

LUCAS MALLADA, 24 (2022)

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

EVALUACIÓN DE LOS PLANES DE SEGUIMIENTO ECOLÓGICO DE LOS ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS DE ARAGÓN

Juan Herrero¹ | Alicia García-Serrano²
Pilar Jimeno-Brabo¹ | Carlos Prada² | David Guzmán³

RESUMEN Hemos llevado a cabo una revisión de los planes de seguimiento ecológico (PSE) de los Espacios Naturales Protegidos (ENP) de Aragón. Para ello hemos evaluado su nivel de desarrollo y actualizado la información científica existente. Las principales conclusiones indican que los PSE han tenido un desarrollo modesto, en lo que se refiere a implantación, protocolos y continuidad. La información científica y técnica está dispersa y en general no obra en poder del Gobierno de Aragón. Los trabajos que abarcan áreas mayores a los ENP afectados (quebrantahuesos, flora, ungulados...) representan una garantía de continuidad. Las lagunas de conocimiento evidenciadas por los PSE no han recibido un tratamiento prioritario y se ha continuado trabajando en las líneas preestablecidas, que ya aportaban información. Faltan por llevar a cabo la mayor parte de los inventarios propuestos en los PSE. A partir de esta primera evaluación proponemos una serie de medidas que palién en lo posible estas carencias y permitan abordar los PSE con mayor eficacia en los próximos años.

¹ Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Zaragoza. E-22071 Huesca. herreroj@unizar.es, pilarjimenobrabo@gmail.com

² Ega Consultores en Vida Silvestre. Sierra de Vicort, 31, 1.º A. E-50003 Zaragoza. aliciaega@gmail.com, carlos.prada.fdez@gmail.com

³ Servicio Provincial de Medio Ambiente de Huesca. Gobierno de Aragón. dguzman@aragon.es

PALABRAS CLAVE Espacios Naturales Protegidos. Planes de seguimiento ecológico. Supervisión a largo plazo. Inventarios de biodiversidad. Aragón.

ABSTRACT We have carried out a review of the Ecological Monitoring Plans (EMP) of the Protected Areas (PA) of Aragón. To this end, we have evaluated its level of development and updated the existing scientific information. The main conclusions indicate that the EMP have had a modest development, in terms of implementation, protocols and continuity. The scientific and technical information is scattered and in seldom custody of the Regional Government of Aragón. The works that cover areas larger than the affected protected areas (bearded vulture, flora, ungulates...) serve a guarantee of continuity. The knowledge gaps evidenced by the EMP have not received priority treatment and work has continued on the pre-established lines, which had already provided information. The majority of the inventories proposed in the EMP have yet to be carried out. Based on this first evaluation, we propose a series of measures that will mitigate these deficiencies as much as possible and allow us to address EMP more effectively in the coming years.

KEYWORDS Protected areas. Management and physical plans. Long-term monitoring. Biodiversity inventories. Aragón (Spain).

INTRODUCCIÓN

La gestión de las áreas protegidas conlleva la necesidad de mejorar el conocimiento de la biodiversidad que albergan y, con ello, de su estado de conservación. Los inventarios de recursos naturales, entendidos como muestreos realizados en un momento dado que determinan la ubicación y la condición de dichos recursos (National Parks Service, 2004), suponen un punto de partida para ello. Suelen ser trabajos complejos y costosos que aportan un importante volumen de información asociada a un momento concreto pero que difícilmente se pueden replicar con una periodicidad alta. Estos inventarios ofrecen las bases para seleccionar las localizaciones más representativas de un determinado recurso y ayudan a determinar la variabilidad esperada del mismo, pero no permiten ver la evolución temporal de las variables medidas.

Actualmente, los enfoques de las estrategias tradicionales de conservación se están ampliando (Snaddon y cols., 2013) impulsados en gran medida por el importante desarrollo tecnológico, especialmente el relacionado con las tecnologías de la información (GIS, sensores, teledetección, fototrampeo...).

Los modelos de gestión de áreas naturales basados en la información estática (inventarios) han ido dando paso a modelos de gestión más dinámicos basados en el seguimiento de ciertas variables ecológicas sensibles al cambio (indicadores), que se recogen de manera estandarizada y a intervalos regulares de tiempo, dando lugar al concepto de *seguimiento ecológico* (SE) (Spellerberg, 2005), cuya finalidad es comprender los cambios en la estructura, los procesos y los servicios ecológicos que proporcionan los ecosistemas (Lindenmayer y Likens, 2018).

Numerosos estudios avalan que el seguimiento a largo plazo juega un papel crucial en la comprensión del cambio ambiental, ya que, sin observaciones y experimentos repetidos y continuos, tenemos una capacidad limitada para detectar y comprender los cambios en las interacciones ecológicas (Westoby, 1991; Daily, 1997; Knowlton y Jones, 2006; Dickman, 2013). Esto se debe a que los ecosistemas son inherentemente variables y su funcionamiento (la interacción entre sus componentes) se sustenta con frecuencia sobre procesos no lineales. Por lo tanto, el seguimiento a largo plazo es especialmente importante para explorar estas interacciones (Runyoro y cols., 1995; Levin, 2009; Estes y cols., 2011). Es crucial para determinar la efectividad de las intervenciones de manejo como la restauración del hábitat (Lindenmayer y cols., 2016), los programas de conservación de especies amenazadas (Kearney y cols., 2011) o la detección de eventos extremos (Wardle y cols., 2013).

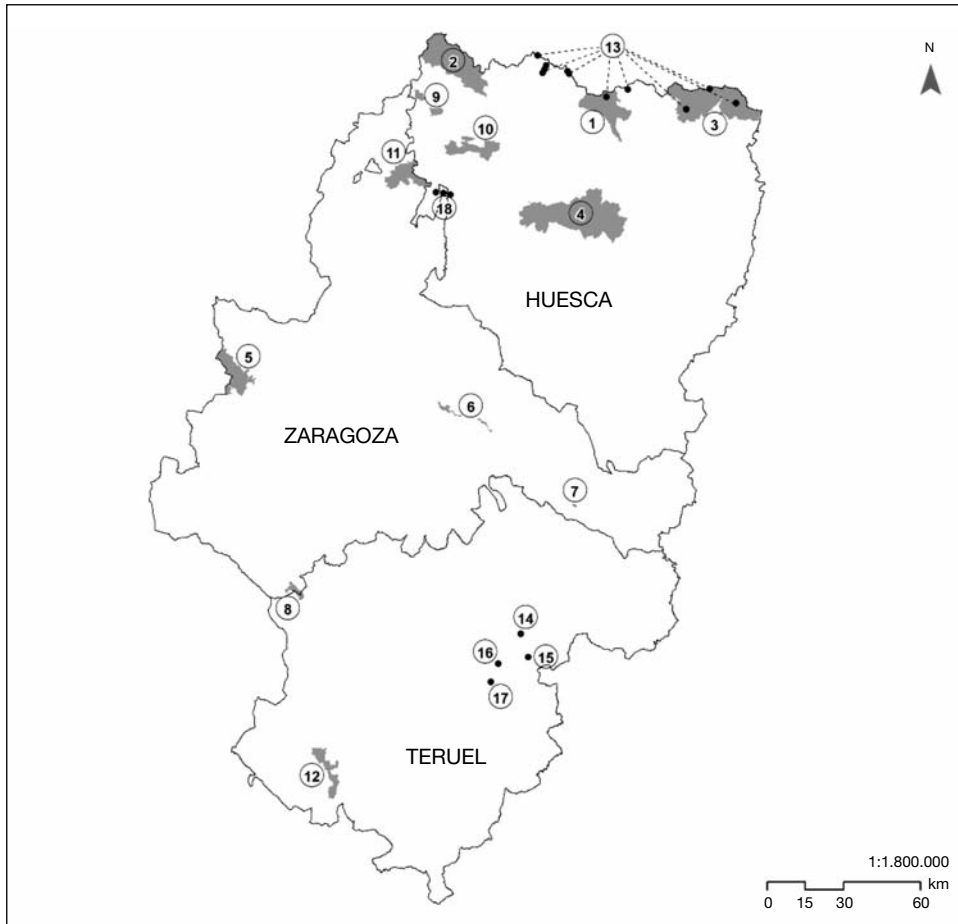
Al reducir el número de variables a seguir y trabajar únicamente con indicadores, el SE exige una planificación cuidadosa, enfocada a recoger datos concretos, de manera precisa, utilizando métodos apropiados y de forma estandarizada, de tal forma que permita compararlos a lo largo del tiempo y establecer tendencias. Para poder implantar este modelo de gestión es necesario valorar la posibilidad de su realización (factibilidad), el interés de los resultados obtenidos y sus consecuencias a la hora de tomar decisiones de gestión. Cualquier planteamiento de este tipo debe pensar en el largo plazo, la optimización de los recursos disponibles y la implicación que supone establecer un termómetro que valora las propias actuaciones. También es fundamental el tratamiento y la difusión de los resultados, para que la información pueda ser utilizada por los gestores y consultada por la comunidad en general.

La búsqueda de información, la puesta en marcha de inventarios e investigaciones, o la consulta en talleres u otros foros sobre los recursos del espacio ofrecen la posibilidad de desarrollar los objetivos de gestión a partir de la identificación de las condiciones deseadas. La organización de la información obtenida va a posibilitar la comparación entre las condiciones reales y las deseadas. Los resultados del seguimiento también ayudan a establecer estrategias de gestión para lograr esas condiciones deseadas, así como las tendencias en los recursos pueden ayudar a evaluar la eficiencia de esa gestión y llegado el caso adaptarla para lograr las condiciones buscadas.

Uno de los escenarios clave para la puesta en marcha del SE son las áreas protegidas (AP), la piedra angular de la mayoría de las estrategias de conservación (Hockings, 2003). Estas presentan algunas ventajas, como una amplia distribución mundial, representatividad y buen estado de conservación respecto a la matriz territorial que las rodea. Además, teóricamente deberían contar con más recursos económicos dedicados a la conservación que el resto de áreas naturales, lo que se traduciría en más personal y mayores medios materiales. Diversos organismos internacionales como la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en su Plan de Acción para las Áreas Protegidas de Europa (UICN, 1994) o Europarc España en su Plan de Acción para los ENP del Estado español (Europarc España, 2002) recomiendan establecer un programa de seguimiento en cada AP.

