importante simplificación de los paisajes agrícolas (Robinson y Sutherland, 2002; Bianchi *et al.*

2006), trayendo consigo la sobreexplotación de recursos, la pérdida de la biodiversidad y degradación de los ecosistemas (FAO, 2011). Los cambios en los usos de la tierra y la alta tasa de uso de agroquímicos son considerados como las principales causas para la rápida disminución de la biodiversidad en muchos de estos paisajes (Robinson y Sutherland, 2002; Benton *et al.*, 2003). Esto ha hecho que a su vez se reduzcan los servicios prestados por estos sistemas, entre lo que se encuentra la capacidad productiva de los suelos, que se ha visto afectada debido a la disminución de la fertilidad y del control de la erosión (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España, 2011).

La biodiversidad natural juega un papel clave a la hora de garantizar la producción agrícola y el funcionamiento del ecosistema, además de proveer bienes y recursos complementarios. El mantenimiento de zonas naturales en paisajes agrarios permite la existencia de especies que realicen funciones como el funcionamiento del suelo, el control de plagas o la polinización y son susceptibles de convertirse en fuente de organismos beneficiosos. En general, un paisaje agrícola diverso puede favorecer una mayor diversidad de especies susceptibles de proporcionar efectos beneficiosos (Vandermeer *et al.*, 2002; Bianchi *et al.* 2006).

En áreas agrícolas intensivas, donde la mayor parte de las zonas naturales han desaparecido o han sido transformadas, los márgenes de cultivos han jugado un papel importante para el desarrollo de la agricultura. Actualmente son un importante refugio para la biodiversidad, ya que actúan, como pequeñas zonas naturales, aportando diversas funciones, como la de regulación de ciclos, poblaciones y nutrientes, aporte de recursos, culturales y paisajísticos. Estudios muestran que la conservación y el fomento de zonas naturales en zonas marginales puede contribuir a la sostenibilidad de la producción y disminuir las pérdidas en las cosechas sin aumentar el uso de pesticidas químicos (Marshall, 2004; Sánchez Balibrea *et al.*, 2014).

La custodia del territorio es un conjunto de acciones e instrumentos cuyo objetivo es implicar a los propietarios y usuarios de los recursos naturales en la conservación y el buen uso de los valores y los recursos (Basora Roca *et al.* 2006; Durá-Alemañ, 2015). Diversos estudios y manuales hablan de experiencias de custodia del territorio en espacios agrícolas, pero la bibliografía sobre recuperación de biodiversidad en explotaciones intensivas es escasa (Rico, 2011, Sánchez-Balibrea *et al.*, 2014).

Sin embargo, las zonas marginales de los cultivos intensivos, manejadas adecuadamente, pueden pasar a ser verdaderas islas de biodiversidad, trayendo consigo beneficios para el Medio Ambiente, pero también para la actividad agrícola, como refugio de fauna auxiliar, microflora edáfica, etc. Por ello, en la última década se han implementado medidas para el fomento de la vegetación en los márgenes de cultivos a través de ayudas europeas.

2. OBJETIVOS

En este marco, y dentro de la línea de trabajo de apoyo a la agricultura, se pretende promover la conservación y recuperación de la biodiversidad en zonas marginales de espacios agrícolas a través del fomento de la flora autóctona, mediante la colaboración los gestores directos del territorio. Los objetivos concretos de la línea de trabajo han sido:

- Acercamiento de la biodiversidad a los agricultores y sensibilización sobre las funciones de la flora autóctona.
- Formación de agricultores en prácticas sostenibles y, entre ellas, la creación de setos de flora autóctona con las funciones deseadas.
- Mejora del paisaje agrario y creación de islas de biodiversidad en espacios agrícolas intensivos.
- Facilitar la creación de setos autóctonos a agricultores a través del suministro de plantones.
- Promover la obtención de servicios ambientales por parte de los agricultores.

3. METODOLOGÍA

Los trabajos aquí presentados han sido desarrollados en el contexto de un convenio de colaboración entre ANSE y la CARM, así como de diversos proyectos de Programa empleaverde de la Fundación Biodiversidad.

Para fomentar el establecimiento de setos con planta autóctona por parte de los agricultores se han seguido dos vías, complementarias entre ellas.

3.1. Cesión de planta autóctona

Desde 2008 se cedieron gratuitamente plantones producidos en los viveros de ANSE de especies de flora autóctona a agricultores, los agricultores fueron los encargados de su plantación y realizar los cuidados necesarios para su arraigo y supervivencia. La selección de especies tenía en cuenta, entre otros aspectos, la ubicación de la zona, especialmente el piso bioclimático, las características del cultivo y las funciones a cumplir deseadas por los agricultores (sombreo, cortavientos, refugio y alimento para fauna auxiliar, limitación de cultivos y cierre de paso...). En ciertos casos, la cesión suponía la firma de un acuerdo, basado en el compromiso del cuidado por parte del agricultor, y del asesoramiento necesario para realizar el mismo por parte de la Asociación.

3.2. Transferencia de conocimiento

Se realizaron acciones formativas teórico-prácticas y asesoramientos a agricultores, tanto conjuntamente a la cesión de planta como de forma independiente, y se han creado guías que proporcionan la información necesaria para la creación de un seto.

4. RESULTADOS

4.1. Cesión de planta autóctona

Desde 2008 se han cedido a agricultores 21.253 plantones de 63 especies, entre las que encontramos diversos ibero-africanismos y especies protegidas por la legislación vigente (35 especies incluidas en el Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia, Decreto 50/2003) (Tabla 1). Las especies más utilizadas han sido el lentisco (*Pistacia lentiscus*; 2.667 plantones), el aladierno (*Rhamnus alaternus*; 2.305 plantones), la lavanda (*Lavandula dentata*; 2.164 plantones), el mirto (*Myrtus communis*; 1.691 plantones) y el ciprés de Cartagena (*Tetraclinis articulata*; 1.619 plantones).

Se estima que las plantaciones han supuesto la creación de 21 kilómetros lineales de vegetación autóctona en espacios agrícolas, incluyendo diversos espacios de la Red Natura 2000 así como zonas donde la vegetación natural resulta inexistente (Figura 1). Aunque las cesiones han ido destinadas a diversos espacios de la Región de Murcia y Sur de Alicante, la mayor parte (82%) ha sido destinada a agricultores del Campo de Cartagena-Mar Menor. Aquellas plantaciones que han contado con aporte hídrico durante los primeros años, el arraigo y la supervivencia ha sido espectacular, acercándose al 100%.

Aunque los modelos de plantaciones han estado adaptados a las condiciones edáficas y climatológicas, y las necesidades y limitaciones del cultivo, la mayor parte de ellas pueden encuadrarse en modelos sencillos, y fáciles de reproducir.

- Plantación con función de cortavientos. Se utilizaban especies de gran tamaño y crecimiento rápido, usando *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus* y *Nerium oleander* como especies principales, y diversificando con otras como *Myrtus communis*, *Chamaerops humilis* o *Arbutus unedo*, a un marco de plantación de un metro, para conseguir gran densidad. Esta plantación puede ser modificada, sustituyendo algunas de estas especies por especies espinosas o tóxicas, para limitar el paso de los herbívoros.

Tabla 1. Listado de especies cedidas, clasificadas por categoría, según Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia

Especies		Categoría de protección
<i>Fraxinus angustifolia</i> <i>Juniperus turbinata</i>	<i>Quercus suber</i>	En Peligro de Extinción
<i>Maytenus senegalensis</i> <i>Quercus faginea</i>	<i>Tetraclinis articulata</i> <i>Ziziphus lotus</i>	Vulnerable

<i>Anagyris foetida</i> <i>Arbutus unedo</i> <i>Aristolochia baetica</i> <i>Celtis australis</i> <i>Chamaerops humilis</i> <i>Colutea hispanica</i> <i>Crataegus monogyna</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> <i>Lycium intricatum</i>	<i>Myrtus communis</i> <i>Osyris lanceolata</i> <i>Pistacia terebinthus</i> <i>Populus alba</i> <i>Quercus rotundifolia</i> <i>Rhamnus alaternus</i> <i>Salix sp</i> <i>Tamarix canariensis</i> <i>Ulmus minor</i>	De Interés Especial
<i>Lavandula dentata</i> <i>Lavandula multifida</i> <i>Lonicera biflora</i> <i>Lonicera implexa</i> <i>Olea europaea</i>	<i>Phoenix dactylifera</i> <i>Pinus pinea</i> <i>Pistacia lentiscus</i> <i>Quercus coccifera</i> <i>Rhamnus lycioides</i>	Especies cuyo aprovechamiento en el territorio de la Región de Murcia requiere la obtención de autorización administrativa previa
<i>Acanthus mollis</i> <i>Anthyllis cytisoides</i> <i>Asparagus horridus</i> <i>Atriplex glauca</i> <i>Atriplex halimus</i> <i>Ceratonía siliqua ssp.</i> <i>Cistus albidus</i> <i>Coronilla juncea</i> <i>Dorycnium pentaphyllum</i> <i>Ephedra fragilis</i> <i>Ficus carica</i> <i>Helichrysum stoechas</i> <i>Juglans regia</i>	<i>Larus nobilis</i> <i>Launaea arborescens</i> <i>Lavatera maritima</i> <i>Lygeum spartum</i> <i>Nerium oleander</i> <i>Retama sphaerocarpa</i> <i>Rosa pouzinii</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Saccharum ravennae</i> <i>Sedum sp.</i> <i>Stipa tenacissima</i> <i>Vitex agnus-cactus</i> <i>Whitania frutescens</i>	No incluidas en el Catálogo Regional

- Plantación para sujeción de taludes. Se utilizaban especies de porte pequeño o mediano, con gran desarrollo radicular. Las principales especies seleccionadas fueron *Lygeum spartum*, *Stipa tenacissima*, *Retama sphaerocarpa*, *Ephedra fragilis*, *Cistus albidus*, y, en algunos casos, completados con *Lavandula dentata*, *Lycium intricatum* y *Dorycnium pentaphyllum*. En general, el marco de plantación fue de medio metro.

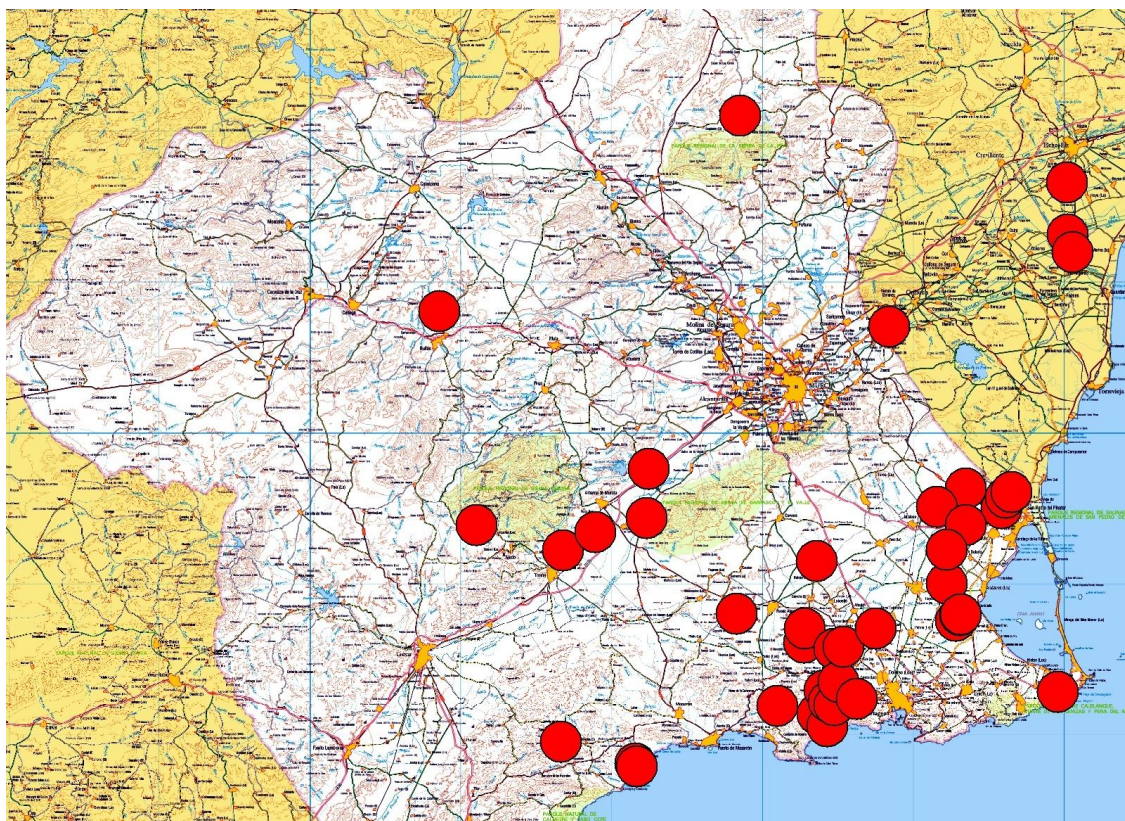


Figura 1: Localización de los sets de planta autóctona. Fuente: elaboración propia.

