

# Soluciones basadas en la naturaleza frente al cambio climático: restauración de dunas y marismas

Peña, Lorena<sup>1</sup>, Onaindia, Miren<sup>1</sup>, Muñoz, Oihane<sup>1</sup>, Amaya, Ariane<sup>1</sup>, Fernández de Manuel, Beatriz<sup>1</sup>, Ametzaga-Arregi, Ibone<sup>1</sup>

**Palabras clave:** Gorliz, indicadores, Muskiz, servicios ecosistémicos, suelo, vegetación

## Introducción

Según la International Union for Conservation of Nature (IUCN), las Soluciones basadas en la Naturaleza son todas las acciones que se apoyan en los ecosistemas y los servicios que estos proporcionan, para responder a diversos desafíos de la sociedad como el cambio climático, la seguridad alimentaria o el riesgo de desastres. Entre estas Soluciones basadas en la Naturaleza destacan la regeneración de los ecosistemas costeros, los cuales han sido muy transformados y reducidos en los últimos siglos debido al incremento de la presión humana sobre el litoral (UNEP 2006; Bennett et al. 2016). Según algunos estudios, en los últimos 20–50 años, se han perdido el 50% de las marismas, el 35% de los manglares y el 29% de los lechos de algas marinas del mundo (Barbier 2012).

Los ecosistemas costeros (sistemas dunares, playas, acantilados, y marismas, entre otros) ofrecen importantes servicios para el bienestar de la sociedad (Onaindia et al. 2015; Abbott et al. 2019) y ayudan a disminuir la vulnerabilidad del territorio frente al cambio climático mejorando la resiliencia del mismo (Schuerch et al. 2018). Uno de los principales servicios que proporcionan los ecosistemas costeros es la protección de la costa frente a los fuertes vientos y oleajes y frente al ascenso del nivel del mar, actuando como barreras naturales (Mcowen et al. 2017; Hindsley and Yoskowitz 2020). Además, las marismas costeras son consideradas importantes ecosistemas *blue carbon* (Pendleton et al. 2012; Mcowen et al. 2017), ya que pueden almacenar el carbono a largo plazo. Estos ecosistemas tienen altas tasas de acumulación de carbono, con estimaciones globales que van desde 4,6 hasta 60,4 Tg C/año (Lovelock and Duarte 2019). Por lo que son consideradas Soluciones basadas en la Naturaleza muy importante para la adaptación al cambio climático.

Actualmente, el 22% de los ecosistemas costeros en Euskadi no se encuentran protegidos, por lo que su conservación es prioritaria en la lucha contra el cambio climático. Además, es prioritaria la restauración de aquellos ecosistemas costeros que hayan perdido su funcionalidad para aumentar los servicios que proporcionan a la sociedad. En este contexto, en los últimos años en Bizkaia, se han llevado a cabo diferentes proyectos de restauración de ecosistemas costeros, como son

la regeneración de los sistemas dunares de Laida en Urdaibai, de Barinatxe en Sopelana, de La Arena en Muskiz, de Gorliz, así como la regeneración de la marisma del río Barbadún en Muskiz, entre otras. El objetivo de este estudio es analizar el éxito de las regeneraciones del sistema dunar de Gorliz y de la marisma del río Barbadún en Muskiz y determinar los servicios de los ecosistemas restaurados en estas áreas.

La regeneración de estos ecosistemas, en el caso del ecosistema dunar de Gorliz, tuvieron lugar durante los años 2009 (1<sup>o</sup> fase) y 2015 (2<sup>o</sup> fase) donde se regeneraron un total de 9 ha al eliminar un parking para coches y una zona de restaurantes, y en el año 2008, en el caso de la marisma del río Barbadún en Muskiz, donde se recuperaron un total de 18 ha ocupadas anteriormente por contenedores para almacenamiento de hidrocarburos de la empresa CLH (Figura 1).



Figura 1. Fotografía antes (izquierda) y después (derecha) de la regeneración del ecosistema dunar de Gorliz (arriba) y de las marismas del río Barbadún en Muskiz (abajo). Aparecen marcadas en rojo las zonas restauradas. Fuente de las fotografías: Bizkaia21.