Numerosos autores también consideran que el SE resulta esencial para abordar una gestión activa, adaptativa y apoyada en datos científicos de las AP (White y Bratton, 1980; Croze, 1982; Davis, 1989; Buttrick, 1984; Quinn y Van Riper, 1990; Johnson, 1999), entendiendo esta como el proceso por el que las decisiones de gestión se toman en función de la información que se va generando de forma continua, lo que ayuda a ajustar dichas decisiones a una realidad en continuo cambio.

En este contexto, en el que el seguimiento ecológico constituye una herramienta valiosa para abordar la gestión de las áreas protegidas, el Gobierno de Aragón puso en marcha en 2005 una iniciativa para que cada Espacio Natural Protegido (ENP) aragonés desarrollara su propio plan de seguimiento ecológico (PSE). Esto supuso una iniciativa novedosa en España en ese momento, en el que los seguimientos en marcha en los ENP



N.º	Nombre del ENP
1	Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido
2	Parque Natural de la Sierra y los Cañones de Guara
3	Parque Natural de los Valles Occidentales
4	Parque Natural del Moncayo
5	Parque Natural Posets – Maladeta
6	Reserva Natural Dirigida de los Sotos y Galachos del Ebro
7	Reserva Natural Dirigida de las Saladas de Chiprana
8	Reserva Natural Dirigida de la Laguna de Gallocanta
9	Paisaje Protegido de las Foces de Fago y Biniés
10	Paisaje Protegido de San Juan de la Peña y Monte Oroel
11	Paisaje Protegido de la Sierra de Santo Domingo
12	Paisaje Protegido de los Pinares de Rodeno
13	Monumento Natural de los Glaciares Pirenaicos
14	Monumento Natural de las Grutas de Cristal de Molinos
15	Monumento Natural del Puente de Fonseca
16	Monumento Natural de los Órganos de Montoro
17	Monumento Natural del Nacimiento del río Pitarque
18	Monumento Natural de los Mallos de Riglos, Agüero y Peña Rueba

Fig. 1. Espacios Naturales Protegidos declarados en Aragón.

eran minoritarios (Gómez-Limón y cols., 2000). La propuesta consideró desarrollar planes sencillos pero rigurosos que pudieran ser asumidos con los recursos humanos y materiales disponibles en la Administración regional. El diseño planteaba una estructura en la que cada PSE se componía de diversos programas de seguimiento, que a su vez contenían indicadores, medidos según unos protocolos específicos. El desarrollo de estos PSE necesariamente debía quedar reflejado en un cronograma en su fase inicial, realizado a partir de una metodología participativa y desde una perspectiva multidisciplinar.

Pasados más de diez años desde su puesta en marcha, de los dieciocho ENP declarados en la actualidad en Aragón, se ha diseñado un PSE para nueve de ellos: cuatro Parques Naturales (PN), tres Reservas Naturales Dirigidas (RND) y dos Paisajes Protegidos (PP). Aunque esta cifra supone tan solo el 50 % de los ENP, esos nueve espacios suponen el 80 % de la superficie protegida por un ENP en Aragón (tabla 1 y fig. 1).

La RNSG fue el primer ENP de Aragón en el que, paralelamente a la redacción de su Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN), se

Tabla 1. Espacios Naturales Protegidos de Aragón con PSE y su año de realización.

<i>Provincia</i>	<i>ENP</i>	<i>Realización</i>	<i>Vigencia</i>
Zaragoza	Reserva Natural Dirigida de los Sotos y Galachos del Ebro (RNSG)	1999	2000-2008
	Parque Natural del Moncayo (PNM)	2008	2009-2010
	Reserva Natural Dirigida de las Saladas de Chiprana (RNCH)	2010	2010 >
Huesca	Parque Natural de los Valles Occidentales (PNLV)	2007	2008-2012
	Parque Natural Posets – Maladeta (PNPM)	2009	2010-2014
	Parque Natural de la Sierra y los Cañones de Guara (PNG)	2005	2006-2010
	Paisaje Protegido de San Juan de la Peña y Monte Oroel (PPSJ)	2016	2017-2021
Teruel	Reserva Natural Dirigida de la Laguna de Gallocanta (RNLG)	2010	2011-2015
	Paisaje Protegido de los Pinares de Rodeno (PPPR)	2010	2011-2015

diseñó y puso en marcha un plan de seguimiento específicamente destinado a la evaluación de la gestión en 1999 y que comenzó su andadura en 2000 (De Lucio y Atauri, 2002). Tras seis años de la puesta en marcha de este primero, se elaboró un PSE para el Parque Natural de la Sierra y los Cañones de Guara (PNG) (Herrero y cols., 2005; Paula y cols., 2006; Prada y cols., 2009a; Sierra y cols., 2014) en el que se proponen actuaciones para el periodo 2006-2010. A partir de entonces, en años consecutivos, se diseñan y ponen en funcionamiento PSE específicos utilizando una metodología común (MC) en varios ENP de Aragón (Prada y cols., 2007; Fernández-Arberas y cols., 2008; Prada y cols., 2008; Prada y cols., 2009b; Fernández-Arberas y cols., 2010; Martín y cols., 2012; García-Serrano y cols., 2016). En 2010 se realiza otro PSE utilizando la metodología de Europarc (ME) España (2010).

La evaluación se entiende como el juicio del grado en que se han alcanzado determinados objetivos establecidos de antemano, entre los que pueden considerarse los objetivos de gestión de un espacio protegido. La información para la evaluación puede proceder de fuentes muy diversas, pero a menudo el seguimiento tiene un papel esencial en la obtención de datos básicos para la evaluación (Hockings y cols., 2000). En Aragón se han llevado a cabo dos evaluaciones de PSE: la de la Reserva Natural Dirigida de los Sotos y Galachos del Ebro (RNSG) y la del Parque Natural de la Sierra y los Cañones de Guara (PNG).

En 2008 la Fundación González Bernáldez (FGB, 2008) realizó la evaluación del SE de la RNSG durante el periodo 2000-2008 (Arruebo, 2009). En esta, se revisó el estado de los diferentes programas, de los indicadores, así como de las principales causas de los vacíos de información. Tras la evaluación, se diseñó un nuevo PSE para 2009-2020 teniendo en cuenta las capacidades reales de la RND, ajustando los distintos programas de SE a los nuevos objetivos de gestión propuestos en el PORN de 2007 (decreto 89/2007, de 8 de mayo) y a la propuesta de ampliación de la Reserva del citado PORN. De esta manera la información derivada del PSE debería proporcionar información básica sobre el estado y la evolución de los distintos ecosistemas para facilitar la toma de decisiones de gestión.

En 2014 se publicó una revisión de los cinco primeros años del PSE en el PNG (2006-2010) (Sierra y cols., 2014). Para evaluar el grado de

cumplimiento se llevó a cabo una actualización del inventario de trabajos realizados (listado y fichas) poniendo de manifiesto que el PSE ha permitido generar una cantidad importante de material científico de calidad, suponiendo una toma de contacto con este nuevo modelo de gestión de ENP que permitirá establecer medidas de gestión coherentes en el corto plazo. Durante el primer quinquenio el grado de cumplimiento del PSE se aproximó a un 30 %.

El objetivo general de este artículo es llevar a cabo la revisión del estado de ejecución de los PSE de los principales ENP de la Red Natural de Aragón, cuyo objetivo es disponer de datos e información que permitan el análisis y la evaluación de los sistemas presentes en el conjunto de la Red. Como objetivos específicos se plantean: (i) valorar el estado del SE y el grado de cumplimiento de los PSE en los ENP de Aragón; (ii) recopilar y listar la información bibliográfica técnica, científica y divulgativa existente sobre estas áreas; (iii) identificar las causas de los vacíos de información existentes, y (iv) proponer mejoras en el ámbito organizativo. La revisión se realizó en 2016 con la información publicada hasta ese año y las memorias de gestión hasta 2015, ya que se elaboran y presentan una vez acabado el ejercicio. La evaluación del PPSJ no se plantea al estar vigente a partir de 2017.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para llevar a cabo este trabajo se comenzó por realizar una revisión de la información relativa a los PSE de los ENP estudiados, así como de información relativa a trabajos de monitorización, inventariado, características y procesos ecológicos clave implementados en las zonas de estudio y zonas adyacentes. También se han recopilado estudios realizados a mayor escala en el ámbito general de Aragón pero que aportan información importante sobre los ENP de los que se está realizando dicho estudio de evaluación. La búsqueda de información y revisión bibliográfica se ha llevado a cabo por tres vías distintas: (i) búsqueda en Internet; (ii) solicitud de trabajos a bibliotecas y Administraciones y (iii) solicitud de trabajos a los propios autores.

Durante la primera fase llevada a cabo para la elaboración de los PSE del PNG, PNLV, PNPM, PNM, RNDLG y del PPR se cuantificó la

información de carácter técnico relativa al ENP, para conocer la situación de partida y las lagunas que debieran ser completadas con el futuro PSE. De la misma manera, en el presente artículo se ha realizado una revisión bibliográfica de los trabajos ejecutados en el ámbito de los ocho espacios naturales estudiados desde la redacción de sus respectivos PSE, creando así un listado bibliográfico con los más relevantes que incluye: (i) datos actuales procedentes de los ENP estudiados y áreas vecinas: datos de inventarios, proyectos de búsqueda de información o proyectos de monitorización; (ii) informes y memorias derivadas de los trabajos de monitorización realizados en el ámbito del ENP; (iii) documentos publicados o inéditos, observaciones puntuales o análisis de datos preexistentes (artículos científicos y divulgativos, trabajos fin de estudios); (iv) estudios e informes de propuestas de actuación llevadas a cabo en los ENP, y (v) estudios y proyectos de determinadas especies o hábitats realizados en un ámbito regional, y que resultan de interés para algunos de los ENP donde se realiza SE.

Para valorar el estado actual de los PSE, su grado de aplicación, las modificaciones llevadas a cabo en cada ENP o los problemas o carencias que pudieran afectar a su ejecución, se han revisado las memorias técnicas de gestión (MTG) anuales de cada ENP y se han realizado consultas a los técnicos de los servicios provinciales de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón.

Por último, se ha evaluado el grado de cumplimiento de las actuaciones previstas en cada uno de los PSE, teniendo en cuenta para ello tanto la información de carácter técnico recopilada en los listados bibliográficos como la incluida en las Memorias Técnicas de Gestión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Reserva Natural Dirigida de los Sotos y Galachos del Ebro

El PSE original de la RNDSG se puso en funcionamiento en 2000. En 2008, tras ocho años de vigencia, se realizó una evaluación y se hizo una propuesta de un PSE revisado para el periodo 2009-2020 (Arruebo, 2009; FGB, 2008). Como resultado de dicha evaluación podemos concluir que el grado de cumplimiento fue del 25-30 % (tablas II y III).