- Plantación para fomento de insectos auxiliares. Se utilizaron especies de floración profusa y prolongada, con alta tasa de producción de polen o néctar. Se tuvo en cuenta el periodo de floración de cada especie, de forma que se contara con disponibilidad de flores durante todo el año. La selección de especies dependió de la orientación y el porte final de la planta, pero un modelo para taludes de especies de bajo porte resistentes en solana sería *Lavandula dentata*, *Helichrysum stoechas*, *Cistus albidus*, *Asparagus sp pl*, *Dorycnium pentaphyllum*, contando con un marco de plantación de aproximadamente un metro.

4.2. Transferencia de conocimiento

Complementariamente a la cesión de planta autóctona, se han desarrollado labores de formación y asesoramiento directo para el fomento de flora en espacios agrícola en las que han participado 171 personas.

Además, se han editado diversos manuales con formación para los agricultores, entre los que se encuentra un manual básico (Sánchez-Balibrea *et al.*, 2014), que recoge la información básica necesaria a la hora de crear un seto en espacios agrícolas, describiendo una metodología sencilla y fácilmente aplicable, dividida en pasos, así como una serie de especies comunes. Además, sea editado un manual de buenas prácticas agrícolas (Martínez-Saura, *et al.*, 2014), una guía para la conservación de la

biodiversidad en zonas agrícolas intensivas (Martínez-Saura *et al.*, 2012) y otra guía para el fomento de la fauna útil (Martínez-Vélez *et al.*, 2012)

5. CONCLUSIONES

- La experiencia de recuperación de la flora autóctona ha despertado un notable interés entre los agricultores.
- La cesión de plantones facilita la creación de setos y, junto con el asesoramiento, fomenta la flora autóctona en detrimento de las especies exóticas, muchas de ellas comunes en viveros.
- La instalación de setos crea refugios y corredores para la fauna silvestre en espacios con ausencia de vegetación natural como el Campo de Cartagena.
- La información, formación y asesoramiento de agricultores ha complementado la cesión.
- Esta medida, sencilla, ha demostrado tener gran utilidad para la custodia del territorio y la recuperación de la biodiversidad autóctona.

6. AGRADECIMIENTOS

Las actuaciones se han desarrollado dentro del Convenio para la recuperación de Flora autóctona, suscrito entre ANSE y la extinta Consejería de Desarrollo Sostenible y Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia y en los proyectos Agricultores y Biodiversidad, Aliados por Naturaleza y Agricultores por la Naturaleza, desarrollados en el marco Programa empleaverde de la Fundación Biodiversidad, cofinanciado por el Fondo Social Europeo. Agradecemos la colaboración a todos los agricultores y empresas que han participado.

7. BIBLIOGRAFÍA

- BASORA ROCA, X. Y SABATÉ I ROTÉS, X., 2006. Custodia del territorio en la práctica. Manual de introducción a una nueva estrategia participativa de conservación de la naturaleza y el paisaje. Fundació Territori i Paisatge – Obra Social Caixa Catalunya y Xarxa de Custòdia del Territori. 78 pp.
- BENTON, T. G., VICKERY, J. A. Y WILSON, J. D. (2003): Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology and Evolution*. 18, 182–188.
- BIANCHI, F.J.J.A., BOOIJ, C.J.H. Y TSCHARNTKE, T. (2006). Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society*. 273: 1715–1727.
- Decreto n.º 50/2003, de 30 de mayo por el que se crea el Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia y se dictan normas para el aprovechamiento de diversas especies forestales. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. BORM, 10 de junio de 2003, num. 131: 11615-11624.

- DURÁ-ALEMAÑ, C.J., (2015) La custodia del Territorio. Cuadernos de Sostenibilidad y Patrimonio Natural. Fundación Banco Santander. España. 23 (2015) 127 pp.
- EVALUACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DEL MILENIO DE ESPAÑA. 2011. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Ecosistemas y biodiversidad para el bienestar humano. Síntesis de resultados. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- FAO, 2011. Biodiversity for Food and Agriculture. Contributing to food security and sustainability in a changing world. *Expert Workshop held by FAO and the Platform on Agrobiodiversity Research*, Rome, Italy, 14-16 April 2010 / FAO y PAR (Platform for Agrobiodiversity Research), 2011, 78 p.
- MARTÍNEZ-SAURA, C.M.; LÓPEZ-BARQUERO, P. Y GARCÍA, P. (2014). Buenas prácticas en la agroecología y conservación de la agrobiodiversidad. Murcia. ANSE. 135pp.
- MARTÍNEZ-SAURA, C.M.; SALLENT, A.; GARCÍA, P.; SÁNCHEZ, J. Y LÓPEZ-BARQUERO, P. (2012). Guía para la conservación de la biodiversidad en zonas agrícolas intensivas. Murcia. ANSE. 80pp.
- MARTÍNEZ-VÉLEZ, D.; NAVIA-OSORIO, R.; MARTÍNEZ-SAURA, C.M.; GARCÍA, P.; SÁNCHEZ, J.; SALLENT, A.; LÓPEZ-BARQUERO, P. (2012). Guía para el fomento de la fauna útil en explotaciones agrícolas. Murcia. ANSE. 48pp.
- MARSHAL, E.J.P. (2004). Agricultural Landscapes: Field Margin Habitats and Their Interaction with Crop Production. *Journal of Crop Improvement*. 12 (1-2): 365-404.
- RICO, J. (2011). Campos de vida Biodiversidad y producción agraria en el medio rural SEO/BirdLife - Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 196 pp.
- ROBINSON, R. A. Y SUTHERLAND, W. J. 2002 Post-war changes in arable farming and biodiversity in Great Britain. *Journal of Applied Ecology*. 39, 157–176.
- SÁNCHEZ-BALIBREA, J., GARCÍA MORENO, P., MARTÍNEZ-PÉREZ, J.F., LÓPEZ-BARQUERO, P., NAVIA-OSORIO PASCUAL, R., MARTÍNEZ-SAURA, C.M (2014). Manual Básico para la recuperación de la flora de interés ecológico en espacios agrícolas. Murcia. DGMA, CARM. 158 pp.
- VANDERMEER, J., LAWRENCE, D., SYMSTAD, A. AND HOBBIIE, S. 2002. Effects of biodiversity on ecosystem functioning in managed ecosystems. In: Loreau, M., Naeem, S. and Inchausti, P. (eds.). Biodiversity and Ecosystem Functioning. Oxford University Press, Oxford, UK. pp. 157-168.

Capítulo 27

Creación de tecnosuelos a partir de residuos mineros para favorecer el desarrollo de la vegetación y conseguir una rehabilitación paisajística

Fabián Moreno Barriga, Vicente Díaz, José A. Acosta, María Ángeles Muñoz, Ángel Faz, Raúl Zornoza.

Grupo de Gestión, Aprovechamiento y Recuperación de Suelos y Aguas. Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII 48, 30203, Cartagena. Email: fabiamambiente@gmail.com

RESUMEN

Para crear un tecnosuelo a partir de residuos mineros, se usaron como enmiendas biocarbón procedente de diferentes residuos orgánicos y residuo de mármol. Tras 90 días de incubación en laboratorio, los resultados mostraron que la adición combinada de biocarbón con residuo de mármol mejora la estructura edáfica, favorece el secuestro de carbono y reduce la disponibilidad de metales pesados; sin embargo, sería necesario adicionar alguna otra fuente de materia orgánica más lábil que estimule poblaciones microbianas.

ABSTRACT

To create a tecnosoil from mine residues, biochar derived from different organic residues and marble waste were used as amendments. After 90 days of incubation in lab, results showed that biochar added in combination with marble waste improved soil structure, promoted carbon sequestration and reduced de availability of heavy metals; however, it would be necessary to add some source of labile organic matter to stimulate microbial populations.

1. INTRODUCCIÓN

En la Región de Murcia, la actividad minera desarrollada durante más de 2000 años ha generado grandes cantidades de residuos acumulados en balsas, que aún permanecen en la zona. (Conesa et al, 2006). Estos residuos a menudo muestran baja fertilidad, ausencia de estructura, textura desequilibrada, valores extremos de pH, alta concentración de metales pesados y poca materia orgánica, que limitan el establecimiento de la vegetación e intensifican la erosión (Asensio et al, 2013). La

dispersión de los residuos por erosión hídrica y eólica puede contaminar aguas y suelos adyacentes, con alta concentración de metales incluso años después de que la mina haya sido abandonada (Pérez-Esteban et al, 2012). La acumulación de metales pesados puede dar lugar a una disminución de la fertilidad del suelo, la actividad microbiana y la biodiversidad, causar pérdidas de cosechas, y afectar negativamente a la salud animal y humana (Pérez-Esteban et al, 2014). Para minimizar el impacto ambiental negativo de los residuos mineros, es necesario realizar estrategias de remediación que reduzcan la toxicidad de los metales y reduzcan su dispersión. La adición de enmiendas para crear tecnosuelos que permitan el desarrollo de la vegetación es una solución técnica y económicamente viable. Las enmiendas ricas en materia orgánica como el compost y el biocarbón han demostrado mejorar con éxito la calidad del suelo y reducir la movilidad de los metales pesados (Rodríguez-Vila et al, 2014). El biocarbón es un material rico en carbono derivado de la pirólisis de la biomasa a altas temperaturas en un ambiente limitado de oxígeno (Lehmann y Joseph, 2009). Las propiedades del biocarbón pueden variar ampliamente en función de las materias primas usadas para su producción (Amonetty, 2009). El biocarbón también puede incrementar el pH del suelo debido a su alcalinidad y presencia de carbonatos (Yuan y Xu, 2011). Este incremento del pH y su alta superficie específica y capacidad de adsorción favorece la inmovilización de metales pesados y aniones (Uchimiya et al, 2011). No obstante, en residuos mineros muy ácidos es necesaria la adición de alguna otra enmienda alcalinizante como carbonato cálcico para asegurar una neutralización de la acidez que se mantenga a largo plazo (Zornoza et al, 2013).

En este estudio se llevó a cabo una incubación en laboratorio de residuo minero ácido enmendado con biocarbón procedente de diferentes materias primas y residuo de mármol con los siguiente objetivos: i) evaluar si la adición de las enmiendas empleadas mejora la estructura edáfica, el secuestro de carbono y la actividad microbiana; ii) determinar si las enmiendas reducen la movilidad de los metales pesados del residuo; iii) evaluar si la materia prima con la que se produce el biocarbón influye en las mejoras de las propiedades edáficas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó un depósito de residuos mineros ubicado en la Sierra Minera de Cartagena-La Unión. Se seleccionó el depósito de residuos de lodos de flotación de la mina Brunita en la Unión, donde se tomó residuo hasta 30 cm de profundidad. El residuo minero se llevó al laboratorio donde se secó al aire y se tamizó a < 4 mm. A continuación se llevó a cabo una incubación en laboratorio durante 90 días bajo condiciones controladas (55% de la capacidad de campo, 23°C y oscuridad). Como materia prima para la obtención del biocarbón se utilizó purín de cerdo (PC), residuo de cosecha

hortícola (RCH) y residuo doméstico (RD), obtenidos a través de pirólisis a una temperatura de 500°C durante 1 h. El biocarbón se añadió al residuo minero a razón de 20 g kg⁻¹ de carbono orgánico. El residuo o lodo de mármol (LM) usado era carbonato cálcico prácticamente puro procedente de una cantera del Noroeste de la Región de Murcia. Su dosis de aplicación fue de 200 g kg⁻¹, y se calculó en base a la cantidad de carbonato cálcico necesaria para neutralizar la acidez potencial del residuo minero generada por la concentración total de sulfuros. Los diferentes biocarbones y el LM se aplicaron independientemente y de forma combinada, para evaluar el efecto independiente y sinérgico de ambos materiales. Se utilizó un tratamiento control (CT) sin aplicación de ninguna enmienda. Se trabajó por tanto sobre ocho tratamientos, que se establecieron por triplicado: CT, PC, RCH, RD, CT-LM, PC-LM, RCH-LM, RD-LM. Los diferentes tratamientos se muestrearon a los 0, 3, 7, 15, 30, 60 y 90 días.