## Materiales y métodos

Para analizar la regeneración de los ecosistemas, en el año 2016, en el sistema dunar de Gorliz, se muestrearon un total de 72 puntos en 18 transeptos colocados siguiendo el perfil de la duna, la mitad en la zona de duna que fue regenerada primero (año 2009) y la otra mitad en la zona de duna regenerada en

<sup>1</sup> Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad del País Vasco (UPV/EHU). P.O. Box 644, 48080 Bilbao. E-mail: [lorena.pena@ehu.es](mailto:lorena.pena@ehu.es)

la 2ª fase (año 2015) (Figura 2). Mientras que en el año 2018 se muestrearon un total de 63 puntos en la marisma del río Barbadún, 42 en la zona de marisma regenerada y 21 en la zona de marisma natural (Figura 2).



Figura 2. Izquierda: Localización de los puntos de muestreo en las dunas de Gorniz. A: duna regenerada en la 1ª fase (2009); B: duna regenerada en la 2ª fase (2015). Derecha: Localización de los puntos de muestreo en la marisma del río Barbadún. A: marisma natural; B: marisma regenerada

En esos puntos de muestreo, se estimó el porcentaje de cobertura de las especies vegetales utilizando un método visual semi-cuantitativo de frecuencia-abundancia siguiendo la escala DAFOR en un rango de 1-5 en cuadrados de 2 m x 1 m colocados cada 3 m, en el caso de la duna (Benito and Onaindia 1989), y en cuadrados de 2 m x 2 m (Benito and Onaindia 1991) colocados cada 10 m, en el caso de la marisma. Además, se recogió suelo utilizando un cilindro de 568 cm<sup>3</sup> de volumen para determinar la cantidad de materia orgánica (Davies 1974) y el pH (Rayment and Higginson 1992). Para la identificación de especies se utilizó la guía de *Flores Silvestres de España y Europa* (Fitter 1987). Con los datos obtenidos se compararon la zona de marisma regenerada con la zona de marisma natural y la duna regenerada en la 1ª fase con la regenerada en la 2ª fase mediante un análisis de varianza (ANOVA) para analizar si la riqueza de especies vegetales, así como los parámetros edáficos eran significativamente diferentes.

Para analizar la recuperación de los servicios de los ecosistemas en esas áreas se seleccionaron los siguientes indicadores: Servicios de regulación: a) Mantenimiento del hábitat: número de especies vegetales; b) Protección de la costa frente a los fuertes vientos y oleajes y frente al ascenso del nivel del mar: coste de las obras de reparación de la playa derivado de los temporales costeros; c) Fertilidad del suelo: porcentaje de materia orgánica en los suelos; d) Control de la erosión: cantidad de arena que se tiene que movilizar al año; e) Depuración de contaminantes de las aguas: estado ecológico de

la masa de agua; f) Polinización: número de especies vegetales con flor. Servicios culturales: a) Recreo: número de personas que identifican el recreo como beneficio que proporcionan estos ecosistemas para la salud; b) Disfrute estético del paisaje: número de personas que identifican el disfrutar, relajarse y desconectar como beneficio que proporcionan estos ecosistemas para la salud; c) Educación ambiental: superficie a utilizar para educar ambientalmente; d) Conocimiento científico: número de estudios científicos realizados en estos ecosistemas. Para conocer la opinión de los usuarios sobre los beneficios que aportan estos ecosistemas costeros y de los gestores sobre los beneficios de la regeneración de los mismos, se realizaron en el año 2015/2016 unas encuestas a 3 gestores de estas áreas y a 6.273 usuarios.

## Resultados y discusión

En el caso de los sistemas dunares de Gorniz, la riqueza de especies fue mayor en la zona de dunas regeneradas en la 1ª fase que en la 2ª fase, encontrándose 17 especies vegetales en el primer caso y 11 especies en el segundo. Entre las especies encontradas destacan las especies típicas de estos ecosistemas como son *Tortula ruralis* (Hedw.) Gaertn, *Aetheorhiza bulbosa* subsp. *bulbosa* (L.) Cass., *Eryngium maritimum* L. y *Malcomia littorea* (L.) R. Br. En el caso de los factores edáficos no se observaron diferencias significativas entre ambas zonas.

En el caso de la marisma, se encontraron 8 especies vegetales que aparecieron únicamente en la marisma regenerada y 7 especies en ambas zonas (*Inula crithmoides* (L.) Dumort, *Salicornia ramosissima* J. Woods, *Halimione portulacoides* (L.) Aellen, *Sarcocornia fruticosa* (L.) A.J.Scott, *Limonium vulgare* Mill., *Plantago maritima* L., *Sarcocornia perennis* (Mill.) A.J.Scott), valores similares a los encontrados en la marisma de Txipio en el estuario del Butroi en el momento de su regeneración natural (Onaindia and Amezaga 1999). Las 4 primeras fueron las más abundantes en ambas zonas, excepto *Inula crithmoides*, la cual destacó por su abundancia únicamente en la zona de marisma natural, debido a que prefiere zonas menos antropizadas (Benito and Onaindia 1989). En el caso de los factores edáficos, no se observaron diferencias significativas entre ambas zonas, y mostraron valores similares a los encontrados en marismas cercanas (Benito and Onaindia 1991; Onaindia and Amezaga 1999).