El nuevo PSE fue diseñado siguiendo la metodología propuesta por Europarc España, aunque simplificando y disminuyendo el número de indicadores originales recogidos en cada uno de los programas de seguimiento: meteorológico, hidrológico (dinámica fluvial y calidad del agua), hábitats, especies, paisaje y usos, y aprovechamientos.

La búsqueda bibliográfica (2000-2016) ha dado lugar a un total de treinta y cinco trabajos de carácter técnico y científico realizados dentro del ámbito de actuación de la RNDSG. Veintitrés de los estudios ejecutados pertenecen al periodo de aplicación del nuevo PSE. La mayoría de los trabajos se incluyen en el programa hidrológico (30 %) y el programa de especies (65 %). Dentro de este, el 35 % están dedicados a la fauna, el 13 % a la flora y el 17 % a hábitats. Los temas menos estudiados han sido los relativos al paisaje y al programa de usos y aprovechamientos.

Como principales incidencias y modificaciones cabe destacar las siguientes:

- El equipo gestor consideró que los indicadores planteados en el PSE en relación con los hábitats no se ajustaban a las necesidades de gestión de la RND en esta materia, por lo que en 2011 se contrató la elaboración de un procedimiento específico para el seguimiento de los sotos (HIC), sin tener en cuenta el resto de hábitats, de los que habría que evaluar la conveniencia de establecer procedimientos específicos para conocer su estado de conservación y evolución.
- El seguimiento de las aves se está haciendo anualmente, pero el uso de diferentes metodologías para la realización de los inventarios no permite comparar la evolución de alguno de los indicadores. Además, en cuanto a aves invernantes, se cuenta con pocos datos.
- En cuanto a la flora, no se ha realizado seguimiento de distribución y área de ocupación de *Arundo plinii* e *Imperata cylindrica*, al no considerarlas objeto de conservación.
- A pesar de que en el PSE no se han incluido las especies exóticas invasoras de fauna y flora como indicadores para evaluar el estado de conservación de la RND, desde el equipo gestor se consideró de gran interés su seguimiento y, en los últimos años, se están desarrollando además actuaciones específicas para su reducción y erradicación.

Tabla II. Acciones propuestas en el PSE de la Reserva Natural Dirigida de los Sotos y Galachos del Ebro para 2000-2008 y su grado de cumplimiento.

Programa	Subprograma	Acciones-indicadores propuestas en el PSE (2008) y cumplidas (*)		
		Nivel I	Nivel II	Nivel III
Meteorológico		Temperatura media mensual* Humedad relativa* Precipitación acumulada y máxima*	Temperatura máxima y mínima* Velocidad y dirección del viento* Insolación EVP*	Seguimiento de la calidad del aire* Humos NOx* SO ₂ * Microclima*
Hidrológico	Hidrogeológico	Profundidad del nivel freático Temperatura del aire y temperatura del agua (máxima, mínima, puntual) pH* Conductividad* O ₂ disuelto* Turbidez	Profundidad del freático* Cationes y aniones* Alcalinidad* Dureza Ca* Nitritos, nitratos, amonio, fosfatos* TDS, TSS* MOS* DBO5 y DQO* Coliformes* Hidrocarburos* Metales* Fenoles* Pesticidas*	Instalación de piezómetros*
	Dinámica fluvial	Caudales medios del Ebro* Caudal de la punta del Ebro* Frecuencia de avenidas y nivel máximo de la avenida* Número de defensas Longitud de las defensas	Cartografía del cauce Deslinde DHP Tasa de sedimentación	Seguimiento de la colmatación de los galachos

Tabla II. Continuación

<i>Programa</i>	<i>Subprograma</i>	<i>Acciones-indicadores propuestas en el PSE (2008) y cumplidas (*)</i>		
		<i>Nivel I</i>	<i>Nivel II</i>	<i>Nivel III</i>
Hidrológico	Hidrológico	Temperatura* pH* Conductividad* Oxígeno disuelto* Turbidez Caudal (acequias)* Profundidad (galachos)	Cationes y aniones* Alcalinidad* Dureza Ca y Mg Nitritos, nitratos, amonio, fosfatos* TDS, TSS, MOS, MOB* DBO5 y DQO* BMWP Metales* Hidrocarburos* Fenoles* Coliformes* Pesticidas*	Seguimiento de la eutrofización en el galacho de la Cartuja
Hábitats y especies	Hábitats	Cobertura por tipo de vegetación Cobertura por hábitats de interés comunitario (HIC)	Seguimiento de la sucesión ecológica Riqueza y diversidad del sotobosque* Riqueza y diversidad del estrato arbóreo Tasa de mortalidad / sp.* Tasa de renuevos / sp.*	

Tabla II. Continuación

<i>Programa</i>	<i>Subprograma</i>	<i>Acciones-indicadores propuestas en el PSE (2008) y cumplidas (*)</i>		
		<i>Nivel I</i>	<i>Nivel II</i>	<i>Nivel III</i>
Hábitats y especies	Especies	Riqueza y diversidad de las aves acuáticas* Número de individuos por especies* Tamaño de la población	Riqueza y diversidad de las especies de aves, mamíferos y peces Especies amenazadas Éxito reproductivo Tamaño poblacional Especies exóticas Éxito reproductivo Tamaño poblacional	Gestión de las especies en peligro Gestión de las especies invasoras
Actuaciones de restauración		Hectáreas restauradas en la reserva (por ecotopo)*	Bosque de ribera % de supervivencia Altura de las plantas Diámetro de la copa y basal Densidad de los renuevos* Distancia entre las plantas Distancia renuevos / planta* Reproducción vegetativa / sexual* Lagunas Colonización del carrizo Calidad del agua Riqueza de aves	

Tabla II. Continuación

<i>Programa</i>	<i>Subprograma</i>	<i>Acciones-indicadores propuestas en el PSE (2008) y cumplidas (*)</i>		
		<i>Nivel I</i>	<i>Nivel II</i>	<i>Nivel III</i>
Paisaje	Usos del suelo	Cobertura de usos del suelo Cambios de usos del suelo (ha)	Heterogeneidad Diversidad* Dominancia* Fragmentación* Conectividad	
	Calidad visual	Registro fotográfico *	Impactos visuales	
Usos y aprovechamientos		Propiedad del suelo (público / privado)* Planeamiento (por categoría) Superficie agrícola (por variedad)* Rendimiento agrícola (por variedad) Efectivos ganaderos (por razas) Superficie forestal Producción forestal Uso industrial Caza Graveras Vertederos	Cultivos Número de explotaciones Tamaño de las explotaciones Rendimientos por variedades Fertilizantes y pesticidas Ganadería Número de explotaciones Tamaño de las explotaciones Carga ganadera Razas Aprovechamientos forestales Número de explotaciones Tamaño de las explotaciones Rendimientos* Variedades	Impacto de la carga ganadera

Tabla II. Continuación

Programa	Subprograma	Acciones-indicadores propuestas en el PSE (2008) y cumplidas (*)		
		Nivel I	Nivel II	Nivel III
Uso público		Número de visitantes* Tamaño de los grupos* Número de los grupos*	Frecuentación por zonas Origen de los visitantes Actividades realizadas	Evaluación del impacto del uso público Gestión del flujo de visitantes Tipología de los visitantes
Socioeconómico (información muy dispersa)	Demografía	Población de derecho	Tasa de emigración/ inmigración Estructura de la población Segunda residencia	
	Actividades económicas	Empleos por sector de actividad Empleos directos en la Reserva	Plazas Hostelería Renta media por habitante Número de empresas relacionadas con la Reserva	
	Participación	Número de grupos locales Número de actividades de participación Recursos aportados para la participación	% de población que conoce la existencia % de población que conoce los objetivos % de población que conoce el medio de contacto Grado de aprecio de la Reserva	

Tabla III. Acciones propuestas en el PSE de la Reserva Natural Dirigida de los Sotos y Galachos del Ebro para 2009-2020 y su grado de cumplimiento.

<i>Programa</i>	<i>Subprograma</i>	<i>Acciones-indicadores propuestas en el PSE (2008) y cumplidas (*)</i>	<i>Observaciones</i>	
Meteorológico		Medición de la temperatura, precipitación, humedad relativa, dirección del viento, insolación, ETP...*		
Hidrológico	Dinámica fluvial	Caudales (máximo, mínimo y medio) del Ebro* y del Gállego	No hay estación de muestreo para el caudal máximo y mínimo del Gállego	
		Profundidad del freático*		
		Altura de la lámina de agua*		
			Fluctuación máxima de la lámina de agua mensual*	
			Frecuencia de avenidas y avenidas: altura de la lámina de agua*	
			Cartografía del cauce. Mapa y hectáreas. Tipo de cubierta	No se realiza
			Tasa de sedimentación	No se realiza
		Calidad de las aguas	Temperatura del agua*	
	PH, conductividad, oxígeno disuelto y TDS*			
	Cationes y aniones*			
	Alcalinidad*			
	Nitritos, nitratos, amonio, fosfatos*			
	DBO5 y DQO*			
	Materia en suspensión (MES)*			
	Metales y metaloides*			
	Plaguicidas*			
	Fenoles e hidrocarburos*			
Hábitats y especies	Hábitats	Cobertura por tipo de vegetación y mapa de HIC derivado* Hectáreas restauradas por ecotopo Densidad de pies vivos, abundancia, riqueza y diversidad de especies, mortalidad, diámetro medio, distribución diamétrica, altura dominante, fracción de cabida cubierta y regeneración	No se realiza	