Se llevaron a cabo los siguientes análisis en las muestras de suelo: el pH y la conductividad eléctrica (CE) se midieron en agua desionizada (relación 1:2,5 y 1:5 p/v, respectivamente); la estabilidad de agregados (EA) se determinó mediante el método propuesto por USDA (1999); el carbono orgánico total (CO) se determinó con un analizador elemental CNHS-O (EA-1108, Carlo Elba); el carbono orgánico recalcitrante (COR) se ha determinado mediante hidrólisis ácida (Rovira y Vallejo, 2000); la fracción biodisponible de los metales pesados se extrajo con CaCl₂ 0,01 M (relación 1:10 p/v) (Pueyo et al, 2004); el carbono de la biomasa microbiana (CBM) se determinó mediante el método de fumigación-extracción (Vance et al, 1987); la fracción no fumigada se ha considerado como carbono soluble (CS); la actividad β -glucosidasa se ha determinado según el método de Tabatabai (1982), mientras que la actividad arilesterasa se ha medido con el método propuesto por Zornoza et al (2009). La concentración de los metales pesados se midió en ICP-MS (Agilent 7500 CE).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estabilidad de agregados fue significativamente inferior en CT y LM (30%). La adición de biocarbón aumentó significativamente esta propiedad, siendo significativamente más alto en RCH (46%) (Figura 1). Estudios previos también han demostrado que el biocarbón promueve significativamente la formación y estabilización de macroagregados dentro de los primeros 30 días de incubación (Lei y Zhang, 2013). Este hecho se puede deber al incremento del contenido de materia orgánica en el suelo (Bossuyt et al, 2001). Todas las enmiendas aumentaron el pH, siendo aquellas muestras que contenían LM las que elevaron en mayor grado el pH (~8) (Figura 1). Este incremento se debe a la presencia de carbonato cálcico aportado por el LM en los suelos, que es capaz mantener el pH próximo a la neutralidad durante largo tiempo por dilución de la calcita (Fernández et al, 2010).

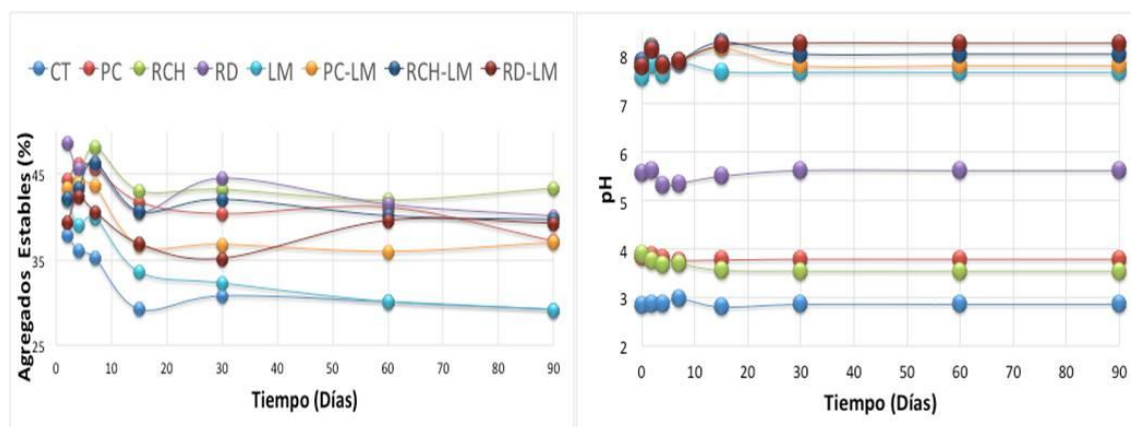


Figura 1. Agregados estables (izquierda) y pH (derecha)

La CE se redujo significativamente de $6,5 \text{ mS cm}^{-1}$ a $3,7 \text{ mS cm}^{-1}$ en los tratamientos que recibieron LM, debido principalmente a la precipitación de sales. El CO aumentó en todas las muestras que recibieron biocarbón, sin diferencias significativas entre los tratamientos, con niveles cercanos al 2% (cantidad de C añadida con la enmienda) (Figura 2). Esto se debe a la alta estabilidad del biocarbón, con tasas de mineralización muy bajas, algo observado en trabajos previos (Lehmann, 2007; Beesley et al, 2011). Esta alta estabilidad viene confirmada por los datos del COR, con valores $\sim 90\text{-}95\%$ del contenido total de C para los tratamientos con biocarbón (Figura 2).

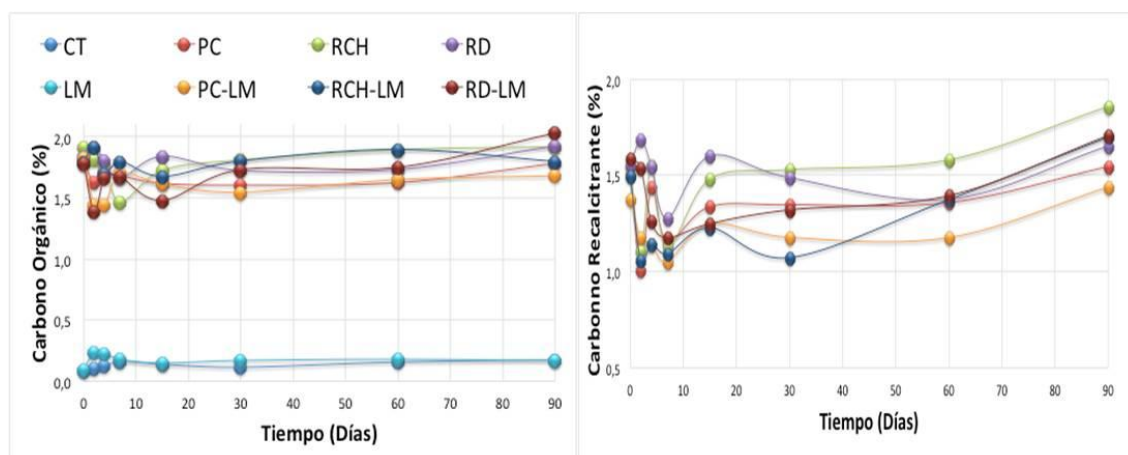


Figura 2. Carbono orgánico (izquierda) y carbono orgánico recalcitrante (derecha)

No se observó ningún efecto significativo de ningún tratamiento en el CS, el CBM El CS contó con un valor promedio de 18 mg kg^{-1} , el CBM con 250 mg kg^{-1} y la enzima β -glucosidasa no mostró actividad. La ausencia de efectos significativos en la adición de las enmiendas podría deberse a que el biocarbón añadido es altamente recalcitrante, por lo que no promueve incrementos en la actividad microbiana o el crecimiento microbiano (Bruun et al., 2011; Schomberg et al., 2012). No obstante, la enzima arilesterasa aumentó

significativamente su actividad con la adicción combinada de biocarbón y LM, con un valor promedio de $44 \mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$, en comparación con $5 \mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$ obtenidos en CT. Esta enzima está implicada en la degradación de compuestos fenólicos recalcitrantes, por lo que su incremento puede ser respuesta de los microorganismos a la adición de la enmienda para conseguir degradarla.

La disponibilidad de los metales intercambiables disminuyó significativamente en todos los tratamientos, descendiendo hasta un 95% en los tratamientos que recibieron LM y en el que recibió el biocarbón derivado de RD. Esto es debido a que el LM beneficia la adsorción, precipitación y coprecipitación de metales con oxihidróxidos, formación de quelatos con la materia orgánica y formación de carbonatos metálicos (Zornoza et al, 2013). Además, se puede producir adsorción de metales pesados por parte del biocarbón, como han demostrado previamente diferentes autores (Ahmad et al, 2014; Mohan et al, 2014), debido a su alta superficie específica y capacidad de cambio (Ding et al, 2014).

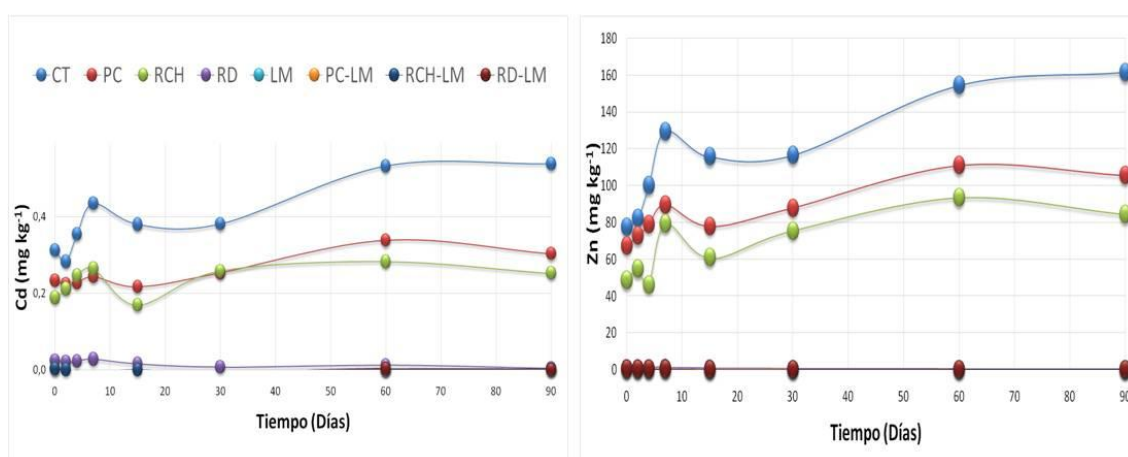


Figura 3. Metales intercambiables: Cd (izquierda) y Zn (derecha)

4. CONCLUSIONES

La adición de biocarbón en combinación con lodo de mármol es una estrategia efectiva para aumentar el carbono orgánico del suelo y la estabilidad de los agregados, necesaria para mejorar la estructura del suelo. Además, esta estrategia disminuye la disponibilidad de metales pesados, reduciendo su toxicidad en el suelo. Sin embargo, debido a la gran estabilidad del biocarbón, no se observó efecto sobre compuestos orgánicos lábiles, la biomasa microbiana y la actividad de la enzima relacionada con la degradación de compuestos lábiles. Estos resultados sugieren que a pesar de que el biocarbón es una estrategia eficaz para secuestrar carbono en el suelo y mejorar su estructura, sería necesario añadir una fuente lábil de la materia orgánica para promover el desarrollo de las poblaciones microbianas.

5. AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por el Programa de Jóvenes Líderes in Investigación de la Fundación Séneca (Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia) mediante el proyecto 189/JLI/13.

6. REFERENCIAS

- AHMAD, M., RAJAPAKSHA, A.U., LIM, J.E., ZHANG, M., BOLAN, N., MOHAN, D., VITHANAGE, M., LEE, S.S., OK, Y. (2014): "Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: a review". *Chemosphere*, 2014, nº 99, pp. 19–33.
- AMONETT, J. Y JOSEPH, S. (2009): "Characteristics of biochar, Microchemical properties". In: LEHMANN, J., JOSEPH, S. (eds.): "Biochar for environmental management". *Earth scan Publications Ltd. ISBN: 9781844076581*, 2009, pp. 33–52.
- ASENSIO, V., VEGA, F.A., ANDRADE, M.L., COVELO, E.F. (2013): "Technosoils made of wastes to improve physico-chemical characteristics of a copper mine soil". *Pedosphere*, 2013, nº 23, pp. 1–9.
- BEESELEY, L. Y DICKINSON, N. (2011): "Carbon and trace element fluxes in the pore water of an urban soil following green waste compost, woody and biochar amendments, inoculated with the earthworm *Lumbricus terrestris*". *Soil Biol. Biochem*, 2011, 43 pp. 188–196.
- BOSSUYT, H., DENEFF, K., SIX, J., FREY, S.D., MERCKX, R., PAUSTIAN, K. (2001): "Influence of microbial populations and residue quality on aggregate stability". *Appl. Soil Ecol*, 2001, nº16, pp. 195-208.
- BRUUN, E.W., HAUGGAARD, H., IBRAHIM, N., EGSGAARD, H., AMBUS, P., JENSEN, P.A., DAM-JOHANSEN, K. (2011): "Influence of fast pyrolysis temperature on biochar labile fraction and short-term carbon loss in a loamy soil". *Biomass Bioenergy*, 2011, nº35 (3), pp. 1182–1189.
- CONESA, H.M., FAZ, A., ARNALDOS, R. (2006): "Heavy metal accumulation and tolerance in plants from mine tailings of these miarid Cartagena-La Union mining district" (SE Spain). *Sci. Total Environ*, 2006, nº366. pp.1–11.
- DING, W., DONG, X., IME, I.M., GAO, B., MA, L.Q. (2014): "Pyrolytic temperatures impact lead sorption mechanisms by bagasse biochars". *Chemosphere*, 2014, nº 105, 68–74.
- FERNÁNDEZ, J.C., BARBA, C. (2010): "Metal immobilization in hazardous contaminated minesoils after marble slurry waste application. A field assessment at the Tharsis mining district" (Spain). *J. Hazard. Mater*, 2010, 181, pp. 817- 826.
- LEHMANN, J., JOSEPH, S. (2009): "Biochar for environmental management: an introduction". In: Lehmann, J., Joseph, S. (Eds.), *Biochar for Environmental Management: Science and Technology. Earthscan*, 2009, pp. 1–12.
- LEHMANN, J. (2007): "Bio-energy in the black". *Front. Ecol. Environ*, 2007, nº 5. pp. 381–387.
- LEI, O., ZHANG, R. (2013): "Effects of biochars derived from different feedstocks and pyrolysis temperatures on soil physical and hydraulic properties". *J. Soils Sediments*, 2013, 13, pp. 1561-1572.

