de la Riva, J., Ibarra, P., Montorio, R., Rodrigues, M. (Eds.) 2015
Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación: 1823-1831
Universidad de Zaragoza-AGE. ISBN: 978-84-92522-95-8

Cambios de la vegetación tras la restauración de la turbera de Belate (Navarra) observados mediante cartografía diacrónica: 2008-2013

J. Peralta de Andrés[1], P. Heras Pérez[2], M. Infante Sánchez[2], A. Berastegi Gartziandia[3]

[1] *Botánico Consultor, C/ Concejo de Sarriguren 6 1B, 31016 Pamplona (Navarra).*
[2] *Museo de Ciencias Naturales de Álava, C/ Siervas de Jesús 24, 01001 Vitoria-Gasteiz (Álava).*
[3] *Gestión Ambiental de Navarra, S.A., C/ Padre Adoain 219, 31015 Pamplona-Iruña (Navarra).*

javier.peralta@telefonica.net, bazzania@arrakis.es, aberastg@ganasa.es

RESUMEN: La turbera de Belate se localiza en el norte de Navarra, en unos terrenos transformados por drenajes, abonados y el uso ganadero. A pesar de ello presenta una vegetación diversa con tres tipos de hábitats de turbera (brezales higrófilos [Directiva de Hábitats 4020], prados de *Molinia* y juncales [6410] y turberas de transición [7140]), y conserva un depósito de turba inactivo de 1,5 ha. En 2008 fueron evaluados los impactos existentes y se puso en marcha un proyecto de restauración con el objetivo de favorecer la vegetación de turbera mediante el establecimiento de diques para mejorar el sistema hidrológico y la construcción de un cercado para control del ganado. La evolución de la vegetación se estudió mediante su cartografía a escala 1:3.000 previa a la restauración (2008) y posterior (2013), se registró además la presencia de *Sphagnum* y se monitorizaron 14 cuadrados permanentes antes (2008) y después de la restauración (2009, 2013). Para valorar los cambios producidos se han comparado los mapas de vegetación, considerando también las observaciones de esfagnos y la evolución de los cuadrados. El aumento de superficie de la vegetación hidrófita en zonas de pasto y en algunos canales, nuevos puntos de presencia de *Sphagnum* y la mayor cobertura de la vegetación y de hidrófitos en algunos cuadrados sugieren una mejora del sistema hidrológico. La disminución de la carga ganadera ha sido positiva para el control de la erosión y el desarrollo de la vegetación hidrófita, aunque parece haber favorecido la expansión de los juncales de *Juncus effusus* y la matorralización de algunos pastos húmedos. Estos datos han servido para aplicar nuevas medidas de restauración en 2014.

Palabras-clave: vegetación actual, seguimiento de vegetación, restauración de vegetación, humedales, conservación de la biodiversidad.

1. INTRODUCCIÓN

En el marco de la Directiva de Hábitats uno de los objetivos que se plantean es mantener o restablecer el estado de conservación favorable de los hábitats y las especies consideradas de interés comunitario (Anónimo, 1992). En la mitad norte de la Península Ibérica existe una representación fragmentaria de los hábitats de turbera, un tipo de vegetación de gran interés tanto por su rareza en su límite meridional de distribución en Europa como por el retroceso que este tipo de hábitats está sufriendo por su explotación y cambios de uso (Martínez Cortizas et al., 2009; Montarella et al., 2006). Ante esta situación, además de la protección de los lugares donde se encuentran estos tipos de hábitats, como por ejemplo mediante su inclusión en la Red Natura 2000 (Martínez Cortizas et al., 2009), han sido numerosas las iniciativas para la restauración de turberas en Europa (Raeymaekers, 1999; Schumann & Joosten, 2008).

En el norte de Navarra buena parte de las turberas fueron objeto de un estudio con el objetivo de conocer sus características, estado de conservación y en su caso proponer medidas de gestión o de restauración (Heras et al. 2006; Heras et al., 2010-2011). Una de las turberas tratadas fue la de Belate que destaca por la extensión del depósito de turba, de 1,5 ha, que los citados autores consideran su principal valor natural; sin embargo, el estado de conservación del enclave era inadecuado: la hidrología se encontraba muy alterada por drenajes y la extensión de la vegetación de turbera era reducida. Parte de esta vegetación había evolucionado hacia diversas comunidades pratenses, no sólo por efecto de los drenajes sino también por el uso ganadero. Para corregir esta situación se plantearon una serie de actuaciones de restauración que se llevaron a cabo el año 2008 (Zaldua, 2008).