Tabla III. Continuación

<i>Programa</i>	<i>Subprograma</i>	<i>Acciones-indicadores propuestas en el PSE (2008) y cumplidas (*)</i>		<i>Observaciones</i>
Hábitats y especies	Especies	Aves	Censo de especies nidificantes y especies observadas*	El uso de diferentes metodologías para la realización de los inventarios no permite comparar la evolución de alguno de los indicadores
			Riqueza, diversidad y dominancia de especies acuáticas*	Debido a la escasez de datos, no se pueden sacar conclusiones relativas a la evolución de los indicadores de dominancia y diversidad
			Riqueza y diversidad relativa de aves estival e invernal por tipo de hábitat*	No se realiza desde 2011
			Densidad estival e invernal de aves por tipo de hábitat*	
			Tamaño de poblaciones de martinete, garceta común, garcilla bueyera, garza real, garza imperial, aguilucho lagunero, aguilucho cenizo y aguilucho pálido*	
			Cambios poblacionales, productividad y tasa de supervivencia de las aves comunes*	
			Mamíferos	Abundancia relativa de mamíferos carnívoros (nutria, turón, visón europeo, comadreja, tejón, gineta, zorro y gato) y de castor, jabalí y corzo*

Tabla III. Continuación

<i>Programa</i>	<i>Subprograma</i>	<i>Acciones-indicadores propuestas en el PSE (2008) y cumplidas (*)</i>		<i>Observaciones</i>
Hábitats y especies	Especies	Peces	Composición, riqueza y abundancia relativa	No se realiza
		Crustáceos	Abundancia relativa de cangrejo americano*	Primer año de toma de muestras 2010 No se realiza desde 2014
		Reptiles	Tamaño mínimo de las poblaciones de galápagos*	Primer año de toma de muestras 2010
		Flora catalogada	<i>Arundo plinii</i> e <i>Imperata cylindrica</i> : distribución y área de ocupación*	Primer año de toma de muestras 2010 No se realiza desde 2014
Paisaje	Mapa del parcelario aparente y tasa de cambio			
	Registro fotográfico*			
Usos y aprovechamientos	-	Propiedad del suelo y superficie ocupada por los distintos usos*		Cartografía de propiedad de suelo sin realizar
		Mapa de aprovechamiento agrícola y ganadero*		
	Uso público	Número de visitantes y número de visitas a la zona restringida*		
		Frecuentación por zonas*		
		Impactos acústicos		No se realiza

Parque Natural de la Sierra y los Cañones de Guara

El PSE del PNG fue elaborado en 2005 siguiendo la MC (Herrero y cols., 2005). Durante la elaboración del PSE se realizó un inventario de los trabajos ($n = 24$). Trataban mayoritariamente sobre fauna, hidrología y análisis territorial. Escaseaba la información relativa a la flora, la ganadería y la geomorfología. En este trabajo se planteó que el seguimiento durante el periodo 2006-2010 se focalizara sobre flora, paisaje, hongos, fauna, aspectos socioeconómicos, recursos hídricos y gestión.

En 2012 se realizó un trabajo de revisión del SE en el PNG (2006-2010) (Sierra y cols., 2014), comprobando que el 50 % de los trabajos generados durante ese periodo estaban relacionados con el PSE. El mayor esfuerzo de seguimiento se hizo sobre la fauna, con un cumplimiento del 80 % de los objetivos marcados en el PSE, seguido por la flora (60 %). Se elaboró el inventario de plantas vasculares, pero no la cartografía digital de la vegetación, realizada posteriormente, en 2020. Los trabajos sobre micología, paisaje, socioeconomía y recursos hídricos no se llevaron a cabo. Tampoco se creó una base de datos asociada a cartografía digital, mencionada en el apartado de gestión. El grado de cumplimiento del PSE estimado fue de un 30 %.

La evaluación de la información generada en los primeros diez años de SE en el PNG (2006-2016), con treinta y tres trabajos localizados, muestra que la gran mayoría son estudios faunísticos (70 %), dentro de los que los grupos más ampliamente estudiados han sido los mamíferos (42 %) y las aves (31 %). El resto de trabajos están relacionados con la ganadería, los hábitats y el SE (8 % cada uno) y gestión y flora (3 %, un único trabajo de cada uno de ellos). No se han encontrado trabajos relacionados con aspectos socioeconómicos, hidrología, geomorfología ni paisaje.

La revisión de las MTG (2010-2015) han resultado un complemento importante a la hora de evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos del PSE, ya que en todas ellas se hace un resumen anual detallado de las actividades de SE.

Paralelamente a las actuaciones propuestas en el PSE se han realizado y puesto en marcha varios programas independientes de seguimiento que aportan información valiosa para la toma de decisiones relativas a la gestión en el PNG, entre ellas cabe destacar las siguientes:

- Estudio de flora exótica invasora: prospección de nuevas poblaciones asilvestradas no conocidas de flora exótica en áreas de alto valor natural pertenecientes a la Red Natura 2000. Dentro del PNG se ha trabajado en el LIC Sierra de Guara. Actualización de la base de datos InvasAra, creada en 2009 con la primera recopilación de citas de especies de flora exótica invasora en Aragón.
- Programa RESECOM HIC (LIFE12 NAT/ES/000180). Red de seguimiento de especies de flora y hábitats de interés comunitario (EIC y

Tabla IV. Acciones propuestas en el PSE del Parque Natural de la Sierra y los Cañones de Guara para 2006-2016 y su grado de cumplimiento.

<i>Categoría</i>	<i>Acciones propuestas en el PSE (2005) y cumplidas (*)</i>	<i>Observaciones</i>
Flora	<p>Inventario y criterios de gestión de la flora y de la vegetación del PNG*</p> <p>Estado de conservación de especies y comunidades vegetales*</p> <p>Especies o comunidades indicadoras de cambios ecológicos*</p> <p>Creación de microreservas para poblaciones endémicas o amenazadas</p> <p>Definir zonas de interés para el inventario*</p> <p>Especies alóctonas*</p> <p>Cartografía digital de comunidades vegetales</p> <p>Mapa de hábitats*</p>	
Paisaje	<p>Evaluación de los cambios de uso del suelo mediante ortofotos</p> <p>Análisis de la evolución del paisaje</p>	No se realiza
Hongos	<p>Inventario de hongos del PNG y estados de conservación</p> <p>Especies indicadoras de cambios ecológicos</p>	No se realiza
Fauna	<p>Inventario y criterios de gestión de anfibios y reptiles del PNG*</p> <p>Cartografía temática con localizaciones de las especies*</p> <p>Inventario y criterios de gestión de micromamíferos del PNG*</p> <p>Cartografía temática con localizaciones de las especies*</p> <p>Inventario y criterios de gestión de quirópteros del PNG*</p> <p>Cartografía temática con localizaciones de las especies</p> <p>Trabajos específicos anuales sobre especies importantes*</p> <p>Quebrantahuesos*</p> <p>Nutria*</p> <p>Cangrejo de río*</p> <p>Insectos*</p> <p>Cabra montesa*</p>	<p>Además de las actuaciones propuestas en el PSE se han realizado otros trabajos de SE de fauna:</p> <p>Águila real</p> <p>Águila perdicera</p> <p>Perdiz pardilla</p> <p>Mamíferos grandes y medianos</p> <p>Topillo nival</p> <p>Lepidópteros</p> <p>Peces</p>

Tabla IV. Continuación

<i>Categoría</i>	<i>Acciones propuestas en el PSE (2005) y cumplidas (*)</i>	<i>Observaciones</i>
Aspectos socioeconómicos	Estudio de usos recreativos del PNG (barranquismo, senderismo, escalada...) Estudio de usos no recreativos del PNG (agricultura, ganadería, caza, pesca...)	
Recursos hídricos	Recopilación de información sobre aguas superficiales y subterráneas Completar con estudios puntuales de aspectos relevantes sin información Propuesta de indicadores de seguimiento de calidad de las aguas	No se realiza
Gestión	Puesta en marcha del SE a partir de los indicadores disponibles o que se vayan generando* Integrar la información en una base de datos asociada a cartografía digital	

HIC, respectivamente) en espacios de la Red Natura 2000 en Aragón para conseguir información de primera mano que permita mejorar la gestión de las EIC y los HIC objeto del proyecto

- Plan de Recuperación del cangrejo de río común *Austropotamobius pallipes* en Aragón. Dentro de dicho plan se encuentran las prospecciones y el seguimiento de las poblaciones de los ríos Alcanadre, Guatzalema y algunos afluentes.

El grado de cumplimiento del PSE en el PNG se ha estimado en el 35 % (tabla IV). Las actuaciones propuestas dentro de las categorías de fauna se han cumplido en un 85-90 %. En la categoría de flora cabe destacar, con respecto a la evaluación anterior realizada (Sierra y cols., 2014), los estudios llevados a cabo sobre flora exótica invasora, por lo que el porcentaje de cumplimiento se estima en el 70 %. Las actuaciones relativas a micología, paisaje, aspectos socioeconómicos y recursos hídricos siguen sin llevarse a cabo. En lo que respecta al ámbito de gestión, la base de datos asociada a cartografía digital tampoco ha sido realizada todavía.

Parque Natural de los Valles Occidentales

El PSE del PNLV fue elaborado en 2007 con la MC (Prada y cols., 2007). Se realizó un inventario de los trabajos llevados a cabo con el fin de conocer el estado de la información generada hasta la fecha e identificar de esta manera las lagunas de conocimiento existentes. Esta información, junto con los objetivos del PORN, se utilizó para establecer las prioridades de seguimiento durante el periodo de vigencia del PSE (2008-2012) pertenecientes a las siguientes categorías: clima, erosión, paisaje, hábitat, especies (hongos, fauna y flora), actividades económicas (ganadería, servicios, caza y pesca), uso público y personal (técnicos y guardería).

En la revisión bibliográfica realizada en el presente estudio ($n = 36$, 2008-2016), los estudios sobre fauna representan un 58 % del total, dentro de los cuales mamíferos y aves son los grupos más estudiados (85 %). Le siguen los hábitats y aquellos relacionados con la ganadería y el pastoralismo (14 % y 11 %, respectivamente). Los temas menos estudiados han sido la flora (8 %) y los relacionados con la gestión (menos del 5%). No se han encontrado trabajos sobre clima, erosión, paisaje, hongos o geomorfología. En general, un 60 % corresponden a estudios generados por el SE.

La revisión de las MTG (2010-2015) pone de manifiesto que los programas de SE desarrollados se han dedicado casi en su totalidad a fauna y flora catalogada.

Analizando la información generada por ambas vías se puede hacer balance de los objetivos propuestos en el PSE y su grado de cumplimiento durante estos ocho primeros años de seguimiento (tabla v). Los estudios de ganadería y de los cambios de usos del suelo incluidos en el listado bibliográfico amplían la información disponible dentro de las categorías de paisaje y actividades económicas. Sin embargo, las actuaciones propuestas en el ámbito de clima, erosión, hongos, así como la relativa a la gestión no se han implementado. Tampoco se ha integrado y actualizado la información generada con los seguimientos y proyectos del PNLV en una base de datos y un GIS. En general, el grado de cumplimiento de las actividades propuestas es de aproximadamente un 35 % y es aún necesaria la elaboración de protocolos de seguimiento para la correcta realización de las actuaciones de monitorización propuestas en el PSE.