- MOHAN, D., SARSWAT, A., Y.S. OK, PITTMAN, C.U. (2014): "Organic and inorganic contaminants removal from water with biochar, a renewable, low cost and sustainable adsorbent – a critical review". *Bioresour. Technol*, 2014, nº 160, pp. 191–202.
- PÉREZ-ESTEBAN, J., ESCOLÁSTICO, C., MASAGUER, A., MOLINER, A. (2012): "Effects of sheep and horse manure and pine bark amendment on metal distribution and chemical properties of contaminated mine soils". *Eur. J. Soil Sci*, 2012, nº 63, pp. 733–742.
- PÉREZ-ESTEBAN, J., ESCOLÁSTICO, C., MOLINER, A., MASAGUER, A., RUIZ-FERNÁNDEZ, J. (2014): "Phytostabilization of metals in mine soils using Brassica juncea in combination with organic amendments". *Plant Soil*, 2014, nº 377, pp. 97–109.
- PUEYO, M., LÓPEZ-SANCHEZ, J.F. AND RAURET, G. (2004): "Assessment of CaCl_2 , NaNO_3 and NH_4NO_3 extraction procedures for the study of Cd, Cu, Pb and Zn extractability in contaminated soils. *Analytica Chimica Acta*, 2004, nº504, pp. 217–226.
- ROVIRA, P., VALLEJO, V.R. (2000): "Examination of thermal and acid hydrolysis procedures in characterization of soil organic matter". *Commun Soil Sci Plan*, 2000, nº 3, pp. 81–100.
- SCHOMBERG, H.H., GASKIN, J.W., HARRIS, K., DAS, K.C., NOVAK, J.M., BUSSCHER, W.J., WATTS, D.W., WOODROOF, R.H., LIMA, I.M., AHMEDA, M., REHRAH, D., XING, B. (2012): "Influence of biochar on nitrogen fractions in a Coastal Plain soil". *J. Environ. Qual*, 2012, nº41 (4), pp. 1087–1095.
- TABATABAI, M.A. (1982): "Soil enzymes, in: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), Methods of soil analysis, part 2, second ed. ASA and SSSA, Madison", 1982, pp. 501-538.
- UCHIMIYA M, CHANG S, KLASSONKT. (2011): "Screening biochars for heavy metal retention in soil: role of oxygen functional groups". *J Hazard Mater*, 2011, nº190, pp. 432–441.
- USDA. (1999): "Soil quality Test Kit Guide". United States Department of Agriculture, Washington.
- VANCE, E.D., BROOKES, P.C., JENKINSON, D.S. (1987): "An extraction method for measuring soil microbial biomass C". *Soil Biol. Biochem*, 1987, nº 19, pp. 703-707.
- VEGA, F. A., COVELO, E. F. AND ANDRADE, M. L. (2005): "Limiting factors for reforestation of mine spoils from Galicia" (Spain). *Land Degrad. Dev*, 2005, nº 16, pp 27–36.
- YUAN JH, XURK. (2011): "The amelioration effects of low temperature biochar generated from nine crop residues on an acidic Ultisol". *Soil Use Manage*, 2011, nº27, pp. 110–115.
- ZORNOZA, R., LANDI, L., NANNIPIERI, P., RENELLA, G. (2009): "A protocol for the assay of arylesterase activity in soil". *Soil Biol. Biochem*, 2009, nº 41, pp. 659-662.
- ZORNOZA, R., FAZ, A., CARMONA, D.M., ACOSTA, J.A., MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, S., DE VRENG, A. (2013): "Carbon mineralization, microbial activity and metal dynamics in tailing ponds amended with pig slurry and marble waste". *Chemosphere*, 2013, nº 90, pp. 2606-2613.

Capítulo 28

Aplicaciones de la facilitación en restauración de áreas mineras en ambientes semiáridos

José A. Navarro-Cano¹, Marta Goberna¹, Alfonso Valiente-Banuet², Miguel Verdú¹

¹Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CIDE-CSIC)

²Universidad Nacional Autónoma de México

jose.a.navarro@uv.es, marta.goberna@uv.es, avalib@gmail.com, miguel.verdu@uv.es

RESUMEN

La minería genera microdesiertos artificiales de alta toxicidad y estrés hidrotérmico, que dificultan su recolonización natural y restauración. Muchas estructuras mineras se están inmersas en una matriz de alto valor ecológico, como en sitios Natura 2000, con vocación de generación de servicios ecosistémicos. En estos casos se produce un conflicto de intereses entre restauración y conservación de hábitats, dado que la aplicación de técnicas habituales de rehabilitación (desmontes, sellado, enmendado y plantación extensivos), que implican alta mecanización, producen efectos indirectos sobre hábitats próximos bien conservados y tienen un elevado coste económico. Por ello, urge el desarrollo de técnicas que, basadas en la biodiversidad local, faciliten una integración efectiva de dichas estructuras mineras mediante técnicas blandas de restauración.

La facilitación entre plantas, mecanismo por el que una especie nodriza favorece el establecimiento y desarrollo de otra especie, sin perjuicio para la nodriza, es clave en el ensamblaje de las comunidades en ecosistemas sometidos a un fuerte estrés ambiental. Sin embargo, su uso en restauración es todavía minoritario. En este trabajo aportamos evidencias del papel de la facilitación en la colonización vegetal de ambientes minero-metalíferos y yesíferos del Sureste Ibérico. Mostramos ejemplos de su importancia para la creación de un patrón parcheado de vegetación, en el que especies nodriza forman comunidades de plantas funcionalmente complementarias y de alta diversidad filogenética, que mejoran el desarrollo de funciones ecosistémicas básicas como el ciclado de nutrientes por la microbiota del suelo y la estabilidad del sistema. Finalmente, sugerimos un modelo de restauración basado en la selección de especies nodriza locales y de micrositios de plantación adecuados a la especie diana, la aplicación de técnicas blandas de plantación y el seguimiento del éxito de la restauración más allá del estado de la especie implantada. Para ello proponemos incorporar la filodiversidad vegetal como medida para evaluar el éxito de proyectos de restauración. La filodiversidad vegetal da

una medida integrada de los rasgos genéticos y funcionales de una comunidad, por lo que permite evaluar el proceso de ensamblaje de la comunidad tras la restauración, así como inferir efectos sobre diversas funciones ecosistémicas.

ABSTRACT

Mining activity generates artificial micro-deserts with high toxicity, physical instability and water and temperature stress, which hamper both the natural recolonization process and ecological restoration activities. In high-biodiversity areas such as Natura 2000 sites spotted by mining structures, habitat fragility and environmental law hinder the use of conventional mine-rehabilitation methods (landscape remodeling, dam building, soil sealing, extensive soil amendment and plantation). These methods have a heavy machinery dependence, which usually has collateral effects on the surrounding habitats and a high economic cost. This encourages the design and testing of soft tools for phytostabilization and ecological integration of these and other functionally similar man-made structures. Plant facilitation, the process by which a facilitated species profits from the activity or presence of a nurse species, is a key community assembly mechanism in ecosystems under severe abiotic stress conditions. However, this type of positive interaction is still rarely used in ecological restoration programs. Here we show different examples of the role of facilitation to shape patchy landscapes constituted by functionally complementary communities with high biodiversity in metaliferous tailings and gypsum soils from SE Spain. These facilitation-driven patchy communities promotes basic ecosystem functions such as the nutrient cycling and ecosystem stability.

Finally, we suggest a facilitation-driven restoration method based on the selection of local nurse plant species and suitable plantation microsites for target species, the use of soft plantation methods and the monitoring of the restoration success by using new metrics that allow to assess not only survival or growing of planted species but also their effect on the ecosystem functioning. We recommend to use plant phylodiversity metrics, as an integrated measure of the plant genetical and functional traits, for assessment of the restoration success. In this way, phylodiversity is useful to estimate how the community assembly is occurring and give as clues on how ecosystem functions are being restored.

1. EL PAPEL DE LA FACILITACIÓN EN AMBIENTES SOMETIDOS A FUERTES CONDICIONES DE ESTRÉS

Los mecanismos de facilitación entre especies han sido recientemente incorporados a la teoría ecológica, ante las numerosas evidencias acerca de su papel fundamental en la estructura y dinámica de las comunidades biológicas en ecosistemas sometidos a un fuerte estrés abiótico (Brooker et al., 2008). En estos sistemas la actividad y productividad biológica se ven beneficiadas por la colonización inicial de plantas nodriza. Estas plantas

modifican el microambiente físico en torno a ellas y crean islas o parches de fertilidad. El microambiente generado por una planta nodriza facilita la entrada de nuevas especies mediante la apertura de micrositios aptos para especies con mayores limitaciones fisiológicas al estrés, aumentando así la diversidad del sistema (Brooker et al., 2008). En estos casos a menudo se desencadena una retroalimentación positiva entre productores primarios y descomponedores, lo que promueve la formación de parches de vegetación que dinamizan el ecosistema favoreciendo funciones ecológicas básicas (Navarro-Cano et al., 2014).

La facilitación ha sido constatada principalmente en ecosistemas naturales sometidos a estrés hidrotérmico severo, en zonas áridas del planeta y ambientes de alta montaña (Brooker et al., 2008). Además, existen evidencias de su papel en sustratos especiales, como ambientes serpentínícolos (Oviedo et al., 2013) o yesíferos (Navarro-Cano et al., 2014), en donde la falta o el exceso de nutrientes inducen deficiencias o tienen un efecto tóxico sobre el metabolismo vegetal (Mota et al., 2011). El escenario más desfavorable para la colonización natural de la vegetación se da cuando al estrés derivado de la toxicidad del sustrato se unen restricciones climáticas como falta de agua y elevada radiación. Estos factores tienen un impacto sobre funciones ecosistémicas de primer orden (aumento de las tasas de erosión, descenso de la productividad biológica, reducción de la tasa de descomposición de la materia orgánica y ciclado de nutrientes, etc.), debido a su efecto sobre las comunidades vegetales y microbianas del suelo. Éste es el caso tanto de los afloramientos de yesos como de las cortas, terreras y depósitos minero-metalíferos en ambientes mediterráneos semiáridos.

2. EJEMPLOS DE FACILITACIÓN EN YESOS DEL SURESTE IBÉRICO

En afloramientos yesíferos de la Sierra de Crevillente (Alicante) hemos constatado el papel de *Ononis tridentata* como planta nodriza y promotora de islas de fertilidad. *O. tridentata* es capaz de establecerse en yesos desnudos altamente infértiles. Los ejemplares adultos facilitan la entrada de numerosas especies no gipsófitas bajo ella, mientras que las especies gipsófitas estrictas prefieren los claros entre parches de *O. tridentata* (Fig 1). Además, se observa un efecto significativo de los parches sobre la fertilidad del suelo y la actividad microbiana (Navarro-Cano et al., 2014). En un gradiente ontogenético de *O. tridentata* se ha comprobado que la edad de la nodriza era el principal factor de aumento de la fertilidad del suelo y de la productividad microbiana. No obstante, se ha demostrado que la formación de islas de fertilidad en estos ambientes parcheados es iniciada por la especie nodriza pero cuenta con la participación temprana de las especies facilitadas, que tienen un papel significativo en la fertilidad y productividad del Sistema (Navarro-Cano et al 2015). En canteras de yeso de la Sierra de Crevillente

también hemos constatado el papel de *Atriplex halimus* y *Salsola oppositifolia* como especies nodriza (Figura 1).