La efectividad de estas actuaciones se evaluó comparando la vegetación de una serie de cuadrados permanentes de vegetación y observaciones de flora antes y un año después de la restauración (Heras et al. 2009, 2010), concluyéndose que existía una tendencia favorable para la vegetación de turbera e hidrófita. En el presente trabajo el objetivo que se plantea es evaluar los cambios producidos en la distribución de la vegetación tras la restauración mediante la cartografía realizada antes de las actuaciones (2008) y cinco años después (2013), teniendo en cuenta además las observaciones de vegetación en los cuadrados permanentes y de esfagnos en el conjunto del enclave.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

A continuación se describe el área de estudio y la metodología utilizada en el trabajo. La nomenclatura de las plantas vasculares sigue los criterios de Aizpuru et al. (1999) y Castroviejo (1986-2013), la de los briofitos la de Hill et al. (2006), y en la denominación de las comunidades vegetales se emplea la utilizada por Peralta et al. (2013a).

2.1. Área de estudio

La turbera de Belate se sitúa en el norte de Navarra, en el puerto del mismo nombre, rodeada por montes de 900-1400 m de la divisoria de aguas cantábrico-mediterránea cubiertos por hayedos, brezales y pastos. Consiste en una zona más o menos llana a unos 820 m de altitud con una vaguada en su mitad norte, donde se encaja el arroyo al que vierten la mayor parte de los canales y surgencias; el extremo meridional desagua hacia el sur, a través de una cuneta del lateral oriental (figura 1).

Desde el punto de vista biogeográfico se encuentra en el sector Cántabro-Vascónico (subsector Vascónico oriental) de la región Eurosiberiana; el bioclima es templado, euoceánico acusado con un termotipo supratemplado inferior y un ombrotipo hiperhúmedo inferior con una precipitación media anual superior a los 1500 mm (Loidi et al., 1997; Ninyerola, 2005). La litología consiste en depósitos cuaternarios de gravas, arenas y arcillas de origen cuaternario en las zonas llanas, con areniscas y ofitas intercaladas con calizas en las laderas que lo rodean (Departamento de Fomento, 2011).

El depósito de turba de Belate presenta un espesor máximo de 3,5 m, comprende un período de unos 6.500 años y todavía estaba activo hace unos 30 años en una superficie reducida (Peñalba, 1989); en la actualidad está inactivo, aunque su declive debió comenzar hace más de 150 años, con la construcción de la carretera nacional Pamplona-Behobia que limita la turbera por su lado este y lo atraviesa en su extremo sur (Heras et al., 2009). Tanto el depósito de turba como los medios paraturbosos cercanos son de carácter minerotrófico mesótrofo ya que parte del aporte hídrico es de origen subterráneo, de la escorrentía de las laderas adyacentes, lo que hace que el contenido en bases del agua sea mayor que en las turberas ombrotróficas; además, la presencia del ganado y la fertilización de los prados ha producido una eutrofización artificial. No obstante, tienen cierta tendencia acidófila, como indica la presencia puntual de abombamientos de esfagnos (Heras et al., 2006).

La vegetación es diversa y consiste en tres hábitats de vegetación de turbera, brezales higrófilos [Directiva de Hábitats, tipo 4020], prados de *Molinia* y juncales [6410], y turberas de transición [7140], más facies higrófilas de prados de diente (*Cynosurion cristati*) y pastos acidófilos de *Danthonia decumbens* [6230]; también existen brezales secos con *Ulex gallii* [4030], helechales, zarzales y espinares. Los hayedos, casi siempre acidófilos, rodean el enclave. En la tabla 1 figuran todas las comunidades vegetales presentes; buena parte de la vegetación higroturbosa se localiza en la vaguada del norte de la turbera.

Belate también destaca por su riqueza de plantas vasculares comunes en las turberas de Navarra, además de especies raras de pastizales higrófilos y suelos encharcados nitrificados (Heras et al., 2011).

El estado de conservación de los medios turbosos de Belate fue valorado por Heras et al. (2006) como “regular” y el del depósito como “malo”, por las alteraciones sufridas desde antiguo: uso ganadero intenso que afectaba a la vegetación de modo directo por pisoteo o consumo, e indirecto, por actuaciones de mejora de pastizales como desbroces, quemas, abonados, encalados y drenajes. Estos drenajes, en forma de canales, alteraban el sistema hidrológico, también afectado por una pista y una zanja en el sur y la carretera en su parte este, que modificaban el curso de las aguas de escorrentía dificultando su llegada hasta el depósito de turba; además, hay dos abrevaderos que aprovechan aguas de fuentes o manantíos. El depósito de turba había sufrido desecación en superficie y eliminación de la vegetación de turbera por las alteraciones hidrológicas y más localmente por una reducida zona de extracción de turba y pequeñas excavaciones sobre el depósito. Éste también era afectado por el tránsito del ganado y las mejoras de pastos.

