DIRECTORA
Patricia Pérez Matute

CONSEJO DE REDACCIÓN
Luis Español González
Rubén Esteban Pérez
Rafael Francia Verde
Juana Hernández Hernández
Alfredo Martínez Ramírez
Luis Miguel Medrano Moreno
Ana María Palomar Urbina
Ignacio Pérez Moreno
Enrique Requeta Loza
Purificación Ruiz Flaño
Angélica Torices Hernández

CONSEJO CIENTÍFICO
José Antonio Arizaleta Urarte
(Instituto de Estudios Riojanos)
José Arnáez Vadillo
(Universidad de La Rioja)
Susana Caro Calatayud
(Instituto de Estudios Riojanos)
Eduardo Fernández Garbayo
(Universidad de La Rioja)
Rosario García Gómez
(Universidad de La Rioja)
José Mª García Ruiz
(Instituto Pirenaico de Ecología)
Javier Guallar Otazua
(Universidad de La Rioja)
Teodoro Lasanta Martínez
(Instituto Pirenaico de Ecología)
Joaquín Lasierra Cirujeda
(Hospital San Pedro, Logroño)
Luis Lopo Carramiñana
(Dirección General de Medio Natural del Gobierno de La Rioja)
Fernando Martínez de Toda
(Universidad de La Rioja)
Juan Pablo Martínez Rica
(Instituto Pirenaico de Ecología-CSIC)
José Luis Nieto Amado
(Universidad de Zaragoza)
José Luis Peña Monné
(Universidad de Zaragoza)
Félix Pérez-Lorente
(Universidad de La Rioja)
Diego Troya Corcuera
(Instituto Politécnico y Universidad Estatal de Virginia, Estados Unidos)
Eduardo Viladés Juan
(Hospital San Pedro, Logroño)
Carlos Zaldívar Ezquerro
(Dirección General de Medio Natural del Gobierno de La Rioja)

DIRECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN
Instituto de Estudios Riojanos
C/ Portales, 2
26071 Logroño
publicaciones.ier@larioja.org

Suscripción anual España (1 número y monográfico): 15 €
Suscripción anual extranjero (1 número y monográfico): 20 €
Número suelto: 9 €
Número monográfico: 9 €

INSTITUTO DE ESTUDIOS RIOJANOS

ZUBÍA

REVISTA DE CIENCIAS

Núm. 36

Gobierno de La Rioja
Instituto de Estudios Riojanos
LOGROÑO
2018

Zubía –N. 3 (1985)– . –Logroño : Instituto de Estudios Riojanos, 1985-v.; il.; 24 cm. Anual
D.L. LO 56-1986
Es suplemento de esta publicación : Zubía. Monográfico, ISSN 1131-5423
Es continuación de : Berceo. Ciencias
ISSN 0213-4306 = Zubía
5/6

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta publicación pueden reproducirse, registrarse ni transmitirse, por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea electrónico, mecánico, fotoquímico, magnético o electroóptico, por fotocopia, grabación o cualquier otro, sin permiso previo por escrito de los titulares del copyright.

© Logroño 2018
Instituto de Estudios Riojanos
C/ Portales, 2
26001-Logroño, La Rioja (España)

© Diseño de cubierta e interior: ICE Comunicación

© Imagen de cubierta: Detalle de la corteza de acebo en la dehesa de Abajo en Mansilla de la Sierra. (Fotografía de José María Pérez Tamayo).

© Imagen de contracubierta: Macho de pájaro-moscón europeo (*Remiz pendulinus*) capturado para su anillamiento en el carrizal de Cofín, Alfaro, La Rioja. (Fotografía de Óscar Gutiérrez Jiménez).

ISSN 0213-4306
Depósito Legal LO-56-1986

Impreso en España - Printed in Spain

ÍNDICE

LUIS CELORRIO BARRAGUÉ
Riesgo sísmico de la ciudad de Logroño
Seismic risk in Logroño 7-43

ENRIQUE SERRANO CAÑADAS, PABLO GABRIEL DUQUE DEL CORRAL, VIRGINIA NOËL FERNÁNDEZ CANO, IVÁN GENTO ARRANZ, DIEGO RELLO AYUSO
Patrimonio Natural y Geomorfología. Lugares de interés geomorfológico del Parque Natural Sierra de Cebollera
Natural Heritage and Geomorphology. Geomorphosites of the Sierra de Cebollera Natural Park 45-81

JOSÉ MARÍA PÉREZ TAMAYO
Localización, descripción y accesos a las acebedas del Alto Najerilla, comarca de las Siete Villas (La Rioja)
Location, description and access to the holly forest in Alto Najerilla, region of Siete Villas (La Rioja) 83-142

CÉSAR MARÍA AGUILAR, IGNACIO GÁMEZ, JAVIER ROBRES, SANDRA VELA
Censo en 2014 de la población reproductora del buitre leonado (*Gyps fulvus*) en La Rioja y cambios recientes en un contexto de medidas para su conservación
*Census in 2014 of the Griffon Vulture (*Gyps fulvus*) breeding population in La Rioja and recent changes in a context of conservation measures* 143-162

DAVID MAZUELAS, ÓSCAR GUTIÉRREZ, SERGIO LLORENTE, LIDIA RONCERO
Comunidad de paseriformes invernantes en un humedal del Valle del Ebro: el carrizal de Cofín, La Rioja (España)
Community of hibernating passerine birds in a wetland from Ebro's Valley: el carrizal de Cofín, La Rioja (Spain) 163-177

MIREIA FERRER VENTURA, ANGÉLICA TORICES HERNÁNDEZ, RAÚL SAN JUAN PALACIOS, PABLO NAVARRO LORBÉS
La conservación y restauración en el yacimiento de La Virgen del Campo (Enciso, La Rioja). Intervención actual y perspectivas futuras
The conservation and restoration in the site of La Virgen del Campo (Enciso, La Rioja). Current actions and perspectives for the future 179-196

CATALINA RENATA ELIZALDE, JUANA HERNÁNDEZ, MARÍA JOSÉ PUENTE, JOSÉ ANTONIO OTEO
Prevalencia del virus del papiloma humano (VPH) en mujeres entre 35 y 65 años con cribado inadecuado de cáncer de cuello de útero (CCU) en La Rioja
Prevalence of human papilloma virus (HPV) in women between 35 and 65 years old with inappropriate screening of cervical cancer in La Rioja 197-212

ERNESTO GARCÍA CAMARERO
Julio Rey Pastor en Madrid, después de la Guerra Civil (en la década de los 50)
Julio Rey Pastor in Madrid, after the Spanish Civil War (in the decade of fifties) 213-230

TEMAS DE ACTUALIDAD

ANA CRISTINA RUIZ PEÑA, MARÍA JOSÉ PUENTE MARTÍNEZ, MARIANO LAGUNA OLMOS, MARÍA LUISA CUARTERO ITURRALDE, MARÍA GÓMEZ VALDEMORO, MARÍA ANTONIA ARETIO ROMERO
Violencia de género: ¿es útil realizar un cribado?
Gender violence: is screening a useful strategy? 233-245

Zubía 36 7-43 Logroño 2018

RIESGO SÍSMICO DE LA CIUDAD DE LOGROÑO*

LUIS CELORRIO BARRAGUÉ[1]

RESUMEN

Este artículo recoge parte de los resultados del proyecto de investigación "Logroño Resiliente". Este trabajo trata de contestar a la pregunta: ¿Está la ciudad de Logroño preparada para hacer frente a desastres naturales? Se ha prestado una atención especial al riesgo sísmico ya que los terremotos son los fenómenos naturales más destructivos existentes. Este estudio se aborda en las dos vertientes que componen el riesgo sísmico: la peligrosidad sísmica y la vulnerabilidad de las edificaciones. Por un lado, se describen los sismos que han afectado a Logroño y su entorno. Por otro lado, se analiza la vulnerabilidad sísmica de los edificios existentes en Logroño. Finalmente, se dan algunas previsiones sobre daños en edificios y daños a la población que produciría un sismo con una intensidad macrosísmica de grado VI.

Palabras clave: Peligrosidad sísmica, Terremotos, Resiliencia, Valoración de vulnerabilidad de edificios, Pérdidas humanas en terremotos, Daño en edificios.

This paper contains part of the results obtained in the research project: "Resilient Logroño". This work try to answer to the question: Is the city of Logroño prepared to face natural disasters? An especial treatment has posed in earthquakes because they are the most destructive disasters that can occur. This study deals with two aspects: seismic hazard and seismic vulnerability. In one hand, the earthquakes that have affected Logroño and its environment are described. In the other hand, existing buildings in the city are analysed to check if they are prepared to support a ground motion. Finally, the paper provides some previsions about building damages and human casualties that an earthquake with a macroseismic intensity of grade 6 could cause.

Key words: *Seismic hazard, Earthquakes, Resilience, Building vulnerability assessment, Human casualties in earthquakes, Damage in buildings.*

---

* Este trabajo ha contado con una Ayuda a la Investigación del Instituto de Estudios Riojanos de la Comunidad Autónoma de La Rioja.

Registrado el 23 de enero de 2018. Aprobado el 7 de noviembre de 2018.

1. Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de La Rioja. luis.celorrio@unirioja.es.

1. INTRODUCCIÓN

El riesgo sísmico es el riesgo natural menos conocido, siendo prácticamente imposible su predicción. También es el más dañino ya que es el que más víctimas produce. Así, el terremoto de Haiti de enero de 2010 produjo 316.000 muertos, 350.000 heridos y 1.500.000 damnificados; el terremoto y posterior tsunami en el océano Índico de 2004 produjo 230.200 muertos, 125.000 heridos, 45.752 desaparecidos y 1,74 millones de desplazados. España ha sufrido recientemente el terremoto de Lorca en mayo de 2011. Aunque fue de menor magnitud que sismos anteriores ocurridos en la zona que no produjeron víctimas, se produjeron 9 víctimas mortales.

Los terremotos son de interés general debido a las graves consecuencias que tienen. Así, en la prensa local y en otros foros, ha surgido más de una vez el debate y la preocupación sobre la posibilidad de que se produjera un terremoto de cierta intensidad en La Rioja y sobre sus efectos. Este trabajo trata de responder a esta cuestión utilizando metodologías aceptadas en el ámbito de la ingeniería sismorresistente.

Para evaluar el riesgo sísmico de la ciudad de Logroño, hay que tener en cuenta dos parámetros o variables: la peligrosidad sísmica, es decir, la probabilidad de que se produzca un sismo de mayor o menor intensidad; y la vulnerabilidad de las edificaciones e infraestructuras existentes, es decir, la capacidad que tienen las estructuras de los edificios e infraestructuras en soportar la acción sísmica. En este trabajo la peligrosidad sísmica de Logroño se aborda en la sección 2, mientras que la vulnerabilidad de los edificios existentes se estudia en la sección 3. Los resultados del análisis de riesgo sísmico, es decir, la evaluación de los posibles daños, se incluyen en la sección 4. Finalmente la sección 5 recoge las conclusiones del trabajo.

2. PELIGROSIDAD SÍSMICA EN LOGROÑO Y SU ENTORNO

2.1. Sismicidad histórica

Logroño está situada en una zona con poca actividad sísmica. Sin embargo, hay que notar que está próxima a zonas más activas, debido a la existencia de fallas o regiones catalogadas como zonas sismogenéticas como los Pirineos (García-Mayordomo, J. et al., 2012). Así, en la Rioja Baja existe una serie de fallas que han provocado los sismos más importantes que han ocurrido en la región a lo largo de la historia. La actividad sísmica de esta zona parece estar relacionada con el cabalgamiento de Cameros. Este cabalgamiento se extiende a lo largo de más de 100 km de longitud. Está catalogado como Lugar de Interés Geológico (LIG) en el Inventario de LIG del Instituto Geominero de España (IELIG, 2013). Este cabalgamiento se caracteriza porque los materiales jurásicos y cretácicos (más antiguos) de la Sierra de Cameros se sitúan encima de los materiales terciarios cenozoicos de la Cuenca del Ebro (más modernos). La dirección principal de cabalgamiento es NW-SE en la parte oriental, pasando a W-E en el sector central y a NE-SW en la

Núm. 36 (2018), pp. 7-43
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

zona occidental. En las numerosas fracturas, surgen manantiales termales como el de aguas termales al Suroeste de Arnedillo (IELIG, 2013). La Figura 1 muestra el mapa de la traza en superficie de este cabalgamiento (Muñoz-Jiménez A., 2012). Esta falla parte desde la zona de Ezcaray en la Sierra de la Demanda. Recorre, prácticamente, toda La Rioja, con mayor o menor continuidad, haciendo frontera entre la zona de valle formada por el valle del Ebro y los valles de los afluentes riojanos y la Sierra de Cameros. En la mitad este de la falla, en La Rioja Baja, la falla se localiza a unos 3.000 o 4.000 metros de profundidad. Esta es la zona en la que, históricamente, se ha producido la mayor actividad sísmica. Se ha estimado que la velocidad media de desplazamiento de este cabalgamiento es de 0,5 mm/año, es decir, 18 km en 36 millones de años (Muñoz-Jiménez y Casas-Sáinz, 1997). En la Figura 1 se observa, además, la alineación de este cabalgamiento con los epicentros de los terremotos que se han producido en esta región.

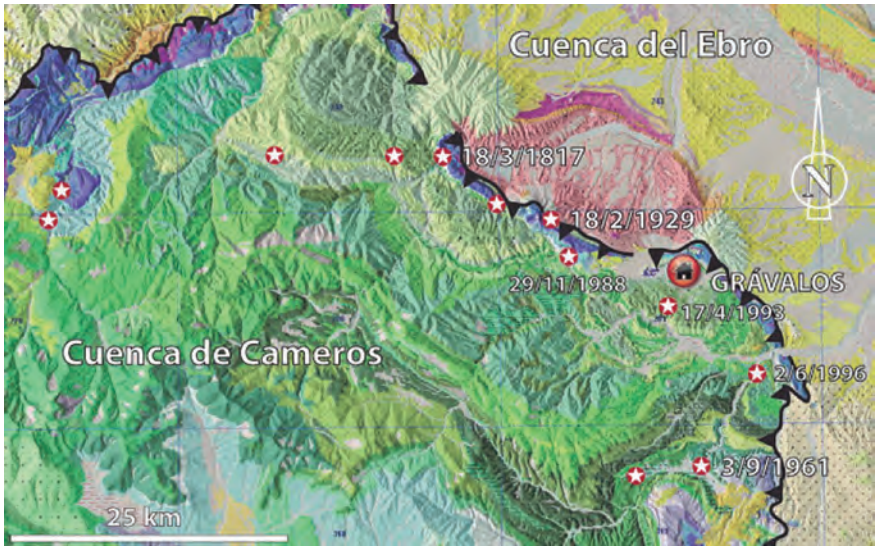


Figura 1. Mapa geológico de la Rioja Baja con la localización de los epicentros de los terremotos más importantes de los últimos 200 años. La línea negra marca la situación del cabalgamiento que separa la Cuenca de Cameros de la Cuenca del Ebro, responsable de la mayor parte de los terremotos ocurridos. (Fuente: Muñoz-Jiménez, 2012).

La Tabla 1 contiene los sismos más significativos ocurridos o, al menos de los que se tiene constancia documentada, en la zona de influencia de Logroño. La Tabla 1 es una ampliación de la existente en el blog de Antonio Aretxabala (2012). Ha sido actualizada con los sismos ocurridos hasta Mayo de 2018 registrados en el Catálogo de Terremotos del Instituto Geográfico Nacional. Se ha considerado la zona que abarca toda la Comunidad Autónoma de La Rioja y parte de las provincias de Álava y Navarra. Hay que notar que,

en la tabla solo aparecen los terremotos con intensidades mayores de IV, o con magnitudes (escala Richter) mayores que 2.5. Los temblores con magnitud inferior a 3 prácticamente no son notados por la población ya que sus efectos son similares a las vibraciones que genera un camión de gran tonelaje. Un terremoto empieza a sentirse cuando su magnitud tiene un valor entre 3.5 y 5. Entre 5 y 6, empieza a haber daños. Entre 6.1 y 6.9 los daños son severos. Con valores entre 7 y 7.9 se producen grandes colapsos en estructuras. Los terremotos que aparecen con profundidad de 0.0 son aquellos en los que no se ha podido determinar esta profundidad.

En la Tabla 1, destacamos en negrita los tres terremotos más importantes que han ocurrido en la zona de influencia de Logroño: terremoto de Arnedillo de 1817, terremoto de Turrucún de 1929 y terremoto de Aguilar del Río Alhama de 1961.

El terremoto de Arnedillo es el mayor terremoto ocurrido en La Rioja del que se conservan registros. Tuvo una intensidad VII-VIII. La escala de intensidad es la Escala Macrosísmica Europea del año 1998, abreviadamente, EMS-98 (Grünthal, 2008). Transformando este valor a valores de magnitud mediante una correlación, podemos decir que el terremoto de Arnedillo fue de una magnitud entre 5.8 y 6.9 grados en la escala Richter. La localidad más afectada fue Préjano, donde el sismo produjo el colapso del 92% de las edificaciones. No hay estadísticas de víctimas mortales ocurridas en Préjano. Sin embargo, se cree que fueron muy numerosas. Se dejó sentir en las localidades riojanas de Ausejo, Arnedo, Calahorra y Logroño. En Ausejo, unos sillares desprendidos de la parroquia sepultaron a una mujer. En Logroño no hubo víctimas mortales, sin embargo muchos vecinos abandonaron sus casas y huyeron espantados a las afueras. En cuanto a los edificios de la ciudad, se produjeron muchos agrietamientos, la bóveda y la cornisa de la iglesia de Santiago se desplomó. En la catedral de Santa María de la Redonda se arruinó una de sus capillas. (Diario La Rioja, 2017, Aretxabala 2012).

El terremoto de Arnedillo también se dejó sentir, con menor intensidad, fuera de La Rioja: Navarra, País Vasco, Aragón y Cataluña. Con mayor levedad se sintió en Santander, Palencia, Madrid, Zaragoza, Cuenca y Barcelona. Incluso el sismo se percibió en localidades de Francia (Martín-Escorza, 2005, 2006).

Los terremotos de Turruncún y Aguilar de Río Alhama causaron cuantiosos daños materiales (agrietamiento de viviendas) en las zonas próximas a los municipios, pero no causaron víctimas mortales. El terremoto de Turruncún fue investigado por el sismólogo Alfonso Rey Pastor (Rey-Pastor, 1932; Rodríguez de la Torre, 2000).

Además, de los terremotos de Arnedillo, Turruncún y Aguilar, otros terremotos con epicentros más lejanos afectaron a Logroño y, en general, a La Rioja. El famoso terremoto de Lisboa de 1755 también causó graves daños en La Rioja. Los sismólogos consideran que este temblor correspondería a una magnitud de 8.5-9 en la escala de magnitud de momento (Gutscher *et al,* 2006, USGS, 2009). Su epicentro se sitúa en el Océano Atlántico a unos 200 km al

Núm. 36 (2018), pp. 7-43
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

suroeste del capo de San Vicente. El terremoto afectó a toda la Península Ibérica, Marruecos y Sur del Reino Unido. Se dejó sentir en varias localidades de La Rioja. Así, el sismo se sintió con intensidad V-VI en las localidades de Arnedo y Torrecilla en Cameros y con intensidad IV-V en Brieva de Cameros, Calahorra, Canales de la Sierra, Mansilla y Villanueva de Cameros (Martínez-Solares y Rodríguez de la Torre, 2001; Martínez-Solares, J.M, 2002).

Otro terremoto se dejó sentir en Logroño el 13 de Agosto de 1967. Su epicentro se situó en Arette, ciudad del Sur de Francia situada a unos 200 km de Logroño. Alcanzó en el epicentro una intensidad de VII y una magnitud de 5.5 grados en la escala Ritcher. Se dejó sentir en Vitoria, Bilbao, San Sebastián y Logroño entre otras ciudades, sin ocasionar daños personales. Según el diario ABC del 15 de Agosto de 1967, "El seísmo tuvo escasa duración en Logroño. No obstante la gente se lanzó a las calles e incluso algunas familias salieron es sus automóviles para zonas del extrarradio". El director del Observatorio Geofísico de Logroño, don Tomás Miguel Lafuente, manifestó que "en el centro se registraron además del primer movimiento, cinco réplicas de mucha menor intensidad". (ABC, 1967).

2.2. Peligrosidad sísmica en Logroño

La peligrosidad o amenaza sísmica es la mayor o menor probabilidad de que se produzca un terremoto en una localización determinada. Más formalmente, la peligrosidad sísmica se define como la probabilidad de excedencia de un cierto valor de intensidad de movimiento del suelo producido por terremotos, en un determinado emplazamiento y durante un periodo de tiempo dado. (Benito et al, 2018). Una definición más completa fue la dada por la UNDRO (1980), según la cual la peligrosidad H (Hazard, peligrosidad en inglés) se representa por medio de la probabilidad:

$$H = P\,[x\,(s),\ x_0,\ t]$$

H es la probabilidad de que el parámetro representativo de la intensidad de movimiento, x, en un emplazamiento, s, supere un valor umbral x_0 durante un tiempo t.

Las normas de construcción sismorresistente recientes consideran como parámetro representativo la aceleración pico del terreno sobre roca o PGA (Peak Ground Acceleration). En otros casos se utilizan como parámetros representativos el desplazamiento pico del terreno (PGD), la velocidad pico del terreno (PGV) o la intensidad macrosísmica. En zonas de moderada sismicidad generalmente se usa la intensidad macrosísmica, I, como medida de peligrosidad. Además, este parámetro es más adecuado para aplicaciones de estimación de pérdidas Los mapas de peligrosidad de las normas sismorresistentes muestran la componente horizontal de PGA para un período de retorno de 475 años, que corresponde a una probabilidad de excedencia del 10% en 50 años. Este es el nivel de probabilidad utilizado generalmente para el diseño de edificios sismorresistentes de importancia normal como son los edificios destinados a viviendas.

Tabla 1.

Terremotos ocurridos en La Rioja, con Magnitud mayor que 2.5 hasta Mayo de 2018.
En negrita aparecen resaltados los terremotos más significativos

Fecha	LATITUD	LONG.	PROF. (km)	INTENSIDAD	MAGNITUD	TIPO M.	LOCALIZACIÓN
18/03/1817	**42.200**	**-2.180**	**0.00**	**VII-VIII**			**ARNEDILLO**
22/03/1817	42.300	-2.250	0.00	V			ARNEDILLO
01/05/1845	42.183	-2.300	0.00	IV			MUNILLA
30/07/1846	41.967	-2.100	0.00	IV			NAVAJÚN
19/06/1869	42.150	-3.017	0.00	IV-V			CANALES DE LA SIERRA
26/03/1884	42.183	-2.300	0.00	V			MUNILLA
01/10/1885	42.183	-2.300	0.00	IV			MUNILLA
31/01/1893	42.183	-2.300	0.00	IV-V			MUNILLA
20/08/1911	42.200	-2.700	0.00	V			ALDEANUEVA DE CAMEROS
15/06/1915	42.200	-2.500	0.00	VI			CÁRDENAS
29/10/1923	42.200	-2.700	0.00	V			PRADILLO
18/02/1929	**42.133**	**-2.100**	**0.00**	**VI-VII**	**5.1**	**1**	**TURRUNCUN**
03/09/1961	**41.933**	**-2.083**	**0.00**	**VI-VII**	**4.6**	**1**	**AGUILAR RÍO ALHAMA**
12/10/1980	42.023	-2.697	80.00		2.5	2	SW VILLOSLADA DE CAMEROS
06/07/1982	42.480	-2.490	6.00		2.7	2	NW LOGROÑO
20/09/1987	42.138	-2.477	5.00	V	3.6	2	SE AJAMIL
29/11/1988	42.137	-2.183	0.00	III-IV	3.2	2	W MURO DE AGUAS

Fecha	LATITUD	LONG.	PROF. (km)	INTENSIDAD	MAGNITUD	TIPO M.	LOCALIZACIÓN
08/04/1989	42.167	-2.670	0.00		3.1	2	W VILLANUEVA DE CAMEROS
02/03/1990	42.193	-1.953	0.00		2.8	2	SE AUTOL
22/10/1990	42.232	-2.632	17.00		3.0	2	NE NIEVA DE CAMEROS
17/04/1993	42.077	-2.043	0.00		2.5	2	W IGEA
03/07/1993	42.203	-3.025	0.00		2.5	2	N CANALES DE LA SIERRA
26/08/1994	42.177	-2.200	9.00		2.6	2	SW PRÉJANO
02/06/1996	42.035	-1.992	0.00		2.6	2	NW CERVERA DEL RÍO ALHAMA
25/12/1996	42.238	-2.395	9.00		2.8	2	NE HORNILLOS DE CAMEROS
17/06/2001	42.132	-2.689	6.23	II	3.0	2	NW VILLOSLADA DE CAMEROS
30/04/2003	42.260	-2.900	0.00	III	2.5	4	SE PAZUENGOS
17/11/2003	42.059	-2.545	0.00		2.7	4	SE LUMBRERAS
14/06/2005	42.234	-2.754	10.77		2.6	4	SE ANGUIANO
31/05/2017	42.219	-2.323	12	III-IV	3.1	4	NW MUNILLA
10/04/2018	42.167	-2.224	12	II	3.1	4	NE ENCISO

Fuente: Blog de Antonio Aretxabala y Catálogo de Terremotos del IGN.

El valor de PGA para una localización dada obtenida en los mapas de peligrosidad se ha obtenido teniendo en cuenta dos de los tres factores a considerar en la evaluación de la peligrosidad: la radiación generada por la fuente y la atenuación debida a la propagación de las ondas a través de la trayectoria, desde la fuente hasta el emplazamiento. Sin embargo, el PGA no tiene en cuenta el efecto local del suelo en el emplazamiento de interés. Así, el PGA se da para terreno tipo roca. Si el suelo bajo el emplazamiento no es de tipo roca o duro hay que considerar el efecto local del suelo, que puede amplificar o amortiguar notablemente la radiación incidente en la base rocosa. El efecto local del suelo puede introducir una amplificación importante, llegando en algunos casos a multiplicar por 5 la aceleración pico, respecto a la registrada en roca, o bien aumentar en 3 grados la intensidad macrosísmica (Benito et at, 2018).

La peligrosidad sísmica asignada a Logroño en las diferentes normativas vigentes ha ido variado de unas normas a otras. Generalmente, Logroño se ha considerado como una ciudad con baja sismicidad y, por tanto, no ha sido preceptivo tener en cuenta cargas sísmicas en el proyecto de las edificaciones. La norma PGS-1/1968 vigente en el periodo 1970-1976 incluía Logroño en la zona de sismicidad media, por lo que era preciso considerar una aceleración máxima del suelo en roca firme de 0.08g, siendo g la aceleración de la gravedad (Presidencia del Gobierno, 1969). Esta misma prescripción se dio en la norma PDS-1/1974, vigente en el periodo 1977-1996 (Ministerio de Planificación del Desarrollo, 1974). Además de la obligatoriedad de considerar las cargas sísmicas, estas normas daban algunas restricciones en cuanto a tipologías constructivas: los muros de fábrica tenían que reforzarse con encadenados de hormigón o metálicos. Sin embargo, estas prescripciones ya eran de cumplimiento general, puesto que en dicho periodo no se hacían construcciones con muros no armados. Prácticamente todas las edificaciones se realizaban en base a pórticos de hormigón armado (IVE, 2016). En las normas posteriores: la NCSE-94, vigente entre 1997 y 2004, y la NCSE-2002, vigente entre 2004 y la actualidad, no se asigna peligrosidad sísmica a Logroño ya que la aceleración básica del terreno pasa a ser menor que 0.04g (Ministerio de Fomento, 1994 y 2002). Esto supone que Logroño es una ciudad con peligrosidad sísmica muy baja. En lo que respecta al proyecto estructural no es obligatorio considerar las acciones sísmicas en el proyecto de los edificios en Logroño.

En la actualidad se está desarrollando una nueva norma de construcción sismorresistente que tomará como base los mapas de peligrosidad sísmica realizados por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en colaboración con la Universidad Politécnica de Madrid y publicados en "Actualización de Mapas de Peligrosidad Sísmica de España 2012" (IGN-UPM, 2013). Estos mapas se han elaborado con nuevas metodologías y herramientas y son más precisos que los anteriores en los que se basa la norma NCSE-2002. La Figura 2 representa el mapa de peligrosidad sísmica para un periodo de retorno de 475 años. Aunque la NCSE-2002 sigue vigente. La práctica habitual actualmente consiste en utilizar el Eurocódigo 8 (UNE-EN 1998-1-1, 2010) en compañía del Anejo Nacional (AN/UNE-EN 1998-1) y de los nuevos mapas de peligrosidad sísmica.

Núm. 36 (2018), pp. 7-43
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

Los nuevos mapas de peligrosidad sísmica suponen un cambio significativo para Logroño, ya que la peligrosidad sísmica pasará a tener un valor de aceleración pico del terreno (PGA) de 0.06g, para un periodo de retorno de 475 años tal y como se aprecia en el mapa de la Figura 2 (IGN-UPM, 2013).

El estudio de análisis de riesgo sísmico que se lleva a cabo en una sección posterior parte del valor de la peligrosidad sísmica expresada en valores de intensidad macrosísmica. La obra citada (IGN-UPM, 2013) también proporciona mapas de peligrosidad expresados en función de valores se intensidad macrosísmica. Para la construcción de estos mapas se han utilizado correlaciones para convertir los datos de PGA a intensidad. Los autores analizan las relaciones PGA-Intensidad publicadas recientemente en la literatura ya que se han ajustado con conjuntos de datos más amplios. Seleccionan dos de estas relaciones teniendo en cuenta los resultados de análisis de residuos. Así, las relaciones más adecuadas para realizar la conversión de valores de PGA a intensidad serían las de Atkinson y Kaka (2007) [AK07] y de Faenza y Michelini (2010) [FM10]. Concretamente, determinan la intensidad mediante una combinación lineal con pesos iguales de las relaciones AK07 y FM10:

$$I = 0.5 \cdot \text{AK07} + 0.5 \cdot \text{FM10}$$

donde las relaciones intensidad vs PGA son las dadas en la Tabla 2.

TABLA 2.
Evaluaciones de las relaciones Intensidad vs PGA seleccionadas

Relación	Ecuación	σ_1
AK07	$I_{MM} = 2.65 + 1.39 \cdot \log(PGA)$ para los $(PGA) \leq 1.69$ $I_{MM} = -1.91 + 4.09 \cdot \log(PGA)$ para los $(PGA) \geq 1.69$	0.89
FM10	$I_{MCS} = 1.68 + 2.58 \cdot \log(PGA)$	0.35

Fuente: IGN-UPM, 2013.