Figura 1. Parches de *Atriplex halimus* y *Salsola oppositifolia* en una cantera en la Sierra de Crevillente.

La cubeta excavada durante la explotación de la cantera presenta un sustrato arcilloso con encharcamiento temporal durante la época de lluvias, que está siendo colonizado por especies propias de estepas salinas mediterráneas.

3. EVIDENCIAS DE FACILITACIÓN EN DEPÓSITOS MINERO-METALÍFEROS

Entre enero y mayo de 2015 y dentro del proyecto MINTEGRA, se ha llevado a cabo un muestreo de vegetación en los depósitos de residuos metalíferos provenientes del lavado de mineral en la Sierra Minera de Cartagena y La Unión. Se ha muestreado un total de 859 parches de vegetación y sus claros adyacentes en 12 depósitos mineros. El muestreo ha permitido evaluar la existencia de patrones de facilitación entre la vegetación que de manera natural coloniza el depósito y sus efectos sobre la mejora de la fertilidad y productividad microbiana del sustrato de los depósitos (Figura 2).

Se han detectado un total de 13 especies nodriza, que comparten su capacidad para establecerse sobre sustrato desnudo en los depósitos mineros, aunque presentan rasgos funcionales diferenciados en términos de forma de vida, requerimientos hídricos, resistencia a la salinidad, fitoacumulación de metales pesados, estructura radical, etc. Entre las nodrizas se encuentran *Tamarix canariensis*, *Pinus halepensis*, *Osyris lanceolata*, *Salsola oppositifolia*, *Atriplex halimus*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*, *Piptatherum miliaceum*, *Hyparrhenia hirta*, *Helichrysum decumbens*, *Paronychia suffruticosa* y *Limonium cartaginense*. Estas especies son las responsables en su mayoría del patrón parcheado de vegetación observado en los depósitos, facilitando su colonización por más de 150 especies de plantas. Además, los resultados de los análisis de variables edáficas y de actividad microbiana indican una

mejora paulatina y significativa del sustrato bajo los parches creados por varias de estas nodrizas a medida que crecen (Figura 2).

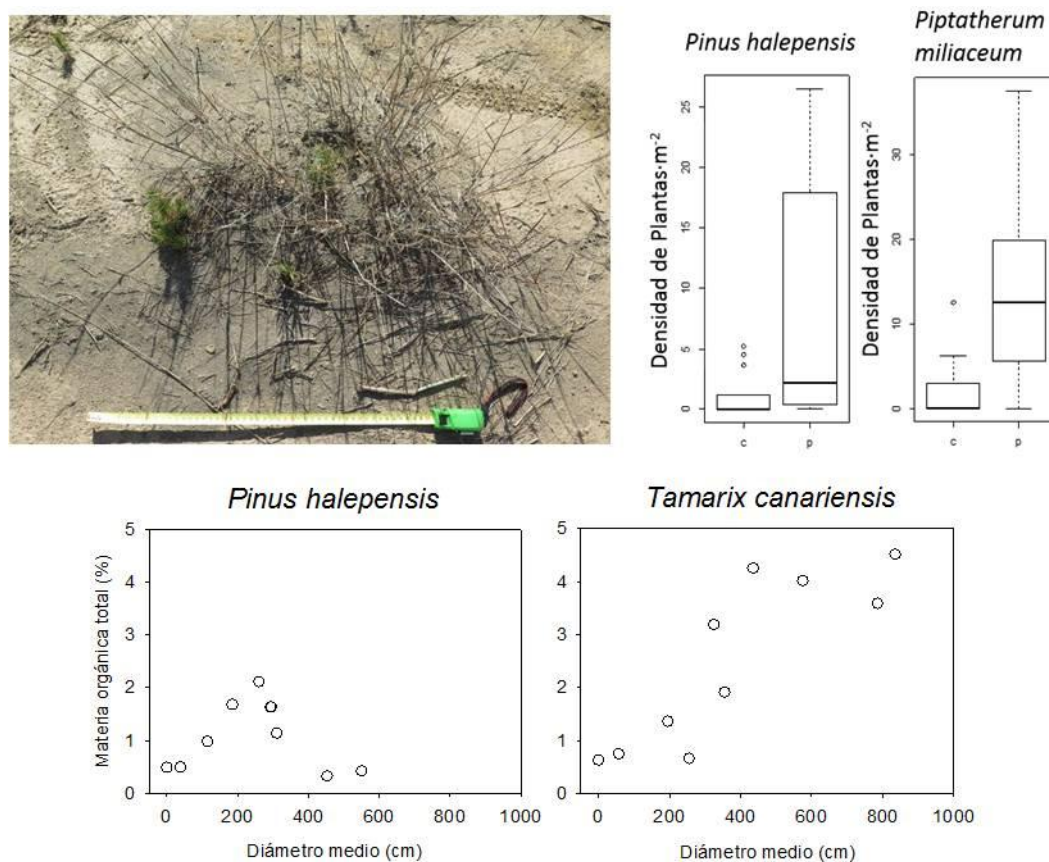


Figura 2. Izda. Parche de *Piptatherum miliaceum* sobre el que se ha facilitado el establecimiento de *Tetraclinis articulata* y *Pinus halepensis*. Dcha. Comparación entre la densidad de plantas en claro (c) y parche (p) en *Pinus halepensis* y *Piptatherum miliaceum*. Abajo. Comparación entre la evolución de la materia orgánica total con el tamaño de la nodriza en *Pinus halepensis* y *Tamarix canariensis*.

4. INCORPORACIÓN DE LA FACILITACIÓN A PROGRAMAS DE RESTAURACIÓN DE ÁREAS MINERAS

La localización de estructuras mineras enclavadas en áreas naturales con vocación de generación de servicios ecosistémicos dificulta la aplicación de técnicas convencionales de restauración, a menudo basadas en el sellado y posterior transformación o sustitución del hábitat de referencia mediante rehabilitación. En este sentido, urge la necesidad de desarrollar nuevas herramientas metodológicas que persigan la recuperación del hábitat original mediante la integración de las estructuras mineras en la matriz natural circundante. La fitoestabilización se ha señalado como una herramienta eficaz y económica para rehabilitar estructuras mineras mediante el uso de especies capaces de crecer sobre sustratos tóxicos y bioacumular elementos traza a

niveles anormalmente altos (Cunningham & Berti, 1993). En los últimos años se ha puesto especial énfasis en la búsqueda de especies fitoestabilizadoras para cada área minera a partir de la flora local (Conesa et al., 2006). Asimismo, existen indicios de que algunas especies que colonizan las estructuras mineras mejoran las propiedades del suelo (Ottenhof et al., 2007, Parraga-Aguado et al., 2013). A partir de las evidencias observadas sobre facilitación y creación de islas de fertilidad en depósitos minero-metalíferos, proponemos un método de restauración activa basado en la facilitación. El método se resume en:

i) la selección de plantas nodriza. Para ello recomendamos realizar un muestreo previo de la zona de actuación, encaminado a detectar nodrizas candidato, evaluar el tipo de especies que facilitan y sus rasgos funcionales, así como estimar su efecto sobre las propiedades físico-químicas y la actividad microbiana del suelo.

ii) La combinación de especies de plantación funcionalmente complementarias mediante la selección de nodrizas ya establecidas y especies de plantación con rasgos que permitan su facilitación por nodrizas.

iii) La preparación puntual del terreno, evitando aplicaciones extensivas con maquinaria pesada, que impliquen una afección negativa sobre parches de vegetación ya existentes y puedan aumentar los fenómenos de escorrentía y la movilidad de partículas por el viento.

iv) La selección de micrositios de plantación adecuados a las especies de plantación. Establecimiento en hoyo de plántones de nodriza en áreas sin vegetación, con apoyo de enmiendas correctoras de pH y orgánicas en hoyo en función de los rasgos de cada nodriza. Uso de siembras de especies seleccionadas bajo nodrizas ya establecidas. Uso de plántones de especies seleccionadas, solo en el caso de contar con planta previamente endurecida en vivero para su adaptación a condiciones de estrés severo. Plantación bajo nodriza en el caso de especies objetivo sin rasgos de resistencia a las condiciones de estrés de la zona de plantación.

5. USO DE LA FILODIVERSIDAD VEGETAL PARA EVALUAR EL ÉXITO DE UNA RESTAURACIÓN

El éxito de una restauración suele evaluarse a partir de la supervivencia de la especie plantada, su crecimiento, estado fisiológico, etc. En raras ocasiones se incorporan a medio-largo plazo medidas relacionadas con la estructura y dinámica de la vegetación (cobertura vegetal, riqueza de especies, etc.). Actualmente sabemos que plantas alejadas filogenéticamente tienden a ser funcionalmente dispares (Blomberg et al., 2003), lo que permite su coexistencia, una utilización más eficaz de los recursos y una atenuación de los principales factores de estrés ambiental (Navarro-Cano et al., 2014). Por ejemplo, las plantas nodriza tienden a beneficiar a plantas filogenéticamente

distantes, aumentando así la diversidad filogenética vegetal (Valiente-Banuet & Verdú, 2007). El uso más eficiente de los recursos por parte de comunidades vegetales filogenéticas (y funcionalmente) más diversas hace que éstas sean más productivas (Cadotte et al., 2008). Además, estas comunidades vegetales parcheadas tiene un efecto en cascada sobre la estructura de las comunidades microbianas del suelo, como responsables directas de los ciclos biogeoquímicos y flujos de energía en ecosistemas terrestres (Goberna et al., 2014). Por estas razones consideramos necesaria la incorporación de medidas de diversidad filogenética vegetal a la evaluación del éxito a medio-largo plazo de actuaciones de restauración. Un ejemplo sería el uso del MPD, que mide la distancia filogenética media ponderada por la abundancia de las especies presentes en una muestra (Webb et al., 2008). Su estima en áreas sometidas a restauración permitiría integrar en una misma métrica el grado de ensamblaje de la comunidad con respecto a la situación antecedente y su efecto sobre funciones ecosistémicas básicas relacionadas con fertilidad y ciclado de nutrientes.

6. AGRADECIMIENTOS

Los datos presentados han sido generados en el marco del proyecto MINTEGRA, con cargo a la I Convocatoria de Ayudas de la Fundación BBVA a Proyectos de Investigación: Área de Ecología y Biología de la Conservación. JA Navarro disfrutó de una Beca de Investigación 4742-5780 de la British Ecological Society.

7. BIBLIOGRAFÍA

- BLOMBERG, S.P., GARLAND, Jr.T., IVES, A.R. (2003): Testing for phylogenetic signal in comparative data: behavioral traits are more labile. *Evolution*, 57, 717-745.
- BROOKER, R.W., MAESTRE, F.T., CALLAWAY, R.M., CAVIERES, L.A. et al. (2008): Facilitation in plant communities: the past, the present, and the future. *J. Ecol.*, 96, 18-34.
- CADOTTE, M.W., CARDINALE, B.J., OAKLEY, T.H. (2008): Evolutionary history and the effect of biodiversity on plant productivity. *Proc Natl Acad Sci USA*, 105, 17012-17017.
- CONESA, H.M., FAZ, A., ARNALDOS, R. (2006): Heavy metal accumulation and tolerance in plants from mine tailings of the semiarid Cartagena–La Unión mining district (SE Spain). *Sci Tot Environ*, 366, 1-11.
- CUNNINGHAM, D.S. Y BERTI, R.W. (1993): Remediation of contaminated soils with green plants: An overview. *In Vitro Cell Dev Biol*, 29, 207-212.
- GOBERNA, M., NAVARRO-CANO, J.A., VALIENTE-BANUET, A., GARCÍA, C. Y VERDÚ, M. (2014): Abiotic stress tolerance and competition related traits underlie phylogenetic clustering in soil bacterial communities. *Ecol Lett* 17, 1191-1201.
- MOTA, J.F., SÁNCHEZ-GÓMEZ, P. Y GUIRADO, J.S. (2011): *Diversidad vegetal de las yeseras ibéricas. El reto de los archipiélagos edáficos para la biología de la conservación*. ADIF-Mediterráneo Asesores Consultores, Almería.