Tabla 1. Hábitats de la turbera de Belate

Hábitats [código Directiva de Hábitats]	*abreviatura*
Comunidad de *Potamogeton polygonifolius* (*Hyperico elodis-Potametum oblongi* [7140])	Pot
Com. de *Glyceria* de aguas corrientes (*Caro verticillati-Glycerietum fluitantis*)	GlyC
Com. de *Glyceria* de turberas eutrofizadas (*Glycerio declinatae-Apietum nodiflori*)	GlyA
Nanojuncales turbosos (*Anagallido tenellae-Juncetum bulbosi* [7140])	Jbu
Juncales con esfagnos (Com. de *Sphagnum auriculatum* y *Narthecium ossifragum* [7140])	Sph
Esfagnales con *Erica tetralix* (*Erico tetralicis-Sphagnetum papillosi* [7140])	EtSph
Juncales de *Juncus effusus* y *J. acutiflorus* (Com. de *J. effusus* y *Scutellaria minor* [6410])	Jef
Pastizales de *Molinia* de zonas turbosas (Com. de *J. effusus* y *Scutellaria minor* var. *Molinia* [6410])	Mo
Prados encharcados mesótrofos (Com. de *Caltha palustris* y *Ranunculus flammula* [6410])	Cal
Prados de diente (*Merendero pyrenaicae-Cynosuretum cristati*)	Cc
Pastos acidófilos (*Jasiono laevis-Danthonietum decumbentis* [6230*])	Dde
Brezales higrófilos (*Erico tetralicis-Ulicetum gallii* [4020*])	EtUg
Brezales cantábricos (*Pteridio aquilini-Ericetum vagantis* [4030])	PtEv
Helechales (Com. de *Pteridium aquilinum*)	He
Espinares y zarzales (*Rhamno catharticae-Crataegetum laevigatae*)	Rub
Hayedos acidófilos cantábricos (*Saxifrago hirsutae-Fagetum sylvaticae* [9120])	ShFs
Alineaciones de árboles (Alineaciones de árboles)	arb
Carreteras y pistas (Carreteras y otras estructuras viarias)	CP
Estructuras ganaderas (Corrales, mangas ganaderas)	EG

2.2. Actuaciones de restauración

Con el objetivo de mejorar el sistema hidrológico, recuperar las especies y la vegetación de turbera y conservar el depósito de turba, se diseñaron una serie de actuaciones de restauración (Zaldua, 2008); con anterioridad se había establecido en 2001 un cercado alrededor de algunas zonas de la vaguada principal y en el pasto húmedo del extremo sudeste del enclave (Heras et al., 2006). Las actuaciones consistieron en:

- construcción de 7 diques en los canales de drenaje para elevar el nivel freático del depósito de turba (figura 2).
- eliminación de un tubo de drenaje subterráneo del depósito de turba instalado hacia 1950; tras su retirada comenzó a circular agua por el hueco que dejó, produciéndose erosión; para evitarla se colocaron 4 diques en 2009.
- rebajes en la pista sur para facilitar la entrada de agua y su encharcamiento.
- control del ganado: instalación de un cierre perimetral de la turbera y otro alrededor de la vaguada.

2.3. Cartografía

Para valorar los cambios en la distribución de las comunidades vegetales se han comparado los mapas de vegetación realizados en 2008 y 2013 (figura 1), teniendo en cuenta la situación de partida y los cambios observados en 2008 y 2009 (Heras et al., 2009; Heras & Infante, 2010); la superficie cartografiada es de 10,34 ha. Los mapas de vegetación de 2008 y 2013 fueron realizados con criterios diferentes. En el primero se cartografió simultáneamente la vegetación y tipo de sustrato (depósito de turba frente a otros materiales geológicos) con una leyenda basada en unidades fisionómicas y ecológicas de carácter genérico; cada polígono era caracterizado individualmente con listados de especies e inventarios. En el mapa de 2013 el objetivo era obtener un mapa detallado de las comunidades vegetales, que sirviera además de base para detectar cambios a largo plazo; por ello los polígonos fueron delineados en función de la distribución de las comunidades vegetales, con una leyenda basada en la clasificación fitosociológica.