Tabla v. Acciones propuestas en el PSE del Parque Natural de los Valles Occidentales para 2008-2012 y su grado de cumplimiento.

<i>Categoría</i>	<i>Subcategoría</i>	<i>Acciones propuestas en el PSE (2007) y cumplidas (*)</i>	<i>Observaciones</i>
Clima	–	Medición de la temperatura, precipitación, viento, insolación...	No se realiza. Sigue siendo necesario instalar alguna estación meteorológica en el interior del PNLV
Erosión	–	Seguimiento de la erosión en parcelas de muestreo	
Paisaje	–	Cambios de uso del suelo. Relación entre bosque y pasto a partir de ortoimágenes	
Hábitat	–	Cartografía de la superficie de hábitats del Parque*	
		Seguimiento de la superficie (GIS) y la composición de los hábitats. En especial los prioritarios	
Especies	Hongos	Delimitación de parcelas de muestreo con el objetivo de estudiar la diversidad y la producción fúngica	Se realiza seguimiento de la seta del tilo
	Flora	Alerta de especies exóticas (EEI)*	
		Completar inventario de flora*. Incluir los briófitos. Cartografía de la vegetación actualizada*	Inventario de especies catalogadas (no se incluyen briófitos)
		Delimitación de parcelas de muestreo con el objetivo de estudiar la evolución de la vegetación*	Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC)
		Efecto de las hozaduras de jabalí en la composición de pastos supraforestales*	Tesis doctoral (Universidad de Zaragoza / IPE-CSIC)
Análisis de las ordenaciones forestales existentes: proporción de madera muerta, estructura diamétrica...*			

Tabla v. Continuación

<i>Categoría</i>	<i>Subcategoría</i>	<i>Acciones propuestas en el PSE (2007) y cumplidas (*)</i>	<i>Observaciones</i>
Especies	Flora	Marcaje con GPS y seguimiento de localizaciones de especies catalogadas como EPE, VU o SAH* Seguimiento de la fructificación de fagáceas*	
	Fauna	Alerta de especies exóticas (EEI)*	
	Invertebrados	Inventario y criterios de gestión de los invertebrados del PNLV. Seguimiento de especies catalogadas como EPE, VU o SE	
	Peces	Inventario y seguimiento de especies catalogadas como EPE, VU o SE y trucha autóctona	No se realiza
	Anfibios y reptiles	Inventario y criterios de gestión de la herpetofauna del PNLV*	
		Seguimiento de especies catalogadas como EPE, VU o SAH*	Rana pirenaica
	Aves	Seguimiento de especies catalogadas como EPE, VU o SAH*	Pico dorsiblanco, quebrantahuesos, urogallo, mochuelo boreal, lagópodo alpino
		Seguimiento de la diversidad de aves*	
	Mamíferos	Inventario y criterios de gestión de los quirópteros del PNLV*	
		Seguimiento de especies catalogadas como EPE, VU o SAH*	Desmán, oso pardo
		Inventario y criterios de gestión de los macro- y mesomamíferos del PNLV*	
		Seguimiento de especies cinegéticas: abundancias y capturas*	

Tabla v. Continuación

<i>Categoría</i>	<i>Subcategoría</i>	<i>Acciones propuestas en el PSE (2007) y cumplidas (*)</i>	<i>Observaciones</i>
Actividades económicas	Ganadería	Estudio sobre la necesidad de carga ganadera, tipo de ganadería en los puertos* Seguimiento del número de cabezas, tipología del ganado, zonas de pasto...*	
	Servicios	Inventario y seguimiento del volumen de infraestructuras del sector terciario (alojamientos, camas, restaurantes...)	
	Caza	Seguimiento de cazadores y su actividad en cotos y RC. Recopilación de la información de los Planes de Caza*	
	Pesca	Seguimiento de la actividad piscícola y su repercusión en el Parque	
Uso público		Seguimiento de los parámetros relacionados con el uso público: número de visitantes, días de estancia, actividades que desarrollan...*	
Personal	Técnicos	Integrar y actualizar toda la información generada con los seguimientos y los proyectos del PNLV en una base de datos y un GIS	
	Guardería	Formación de guardas para la realización del SE*	

Parque Natural del Moncayo

El diseño del PSE de 2008 se basó en la MC (Prada y cols., 2008). Se propuso un cronograma de actividades a realizar durante los dos años siguientes (2009 y 2010, tabla VI). Sin embargo, la puesta en marcha no tuvo lugar hasta 2010, cuando se realizó una simplificación del PSE original (Gobierno de Aragón, 2010). La redacción de este nuevo PSE se desarrolló de manera paralela a la elección de los puntos de muestreo y de la metodología de

toma de muestras, creando un manual de procedimientos (MP) para cada uno de los programas del PSE. Este documento se halla en fase de borrador, no tiene una vigencia concreta y no sigue la MC original propuesta en 2009 sino la metodología propuesta por Europarc España. Los programas definidos actualmente son los siguientes: meteorológico, geomorfológico, especies (flora y fauna) y paisaje (tabla VII).

La búsqueda bibliográfica ha generado un escaso número de referencias bibliográficas ($n = 13$, 2008-2016). Los temas más estudiados han sido la fauna (43 %) y los hábitats (29 %). De los trabajos dedicados a la fauna, el grupo al que se le presta mayor atención es el de los mamíferos. Los estudios dedicados a la flora han representado un 14 %.

Tabla vi. Acciones propuestas en el PSE del Parque Natural del Moncayo para 2009-2010 y su grado de cumplimiento.

<i>Acciones propuestas en el PSE (2008) y cumplidas (*)</i>	<i>2009</i>	<i>2010</i>
Inventariación	Prospección de la perdiz pardilla Puesta en funcionamiento de las estaciones meteorológicas* y colocación de los HOBO	Micromamíferos* Suelos
Elaboración de protocolos de seguimiento	Ungulados* Factores abióticos Peces Anfibios* Flora* Vegetación Aves Quirópteros*	
Seguimiento	Se mantienen los seguimientos que están en marcha	Ungulados* Factores abióticos* Peces Anfibios Flora* Vegetación* Aves* Quirópteros*

Dada la poca información sobre los trabajos publicados de inventariado y monitorización, la revisión de las MTG (2010-2015) ha resultado ser un complemento importante a la hora de evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos (tabla vi). En ellas se ponen de manifiesto las

Tabla vii. Acciones propuestas en el PSE PNM (2010) y su grado de cumplimiento.

Programa	Subprograma	Acciones propuestas en el PSE (2010) y cumplidas (*)	
Meteorológico		Medición de la temperatura, precipitación, humedad relativa y ETP*	
Geomorfológico		Volumen de materia orgánica y sedimentos	
		Dinámica en morfologías erosivas y de acumulación	
		Dinámica de procesos de incisión y erosivos por tránsito	
Hábitats (sin definir)			
Especies	Flora	Presencia de plantas de pastos en zonas húmedas <i>Drosera rotundifolia</i> *	
		Presencia de plantas de zonas húmedas en bosques caducifolios*	
		Presencia de plantas en bosques caducifolios*	
		Especies afectadas por la matorralización de los pastos*	
		Presencia de plantas raras asociadas a pastos*	
		Presencia de plantas asociadas a roquedos y megaforbios*	
	Fauna	Mamíferos	Abundancia absoluta de ungulados forestales*
			Abundancia relativa y riqueza de meso- y macromamíferos*
			Capturas anuales de corzo y jabalí*
		Aves	Fructificación de fagáceas
			Especies de quirópteros identificadas y total de especies por hábitat*
			Abundancia específica de quirópteros*
		Abundancia de rapaces forestales nocturnas*	
		Riqueza, diversidad y dominancia de avifauna*	
Paisaje	–	Registro fotográfico	

dificultades técnicas en la definición y en la puesta en marcha de los programas de seguimiento.

Analizando la información recopilada por ambas vías podemos concluir que, pese a la redefinición del PSE en 2010, el cronograma de actuaciones propuesto en el PSE original en el periodo 2009-2010 (Prada y cols., 2008) ha tenido un grado de cumplimiento del 40-50 %. Durante 2009 se elaboraron los protocolos de seguimiento, pero no se realizó la prospección de perdiz pardilla propuesta. En 2010 se comenzaron algunos de los programas de seguimiento, como el de flora y de vegetación, ungulados, aves y quirópteros, así como el inventario de micromamíferos (tabla VI).

En cuanto al estado de ejecución del nuevo PSE, su grado de realización es de un 40 %, faltando por definir aspectos de tres de los cinco programas de seguimiento (tabla VII). En 2010 se puso en marcha el programa meteorológico y el de especies, con un cumplimiento del 93 %. Los otros tres programas continúan en revisión para la definición de indicadores (programa de hábitats) o para la concreción del procedimiento de toma de datos en campo (programas de paisaje y geomorfología).

Parque Natural Posets – Maladeta

El PSE fue elaborado en 2009 (Prada y cols., 2009b). Para ello, se realizó un inventario de la información disponible proponiéndose continuar con los seguimientos existentes, completar los inventarios y poner en marcha nuevos seguimientos. Para 2010-2015 había cinco programas de seguimiento: clima (meteorología, aludes y glaciares), agua (cauces e ibones), hábitats, flora y fauna.

La búsqueda bibliográfica ($n = 29$, 2009-2016) indica que un 76 % de los estudios han sido sobre fauna, particularmente aves (48 %) y mamíferos (20 %). El 24 % restante se ocupa de hábitats (10 %), flora, hidrogeología, suelos y gestión. No se han encontrado trabajos relativos a los programas de clima y agua, aunque existe un seguimiento de temperaturas y precipitación.

Las MTG (2010-2015) han sido de ayuda a la hora de evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos fijados en el PSE, ya que se detallan las actuaciones de monitorización realizadas cada año, así como otros proyec-

Tabla VIII. Acciones propuestas en el PSE del Parque Natural Posets – Maladeta para 2010-2016 y su grado de cumplimiento.