- NAVARRO-CANO, J.A., GOBERNA, M., VALIENTE-BANUET, A., MONTESINOS-NAVARRO, A., GARCÍA, C. Y VERDÚ, M. (2014): Plant phylodiversity enhances soil microbial productivity in facilitation-driven communities. *Oecologia*, 174, 909-920.
- NAVARRO-CANO, J.A., VERDÚ, M., GARCÍA, C. & GOBERNA, M. (2015): What nurse shrubs can do for barren soils: rapid productivity shifts associated with a 40 years ontogenetic gradient. *Plant Soil*, 388, 197-209.
- OTTENHOF, C.J.M., FAZ, A., AROCENA, J.M., NIEROP, K.G.J., VERSTRATEN, J.M. Y VAN MOURIK, J.M. (2007): Soil organic matter from pioneer species and its implications to phytostabilization of mined sites in the Sierra de Cartagena (Spain). *Chemosphere* 69, 1341-1350.
- OVIEDO R, FAIFE-CABRERA M, NOA-MONZÓN A, ARROYO J, VALIENTE-BANUET A, VERDÚ M. 2014. Facilitation allows plant coexistence in Cuban serpentine soils. *Plant Biology* 16: 711-716
- PÁRRAGA-AGUADO I, GONZÁLEZ-ALCARAZ MN, ÁLVAREZ-ROGEL J, JIMENEZ-CÁRCELES FJ, CONESA HM. 2013. The importance of edaphic niches and pioneer plant species succession for the phytomanagement of mine tailings. *Environ Poll* 176: 134-143.
- VALIENTE-BANUET A, VERDÚ M. 2007. Facilitation can increase the phylogenetic diversity of plant communities. *Ecol Lett* [10: 1029–1036](#).
- WARDLE DA, BARDGETT RD, KLIRONOMOS JN, SETÄLÄ H, VAN DER PUTTEN WH, WALL DH. 2004. Ecological linkages between aboveground and belowground biota. *Science* 304: 1629-1633.
- WEBB CO, ACKERLY DD, KEMBEL SW. 2008. Phylocom: software for the analysis of phylogenetic community structure and trait evolution. *Bioinformatics* 24: 2098-2100.

Capítulo 29

Actividad del Voluntariado Ambiental Municipal del Ayuntamiento de Murcia en el río Segura

Herminio Picazo¹, Marta Sánchez¹, Francisco Carpe².

1: Ecopatrimonio S.L.U. 2: Concejalía de Urbanismo, Medio Ambiente y Huerta del ayuntamiento de Murcia. Email: herminio.picazo@ecopatrimonio.es

RESUMEN

El Programa de Información y Sensibilización Ambiental del ayuntamiento de Murcia puso en marcha en el último trimestre de 2011 su Programa de Voluntariado Ambiental Municipal bajo el lema ¡“Hacemos piña”!. El programa promueve la participación ciudadana en el conocimiento y la conservación de los espacios naturales y la biodiversidad en el municipio. Las primeras actividades del programa arrancaron a principios de 2012 contando con 45 personas inscritas, número que ha ido aumentando hasta alcanzar los 178 voluntarios/as en octubre de 2015. Hasta esa fecha se han realizado un total de 35 actividades. Configurando una línea específica de trabajo, 11 de las actividades han tenido como objeto la realización de trabajos en el entorno del río Segura y el paraje de la Contraparada, realizadas en colaboración con ANSE en el marco del proyecto LIFE-SEGURA RIVERLINK.

ABSTRACT

In the last quarter of 2011, the Murcia City Council Environmental Awareness and Information Programme implemented its Municipal Environmental Volunteer Programme under the slogan “Hacemos piña”. The programme promotes citizen participation in the knowledge and conservation of natural areas and biodiversity in the municipality. The first activities of the programme started in early 2012 with 45 people enrolled, a figure that had increased to 178 volunteers in October 2015. Until then, a total of 35 activities had been developed. Configuring a specific line of work, 11 of the activities have focused on carrying out works in the environment of the Segura River and the natural area of La Contraparada, in collaboration with ANSE, within the framework of the LIFE-SEGURA RIVERLINK project.

1. OBJETIVOS Y MÉTODOS DEL PROGRAMA

El Programa de Voluntariado Ambiental del Municipio de Murcia tiene como objetivos:

- Promover la participación ciudadana en el conocimiento y la conservación de los espacios naturales y la biodiversidad del Municipio de Murcia mediante la dinamización de grupos de voluntariado.
- Promover la implicación social y la participación comunitaria en las tareas de recuperación del entorno, fomentando el compromiso personal y el acuerdo social con las iniciativas puestas en marcha.
- Conectar colectivos, entidades, asociaciones y personas con interés comunes.
- Vincular el patrimonio ambiental al cultural, histórico y etnográfico.

El Programa tiene como lema ¡Hacemos Piña! y aplica métodos participativos y de grupo en las actividades. Los voluntarios/as se inscriben en el Programa, reciben la información e informan, para cada actividad, de si acuden o no a la misma. Todos los aspectos organizativos, de seguimiento y evaluación del Programa están desarrollados por la Oficina del Voluntariado Ambiental del Ayuntamiento de Murcia, trabajo encomendado a ECOPATRIMONIO. El Programa colabora con el Servicio de Voluntariado de la Universidad de Murcia. Los alumnos/as pueden convalidar créditos CRAU.

2. DESARROLLO DEL PROGRAMA

El Programa se inició en el último trimestre de 2011 y realizó sus primeras actividades a principios de 2012 contando con 45 personas inscritas, número que ha ido aumentando progresivamente hasta alcanzar los 178 voluntarios/as en octubre de 2015 (Figura 1).

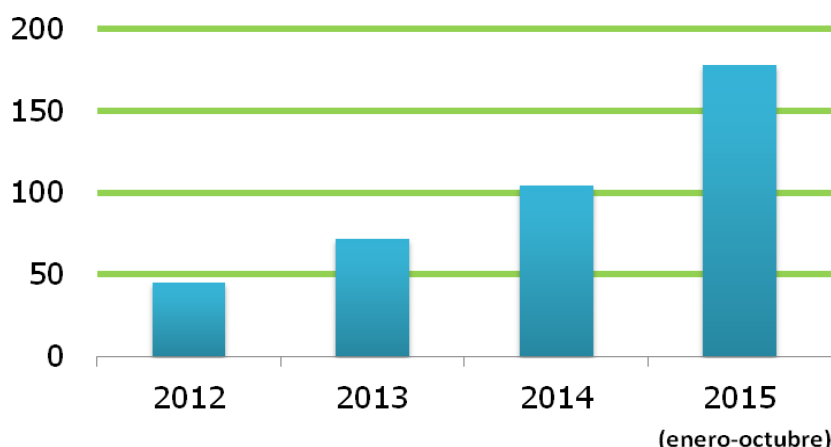


Figura 1: Evolución de las inscripciones 2012-2015. Fuente. Elaboración propia

El número de actividades específicas realizadas con los voluntarios/as hasta octubre 2015 ha sido de 35. La tabla 1 muestra la evolución de la oferta y la demanda durante estos años

Tabla 1: Evolución de la oferta/demanda 2012-2015

Años	Actividades	Inscritos	Inscritos/actividad
2012	9	45	5
2013	10	72	7.2
2014	9	104	12
2015	7	178	25
Total	35	399	11

Fuente: Elaboración propia

Las actividades se programan teniendo en cuenta una serie de líneas generales y proyectos (que se identifican por un lema o “palabra clave”). Estas líneas y proyectos son las de la tabla 2.

Tabla 2 Líneas y Proyectos en el Programa de Voluntariado Ambiental

Líneas	Proyectos	Palabra clave
Mantenimiento y mejora de la biodiversidad y del paisaje	Conservación y recuperación de la biodiversidad de la Huerta de Murcia	BIOHUERTA
	Recuperación ambiental del río Segura y su entorno	SEGURA
	Mantenimiento y mejora de la biodiversidad espacios forestales del municipio de Murcia	NATURA
Gestión de residuos	Reutilización de residuos orgánicos	COMPOST
Recuperación de elementos patrimoniales	Conservación del patrimonio cultural de la Huerta de Murcia/Majal Blanco	ECOCULTURA
	Patrimonio etnográfico: la historia viva de la Huerta de Murcia/Majal Blanco	MEMORIA
Apoyo a la gestión del uso público en espacios naturales del municipio	Mantenimiento y mejora de los senderos del Majal Blanco	SENDEROS
	Mejora de la señalización de elementos de interés en el Majal Blanco	SEÑALES

Fuente: Elaboración propia

Entre las actividades realizadas hasta octubre de 2015, 11 de ellas (un 28 % del total) han tenido como objetivo el trabajo en el paraje de la Contraparada y en las riberas del río Segura.

Cabe destacar que según las hojas de evaluación pasadas a los participantes tras la celebración de cada actividad, las actividades referidas al río Segura han sido muy bien valoradas por los/as voluntarios/as en todos los aspectos por los que se les preguntó (información y coordinación previa, objetivos de la actividad, conocimientos adquiridos, dinámica de la actividad, papel del monitor/a, el entorno es adecuado para realizar esta actividad, materiales de apoyo, profesor/a –ponente si lo hay, y valoración global de la actividad).

Excepto en uno de los casos (actividad “Aprovechamientos tradicionales de la Huerta de Murcia” 29/10/15), las actividades en río Segura del Programa de Voluntariado Ambiental del Municipio de Murcia (Tabla 3) se han realizado en colaboración con la Asociación de Naturalistas del Sureste (ANSE) en el marco del proyecto LIFE- SEGURA, lo que ha generado interesantes dinámicas y sinergias que han contribuido a reforzar los objetivos de ambos actores.

Tabla 3: Actividades hasta octubre de 2015 referidas a río segura

Actividad	Fecha	Síntesis
Anillamiento de aves y muestreo de galápagos	28/09/13	Recogida de aves de las redes de trampeo, identificación y explicación del proceso de marcaje. Recogida de las trampas de galápagos, identificación y marcaje.
Muestreo de mamíferos en el río Segura	12/10/13	En un entorno de unos 500 metros aproximadamente aguas arriba y abajo del centro de La Contraparada, cada grupo realizó muestreos en las zonas del río donde la vegetación lo permitía. ANSE. Volcado de las fotografías realizadas durante el muestreo y puesta en común de los resultados. Se encontraron, entre otros, excrementos de nutria.
Muestreo de galápagos	19/10/13	Revisión de nasas. Recogida de las trampas de galápagos, identificación y marcaje.
Mantenimiento del corredor del río Segura	9/10/13	Formación de alcorques, colocación de los plantones y riego. Colocación de malla protectora, continuación de la plantación y actividades de mantenimiento
Propagación de plantas autóctonas en el vivero	25/1/14	Producción de esquejes a partir de tallos, colocación de gotero y plantación de esquejes en tierra. Chopos, álamos, tarays y sauces

Trampeo de fauna en La Contraparada	5/4/14	Explicaron de funcionamiento de diferentes aparatos de fototrampeo y visualización de imágenes. Nasas galápagos y recogida, medición, peso y suelta de los ejemplares autóctonos
¡Hacemos piña en el vivero! Especies de ribera	29/11/14	Preparación de plantas producidas en el vivero en enero de 2014 para su posterior plantación en la ribera del río Segura
Recuperación del bosque de ribera del río Segura	13/12/14	Realización de plantación a diferentes alturas del talud de la margen izquierda del río Segura
Recuperación del bosque de ribera (II)	7/2/15	Continuación de actividad anterior.
Seguimiento de fauna	9/5/15	Muestreo de odonatos en el cauce del río Segura a la altura de Nonduermas. Revisión de nasas de galápagos (6 ejemplares), medidas y liberación.
Aprovechamientos tradicionales de la Huerta de Murcia	29/10/15	El papel de las cañas (<i>Arundo donax</i> L.) en el ecosistema del río Segura y su potencial invasor. Uso tradicional de las cañas en la huerta para fabricación de juguetes y “artilugios” (cohetes, barcos, pitos, yo-yos,...).

Fuente: Elaboración propia



Foto: Composición de imágenes en las actividades. Fuente: ECOPATRIMONIO

3. CONCLUSIONES

El desarrollo del Programa de Voluntariado Ambiental Municipal, y en particular de sus actividades referidas al río Segura, gozan de una buena aceptación y contribuyen a la extensión de la conciencia ambiental en el municipio de Murcia. Asimismo la colaboración en esta línea con ANSE resulta muy positiva. Para los siguientes años, el Ayuntamiento pretende continuar, profundizar y aumentar el grado de maduración de este Programa con nuevas actividades y dinámicas.