Para poder comparar ambos mapas se simplificó la leyenda de la cartografía de 2013, sintetizando las unidades cartográficas originales en otras comparables con las utilizadas en el mapa de 2008; la leyenda simplificada del mapa de 2013 está basada en la comunidad vegetal dominante en cada polígono. En la tabla 2 figuran las unidades de ambos mapas con los hábitats que contienen; en el caso del mapa de 2008 esta correspondencia es aproximada y se basa en las descripciones de los polígonos de la cartografía (Heras et al., 2010). Para tener una aproximación cuantitativa a los cambios producidos se realizó un cruce de ambos mapas; en la figura 1 se muestra simultáneamente el contorno de los recintos de los dos mapas para facilitar

la comparación.

La cartografía de vegetación se realizó sobre ortofotomapas (DOPTC, 2008-2013); los mapas y datos geográficos se han tratado con los sistemas de información geográfica MiraMon (Pons, 2011) y QGis (Quantum GIS Development Team 2011).

Tabla 2. Hábitats incluidos en las unidades cartográficas de los mapas de 2013 y 2008; las abreviaturas de los hábitats son las empleadas en la tabla 1; los hábitats entre paréntesis tienen una presencia secundaria en la unidad cartográfica.

Tabla 2a

Unidades 2013	*Hábitats*
Bosques y arboledas	arb, ShFs
Brezales higrófilos	EtSph, EtUg
Com. de *Glyceria*	GlyA, GlyC, (Cal, Jbu, Jef, Pot)
Infraestructuras	CP, EG
Juncales	Jef, (GlyC, Pot, Sph)
Matorrales y helechales	He, PtEv, Rub
Pastizales de *Molinia*	Mo
Prados de diente	Cc, (Dde, Jef, PtEv, Rub)

Tabla 2b

Unidades 2008	*Hábitats*
Arroyo en vaguada	Cal, EtSph, GlyA, GlyC, Jbu, Jef, Pot, Sph, (PtEv, He)
Brezal-helechal con esfagnal	EtSph, EtUg, He, PtEv, ShFs
Pasto húmedo	Jef, Mo, (Cc, Dde)
Pasto sobre arcilla	Cc, Dde
Pasto sobre turba	Cc, Dde, (Jef)
Vegetación hidrófita	Cal, GlyA, GlyC, Jbu, Jef, Pot, Sph

2.4. Otras fuentes de datos

Además de los cambios generales que se observan en los mapas, se integra también la información obtenida de 16 cuadrados permanentes establecidos en 2008, antes de la restauración, cuya vegetación ha sido objeto de seguimiento en 2008, 2009 y 2013, y de las observaciones de presencia de briofitos del género *Sphagnum* realizadas los mismos años (Heras et al., 2009; Heras & Infante, 2010; Peralta, 2013; Peralta et al., 2013b).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se muestran los mapas de vegetación realizados tras la restauración en 2013 y en 2008, antes de las actuaciones, con la posición de los cuadrados permanentes; en la tabla 3 figura la superficie de las unidades cartográficas empleadas en ambos mapas.

El pasto sobre turba ha pasado a estar dominado por juncales de *Juncus effusus* y *J. acutiflorus* en un área cubierta en 2008 principalmente por prados de diente (figura 1abg; tabla 3). En su mitad meridional (figuras 1a y 3) el junco dominante es *Juncus effusus*, que se encontraba en el pasto en 2008 más localizado; esta zona también presentaba facies de juncal al menos en 1990, tal y como fue observado durante el estudio de Heras (1992). Este junco fue observado por primera vez en los cuadrados 1, 3, 4 y 5 en 2013, siendo en el último la especie dominante. En esta zona del pasto sobre turba, ya en 2009 aumentó la presencia de briofitos como *Aulacomnium palustre* y *Calliergonella cuspidata*; Heras & Infante (2010) indicaban que esta última especie podría favorecer el mantenimiento del encharcamiento y facilitar la colonización de *Sphagnum*, lo que ha sucedido en 2013 entre los cuadrados 3 y 4.

También se han desarrollado comunidades de *Glyceria fluitans* en el canal formado al eliminar el tubo de drenaje en 2008, donde se establecieron 4 diques el año siguiente para frenar la erosión que se estaba produciendo (figura 1c). Este canal ha pasado a unirse al ya existente más al norte (figura 1b) que va a dar al arroyo de la vaguada principal (figura 1jkl). La vegetación hidrófita del extremo sur del pasto sobre turba alrededor del cuadrado 1 se mantiene, mientras que junto al cuadrado 2 el pastizal que existía se ha transformado en una comunidad helofítica con *Glyceria fluitans*, *Ranunculus flammula*, y *Carum verticillatum*.