El resultado es el mapa de peligrosidad símica dado en valores de intensidad para un periodo de retorno de 475 años, mostrado en la Figura 3. Los valores obtenidos para la intensidad han sido redondeados al valor entero de intensidad más próximo. En el caso de Logroño, el valor de intensidad macrosísmica (EMS-98) para un período de retorno de 475 años es de VI.

La principal consecuencia de este aumento en la aceleración pico del terreno es que La Rioja pasará a ser considerada una comunidad con Riesgo Sísmico puesto que existen áreas con intensidades esperadas mayores e iguales que VI en el nuevo mapa de peligrosidad en valores de intensidad. El Gobierno de La Rioja, según establece la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico (Ministerio del Interior, 2010) tendrá que redactar un Plan Especial ante el Riesgo Sísmico, al igual que ya han hecho otras comunidades autónomas. La metodología utilizada en este trabajo para evaluar el riesgo sísmico de la ciudad de Logroño necesita valores de

intensidad macrosísmica. Es por ello que se considera una correlación PGA – intensidad macrosísmica para obtener los valores de la intensidad. La relación propuesta en la propuesta en (IGN-UPM, 2013).

$$I = 0.5*AK07 + 0.5*FM10$$

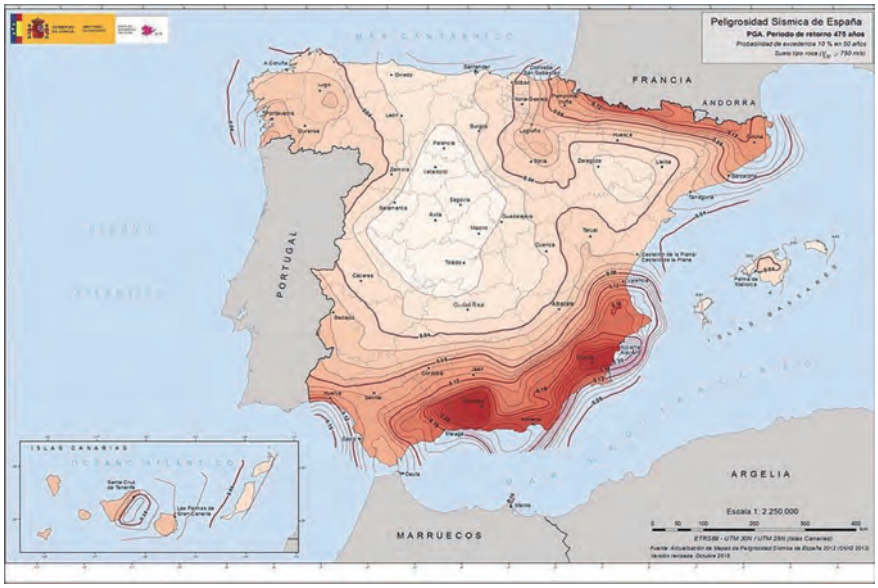


Figura 2. Mapa Actualizado de Peligrosidad Sísmica de España en valores de PGA en (g). Fuente: (IGN-UPM, 2013).

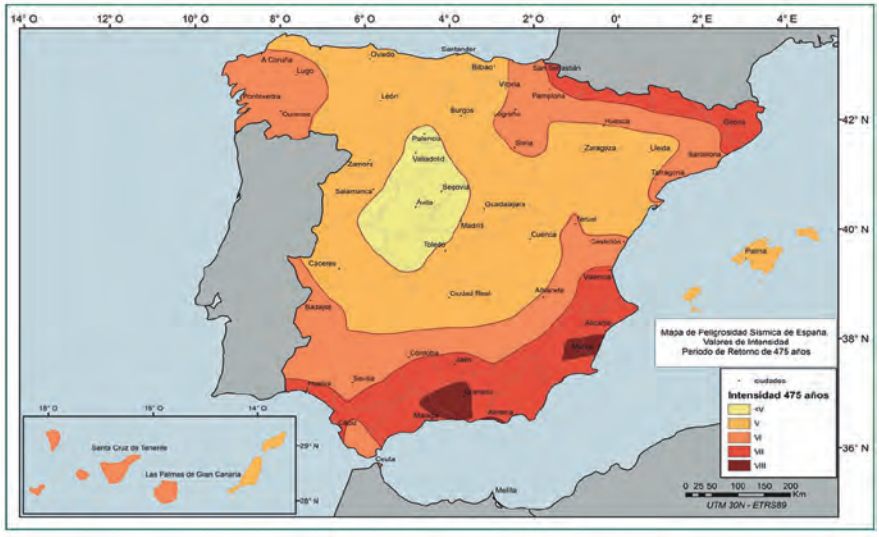


Figura 3. Mapa Actualizado de Peligrosidad Sísmica de España en valores de Intensidad (EMS-98). Fuente: (IGN-UPM, 2013).

Núm. 36 (2018), pp. 7-43
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

2.3. Geología de Logroño

La normativa de construcción sismorresistente de estructuras establece la aplicación de coeficientes a la aceleración básica del terreno sobre suelo duro o roca con el fin de tener en cuenta el efecto local del suelo de la parcela concreta en el que se asentará el edificio a proyectar (NCSE, 2002). La caracterización local del suelo es, por tanto, fundamental para determinar las consecuencias de un terremoto sobre un edificio. En este apartado se realiza una breve introducción de la geología de Logroño tomando como principal fuente de información los mapas geológico y geoquímico elaborado para la Comunidad Autónoma de La Rioja (GR, 2005, 2005). Estos mapas están alojados en el servidor de la Infraestructura de Datos Espaciales del Gobierno de La Rioja (IDERIOJA).

En La Rioja se pueden considerar tres unidades geológicas principales:

- La Cordillera Ibérica: ocupa la mitad meridional y está formada por la sierra de la Demanda y la sierra de Cameros.
- La sierra de Cantabria, que incluye un pequeño sector del noroeste de La Rioja.
- La Depresión o Valle del Ebro.

Logroño pertenece a la unidad geológica denominada Depresión del Ebro. La Depresión del Ebro forma parte de la Cuenca del Ebro cenozoica, concretamente, es el sector más occidental de dicha cuenca. Su formación está causada por el hundimiento o subsidencia flexural que, durante la compresión terciaria, ocasionó la carga producida por el desplazamiento hacia el sur de la Cordillera Cantábrica y Pirineos, y el desplazamiento hacia el norte de la Cordillera Ibérica (GR, 2005).

El Sistema de Información Geográfica *QGIS* ha permitido elaborar varios mapas que recogen la información geológica para Logroño y su entorno, a partir de los mapas citados (GR, 2005 y 2006). La Figura 4 muestra el mapa de las estructuras geológicas y la Figura 5 muestra el mapa de los estratos.

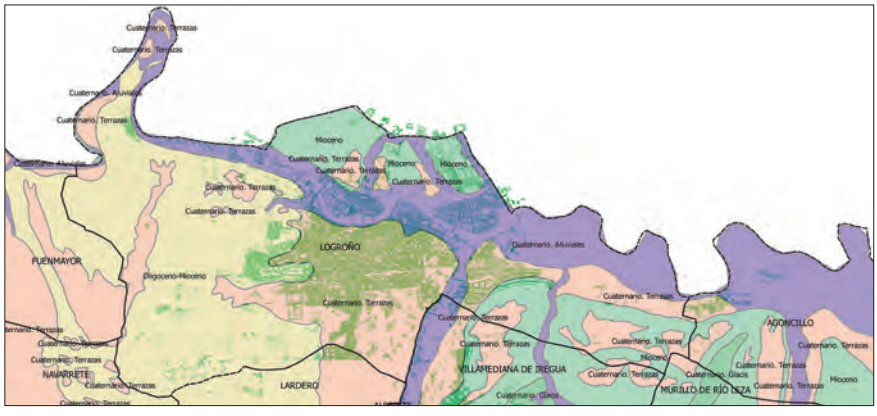


Figura 4. Mapa de Estructuras Geológicas de Logroño y su entorno. Fuente: (GR, 2005, 2006).

En el mapa de estructuras geológicas destacamos dos tipos de sedimentos cuaternarios: aluviales y terrazas. Los depósitos ligados a los cauces actuales de los ríos Ebro e Iregua son aluviales cuaternarios. Estos depósitos están constituidos fundamentalmente por gravas con matriz areno-arcillosa, arenas; limos y arcillas. Los depósitos al sur del cauce del Ebro son terrazas cuaternarias. Estas terrazas están constituidas por gravas poligénicas con cantos de distintos tamaños, subredondeados y redondeados, calizas mesozoicas y eocenas, y por areniscas y cuarcitas permotriásicas. Presentan generalmente en el techo una costra calcárea (caliche) que, a veces, alcanza 1 m. de espesor (GR, 2005, 2006). Las terrazas superiores están muy consolidadas y presentan en el techo una costra calcárea o caliche. En cambio las terrazas inferiores tienen un cemento menos coherente y con frecuencia se intercalan en ellas lentejones de arenas, limos y arcillas ricos en materia orgánica (Ayuntamiento de Logroño, 2018).

Además, en el este del término municipal de Logroño, existe una amplia zona de sedimentos terciarios (Oligoceno-Mioceno). El material de estos sedimentos está constituido por areniscas; arenas y limos. En esta zona se localizan los barrios residenciales de Valdesgastea, El Arco y Yague y otros edificios diseminados.

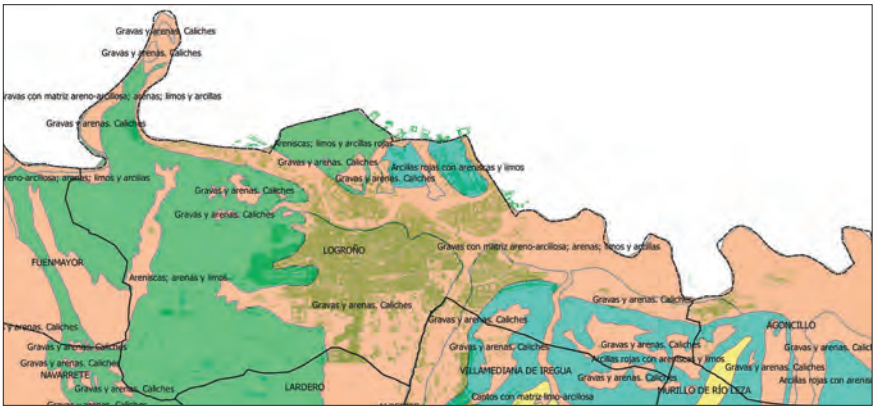


Figura 5. Mapa de Estratos de Logroño y su entorno. Fuente: (GR, 2005, 2006).

El Mapa Geológico de La Rioja (GR, 2005) también incluye un estudio de la tectónica de la región y destaca la existencia de cierta actividad geotectónica con pequeñas fallas que afectan a depósitos cuaternarios (glacis y terrazas) e incluso seísmos en la zona de contacto entre el Sistema Ibérico y la Depresión del Ebro, ya analizados en una sección anterior.

La Figura 6 muestra el mapa de estratos en el que se ha añadido la capa de la información tectónica. Aparecen contactos discordantes que marcan la separación entre estratos. Además, aparece un cabalgamiento oculto, a gran

Núm. 36 (2018), pp. 7-43
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

profundidad, cubierto por los sedimentos terciarios (Oligoceno-Mioceno) en la zona este de la ciudad.



Figura 6. Mapa de características tectónicas de Logroño y su entorno. Fuente: (GR, 2005, 2006).

Podemos concluir que el núcleo urbano de Logroño, más concretamente, la zona urbana con uso residencial, se asienta prácticamente en su totalidad sobre gravas y arenas, presentando una costra calcárea o caliche. Un análisis más detallado de la influencia del factor suelo en la vulnerabilidad y riesgo sísmico requeriría de la realización de una microzonificación sísmica de la ciudad mediante costosos ensayos de campo.

3. VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOGROÑO

Una vez conocida la peligrosidad sísmica de la ciudad, pasamos a evaluar su vulnerabilidad sísmica, como paso previo a la evaluación del riesgo sísmico. Un estudio de vulnerabilidad sísmica constituye el primer paso para la estimación y reducción del riesgo sísmico. Es también, el primer paso a realizar para el establecimiento de planes de actuación y protección en caso de ocurrencia de un terremoto. Un estudio de vulnerabilidad sísmica trata sobre el estado de los edificios e infraestructuras para hacer frente a un sismo (Benito *et al*, 2018). No podemos actuar sobre la peligrosidad sísmica natural, esta no va a cambiar. Donde sí podemos actuar con el fin de reducir el riesgo es en disminuir la vulnerabilidad de los elementos expuestos al sismo. Para ello vamos a analizar, en nuestro caso, el estado de los edificios de Logroño, especialmente los destinados a viviendas, ya que en ellos residen los logroñeses.

Existen diferentes metodologías de valoración de vulnerabilidad sísmica de edificios. Lo que hacen es analizar un conjunto de factores que caracterizan al edificio (Serrano-Lanzarote, 2014):

- Tipología constructiva.
- Ubicación del edificio.
- Diseño.
- Ejecución.
- Degradación o edad del edificio.
- Altura del edificio.

Las dos principales metodologías de valoración de la vulnerabilidad sísmica son el método de la Escala Macrosísmica Europea de 1998 o EMS-98 (Grüntal, 1998) y el método del Índice de Vulnerabilidad o Método RISK-UE-Nivel I (Milutinovic & Trendafiloski, 2003). Hill & Rossetto (2008) comparan las escalas de daño propuestas por varias metodologías de valoración de vulnerabilidad y proporcionan una guía para seleccionar una escala de daño efectiva.

La Escala Macrosísmica Europea (EMS-98) establece diferentes escalas. La más conocida es la de Grados de Intensidad, que tiene en cuenta los efectos en las personas, en los objetos y los daños en los edificios. Existen doce Grados de Intensidad (desde el I hasta XII). La segunda escala que establece es la de las clases de vulnerabilidad. La EMS-98 considera 6 clases de vulnerabilidad en función del tipo de estructura del edificio. Por lo que para poder estudiar la vulnerabilidad de los edificios es fundamental el conocimiento de las tipologías constructivas existentes y la clasificación de los edificios según estas tipologías. Posteriormente se precisa la asignación de cada tipología a una clase de vulnerabilidad. Las clases de vulnerabilidad se llaman A, B, C, D, E y F y van desde la A, la más vulnerable a la F, la menos vulnerable (Barbat y Pujades, 2004).

El método de la EMS-98 asigna una clase de vulnerabilidad a cada edificio en función de su tipología edificatoria, de su antigüedad, de su ubicación geográfica, y otras características significativas, considerando el nivel de diseño sismorresistente de los edificios, es decir, el cumplimiento de normativa sismorresistente existente en el periodo de construcción. La Figura 7 muestra las clases de vulnerabilidad asignable a cada tipología constructiva. El círculo muestra la clase más probable. Así, si no existen irregularidades aparentes en un edificio, esta es la clase que se debe asignar. Una línea sólida muestra el rango probable hacia arriba o hacia abajo. Una línea punteada muestra el rango en casos extremos en los que la resistencia es particularmente extraordinaria, o la debilidad es muy severa.

Núm. 36 (2018), pp. 7-43
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

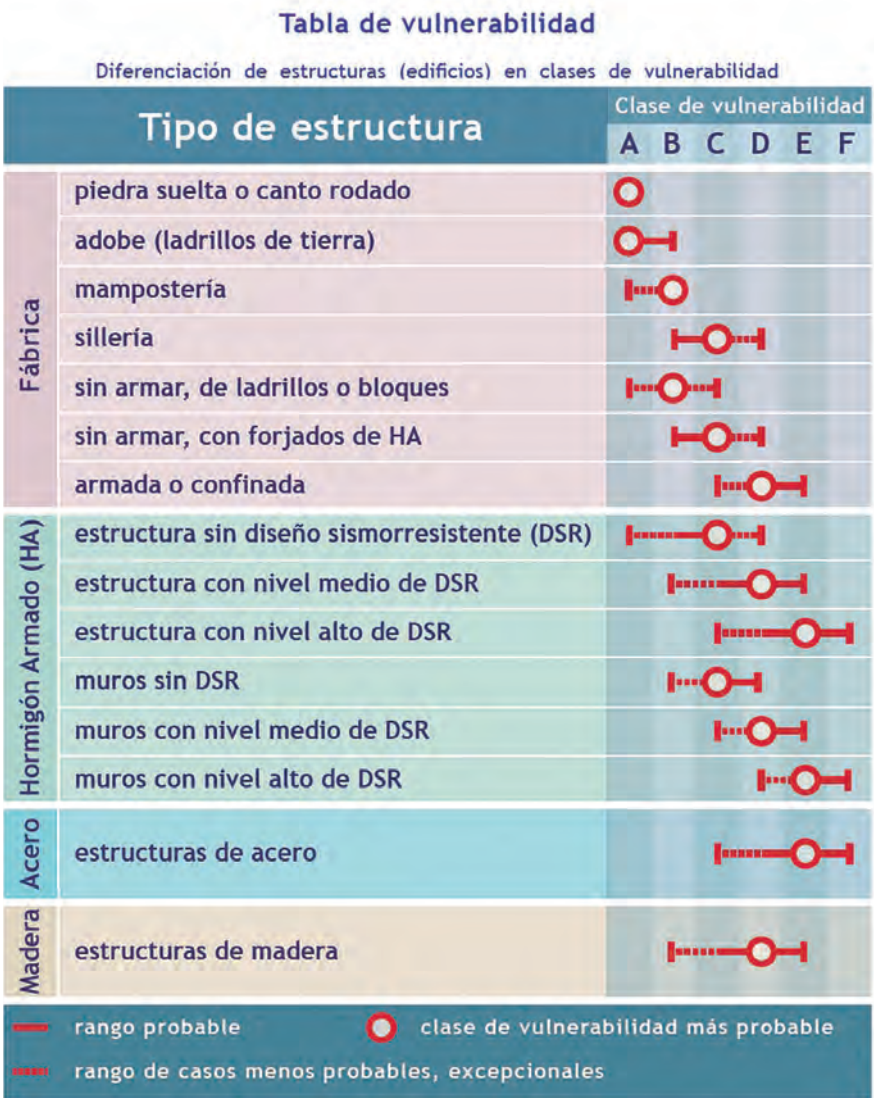


Figura 7. Clases de Vulnerabilidad según EMS-98.
Fuente: Escala de Intensidad Macrosísmica-IGN.

La EMS-98 define una clasificación de daños. Esta clasificación considera dos tipos de edificios: edificios de fábrica y edificios de estructuras de hormigón armado. Para cada tipo de edificio define 5 grados de daño.

En función de la clase de vulnerabilidad del edificio se realiza la estimación de daños. Para establecer la relación entre clase de vulnerabilidad y grado de daño se ha realizado un análisis estadístico de los daños producidos por sismos reales en áreas similares con diferentes grados de intensidad.

Los datos obtenidos utilizando estas relaciones proporcionan una estimación del riesgo sísmico. (Feriche, 2008).

En nuestro caso, para determinar la vulnerabilidad sísmica de Logroño, hay que conocer el estado de sus edificios, su antigüedad, su tipología estructural, etc. El siguiente apartado analiza los datos existentes sobre edificios de viviendas.

3.1. Datos de edificios de Logroño

Los datos utilizados para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de Logroño se han obtenido del Catastro (datos públicos), de las Bases de Datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), de la sección de Estadística del Ayuntamiento de Logroño. También se han recogido datos en campo.

El INE publica cada 10 años los Censos de Población y Viviendas. El último censo disponible en la página de Internet del INE es del año 2011. Según este censo en Logroño había 6.280 edificios y 81.724 inmuebles destinados exclusivamente a vivienda, a finales de 2011. Estas cantidades no incluyen los edificios dedicados a usos distintos a los de vivienda (industrial, comercial, administrativa) y los edificios clasificados como Patrimonio Histórico de la ciudad.

Nuestro interés se centra en los edificios destinados a viviendas puesto que los estudios de riesgo sísmico se hacen para el escenario más desfavorable, que es aquel en que un sismo tiene lugar de noche o antes de las 6 de la mañana, en día laborable de invierno, con la máxima ocupación de las viviendas (Vacareanu *et al*, 2004). Durante este periodo la práctica totalidad de la población se encuentra en sus domicilios. Por las mañanas o por las tardes, las personas están generalmente en su puesto de trabajo, en un edificio de uso administrativo o industrial, que generalmente es menos vulnerable al sismo que su propia vivienda.

La base de datos del INE proporciona información de forma agregada sobre los edificios de vivienda considerando las clasificaciones por edad del edificio y por estado de conservación: ruinoso, malo, deficiente y bueno.

La edad de los edificios es un factor muy importante en un estudio de vulnerabilidad sísmica y estimación de daños. Generalmente, los edificios de la misma época se construían con tipologías estructurales y materiales similares. Las construcciones antiguas, anteriores a 1950, se ejecutaban utilizando muros de carga no armada o mampostería. En cambio, los edificios posteriores, más modernos, se han ejecutado considerando una tipología de pórticos de hormigón armado, más adecuada para soportar terremotos. Además, se han aplicado las mejores técnicas constructivas, se han empleado materiales con mayores prestaciones y calidad, la mano de obra es más cualificada. A lo largo del tiempo, la normativa estructural ha evolucionado, con mayores niveles de exigencia y con controles de calidad más estrictos.

Las Figuras 8 y 9 reflejan el fuerte aumento que se produjo en el número de viviendas en Logroño en las décadas de los 60 y 70. En los años 60 se produjo un fuerte crecimiento de la ciudad debido, fundamentalmente, al traslado de las vías del ferrocarril de la actual Gran Vía hacia el sur, en 1958. De esta forma la ciudad dejó de estar constreñida y dio el salto hacia el sur (Ayuntamiento de Logroño, 1958).

En los años 70 el aumento continuó en gran parte debido al impulso de la actividad económica promovida por la declaración de Logroño como Polo de Promoción y Desarrollo en 1969. La población pasó de 60.000 habitantes en 1960 a unos 80.000 en 1970, llegando a ser en 1980 de 110.000 habitantes. Otro repunte de la construcción muy importante ocurre en el del período 2000 a 2008, impulsado por las modificaciones realizadas en el Plan General de Ordenación Urbana de 1985, con motivo de la entrada en vigor de la Ley 10/1998 de Ordenación del Territorio y Urbanismo de La Rioja (BOR, 1998). Estas modificaciones suponen un desarrollo polinuclear en áreas de la periferia de la ciudad. Así, se crean nuevas áreas de suelo urbano residencial, mediante la urbanización de los siguientes sectores: Madre de Dios, La Ribera, Santa Juliana (norte), Fardachón, La Guindalera, Ramblasque y La cava (sur), Los Lirios (este) y El Arco, Valdegastea y El Cubo (oeste) (Cabrerizo-Cristóbal, 2001). En 2008 estalló lo que los economistas ha llamado "la burbuja inmobiliaria". Se habían construido demasiadas viviendas en un periodo muy corto y se produjo un desequilibrio entre oferta y demanda. Las ventas de viviendas y el número de hipotecas se desplomó en un 40% en tasa interanual (Diario El Economista, 2008). Esto motivó una fuerte crisis en el sector y la actividad constructiva cayó prácticamente a cero de forma repentina.

Desde la administración pública se han impulsado diversas actuaciones. Se han llevado a cabo grandes obras de infraestructuras como el soterramiento de las vías del ferrocarril y nuevos enlaces de carreteras que permitirán una mejor comunicación de la ciudad, especialmente con los barrios del sur (Ministerio de Fomento, 2003). Las políticas de rehabilitación han permitido reconstruir muchas edificaciones en estado ruinoso o muy malo del Casco Antiguo para usos administrativos, culturales o de ocio (Centro asociado de la UNED, Colegio de Arquitectos de La Rioja, Colegio de Arquitectos Técnicos, Espacio Lagares, Centro de la Cultura del Rioja, Fundación Dialnet, hoteles, etc.).



Figura 8. Antigüedad de los edificios existentes en Logroño en 2011.
Fuente: INE.

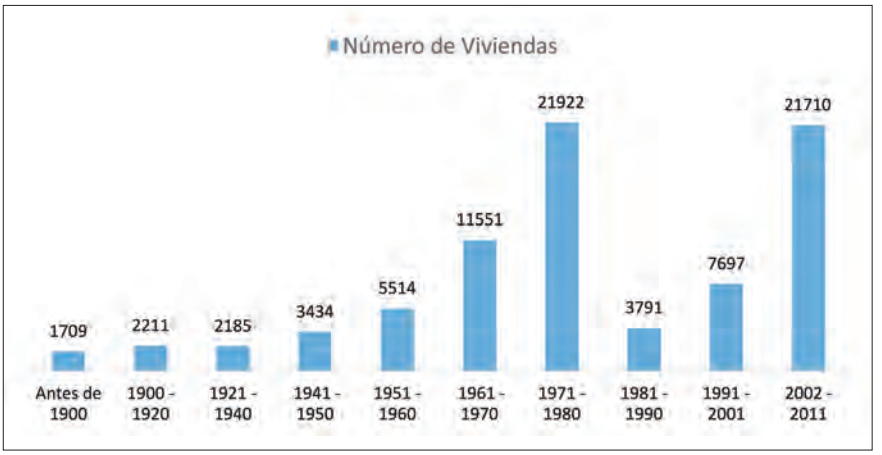


Figura 9. Antigüedad de las viviendas existentes en Logroño en 2011.
Fuente: INE.

De las Figuras 8 y 9, se deduce que el porcentaje de viviendas existentes en Logroño en 2011 y construidas con anterioridad a 1940 es de solo el 7%, que corresponden al 14% de los edificios. Por tanto, el número de edificios posteriores a 1940 es del 86%. Lo que indica que Logroño es una ciudad muy moderna. Prácticamente todos los edificios tienen estructura de pórticos de hormigón armado.

En cuanto al estado de las viviendas, según el Censo del INE del año 2011, de las 81.724 viviendas existentes en Logroño, 76.840 estaban en buen estado, 2.664 en estado deficiente, 1.898 en mal estado y 322 es estado ruinoso.

Núm. 36 (2018), pp. 7-43
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

Tabla 3.

Número de viviendas en función del nº de plantas sobre rasante del edificio y año de construcción

LOGROÑO	TOTAL	< 1900	1900 1920	1921 1940	1941 1950	1951 1960	1961 1970	1971 1980	1981 1990	1991 2001	2002 2011
Total	81.724	1.709	2.211	2.185	3.434	5.514	11.551	21.922	3.791	7.697	21.710
1	927	42	13	24	72	262	67	30	8	237	172
2	1.289	66	43	133	145	143	101	88	112	347	111
3	1.751	152	90	72	148	94	50	143	186	357	459
4	4.959	544	235	353	418	317	262	596	265	624	1.345
5	18.423	575	724	663	932	1.790	3.147	2.623	672	1.688	5.609
6	13.946	159	574	683	588	1.089	376	2.486	370	2.314	5.307
7	12.151	724	36	123	818	647	1.421	2.648	454	1.698	3.834
8	16.790	99	96	86	111	947	3.777	8.175	894	183	2.422
9	4.651	..	..	..	17	68	950	1.664	323	213	1.416
10 o >	6.837	..	..	48	185	157	1.400	3.469	507	36	1.035

Fuente: Censo de Población y Viviendas 2011 del INE.

Otro factor que influye en la vulnerabilidad de los edificios es el número de alturas (Serrano-Lanzarote, 2014). El Censo de Población y Viviendas, clasifica los edificios y las viviendas en función del número de plantas de edificio y del año de construcción (véase Tabla 3). Podemos comprobar que los edificios de 5 a 8 plantas, construidos mediante pórticos de hormigón armado, contienen el 75% de las viviendas existentes.

Los edificios de pocas plantas (1 o 2) corresponden a viviendas unifamiliares en modernas urbanizaciones o a pequeños núcleos con características de edificación rural, como el barrio de El Cortijo.

Un aspecto a tener en cuenta en un estudio de riesgo sísmico es el grado de ocupación de las viviendas. Administrativamente, se considera que una vivienda está vacía cuando no hay habitantes empadronados en la misma. Con esta premisa, a finales de 2016 había en Logroño 61.318 viviendas habitadas y 16.789 viviendas vacías. La situación real puede ser algo distinta, pero, en general, el número de viviendas desocupadas de Logroño es muy alto. La población media por vivienda ocupada es de 2,46 habitantes.

3.2. Evaluación de la vulnerabilidad a partir de las tipologías constructivas

Para la determinación de la vulnerabilidad de los edificios se ha considerado el método de la EMS-98. Este proceso de evaluación se inicia con la propuesta de una estimación de clases de vulnerabilidad en función de las tipologías estructurales. Esta asignación se basa en la utilizada en el Plan Especial de evaluación del riesgo sísmico de la Comunidad Valenciana (Serrano-Lanzarote, 2014) y se muestra en la Tabla 4. Esta tabla incluye la práctica totalidad de tipologías estructurales existentes en los edificios de viviendas de Logroño. Sin embargo, puede ocurrir que, algún edificio concreto, debido a sus características, no pueda clasificarse dentro de los tipos propuestos. Aunque la Tabla 4 incluye la tipología de estructura de acero porticada de nudos rígidos, en Logroño prácticamente no existen edificios con este tipo de estructura. Una excepción es el edificio Torre de Logroño, situado en Gran Vía. Se trata de un "rascacielos" de 19 pisos construido en acero a principios de los años 70.

Una vez conocida la tipología estructural y el año de construcción del edificio, hay que asignar una clase de vulnerabilidad concreta de las que figuran en la última columna de la Tabla 4. Para ello, se realiza una inspección "in situ" de las características constructivas de cada edificio y se registran en una ficha o cuestionario tipo "check-list". Este cuestionario varía de una tipología a otra. La Tabla 5 muestra el cuestionario para un edificio con estructura de muros de fábrica. Estas fichas correspondientes a las tipologías consideradas son modificaciones de las del estudio del Instituto Valenciano de Edificación (Serrano-Lanzarote y Termes-Córdovez, 2015, Serrano-Lanzarote, 2014). Como el inspeccionar todos los edificios de Logroño sería una

Núm. 36 (2018), pp. 7-43
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

tarea ingente, se ha realizado un muestreo por tipologías y se ha determinado la clase de vulnerabilidad con los edificios de esta muestra. Los porcentajes de asignación a cada clase de vulnerabilidad para cada tipología, determinados para los edificios de la muestra se utilizan para clasificar todos los edificios de la ciudad.