Estos datos indican que la vegetación y la estructura de estos ecosistemas se está recuperado, y con ello, la provisión de servicios que ofrecen a la sociedad. Los principales servicios de los ecosistemas que se han recuperado son:

Servicios de regulación:

- **Mantenimiento del hábitat:** aumenta la riqueza y diversidad de especies, ya que les proporcionan un hábitat adecuado para vivir y alimentarse (Mcowen et al. 2017). Los datos indican que la riqueza de especies ha aumentado en estos ecosistemas, los cuales dan cobijo a una serie de especies raras típicas de los ecosistemas costeros, como puede ser la especie

*Limonium vulgare* muy escasa en el territorio.

- **Protección de la costa frente a los fuertes vientos y oleajes y frente al ascenso del nivel del mar**, actuando como barreras naturales. Los gestores de la playa de Gorniz determinaron que desde la regeneración del sistema dunar no ha habido ningún coste de obras de reparación de la playa derivado de los temporales costeros, mientras que hasta ese momento todos los años había habido un coste de reparación elevado.
- **Fertilidad del suelo**: aumenta la concentración de nutrientes y materia orgánica en sus suelos. Los datos indican un aumento del porcentaje de materia orgánica en los suelos de ambos ecosistemas.
- **Control de la erosión**: el establecimiento de vegetación en sus suelos evita que el suelo se pierda debido a la erosión. En el caso de los sistemas dunares, la vegetación permite que se fije la arena estabilizándola frente a la erosión y el desplazamiento. Los gestores de la playa de Gorniz determinaron que desde la regeneración del sistema dunar la cantidad de arena que se tiene que movilizar al año para estabilizar la playa ha disminuido.
- **Depuración de contaminantes de las aguas**: protegen la calidad del agua al filtrar la escorrentía y metabolizar el exceso de nutrientes (Barbier et al. 2011). Los datos del estado ecológico de la masa de agua del estuario del Barbadún indican que en el periodo 2005-2007 su estado era deficitario (Anbiotek 2009), mientras que en el periodo 2013-2017 su estado ecológico es bueno (URA 2018).
- **Polinización**: su vegetación ayuda a aumentar el número de polinizadores. El número de especies vegetales ha aumentado y con ellas las plantas con flor.

Servicios culturales:

- **Recreo**: aumenta la superficie para el disfrute de las personas (Barbier et al. 2011). El 77% de las personas encuestadas opinan que estos ecosistemas les ofrecen beneficios para la salud, siendo el principal beneficio el relacionado con el ocio y el recreo.
- **Disfrute estético del paisaje**: las áreas más naturales son más agradables para el disfrute de las personas (Urbis et al. 2019). El 66% de las personas encuestadas opinan que estos ecosistemas les ofrecen disfrute, relax y desconexión.
- **Educación ambiental**: en el caso del sistema dunar de Gorniz se han recuperado 9 ha y, en el caso de la marisma del Barbadún, 18 ha, las cuales pueden ser utilizadas como recursos para educar ambientalmente. De hecho, los encuestados han seleccionado este servicio como uno de los principales servicios que ofrecen estos ecosistemas.
- **Conocimiento científico**: diferentes estudios se han realizado en estos ecosistemas para mejorar nuestro conocimiento sobre ellos, como es el caso del presente estudio, algunos de los cuales no han sido publicados todavía.

## Conclusiones

En este estudio se ha demostrado que, tanto el sistema dunar de Gorniz como las marismas del río Barbadún, se encuentran en un proceso de recuperación avanzado, en la que se han recuperado una gran cantidad de servicios que proporcionan estos ecosistemas. Se concluye que las Soluciones basadas en la Naturaleza son la mejor opción desde el punto de vista metodológico y de inversión a largo plazo para recuperar los servicios de los ecosistemas perdidos y la resiliencia del ecosistema para hacer frente al cambio climático. Además, es necesario seguir recuperando los ecosistemas costeros de todo el mundo como medida de mitigación frente al cambio climático.