En la zona media del pasto sobre turba (figura 1b) también se han expandido los juncales, en este caso de *Juncus acutiflorus*, aunque en los inventarios de este área *J. acutiflorus* ya presentaba cobertura elevada en 2008. En la zona deprimida del cuadrado 6 ha proseguido el aumento de *Warnstorfia exannulata* y *Glyceria fluitans* observado en 2009. Al sudeste de este cuadrado se ha localizado una nueva población de

Sphagnum, quizá indicadora de cierta expansión; la posibilidad de que en esta zona se recuperara la vegetación de turbera por efecto de los diques ya fue señalada por Heras & Infante (2010). En el cuadrado 8, situado en un canal, se ha observado un aumento de hidrófitos, sobre todo *Glyceria*, y se mantienen las poblaciones de esfagnos en sus proximidades, una ligeramente más al norte de las conocidas hasta ahora.

En la ladera del extremo suroeste (figura 1d) los brezales y esfagnales han quedado delimitados con mayor precisión, de modo que casi la mitad de la superficie de la unidad corresponde a brezales higrófilos y el resto a matorrales, helechales, bosques y una pista; este área no era foco de interés en 2008 dado que en ella no se iban a producir actuaciones, aunque es esta ladera la zona del enclave donde hay más poblaciones de *Sphagnum*.

En el pasto húmedo del extremo sudeste (figura 1e) parecen haber adquirido un mayor desarrollo los zarzales, espinares y helechales, dado que aunque las dos primeras formaciones se mencionan al describir esta zona en 2008, ésta fue caracterizada como pasto húmedo. En esta área tampoco se realizaron actuaciones en 2008 aunque sí en 2001, cuando se estableció un cercado que excluyó la presencia del ganado.

En el pasto húmedo de la zona central (figura 1f), al oeste del cuadrado 9, se ha cartografiado un canal tributario del principal, ausente del mapa de 2008 lo que puede deberse a que las comunidades de *Glyceria*, no estuvieran tan desarrolladas; algo más al nordeste (figura 1g) estas comunidades ocupan uno de los canales, mientras que la vegetación hidrofítica no se ha observado en el extremo del otro canal que queda en el pasto sobre turba un poco más al sur.

En el pasto sobre arcilla los cambios han sido menores; 3,16 ha de las 4,44 ha incluidas en esta unidad se mantienen como prado, y de las 0,55 ha nuevas de juncales una parte ya existía en una hondonada en 2008 (figura 1hi). Un poco más al norte no se ha observado la vegetación hidrófita cartografiada en 2008, que ya se encontraba en regresión en 2009 (Heras & Infante, 2010).

El arroyo en la vaguada principal de la turbera quedó delimitado en tres sectores (figura 1jkl) en el mapa de 2008, con su contorno exterior definido por el cercado; su vegetación incluye buena parte de las comunidades hidrófitas de Belate (Heras & Infante, 2010). De las 0,63 ha que comprende 0,40 ha corresponden a esta vegetación hidrófita (tablas 2 y 3). En todos los cuadrados de la vaguada aumenta la cobertura de vegetación y de hidrófitos y las zonas erosionadas han sido parcialmente cubiertas, lo que puede atribuirse al cercado establecido en 2008 (figura 4). Se han localizado más núcleos de esfagnos tanto en la parte sur de la vaguada (figura 1j) como en la central (figura 1k), algo ya observado por Heras & Infante (2010). En esta vaguada hay pies de sauces, acebos y un abedul que podrían desarrollarse en exceso, en detrimento de las comunidades de turbera, si no existe una adecuada carga ganadera.

Tabla 3. Superficie de las unidades cartográficas en 2013 (filas) y en 2008 (columnas)

	Arroyo en vaguada	*Vegetación hidrófita*	*Pasto húmedo*	*Pasto sobre arcilla*	*Pasto sobre turba*	*Brezal-helechal y esfagnal*	*ha 2013*
Com. de *Glyceria*	0,01	0,11	0,04	0,04	0,04		0,25
Juncales	0,39	0,25	0,43	0,55	1,77		3,39
Pastizales de *Molinia*			0,06				0,06
Prados de diente	0,13	0,10	0,09	3,16	0,31		3,78
Brezales higrófilos						0,74	0,74
Matorrales y helechales	0,10	0,05	0,36	0,14	0,04	0,30	0,98
Bosques y arboledas		<0,01	0,04	0,42	0,02	0,46	0,93
Infraestructuras		0,00	0,04	0,14	0,01	0,02	0,22
ha 2008	0,63	0,52	1,05	4,44	2,18	1,51	10,34