Tabla 4.
Asignación de las Clases de Vulnerabilidad en función de las tipologías estructurales o constructivas

Tipología Estructural	Código	Descripción	Clases de Vulnerabilidad
Fábrica	F1	Estructura de muros de carta de piedra en seco y tapia	A
Fábrica	F2	Estructura de muros de carga de mampostería de fábrica de ladrillos macizos	A / B
Mixta	X1	Estructura mixta de mampostería de fábrica de ladrillo y pórticos de hormigón armado	A / B
Hormigón Armado	H1	Estructura porticada de hormigón armado, 1940-1970	A / B
Hormigón Armado	H2	Estructura porticada de hormigón armado, 1970-1990	B / C
Hormigón Armado	H3	Estructura porticada de hormigón armado, 1990-actualidad	C / D
Acero	A1	Estructura de acero de pórticos de nudos rígidos	C / D

Se han considerado clases de vulnerabilidad de la A hasta la D. No se han considerado clases de vulnerabilidad E o F debido a que en Logroño no hay edificios de viviendas diseñados considerando cargas sísmicas, ya que las diferentes normativas sismorresistentes españolas que se han sucedido a lo largo de la historia (PGS-1-1968, PDS-1-1974, NCSE-1994, NCSE-2002) no han obligado a ello.

Tabla 5.
Ficha para asignar la clase de vulnerabilidad a edificios de muros de fábrica de ladrillo anteriores a 1950

Tipología	**F2**		**Período**	**< 1950**	
Descripción	**Estructuras de muros de fábrica de ladrillo < 5 plantas**				
Disposición en planta	Rectangular o en I	X	Luces	Cortas, menores de 4 m	X
	Otras			Medias, entre 4 y 6 m	
Disposición de muros portantes	Paralelos	X	Nº de plantas	≤3	X
	En dos direcciones			>3	
Materiales de las piezas	Tapial		Mortero	Cal	
	Mampostería irregular			Bastardo	
	Mampostería regular			Cemento	
	Ladrillo Macizo	X	Piezas entrevigado	Tablero más mortero	
	Sillería	X		Cañizo más yeso	
Entramados de piso (forjados)	Madera natural	X		Bovedilla yeso con relleno	
	Madera aserrada	+		Bove. cerámica con relleno	
	Forjados cerámicos			Bovedillas de hormigón	
	Viguetas metálicas		Calidad de materiales y construcción	Baja	X
	Nervios “in situ”			Media	
Diseño/normas de construcción	Empírico	X		Alta	
	Reglas constructivas		Nervio enlace muro y forjado	Sí	
	Norma			No	X
Eficacia enlace entre muros	Baja	X	Rigidez forjado en su plano	Baja	X
	Media			Media	
	Alta		Diseño Sismorresistente	Nulo	X
Eficacia enlace muro-forjado	Baja	X		Medio	
	Media			Alto	
	Alta		Otros		
			Observaciones: Edificio en C/Barriocepo. Construcción tradicional, popular (no hay proyectista) de tres plantas sobre rasante. La calidad de los materiales y de la construcción es baja. Además, el edificio no sigue la alineación actual de la calle lo cual lo hace más vulnerable.		
X: probables + posible – menos probable			**Clase de vulnerabilidad EMS-98**	**A**	

Fuente: Adaptada de Serrano-Lanzarote, 2014.

Núm. 36 (2018), pp. 7-43
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

En resumen, la asignación de la clase de vulnerabilidad sísmica sigue un método empírico, que tiene en cuenta:

- Características constructivas y tipología estructural, basadas en la época de construcción del edificio.
- Influencia de la degradación en el tiempo.
- Condiciones de rigidez de los elementos de piso.
- Nivel de aplicación de las recomendaciones constructivas del diseño sismorresistente.
- Consideración de la existencia de situaciones críticas respecto a sismo: plantas débiles, pilares cortos, pilares débiles, etc.

Como resultado de la aplicación del método de la EMS-98 se obtienen las matrices de asignación de clase de vulnerabilidad para los edificios de viviendas. Las tipologías se han simplificado a tres: muros de carga, estructuras mixtas y estructuras de pórticos de hormigón armado. Los periodos son 5. Las matrices obtenidas se muestran en las Tablas 6, 7, 8, 9 y 10.

Tabla 6.

Matriz de asignación de clase de vulnerabilidad para los edificios del período 1850-1940

Período			1850-1940		
Tipología Estructural			**Muros de Carga**	**Mixta**	**Pórticos de HA**
Porcentajes de cada Tipología Estructural			60%	40%	0%
Clase de Vulnerabilidad	A	80%	100%	50%	0%
	B	20%	0%	50%	0%
	C	0%	0%	0%	0%
	D	0%	0%	0%	0%

Tabla 7.

Matriz de asignación de clase de vulnerabilidad para los edificios del período 1940-1960

Período			1940-1960		
Tipología Estructural			**Muros de Carga**	**Mixta**	**Pórticos de HA**
Porcentajes de cada Tipología Estructural			5%	35%	60%
Clase de Vulnerabilidad	A	52.5%	100%	50%	50%
	B	47.5%	0%	50%	50%
	C	0%	0%	0%	0%
	D	0%	0%	0%	0%

Tabla 8.
Matriz de asignación de clase de vulnerabilidad para los edificios del período 1960-1970

Período			1960-1970		
Tipología Estructural			Muros de Carga	Mixta	Pórticos de HA
Porcentajes de cada Tipología Estructural			0%	25%	75%
Clase de Vulnerabilidad	A	27.5%	0%	20%	30%
	B	57.5%	0%	80%	50%
	C	15.0%	0%	0%	20%
	D	0%	0%	0%	0%

Tabla 9.
Matriz de asignación de clase de vulnerabilidad para los edificios del período 1970-1990

Período			1970-1990		
Tipología Estructural			Muros de Carga	Mixta	Pórticos de HA
Porcentajes de cada Tipología Estructural			0%	0%	100%
Clase de Vulnerabilidad	A	0.0%	0%	0%	0%
	B	35.0%	0%	0%	35%
	C	60.0%	0%	0%	60%
	D	5%	0%	0%	5%

Tabla 10.
Matriz de asignación de clase de vulnerabilidad para los edificios del período 1990-Actualidad

Período			1990-Actualidad		
Tipología Estructural			Muros de Carga	Mixta	Pórticos de HA
Porcentajes de cada Tipología Estructural			0%	0%	100%
Clase de Vulnerabilidad	A	0.0%	0%	0%	0%
	B	0.0%	0%	0%	0%
	C	80.0%	0%	0%	80%
	D	20.0%	0%	0%	20%

Aplicando los porcentajes de asignación de clases de vulnerabilidad a los edificios existentes en Logroño para cada período de antigüedad, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 11.

Núm. 36 (2018), pp. 7-43
ISSN 0213-4306 | *Zubía*

Tabla 11.
Clasificación de los edificios de Logroño en Clases de Vulnerabilidad

	Clases de Vulnerabilidad de los edificios			
	A	B	C	D
Numero de Edificios	1490	1582	2694	514
% de Edificios	24%	25%	43%	8%

4. ANÁLISIS DE RIESGO SÍSMICO

4.1. Estimación de daños en edificios de viviendas

El siguiente paso en un análisis de riesgo sísmico consiste en la estimación de los daños que producirían sismos de diferente intensidad en edificios de viviendas. Para ello se va a considerar la clasificación de daños de la EMS-98.

Los daños son función de la vulnerabilidad de la edificación y de la intensidad del sismo.

La EMS-98 considera dos clasificaciones o escalas de daños: una para construcciones de muros de fábrica y otra para construcciones de pórticos de hormigón armado. Estas tipologías son las mayoritarias en los edificios existentes en Europa. Ambas escalas van desde Grado 1 (menor daño) a Grado 5 (mayor daño). Además, estas escalas de daño diferencian entre daños estructurales y no estructurales. Para clasificar los daños en los diferentes grados se han publicado varias guías. (Feriche, 2008).

4.2. Matrices de Probabilidad de Daño

Existen diversas metodologías para la determinación de los daños causados por un terremoto. En este trabajo se adopta el método de las Matrices de Probabilidad de Daño (MPD). Este método estima los posibles daños caudados por sismos con diferentes niveles de intensidad. Los elementos de estas matrices dan la probabilidad discreta de alcanzar un grado de daño para un grado de intensidad sísmica determinado, para cada clase de vulnerabilidad. Existen diferentes propuestas de MPD, derivadas de análisis de datos de terremotos reales, o bien a partir de datos empíricos u opiniones de expertos. Destacan las MPD propuestas por la ATC (ATC-13, 1985), Braga et al. (1982, 1986) y Chávez (1998). Las MPD de Chávez se han utilizado en varios estudios de riesgo sísmico: Cataluña, Región de Murcia y Comunidad Valenciana y son las que se usan en este trabajo.

4.3. Daños en los edificios

El método de Matrices de Probabilidad de Daño permite cuantificar los daños para diferentes escenarios de riesgo. El mapa de peligrosidad sísmica

publicado de la Figura 3 da una estimación de la intensidad en cada punto de España. Esta intensidad tiene en cuenta dos de las componentes que influyen en los efectos de un sismo: la fuente y la atenuación de las ondas sísmicas a lo largo de la trayectoria. Sin embargo, esta intensidad está referida a suelo de tipo roca. Es decir, no tiene en cuenta el efecto de la amplificación del movimiento sísmico debido a los suelos blandos. El mapa asigna a Logroño un valor de intensidad macrosísmica de VI para un periodo de retorno de 475 años. Los estudios realizados en varias comunidades autónomas para la evaluación del riesgo sísmico aplican un aumento de la intensidad macrosísmica para tener en cuenta las posibles amplificaciones producidas por suelos blandos. Así, el "Mapa de zonas sísmicas considerando la amplificación del emplazamiento" de Cataluña se ha obtenido incrementando la intensidad macrosísmica en 0.5 grados para los suelos de materiales semicompactos y para suelos de material no cohesionado (ICGC, 2018). En el caso de la ciudad de Granada se ha realizado una microzonificación sísmica para tener en cuenta el efecto de sitio y se obtienen incrementos de intensidad macrosísmica de 0.2 y de 0.4 para suelos de tipos II y III, según la clasificación de la NCSE-02 (Feriche, 2008).

El efecto de amplificación del sitio se determina a partir de la V_s, velocidad de las ondas S u ondas de cortante al atravesar el terreno bajo esa localización. Según la NCSE-02, el factor de amplificación (FA) para cada tipo de terreno está determinado por la V_s media de los 30 primeros metros, $V_s{}^{30}$ (NCSE, 2002). Un análisis de riesgo sísmico que tuviera en cuenta el efecto de sitio exigiría la realización de una microzonificación sísmica de la ciudad mediante una campaña de ensayos para determinar la $V_s{}^{30}$. También es posible determinar la V_s a partir del valor de N_{spt}, la resistencia a la penetración estándar del Ensayo de Penetración Estándar (SPT) expresada en número de golpeos utilizando relaciones empíricas como la de Imai (1977).

El suelo urbano de Logroño está formado por gravas y arenas de origen Cuaternario más o menos consolidadas. Por tanto, como primera aproximación se puede incluir todo el núcleo urbano en una sola zona. Así, se realizará el estudio de vulnerabilidad considerado como escenario sísmico un terremoto de intensidad macrosísmica de grado VI (6). Se obtendrían resultados más precisos de evaluación de vulnerabilidad y riesgo sísmico si se hubiera realizado una microzonificación sísmica de la zona. Para ello habría que llevar a cabo una campaña de ensayos geofísicos en distintos lugares de la ciudad con el fin de determinar la $V_s{}^{30}$. Estos trabajos quedan fuera del alcance de la investigación realizada y serían objeto de un trabajo profesional dado su alto coste económico.

A continuación se aplican las MPD a los edificios de las distintas clases de vulnerabilidad consideradas en este estudio (A a D). El grado D0 significa ningún daño y el grado D5 es el de colapso total del edificio. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12.
Edificios con daño clasificados por grado de daño, para una intensidad macrosísmica VI

CLASE DE VULNERABILIDAD	Número de edificios con daño						
	D0	D1	D2	D3	D4	D5	Nº Edificios
A	311	572	422	155	28	1	1.490
B	698	620	221	40	3	0	1.582
C	1805	752	127	11	0	0	2.694
D	388	112	13	1	0	0	514
Nº Edificios	**3.202**	**2.056**	**783**	**206**	**31**	**1**	**6.280**

Agrupando los grados de daño en tres niveles de daño, identificados como daño leve (grados D0 y D1), moderado (D2 y D3) y grave (D4 y D5), se obtienen los valores de la Tabla 13.

Tabla 13.
Edificios agrupados por tres niveles de grados de daño

Nº de Edificios con daño			Porcentajes de edificios con daño		
Leve	Moderado	Grave	Leve	Moderado	Grave
5258	989	32	83.74%	15.75%	0.51%

Los daños en los edificios pueden hacer que las personas no puedan alojarse, provisionalmente o definitivamente, en sus viviendas. En los casos más graves, partes de los edificios o la totalidad de los mismos puede desplomarse y producir muertos y heridos en sus moradores. La estimación de daños en la población se determina, por tanto, en función del número de edificios que puedan verse afectados debido al sismo.

En primer lugar se ha estimado el número de edificios que podrían quedar inhabitables. Se estima, siguiendo la metodología de Coburn *et al* (1992), que quedarán inhabitables los edificios que experimenten los grados de daño 4 y 5, así como un 50% de los que resulten con grado de daño 3. Esta consideración se basa también en el miedo que pueda ocasionar a la población el verse obligada a residir en edificaciones que presenten serios daños, como por ejemplo, grandes fisuras distribuidas en los muros del edificio.

Desde un punto de vista legal se considera que, a partir de un determinado nivel de daño físico y deterioro de las instalaciones y servicios, el edificio se encuentra en condiciones ruinosas y es por tanto no apto para uso como vivienda (Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 1978). La declaración de ruina de un edificio es un procedimiento administrativo. Generalmente, se entiende como ruina, el estado de ruina económica. Esta se

produce cuando las obras de conservación que es necesario acometer en un inmueble para devolverlo a sus debidas condiciones de seguridad constructiva y habitabilidad superan el 50% del valor de la construcción, es decir, se considera el valor del edificio, pero no el del suelo sobre el que se asienta (González-Botija, 1996).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de edificios con daño, se obtiene para Logroño un número de viviendas inhabitables de 135, consecuencia de un sismo de intensidad macrosísmica VI (véase Tabla 14).

TABLA 14.
Edificios inhabitables debidos a un sismo con grado de intensidad macrosísmica de VI

Grado de daño	D3	D4	D5	
Nº de Edificios	206	31	1	
% Inhabitables	50%	100%	100%	TOTAL
Edificios inhabitables	103	31	1	135

4.4. Daños a la población

La población que quedaría sin hogar se determina en función del número de edificios inhabitables y la población media de cada edificio. Se toma como población media:

$$PME\ (Población\ Media\ del\ Edificio) = \frac{nº\ de\ habitantes}{nº\ de\ edificios} = \frac{153.500}{6.280} = 24,44$$

Por tanto, las personas que quedarían sin hogar debido al sismo en el caso de Logroño serían:

$$Edificios\ inhabitables * PME = 135 * 24,44 \approx 3.300\ personas$$

Aproximadamente 3.300 personas se quedarían sin hogar debido al sismo. El servicio público de emergencias tendría que prever el realojamiento provisional de estas 3.300 personas. Por ejemplo, habría que acondicionar casas de familiares, hoteles, residencias, pabellones deportivos o naves industriales para el realojo.

El daño físico a la población expuesta se estima a través de dos metodologías que han sido las que mejor se adaptan a los datos disponibles y a los objetivos de este trabajo. Estas metodologías son la desarrollada por Coburn *et al.* (1992) y la establecida en la normativa americana ATC-13 (1985).

4.4.1. Metodología de Coburn

La metodología de Coburn *et al.* (1992) solo tiene en cuenta las víctimas por colapso de los edificios, es decir, las producidas en edificios con grado

Núm. 36 (2018), pp. 7-43
ISSN 0213-4306 | *Zubía*

de daño D5. No considera las víctimas causadas por otros tipos de daños en la población, dada la dificultad que supone la obtención de una expresión para la evaluación de estas otras víctimas. Otra consideración que hace esta metodología es que la actuación de los servicios de rescate está garantizada. En función de cómo sea esta actuación el número de víctimas mortales podría incluso duplicarse.

Esta metodología se resume en la expresión:

$$K_{sb} = D5 * [M_{1b} * M_{2b} * M_{3b} * (M_{4b} + M_{5b})]$$

donde:

K_{sb}, es el número de muertos por colapso de edificios.

b, es la tipología estructural del edificio.

D5, es el número de edificios que experimentan un grado de daño 5 (D5).

M_{1b}, es la población media de los edificios de la población.

M_{2b}, es el porcentaje de ocupantes del edificio en el momento de producirse el sismo.

M_{3b}, es el porcentaje de ocupantes atrapados por el colapso.

M_{4b}, es el porcentaje de muertos producidos en el momento del colapso.

M_{5b}, es el porcentaje de muertos posterior al colapso del edificio.

M_{1b}, ya se ha determinado. M_{2b}. el porcentaje de ocupantes de los edificios en el momento de ocurrir el sismo, se estimó en un 75%, que corresponde a la ocupación típica de los edificios residenciales en poblaciones urbanas, en horas nocturnas (Coburn and Spence, 2002).

En cuanto a M_{3b} se consideró que un 75% de la población estaría incapacitada para escapar del edificio; mientras que M_{4b} toma un valor del 40% (se ha dado un valor sobredimensionado, ya que se estima que en el caso de las muertes provocadas por edificios de pared de muros de piedra este coeficiente sería de un 20%).

Por último, el coeficiente M_{5b} contempla la incapacidad de los equipos de emergencia en el rescate de las víctimas. El máximo porcentaje es del 95% y corresponde a una incapacidad total de la comunidad para realizar las tareas de rescate de las víctimas debido al elevado número de ellas o a la falta de preparación. Según Coburn et al. (1992) este factor puede disminuir hasta el 45% en el caso de disponer de planes adecuados de emergencia y de que se produjese el rescate de las víctimas atrapadas en los colapsos antes de las 36 horas, con lo cual, se reduce considerablemente el número total de víctimas mortales. En este caso considerando un criterio conservador se ha tomado un valor del 95% para la ciudad de Logroño, a pesar de la experiencia de los equipos de emergencias locales en rescate de personas atrapadas en edificios. Sin embargo, no existe experiencia en rescate de personas atrapadas a consecuencia de un sismo. Hay que remarcar que los valores dados a

los coeficientes corresponden a los más desfavorables con el fin de ponernos el caso más desfavorable.

Aplicando la metodología de Coburn al caso de Logroño se obtiene:

$$K_{sb} = D5 * [M_{1b} * M_{2b} * M_{3b} * (M_{4b} + M_{5b})]$$

Sustituyendo los valores de D5 = 1.49, M_{1b} = 24.44, M_{2b} = 0.75, M_{3b} = 0.75, M_{4b} = 0.40 y M_{5b} = 0.95,

$$K_{sb} = 1.49 * [24.44 * 0.75 * 0.75 * (0.40 + 0.95)] = 27.65 \approx 28$$

Según la metodología de Coburn, se producirían 28 muertos debido exclusivamente a colapso de edificios (daño de grado D5).

4.4.2. Métodología ATC-13 (1985)

ATC es el acrónimo de Applied Technology Council, organización norteamericana que publica normas e informes sobre construcción sismorresistente. La metodología ATC-13 aporta un porcentaje de víctimas para cada grado de daño (véase la Tabla 15). El inconveniente de esta metodología es que se basa en estimaciones hechas para la tipología de viviendas del Estado de California en los Estados Unidos. A esto se ha de añadir que estos porcentajes se determinaron a partir de los daños causados por terremotos ocurridos en Estados Unidos, que suelen tener mayor intensidad que los ocurridos en España. Es importante realiza estas salvedades, ya que los resultados obtenidos con la aplicación de esta metodología no necesariamente tendrían que corresponderse con la realidad. Sin embargo, aporta información orientativa de utilidad, especialmente en los casos en los que no se dispone de otra información más fiable. La metodología ATC-13 tiene en cuenta las posibles víctimas debidas a los grados de daños más bajos, que por otro lado son los más frecuentes en lugares de sismicidad moderada.

TABLA 15.
Coeficientes de víctimas humanas en terremotos para cada grado de daño según ATC-13 (1985)

Coeficiente del Estado Físico de las Víctimas			
Grado de daño	**Heridos leves**	**Heridos graves**	**Muertos**
D1	3.3/10000	1.1/25000	1.1/100000
D2	3/1000	1/2500	1/10000
D3	3/100	1/250	1/1000
D4	3/10	1/25	1/100
D5	2/5	2/5	1/5

Núm. 36 (2018), pp. 7-43
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

Aplicando la metodología ATC-13 al caso de la ciudad de Logroño, para el escenario sísmico en estudio, se obtienen los resultados de la Tabla 16: 22 víctimas mortales, 75 heridos graves y 471 heridos leves.

Tabla 16.
Daños físicos en la población según la metodología de ATC-13 (1985)

Grado de Daño	Número de Edificios	Población	Heridos Leves	Heridos Graves	Muertos
D0	3.202	78.260			
D1	2.056	50.248	17	2	1
D2	783	19.127	57	8	2
D3	206	5.042	151	20	5
D4	31	769	231	31	8
D5	1	36	15	15	7
TOTALES	6.280	153.450	471	75	22

5. CONCLUSIONES

Logroño, y en general, La Rioja, tiene una sismicidad histórica importante. La falla de cabalgamiento que recorre La Rioja de este a oeste está en el origen de los terremotos más importantes que se han producido en la comunidad. Además, se han dejado sentir otros terremotos como el terremoto de Lisboa de 1755 y el de Arette (Francia) de 1967.

El nuevo mapa de Peligrosidad Sísmica elaborado por el IGN ha elevado la peligrosidad correspondiente a Logroño y su entorno. Este mapa será la base de la nueva norma sismorresistente. La Rioja tendrá que elaborar un Plan Especial frente al Riesgo Sísmico, al igual que existe en las comunidades vecinas.

Es preciso que las ciudades estén preparadas para hacer frente a riesgos naturales, es decir, que sean resilientes. Este trabajo, es una pequeña contribución a este objetivo, hacer de Logroño una ciudad más segura y resiliente frente a los terremotos.

Se ha realizado un estudio de vulnerabilidad de los edificios existentes en Logroño. Aunque la normativa no ha exigido tener en cuenta las cargas sísmicas en el proyecto de estos edificios, las tipologías, técnicas constructivas y materiales empleados siguen las recomendaciones de las construcciones sismorresistentes. Predomina la tipología estructural de pórticos de hormigón armado.

Se han estimados los daños materiales y los daños físicos en la población que causaría un sismo de intensidad macrosísmica de grado VI. Los resultados son: 131 edificios inhabitables, 3.300 personas desalojadas, 22

víctimas mortales, 75 heridos graves y 471 heridos leves. Lógicamente, estos resultados se obtienen después de realizar varias aproximaciones y simplificaciones. Sin embargo, proporcionan información cualitativa muy útil para los servicios de atención a emergencias que tienen que hacer frente a este tipo de catástrofes. Se obtendría un análisis de riesgo sísmico de mayor precisión si se realizara una microzonificación de la ciudad y se caracterizara el efecto de sitio de cada zona. Esta mejora del estudio queda como futura línea de investigación.

El trabajo realizado se ha plateado dentro de un proyecto más amplio que tiene como objetivo responder a las preguntas: ¿Es Logroño una ciudad resiliente? ¿Está la ciudad preparada para hacer frente a eventos naturales extremos? Al menos, se han obtenido respuestas cuantificables respecto al riesgo sísmico. En próximos trabajos se analizará la resiliencia de la ciudad frente a otros tipos de riesgos naturales.

AGRADECIMIENTOS

El autor de este artículo agradece la ayuda del Instituto de Estudios Riojanos (IER, Consejería de Desarrollo Autonómico e Innovación del Gobierno de La Rioja) para la realización del proyecto de investigación de temática riojana “Logroño Resiliente” en su convocatoria de 2016. Además, agradece la colaboración prestada por los servicios del Ayuntamiento de Logroño, Gobierno de La Rioja y Administración General del Estado consultados durante su elaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABC (1967). Crónica del diario ABC del 15 de Agosto de 1967. Pag 32. Madrid.

Anejo Nacional AN/UNE-EN 1998-1. Eurocódigo 8: Proyecto de estructuras Sismorresistentes. Parte 1: Reglas generales, acciones sísmicas y reglas para edificación. Accesible en: https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/DE08DF70-CACE-4C60-9333-D4C96C75C878/142562/ANUNEEN19986partes1.pdf

Aretxabala, A. (2012) Sismicidad en La Rioja, paraíso de la geología. Blog personal. http://antonioaretxabala.blogspot.com.es/2012/05/sismicidad-en-la-rioja-paraiso-de-la.html

Aretxabala, A. (2012b). Sismicidad en los Pirineos occidentales, Álava, Guipúzcoa y Navarra. Blog personal: http://antonioaretxabala.blogspot.com.es/2012/02/sismicidad-en-los-pirineos-occidentales.html

ATC-13. (1985). ATC-13. Earthquake Damage Evaluation Data for California. Applied Technology Council. Federal Emergency Management Agency. (FEMA). California, Estados Unidos de América.

Atkinson, G. M. y Kaka, S.I. (2007). Relationships between felt intensity and instrumental ground motion in the central United States and California. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 97, pp, 497-510.

Ayuntamiento de Logroño (1958). Plan General de Logroño. 1985.

Ayuntamiento de Logroño (2018). Accesible en: http://www.xn—logroo-0wa.es/wps/portal/web/inicio/unidadesMunicipales/urbanismo/ciudad-Territorio/

Barbat, A., Pujades, L. (2004). Evaluación de la Vulnerabilidad y del riesgo sísmico en zonas urbanas. Aplicación a Barcelona. *Sísmica 2004: 6º Congresso Nacional de Sismologia e Engenharia Sísmica*, p. 229-252. 2004. Guimarães, 14, 15 de Abril 2004.

Benito, B., Jiménez, Mª E., Cabañas, L. Navas, L. (2018). Curso MOOC: *Estructuras Sismorresistentes*. Edición 1. Módulo 8: Peligrosidad y riesgo sísmico. Departamento de Estructuras y Física de Edificación. Universidad Politécnica de Madrid. 2018

Braga, F. Dolce, M. Liberatore, D. (1982). A statistical study on damaged buildings and an ensuing review of the MSK-76 scale. *Proceedings of the 7th European Conference on Earthquake Engineering*, Atenas.

Braga, F. Dolce, M. Fabrizi, C. Liberatore, D. (1986). Evaluation of a conventionally defined vulnerability of buildings based on surveyed damage data. *Proceeding 9th European Conference on Earthquake Engineering*, Lisboa.

Cabrerizo-Cristóbal, A. (2001). La Planificación del crecimiento urbano de Logroño. *Revista Berceo* 141, 85-114. Instituto de Estudios Riojano. Logroño.

Chávez, J. (1998). *Evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo sísmico a escala regional: aplicación a Cataluña* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona.

Coburn, A. and Spece, R. Earthquake Protection, 2nd Edition. Andrew Coburn, Robin Spence. ISBN: 978-0-470-84923-1. Sep 2002. Wiley.

Coburn, A. W., Spence, R.J.S. y Pomonis, A. (1992). Factors determining human casualty levels in earthquakes: Mortality prediction in building collapse. *Proceedings of the 10th World Conference on Earthquake Engineering,* p. 5.989-5.994. Balkema, Rotterdam 1992

Comunidad Valenciana (2011). DECRETO 44/2011, de 29 de abril, del Consell, por el que aprueba el Plan Especial frente al Riesgo Sísmico en la Comunitat Valenciana. (DOGV núm. 6512 de 03.05.2011).

Diario El Economista (2008). La venta de viviendas y el número de hipotecas se desploman un 40%. Artículo publicado el 28 de Mayo de 2008. Accesible en http://www.eleconomista.es/economia/noticias/563660/05/08/La-venta-de-viviendas-y-el-numero-de-hipotecas-se-desploman-un-40.html

Diario El País (2008). El mercado inmobiliario se desploma. Artículo en diario El País del 27 de Marzo de 2008. Accesible en: https://elpais.com/diario/2008/03/27/economia/1206572404_850215.html

Diario La Rioja (2017). Marcelino Izquierdo. La Rioja tembló hace 200 años. Publicado en el diario *La Rioja* el 20/03/2017.

Faenza, L. y Michelini, A. (2010). Regression analysis if MCS intensity and ground motion parameters in Italy and its application in Shake-Map. *Geophys. J. Int.*, 180, pp. 1.138-1.152.

Feriche Fenández-Castanys, M. (2008). Daños sísmicos en construcciones y su clasificación en la EMS-98. Jornadas Formativas de Inspección y Clasificación de edificios afectados por un terremoto. Granada.

García-Mayordomo, J. et al. (2012). Modelo de Zonas Sismogénicas para el Cálculo de la Peligrosidad Sísmica en España. En: *Seismogenic source-zones model for the calculation of seismic hazard in Spain.* Instituto Geológico y Minero de España. 7ª Asamblea Hispano-Portuguesa De Geodesia Y Geofísica. Donostia-San Sebastián, p. 1-5.

GR (2005). Gobierno de La Rioja. Elaboración del Mapa Geológico de La Rioja. escala 1:200.000 GEOMARE S.A.L. Geotecnología, Medioambiente y Recursos. Diciembre 2005. http://www.larioja.org/territorio/es/minas/jornadas-estudios-publicaciones-tecnicas/elaboracion-mapa-geologico-rioja

GR (2006). Gobierno de La Rioja. Mapa Geoquímico de La Rioja, CRN Consultores independientes en gestión de recursos naturales S.A. Diciembre de 2006. http://www.larioja.org/territorio/es/minas/jornadas-estudios-publicaciones-tecnicas/mapa-geoquimico-rioja

González-Botija, F., 1996. La declaración de ruina económica en el derecho administrativo español. Revista de Administración Pública. Núm. 141, 1996, pp. 167-196.

Grünthal, G (2008). Escala Macrosísmica Europea 1998, EMS-98. Edición española F. Lorenzo Martín. *Consejo de Europa.* Hamburgo.