## Referencias

- Abbott, K.M., Elsey-Quirk, T., DeLaune, R.D. 2019. Factors influencing blue carbon accumulation across a 32-year chronosequence of created coastal marshes. *Ecosphere* 10(8):e02828.10.1002/ecs2.2828
- Anbiotek 2009. La calidad del agua en Bizkaia. Informe técnico para la Diputación Foral de Bizkaia. Ref.: LA2008-09-06.
- Barbier, E.B. 2012. Progress and challenges in valuing coastal and marine ecosystem services. *Review of Environmental Economics and Policy* 6(1): 1–19. <https://doi.org/10.1093/reep/rer017>
- Barbier, E.B., Hacker, S.D., Kennedy, C., Koch E.W., Stier, A.C., Silliman, B.R. 2011. The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs* 81(2): 169–193. DOI: 10.1890/10-1510.1
- Benito, I., Onaindia, M. 1991. Estudio de la distribución de las plantas halófitas y su relación con los factores ambientales en la marisma de Mundaka-Urdaibai. Implicaciones en la gestión del medio natural. Cuadernos de sección Ciencias Naturales (8), Eusko Ikaskuntza.
- Benito, I., Onaindia, M., Martínez, E., 1989. Estudio comparativo de las comunidades vegetales en dos playas de la costa vasca. *Mediterránea. Serie de Estudios Biológicos* 11: 133-144. ISSN 1130-6203.
- Bennett, N.J., Blythe, J., Tyler, S., Ban, N.C. 2016. Communities and change in the anthropocene: understanding social-ecological vulnerability and planning adaptations to multiple interacting exposures. *Regional Environmental Change* 16: 907–926.
- Davies, B.E. 1974. Loss-on-Ignition as an Estimate of Soil Organic Matter. *Soil Science Society of America Journal* 38(1): 150-151.
- Fitter, A. 1987. Flores Silvestres de España y Europa. Ed. Omega, S.A., España. ISBN: 8428207771
- Hindsley, P., Yoskowitz, D. 2020. Global change—Local values: Assessing tradeoffs for coastal ecosystem services in the face of sea level rise. *Global Environmental Change* 61: 102039. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102039>
- Lovelock, C.E., Duarte, C.M. 2019. Dimensions of blue carbon and emerging perspectives. *Biology Letters* 15:20180781UNEP, 2006. Marine and coastal ecosystems and human well-being: A synthesis report based on the findings of the Millennium Ecosystem Assessment. UNEP. 76 pp.
- Mcowen, C., Weatherdon, L.V., Van Bochove, J.W., Sullivan, E., Blyth, S., Zockler, C., Stanwell-Smith, D., Kingston, N., Martin, C., Spalding, M., Fletcher, S. 2017. A global map of salt marshes. *Biodiversity Data Journal* 5: e11764. 10.3897/BDJ.5.e11764
- Onaindia, M., Ametzaga, I. 1999. Natural regeneration in salt marshes of northern Spain. *Annales Botanici Fennici* 36: 59-66.
- Onaindia, M., Madariaga, I., Palacios, I., Arana, X. (coord.) 2015. Nature and human well-being in Biscay. Ecosystem services assessment; research applied to management. Universidad del País vasco. Leioa, España. 130 pp. ISBN: 978-84-9082-507-5.
- Pendleton, L., Donato, D.C., Murray, B.C., Crooks, S., Jenkins, W.A., et al. 2012. Estimating global “blue carbon” emissions from conversion and degradation of vegetated coastal ecosystems. *PLoS ONE*, 7

(9):e43542. doi: 10.1371/journal.pone.0043542

- Rayment, G.E., Higginson, F.R. 1992. Australian Laboratory Handbook of Soil and Water Chemical Methods. Melbourne, Inkata Pre
- Schuerch, M., Spencer, T., Temmerman, S., Kirwan, M.L., Wolff, C., Lincke, D., McOwen, C.J., Pickering, M.D., Reef, R., Vafeidis, A.T., Hinkel, J. 2018. Future response of global coastal wetlands to sea-level rise. *Nature*, 561 (7722): 231-234.
- URA 2018. Estado de masas de agua de la CAPV. Informe 2017.
- Urbis, A., Povilanskasa, R., Newtonbc, A. 2019. Valuation of aesthetic ecosystem services of protected coastal dunes and forests. *Ocean & Coastal Management* 179 : 104832. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104832>

## Reconocimientos

Los autores agradecen al Gobierno Vasco y a la Diputación Foral de Bizkaia por su apoyo financiero a través del proyecto *Evaluación de los Servicios de los Ecosistemas de Euskadi*.