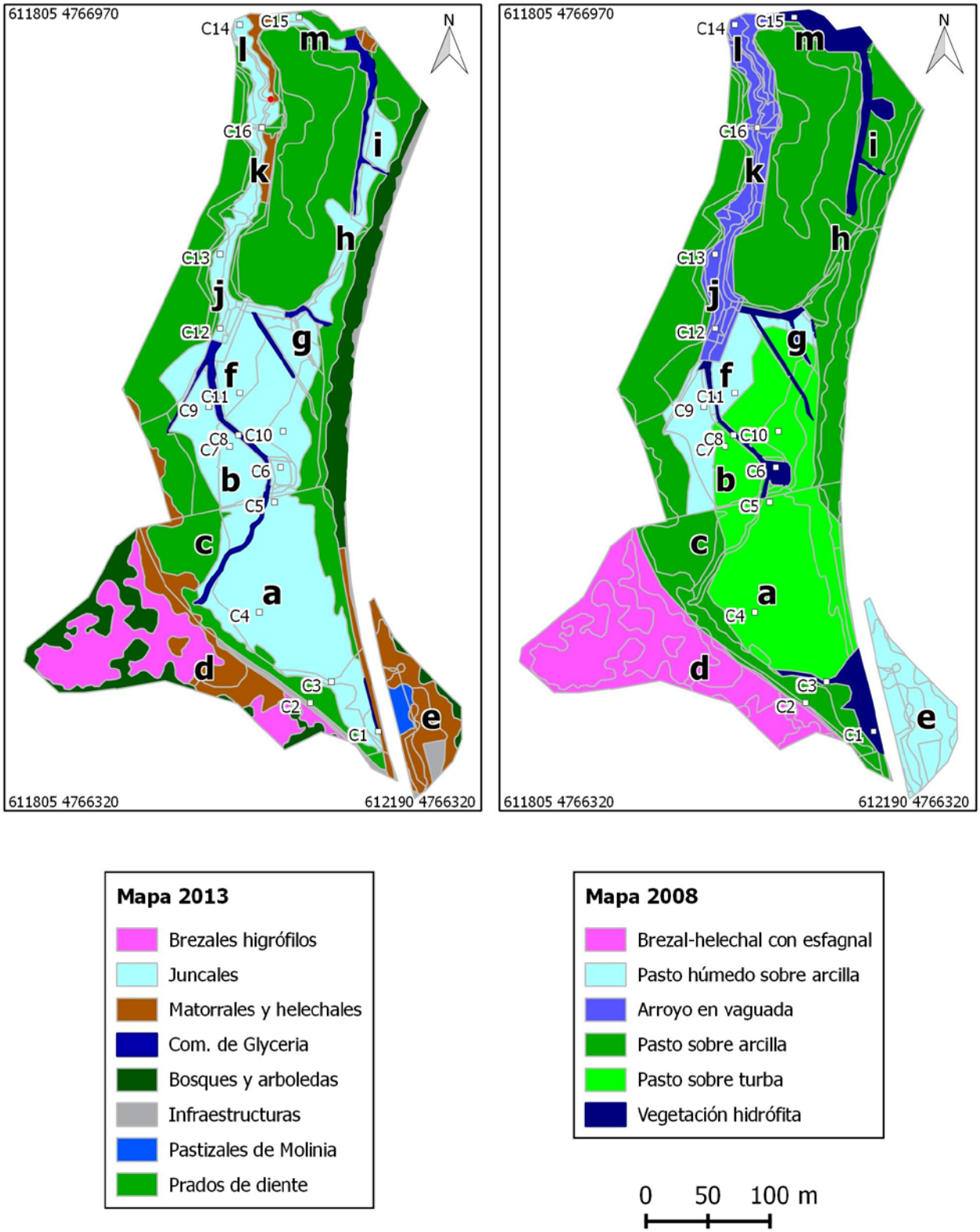

Figura 1. Mapas de vegetación de 2013 y 2008. La letra C seguida de números (C1, C2, etc.) indica la posición de los cuadrados permanentes; las letras (a, b, c, etc.) se corresponden con las zonas comentadas en el texto. La leyenda del mapa 2013 está adaptada para facilitar la comparación con el mapa de 2008. Sistema de referencia de coordenadas ED50 UTM zona 30N.