Gutscher, M.-A.; Baptista M.A. & Miranda J.M.; Miranda, J.M. (2006). "The Gibraltar Arc seismogenic zone (part 2): Constraints on a shallow east dipping fault plane source for the 1755 Lisbon earthquake provided by tsunami modelling and seismic intensity". *Tectonophysics.* 426: 153-166. 2006. doi:10.1016/j.tecto.2006.02.025.

Hill, M. & Rossetto, T. (2008). Comparison of building damage scales and damage descriptions for use in earthquake loss modelling in Europe. *Bull Earthquake Eng* 6: 335. https://doi.org/10.1007/s10518-007-9057-y

ICGC (2018). Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. Mapa de zonas sísmicas considerando la amplificación del emplazamiento. Accesible en http://www.icgc.cat/es/Administracion-y-empresa/Descargas/Cartografia-geologica-y-geotematica/Mapas-geofisicos-y-sismicos

IDERIOJA (2018). Infraestructuras de Datos Espaciales del Gobierno de La Rioja. https://www.iderioja.larioja.org/

IELIG (2013). Inventario de Lugares de Interés Geológico. IB004 Cabalgamiento Cenozoico de Cameros. Fecha de creación de la ficha: 31/12/2013. http://info.igme.es/ielig/LIGInfo.aspx?codigo=IB004

IGN-UPM (2013). Actualización de mapas de peligrosidad sísmica de España 2012. Editorial *Centro Nacional de Información Geográfica*. 2013. Madrid. ISBN:978-84-416-2685-0, 267 p.

Imai, T. (1977) P and S wave velocities of the ground in Japan. *Proceeding of IX International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*. 2, 127-132.

IVE (2016). Catálogo de tipología edificatoria residencial. Ámbito España. IVE Instituto Valenciano de Edificación. 2016. ISBN: 978-84-96602-87-8.

Martín-Escorza, C. (2005). El sismo de 18 de Marzo de 1817 en La Rioja. *Kalakorikos: Revista para el estudio, defensa, protección y divulgación del patrimonio histórico, artístico y cultural de Calahorra y su entorno*, ISSN 1137-0572, nº 10, págs. 327-334.

Martín-Escorza, C. (2006). El gran terremoto de 1755, el de Lisboa, en la zona de La Rioja y regiones próximas. *Kalakorikos: Revista para el estudio, defensa, protección y divulgación del patrimonio histórico, artístico y cultural de Calahorra y su entorno*, ISSN 1137-0572, Nº 11, págs. 235-246.

Martínez-Solares, J.M. (2002). Catálogo sísmico de la Península Ibérica (880 a.C.-1900). *Dirección General del Instituto Geográfico Nacional*. Madrid.

Martínez-Solares, J.M. y Rodríguez de la Torre, F (2001). Los efectos en España del terremoto de Lisboa (1 de noviembre de 1755). *Dirección General del Instituto Geográfico Nacional*. Madrid.

Ministerio de Fomento (2002). NCSE-02: Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación. Real Decreto 997/2002, por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación (NCSE-02). BOE núm. 244, de 11 octubre 2002. Madrid.

Ministerio de Fomento, 2003. RESOLUCIÓN de 20 de marzo de 2003, de la Secretaría de Estado de Infraestructuras, por la que se dispone la publicación de un Convenio general entre el Ministerio de Fomento, la Comunidad Autónoma de La Rioja, el Ayuntamiento de Logroño y Renfe para la integración del ferrocarril en la ciudad de Logroño. BOE 30/05/2003.

Ministerio de Obras Públicas (1994). Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-94). Real Decreto 2543/1994, de 29 de diciembre. BOE núm. 33, de 8 de febrero de 1995, páginas 3.935 a 3.980. *Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente*. Madrid

Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (1978). Real Decreto 2187/1978, de 23 de junio, por el que se establece el Reglamento de disciplina ur-

banística. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo «BOE» núm. 223, de 18 de septiembre de 1978.

Ministerio de Planificación del Desarrollo (1974, 21 de noviembre). Decreto 3209/1974, de 30 de agosto de 1974, por el que se aprueba la PDS-1-1974 Norma Sismorresistente: parte A. *Boletín Oficial del Estado*, nº 279, pp. 23585-23601. Madrid.

Ministerio del Interior (2010). Plan Estatal de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico. Resolución de 29 de marzo de 2010, de la Subsecretaría, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros de 26 de marzo de 2010, por el que se aprueba el Plan Estatal de Protección Civil ante el Riesgo Sísmico. BOE núm. 86, de 9 de abril de 2010, páginas 32.062 a 32.099.

Muñoz-Jiménez, A., and Casas-Sáinz, A. M., (1997). The Rioja Trough (N Spain): tectosedimentary evolution of a symmetric foreland basin. *Basin Research*, 9 (1): 65-85.

Muñoz-Jiménez, A (2012). Geolodía 12, La Rioja. Grávalos: Terremotos, volcanes, minerales y aguas. *Tríptico con motivo del Geolodía en La Rioja celebrado el 5 de mayo de 2012*. Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza.

Presidencia del Gobierno (1969, 4 de febrero). Decreto 106/1969, de 16 de enero de 1969, por el que se aprueba la PGS-1-1968 Norma Sismorresistente: parte A. *Boletín Oficial del Estado,* nº 30, pp. 1.658-1.675.

Rey-Pastor, A. (1932). El Sismo De La Rioja Baja Del 18-2-1929. Estación Sismológica De Toledo. *Boletín De La Sociedad Española De Historia Natural*. Toledo. Imp. de Justo Torres. 1932. 4º. 10 págs. con 3 figuras + 1 plano plegado.

RISK-UE, 2003. An advanced approach to earthquake risk scenarios with applications to different european towns (RISK-UE). WP4: Vulnerability of current buildings. Milutinovic, Z. V. y Trendafiloski, G. S. Contract No.EVK4-CT-2000-00014. Institute of Earthquake Engineering and Engineering Seismology (IZIIS), Skopje. 109 pp.

Rodríguez de la Torre, F. (2000). *Bibliografía del Sismólogo Alfonso Rey Pastor (1890-1959)*. Instituto de Estudios Riojanos.

Serrano-Lanzarote, B (2014). Estudio de Vulnerabilidad Sísmica de los Edificios de la Comunidad Valenciana. Instituto Valenciano de la Edificación. Valencia. Conferencia alojada en Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=EWu5l2Vs_HU&t=1331s

Serrano-Lazarote, B. y Temes-Córdovez, R. (2015). Vulnerabilidad y riesgo sísmico de los edificios residenciales estudiados dentro del Plan Especial de evaluación del riesgo sísmico en la Comunidad Valenciana. Informes de la Construcción. Vol 67, No 539. doi: http://dx.doi.org/10.3989/ic.13.182, pp. 1-11.

SISMICAT, 2014. Pla d·Emergència Sísmica de Catalunya (SISMICAT). Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya Núm. 6729 - 16.10.2014

SISMIMUR, 2006. Plan Especial de Protección Civil ante el Riego Sísmico en la Región de Murcia (SISMIMUR). Accesible en la dirección: http://www.112rm.com/dgsce/planes/sismimur-home.php

UNDRO (1980). Natural disasters and vulnerability analysis. Report Expert Group Meeting, Geneva, 49 pp.

UNE-EN 1998-1-1. Eurocódigo 8: Proyecto de estructuras sismorresistentes. Parte 1: Reglas generales, acciones sísmicas y reglas para edificación. AENOR. 2011.

USGS (2009). Historic Earthquakes – Lisbon, Portugal. U.S. Geological Survey. 2009.

Vacareanu, R., Lungu, D., Aldea, A. and Arion, C. (2004). *Seismic scenarios handbook*. RISK-UE LM1 (2004). 50 páginas.

Zubía 36 45-81 Logroño 2018

PATRIMONIO NATURAL Y GEOMORFOLOGÍA. LUGARES DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO DEL PARQUE NATURAL SIERRA DE CEBOLLERA*

ENRIQUE SERRANO CAÑADAS[1,2],
PABLO GABRIEL DUQUE DEL CORRAL[1],
VIRGINIA NOËL FERNÁNDEZ CANO[1],
IVÁN GENTO ARRANZ[1],
DIEGO RELLO AYUSO[1]

RESUMEN

El relieve del Parque Natural Sierra Cebollera deriva de la actividad tectónica, que ha generado las formas mayores, y del levantamiento de esta porción de la Cordillera Ibérica, de la elaboración de la red hidrográfica y de la incisión fluvial, capaz de generar los grandes valles y el modelado de sus fondos, así como la acción del frío cuaternario, mediante procesos glaciares y periglaciares. Finalmente, los procesos y movimientos de ladera dan forma a los valles y circos. El estudio de los elementos geomorfológicos singulares permite su evaluación y conocimiento tanto para su gestión desde el parque como para los usuarios, turistas, excursionistas, docentes o estudiantes. Se aplica un método de evaluación de Lugares de Interés Geomorfológico para seleccionar los elementos más sobresalientes y ofrecer una valoración intrínseca, extrínseca y de uso y gestión. Se han establecido ocho Lugares de Interés Geomorfológico complementarios entre sí, tectónico-laustres, fluviales, glaciares, de laderas y periglaciares, que permiten incorporar la geomorfología al patrimonio natural del Parque y ofrecer posibilidades como recursos naturales, culturales y educativos, para el disfrute, apreciación o educación de los visitantes del Parque Natural Sierra Cebollera.

Palabras clave: Geomorfología, Patrimonio natural, Geositios, Lugares de Interés geomorfológico, Cordillera Ibérica.

---

* Registrado el 18 de abril de 2018. Aprobado el 25 de octubre de 2018.

1. Departamento de Geografía. Universidad de Valladolid. Paseo Prado de la Magdalena, s/n. 47011 Valladolid. serranoe@fyl.uva.es.
2. GIR Patrimonio Natural y Geografía Aplicada (PANGEA). Universidad de Valladolid.

The landforms of the Sierra Cebollera Natural Park develops from several morphotectonic subjects. First, the tectonic activity, which has generated the biggest landforms, and the tectonic rise of the Iberian mountain range. The hydrographic network genesis and the fluvial incision have generate the great valleys and the bottom-valley modelling. The Quaternary glaciations, by mean of glacial and periglacial processes shaped the upper part of the mountains. Finally, the hillside processes and slope movements shape the valleys and cirques. The analysis of the geomorphological elements allows to assessment the geomorphology both for management and for users, tourists, hikers, teachers or students. An assessment method to Geomorphosites is applied to select the most outstanding elements and offer an intrinsic, extrinsic and use and management valuation. Eight complementary Geomorphosites have been established, tectonic, fluvial, glacial, hillside, and periglacial, that allow the incorporation of geomorphology into the natural heritage of the Natural Park. Geomorphosites offer potentials as natural, cultural, and educational resources, for the enjoyment, reconnaissance or education of visitors to the Sierra Cebollera Natural Park.

Key words: *Geomorphology, Natural heritage, Geosites, Geomorphosites, Iberian Range.*

1. INTRODUCCIÓN

El patrimonio natural define los elementos individuales o conjuntos naturales tanto bióticos, comunidades terrestres o acuáticas (especies vegetales o animales, ecosistemas, bosques, lagos, turberas, etc.) y hábitats, como abióticos (geológicos, geomorfológicos, edáficos e hidrológicos), que poseen un valor intrínseco como herencia recibida con valor intergeneracional y universal (UNESCO, 1972). Nacido como concepto en los años 60, se incorpora a las leyes norteamericanas en los 70, para consolidarse con la clasificación de la UNESCO de Patrimonio Natural de la Humanidad en 1972, integrándose a la legislación española en los años 90.

En este contexto, la geomorfología es una parte importante del patrimonio natural, como infraestructura de los hábitats y del paisaje, sostén de modos de vida y de elementos culturales. Los elementos geomorfológicos condicionan procesos y estructuras, tanto naturales como humanas, son visibles, adquieren espacialidad y corren riesgos de degradación o desaparición frente a la actividad humana. Son, sin duda, un patrimonio natural, íntimamente relacionado con el cultural, que adquiere un importante valor como recurso cuando se enmarca en el conjunto del patrimonio natural de un territorio (Cendrero, 2000; Panizza, 2001; Reynard, 2005; Reynard y Panizza, 2005; Serrano y González Trueba, 2005, 2011). Este valor procede de su carácter heredado, así como de la singularidad de determinadas formas, que pueden poseer valor global, continental, regional o local, variable, pues, según el ámbito territorial en el que se inscriben, y es un condicionante para usos y emplazamientos humanos. Por todo ello constituyen elementos va-

Núm. 36 (2018), pp. 45-81
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

liosos cuando forman parte de un Espacio Natural Protegido (ENP). Actualmente la geomorfología posee un importante potencial como recurso cultural, educativo y socioeconómico asociado al paisaje y al territorio.

Los Lugares de Interés Geomorfológico (LIGm) son porciones y elementos de valor tanto como componentes estructurales y funcionales del sistema natural, como por sus contenidos sociales y culturales en relación con los territorios a los que pertenecen. Su valoración económica, ecosistémica o paisajística, como factor primordial en la configuración del paisaje, y como infraestructura condicionante de los procesos naturales, los usos y la ocupación humana, permiten una más adecuada gestión y su aprovechamiento como recurso ambiental, educativo, cultural, turístico o territorial. Su comprensión cultural, en términos de relación física o intelectual del habitante o del visitante (percepción, sentimiento, lugar activo o comprensión) posibilita usos y funciones –turística, cultural, educativa, ambiental– acordes con su conservación.

En los ENP el interés de los LIGm se centra en la escala local y sus relaciones territoriales y culturales (Serrano y González Trueba, 2005; González Amuchastegui et al. 2014), de modo que los lugares o elementos que carecen de valor en inventarios a escala regional o continental, pueden ser muy significativos en ENP con relieves o paisajes sobresalientes, donde adquieren una consideración patrimonial.

Este trabajo tiene como objetivo realizar el inventario y valoración de los lugares de interés geomorfológico (LIGm) del Parque Natural (PN) Sierra de Cebollera, centrados en las formas de relieve de especial interés monumental, escénico, ecológico, pedagógico o científico, esenciales en la configuración morfológica y en la dinámica y evolución del PN Sierra de Cebollera. En el Parque no hay estudios sobre valoración de elementos geomorfológicos como recursos educativos, culturales o turísticos, ni para su conservación, de modo que existe un vacío de conocimiento que impide su aplicación práctica, así como objetivos de conservación. La conservación y el estudio de los valores geomorfológicos de los ENP presenta dos visiones diferentes, bien como infraestructura de hábitats y ecosistemas o del paisaje en general, o bien como valores individuales y esenciales del medio natural donde los elementos geomorfológicos, individualizados o agrupados, son parte constitutiva del área protegida (Serrano y González Trueba, 2005; Serrano y Ruiz Flaño, 2007, 2009). Si bien el primero interesa como elemento vertebrador de los componentes naturales del paisaje, con influencias climáticas y biológicas, y ha sido el dominante hasta la actualidad sin considerar los elementos geomorfológicos como valores a conservar, investigar y gestionar; la segunda implica la necesidad de inventariar, conservar, gestionar y valorar los elementos geomorfológicos para la educación ambiental y la divulgación cultural. Podemos aseverar que las múltiples relaciones entre el relieve, los procesos naturales –climáticos, biológicos– y las actividades humanas, aportan un contenido cultural al PN Sierra de Cebollera que es necesario evaluar e incorporar en su uso y gestión.

2. LA ZONA DE ESTUDIO

El PN de la Sierra de Cebollera comprende una porción del Sistema Ibérico situada al sur de la Comunidad Autónoma de La Rioja, en la vertiente norte de la Sierra de Cebollera, en el alto valle del río Iregua, en la comarca del Camero Nuevo (figura 1).

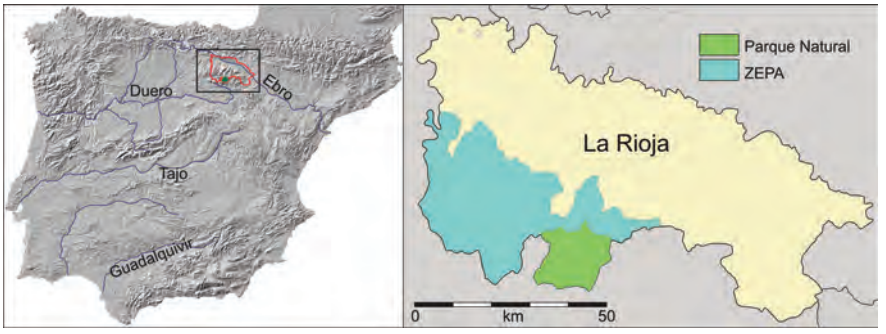


Figura 1. Localiación del PN Sierra de Cebollera.

El PN se creó por Ley de 20 de marzo de 1995 (Parlamento de La Rioja), con una extensión de 23.640 ha e integrando los municipios de Villoslada de Cameros y Lumbreras. Su territorio, situado entre 1.000 y 2.000 m de altitud, conforma un espacio natural de montaña en la divisoria de aguas entre las cuencas del Duero y Ebro. Hacia el Ebro bajan los ríos Iregua y Lumbreras, incluidos en el Parque Natural, y hacia el Duero el Revinuesa, Razón y Tera. La Sierra de Cebollera se alarga en la dirección E-W entre las sierras de Urbión y Montes Claros a lo largo de 25-30 km. Las cumbres sobrepasan de modo continuo los 1900 m de altitud, alcanzando en La Mesa (2.164 m) la máxima elevación del PN.

El PN de la Sierra de Cebollera es el único Parque Natural de la Rioja. Sus ya 23 años de historia han permitido consolidar tanto su rango como las infraestructuras de uso público (Sánchez Garrido, 2010, 2013), contando con el Centro de Interpretación de la Naturaleza desde 1999, y el Centro de la Trashumancia de la Venta de Piqueras, los cuales recibieron 22.289 visitantes en 2014. El PN obtuvo en 2008 el reconocimiento del "Sistema de calidad turística española en espacios naturales protegidos", por lo que se orienta como motor económico de la comarca en base a la explotación de recursos naturales y culturales, y su conservación. Además de parque natural, el territorio forma parte de la ZEPA Sierras de Demanda, Urbión, Cebollera y Cameros, que comprende todo el Sistema Ibérico de La Rioja (Figura 1). El paisaje actual y la distribución de los bosques son el resultado de la intensa transformación por la ganadería trashumante, la explotación forestal y el abandono de los campos de labor, de modo que entre 1956 y 2001 se ha producido un incremento del 34% de bosques y una acusada disminución de la fragmentación paisajística, con un descenso de la diversidad paisajística y simplificación de hábitats (Ruiz Flaño et al., 2010).

Núm. 36 (2018), pp. 45-81
ISSN 0213-4306 | Zubía

El número de visitantes del PN de la Sierra de Cebollera supera los 100.000 anuales, cifra importante en la que destaca la elevada demanda del excursionismo micológico, con 3.053 permisos concedidos en 2014, y la visita anual de más de 2.500 alumnos orientados a la educación ambiental, junto a 337 usuarios del programa Naturaleza sin barreras (según la Memoria de Gestión del Parque Natural de 2014). La elevada frecuentación de visitantes que van más allá de la visita turística, interesados por aspectos naturales y culturales, ofrece un elevado potencial para la valoración de elementos, como los geomorfológicos, que hasta la actualidad prácticamente no han sido considerados en la educación ambiental (Atilano, 1999) ni en conjunto por el PN.

En el Parque Natural hay dos hoteles, un camping, un albergue y cinco casas rurales, infraestructuras básicas para la atención de visitantes que sólo acogen al 0,3% de los mismos, y por tanto es una moderada fuente de ingresos. La oferta en los municipios del entorno es mucho más elevada, acogiendo al 99,7% de los visitantes, que no se alojan en el Parque Natural. Los visitantes del parque muestran una clara orientación regional (de la Rioja y las proximidades como el País Vasco, el 60%), siendo en este sentido donde los valores intrínsecos, culturales y naturales cobran especial relevancia como motor de un turismo cultural y ambiental, donde la educación ambiental y el geoturismo pueden tener un componente de peso entre turistas, excursionistas, montañeros, educadores y estudiantes (tabla 1). El 40% restante son turistas, visitantes de un ENP cuyos atractivos son los naturales y culturales; por ello es fundamental el ofrecimiento de contenidos naturalísticos, que incluyan los aspectos abióticos y paisajísticos del Parque Natural. Conocer los aspectos intrínsecos y sus valores culturales para el uso, es una necesidad en la gestión, conservación y valoración de los elementos geomorfológicos en ENP.

Tabla 1.
Indicadores socioeconómicos del PN Sierra de Cebollera

Habitantes	Villoslada	333 hab.	66,4%
	Lumbreras	169 hab.	33,6%
Aprovechamientos	Madereros	469.514,32 €	76%
	Caza	86.489,48 €	14%
	Pastos	49.422,56 €	8%
	Otros	9.305 €	2%
	Micología	~ 3.050 €	
	Turismo	–	–
Visitantes	La Rioja	~ 47.000	~ 47 %
	País Vasco	~ 13.000	~ 13 %
	Madrid	~ 11.000	~ 11 %
	Extranjero: UK, Francia, Alemania y Holanda	~ 2000	~ 2%
	Otros	~ 27.000	~ 27%

Fuente: Gobierno de La Rioja. Memoria de gestión 2014 Parque Natural Sierra de Cebollera, Consejería de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente.

3. METODOLOGÍA DE VALORACIÓN DE LOS LUGARES DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO (LIGM)

El inventario y valoración de los lugares de interés geomorfológico del Parque Natural de Sierra de Cebollera se ha realizado conforme a las metodología empleada por el equipo en otros espacios de montaña españoles (Serrano y González Trueba, 2005; Serrano et al., 2009; González Trueba y Serrano, 2008; Pellitero et al., 2010; Dóniz-Páez et al., 2011, 2013; González Amuchastegui et al. 2014), con las adaptaciones centradas fundamentalmente en la propuesta de valoración de uso y gestión ya ensayadas en otros ENP, subdividiendo la valoración de uso y gestión en dos partes, por un lado fragilidad y por otro potencialidad de uso (González Amuchastegui et al. 2014). La fragilidad tiene en cuenta sobre todo la accesibilidad y la frecuentación (50%), considerando su fragilidad intrínseca, las amenazas externa, la intensidad de uso y los impactos existentes (50%), mientras para la potencialidad se consideran los valores propios (60%) del LIGm, junto a su significado paisajístico, su conservación, accesibilidad y condiciones de uso. La evaluación de LIGm a escala local se basa en el estudio geomorfológico detallado, que atañe a sus valores intrínsecos (contenido científico), su dinámica natural, su sensibilidad al cambio, tanto natural como humana, derivada de su funcionalidad, y los usos e impactos sobre el LIGm, así como de sus valores añadidos (contenido cultural) incorporados por las sociedades que han ocupado el territorio.

Aunque es difícil atribuir valores científicos y adicionales a los LIGm, pues se trata de recoger los valores otorgados desde diferentes visiones (científicas, políticas, gestoras, de usuarios, etcétera), y a pesar de los cambios en el tiempo de las percepciones, simbolismos o vínculos culturales, socioeconómicos o estéticos, que son intangibles difíciles de cuantificar (Cendrero, 2000; Bruschi y Cendrero, 2005), hay un acuerdo general en las diferentes metodologías aplicadas a la valoración de LIG (Reynard, 2009). El valor intrínseco, atribuido por los científicos, es el más claramente ponderable.

La metodología parte del conocimiento geomorfológico del territorio, que se plasma en la elaboración de una cartografía geomorfológica a escala 1:25.000 de todo el Parque Natural. Esta es la herramienta básica para el inventario y localización de las formas y procesos y sus relaciones espaciales, que permite, en una segunda fase, seleccionar los elementos geomorfológicos, clasificarlos y realizar un primer listado de lugares de interés geomorfológico (Serrano y González Trueba, 2005; Regolini, 2011). La tercera fase es la valoración de cada uno de ellos, su diagnóstico y una propuesta de uso y gestión. La valoración se realiza mediante fichas descriptivas de cada LIGm y se aplica una triple valoración; valores científicos (o intrínsecos), aquellos estructurales, morfológicos, dinámicos y de diversidad; añadidos, de tipo paisajístico, estético, cultural, didáctico, científico y turístico; y finalmente, de uso y gestión, en relación con su capacidad de uso, su potencialidad, fragilidad y riesgo de degradación. Los valores aplicados se pueden consultar detalladamente en Serrano y González Trueba (2005), Serrano et al. (2009) y González Amuchastegui et

Núm. 36 (2018), pp. 45-81
ISSN 0213-4306 | Zubía

al. (2014). Se trata de valorar la potencialidad de cada LIGm como componente patrimonial y como recurso, con propuestas de uso y gestión, permitiendo comparar entre el conjunto de los LIGm del PN, a partir de sus valores intrínsecos, añadidos o de uso y gestión. Para ello se establece una escala en la que se considera un valor bajo, cuando este es inferior a 1,5, medio cuando se encuentra entre 1,5 y 3, y alto para los valores superiores a 3.

4. EL RELIEVE DEL PARQUE NATURAL DE SIERRA DE CEBOLLERA

4.1. La geología del P.N. Sierra de Cebollera

La Sierra de Cebollera está formada por materiales carbonatados de facies marina (calizas y margas) y materiales detríticos de facies continental (arenas, gravas y limos) correspondientes a las sucesivas transgresiones y regresiones marinas que constituyen las facies *Purbeck,* detríticas, y Weald, carbonatadas, intercaladas en bancos de pocos metros de espesor, con frecuentes cambios de facies (Cámara y Durantez, 1982; Ortigosa, 1994). La facies Purbeck-Weald se divide en tres unidades: Tera, compuesta por arcillas, areniscas rojas y ocasionalmente niveles conglomeráticos que descansan sobre el Jurásico Superior Marino; Oncala, con una amplia gama litológica desde facies calcáreas a conglomeráticas; y Urbión, formada por conglomerados en la base y rocas samítico-pelíticas a techo (Cámara & Durantez, 1982). Estos materiales se acumularon con espesores mayores de 5.000 m debido a la continua subsidencia de la Cuenca Camerana durante el Jurásico y Cretácico, hasta la Orogenia alpina.

La fase compresiva de la orogenia Alpina durante el Oligoceno Medio y Mioceno levanta el surco de Cameros como respuesta al basculamiento del zócalo Hercínico hacia el Oeste (Ortigosa, 1994), generando un salto en la vertical de 3.000-4.000 m sobre las cuencas del Duero y del Ebro. Durante este periodo tectónico los materiales se pliegan en sucesivos anticlinales y sinclinales de suaves buzamientos (5-20°), parcialmente fracturados. Se generan de este modo dos grandes pliegues que constituyen la estructura geológica del Parque Natural, el sinclinal de Villoslada y el anticlinal de Lomos de Orio, cuyos ejes se disponen de oeste a este (Cámara y Durantez, 1982; Ortigosa, 1994; García Ruiz, et al., 2007). Estas estructuras dirigirán el relieve en sus grandes formas (García Ruiz, et al., 2007). El sinclinal presenta el flanco norte con frentes orientados al norte y dorsos al sur mientras la disposición es contraria en el flanco meridional. Los reversos están ampliamente desarrollados debido a la escasa inclinación de los estratos (5-20°).

En la zona de cumbres los estratos buzan predominantemente hacia el sur, al formar parte del flanco meridional del anticlinal de Villoslada, lo que explica la presencia de potentes frentes de cuesta hacia el norte (Ortigosa y García Ruiz, 2007). La disposición estructural generó una potente disimetría entre las vertientes norte y sur de la Sierra de Cebollera, que implicó un mayor ahondamiento del valle del Ebro (Gonzalo, 1985; Ortigosa, 1994) en relación con la Cuenca del Duero, conformado por la altimeseta de relieves plegados en Soria.

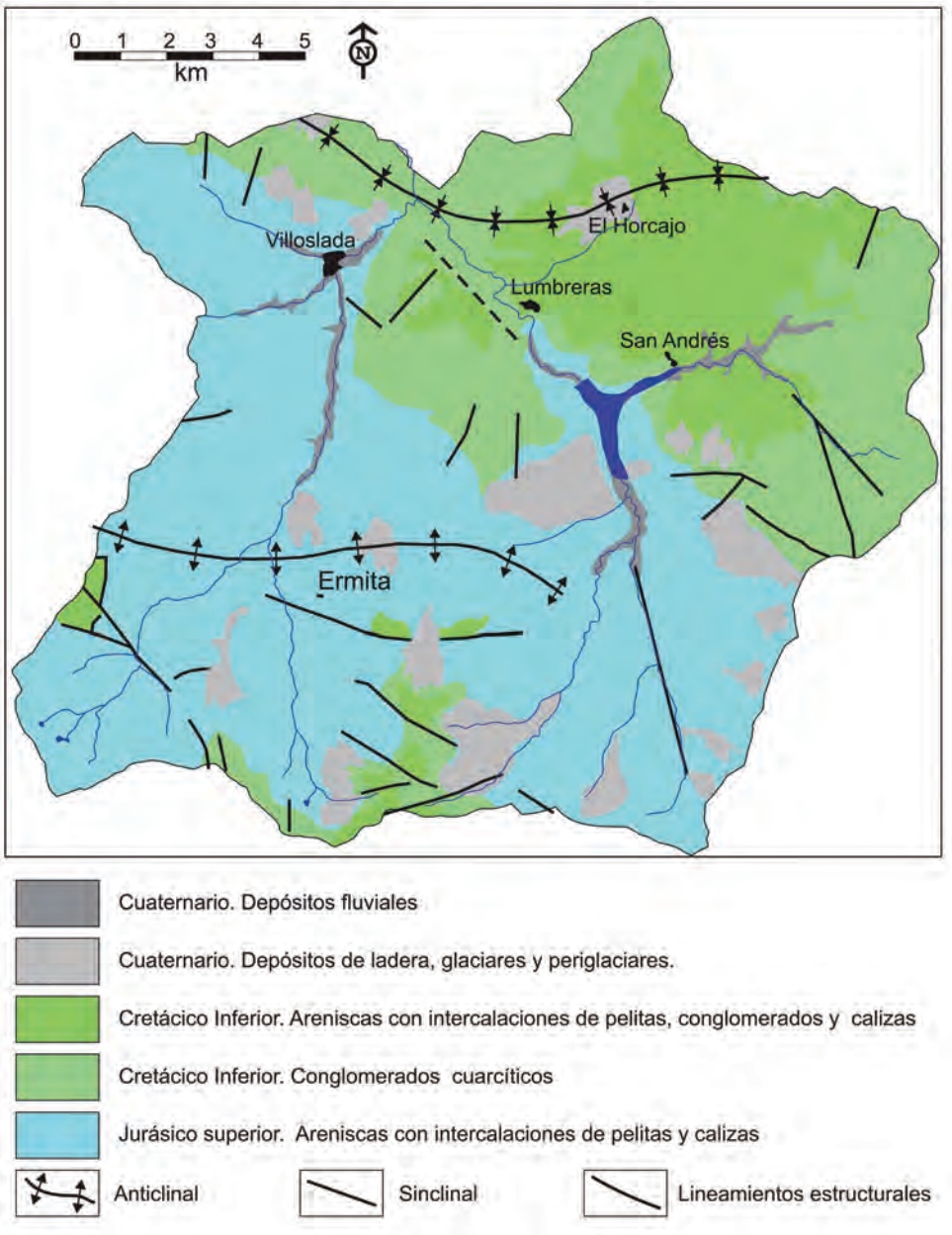


Figura 2. Esquema geológico del PN Sierra de Cebollera (según IGME, 1978 e IDERIOJA, 2008).