4. AGRADECIMIENTOS

Grupo de voluntarios/as, ANSE, colaboradores en actividades (Francisco Robledano, Pablo Laguna, Eloísa Romero, Juan Jordán, José Pedro Marín, Antonio Soler, Juan Miguel Olmos, Asociación GLOBAL CORK, Asociación LAS HUERTAS QUE DA LA VIDA, Eladio Ruiperez, Antonio García, José Manuel García), Lola Falcó, Agentes ambientales del Majal Blanco, personal de la concejalía, Servicio de Voluntariado de la Universidad de Murcia.

Capítulo 30

La renaturalización de cultivos abandonados como contribución a la infraestructura verde del sureste ibérico

Francisco Robledano Aymerich¹, Asunción Romero Díaz¹, Francisco Belmonte Serrato¹, Víctor Manuel Pérez Zapata¹, Carlos Martínez Hernández² y Víctor Martínez López¹

1: Departamento de Ecología e Hidrología. Facultad de Biología. Universidad de Murcia.

Email: frobleda@um.es.

2: Departamento de Geografía. Campus de La Merced. Universidad de Murcia.

Email: miguela.fernandez4@carm.es; franbel@um.es; arodi@um.es.

RESUMEN

Las políticas agrícolas y los cambios socioeconómicos, interactuando con el cambio climático, están promoviendo el abandono de extensas superficies agrarias con un papel crítico para la conservación del suelo, el agua y la biodiversidad, cuya adecuada gestión permitiría incorporarlas a la infraestructura verde del territorio, por su valor funcional complementario a los espacios naturales protegidos y otros paisajes sobresalientes. La reconstrucción natural asistida, utilizando mecanismos pasivos tutelados o incentivados mediante técnicas de bajo coste, parece una opción interesante, alternativa a las políticas tradicionales de restauración forestal. Presentamos un marco de referencia basado en los resultados del Proyecto SENECA 15233/PI/10, orientado a la evaluación de las consecuencias ecogeomorfológicas del abandono agrícola en el sureste español. Para acotar la posibilidad de aplicar técnicas de restauración pasiva asistida, se ha realizado una evaluación integrada de indicadores de biodiversidad y conservación física, a diferentes escalas que cubren gradientes litológicos y climáticos. Se utilizaron indicadores composicionales, estructurales y funcionales obtenidos a partir de muestreos de campo de flora leñosa, vegetación y avifauna. Los indicadores físicos y biológicos a menudo siguieron trayectorias divergentes o contrapuestas, especialmente en los sustratos menos coherentes donde los procesos de degradación del suelo y erosión pueden coexistir con valores elevados de biodiversidad. El abandono estricto no es una opción generalizable, pero en muchos casos puede mejorar las condiciones edáficas y el desarrollo vegetal. Nuestros resultados pueden ayudar a la toma de decisiones sobre las medidas de gestión y la escala e intensidad de su aplicación. La evaluación de nuevas zonas, la búsqueda de

patrones de respuesta y modelos de gestión sub-regionales, y la reformulación del concepto de *rewilding* en los paisajes agrarios semiáridos tradicionales, constituyen los siguientes pasos a desarrollar.

ABSTRACT

The rewilding of oldfields as a contribution to the green infrastructure of Southeastern Spain. Agricultural policies and socio-economic changes, interacting with climate change, are promoting the abandonment of large surfaces with a critical role in the conservation of soil, water and biodiversity, whose adequate management would allow incorporating them to the green infrastructure of the territory, given their functional value, complementary to the protected natural areas and other relevant landscapes. The assisted natural reconstruction, using passive mechanisms (directed or fostered through low-cost techniques), appears as an interesting option, alternative to traditional reforestation policies. We present a reference framework based on the results of Project SENECA 15233/PI/10, focused at the evaluation of the ecogeomorphological consequences of agricultural abandonment in Southeastern Spain. To delimit the possibility of applying assisted passive restoration techniques, we made an integrated assessment of biodiversity and physical conservation indicators, at different scales covering lithological and climatic gradients. We used compositional, structural and functional indicators derived from field surveys of woody flora, vegetation and birds. Physical and biological indicators often followed divergent or opposed trajectories, especially in the less coherent substrate types in which soil degradation and erosion processes can coexist with high biodiversity values. Strict abandonment is not a generally applicable option, but in many cases it can improve edaphic conditions and vegetation development. Our results may help decision making about management measures and the scale and intensity of their application. The assessment of new areas, the search of sub-regional response patterns and management models, and the reformulation of the *rewilding* concept in the traditional semiarid agricultural landscapes are the next steps forward.

1. INTRODUCCIÓN

En las regiones semiáridas de España, los cambios socioeconómicos y las políticas agrarias -particularmente la Política Agraria Común (PAC) de la Unión Europea-, interactuando con el Cambio Climático, han promovido el abandono de amplias superficies agrícolas críticas para la conservación del suelo, el agua y la biodiversidad. La reconstrucción natural (auto-regeneración, restauración pasiva, renaturalización) puede ser una opción con buena relación coste-efectividad, y una alternativa a las políticas convencionales de reforestación (plantaciones arbóreas) a menudo inadecuadas por las

limitaciones físicas de estos ambientes y con efectos negativos sobre su biodiversidad singular (ZAPATA, 2015).

2. METODOLOGÍA

El estudio se ha desarrollado en el conjunto de la Región de Murcia (SE España), con una aproximación multiespecífica y multiescalar (Figura 1) analizando indicadores de biodiversidad en distintos gradientes biofísicos desde el ámbito local (parcela) al regional. Se ha partido de la cartografía de MARTÍNEZ HERNÁNDEZ (2015), que totaliza 24.522 ha (un 2,2% de la superficie regional total y un 4% de la superficie agrícola regional (principalmente cereal de secano y almendro).

ESCALAS Y ENFOQUES:	METODOS	ASPECTOS DE BIODIVERSIDAD
Evaluación regional	Cartografía temática	Cobertura Red NATURA 2000
Gradiente litológico x cronosecuencia	Evaluación biofísica de áreas piloto	Valoración flora/vegetación leñosa y avifauna
Análisis regional estratificado (bioclimático x litológico)	Áreas piloto + muestreo extensivo regional por pisos bioclimáticos	Valoración flora/vegetación leñosa y fauna (aves, gasterópodos terrestres)
Modelización regional	Análisis Factorial de Nicho Ecológico (ENFA)	Contribución de la variable abandono a la distribución de especies seleccionadas

Figura 1. Enfoque multiescalar y multiespecífico utilizado en el análisis de indicadores de biodiversidad en los campos de cultivo abandonados de la Región de Murcia.

2.1. Áreas de estudio y escalas de trabajo

Durante dos ciclos anuales (septiembre 2011 a mayo 2013) se realizaron muestreos estacionales en tres áreas piloto representativas de las principales litologías regionales (metamórfica, caliza y margosa) ordenadas según un gradiente aproximadamente W-E, en orden creciente de erosionabilidad. En el invierno de 2013 y la primavera de 2014 se realizaron muestreos adicionales en 8 áreas de esas mismas litologías dentro del piso bioclimático termomediterráneo. En ambos casos, en cada zona se diferenciaron parcelas de abandono antiguo (>20 años), reciente (>20 años) y sectores de vegetación natural. A lo largo de 2015 se añadió un muestreo extensivo regional estratificado por pisos bioclimáticos (termo- y mesomediterráneo) que ha cubierto cerca de 70 parcelas consideradas en abandono según el criterio de MARTÍNEZ

HERNÁNDEZ (2014). Finalmente, se introdujo la variable “superficie de abandono” cartografiada por dicho autor en los modelos regionales de idoneidad del hábitat de varias especies de aves de medios agrícolas (SORIANO, 2015).

2.2. Indicadores de biodiversidad

La flora leñosa y las aves han sido las taxocenosis utilizadas para evaluar la biodiversidad desde un punto de vista composicional (riqueza, valor de conservación), estructural (cobertura, estratificación vertical) y funcional (procesos e interacciones). Se han utilizado índices multiespecíficos de valor de conservación de la flora y fauna, y un índice funcional (potencial dispersor), para interpretar y evaluar la biodiversidad y su contribución a la dinámica de renaturalización (Figura 2). Los métodos de muestreo y análisis de datos pueden consultarse en ROBLDANO-AYMERICH *et al.* (2014) y PÉREZ NAVARRO *et al.* (2014).

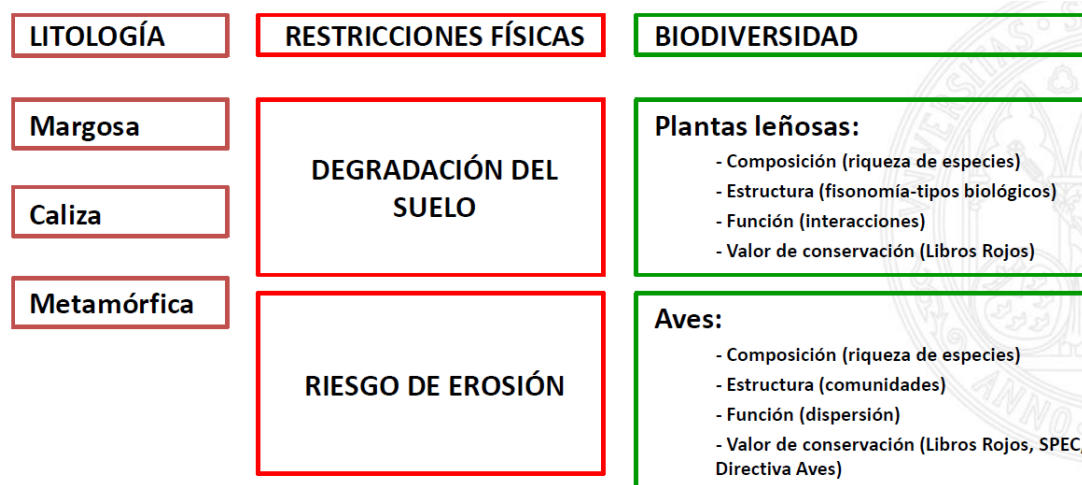


Figura 2. Indicadores de biodiversidad utilizados para la evaluación biofísica de campos de cultivo abandonados en la Región de Murcia.

3. PRINCIPALES RESULTADOS

La evaluación biofísica de las áreas piloto estudiadas con mayor intensidad (ROBLDANO-AYMERICH *et al.*, 2014) revela tres síndromes característicos de respuesta de la biodiversidad frente a los riesgos físicos, con dinámicas contrapuestas que exigen un compromiso en las políticas de manejo de estas áreas, que debe ajustarse a los mecanismos y filtros característicos que operan a escala de parcela. En las áreas con mayores restricciones físicas (margas), la materia orgánica y los nutrientes del suelo disminuyen después del abandono, presentando una capacidad infiltración baja y altas tasas de erosión y fenómenos de *piping*. Sin embargo los índices que describen su valor de biodiversidad, especialmente de aves (índice SPEC, basado en la presencia de

especies de interés para la conservación a escala europea según Birdlife International) alcanzan valores comparativamente altos (Figura 3).

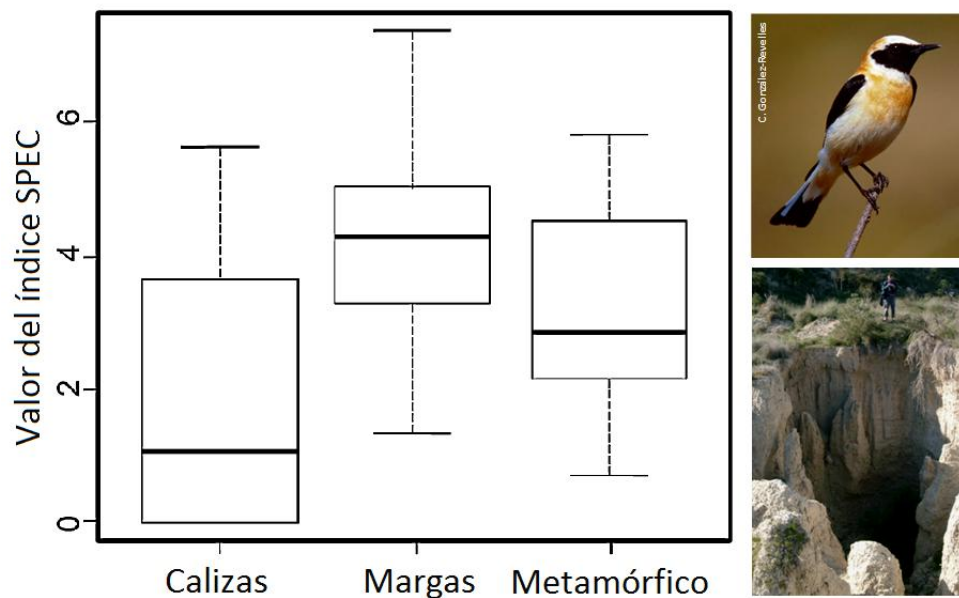


Figura 3: Comparación del valor de conservación según las categorías SPEC de las aves reproductoras entre campos abandonados de diferentes litologías.