<i>Programa</i>	<i>Subprograma</i>	<i>Acciones propuestas en el PSE (2009) y cumplidas (*)</i>	<i>Observaciones</i>
Clima	Meteorología	Medición de la temperatura*, precipitación*, viento, capa de nieve...	Recopilar información de la AEMET, refugios, estaciones de esquí. Valorar los parámetros necesarios y la frecuencia. Homogeneizar la toma y el tratamiento de datos
	Aludes	Registros históricos, cartografía, volumen de nieve...	Recopilar registros históricos y diseñar base de datos para agrupar información
	Glaciares	Dimensiones, volumen de deshielo, características generales...	Recopilar datos históricos, proponer mediciones concretas y hacer BD
Agua	Cauces	Características físicas y químicas	Protocolo de toma y tratamiento de las muestras
	Ibones	Características físicas y químicas, biovaloración	Selección de puntos de muestreo y elaboración del protocolo de toma y tratamiento de muestras
Hábitat	Hábitat	Cartografía del hábitat* Superficie relativa y fragmentación	
Flora	Flora	Alerta especies invasoras	
		Localización y seguimiento de especies catalogadas, representativas de HIC*	Además del plan de seguimiento de flora catalogada, se pone en marcha el Programa Life RESECOM, red de seguimiento de especies de flora y hábitats de interés comunitario (EIC e HIC, respectivamente) en espacios de la Red Natura 2000 en Aragón*
		Fructificación de fagáceas	
		Seguimiento de puntos de interés de briófitos	Desarrollo del protocolo de seguimiento

Tabla VIII. Continuación

<i>Programa</i>	<i>Subprograma</i>	<i>Acciones propuestas en el PSE (2009) y cumplidas (*)</i>	<i>Observaciones</i>
Fauna		Alerta de especies invasoras	
	Invertebrados	Inventario, criterios de gestión y seguimiento de coleópteros-lepidópteros forestales	Se realiza seguimiento de <i>Parnassius apollo</i>
	Anfibios y reptiles	Inventario, criterios de gestión y seguimiento de especies especialmente vulnerables*	
	Aves	Seguimiento de especies necrófagas (quebrantahuesos, alimoche, búitre leonado)*	Unificar criterios en el Pirineo aragonés e integrar resultados en las redes más globales SACRE*
		Seguimiento de galliformes (urogallo, lagópodo alpino y perdiz pardilla)*	Unificar criterios en el Pirineo aragonés e integrar resultados en las redes más globales
		Seguimiento de rapaces forestales nocturnas	Unificar criterios en el Pirineo aragonés e integrar resultados en las redes más globales NOCTUA*
	Mamíferos	Seguimiento de ungulados silvestres (sarrío, corzo, jabalí y ciervo)*	
		Seguimiento de la actividad del oso pardo y del resto de la comunidad de macro- y mesomamíferos*	
		Inventario, criterios de gestión y seguimiento de quirópteros*	
		Seguimiento de presencia de nutria y desmán*	

tos realizados que pueden aportar información relevante sobre el PNPMP y de esta manera ayudar a la toma de decisiones de gestión.

En la tabla VIII se detallan las actuaciones propuestas por el PSE para el periodo 2010-2016 y se indican las que han sido llevadas a cabo. Hasta

ahora no se ha realizado un seguimiento de las actuaciones definidas en el PSE, por lo que se desconoce el grado de realización y de desarrollo de muchas de ellas. Sin embargo, dentro del marco de las actuaciones encaminadas a la conservación del patrimonio natural del PNPM se encuentran los estudios, los inventarios y los seguimientos realizados a través de las diversas propuestas regionales para determinadas especies de fauna y flora. Con la información recopilada se puede concluir que el grado de ejecución del PSE del PNPM es aproximadamente de un 35 %.

Reserva Natural Dirigida de la Laguna de Gallocanta

La elaboración del PSE de la RNLG se realizó entre 2009 y 2010 (Fernández-Arberas y cols., 2010). Se inventariaron 182 trabajos y se propusieron una serie de actuaciones a desarrollar agrupadas en programas de seguimiento para 2011-2015. Las actuaciones propuestas consistieron en la elaboración de inventarios que completaran las lagunas de conocimiento, la redacción de protocolos de seguimiento y la iniciación de la toma de datos para la monitorización de los indicadores (tabla VIII).

La búsqueda bibliográfica realizada durante los seis años posteriores a la redacción del PSE (2010-2016) ha dado lugar a un listado de diecinueve trabajos de carácter técnico y científico llevados a cabo en el ámbito de la RNLG. La mayoría de los trabajos ejecutados han sido dedicados a las aves (32 %), siendo el único grupo de fauna del que se ha conseguido información. La siguiente temática más representada ha sido el estudio de los suelos y del paisaje (16 %), mientras que los trabajos restantes se reparten por igual entre gestión, hidrología, flora y hábitats (representando un 10 % aproximadamente cada una de ellas). Los ámbitos menos estudiados han sido la geomorfología y los usos y los aprovechamientos.

Solo se ha podido consultar la memoria técnica de gestión correspondiente a 2015, por lo que la información disponible sobre las actuaciones realizadas los años posteriores a la elaboración del PSE ha sido escasa. Se nos ha facilitado toda la información relativa a los seguimientos que se están llevando a cabo, destacando la necesidad de elaboración de los protocolos de seguimiento. No se han desarrollado los protocolos de monitorización, definido ni ajustado los programas e indicadores de seguimiento, ni se ha

Tabla ix. Acciones propuestas en el PSE de la Reserva Natural Dirigida de la Laguna de Gallocanta para 2011-2016 y su grado de cumplimiento.

<i>Acciones propuestas en el PSE (2010) y cumplidas (*)</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>
Inventariado	Invertebrados Quirópteros Prospección de ganga	Suelos			
Elaboración y ajuste de protocolos de seguimiento	Ungulados Carnívoros Clima Hidrogeología Flora HIC Anfibios Aves	Invertebrados Quirópteros	Suelos	–	–
Puesta en marcha de los protocolos y la toma de datos Inicio del seguimiento experimental	–	Ungulados Carnívoros Clima Hidrogeología Flora HIC Anfibios Aves	Invertebrados Quirópteros	–	–
Creación de las bases de datos y SIG para el almacenamiento y tratamiento de datos de seguimiento	–	–	Ungulados Carnívoros Clima Hidrogeología Flora HIC Anfibios Aves	Invertebrados Quirópteros	–

Tabla IX. Continuación

<i>Acciones propuestas en el PSE (2010) y cumplidas (*)</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>
Seguimiento	Se mantienen los seguimientos que están en marcha y se adaptan a los nuevos protocolos	Se mantienen los seguimientos que están en marcha y se adaptan a los nuevos protocolos	Ungulados Carnívoros Clima Hidrogeología Flora HIC Anfibios Aves	Ungulados Carnívoros Clima Hidrogeología Flora HIC Anfibios Aves Invertebrados Quirópteros	Ungulados Carnívoros Clima Hidrogeología Flora HIC Anfibios Aves* Invertebrados Quirópteros

comenzado con las tareas de inventariado. Se deja patente la necesidad de elaborar y aprobar el PRUG, adecuándolo a la realidad actual e incluyendo aspectos organizativos básicos. La existencia de un instrumento de gestión activa, que defina objetivos y marque acciones para su consecución, se constituye como un paso fundamental en la mejora de la gestión y de la evaluación.

Durante el periodo 2011-2016 únicamente se ha continuado con el programa de seguimiento de algunas aves: grulla común (*Grus grus*), avutarda (*Otis tarda*) y carricerín cejudo (*Acrocephalus paludicola*). Por lo tanto, el PSE no ha sido puesto en marcha, y el cumplimiento de las actuaciones propuestas se reduce a los seguimientos que ya se venían realizando y a las actuaciones realizadas por universidades, centros de investigación u otras propuestas autonómicas (tabla IX).

Paisaje Protegido de los Pinares de Rodeno

La elaboración del PSE para el PPPR se realizó en 2009 y 2010 (Fernández-Arberas y cols., 2010). En una primera fase del PSE del PPPR se inventariaron veintiséis trabajos. A partir de la información disponible analizada, se propusieron una serie de actuaciones para desarrollar el PSE a lo

Tabla x. Acciones propuestas para el periodo 2010-2016 en el PSE del Paisaje Protegido de los Pinares de Rodeno y su grado de cumplimiento.

<i>Acciones propuestas en el PSE (2010) y cumplidas (*)</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>
Inventariado	Paisaje Agua Meteorología Flora Hábitat Cangrejo	Flora Macro- y mesomamíferos Quirópteros	Coleópteros Lepidópteros Anfibios	–	–
Elaboración y ajuste de protocolos de seguimiento	Aves Agua Meteorología Ungulados Cangrejo autóctono	Paisaje Hábitat	Flora Macro- y mesomamíferos Quirópteros	Coleópteros Lepidópteros Anfibios	–
Puesta en marcha de los protocolos y la toma de datos Inicio del seguimiento experimental	–	Aves Agua Meteorología Ungulados Cangrejo Paisaje Hábitat	Flora Macro- y mesomamíferos Quirópteros	Coleópteros Lepidópteros Anfibios	–
Creación de las bases de datos y SIG para el almacenamiento y tratamiento de datos de seguimiento	–	–	Aves Agua Meteorología Ungulados Cangrejo Paisaje Hábitat	Flora Macro- y mesomamíferos Quirópteros	Coleópteros Lepidópteros Anfibios

Tabla x. Continuación

<i>Acciones propuestas en el PSE (2010) y cumplidas (*)</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>
Seguimiento definitivo	–	–	Aves Agua Meteoro- logía Ungulados Cangrejo autóctono Paisaje (cada 5 años) Hábitat (cada 5 años)	Aves Agua Meteoro- logía Ungulados Cangrejo Flora Macro- y mamíferos Quirópteros	Aves Agua Meteo- Ungulados Cangrejo Flora Macro- y mesoma- míferos Quirópteros Coleópteros Lepidóp- teros Anfibios

largo de cinco años (2011-2015) agrupadas en programas de seguimiento. De forma general las actuaciones a realizar comenzarían por completar los inventarios, redactar los protocolos de seguimiento e iniciar la toma de datos para la monitorización de los indicadores (tabla x).

La búsqueda bibliográfica realizada ha dado lugar a un listado de cinco trabajos de carácter técnico y científico que incluyen en su área de actuación el Paisaje Protegido. Solo uno de los trabajos es específico, correspondiendo al estudio de los hábitats.