Núm. 36 (2018), pp. 45-81
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

4.2. El relieve y las mofoestructuras del P.N. Sierra de Cebollera

La línea de cumbres y los cordales que se extienden al norte han sido modelados por una superficie de erosión, señalada por la isoaltitud de las cumbres, en torno a los 2000 m en lo más alto (tabla 2). El relieve del Parque Natural de Cebollera contiene restos de al menos tres niveles antiguos de erosión (García Ruiz y Arnáez, 1994; García Ruiz et al., 2007). El nivel erosivo más alto, y más antiguo, corresponde con la línea divisoria principal de Cebollera, con aplanamientos como La Mesa de Cebollera o en torno al Castillo de Vinuesa, junto a otros arrasamientos representados por amplios cordales isoaltitudinales generados a mediados del Mioceno (Ortigosa y García Ruiz, 2007; García Ruiz et al., 2007) cuando aún no se ha iniciado la configuración de la red fluvial. El segundo nivel constituye fundamentalmente los cordales situados 300-400 m por debajo de la anterior, con una marcada pendiente hacia el norte formando ya amplias vallonadas de pendientes muy suaves que iniciarían un drenaje hacia el Ebro, y que ha sido datado en el Plioceno (García Ruiz et al., 2007). Finalmente, un tercer nivel encajado en los anteriores lo constituyen las hombreras colgadas en el interior de los valles a unos 200 m por encima de los cauces (García Ruiz, et al., 2007), en un periodo definido ya por la existencia de valles en el interior de la Sierra, pero previo al encajamiento que modela los valles actuales y relacionado con la incisión motivada por la apertura de la cuenca del Ebro hacia el Mediterráneo.

La evolución postorogénica, pues, ha denudado las cumbres y encajado la red fluvial a medida que rellenaba la depresión del Ebro, de modo que el mayor desnivel del valle del Ebro respecto a la altimeseta soriana tendrá importantes repercusiones para la configuración de la red fluvial y la fuerte disimetría entre las vertientes norte y sur de la Sierra de Cebollera. El relieve precuaternario modeló estos macizos con formas suaves, pero la erosión remontante de los afluentes del Ebro fue más enérgica que la de los colectores del Duero, con un nivel de base superior, lo que provocó una mayor incisión en la vertiente riojana. De este modo, la vertiente norte está más diseccionada que la soriana, con valles más profundamente encajados en los que alternan interfluvios aplanados y valles profundamente encajados en su discurrir hacia el Ebro. Las amplias superficies de erosión y la incisión fluvial, ésta mediante la erosión diferencial, han desmantelado las estructuras geológicas para configurar la sucesión de morfoestructuras, formas de relieve derivadas de la tectónica, la estructura geológica y la erosión.

TABLA 2.

Síntesis de las formas de relieve del Parque Natural de la Sierra de Cebollera

Formas	Cronología			
	Precuaternario	**Pleistoceno inferior y Medio**	**Pleistoceno superior**	**Holoceno**
Estructurales	Dorsos y crestas monoclinales			
	Valles en línea de falla			
Superficies de erosión	Superficie culminante			
	Rellanos intermedios			
	Rellanos inferiores			
Fluviales	Valles fluviales V			
	Incisión fluvial y pequeñas gargantas			
	Valles fluviales disimétricos			
	Cabecera torrencial			
	Hombreras fluviales			
		Cascadas		
		Terrazas fluviales		
			Conos aluviales	
Glaciares			Circos	
			Cubetas	
			Cubetas colmatadas	
			Umbrales	
			Morrenas	
Nivo-periglaciares			Tor	
			Derrubios ordenados	
			Laderas de bloques	
			Corrientes de bloques	
			Taludes y conos de derrubios	
			Lóbulos de gelifluxión	
			Bloques aradores	
			Suelos almohadillados	
Ladera	Glacis			
			Regularizadas: bloques	
			Regularizadas: coluvión	
		Deslizamientos rotacionales		
		Deslizamientos traslacionales		
				Cárcavas
			Incisión lineal	
Lacustre			Rellanos lacustres	

Núm. 36 (2018), pp. 45-81
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

4.3. El modelado fluvial: evolución y dinámica actual

La red de drenaje del Parque Natural de la Sierra de Cebollera corresponde al río Iregua, como curso de agua principal, y sus afluentes Lumbreras, Piqueras, Mayor, Puente Ra, Castejón o San Pedro. La red fluvial tiene una disposición predominante Sur-Norte guiada por las numerosas fracturas y lineamientos alpinos, que afecta a las areniscas y las calizas del Jurásico (García Ruiz et al., 2007). El régimen nivo-pluvial dominante en el Parque implica que los mayores caudales se registran en la primavera y la topografía, de moderadas pendientes en las cabeceras (interfluvios aplanados y hoyos), que enseguida pasan a fuertes pendientes, generan arroyos y modestos ríos torrenciales. En este contexto dominan los procesos erosivos vinculados a la mayor pendiente, a menudo con los cauces circulando sobre el sustrato rocoso, mientras que en los cursos medios destaca la deposición de sedimentos, con llanuras de acumulación fluvial y conos aluviales en las confluencias.

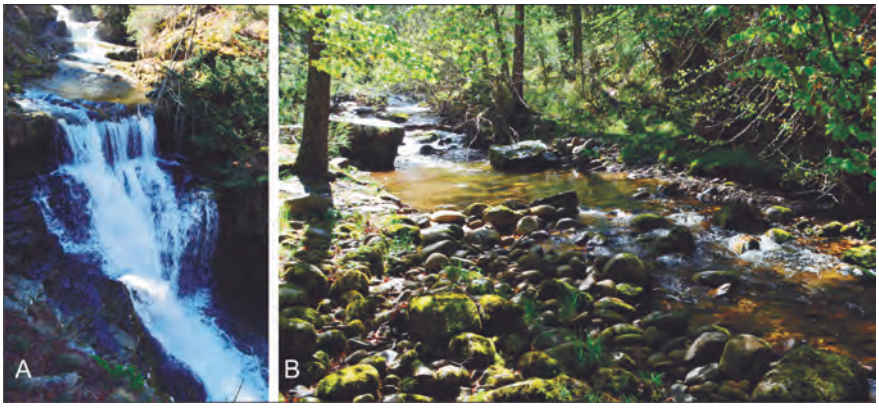


Figura 3. Procesos y formas fluviales. A, cascada de Puente Ra. B, alternancia de pozas y rápidos en La Blanca.

El modelado fluvial, aparentemente simple, comprende procesos interrelacionados en el espacio y en el tiempo que producen una amplia diversidad de formas e incluye muchos tipos de arroyos y ríos (figura 3), a menudo influenciados por la acción humana. En el PN de Sierra de Cebollera se pueden distinguir grandes formas fluviales y un modelado de detalle que tienen igual interés. Si las primeras definen el paisaje de las porciones medias y bajas, las segundas modelan los fondos de valle en plena actividad actual, de modo que denotan el funcionamiento de la naturaleza y sostienen los ecosistemas fluviales del Parque.

Las formas mayores más extendidas son los valles fluviales en V (Iregua, Puente Ra, Lumbreras, Piqueras, Praderas, Hoyuela) cuyo perfil está interrumpido por hombreras escalonadas en las porciones superiores (figura 4A). Junto a estos, las incisiones y gargantas, aunque de reducida extensión y profundidad, modelan valles encajados de paredes verticales

adaptadas a la estructura, que dominan en las porciones más bajas del Parque Natural. También existen formas de acumulación, de menor extensión que las erosivas, que definen la morfología de los valles fluviales. Inscritos en los valles, los ríos principales han depositado acumulaciones de sedimentos capaces de generar sistemas de terrazas fluviales y llanuras de inundación que forman las porciones aplanadas en los fondos de los valles principales (Iregua, Lumbreras, Piqueras). Los ríos y torrentes afluentes han modelado conos aluviales que interrumpen la continuidad longitudinal de los valles y obligan a los ríos principales a adaptarse, desplazándose a la orilla contraria a la de la recepción de la corriente tributaria. Estos elementos organizan el paisaje fluvial del PN y a menudo dirigen y han dirigido la organización del territorio y los usos del suelo en los valles fluviales de Cebollera y Alto Iregua.

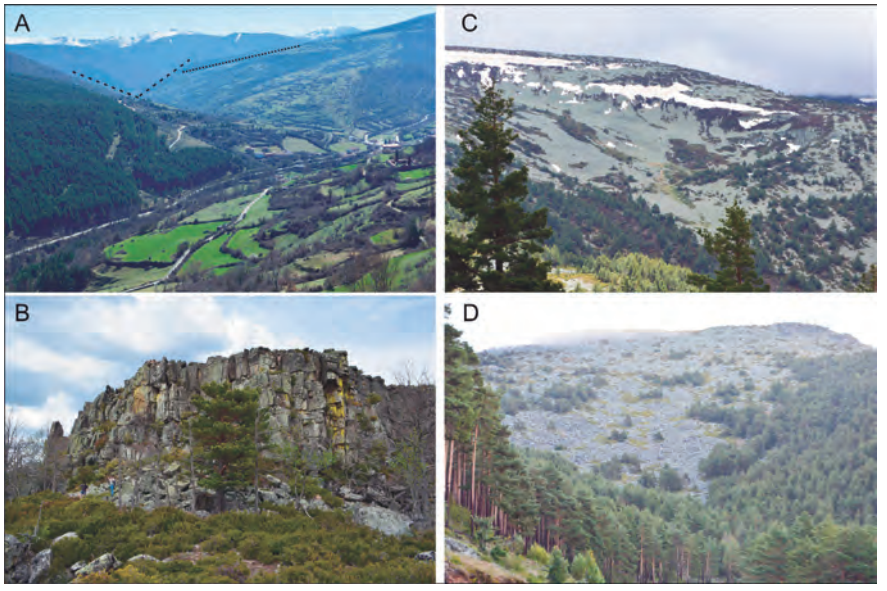


Figura 4. A, Vista del valle fluvial del Iregua. Al fondo las cumbres modeladas por los glaciares cuaternarios, y en primer plano las suaves pendientes y la incisión fluvial. B, afloramiento monoclinal de conglomerados del Pico Yerre. C, laderas de bloques de El Aspa. D, ladera de bloques de La Desecada.

El modelado de detalle, constituido por las mesoformas fluviales muestra perfiles longitudinales de fuerte pendiente, a menudo escalonados con rápidos y cascadas, derivadas de la dificultad de la incisión torrencial para regularizar el perfil, denotando que aún no ha alcanzado eficazmente a las cabeceras. En el valle se pueden diferenciar tres morfologías básicas de su-

Núm. 36 (2018), pp. 45-81
ISSN 0213-4306 | Zubía

cesiones de aguas tranquilas y rápidas en las corrientes fluviales, siempre con anchuras <20 m, y todas ellas con alternancias de circulación del agua sobre sedimentos o sobre el sustrato. Esta combinación de formas permite aproximarse a la dinámica fluvial y torrencial de los ríos del parque (tablas 3 y 4) y a la organización de los hábitat, biotopos y ecositemas:

– Sucesión de pozas y rápidos: formado por pozas con agua de movimiento relativamente lento y acumulaciones de cantos y bloques en disposición más elevada que actúa de represa (figura 3B), con pendientes localmente más empinadas en cortas distancias (metros a decámetros) y mayor velocidad del agua. Son configuraciones estables en el cauce, pero no estáticas, pues existen continuos cambios de suministro de sedimentos y cambios en el canal. La reducción en el suministro de sedimentos provoca que se agranden los rápidos y se reduzcan las pozas. Los sedimentos de los rápidos no se mueven en periodos de máximo caudal, sino durante los flujos irregulares, más propios de otoño o fusiones nivales súbitas de final del invierno o primavera.

– Sucesión de pozas y cascadas: estas se pueden generar tanto sobre sedimentos gruesos, bloques acumulados por los que fluye el agua, con una poza aguas arriba, como en pozas escalonadas sobre el sustrato, que finalizan en escarpes rocosos atravesados por el agua formando cascadas (figura 3A). Las primeras indican unas condiciones muy inestables, producto de la aportación de gruesos desde las laderas o por flujos torrenciales intensos, y son fácilmente erosionables. Las segundas son muy estables y permanentes, tanto las pozas como los saltos de agua.

– Sucesión de pozas escalonadas: características de arroyos con fuerte pendiente, lo forman alineamientos transversales de cantos y bloques, de tendencia diagonal, que implican rupturas abruptas en el perfil longitudinal. Estas barreras se alternan con pequeñas pozas que alojan sedimentos de textura más fina. Se generan en función de la pendiente, el caudal y la disponibilidad de sedimentos.

Cada tipo de canal de los ríos del PN responde de modo diferente a los cambios en la aportación de sedimentos y el caudal. De este modo, en los cauces fluviales se producen desplazamientos verticales por agradación o degradación de los rápidos, y desplazamientos laterales del lecho con erosión en los depósitos del márgen. Estas formas expresan, pues, la dinámica fluvial actual, por lo que la importancia de su conservación está ligada a la salud de los hábitat y ecosistemas acuáticos del parque y su dinamismo.

Tabla 3.
Organización y dinámica del cauce observable en el río Iregua (La Blanca)

Dinámica		Observación	Elementos
Sobre depósitos	Acumulaciones de gruesos	- Centilo - Competencia del río - Morfometría	Formación de bloques Barras fluviales
		- Playas de cantos	Barras laterales
	Rápidos	- Organización de clastos - Imbricaciones	Barras fluviales
	Pozas	- Finos: Limos, arenas, gravas	Remansos
Sobre sustrato		Tipo de roca	Afloramientos
		Estructura: estratificación y buzamiento	
		Flujos lineales	Canales y saltos de agua
		Flujos turbulentos	Marmitas

Tabla 4.
Elementos y dinámica del río Iregua en La Blanca

Elementos fluviales		Dinámica fluvial
Geoformas	Valle fluvial	Erosión
	Terrazas fluviales	Sedimentación + Erosión
	Paleocanales	Sedimentación + Erosión
	Barras fluviales	Sedimentación
	Canales sobre sustrato	Erosión
	Marmitas	Erosión
Sedimentos	Fluviales funcionales	Sedimentación
	Fluviales heredados	Sedimentación
	Torrenciales	Sedimentación

Entre las formas de modelado fluvial destaca por su singularidad la cascada de Puente Ra, una sucesión de pequeños saltos de agua que preceden a uno de mayor entidad, emplazado sobre un escarpe. Aguas abajo, cuando la pendiente se pierde de forma brusca, dominan los depósitos aluviales, con conos aluviales y terrazas de dimensiones moderadas en los fondos de los valles y en ocasiones colgadas a 10-15 m.

4.4. Modelado de laderas

Las laderas del parque tienen orígenes diversos, desde los grandes movimientos en masa, propios del conjunto del Sistema Ibérico hasta regularizaciones por procesos fríos o laderas de marcado carácter estructural (Arnáez, 1987; García Ruiz et al. 2007). La mayor parte de las laderas del PN de la Sie-

Núm. 36 (2018), pp. 45-81
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

rra de Cebollera se encuentran regularizadas como consecuencia de la alternancia del hielo deshielo resultante de largos periodos de frío (García Ruiz et al., 2007). Esta regularización se ha llevado a cabo mediante coluviones, en unos casos distribuidos de forma amorfa o azonal, y en otros, de forma estratificada. La evolución de estos derrubios sigue activa en algunas de las laderas más elevadas del Parque, aunque actualmente, la gran mayoría posee una dinámica atenuada, con colonización arbórea que a su vez reduce los problemas de erosión del suelo y de movimientos en masa. La deforestación llevada a cabo a partir de la Edad Media en busca de pastos subalpinos inestabilizó las laderas con desencadenamiento de procesos de erosión de suelos (García Ruiz et al., 2007), de modo que en el PN hay deslizamientos planares con cicatrices de 8-20 m de anchura, dispersos y sin vinculo estricto a ningún tipo de litología (García Ruiz et al., 2007).

4.5. Glaciarismo y periglaciarismo: evolución del modelado

En la Sierra de Cebollera la nieve y el hielo fueron protagonistas de la evolución geomorfológica durante varios periodos del Cuaternario cuando se formaron pequeños glaciares de circo. En las laderas N y NE se acumularon grandes neveros por el venteado desde el SW y S, que pasaron a glaciares, e iniciaron una labor erosiva mediante abrasión y arrancamiento, capaz de generar un modelado glaciar circunscrito a las zonas de cumbres. De este modo, se modelaron amplios circos y cortas lenguas, que llegaron a superar los dos km de longitud, y espesores de hielo superiores a los 200 m. Pese a que la altitud de la línea de cumbres del Parque Natural de Cebollera solo supera exiguamente los 2000 m en lugares puntuales, la presencia de glaciarismo y de formas resultantes de su modelado es muy significativa. Un modelado glaciar modesto en el marco de las grandes glaciaciones europeas y de la Península Ibérica, pero de singular valor para el PN, pues es el elemento configurador de los paisajes de la alta montaña del parque, dotando de una más alta geodiversidad a las porciones cimeras de la sierra. Todo ello posibilita la existencia de una amplia diversidad de ecosistemas y hábitats, así como un potencial uso humano diversificado, que ha tenido un papel muy destacado en la evolución histórica de la comarca, con el uso ganadero de los "hoyos", denominación vernácula en la España central (La Rioja y las dos Castillas), para los circos glaciares.

El glaciarismo de la Sierra de Cebollera ha sido descrito y analizado con profusión, desde las primeras publicaciones hace ya cien años, y es suficientemente conocido en sus formas (Carandell y Gómez de Llarena, 1918; Astier y Latorre, 1980; Barbazán et al. 1981; Alonso Otero et al. 1982; Ortigosa, 1986; Ortigosa y García Ruiz, 2007; Sanz Pérez, 1986, 2001; García Ruiz et al. 1998, 2007), si bien no existen dataciones que permitan la reconstrucción de la evolución glaciar en el PN. En el Parque se han inventariado doce aparatos glaciares, diecisiete para el total de la Sierra con la porción soriana incluida, que han remodelado la áreas cumbreñas mediante la excavación de trece circos y la formación de complejos morrénicos que denotan en algunos casos lon-

gitudes de más de dos km, si bien el 62% de los glaciares tenía menos de 2 km de longitud. Destacan el Hoyo Mayor, donde se sitúa la cabecera del arroyo de Puente Ra, con una longitud de más de 2 km que finalizaba a 1.600 m de altitud; La Gamella y La Mesa, los cuales rozaron durante el máximo glaciar los 2,5 km de longitud, y llegaron hasta 1.500 m de altitud.

Los circos glaciares, formados durante los periodos fríos del Cuaternario, inmediatamente por debajo de la línea de cumbres, se orientan hacia el noreste (70%), con algunas excepciones al norte en la parte oriental del sistema (23%) y algunos orientados hacia el este en la parte occidental del mismo (7%). Entre ellos destacan Hoyos de Iregua, Callahornos, Hoyo Mayor, La Gamella y La Mesa. La morfología se caracteriza por la presencia de paredes escarpadas y cubetas de sobreexcavación amplias en las que persisten humedales por colmatación. Los circos ocupan una superficie de 34 ha, con longitudes medias de unos 600 m, anchuras en torno a 530 m, y 100-200 m de desnivel en las cabeceras (Ortigosa y García Ruiz, 2007). Los pequeños valles en artesa muestran la acción de reducidas lenguas de hielo provenientes de los circos glaciares de mayor entidad que superan los 2 km de longitud en La Mesa y La Gamella, limitados por morrenas laterales y frontales.

Los complejos morrénicos ocupan los fondos de los circos, en su porción distal y las artesas glaciares, formados por sucesiones de morrenas bien conservadas de carácter frontolateral las más extensas y arcos sucesivos. En el circo glaciar de La Mesa se conservan hasta siete arcos sucesivos, seis en La Gamella o cuatro en Iregua. En el circo glaciar de Hoyo Mayor existe till, sedimentos de origen glaciar, depositado tras el retroceso de su lengua glaciar y que forman un depósito uniforme en el fondo de valle (García Ruiz et al., 2007).

El modelado glaciar en la Sierra de Cebollera muestra las huellas de al menos tres fases glaciares (Ortigosa y García Ruiz, 2007; García Ruiz et al., 2007), que no han sido datadas, si bien en las cercanas sierras de La Demanda (La Rioja) y Mencía (Burgos), pertenecientes también al Sistema Ibérico, se han establecido y datado distintas fases glaciares (García Ruiz, 1979; Fernández Fernández et al., 2017) que permiten conocer su edad por correlación.

– La primera refleja la máxima expansión glaciar, durante la cual se generan los circos, valles glaciares y complejos morrénicos externos. Estas formas se asocian al último máximo glaciar (LGM) y se han datado con una edad mínima de 17,8±2,3 ka (Fernández Fernández et al., 2017) en la Demanda, mostrando que las principales formas pertenecen a la última glaciación del Pleistoceno superior, IS2, acorde con la extensión glaciar europea. En este periodo, el acceso de masas de aire frías del W y SW generarían intensas nevadas y vientos que acumularían a sotavento (NE y N) las masas de nieve y formarían los glaciares.
– La segunda fase glaciar se caracteriza por la presencia de arcos morrénicos frontales en el fondo de las artesas glaciares. Señala un periodo de estabilización durante la deglaciación capaz de generar morrenas frontales en el interior de las artesas. Su proximidad a las an-

teriores apunta también una proximidad temporal, pudiendo formarse en las fases finales de la última glaciación.

– La tercera fase se define por los glaciares que remodelan los circos y generan arcos frontales en su interior. Son glaciares de circo caracterizados por sus reducidas dimensiones y su localización bajo paredes encajadas en orientaciones favorables. Esta fase de equilibrio o pequeño desarrollo glaciar puede correlacionarse con el último periodo frío del Pleistoceno, el Dryas, detectado en la Demanda, si bien no se ha detectado el Dryas reciente, periodo más frío en la Península Ibérica durante este periodo.

En cualquier caso, El PN de la Sierra de La Demanda conoció el desarrollo de glaciares posiblemente durante los últimos 30-25 ka del Pleistoceno superior, con continuos avances y retrocesos responsables de las huellas glaciares que se conservan en la actualidad.

En el entorno de las áreas glaciadas hay muestras muy claras de dinámicas periglaciares, aquellas relacionadas con el congelamiento de las rocas, sedimentos y suelo, así como los cambios de estado del agua en dichas formaciones, sincrónicas con la glaciación del Pleistoceno superior. En las porciones superiores, en el entorno de los glaciares y a medida que retrocedían, el sistema morfogenético periglaciar ocupó amplias extensiones de las laderas de los circos, en todo el Sistema Ibérico (Oliva et al. 2016). En el PN las formas derivadas de los procesos periglaciares ocupan extensas superficies de las laderas, de los circos y artesas glaciares y de las crestas cimeras. Se puede distinguir entre dos tipos de formas periglaciares, aquellas activas, aunque de dinámica muy moderada, en ambientes donde el frío, el hielo y la nieve funcionan actualmente, principalmente en las zona de cumbres, y aquellas heredadas de climas del pasado y por tanto actualmente no funcionales. Las formas heredadas se originaron durante distintas etapas frías asociadas al Último Máximo Glaciar Pleistoceno (LGM por sus siglas en inglés) y al Dryas y han sido inventariadas una amplia variedad de formas y procesos (Ortigosa, 1985; Sanz y Pellicer, 1993; Sanz, 2001; García Ruiz et al. 2007), como la gelifracción, la gelifluxión, el hielo estacional en el suelo o la nivación, propios de los medios periglaciares, si bien se ha realizado un síntesis de las principales formas cartografiables (tabla 5) evidenciadas en los trabajos de campo.

Las laderas y corrientes de bloques, denominadas localmente "desecadas", tapizan laderas y fondos de barrancos y valles a partir de 1.500 m. Se trata de una formación de bloques de tamaños métricos con estructura abierta, que canaliza los flujos de agua, con un importante papel regulador en la hidrología de los valles altos de Iregua y Lumbreras (figura 4 C y D). En las zonas de cumbres e interfluvios, se encuentran amplios campos de bloques, producidos por la alteración del sustrato que se disgrega en grandes bloques, y permanecen in situ. De modo más puntual, en la zona de cumbres, también hay tor, elaborados tanto sobre los conglomerados cuarcíticos como sobre las areniscas. Constituyen formas torreadas, muy a menudo ya parcialmente destruidas que pasan a campos de bloques, como sucede en

Pico Lobos, pero en otros casos muy bien conservados, como en Pico Verde. En las laderas existen depósitos de talud y conos de derrubios que regularizan las laderas y están formados por cantos y bloques con matriz fina, actualmente colonizados por el bosque en amplias porciones, así como derrubios ordenados que denotan el origen periglaciar de la regularización de las laderas, generadas al tiempo que los glaciares ocupaban las cabeceras de los ríos, todos ellos situados por encima de los 1.000 m de altitud.

TABLA 5.
Procesos y formas periglaciares en el PN de Sierra Cebollera

Procesos dominantes	**Geoformas**	
	Activas	**Inactivas**
Crioclastia	Taludes de derrubios	Tor
		Laderas de bloques
	Tor	Taludes de derrubios
		Campos de bloques
Suelos helados estacionales	Suelos almohadillados	Figuras geométricas
Gelifluxión	Lóbulos de gelifluxión	—-
	Bloques aradores	
Crioclastia y suelos helados estacionales	—-	Derrubios ordenados
Crioclastia, suelos helados estacionales, gelfluxion	—-	Corrientes de bloques
Suelos helados estacionales y gelifluxión	Terracillas	—-
Nivación	Enlosado nival	—-
	Nichos de nivación	

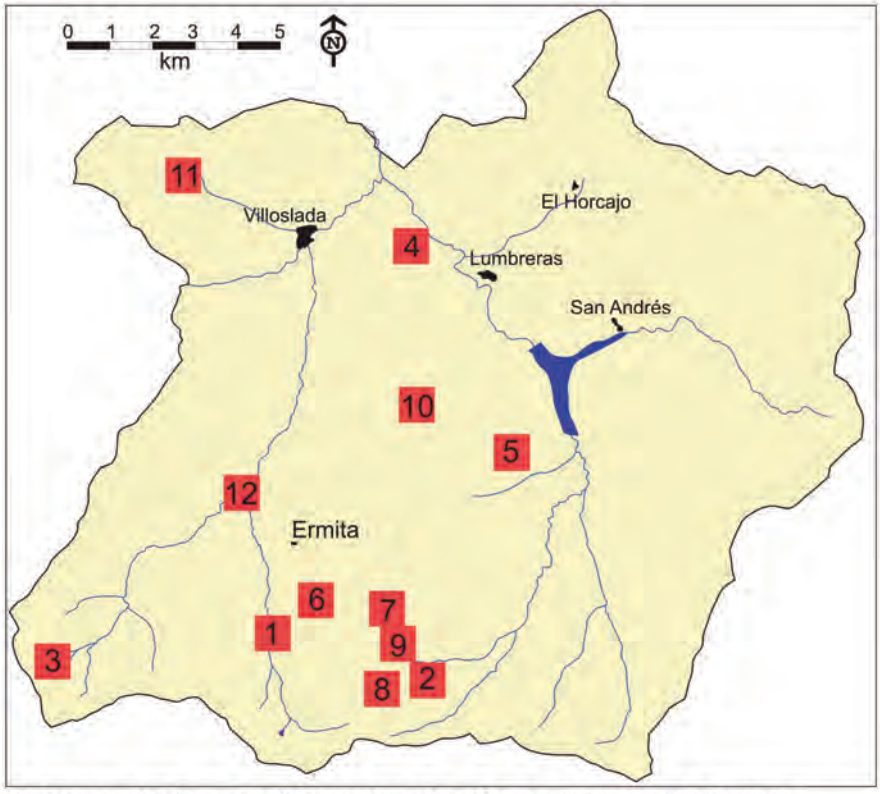
Los procesos periglaciares actuales son muy poco dinámicos y se restringen a las zonas de cumbres, los circos y las laderas superiores de la sierra. Su actividad es muy débil pues los procesos actúan principalmente allí donde la cobertura nival es muy delgada o no existe, barrida por los vientos invernales o en las paredes más verticales. Donde la nieve perdura, protege el suelo de las bajas temperaturas y cuando este se libera del manto nival las temperaturas no son ya tan críticas como para propiciar enérgicos procesos asociados al frío. Los procesos dominantes, de este modo, se asocian a la crioclastia, a la gelifluxión, cuando el hielo deshielo afecta a formaciones superficiales con moderada pendiente, y a la existencia de suelos helados estacionales. Los taludes de derrubios son activos sólo en las cabeceras de los circos, bajo afloramientos del sustrato, del mismo modo que los tor, primordialmente heredados, todavía muestran actividad con arrancamiento y desgaje de bloques por la acción del hielo en las diaclasas y estratificaciones. Los suelos helados estacionales dan lugar a suelos almohadillados, en las zonas de escasa pendiente, con elevada disponibilidad hídrica y en los fondos de los circos principalmente. Con mayor pen-

Núm. 36 (2018), pp. 45-81
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

diente se generan terracillas, en ambos casos relacionados con la presencia de vegetación herbácea. Las terracillas están asistidas por la gelifluxión, del mismo modo que los bloques aradores, bloques métricos que se deslizan ladera abajo sobre una cama de sedimentos en laderas bajo escarpes capaces de producir bloques. Finalmente, la nivación es el proceso más importante, ligada a la fusión de la nieve y la perduración de neveros hasta finales de la primavera.