Figura 2. Construcción de un dique en 2008 (izda.); retención de agua por un dique en 2013 (dcha.).

Figura 3. Expansión de *Juncus effusus* en el pasto sobre turba; años 2006 (izda.) y 2013 (dcha.).

Figura 4. Zona erosionada en la vaguada principal; años 2008 (izda.) y 2013 (dcha.).

Por último, la superficie de las comunidades hidrófitas (com. de *Glyceria*, juncales, pastizales de *Molinia* y brezales higrófilos) en 2013 es de 4,44 ha (tabla 3), superior a las 3,71 ha que ocupaban unidades con este tipo de vegetación en 2008 (arroyo en vaguada, vegetación hidrófita, pasto húmedo, brezal helechal con esfagnal). Hay que tener en cuenta que en las unidades de 2008, salvo en la de vegetación hidrófita, se

incluyen hábitats no turbícolas ni hidrófitos, como pastos, matorrales, etc., como sucede en el extremo norte del enclave (figura 1m), por lo que el aumento relativo es aun mayor.

4. CONCLUSIONES

La comparación de los mapas de vegetación más las observaciones de apoyo de los cuadrados y de presencia de esfagnos muestra un aumento en las comunidades de hidrófitos que podría atribuirse a la mejora del sistema hidrológico por la instalación de los diques y al control del pastoreo. Esta mejora se refleja en la expansión de los juncales, la colonización de canales por comunidades de *Glyceria*, el aumento de la cobertura de hidrófitos en los cuadrados y la localización de nuevas poblaciones de esfagnos. Por otro lado, algunos procesos de regresión de comunidades de hidrófitos, fuera del ámbito de la restauración, han continuado, desapareciendo en ciertas zonas.

El control del acceso del ganado a la vaguada principal también ha facilitado la cicatrización de las erosiones presentes. Esta disminución de la carga ganadera también parece haber tenido consecuencias negativas, desde el punto de vista del favorecimiento de la vegetación de turbera, ya que se han expandido los juncales de *Juncus effusus* en el sur del enclave, algo que ya había sucedido en el pasado, y se han desarrollado zarzales, espinares y helechales en el pasto húmedo del sudeste como consecuencia del cierre que se estableció en 2001.

Los resultados obtenidos del seguimiento de la vegetación de Belate han servido para definir nuevas actuaciones de restauración con la construcción de nuevos diques en algunos canales y la siega experimental de parte de los juncales de *Juncus effusus*, especie cuyo control no resulta sencillo en este tipo de ambientes (McCorry & Renou, 2003).

AGRADECIMIENTOS

El proyecto de recuperación de la turbera de Belate de 2008 fue promovido por el Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra, ejecutado por la empresa pública Gestión Ambiental de Navarra S.A. y financiado a través de un convenio de colaboración entre el Gobierno de Navarra y la Obra Social de “la Caixa”. El estudio realizado en 2013 sobre la situación de la turbera forma parte del proyecto LIFE Tremedal (LIFE11/NAT/ES/707).

5. BIBLIOGRAFÍA

Aizpuru, I., Aseginolaza, C., Uribe-Echebarría, P.M., Urrutia, P., Zorrakin, I. (1999): Claves ilustradas de la Flora del País Vasco y territorios limítrofes. Vitoria-Gasteiz. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.

Anónimo. (1992): Directiva 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. D.O.C.E. Nº L 206, 22/07/1992.

Castroviejo, S. (coord.). (1986-2013): Flora Iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Madrid. Real Jardín Botánico, CSIC.

Departamento de Fomento (2011): Mapa Geológico 1:25.000 de Navarra. Unidades Litológicas. Gobierno de Navarra. Servicio de estudios y proyectos. Pamplona. http://geologia.navarra.es/

DOPTC. (2008-2013): Ortofotomapas 1:5.000. Dirección General de Obras Públicas. Gobierno de Navarra.

Heras, P. (1992): "Flora y vegetación de las áreas higroturbosas del Puerto de Velate (Navarra), con especial atención al componente muscinal". Eusko Ikaskuntza, Cuadernos de Sección. Ciencias Naturales, 9, 33-51.

Heras, F.T. Infante, M. (2010): Proyecto de restauración de la turbera de Belate, seguimiento de las actuaciones: año 2009. Informe técnico. Pamplona. Gestión Ambiental Viveros y Repoblaciones de Navarra, S.A.