Solo se ha podido consultar la MTG de 2015. Puede destacarse que el PSE no se ha desarrollado y tampoco se tiene constancia ni información de ningún trabajo de seguimiento que se esté llevando a cabo.

Reserva Natural Dirigida de las Saladas de Chiprana

La elaboración del PSE de la RNCH tuvo lugar durante 2010 (Europarc España, 2010). Para ello se realizó un diagnóstico del estado del sistema

lagunar a partir del análisis de la información bibliográfica disponible y de consultas a expertos. Este proceso de análisis permitió sintetizar el conocimiento acerca de los elementos y los procesos clave de la Reserva y de su interacción con los objetivos de gestión establecidos en el Plan de Conservación. Todo ello permitió elaborar una propuesta de indicadores incluidos en los siguientes programas de seguimiento: meteorológico, calidad de las aguas, hidrológico e hidrogeológico, limnológico, hábitats de interés comunitario (HIC), flora (terrestre y macrófitos), fauna (especies invasoras, aves y mamíferos), usos y aprovechamientos, y uso público.

El PSE se elaboró siguiendo la metodología propuesta por Europarc España. No contempla un periodo de vigencia, revisión o cronograma de las actuaciones a realizar. Cuenta con manual de procedimientos para cada uno de los programas de seguimiento propuestos.

La búsqueda bibliográfica realizada en el presente estudio ha dado lugar a un listado de veintiún trabajos de carácter técnico y científico llevados a cabo en el ámbito de la RNCH durante los años 2011-2016. La mayoría se corresponden con estudios hidrológicos e hidrogeológicos (33 %), así como con estudios dedicados al hábitat (28 %). Los estudios limnológicos representan aproximadamente un 14 %. Los trabajos dedicados al estudio, inventariación y monitorización de la fauna y flora representan un 9 % cada uno ($n = 2$ cada uno). Sobre usos y aprovechamientos se ha localizado un único trabajo.

Las MTG consultadas (2010-2015) han sido de gran ayuda a la hora de evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos fijados en el PSE, ya que se detallan las actuaciones de monitorización realizadas cada año, así como otros proyectos realizados que pueden aportar información relevante sobre la RNCH y de esta manera ayudar a la toma de decisiones de gestión. Desde la puesta en funcionamiento del PSE se han puesto en marcha los programas meteorológico, hidrológico, limnológico y de especies, pero quedan pendientes de aplicar los programas de hábitat y de usos y aprovechamientos (tabla XI).

El estado de ejecución y cumplimiento general del PSE es de aproximadamente un 60 %. Como principales incidencias y modificaciones cabe destacar las siguientes: (i) no se han recogido datos para la evaluación de estos indicadores de flora, salvo los resultados incluidos en el informe

Tabla XII. Acciones propuestas en el PSE de la Reserva Natural Dirigida de las Saladas de Chiprana para 2010-2016 y su grado de cumplimiento.

<i>Programa</i>	<i>Subprograma</i>	<i>Acciones-indicadores propuestas en el PSE (2008) y cumplidas (*)</i>	<i>Observaciones</i>
Meteorológico		Medición de la temperatura, precipitación, humedad relativa, dirección del viento, insolación, ETP...*	Falta radiación solar u ETP
Calidad de las aguas		Transparencia* Temperatura del agua* Oxigenación* Conductividad* pH* P total, N total* Plaguicidas, metales pesados*	Además de los indicadores incluidos en el plan de seguimiento, también se analizan las concentraciones de calcio, carbonatos, cloruros, magnesio, nitratos, nitritos, sodio y sulfatos. La serie de datos es homogénea para todos los puntos de muestreo
Hidrológico e hidrogeológico	Hidrogeológico	Niveles piezométricos*	
	Seguimiento de la dinámica lagunar	Altura de la lámina de agua* Caudal entrante a las lagunas*	
Limnológico	—	Índice trófico planctónico Máximo de clorofila <i>a</i> * <i>Blooms</i> algales* Riqueza de macroinvertebrados bentónicos* Presencia de <i>Artemia parthenogenetica</i> * Presencia de tapetes bacterianos* Grado de compactación, estructura y color de los tapetes bacterianos y presencia de bacterias anoxigénicas del azufre* Superficie ocupada por tipo de tapete*	Los datos se obtienen, en su mayor parte, del estudio sobre el estado del fitobentos, que se realiza con carácter anual

Tabla XII. Continuación

<i>Programa</i>	<i>Subprograma</i>	<i>Acciones-indicadores propuestas en el PSE (2008) y cumplidas (*)</i>	<i>Observaciones</i>
Hábitats de interés comunitario	–	Cobertura por tipo de HIC Evolución del estado de la vegetación Presión ganadera	No se realiza
Flora	Flora terrestre	Cobertura de <i>Microcnemum coralloides</i> y <i>Phragmites australis</i> Densidad, diámetro y altura de <i>Tamarix boveana</i> Densidad y altura de <i>Juniperus phoenicea</i>	Se ha propuesto una nueva metodología, con periodicidad de muestreo anual para el caso de <i>Microcnemum coralloides</i>
	Macrófitos	Presencia y cobertura de <i>Ruppia maritima</i> Presencia y cobertura de <i>Lamprothamnium papulosum</i>	Se ha constatado la no presencia de esta planta Se ha constatado la no presencia de esta planta
Fauna	Especies invasoras	Presencia de <i>Procambarus clarkii</i> *	
	Aves	Riqueza, abundancia y diversidad de aves acuáticas*	Desde 2014 se ha recopilado también información relativa a las aves invernantes, como indicador de seguimiento de la figura de humedal ramsar
	Mamíferos	Riqueza y abundancia de especies de quirópteros*	El último dato disponible es de 2012
Presencia de nutria*		No abundancia	
Usos y aprovechamientos	–	Superficie ocupada por los distintos usos del suelo (cartografía SIG)	
Uso público	–	Número de visitantes / día*	
		Número de personas / sendero y día*	

sobre el seguimiento del estado de fitobentos para el caso de *Ruppia maritima* y *Lamprothamnium papulosum*, constatándose su ausencia, y (ii) en 2012 se puso en marcha la Red de muestreo de flora catalogada de Aragón, dentro de la que se incluye el seguimiento de *Ferula loscosii*, *Thymus loscosii* (cada 5 años), *Tamarix boveana* (cada 5 años), *Limonium stenophyllum*, *Limonium catalaunicum* (anual) y *Microcnemum coralloides* (cada 5 años), parte de ellas incluidas dentro del proyecto LIFE RESECOM, red de seguimiento de especies de flora y hábitats de interés comunitario (EIC e HIC, respectivamente) en espacios de la Red Natura 2000 en Aragón.

RECOMENDACIONES

A la vista de los resultados obtenidos en esta revisión y teniendo en cuenta la experiencia acumulada, consideramos que es esencial que exista una coordinación a nivel autonómico de los PSE desde donde se planteen cuestiones de relevancia para la gestión con un enfoque ecológico y estadístico claro y que pueden alcanzarse con los recursos disponibles. Este mismo ente responsable debería también centralizar toda la información relativa a los seguimientos en marcha en una base de datos documental, preferentemente a través de informes técnicos con una estructura común que facilite su lectura y comprensión y que cuenten al menos con un resumen ejecutivo. Sin medios humanos adicionales, se corre el riesgo de que este esfuerzo recaiga sobre los técnicos que tienen muchas otras funciones y no resulte eficaz.

Otra de las funciones para este ente debería ser la incorporación de las iniciativas de otras unidades administrativas que cumplan los objetivos de los PSE en su base de datos. Hoy en día hay varias iniciativas que deben ser tenidas en cuenta con estas características y que han completado la información ambiental en los ENP. Entre ellas cabe señalar el *Mapa de hábitats de Aragón*, el *Mapa del paisaje en Aragón* (<https://idearagon.aragon.es/paisaje.jsp>) o los seguimientos promovidos en las reservas naturales fluviales (<https://n9.cl/p4c4t>).

En la introducción se ha justificado la importancia de las áreas protegidas como escenarios adecuados para desarrollar PSE. Según este criterio, en Aragón se ha planteado desarrollar esta iniciativa en todos los ENP (parques nacionales y naturales, reservas naturales, paisajes protegidos y

monumentos naturales), pero a la vista de los resultados, y dados los presupuestos disponibles, el personal y su dedicación, y la experiencia de todos los PSE en marcha, es necesario un replanteamiento general sobre su viabilidad. Quizá sería conveniente focalizar el desarrollo de los PSE en los ENP que tengan una superficie y una complejidad suficientes para desarrollar los distintos programas de seguimiento, en cuyo caso es posible que los monumentos naturales, dada su concepción como elementos concretos, generalmente de pequeño tamaño, no tengan entidad para tener su propio PSE.

En los ENP con un PSE es necesario desarrollar un esquema de trabajo común en el que fluya la información y las experiencias y se optimice la inversión de los trabajos realizados. Consideramos necesario establecer una rutina de trabajo que implique al menos una reunión anual en la que se expongan los resultados de los principales trabajos desarrollados; que estos se incluyan en las memorias técnicas de los ENP siguiendo un esquema común y en un apartado específico; que se realice una evaluación quinquenal o sexenal de estos PSE, incluyendo una actualización de la información disponible, el grado desarrollo y de cumplimiento del PSE y cuanta información científica y técnica relevante se refiera al ENP y que no forme parte específicamente de su PSE. El desarrollo de la Red Natura 2000, dentro de la cual se incluyen todos los ENP aragoneses con su sistema de informes periódicos (cada 6 años), también puede brindar un marco para ello.

En relación con esto último, es importante tener en cuenta la información generada por las numerosas iniciativas de seguimiento existentes que trascienden el ámbito local y regional, como la red internacional de investigación ecológica (LTER); las derivadas de convenios internacionales (Ramsar, directivas de Hábitat y Aves, Convenio de Bonn...); las derivadas de normativa nacional como el *Catálogo español de especies amenazadas* o el *Catálogo español de especies exóticas e invasoras*; las propuestas por las sociedades de conservación (SEO-Passer, Noctua, SECEM, SECEMU, AHE, SEBICOP...); o las que dependen de organismos como las confederaciones hidrográficas, la AEMET...