5. ELEMENTOS SOBRESALIENTES DEL RELIEVE DE LA SIERRA DE CEBOLLERA: LOS LIGM

Se han seleccionado 12 LIGm, elementos de especial valor didáctico, turístico o paisajístico por su singularidad o representatividad (Figura 5). A su



1. Cascada de Puente Ra. 2. Circo glaciar de la Gamella / Laguna de la Chopera
3. Circo glaciar Hoyos de Iregua. 4. Laguna de la Nava. 5. Deslizamiento de Pico Lobos
6. Corriente de bloques Hoyo Pedroso. 7. Corriente de bloques del Aspa. 8. Superficie periglaciar de La Mesa. 9. Tor de Pico Verde. 10. Relieve estructural de Pico Yerre.
11. Deslizamiento del Maguillo. 12. La Blanca - Iregua

Figura 5. Distribución de los LIGm en el PN Sierra de Cebollera.

vez, la selección previa a su valoración ha desestimado componentes muy similares, que no se evalúan pues se trata de inventariar los más singulares con valor por sí mismos, o los más representativos que puedan tener un valor didáctico o turístico en una red de elementos geomorfológicos que completen los valores naturales y culturales del Parque Natural. Se han realizado el análisis geomorfológico y su valoración como elemento sobresaliente de cada LIGm, si bien por el espacio necesario, no se exponen en este trabajo todos los lugares analizados, y sólo se presentan, a modo de ejemplo, dos de ellos y sus fichas correspondientes.

5.1. La cascada de Puente Ra (nº 1)

Es un "elemento singular" del Parque Natural (tablas 6 y 7), resultado de un afloramiento de areniscas del Jurásico más compactas que los estratos suprayacentes e infrayacentes y con buzamiento contrario a la corriente de agua. Esta disposición estructural ha motivado la erosión diferencial y ha generado un escarpe donde la corriente de agua forma una cascada escalonada conforme a la estratificación de dichas areniscas. Tanto su dinámica como su génesis principal son fluviales, aunque la estructura es imprescindible para entender el LIGm. Aguas arriba y abajo se completa con sucesivos escalones en los que se aprecian las microformas propias de la erosión fluvial sobre el sustrato, como pilancones y pozas, y aguas abajo una amplia barra fluvial donde se remansan las aguas. La cascada posee un valor estético excepcional que aumenta si se complementa con la comprensión de su génesis y funcionamiento.

En la actualidad es muy frecuentada, por constituir uno de los atractivos del PN y está alterada por muros de contención, pasarelas, barandillas y una pista forestal. Estos elementos han facilitado su accesibilidad y uso turístico a la vez que han alterado su naturalidad, pero ofrecen un potencial educativo elevado. La orientación de uso del LIGm debe ir dirigido hacia la incorporación de una orientación educativa y ambiental, especialmente a los escolares que la visitan, recomendándose una moderación del uso y frecuentación por los daños en la vegetación y zonas bajas de la cascada. Como elemento muy representativo, y complementario del LIGm 12, se propone una valoración que supere los aspectos estéticos y permita una comprensión naturalística que promueva el respeto y cuidado de la geoforma.

Núm. 36 (2018), pp. 45-81
ISSN 0213-4306 | Zubía

TABLA 6.
LIGm número 1

Identificación	Nombre: **Cascada de Puente Ra**		Lugar: Sierra de Cebollera
Situación	Término municipal: Villoslada de Cameros	Coordenadas: X 526 017,44 Y 4 654 702,53	Altitud: 1.275 m
Geomorfología	Tipo	Elemento singular	
		Fluvial, cascada	
	Génesis	Fluvial con presencia estructural	
	Morfología	Afloramiento de areniscas del Jurásico más compactas, con buzamiento contrario a la corriente de agua, que por erosión diferencial genera un escarpe, que al ser atravesado por el río genera la cascada. Esta cascada está escalonada conforme a la estratificación de dichas areniscas. También presencia de aluvión y coluvión.	
	Dinámica	Fluvial	
	Cronología	Desde el Pleistoceno hasta la actualidad	
	Interés principal	Salto de agua en un río de montaña	
	Interés secundario	Erosión fluvial	
	Atribución del LIGm	Modelado fluvial y estructural	
Usos	Contenido cultural	Leyendas	
	Accesibilidad	Muy buena, por pista forestal y senda señalizada	
	Grado de interés	Alto, por su singularidad en el entorno	
	Estado de conservación	Medio, alterado por muros de contención, pasarelas, barandillas y la pista forestal	
	Usos actuales	Turístico	
	Comunicaciones	Pista forestal y senda señalizada	
	Infraestructuras	Muros de contención, pasarelas, barandillas y pista forestal	
	Impactos	Muros de contención, pasarelas, barandillas, pista forestal y sobrefrecuentación	
	Situación legal	Espacio Natural Protegido, Red Natura 2000 (LIC y ZEPA), Reserva Regional de Caza e IBA	

TABLA 7.
Valoración de la LIGm número 1

Identificación	Lugar: Sierra de Cebollera	Nombre: **Cascada de Puente Ra**	Número: 1
Situación	Término municipal: Villoslada de Cameros		
	Coordenadas: X 526 017,44 / Y 4 654 702,53		Altitud: 1.275 m
Tipo de LIGm	Elemento singular. Fluvial, cascada		**VALORACIÓN**
Valores intrínsecos	Génesis		2
	Morfoestructuras	Litología	2
		Tectónica	1
	Geología		3
	Morfología	Formas de erosión	3
		Formas de acumulación	2
	Dinámica	Heredados	1
		Activo	2
	Cronología		2
		Valoración	**18 (Baja)**
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética		**1**
	Elementos culturales	Asociación a elementos de valor patrimonial	**0**
		Contenido cultural	**0**
		Contenido histórico	**0**
	Elementos didácticos y científicos	Recursos pedagógicos	**4**
		Niveles pedagógicos	**4**
		Áreas científicas	**3**
		Representatividad científica	**0**
	Contenidos turísticos	Contenido turístico	**3**
		Atracción turística	**3**
		Valoración	**18 (Baja)**
Valores de uso y gestión: evaluación	Fragilidad	Accesibilidad	**2**
		Frecuentación	**4**
		Fragilidad	**2**
		Intensidad de uso	**0**
		Impactos	**1**
		Vulnerabilidad	**2**
	Potencialidad de uso	Valores	**1**
		Estado de conservación	**1**
		Accesibilidad	**2**
		Condiciones de observación	**2**
		Riesgo de degradación	**1**
		Límite de cambio aceptable	**1**
		Valoración	**19 (Alta)**

Núm. 36 (2018), pp. 45-81
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

5.2. Circo glaciar de la Gamella y la laguna de la Chopera (nº 2)

"Lugar representativo" del Parque Natural (tablas 8 y 9), es uno de los 17 circos glaciares del parque. Se trata de un circo polilobulado, escalonado en una sucesión de cubetas y umbrales y con cuatro complejos morrénicos. En los circos, las cubetas están colmatadas y se han desarrollado turberas, manteniéndose la pequeña laguna de la Chopera. En las laderas del circo hay procesos nivo-periglaciares, gelifluxión, crioclastia y gravedad con acumulación de derrubios, y en las cubetas formas periglaciares como los bloques aradores o los suelos almohadillados.

Su génesis es glaciar, vinculada al Pleistoceno superior, mientras que su dinámica actual se limita al modelado periglaciar y procesos de tipo palustre y de laderas. El modelado glaciar soporta una gran diversidad de hábitats asociados a las turberas, la laguna y las charcas, las morrenas, las laderas y los afloramientos del sustrato. Su accesibilidad es mala por su lejanía a las pistas y el acceso por senderos, lo que deriva en una alta naturalidad y usos limitados al pastoreo, en la actualidad con muy baja presión ganadera, y al excursionismo. Los valores geomorfológicos se complementan con los restos de las instalaciones ganaderas trashumantes, hoy en ruinas, y con la riqueza vegetal, adaptada a los elementos geomorfológicos (turberas en las cubetas, praderas en cubetas, pinar en las morrenas). Se trata de un LIGm de elevado valor por su representatividad y potencial estético y educativo.

Como orientación de uso se propone el mantenimiento de un uso moderado, promoviendo las visitas a pie de tipo excursionista con contenidos culturales (geográficos, etnográficos, biológicos), y evitar la construcción de infraestructuras, tales como nuevas sendas, caminos, pistas o refugios, que alteren su naturalidad y posibiliten un aumento de la frecuentación o masificación.

TABLA 8.
LIGm número 2

Identificación	Nombre: **Circo glaciar de la Gamella y laguna de la Chopera**		Lugar: Sierra de Cebollera
Situación	Término municipal: Villoslada de Cameros	Coordenadas: X529 340,93 Y4650 806,11	Altitud: 1.945 m
Geomorfología	Tipo	Lugar representativo	
		Circos glaciares	
	Génesis	Glaciar	
	Morfología	Circo glaciar polilobulado, con cuatro complejos morrénicos y escalonado con una sucesión de cubetas y umbrales. En los circos, las cubetas están colmatadas y se han desarrollado turberas, excepto en la laguna. En las laderas se dan procesos de laderas con solifluxión activa, acumulación de derrubios y procesos nivoperiglaciares	
	Dinámica	Periglaciar de tipo palustre y de laderas	
	Cronología	Pleistoceno superior	
	Interés principal	Glaciar	
	Interés secundario	Periglaciar	
	Atribución del LIGm	Modelado glaciar	
Usos	Contenido cultural	Pastoreo	
	Accesibilidad	Baja, acercamiento por pista y llegada entre bosques	
	Grado de interés	Alto, por su representatividad	
	Estado de conservación	Alto, sin alteraciones humanas visibles	
	Usos actuales	Deportivo (excursionismo) y forestal	
	Comunicaciones	Pista forestal hasta unos 2,5 kilómetros	
	Infraestructuras		
	Impactos	Moderados, ganadería, excursionismo	
	Situación legal	Espacio Natural Protegido, Red Natura 2000 (LIC y ZEPA), Reserva Regional de Caza e IBA	

Núm. 36 (2018), pp. 45-81
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

TABLA 9.
Valoración de la LIGm número 2

Identificación	Lugar: Sierra de Cebollera	Nombre: **Circo glaciar de la Gamella y laguna de la Chopera**	Número: 2
Situación	Término municipal: Villoslada de Cameros		
	Coordenadas: X 526 017,44 / Y 4 654 702,53		Altitud: 1.945 m
Tipo de LIGm	Elemento singular. Fluvial, cascada		**VALORACIÓN**
Valores intrínsecos	Génesis		4
	Morfoestructuras	Litología	2
		Tectónica	1
	Geología		3
	Morfología	Formas de erosión	**4**
		Formas de acumulación	**5**
	Dinámica	Heredados	**2**
		Activo	**3**
	Cronología		**3**
		Valoración	**28 (media)**
Valores añadidos	Valoración paisajística y estética		**7**
	Elementos culturales	Asociación a elementos de valor patrimonial	**1**
		Contenido cultural	**0**
		Contenido histórico	**3**
	Elementos didácticos y científicos	Recursos pedagógicos	**4**
		Niveles pedagógicos	**5**
		Áreas científicas	**3**
		Representatividad científica	**4**
	Contenidos turísticos	Contenido turístico	**1**
		Atracción turística	**3**
		Valoración	**31 (media)**
Valores de uso y gestión: evaluación	Fragilidad	Accesibilidad	**0**
		Frecuentación	**1**
		Fragilidad	**1**
		Intensidad de uso	**2**
		Impactos	**2**
		Vulnerabilidad	**1**
	Potencialidad de uso	Valores	**4**
		Estado de conservación	**2**
		Accesibilidad	**1**
		Condiciones de observación	**2**
		Riesgo de degradación	**2**
		Límite de cambio aceptable	**1**
		Valoración	**19 (alta)**

5.3. LIGm del Parque Natural Sierra de Cebollera

El modelado glaciar (LIGm 2, 3; figuras 6, 7 y 8) soporta una gran diversidad de hábitats asociados a las turberas, la laguna y las charcas, las morrenas, las laderas y los afloramientos del sustrato. Su mala accesibilidad deriva en una alta naturalidad y usos limitados al pastoreo, de modo que los valores geomorfológicos aúnan la belleza estética derivada de los elementos glaciares y la fácil interpretación del modelado con instalaciones ganaderas trashumantes, hoy en ruinas, y con la riqueza vegetal, adaptada a los elementos geomorfológicos. Otros elementos con alto valor paisajístico son los tectónicos y estructurales, como La Nava (LIGm 4, figura 9) y Pico Yerre (LIGm 10, figura 10) donde lo geomorfológico está íntimamente imbricado con los humano, y en particular con los usos ganaderos y la calzada romana en La Nava, o la presencia de un castro militar altomedieval con amplia muralla ciclópea y restos de chozos circulares (Tejado, 2011), todo ello con altos valores educativos, divulgativos y turísticos.

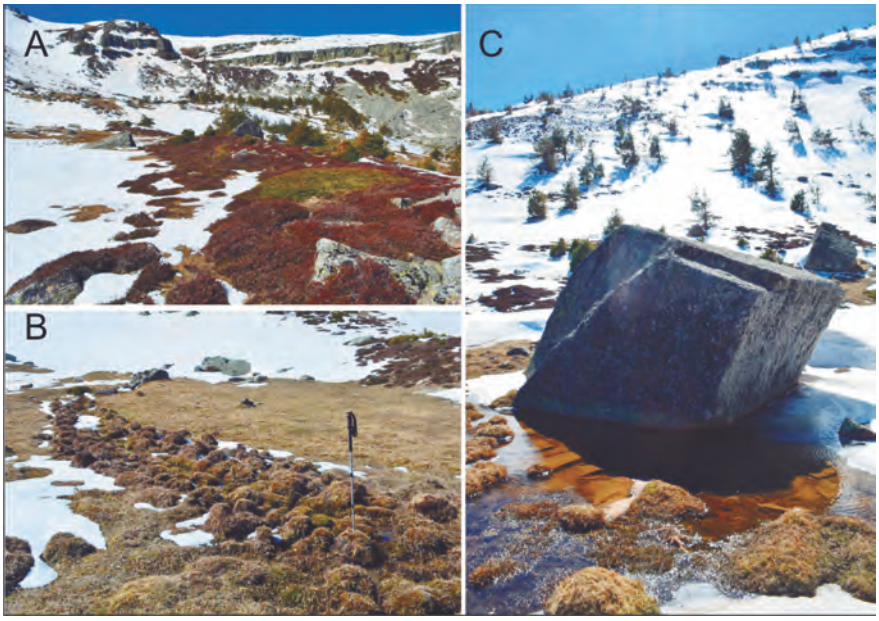


Figura 6. Circo glaciar de La Gamella. A, vista general de las paredes del circo. B, suelos almohadillados generados por la saturación y congelamiento de la formación superficial. C, Bloque errático en el fondo del circo.

Núm. 36 (2018), pp. 45-81
ISSN 0213-4306 | Zubía

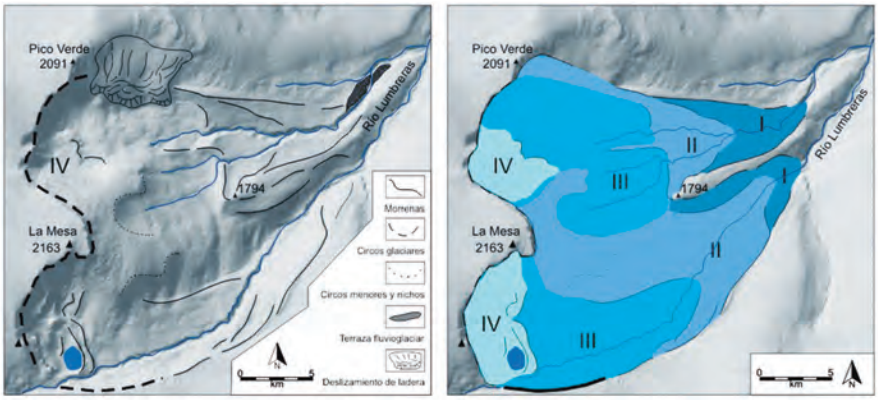


Figura 7. Esquema geomorfológico y evolución glaciar del circo de La Gamella. Los números romanos, I, II, III y IV hacen referencia a las distintas fases de avance y equilibrio señaladas por las morrenas desde el LGM (I) hasta el finiglaciar (IV).

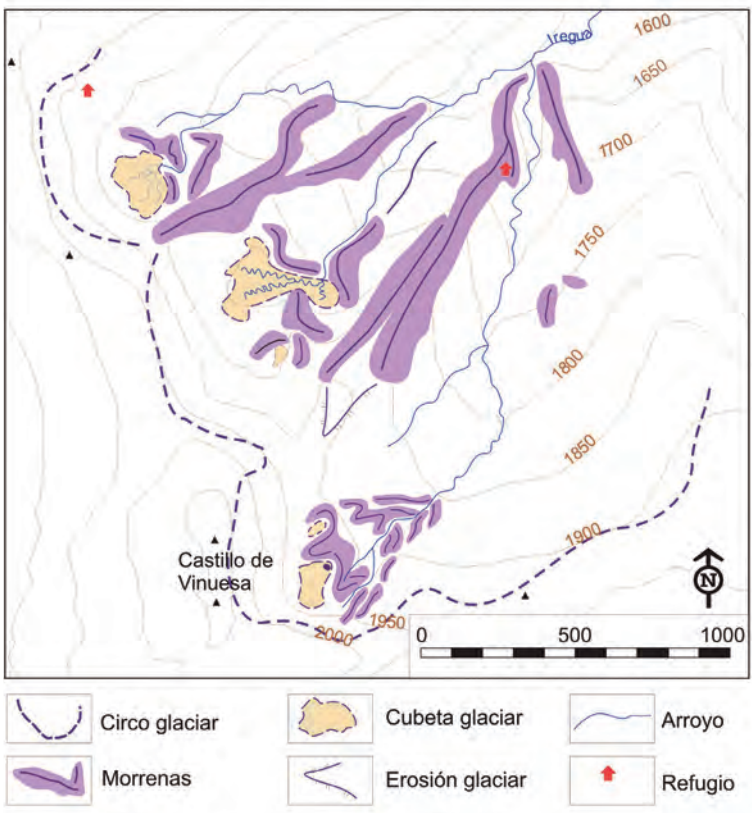


Figura 8. Geomorfología glaciar de Los Hoyos de Iregua.



Figura 9. Esquema geomorfológico de La Nava.

Núm. 36 (2018), pp. 45-81
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

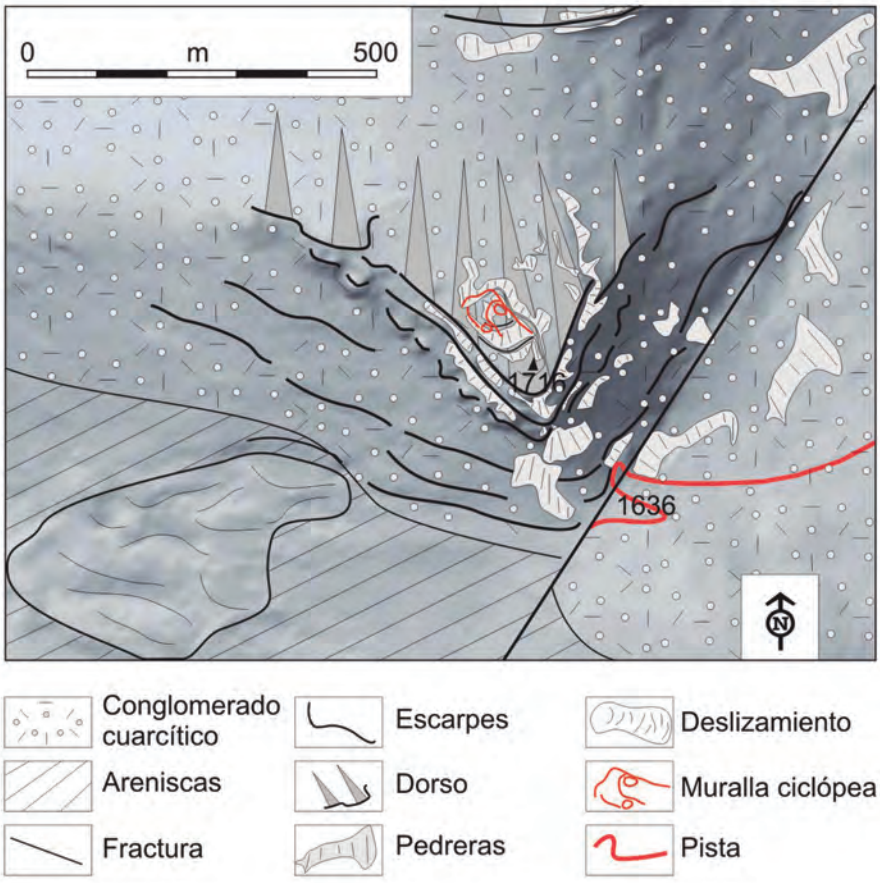


Figura 10. Esquema geomorfológico del Pico Yerre.

Los procesos periglaciares han dejado huellas relictas (LIGm 6 y 7, figura 4D) y activas. Las primeras son testigos de los periodos fríos Pleistocenos con una importante función hidrológica y ecológica, pues regulan el drenaje de las cabeceras y la fusión nival, y un relevante componente paisajístico. Las activas se sitúan en la zona de cumbres (LIGm 8 y 9; Figura 11), y poseen un atractivo excursionista y montañero, destacando el tor de Pico Verde como cumbre y punto panorámico, muy visible y fácilmente identificable.

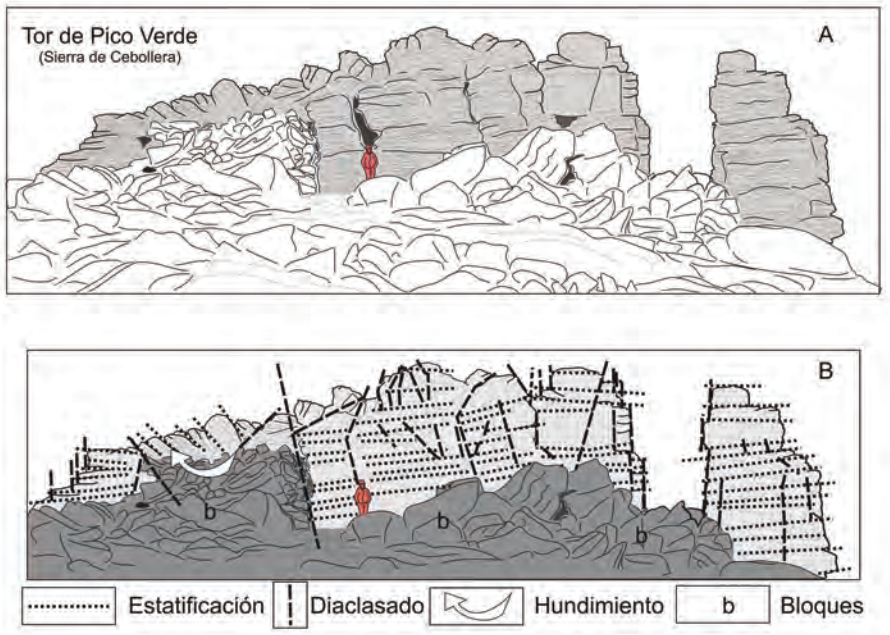


Figura 11. El tor de Pico Verde. Configuración y estructura.

6. EVALUACIÓN DE LOS LIGm Y ORIENTACIONES DE USO

Los 12 Lugares de Interés Geomorfológico seleccionados poseen notables diferencias en sus valores intrínsecos, añadidos y de uso y gestión (tabla 10). De este modo, el equilibrio entre los diferentes valores asignados a los LIGm resulta un factor fundamental para su atractivo, desde un punto de vista polivalente. Los LIGm con valores bajos aunque equilibrados, tienen un valor o atractivo menor que aquellos con alguno de sus valores notablemente más altos. Cuando sólo un valor es alto, el atractivo del LIGm se centrará en un aspecto concreto, mientras que si los dos primeros (por ser valores intrínsecos y añadidos, los que afectan al interés del visitante), tienen un porcentaje similar sobre el total, la atracción del mismo se desarrollará en todos los aspectos, pudiendo atraer a personas con intereses diferentes (científico, cultural, turístico, etc). Los valores de uso y gestión, referidos a la protección o fomento de dichos lugares, se dirigen a los gestores del PN, aportando orientaciones sobre la capacidad de uso e intervención sobre los mismos. Esta valoración es independiente del interés de los elementos seleccionados, pues sirve para tener en cuenta la posibilidad de actuación dentro de ellos y avanzar en análisis sectoriales como capacidad de carga, sensibilidad al cambio o necesidades de uso o conservación.

Núm. 36 (2018), pp. 45-81
ISSN 0213-4306 | Zubía

Tabla 10.
Valoración de los LIGm del PN Sierra de Cebollera

Nº	Lugares de Interés Geomorfológico	Tipo	Atribución del LIGm	Valor Intrínseco[1]		Valor añadido[2]		Valor de uso y gestión[3]	
1	Cascada de Puente Ra	ES	Modelado fluvial	18	Bajo	18	Bajo	19	Muy alto
2	Circo glaciar de la Gamella / Laguna de la Chopera	LR	Modelado glaciar	28	Medio	31	Medio	19	Muy Alto
3	Circo glaciar Hoyos de Iregua	LR	Modelado glaciar	24	Medio	35	Medio	15	Alto
4	Laguna de la Nava	LS	Modelado tectónico-lacustre	27	Medio	21	Medio	11	Medio
5	Deslizamiento de Pico Lobos	LR	Dinámica de laderas	11	Bajo	10	Muy Bajo	16	Muy Alto
6	Corriente de bloques Hoyo Pedroso	ER	Modelado periglaciar	11	Bajo	9	Muy Bajo	15	Alto
7	Corriente de bloques del Aspa	LR	Modelado periglaciar	11	Bajo	8	Muy Bajo	15	Alto
8	Superficie periglaciar de La Mesa	LS	Modelado periglaciar	20	Medio	20	Medio	16	Muy Alto
9	Tor de Pico Verde	ER	Modelado periglaciar	12	Bajo	16	Bajo	16	Muy Alto
10	Relieve estructural de Pico Yerre	LR	Modelado morfoestructural	19	Bajo	18	Medio	16	Muy Alto
11	Deslizamiento del Maguillo	ER	Dinámica de laderas	12	Bajo	11	Muy Bajo	15	Alto
12	La Blanca - Iregua	LR	Modelado fluvial	16	Bajo	15	Alto	17	Muy Alto

1, valor entre 0 y 50. 2, valor entre 0 y 70. 3, valor entre 0 y 20. ES, elemento singular. LS, lugar singular. ER, elemento representativo. LR, lugar representativo.

Los valores obtenidos (Tabla 10) son muy variados y cabe destacar que los LIGm seleccionados se refieren a aquellos lugares o elementos con interés sobresaliente en el conjunto del Parque Natural, bien por su particularidad o por su carácter representativo a partir de sus características, que hacen que sea expresivo y fácilmente comprensible. En el caso de los LIGm referidos a los circos glaciares (Hoyos de Iregua y La Gamella/La Chopera), se refieren a agrupaciones de elementos que, por su cercanía y relación han sido considerados conjuntamente.

Los lugares con mayor valor en el cómputo global son los dos referidos a los circos glaciares anteriormente mencionados y la Laguna de la Nava, debido a que la valoración intrínseca y añadida presenta cifras notablemente superiores al resto de LIGm. Sin embargo, en la valoración de uso y gestión la puntuación asignada es más baja, en líneas generales, que en el resto de LIGm, pues son los elementos más necesitados de una protección para su conservación, por su interés científico, cultural y excursionista, de modo que no se considera la potenciación de su uso. De este modo, los lugares mejor valorados científica y culturalmente son precisamente los que tienen una menor puntuación en uso y gestión, resultando necesario buscar el equilibrio entre la frecuentación, los tipos de usos y los posibles impactos.

En un segundo lugar, respecto a la valoración global, se encuentran la superficie periglaciar de La Mesa, el relieve estructural de Pico Yerre y la Cascada de Puente Ra. Esta última es el elemento más visitado del Parque debido al atractivo estético por la espectacularidad de su morfología. La valoración de uso y gestión es baja respecto al resto de LIGm por la presión turística y los impactos negativos que soporta.

Finalmente, los LIGm con menor atractivo son el deslizamiento del Pico Lobos y las dos corrientes de bloques. En el caso del primero, destaca la existencia de otro deslizamiento considerado como LIGm con mejor accesibilidad, visibilidad y proximidad a Villoslada de Cameros, de modo que posee mayor interés (didáctico) aunque es más pequeño. Respecto a las corrientes de bloques, a pesar de su expresividad e interés científico y como indicador paleoclimático y paleogeomorfológico, la dificultad de acceso y de observación limita su valoración.

Los LIGm más valorados (tabla 10) tienen estimaciones medias o bajas tanto en la valoración científica como añadida, si bien la puntuación es mayor que en el resto. Esto nos indica que en el PN de la Sierra de Cebollera no existen lugares o elementos que presenten un interés especialmente alto, ni de forma intrínseca, ni cultural, de hecho, no figuran en los inventarios nacionales o internacionales. Tampoco el contenido cultural es alto, de modo que ni los elementos geomorfológicos enmarcan bienes culturales, salvo los heredados de la tradición ganadera y trashumante, plasmada en los vestigios de chozos de pastores o cerradas de ganado, algunos restos romanos o los altomedievales aislados, ni estos complementan la riqueza geomorfológica. Sólo existen dos casos donde el valor añadido es mayor que el científico**,** en los Hoyos de Iregua, donde el uso ganadero y los restos trashumantes au-

mentan su contenido cultural, junto al paisajístico, y la presencia de un refugio de caza. En el tor de Pico Verde el contenido paisajístico es el responsable del valor añadido por su situación en altitud y al borde del frente de un circo glaciar.

La modesta valoración de los LIGm seleccionados no los desvincula del elevado valor a escala local, en el marco de un PN donde los elementos naturales sobresalientes deben ser valorados y protegidos. Aunque son los paisajes, hábitat y ecosistemas, como elementos integradores de los valores del parque los que expresan su riqueza, y considerar las especies, formaciones vegetales y geológicas, geoformas o asociaciones de geoformas, es importante para una visión integradora del ENP. Introducir la geodiversidad en la comprensión global de la naturaleza, mediante ejemplos puntuales, representativos y singulares a la escala local, apoya además la comprensión de los paisajes y hábitats del PN.