La vulnerabilidad física de estas litologías menos coherentes hace que el abandono estricto no sea una opción generalizable. Pero cualquier intervención orientada a prevenir o corregir impactos y riesgos geomorfológicos debe tener en cuenta los requerimientos de su biodiversidad, normalmente con afinidades más esteparias que forestales (PÉREZ NAVARRO *et al.*, 2014). Las áreas calizas o metamórficas estudiadas, cuyas condiciones físicas y edáficas mejoran tras el abandono en consonancia con la colonización vegetal, pueden sin embargo mostrar situaciones de bloqueo de la sucesión (que se atribuyen a fenómenos de inhibición), especialmente en áreas calizas, con efectos negativos sobre la diversidad de flora y fauna. En áreas metamórficas, donde estos efectos son menos evidentes, la colonización por plantas leñosas puede llegar a ocasionar fenómenos de matorralización que acaben desplazando a las especies de fauna propias de etapas sucesionales tempranas y abiertas. Estos dos últimos síndromes (sucesión bloqueada y matorralización) pueden requerir una intervención activa de ruptura de la dinámica inhibidora o colonizadora (por ejemplo, recurriendo a herbívoros), y/o de diversificación activa (mediante reforestaciones puntuales, atracción de dispersores...). El estudio de un mayor número de áreas de abandono en el piso termomediterráneo parece confirmar la existencia de fenómenos de bloqueo de la sucesión por inhibición, pero las limitaciones hídricas ralentizan la dinámica sucesional superponiéndose a las diferencias litológicas.

No obstante, la interacción entre clima y litología es un aspecto todavía pendiente de un estudio más detallado sobre el que puede arrojar luz el muestreo extensivo regional

Por otra parte, a una escala mayor a la de parcela -equiparable, en términos de manejo, a la de finca o subunidad geomorfológica (subcuenca, vertiente...)-, el mantenimiento de un mosaico equilibrado de teselas en distinto estado sucesional, puede aportar un beneficio añadido en términos de biodiversidad. Por ejemplo, el conejo (*Oryctolagus cuniculus*), especie clave en este tipo de sistemas, puede alcanzar altas densidades en etapas maduras (campos de abandono antiguo en calizas, Figura 4), pero parece depender del mosaico sucesional en su conjunto (HEREDIA, 2015). El valor ecológico y económico de esta especie en dicho mosaico justifica prestar una mayor atención a su papel en la dinámica post-abandono.

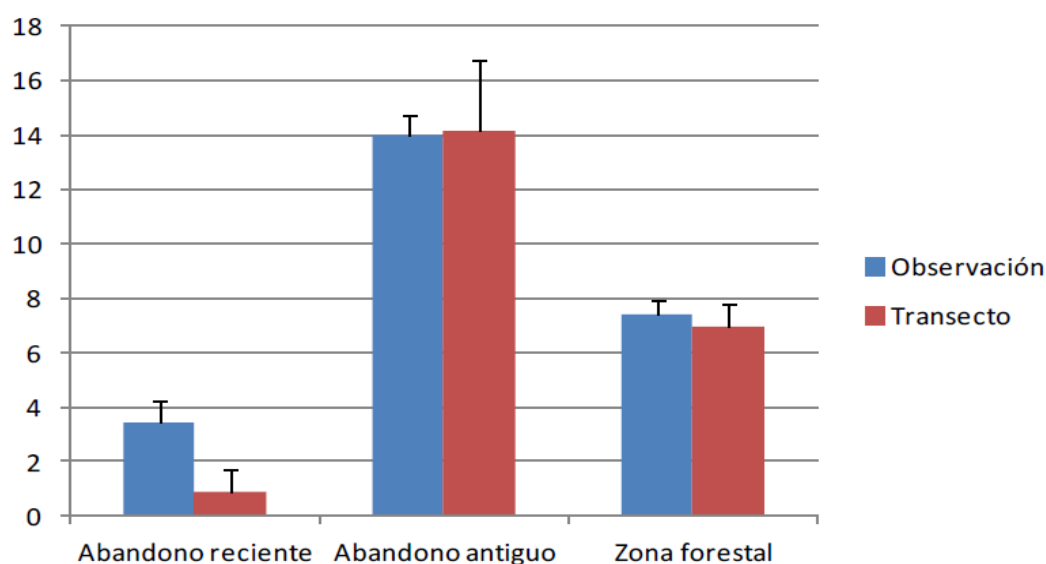


Figura 4: Densidades medias de conejo (individuos/ha, en ordenadas) obtenidas por dos métodos directos en los tres tipos de parcelas estudiadas en las áreas abandonadas.

Finalmente, la incorporación del “uso abandonado” en el Análisis Factorial de Nicho Ecológico (ENFA) revela que dicha variable se relaciona positivamente con la presencia de Abejaruco Común (*Merops apiaster*) y Carraca Europea (*Coracias garrulus*), precisamente las especies con una menor proporción de hábitat óptimo incluido en espacios naturales protegidos (SORIANO, 2015). El 20,8% de la superficie abandonada se incluye en la Red Natura 2000 (MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, 2014), y un 15,8% adicional se incluye o se solapa con la red regional de corredores ecológicos (Figura 5). Adecuadamente gestionadas, las parcelas abandonadas pueden jugar un papel importante en la funcionalidad de la red de espacios protegidos y contribuir a conservar

especies mal representadas en ellos, lo que les otorga un papel importante en la infraestructura natural del territorio.

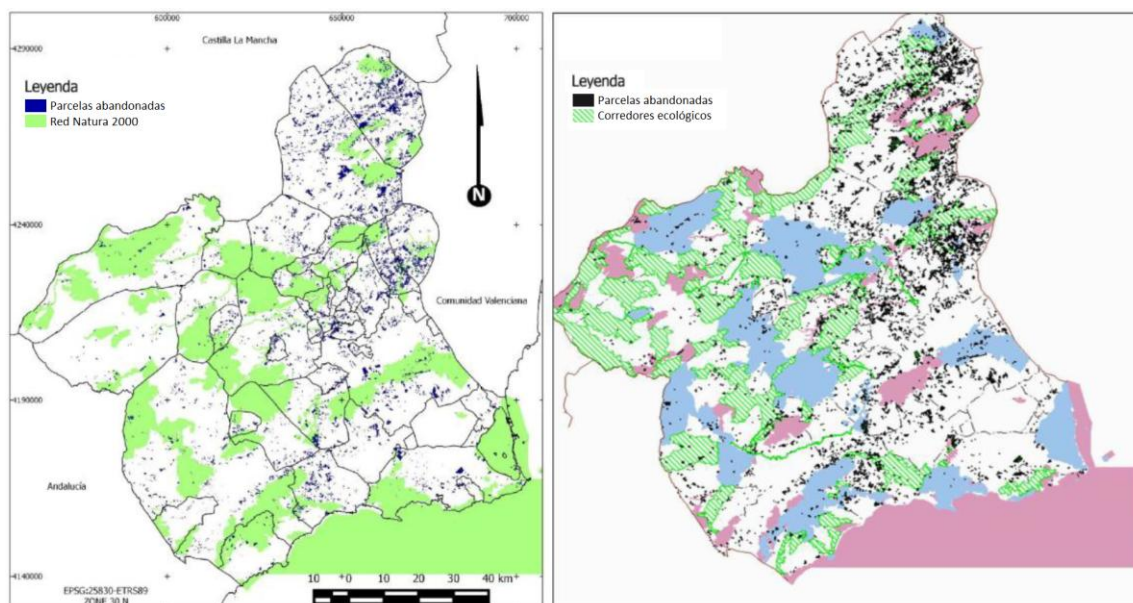


Figura 5: Relación de las parcelas abandonadas cartografiadas con la Red Natura 2000 (izqda., en verde) y con la red regional de corredores ecológicos (dcha., trama diagonal verde)

4. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Aunque todavía no generalizables, los resultados pueden ayudar a la toma de decisiones sobre las medidas de gestión a aplicar en los campos abandonados, su escala (parcela, explotación, subcuenca, comarca) e intensidad (reforestación activa, asistida, pasiva...). Los próximos pasos a seguir en su estudio deberían ser:

- Caracterización más precisa y sistematización de los patrones de respuesta y modelos para la gestión de las parcelas abandonadas a diferentes escalas, considerando los gradientes ambientales estudiados y su manifestación territorial
- Adaptación del concepto de renaturalización (*rewilding*) a las zonas agrícolas semiáridas, potenciando el papel de las especies silvestres suministradoras de funciones y servicios ecosistémicos (dispersores, herbívoros, especies presa y/o cinegéticas...) en las parcelas abandonadas.

5. AGRADECIMIENTOS

El proyecto *Consecuencias ecogeomorfológicas del abandono de campos de cultivo en la Región de Murcia* (15233/PI/10) ha sido financiado por la Fundación SENECA.

6. BIBLIOGRAFÍA

- HEREDIA, J. (2015): *Papel del conejo *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758) en la gestión de espacios agroforestales mediterráneos semiáridos: evaluación de su abundancia*. Trabajo Fin de Máster, Universidad de Murcia.
- MARTÍNEZ HERNÁNDEZ C. (2014): *Metodología de Evaluación y Análisis preliminar de la superficie en abandono agrícola de la Región de Murcia*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Murcia.
- PÉREZ NAVARRO, M.A., GARCÍA-CASTELLANOS, F.A., ZAMORA, J.M., MARTÍNEZ LÓPEZ, V., ZAPATA, V.M. y ROBLDANO, F. (2014): *Efectos del abandono agrícola sobre la biodiversidad de aves en áreas mediterráneas semiáridas*. III Jornadas Inicio a la Investigación de Estudiantes de la Facultad de Biología. Universidad de Murcia. <<http://www.um.es/ajium/wp-content/uploads/2014/01/ActasIIIJornadasBiologia.pdf>> (Consulta: 29/11/2015)
- ROBLDANO-AYMERICH, F., ROMERO-DÍAZ, A., BELMONTE-SERRATO, F., ZAPATA-PÉREZ, V.M., MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, C. y MARTÍNEZ-LÓPEZ, V. (2014). "Ecogeomorphological consequences of land abandonment in semiarid Mediterranean areas: Integrated assessment of physical evolution and biodiversity". *Agriculture, Ecosystems & Environment* nº 197, pp. 222-242.
- SORIANO, S. (2015): *Eficacia de las áreas protegidas para la conservación de aves representativas de ambientes agrarios*. Trabajo Fin de Grado, Universidad de Murcia.
- ZAPATA, V.M. (2015): *Ecología de sistemas naturales fragmentados en condiciones semiaridas*. Tesis Doctoral, Universidad de Murcia.

CUESTIONES SOBRE PAISAJE, TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE EN EL SURESTE IBÉRICO

Sureste Ibérico es un territorio marcado por unas condiciones climáticas rigurosas. Precipitaciones que oscilan entre menos de 200 mm anuales en toda el área costera sureste y los 600 mm de las áreas de montaña del límite noroeste. Del mismo modo, las temperaturas oscilan entre los 19 °C de media anual en el área costera, en dónde no se registra ni un solo día de helada al año y los 13 °C de las zonas elevadas interiores, en dónde el promedio anual de días de heladas superan los 50. Estos valores promedio encierran extremos que oscilan entre los más 47 °C en la Vega del Segura y los -27 °C en las zonas montañosas del interior.

Estas condiciones ambientales de extremos climáticos, han ocasionado una rica diversidad de paisajes que pasan en pocos kilómetros desde los verdes frondosos a los

más áridos de Europa. Del mismo modo, los usos del territorio se han visto condicionados por esa diversidad de climas, proporcionando una riqueza de elementos patrimoniales, tanto naturales como antrópicos, así como unos modos de gestión del territorio y los recursos, que proporcionan una identidad propia del Sureste.

Este libro recoge treinta trabajos seleccionados presentados al V Congreso de la Naturaleza de la Región de Murcia y II Congreso de la Naturaleza del Sureste Ibéricos, que tratan diversos aspectos sobre el paisaje el patrimonio natural, el medio ambiente y la gestión del territorio en el Sureste Peninsular, y que ponen de manifiesto la rica diversidad que proporciona la adaptación a esas condiciones climáticas de grandes contrastes.