En último término, los PSE deben ayudar a tomar decisiones de gestión derivadas de la información que generan. Para ello es importante definir con mayor concreción los objetivos de los planes rectores de uso y gestión para reforzar el desarrollo de los PSE, a la vez que es imprescindible avanzar

con la elaboración de los protocolos de seguimiento y priorizar el desarrollo de inventarios, que son la base de los futuros seguimientos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el trabajo de Mar de Francisco, documentalista del Servicio de Biodiversidad de la Dirección General de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Gobierno de Aragón. Su labor ha resultado indispensable en el desarrollo de este artículo. Los técnicos de los servicios provinciales de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Gobierno de Aragón y del Servicio de Ordenación Cinegética y Piscícola del Gobierno de Aragón contribuyeron de forma notable a la recopilación de información.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arruebo, T. (2009). *Evaluación del Plan de Seguimiento Ecológico de la Reserva Natural Dirigida de los Galachos de la Alfranca de Pastriz, la Cartuja y El Burgo de Ebro y propuesta de un nuevo Plan para 2009-2020*. Proyecto de Máster en Espacios Naturales Protegidos. 109 pp. + anexos.
- Buttrick, S. C. (1984). Biological monitoring: the nature conservancy's perspective. En J. L. Johnson, J. F. Franklin y R. G. Krebill (coord.), *Baseline Monitoring and Management (Missoula, 1984)*: 59-63. Proceedings of a Symposium. USFS General Technical Report INT 173. Forest Service Intermountain Forest and Range Experiment Station, Ogden, Utah. 84 pp.
- Croze, H. (1982). Monitoring within and outside protected areas. En J. A. McNeely y K. R. Miller (eds.), *National Parks, Conservation, and Development: The Role of Protected Areas in Sustaining Society (Bali, 1982)*: 628-633. Proceedings of the World Congress on National Parks. Smithsonian Institution Press. Washington D. C. (EE. UU.).
- Daily, G. C. (1997). Introduction: *What Are Ecosystem Services?* En G. C. Daily (ed.), *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*: 1-10. Island Press. Washington D. C.
- Davis, G. E. (1989). Design of a long-term ecological monitoring program for Channel Islands National Park, California. *Natural Areas Journal*, 9 (2): 80-89.
- Dickman, C. R. (2013). Long-haul research: benefits for conserving and managing biodiversity. *Pacific Conservation Biology*, 19: 10-17.
- De Lucio, J., y J. Atauri (2002). *Modelo de seguimiento en espacios naturales protegidos: aplicación en la Reserva Natural de los Galachos de la Alfranca de Pastriz, la Cartuja y El Burgo de Ebro*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza en Aragón (Serie Investigación). Zaragoza. 103 pp.

- Estes, J. A., J. Terborgh, J. S. Brashares, M. E. Power, J. Berger, W. J. Bond, S. R. Carpenter, T. E. Essington, R. D. Holt, J. B. C. Jackson, R. J. Marquis, L. Oksanen, T. Oksanen, R. T. Paine, E. K. Pikitch, W. J. Ripple, S. A. Sandin, M. Scheffer, T. W. Schoener, J. B. Shurin, A. R. E. Sinclair, M. E. Soule, R. Virtanen y D. A. Wardle (2011). Trophic downgrading of planet Earth. *Science*, 333: 301-306.
- Europarc España (2002). *Plan de acción para los espacios naturales protegidos del Estado español*. Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez. Madrid. 165 pp.
- Europarc España (2010). *Plan de Seguimiento Ecológico de la Reserva Natural Dirigida de las Saladas de Chiprana (Zaragoza)*. Memoria. Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez para los Espacios Naturales. Informe inédito del Gobierno de Aragón.
- Fernández-Arberas, O., C. Prada, J. Herrero y A. García-Serrano (2008). El plan de seguimiento ecológico del Parque Natural de los Valles Occidentales (Pirineo aragonés). *Boletín de la Sección del Estado Español de Europarc*, 25: 23-28.
- Fernández-Arberas, O., C. Prada, A. García-Serrano, A. Martín y J. Herrero (2010). *Plan de seguimiento ecológico del Paisaje Protegido de los Pinares de Rodeno y de la Reserva Natural Dirigida de la Laguna de Gallocanta*. Informe inédito del Gobierno de Aragón.
- Fundación Fernando González Bernáldez (FGB) (2008). *Evaluación del plan de seguimiento ecológico de la Reserva Natural Dirigida de los Galachos de la Alfranca de Pastriz, la Cartuja y El Burgo de Ebro*. Informe inédito del Gobierno de Aragón.
- García-Serrano, A., P. Jimeno-Brabo, O. Fernández Arberas, C. Prada, T. Arruebo, J. Sierra y J. Herrero (2016). *Evaluación de los planes de seguimiento ecológico de los Espacios Naturales Protegidos de Aragón*. Informe inédito del Gobierno de Aragón.
- Gobierno de Aragón (2010). *Plan de seguimiento ecológico del Parque Natural del Moncayo. Manual de procedimientos*. Servicio Provincial de Desarrollo Rural y Sostenibilidad de Zaragoza. Informe inédito del Gobierno de Aragón.
- Gómez-Limón, J., J. V. de Lucio y M. Múgica (2000). *De la declaración a la gestión activa: los Espacios Naturales Protegidos del Estado español en el umbral del siglo XXI*. Fundación Fernando González Bernáldez. Madrid. 94 pp.
- Herrero, J., C. Prada, A. Paula, A. García-Serrano y J. A. Atauri (2005). *Diseño y puesta en funcionamiento del Programa de Seguimiento Ecológico del Parque Natural de la Sierra y los Cañones de Guara*. Informe inédito del Gobierno de Aragón.
- Hockings, M. (2003). Systems for Assessing the Effectiveness of Management in Protected Areas. *BioScience*, 53 (9): 823-832.
- Hockings, M., S. Stoltol y N. Dudley (2000). *Evaluating Effectiveness: A Framework for Assessing the Management of Protected Areas*. Best Practice Protected Area Guidelines Series, n.º 6. IUCN / The World Conservation Union. 121 pp.
- Johnson, B. L. (1999). The role of adaptative management as an operational approach for resource management agencies. *Conservation Ecology*, 3 (2): 1.

- Knowlton, M. F., y J. R. Jones (2006). Temporal variation and assessment of trophic state indicators in Missouri reservoirs: implications for lake monitoring and management. *Lake and Reservoir Management*, 22: 261-271.
- Kearney, M. S., J. C. Riter y R. E. Turner (2011). Freshwater river diversions for marsh restoration in Louisiana: twenty-six years of changing vegetative cover and marsh area. *Geophysical Research Letters*, 38: L16405.
- Levin, S. (2009). *The Princeton Guide to Ecology*. Princeton UP. Princeton (New Jersey).
- Lindenmayer, D. B., y G. E. Likens (2018). *Effective Ecological Monitoring* (2nd edition). CSIRO Publishing. Melbourne.
- Lindenmayer, D. B., P. W. Lane, P. S. Barton, M. Crane, K. Ikin, D. Michael y S. Okada (2016). Long-term bird colonization and turnover in restored woodlands. *Biodiversity and Conservation*, 25: 1587-1603.
- Martín, A., C. Prada, O. Fernández-Arberas, A. García-Serrano, B. Lerános, A. Pérez y J. Herrero (2012). El plan de seguimiento ecológico de la Reserva Natural Dirigida de la Laguna de Gallocanta. *Xiloca*, 40: 163-174.
- National Parks Service (2004). *Natural resource monitoring program administration and organizational framework*.
- Paula, A., C. Prada, J. Herrero, A. García-Serrano y J. A. Atauri (2006). Seguimiento ecológico del Parque Natural de la Sierra y los Cañones de Guara. *Naturaleza Aragonesa*, 17: 56-64.
- Prada, C., O. Fernández-Arberas, J. Herrero y A. García-Serrano (2007). *Diseño y puesta en funcionamiento del plan de seguimiento ecológico del Parque Natural de los Valles Occidentales*. Informe inédito del Gobierno de Aragón.
- Prada, C., O. Fernández-Arberas, J. Herrero, J. C. Carrascal y A. García-Serrano (2008). *Diseño del plan de seguimiento ecológico del Parque Natural del Moncayo*. Informe inédito del Gobierno de Aragón.
- Prada, C., O. Fernández-Arberas, A. García-Serrano, J. Herrero y R. Antor (2009a). Seguimiento ecológico de los Parques de Guara y de los Valles Occidentales. *Natural de Aragón*, 34: 26-27.
- Prada, C., O. Fernández-Arberas, A. García-Serrano y J. Herrero (2009b). *Diseño del plan de seguimiento ecológico del Parque Natural Posets – Maladeta*. Informe inédito del Gobierno de Aragón.
- Quinn, J. F., y C. van Riper III (1990). Design considerations for National Park inventory databases. En C. van Riper III, T. J. Stohlgren, S. D. Veirs, Jr. y S. C. Hillyer (eds.), *Examples of Resource Inventory and Monitoring in National Parks of California*: 5-13. Trans. and Proc. Ser. N.º 8. US Department of the Interior. Washington D. C.
- Runyoro, V. A., H. Hofer, E. B. Chausi y P. D. Moehlman (1995). Long-term trends in the herbivore populations of the Ngorongoro Crater, Tanzania. En A. R. E. Sinclair y P. Arcese (eds.), *Serengeti II: Dynamics, Management, and Conservation of an Ecosystem*: 146-168. University of Chicago Press. Chicago.

- Sierra, J., O. Fernández-Arberas, C. Prada, J. C. Albero, R. Antor y J. Herrero (2014). Cinco años de seguimiento ecológico del Parque Natural de la Sierra y los Cañones de Guara (2006-2010). *Boletín de Europarc España*, 37: 30-33.
- Snaddon, J., G. Petrokofsky, P. Jepson y K. J. Willis (2013). Biodiversity technologies: Tools as change agents. *Biological Letters*, 9: 20121029.
- Spellerberg, I. (2005). *Monitoring Ecological Change*. Cambridge UP. Cambridge.
- UICN (1994). *Parques para la vida: plan de acción para las áreas protegidas de Europa*. ICONA. Madrid, España, 150 pp.
- Wardle, G. M., C. R. Pavey y C. R. Dickman (2013). Greening of arid Australia: new insights from extreme years. *Austral Ecology*, 38: 731-740.
- Westoby, M. (1991). On long-term ecological research in Australia. En P. G. Risser, *Long-term Ecological Research*: 191-209. John Wiley and Sons. Nueva York.
- White, P. S., y S. P. Bratton (1980). After preservation: philosophical and practical problems of change. *Biological Conservation*, 18: 241-255.