7. CONCLUSIÓN

El PN de la Sierra de Cebollera alberga una amplia riqueza geomorfológica, en algún caso muy significativa, como el modelado glaciar, el periglaciar o de laderas, que trascienden su valor local, base de su paisaje de dominante natural y de los hábitats que lo conforman. Entre los múltiples elementos individuales del relieve del Parque Natural se han inventariado 12 lugares de interés geomorfológico que poseen unos valores intrínsecos, añadidos y de uso y gestión que forman parte de los elementos patrimoniales del PN. Estos elementos poseen un valor global y particular de la naturaleza del PN en relación con la diversidad natural (biodiversidad+geodiversidad) de modo que permiten explicar la organización y dinámica del medio natural y del paisaje del Parque Natural. Los tres LIGm singulares y los nueve representativos conforman un conjunto de elementos capaces de encarnar lo más excepcional y explicativo del relieve y el modelado del parque al tiempo que aportan un elevado valor para la interpretación y valoración por los visitantes (turistas, excursionistas, estudiantes o naturalistas), de tal modo que son una realidad complementaria de los elementos bióticos de la naturaleza del parque.

Los LIGm de mayor interés alcanzan valores más bajos de uso y gestión de modo que destaca su necesidad de conservación y evitar la alteración de los mismos. Dominan los lugares sobre los elementos y los primeros presentan valores más altos, tanto los representativos como los singulares, acogen mayor variedad de formas de relieve, son de mayor extensión y poseen potenciales de uso didáctico, excursionista y turístico más amplio. Los elementos son puntuales, por lo que tienen menor atractivo que los lugares. Los elementos y lugares singulares tienen más valores, dada su excepcionalidad, y por tanto más atractivo, que los representativos.

Los valores de uso y gestión de todos los lugares seleccionados son altos o muy altos, de modo que difundir e incrementar el atractivo de los LIGm permitirá acrecentar el conocimiento y la comprensión de la naturaleza del

PN por los visitantes. Para ello es necesaria la incorporación de los elementos y lugares geomorfológicos a los centros de interpretación y la documentación, mediante explicaciones que incorporen el modelado. Se hace necesario, de este modo, el estudio y difusión de la geomorfología del Parque para una completa comprensión del mismo. Los LIGm con mayor valoración son los de origen glaciar, representativos de la Cordillera Ibérica y del PN, y significativa de la acción glaciar en la Sierra de Cebollera, bien conocida, pero escasamente comprendida por los visitantes, y ejemplo del potencial didáctico, cultural y turístico de estas formas capaces de condicionar los paisajes y usos tradicionales de la alta montaña. Junto a ellos, los elementos de origen morfoestructural, tectónico-lacustre, periglaciar, fluvial y de laderas completan el amplio rango de geoformas de especial interés.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte del Proyecto VA029G18 (JCyL-GIR PANGEA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso Otero, F., Arenillas, M. y Sanz Ridruejo, P. (1982). La morfología glaciar en las montañas de Castilla La Vieja y León. En: *El espacio geográfico de Castilla La Vieja y León.* Consejo General de Castilla y León, Burgos, 23-43.

Árnaez, J. (1987). Factores de distribución de grandes movimientos en masa en el sistema ibérico riojano. *Estudios Geográficos,* 189, 535-552.

Astier, J. y Latorre, F. J. (1980). El glaciarismo cuaternario en la Sierra de Cebollera. Obra Cultural Caja de Ahorros y Préstamos de Soria, Soria.

Atilano, A. (1999). El Parque Natural de la Sierra de Cebollera. Guía de interpretación. Gobierno de La Rioja. Logroño.

Barbazán, J. M., Pozo, E. y Calvo, J. A. (1981). El glaciarismo de la Sierra de Cebollera. Obra Cultural Caja de Ahorros y Préstamos de Soria, Soria.

Bruschi, V. M. y Cendrero, A. (2005). Geosite evaluation; can we measure intangible values? *Quaternario* 18(1), 291-306.

Cámara, P. y Durántez, O. (1982). Mapa Geológico de España, Hoja 279 Villoslada de Cameros. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.

Carandell, J. y Gómez de Llarena, J. (1918). El glaciarismo cuaternario en los Montes Ibéricos. *Trabajos Museo nacional de Ciencias Naturales, secc. Geología,* nº 22, Madrid.

Cendrero, A. (2000). Patrimonio geológico; diagnóstico, clasificación y valoración. En Palacio, J. (ed.) *Jornadas sobre Patrimonio Geológico y Desarrollo Sostenible.* Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 23-37.

Dóniz, J., De Jesús, J., Zamorano, J. y Becerra, R. (2013). El patrimonio geomorfológico de los volcanes de El Malpaís de Güímar (Tenerife, España)

y Parícutin (Michoacán, México): implicaciones geoturísticas. *Cuadernos del Museo Geominero,* 15, 39-48.

Dóniz, J., Becerra, R., González, E., Guillén, C. y Escobar, E. (2011). Geomorphosites and geotourism in volcanic landscape: the example of La Corona del Lajial cinder cones (El Hierro, Canary Islands, Spain). *GeoJournal of Tourism and Geosites,* 8, 2, 185-197.

Fernández Fernández, J. M., Palacios, D., García Ruiz, J. M., Andrés, N., Schimmelpfennig, I., Gómez Villar, A., Santos, J., Álvarez Martínez, J., Arnáez, J., Úbeda, J., Léanni, L. y ASTER Team (2017). Chronological and geomorphological investigation of fossil debris-covered glaciers in relation to deglaciation processes: A case study in the Sierra de La Demanda, Northern Spain. *Quaternary Science Reviews*, 170, 232-249. doi.org/10.1016/j.quascirev. 2017.06. 0340277-3791.

García Ruiz, J. M. (1979). El glaciarismo cuaternario en la Sierra de La Demanda (provincias de Logroño y Burgos). *Cuadernos de Investigación Geográfica,* 5 (2), 3-26.

García Ruiz, J. M. y Arnáez, J. (coord.) (1994). Geografía de La Rioja. Fundación Caja Rioja, Logroño.

García Ruiz, J. M., Ortigosa, L., Pellicer, F. y Arnáez, J. (1998). Geomorfología glaciar del Sistema Ibérico. En: *Las huellas glaciares de las montañas españolas* (A. Gómez-Ortíz y A. Pérez Alberti, eds.). Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 349-381.

García Ruiz, J. M., Gómez Villar, A., Arnáez, J. y Ortigosa L. (2007). Villoslada de Cameros, La Rioja (MTN 279). Mapa Geomorfológico. Instituto de Estudios Riojanos, Logroño.

González Amuchastegui, M. J., Serrano, E. y González García, M. (2014). Lugares de interés geomorfológico, geopatrimonio y gestión de espacios naturales protegidos: el Parque Natural de Valderejo (Álava, España). *Revista de Geografía Norte Grande,* 59, 45-64.

González Trueba, J. J. y Serrano, E. (2008). La valoración del patrimonio geomorfológico en Espacios Naturales Protegidos. Su aplicación al Parque Nacional de los Picos de Europa. *Boletín de la A.G.E.,* 47, 175-194.

Gonzalo, A. N. (1985). La red fluvial riojana. Problemas de trazado. En: *Actas del I coloquio sobre Geografía de La Rioja*. Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, 24-29.

Oliva, M., Serrano, E., Gómez-Ortiz, A., González-Amuchástegui, M. J., Nieuwendam, A., Palacios, D., Pérez-Alberti, A., Pellitero-Ondicol, R., Ruiz-Fernández, J., Valcárcel, M., Vieira, G. y Antoniades, D. (2016). Spatial and temporal variability of periglaciation of the Iberian Peninsula. *Quaternary Science Reviews,* 137, 176-199.

Ortigosa, L. (1985). Glaciares rocosos en la Sierra de Cebollera (Sistema Ibérico). En: *Actas del I Coloquio sobre Geografía de La Rioja,* Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, 55-67.

Ortigosa, L. (1986). Geomorfología glaciar de la Sierra de Cebollera (Sistema Ibérico). Instituto de Estudios Riojanos, Logroño.

Ortigosa, L. (1994). Las Sierras de Urbión y Cebollera. En: *Geografía de la Rioja 1: El relieve.* Caja Rioja, Logroño, Vol. 1, 62-72.

Ortigosa, L. y García Ruiz, J. M. (2007). Glaciarismo en la Sierra de Cebollera, Sistema Ibérico. En: *Espacios Naturales y Paisajes en La Rioja* (J. Arnáez y J. M. García Ruíz, eds.). Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, 95-105.

Panizza, M. (2001). Geomorphosites: concepts, methods and examples of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin,* 46, 4-6.

Parque Natural Sierra de Cebollera (2015). Plan de uso público del Parque Natural de la Sierra de Cebollera (2015-2020). Gobierno de La Rioja. Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Logroño.

Pellitero, R., González Amuchastegui, M. J., Ruiz Flaño, P. y Serrano, E. (2010). Geodiversity and geomorphosite assesment applied to a natural protected area: the Ebro and Rudron Gorges Natural Park (Spain). *Geoheritage,* 3, 163-174.

Regolini, G. (2011). Cartographier les géomorphosites. Objectifs, publics et propositions méthodologiques. Faculté des géosciences et de l'environnement, Université de Lausanne, Lausanne.

Reynard, E. (2005). Géomorphosites et paysages. *Geomorphologie,* 3, 181-188.

Reynard, E. (2009). Geomorphosites and landscapes. In: *Geomorphosites* (Reynard, E., Coratza, P., Regolini-Bissig, G., eds.), Pfeifel Ed. Munchen, 21-34.

Reynard, E. and Panizza, M. (2005). Geomorphosites. Definition, assessment and mapping. *Géomorphologie,* 3, 177-180.

Ruiz Flaño, P., Errea, M. P., Arnáez, J., Oserín, M. y Lasanta, T. (2010). El paisaje del alto valle del Iregua en los últimos 50 años. Evolución y estructura. *Zubía,* 28, 31-48.

Sánchez Garrido, R. (2010). Percepción medioambiental y construcciones culturales: el parque Natural de la Sierra de Cebollera. Instituto de Estudios Riojanos, Logroño.

Sánchez Garrido, R. (2013). El proceso de creación de un espacio protegido: El Parque Natural de la Sierra de Cebollera (La Rioja). *Revista de Antropología Experimental,* 13 (29), 487-505.

Sanz Pérez, E. (1986). Huellas glaciares en la Sierra de Cebollera. En: *Quaternary Climate in Western Mediterranean,* UAM, Madrid, 65-81.

Sanz Pérez, E. (2001). Las montañas de Urbión, Cebollera y Cabrejas. Geomorfología y patrimonio geológico. *Temas Sorianos* nº 43, Excma. Diputación Provincial de Soria. Soria.

Sanz Pérez, E. y Pellicer, F. (1993). El periglaciarismo de la Sierra de Cebollera (Soria y La Rioja). *Cuaternario y Geomorfología,* 7, 113-127.

Serrano, E. y González Trueba, J. J. (2005). Assessment of geomorphosites in natural protected areas: the Picos de Europa National Park (Spain). *Geomorphologie,* 3, 197-208.

Serrano, E. y Ruiz Flaño, P. (2007). Geodiversity. A theoretical and applied concept. Geographica Helvetica. *Swiss Journal of Geography,* 3, 62, 140-147.

Serrano, E. y Ruiz Flaño, P. (2009). Geomorphosites and Geodiversity. En: *Geomorphosites* (Reynard E., Coratza P., Regolini-Bissig, G., eds.). Pfeifle Eds., Munich, 51-63.

Serrano, E., González Amuchastegui, M. J. y Ruiz Flaño, P. (2009). Gestión ambiental y geomorfología: valoración de los lugares de interés geomorfológico del Parque Natural de las Hoces del Alto Ebro y Rudrón. *Cuaternario & Geomorfología,* 23, 65-82.

Serrano, E. y González Trueba, J. J. (2011). Environmental education and landscape leisure. Geotourist map and geomorphosites in the Picos de Europa National Park. *Geojournal of Tourism and Geosites,* 2 (8), 309-318.

Tejado, J. M. (2011). Castros militares altomedievales en el alto valle del Iregua (La Rioja, España): una realidad 'poco común'. *Archeologia Medievale,* 38, 137-181.

UNESCO (1972). United Nations educational, scientific and cultural organization convention concerning the protection of the world cultural and natural heritage. 17 Session General Conference, UNESCO, Paris.

Zubía 36 83-142 Logroño 2018

LOCALIZACIÓN, DESCRIPCIÓN Y ACCESOS A LAS ACEBEDAS DEL ALTO NAJERILLA, COMARCA DE LAS SIETE VILLAS (LA RIOJA)*

JOSÉ Mª PÉREZ TAMAYO[1]

RESUMEN

Los acebos forman bosques de pequeño tamaño en la zona del Alto Najerilla, en La Rioja. En este trabajo se han identificado trece acebedas. Se han tomado datos de estas acebedas desde el punto de vista forestal y se han propuesto accesos para su visita. De la observación de dichos acebales se han obtenido unas conclusiones en relación al área ocupada, las interacciones con otras especies o el uso dado a la especie.

Palabras clave: acebeda, Alto Najerilla, La Rioja, descripción forestal.

The holly tree form forest of small size in the region of Alto Najerilla, in La Rioja. In this work, thirteen holly forests have been identified. It has been taken information about these woods from forestry viewpoint and it has been proposed access to visit them. From the observation of this holly forests some conclusions have been obtained in relation to the occupied area, the interactions with other species or the ancient use to the species.

Key words: *holly forest, Alto Najerilla, La Rioja, forest description.*

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Características de la especie: el acebo (*Ilex aquifolim* L.)

1.1.1. Descripción

El acebo es un árbol de tipo lauroide, dioico de pequeña altura, aunque puede llegar a superar los 14 metros. Es el único representante de este género en Europa.

* Registrado el 2 de julio de 2018. Aprobado el 7 de noviembre de 2018.
Trabajo ganador del primer premio 7 villas de investigación, concedido por el Colectivo 7 Villas del Alto Najerilla de La Rioja.

1. chemaforestal@hotmail.com.

El nombre científico del acebo, *Ilex*, es debido a que los romanos denominaban así a la encina y la hoja del acebo se le parece (López, 1995). En latín el nombre del acebo es *acifolium* o *acifúlum*, a*cer* deriva de pinchudo y *folium* hoja, es decir hoja pinchuda.

La familia *aquifoliaceae*, aquifoliáceas, son árboles y arbustos que generalmente se distribuyen por los trópicos y zonas templadas por todo el mundo, aunque hay un mayor número de especies en Asia y América. Son unas 400 especies de las cuales la mayoría pertenece al género *Ilex* y solo doce son de los otros dos géneros de la familia.

Mencionar por su interés económico y cultural la especie *Ilex paraguensis* St. Hil, la yerba mate. Esta especie se toma en infusión, principalmente en el cono sur americano y tiene propiedades estimulantes debido al alcaloide cafeína (López, 1995).

En la laurisilva macaronésica se encuentran cuatro taxones más del genero *Ilex* L. (*Aquifoliceae*): *Ilex azorica* Gand. endémica de las Azores, *Ilex canariensis* Poir., llamado aceviño endémica de las Islas Canarias y Madeira y el *Ilex perado* Aiton con dos subespecies en las Islas Canarias: *Ilex perado* ssp. *Platyphylla* (Webb & Berthel) Tutin y el *Ilex perado* ssp *lopezlilloi* (G. Kunkel) A. Hansen & Sunding siendo este último un endemismo de la isla de La Gomera en peligro crítico de extinción (González, 2011).

El acebo es un árbol cuya longevidad puede ser superior a los cien años. El tronco tiene la corteza lisa y de color verdoso (imagen 3). La hoja es perenne y lustrosa. Éstas son alternas, muy rígidas y coriáceas. Simples, totalmente lampiñas y relucientes, posee el borde ondulado y fuertemente espinoso (imagen 1), aunque las hojas de las partes altas pueden carecer de dichas espinas (imagen 2). Tiene el rabillo bien desarrollado.

Las raíces son extensas, profundas y, muchas, también superficiales que originan un gran rebrote dando lugar a densas matas.

La especie es, en origen, de ambientes subtropicales. Es por ello que requiere humedad y no mucho frío.

Se desarrolla preferentemente en suelos ácidos o descarbonatados, húmedos y con cierta profundidad (Gomez *et al.*, 1997). El suelo suele ser bien desarrollado, tipo cambisol húmico, con un horizonte A úmbrico y con buena permeabilidad.

Los acebos se sitúan en laderas con una pendiente no muy elevada. Aunque esta característica puede deberse a factores antrópicos ya que en las zonas más llanas las masas forestales han sido muy castigadas (Arrieta, 2009).

Las bajas temperaturas no le favorecen siendo el factor limitante en Europa continental, ya que está ausente con una temperatura media del mes más frio inferior a -1ºC y la temperatura media del mes más cálido inferior a 12ºC (Arrieta, 2009). Parece ser que se nota un desplazamiento hacia latitudes septentrionales de la especie que puede deberse al incremento de las temperaturas detectadas en las últimas décadas (Arrieta, 2009). En las regiones

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***



Imagen 1. Detalle de hoja pinchuda de acebo en la dehesa de Abajo en Mansilla de la Sierra.



Imagen 2. Detalle de hoja lisa de acebo en la dehesa de Abajo en Mansilla de la Sierra.



Imagen 3. Detalle de la corteza de acebo en la dehesa de Abajo en Mansilla de la Sierra.

mediterráneas lo que condiciona la existencia de la especie es la falta de humedad, estimándose unas necesidades de 600 mm de precipitación media anual (Arrieta, 2009). La especie no parece que resista bien la sequía estival si ésta es muy acusada.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***



Imagen 4. Acebo lleno de frutos en la acebeda de San Bartolomé en Viniegra de Arriba.

En las montañas septentrionales de la península Ibérica vive entre los 800 y 1.600 metros de altitud, pudiendo alcanzar cotas de 1.800 m en Sierra Nevada (Oria de Rueda, 1992).

Vive bien a la sombra de otras especies, es umbrófila tolerante ya que, de una clasificación de nueve grados de tolerancia de las especies arbóreas de la Península Ibérica, está calificada como de grado ocho (Sevilla, 2008). Forman muchas veces el sotobosque de otros árboles, como pueden ser robledales, hayedos o pinares de silvestre, siendo menos frecuente en rebollares, quejigales o pinares de *Pinus nigra*.

En el levante de la península Ibérica se puede desarrollar en encinares montanos húmedos (Gomez *et al.*, 1997), como los existentes en el Maestrazgo.

Mencionar que en el norte de África en ocasiones se desarrolla en bosques de ribera.

La especie tiene una gran capacidad para emitir renuevos de la parte inferior del tronco, así como generar brotes de raíz y regenera muy bien vegetativamente.

En ocasiones los acebos presentan puntisecados, caracterizados por un estado de decaimiento y pérdida de vigor de los pies con ramas secas, que puede llevar al incremento de la mortalidad.

Se reproduce por semillas. Dicha fructificación es anual y se forman, las semillas, en el interior de un fruto carnoso con de tres a cinco de ellas, de un rojo muy intenso o amarillo (imagen 4) que madura en invierno y permanece mucho tiempo en el árbol. Se produce más semilla cuando hay más luz.

La floración tiene lugar entre abril y junio, son flores blancas o sonrosadas y solitarias o frecuentemente en ramilletes en la axila de la hoja (López, 1995). Son flores unisexuales y, pese a que cada planta es de un género, tiene vestigios del otro sexo. Esto hace que, en determinadas ocasiones, asociadas a perturbaciones, pueden cambiar de sexo (Oria de Rueda, 1990). La polinización de la especie es anemófila y entomófila.

1.1.2. Distribución

Es una especie euroasiática y norteafricana. En Europa vive en climas templados llegando a alcanzar latitudes septentrionales altas como los casi 60º en las islas británicas (Gomez *et al.*, 1997), aunque está ausente de las zonas continentales frías y se encuentra más frecuentemente en las áreas de influencia atlántica. En cualquier caso, el género *Ilex* estaba mejor representado en Europa en el Plioceno.

En el norte de África es abundante en las montañas septentrionales (Rif, Djurdjura o Medjerda).

En la Península Ibérica es más común donde la humedad es mayor, es decir, en la zona noroeste de la misma: Galicia, Asturias, Cantabria y País Vasco, siendo menos frecuente en el Pirineo (Gómez *et al.*, 1997).

En el área central son todavía numerosas las poblaciones, apareciendo ya muy localizadas en las sierras béticas donde se encuentran en el gaditano Parque Natural de Los Alcornocales y en los canutos de la provincia de Málaga.

En cualquier caso, la mejor representación de las acebedas son las montañas del noroeste y algunos puntos del Sistema Ibérico y Central. Destacando el acebal de Garagüeta, en Soria, declarado Reserva Natural y constituido principalmente por una masa pura de acebo y pastizales de alta montaña que ocupa 180 ha (García, 2008).

En La Rioja, los acebales pertenecen a la región biogeográfica mediterránea y se considera que el acebo es la especie dominante en 672 ha y, acompañando a otras especies, en otras 912 ha (Fernández, 2015). Aparecen en la región generalmente como arbolado disperso con funciones tipo dehesa.

Las mejores acebedas riojanas se encuentran en las cumbres de Serradero, la zona de montaña del Cidacos, el Alto Najerilla y la Sierra de Cebollera, sin embargo, el acebal más famoso de la región se encuentra en Valgañón, en el Alto Oja. Este acebal está protegido según el Plan Especial de Protección del Medio Ambiente Natural de La Rioja (PEPMAN) (Fernández, 2015) y consiste en bosque denso.

Mencionar que la acebeda de Castroviejo es citada en el Cartulario de Arlanza del año 912 (Oria de Rueda, 1992).

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

1.1.3. Usos

La madera es muy pesada y no flota, es de color blanco o grisáceo, dura y difícil de trabajar, aunque se ha aprovechado para carpintería y construcciones de pequeñas dimensiones. Como resiste la pudrición se ha empleado para delimitar fincas mediante estacas de madera en el norte de la península Ibérica (Gómez *et al.*, 1997).

Se ha utilizado en economías de subsistencia para fabricar liga y poder capturar pequeñas aves (Oria de Rueda, 1990).

Es importante el uso que se da a las acebedas como refugio para el ganado (imagen 5) en verano por la sombra que proporcionan y como alimento.



Imagen 5. Ovejas refugiándose bajo los acebos en la acebeda de El Rebollar en Villavelayo.

Las ramillas se han usado como decoración navideña, el abuso de esta práctica estaba muy extendido lo que llevo a que, en los años 80 y 90 del pasado siglo, el acebo fuera la primera especie vegetal con medidas legales de protección propias (Arrieta, 2009).

Actualmente, prácticamente no se cortan pequeñas ramas con esa finalidad excepto en el entorno del acebal de Garagüeta que sí se hace, de forma regulada, para la realización de pequeña artesanía (centros florales, ramos, coronas, guirnaldas, etc.) permitiendo el desarrollo local. Este ejemplo de re-

colección controlada y ordenada supone un recurso forestal y una disminución del puntisecado que amenaza a distintas masas.

Como curiosidad, en La Rioja existe el rito de las Cien Doncellas en la localidad de Sorzano, en el que las jóvenes con vestido de novia y con ramos de acebo acompañan a la Virgen de la Hermedaña la cual, según la tradición, se apareció a un pastor en la rama de un acebo (Gonzalo, 1992).

Actualmente se han desarrollado variedades ornamentales con tonos y colores distintos para las hojas y se utiliza para setos ya que soporta muy bien la poda.

Mencionar el uso recreativo de las acebedas, como la de Garagüeta, que recibió 22.000 visitas en el año 2015, resultando un dato curioso que de las 4.391 personas que visitaron el centro de interpretación de la Casa del Parque, 900 lo hicieron el mes de diciembre, según publicó el periódico El Norte de Castilla el 1º de marzo de 2016.

1.1.4. Las acebedas

Se define acebeda o acebal como los bosques ocupados principalmente por acebos. El diccionario de la Real Academia de la Legua lo define como "sitio poblado por acebos".

Los acebos suelen vivir aislados o en pequeños grupos, aunque existen bosques puros monoespecíficos, que se caracterizan por la poca luz que dejan pasar a su interior y un sotobosque extremadamente pobre (imagen 6). Muchas comunidades de este tipo proceden de una alteración antrópica ya que los acebos formarían el sotobosque y, al talarse el arbolado, se generó este tipo de acebeda (Arrieta, 2009). En ocasiones, las acebedas han sido mantenidas y favorecidas por el hombre debido a la utilidad que proporcionaban (Oria de Rueda, 1992), como el caso de las dehesas boyales que generalmente aprovechaba el ganado vacuno. Actualmente estas dehesas tienen el arbolado decadente por falta de cuidados y gestión tradicional (Gil y Torre, 2007).

El fruto es consumido por pequeñas aves como mirlos, arrendajos o zorzales (*Turdus sp*) y mamíferos forestales (imagen 8), es muy importante el papel de los túrdidos como dispensador de la especie. El camachuelo a diferencia de otras especies, es capaz de partir la semilla (Oria de Rueda, 1990). Así mismo, son importantes las acebedas para la conservación del urogallo cantábrico (*Tetrao urogallus cantabricus*) (Arrieta, 2009) considerada una especie en peligro de extinción.

Otro aspecto importante de las masas de acebos para estas aves es la regulación térmica invernal que ofrecen, existiendo diferencias de hasta 5ºC entre el interior y el exterior de la masa y una capa de nieve 7 cm menor. También les proporciona refugio frente a depredadores (imagen 7).

Así pues, este tipo de arbolado suaviza las condiciones invernales para las aves y el árbol se beneficia, como ya se ha mencionado, por ser las aves agentes dispersantes de su simiente (Guitián, 1983).

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***



Imagen 6. Interior de acebeda monoespecífica en la dehesa de Abajo en Mansilla de la Sierra.



Imagen 7. Nido sobre acebo en la acebeda de Cobarajas en Villavelayo.



Imagen 8. Ardilla roja (*Sciurus vulgaris*) en la acebeda de Cobarajas en Villavelayo.

No solo para las pequeñas aves son importantes las acebedas, el corzo es sensible a copiosas nevadas (Oria de Rueda, 1990) y, gracias a que dentro de las acebedas la capa de nieve es menor, este tipo de masas forestales les ofrecen un refugio invernal (imagen 9).

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***



Imagen 9. Cierva debajo de acebo en una zona mixta de acebo hayedo de la dehesa de Abajo en Mansilla de la Sierra.

Las repoblaciones forestales facilitan la germinación de las semillas y el desarrollo de la especie, tal y como se puede apreciar en las de pino silvestre, llegando a superar el millar de plántulas por hectárea (Oria de Rueda, 1990). El ambiente umbroso es requerido para el cobijo de las plántulas en sus primeras fases de desarrollo y es más acusado en la región mediterránea. No solamente bajo los pinares se desarrolla la especie, también en los matorrales, siendo muy importantes para el desarrollo de ejemplares jóvenes (Arrieta, 2009). En las masas monoespecíficas este reclutamiento no se da por la competencia con los ejemplares de la misma especie ya desarrollados; en este tipo de bosques la fracción de cabida cubierta es del 100% y la densidad de 1.000 a 1.500 acebos por hectárea (Oria de Rueda, 1990).

Es por ello que estas comunidades de acebos con un dosel arbóreo de cinco a ocho metros de altura, son estables en el tiempo (Gomez *et al*., 1997) ya que no dejan que crezcan otras especies que acaben desplazándolas. Prácticamente las únicas plantas que hay son helechos umbrófilos de géneros *Blechum sp., Polypodium sp.* y *Asplenium sp.* (Oria de Rueda, 1990).

Por otra parte, el acebo puede hacer la misma función que hacen los pinares sobre él, al ofrecer protección a las jóvenes plántulas del escaso tejo (*Taxus baccata*) (imagen 10). Surgiendo una interacción positiva para ambos, denominada facilitación (García, 2007).



Imagen 10. Tejo saliendo bajo la protección que proporciona el acebo en el valle de Urbión en Viniegra de Abajo.

El acebo puede tener éxito como colonizador de zonas despejadas ya que, aunque es muy apetecible como comida, resiste muy bien al ramoneo y produce un cambio morfológico generando hojas muy pinchudas en la base (Sevilla, 2008) (imagen 11).



Imagen 11. Acebo con orla espinosa en el contorno de la base en la acebeda del valle Urbión en Viniegra de Abajo.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

Cuando las acebedas se aclaran por acción antrópica otras especies son capaces de entrar, pero la acebeda puede llegar a recuperarse o bien formar un mosaico intercaladas con otras especies ya que saca de las viejas cepas y raíces numerosos renuevos vegetativos (Gomez *et al*., 1997), lo que origina una estructura particular formando nutridos grupos que corresponden a distintas cepas y sistemas de raíces asociados.

En algunas zonas se pueden dar formaciones abiertas de acebos, siendo estos prácticamente la única especie arbórea presente (Arrieta, 2009). Son bosques abiertos formados por pies aislados o en pequeños grupos que adoptan un porte cónico.

La presión herbívora de ungulados ya sean domésticos o silvestres, puede ser un factor limitante para el desarrollo de las acebedas, la especie está considerada palatalmente como muy apetecible (Reque *et al*., 2011), especialmente en bosques caducifolios que hacen que los herbívoros consuman las especies perennifolias en invierno.

A modo de resumen podemos decir que existen tres tipos de acebedas (Arrieta, 2009): bajo el dosel arbóreo superior, monoespecíficas en mosaico y, finalmente, acebedas abiertas con pies aislados.

El primero de ellos es mayoritario en bosques de hayedos y mixtos, tanto en la región atlántica como mediterránea, así como en pinares de la región mediterránea, bajo los cuales los acebos llegan a desarrollarse muy bien, formando bosquetes relevantes.

El segundo tipo se suele encontrar en el Sistema Ibérico Norte y Cordillera Cantábrica. Son pequeños rodales en pastizal que pueden ser matorrales de distintos portes.

Y, finalmente, las acebedas abiertas que se pueden apreciar en Soria y el Moncayo zaragozano.

Según la directiva 92/43/CEE, en España se considera la presencia de unas 5.000 ha como dato de la ocupación del hábitat de bosques de *Ilex aquifolium*, dentro del trabajo de identificación y definición de regiones naturales de España relevantes para el desarrollo de la red Natura 2000 (Arrieta, 2009).

Se aprecia una disminución en la extensión de algunas acebedas de tipo monoespecífica o mosaico, debido al abandono de los usos tradicionales y, por otro, lado se aprecia un aumento de acebedas bajo el dosel arbóreo en pinares de repoblación. No se conoce bien la tendencia de las masas de acebos, pero se estima orientativamente una tendencia de reducción de las mismas en un 10% en las últimas décadas, en la región mediterránea y más cuanto más al sur se encuentran (Arrieta, 2009).