Heras, F.T., Infante, M., Biurrun, I., Campos, J.A., Berastegi, A. (2010-2011): “Tipología, vegetación y estado de conservación de los hábitats hidroturbosos del noroeste de Navarra”. Acta Botanica Barcinonensia 53, 27-45.

Heras, F.T., Infante, M., Biurrun, I., Campos, J.A., Berastegi, A. (2011): Flora de los hábitats hidroturbosos del noroeste de Navarra. Actes del IX Colloqui Internacional de Botànica Pirenaico-Cantàbrica: 191-200. Ordino, Andorra.

Heras, F.T., Infante, M., Martínez, L.M., Biurrun, I., Campos, J.A. (2006): Cartografía y Bases Técnicas para la Gestión de Turberas. Informe técnico. Pamplona. Gestión Ambiental Viveros y Repoblaciones de Navarra, S.A.

Heras, F.T., Infante, M., Virgel, S., Camps, M., Aizpurua, A., Berriozabalgoitia, A., García, I. (2009): Proyecto de restauración de la turbera de Belate. Seguimiento de las actuaciones: estadio cero año 2008. Informe técnico. Pamplona. Gestión Ambiental Viveros y Repoblaciones de Navarra, S.A.

Hill, M.O., Bell, N., Bruggeman-Nannenga, M.A., Brugués, M., Cano, M.J., Enroth, J., Flatberg, K.I., Frahm, J.-P., Gallego, M.T., Garilleti, R., Guerra, J., Hedenäs, L., Holyoak, D.T., Hyvönen, J., Ignatov, M.S., Lara, F., Mazimpaka, V., Muñoz, J., Söderström, L. (2006): "An annotated checklist of the mosses of Europe and Macaronesia". Journal of Bryology 28, 198–267.

Loidi, J., Biurrun, I., Herrera, M. (1997): "La vegetación del centro-septentrional de España". Itinera Geobotanica 9, 161-618.

Martínez Cortizas, A., Pontevedra Pombal, X., Nóvoa Muñoz, J.C., Rodríguez Fernández, R., López-Sáez, J.A., Rodríguez Racedo, J., Costa Casais, M., Ferro Vázquez, C., Ferrín Prieto, C. (2009): "7140 Mires de transición (Tremedales)". En VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

McCorry, M.J., Renou, F. (2003): Ecology and management of *Juncus effusus* (soft rush) on cutaway peatlands. BOGFOR Research Programme. Dublin, Forest Ecosystem Research Group Report Number 69. University College.

Montanarella, L., Jones R.J.A., Hiederer, R. (2006): "The distribution of peatland in Europe". Mires and Peat 1, Art. 1.

Ninyerola M, X., Pons, X., Roure, J.M. (2005): Atlas climático digital de la Península Ibérica. Universidad Autónoma de Barcelona. http://www.opengis.uab.es/wms/iberia/mms/index.htm.

Peralta, J. (2013): Flora y hábitats de turberas y zonas paraturbosas de Navarra. Estudio de los cambios en cuadrados permanentes de vegetación en el enclave de Belate (Baztan, Ultzama): período 2008-2013. Informe técnico. Pamplona. Gestión Ambiental de Navarra S.A.

Peralta, J., Biurrun, I., García-Mijangos, I., Remón, J.L., Olano, J.M., Lorda, M., Loidi, J., Campos, J.A. (2013a): Manual de interpretación de los hábitats de Navarra. Pamplona. Gestión Ambiental, Viveros y Repoblaciones de Navarra S.A. y Gobierno de Navarra, Servicio de Publicaciones.

Peralta, J., Lorda, M., Remón, J.L. (2013b): LIFE Tremedal (LIFE11/NAT/ES/707). Flora y hábitats de turberas y zonas paraturbosas de Navarra. Estudio del estado inicial de flora y hábitats del enclave de Belate (Baztan-Ultzama). Informe técnico. Pamplona. Gestión Ambiental de Navarra S.A.

Pons, X. (2011): SIG MiraMon v. 7. CREAF. Barcelona.

Rivas-Martínez, S. (2007): "Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España [Memoria del mapa de vegetación potencial de España] Parte I". Itinera Geobotanica 17, 5-436.

Quantum Gis Development Team (2011): QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial.

Schumann, M., Joosten, H. (2008): Global peatland restoration manual. Institute of Botany and Landscape Ecology, Greifswald University, Germany.

Zaldua, A. (2008): Proyecto de Restauración de la Turbera de Belate. Informe técnico. Pamplona. Gobierno de Navarra, Gestión Ambiental, Viveros y Repoblaciones de Navarra S.A. Obra Social "La Caixa".