Los principales riesgos para las acebedas (Arrieta, 2009) son: el abandono de los usos tradicionales, los incendios forestales (más importantes en la región mediterránea), la presión humana por la recogida de ramillas en época navideña (actualmente no tiene tanta importancia como la tuvo en el pasado),

la alta presión herbívora tanto de animales silvestres como domésticos y el calentamiento global que provoca una menor supervivencia de ejemplares juveniles, menos vigor, menor viabilidad de las semillas…

Si las acebedas se aprovecharan para leñas, el ganado y, adecuadamente, como ramillas ornamentales, resultaría en beneficio para la comunidad y el arbolado (García, 2001).

1.2. La zona de estudio

1.2.1. Localización

La zona de estudio se sitúa en el suroeste de la Comunidad Autónoma de La Rioja y se suele denominar Alto Najerilla.

Incluye totalmente los términos municipales de: Brieva de Cameros, Mancomunidad de Canales-Villavelayo-Mansilla de la Sierra, Ventrosa, Viniegra de Abajo y Viniegra de Arriba, con una extensión total de 45.092,52 ha, según el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Alto Najerilla. Los núcleos de población se sitúan a una altitud entre los 881 m.n.m. de Viniegra de Abajo y los 1.182 de Viniegra de Arriba (PORN, 1996).

Todo el territorio está incluido dentro de Zona Especial de Conservación de Importancia Comunitaria que forma parte de la Red NATURA 2000, por la aplicación de la ley 4/2003, de las Directivas 79/409 y 92/43/CEE y el Decreto 9/2014. Se denomina "Sierras de Demanda, Urbión, Cebollera y Cameros".

Asimismo, las lagunas de Urbión, con 81,3 ha están incluidas en la Lista de Humedales de Importancia Internacional del Convenio Ramsar, desde febrero de 2006, siendo la única zona con esta figura de protección en La Rioja.

El área está delimitada geográficamente por la Sierra de la Demanda, los Picos de Urbión y las Sierras de las Hormazas y Camero Nuevo.

1.2.2. Climatología

La zona se ubica en terreno de sierra con un clima característico de montaña. Inviernos largos y fríos con precipitaciones frecuentes en forma de nieve y veranos cortos y frescos, presentando esta estación una relativa ausencia de precipitaciones, siendo el otoño y la primavera efímeras. Existen variaciones importantes debidas a la altitud y orientación.

Según los datos recogidos por el Instituto Nacional de Meteorología en las estaciones de Anguiano-Valvanera y Mansilla, en invierno las temperaturas medias oscilan entre los 3,4 ºC de Valvanera y los 4,5 ºC de Mansilla, alcanzando unos mínimos absolutos de -12,5 ºC en Valvanera y -16,3 ºC en Mansilla. El periodo de heladas afecta a ocho meses del año de octubre a mayo inclusive. En verano, la temperatura no supera los 20ºC de media.

Respecto a la precipitación, no se superan los 1.000 mm anuales, correspondiendo las máximas al otoño y la primavera, aunque son relativamente

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

constantes exceptuando los meses de julio y sobre todo agosto, que, aunque es el único mes seco, siempre llueve alcanzando aproximadamente un 20% de la media del conjunto de los meses.

En cuanto a los vientos, según el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Alto Najerilla, presentan en altura una componente mayoritaria del noroeste y afectan a las zonas más elevadas. La presencia del corredor que va desde el cerro Urbaña hasta los llanos de Canales facilita la circulación de los vientos noreste y suroeste barriendo las laderas y los fondos de valle.

1.2.3. Geología y litología

El área del Alto Najerilla se sitúa entre las Sierras de la Demanda y Urbión, pertenecientes al Sistema Ibérico. El registro sedimentario corresponde al Paleozoico, Mesozoico y Cuaternario, según el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Alto Najerilla, encontrándose materiales muy variados: pizarras, calizas, dolomías areniscas, conglomerados, arcillas y margas.

Presenta un relieve con líneas de cumbres en torno a los 2.000 m con una sucesión de collados y cimas redondeadas cayendo a fondos de valle estrechos, originando pendientes en torno al 20-50%. Las mayores se dan en laderas de los valles. Excepcionalmente, se encuentran vertientes escarpadas y crestas.

Existen formas glaciares en las zonas altas por encima de los 1.900 m. Estos procesos de glaciarización fueron más intensos y de mayor envergadura en la Sierra de Urbión que en la de la Demanda, debido a una topografía más favorable y una mayor capacidad de acúmulo de nieve.

La litología y sobre todo la complejidad tectónica de la zona aumentan la riqueza paisajística.

Los suelos son el resultado de procesos que han dado lugar a una distribución condicionada por el desarrollo de las comunidades vegetales y los cultivos. El primer factor condicionante lo constituye la base litológica existente, la mayor importancia de las unidades geológicas primigenias frente a procesos genésicos posteriores ha dado lugar a tipos de suelos con escasa variabilidad. Tanto la descripción como la cartografía se ha obtenido a partir de los datos del Instituto Nacional de Edafología del CSIC y de la memoria de los Mapas de Cultivos y Aprovechamientos del M.A.P.A.

Se resume la distribución de los mismos:

- Las rendzinas se localizan en una estrecha banda longitudinal que sirve de borde superior al sinclinal de Canales. Se trata de suelos en general poco evolucionados situados sobre formaciones calizas.
- Los suelos pardos calizos se sitúan principalmente en el borde meridional del sinclinal de Canales. Son suelos que no han sufrido un lavado demasiado intenso del carbonato cálcico y que se asientan sobre calizas del Lías. Todo el perfil es alcalino aunque su pH no supera mu-

cho el valor de 7. Este tipo se suele asociar con áreas de rendzinas y suelo pardo calizo forestal.

- El suelo pardo calizo forestal se localiza en la zona, en el cuadrante nororiental dentro del término municipal de Brieva de Cameros. Se asientan sobre margas y calizas arrecifales del Jurásico, y tienen el horizonte A móllico siendo el B óxico. Estos suelos se suelen encontrar en alternancia con tramos margosos y en zonas húmedas con fácil implantación forestal.
- Las tierras pardas forestales cubren la mayor parte del área estudiada. Se trata de suelos característicos de regiones húmedas con bosques más o menos extensos en los que se ha registrado una fuerte desintegración química con formación de arcilla y sustancias coloidales floculadas. Las tierras pardas forestales existentes en la zona se desarrollan sobre materiales silíceos, si bien la naturaleza del sustrato geológico va a condicionar la profundidad y el desarrollo del perfil.

1.2.4. Hidrología

Hidrológicamente, la zona pertenece principalmente a la cuenca del río Ebro y prácticamente a la cuenca del río Najerilla.

El río de la Soledad y el arroyo Valcabado, al oeste, son tributarios del Duero, formado una cuenca de 1.785 ha de superficie.

El arroyo de las Viciercas, en Brieva de Cameros, drena sus aguas al río Mayor, afluente del Iregua. También drena a esta cuenca una pequeña zona de la ladera este del monte San Cristóbal en Brieva de Cameros. Siendo un total de 212 ha las tributarias a la cuenca del Iregua.

El río Najerilla lo forma la unión de los ríos Canales y Neila, prácticamente en la cola del embalse de Mansilla. A la cuenca del Najerilla drenan 43.095 ha del área de estudio.

El río en su conjunto discurre en dirección suroeste-noreste hasta llegar a la altura de Anguiano, donde toma la dirección norte. La presencia del pantano de Mansilla condiciona el caudal del río.

Los cursos de agua tributarios del Najerilla más importantes en las Siete Villas son: Ayo. de la Soledad, Ayo. de Valcavado, Río Canales, Río Neila, Ayo. de la Solana, Río Gatón, Río Portilla, Río Cambrones, Río Calamantío, Río Urbión, Río Ventrosa, Ayo. Ormazal, Ayo. de las Truchas, Río de Brieva, Ayo. de Roñas, Ayo. de Viciercas, Río Najerilla y Río Valvanera.

Los ríos que drenan desde la margen derecha al Najerilla son más largos y presentan pendientes inferiores, generando cuencas alargadas y tramos de gran sinuosidad. En la margen izquierda, los ríos vierten rápidamente sus aguas desde las cumbres. Son cursos de fuerte pendiente y corto recorrido. La cuenca alta del Najerilla tiene una forma asimétrica, siendo la margen derecha mucho más extensa.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

1.2.5. Usos del suelo

El terreno forestal arbolado ocupa el 36% de la superficie total con unas 16.000 hectáreas de superficie repartidas principalmente entre bosques de frondosas y plantaciones de coníferas, según el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Alto Najerilla. También existen algunas plantaciones de chopos. En las márgenes de los ríos junto a la vegetación ribereña.

Los bosques de frondosas ocupan unas 13.500 ha (el 31% del territorio). De éstas, algo más de cinco mil hectáreas corresponden a hayedos y masas mixtas de frondosas. Se sitúan normalmente en zonas de umbría en los valles de los ríos y en pequeños bosques situados por encima de los 1.500 metros. Los bosques de rebollos, quejigares y encinares ocupan un 19% del territorio, aproximadamente unas 8.500 ha, con pequeños portes. Se sitúan en un nivel inferior a las especies anteriormente mencionadas, así como dispersos y en solanas. Son más númerosos los rebollos (*Quercus pyreniaca*), siendo los quejigales (*Quercus faginea*) más escasos que las encinas (*Quercus ilex*). Las fresnedas (*Fraxinus excelsior*) y especies de ribera se sitúan en los valles de los ríos principales. Ocasionalmente, también aparecen masas de roble albar (*Quercus petraea*), acebales (*Ilex aquifolium*), serbales (*Sorbus aucuparia*), distintos tipos de arce (*Acer sp.*) y abedul (*Betula sp.*).

Existen pinares naturales de pino silvestre en las sierras de Urbión y también repoblaciones forestales que suponen un 5% del territorio, con algo más de 2.300 ha. El pino negro (*Pinus uncinata*), se presenta en repoblaciones en las cotas más altas y forman unas 635 ha. Inmediatamente inferior en cota se establecen masas de pino silvestre tanto naturales como repobladas.

Cerca de los núcleos de población hay pequeñas huertas de autoconsumo.

La zona de matorrales (aulagas, escobas…) y pastos ocupan casi 26.000 ha, un 56,75% del territorio. La ganadería ha tenido mucha importancia que se refleja en estas zonas.

Las zonas altas, de más de 1500 m, están ocupadas por brezo o biércol (*Calluna vulgaris*). Los aulagares (*Genista sp.*) ocupan amplias zonas más bajas que las anteriores, junto a las escobas o retamas (*Cytisus scoparius*), aunque ocupando una mayor extensión.

1.2.6. Vegetación potencial

Para determinar la vegetación potencial de la zona, se utiliza el Mapa de Series de Vegetación de España (Rivas Martínez, 1987). En él se describen las series de vegetación potencial características, así como su distribución zonal y las especies bioindicadoras de los estados maduros y de las diferentes etapas de regresión.

La zona de estudio se ubica en la región Mediterránea, Provincia Carpetano-Ibérico-Leonesa, Sector Ibérico-Soriano y abarca los pisos Crioromediterráneo, Oromediterráneo y Supramediterráneo.

El piso Crioromediterráneo representado en cumbres que superan los 2.100 m de altitud, con predominio de las rocas silíceas pobres en bases y con ombroclima húmedo o hiperhúmedo que favorece la vegetación acidófila. No se produce desarrollo de árboles, dominando los pastizales psicroxerófilos junto con la vegetación de los pedregales. Corresponde a este piso la Serie crioro-oromediterránea ibérico-soriana silicícola de *Festuca indigesta. Antennario dioicae-Festuceto indigestae sigmetum*. -12d-.

Piso Oromediterráneo se localiza en las zonas de cumbres, en altitudes entre los 1.600 y 2.100 m. La etapa madura ya tiene vocación forestal, si bien el estrato arborescente no llega a ser nunca muy denso, por lo que los bosques no son sombríos. La vegetación arbustiva o forestal oromediterránea pertenece a la clase Pino-Juniperetea y tiene un carácter residual, ya que en los periodos fríos y secos glaciados tuvieron mayor extensión. Corresponde a este piso la Serie oromediterránea ibérico-soriana silicícola del enebro rastrero (*Juniperus nana*). *Vaccinio myrtilli-Junipereto nanae sigmetum.* -13d-.

El piso Supramediterráneo es el más frecuente en la zona de estudio, en él los ecosistemas maduros o cabezas de serie tienen carácter forestal y una buena parte de las series todavía conservan restos de los bosques primitivos. Tiene vocación forestal y ganadera, en especial en los suelos pobres en bases. En el área que nos ocupa, están representados los grupos de series de los hayedos, melojares, quejigares y encinares. A este piso corresponden las cuatro Series siguientes: 16b.- Serie supramediterránea ibérico-soriana silicícola del haya (*Fagus sylvatica*). *Ilici-Fageto sigmetum.* 18c.- Serie supramediterránea ibérico-soriana y ayllonense húmedo-hiperhúmeda silicícola del roble melojo (*Quercus pyrenaica*). *Festuco heterophyllae-Querceto pyrenaicae sigmetum.* 19b.- Serie supra-mesomediterránea castellano-alcarreño-manchega basófila del quejigo (*Quercus faginea*). *Cephalanthero-Querceto fagineae sigmetum.* 24a.- Serie supra-mediterránea guadarrámica ibérico-soriana, celtibérico alcarreña y leonesa silicícola de la encina (*Quercus rotundifolia*). *Junipero oxycedri-Querceto rotundifoliae sigmetum*.

1.2.7. Flora

Existen cerca de 250 especies vegetales, pertenecientes a 62 familias, según el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Alto Najerilla.

Destaca, como especie de interés comunitario, *Ionopsidium savianum.* Presente en pastizales calizos de Viniegra de Arriba y Brieva.

De las tres especies de flora catalogadas como amenazadas en La Rioja, dos se encuentran en la zona y son las siguientes: *Prunus lusitanica,* y *Ribes petraeum*.

La tercera de ellas *Androsace rioxana*, se localiza en las inmediaciones.

Por otra parte, el Catálogo de Árboles Singulares de La Rioja (Martínez Garrido y Zaldívar Ezquerro, 2008) incluye 4 ejemplares o conjuntos arbóreos de la zona: Roble de la Solana (Canales de la Sierra), los quejigos de Ce-

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

rro Laguna (Mansilla de la Sierra), los Tejos de Urbión (Viniegra de Abajo) y la Encina de Vallejoco (Viniegra de Abajo).

1.2.8. Fauna

Dividiendo las distintas especies de fauna vertebrada en grupos se pueden establecer los siguientes números de especies, según el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Alto Najerilla:

Ictiofauna: diez especies. Destacando la trucha común (*Salmo trutta*) por el interés como recurso de pesca deportiva.

Las especies de anfibios son nueve y doce las de reptiles.

Las aves son los vertebrados con mayor número de especies con alrededor de 104 especies. Destacar la perdiz pardilla (*Perdix perdix hispaniensis*), especie declarada en peligro de extinción en La Rioja

Los mamíferos son 41 especies, incluido el visón europeo (*Mustela lutreola*) declarado como especie en peligro de extinción. El desmán ibérico (*Galemys pyrenaicus*) cuenta con un Plan de Conservación por su calificación como vulnerable. Destacar por el interés cinegético el ciervo (*Cervus elaphus*) y jabalí (*Sus scrofa*).

1.2.9. Demografía y economía

La comarca cuenta con siete términos municipales. Según los datos del Instituto nacional de Estadística, a 1 de enero de 2015 esta era la población de los siete municipios:

Tabla 1.
Distribución población por municipios (INE, 2015)

Nombre municipio	Total	Hombres	Mujeres
Brieva de Cameros	53	34	19
Canales de la Sierra	97	62	35
Mansilla de la Sierra	71	49	22
Ventrosa	67	41	26
Villavelayo	57	37	20
Viniegra de Abajo	86	53	33
Viniegra de Arriba	45	28	17
	476	304	172

La actividad económica más importante de la zona es la ganadería. En menor medida la hostelería. Según el censo ganadero municipal de La Rioja esta es la distribución del mismo por municipios en 2015:

Tabla 2.
Número de cabezas de ganado y tipo por municipios (Censo ganadero de La Rioja, 2015)

Nombre municipio	Bobino	Caprino	Ovino
Brieva de Cameros	305	185	850
Canales de la Sierra	225		1.198
Mansilla de la Sierra	43	381	1.311
Ventrosa	327		2.712
Villavelayo	394		533
Viniegra de Abajo	360		719
Viniegra de Arriba	420		1.789
	2.074	**566**	**9.112**

1.2.10. Topónimos y costumbres relacionados con los acebos

La toponimia relacionada con los acebos en la zona es muy escasa. Hay sin embargo algunos casos.

En Viniegra de Arriba destaca el Arroyo de la Majada del Acebo, que es un pequeño curso de agua tributario del río Ormazal en su inicio.

En Brieva de Cameros, hay una zona que se denomina El Acebillo en el entorno del monte San Cristóbal en la zona del valle de Roñas.

Cueto Lacebo es una denominación que se da a un área situada entre la dehesa de Abajo en el término municipal de Mansilla de la Sierra y la presa del embalse.

Finalmente, en el término de municipal de Ventrosa, hay un paraje denominado La Acebosa.

En ninguna de las zonas se han encontrado pies de acebos reseñables.

Respecto a las costumbres, en Mansilla de la Sierra, el Domingo de Ramos, se cogían ramas de árboles y entre ellas de acebos. Se cogían de los acebos de la zona de Garbijo, para realizar la procesión.

En Ventrosa también se cogían ramas de acebo el Domingo de Ramos.

Es de suponer que dicha recogida de ramas de acebo el domingo de ramos se debe a que es una de las pocas especies perennifolias de la zona y con los frutos dan belleza para dicha procesión que suele ser en marzo o abril.

Por otra parte, en la dehesa de abajo de Mansilla de la Sierra no se permitía coger ramas de acebo con hacha, solo a mano, mientras que en Ventrosa se cogían ramas para los corderos sin permiso en la dehesa. Las ramas se clavaban en los corrales donde estos se las comían.

Esta reglamentación sobre el uso de los acebos de las dehesas es de suponer que pudiera ser para salvaguardar las mismas con unas normas internas.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | *Zubía*

2. METODOLOGÍA

Inicialmente, para localizar las zonas de distribución del acebo en el área de estudio, se utilizaron los datos disponibles en el Gobierno de La Rioja y que son de libre disposición, de acceso público.

Estos datos (Infraestructura de Datos Espaciales) están es la página web: https://www.iderioja.larioja.org/.

La documentación pertenece a la base de datos geográficos. En ella se selecciona el Mapa Forestal.

Dentro del mismo se puede seleccionar las acebedas y los términos municipales (imagen 12) entre otros datos.

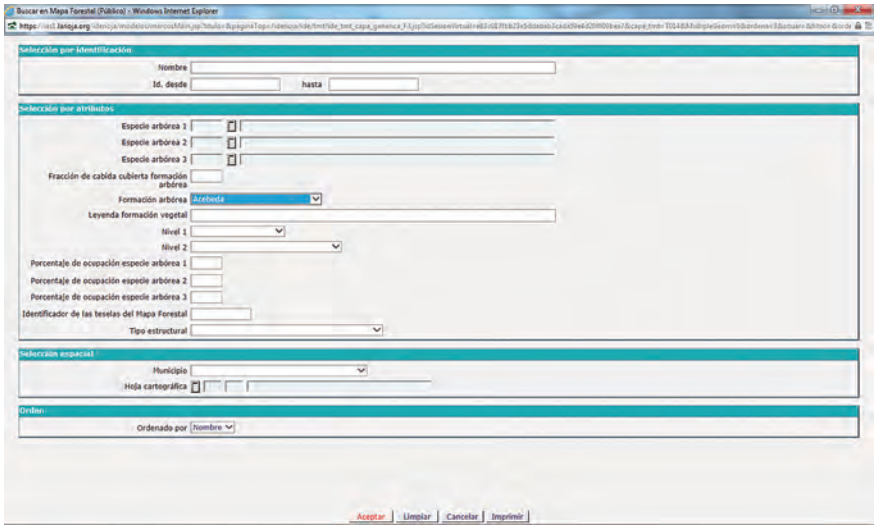


Imagen 12. Selección desde la base de datos de IDERIOJA de la formación arbórea requerida y municipio.

No es posible la selección de distintos parámetros como “Especie arbórea” ni “Hoja Cartográfica”.

Con estos datos se obtuvieron las zonas calificadas de acebeda en el programa. El problema resultó que los acebos aparecen en otras formaciones arbóreas no calificadas como tales.

Por ello, se tuvieron que ir seleccionando todas las formaciones arbóreas que establece el programa (35) por cada uno de los siete municipios de la zona de estudio.

Las 35 formaciones que se pueden seleccionar son las siguientes: abedular, abetal de Douglas, acebeda, avellaneda, bosque de ribera, bosque mixto – pinar, bosque mixto de frondosas, chopera, cultivo forestal, encinar,

encinar – bosque mixto, encinar – pinar, enebral, hayedo, hayedo – bosque mixto, hayedo – encinar, hayedo – pinar, hayedo – robledal, mezcla de coníferas, mezcla de coníferas y frondosas, mezcla de frondosas, otras coníferas de repoblación, pinar carrasco, pinar laricio, pinar negral, pinar negro, pinar piñonero, pinar silvestre, quejigar, rebollar, robledal – encinar, robledal – pinar, robledal atlántico, sabinar y tejeda.

Así, se confirmó la presencia de acebo en las siguientes formaciones arbóreas: acebeda (9 localizaciones), hayedo – bosque mixto (6), hayedo – robledal (2), hayedo (4), mezcla de coníferas y frondosas (2), mezcla de frondosas (2), bosque mixto de frondosas (19), pinar silvestre (6) y quejigar (1), resultando un total de 51 localizaciones en nueve formaciones arbóreas distintas.

Los datos de cada localización son bastante completos, permitiendo desde la ventana que se abre (imagen 13) acceder al mapa (imagen 14) en el que se pueden obtener distintas variables: mapa topográfico nacional del Instituto Geográfico Nacional, distintas ortofotos (desde 1956) etcétera, así como las coordenadas (imagen 15).

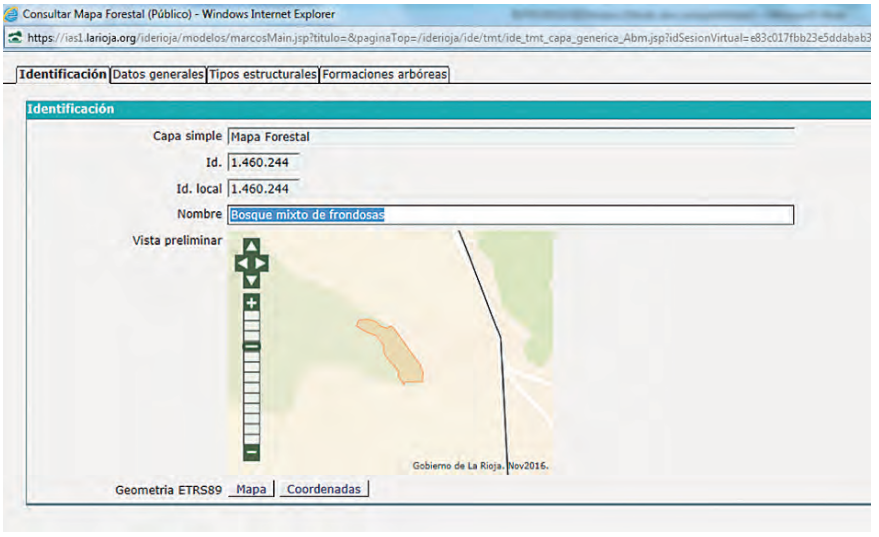


Imagen 13. Ventana de acceso general a la zona seleccionada.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | Zubía

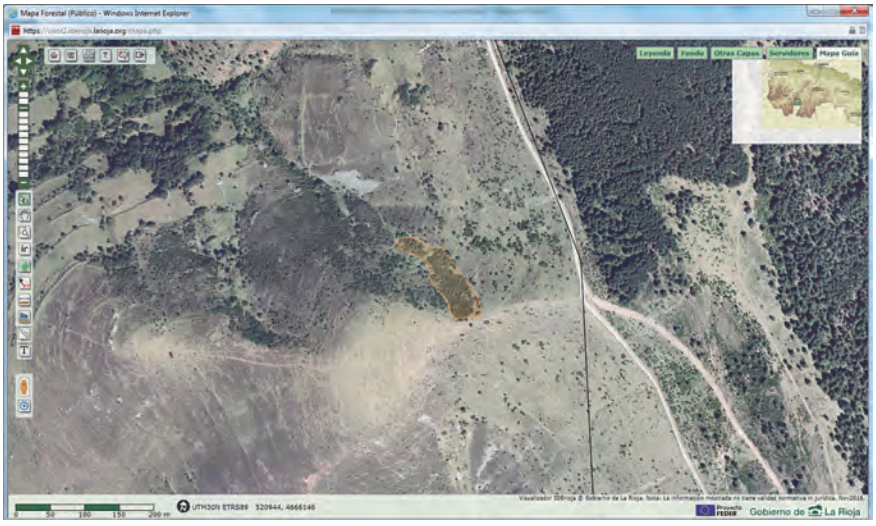


Imagen 14. Mapa de la zona seleccionada.

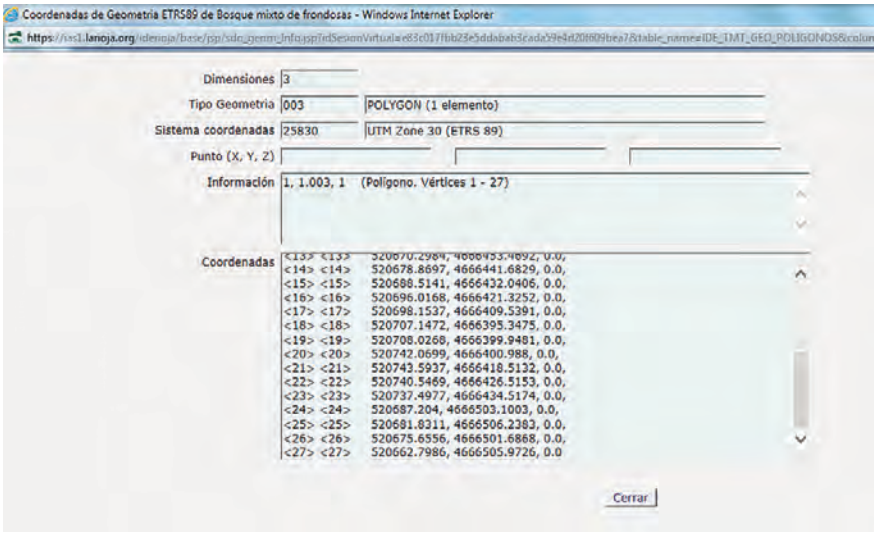


Imagen 15. Coordenadas de la zona seleccionada.

Desde la ventana inicial (imagen 13), y en las pestañas superiores, se pueden consultar más datos: en los datos generales el área y perímetro (imagen 16), tipos estructurales (imagen 17) y formaciones arbóreas (imagen 18).

En dichas formaciones arbóreas se obtienen datos de la fracción de cabida cubierta, para saber la densidad del arbolado, las especies que hay y en qué porcentaje.

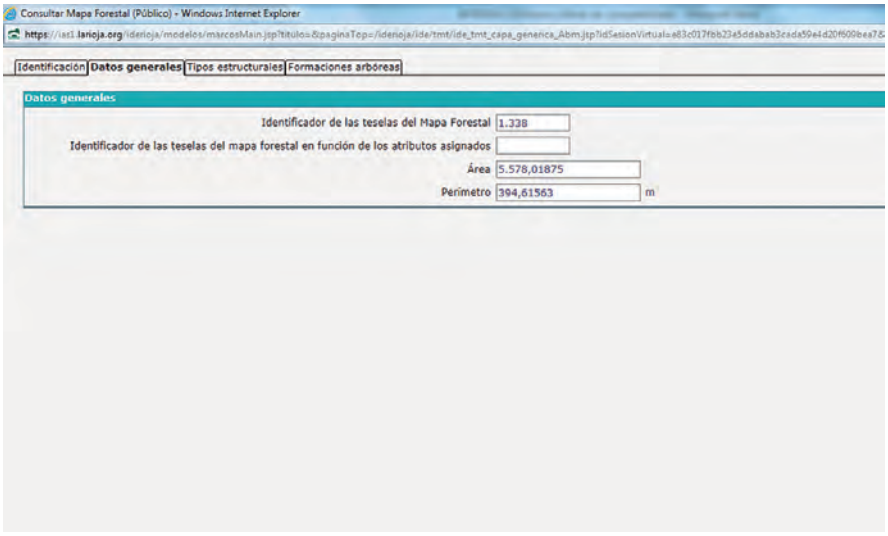


Imagen 16. Datos generales de la zona seleccionada.

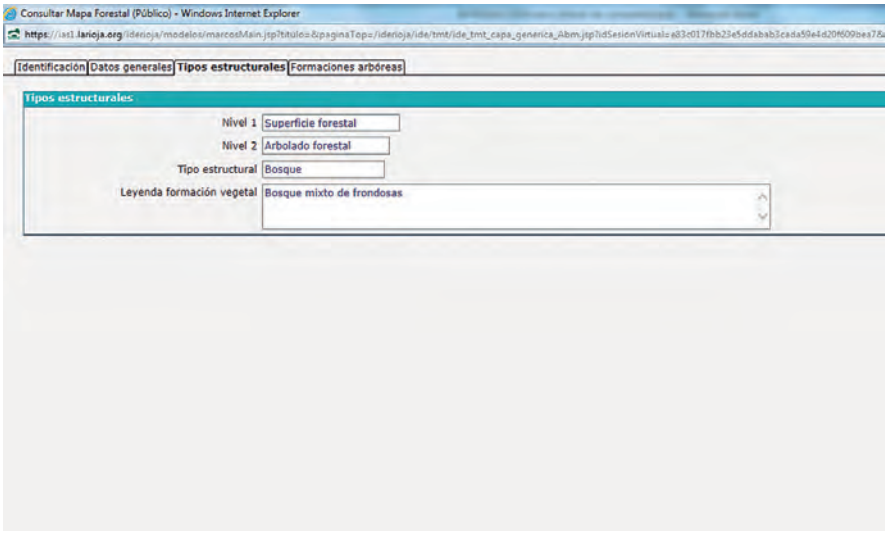


Imagen 17. Tipos estructurales de la zona seleccionada.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

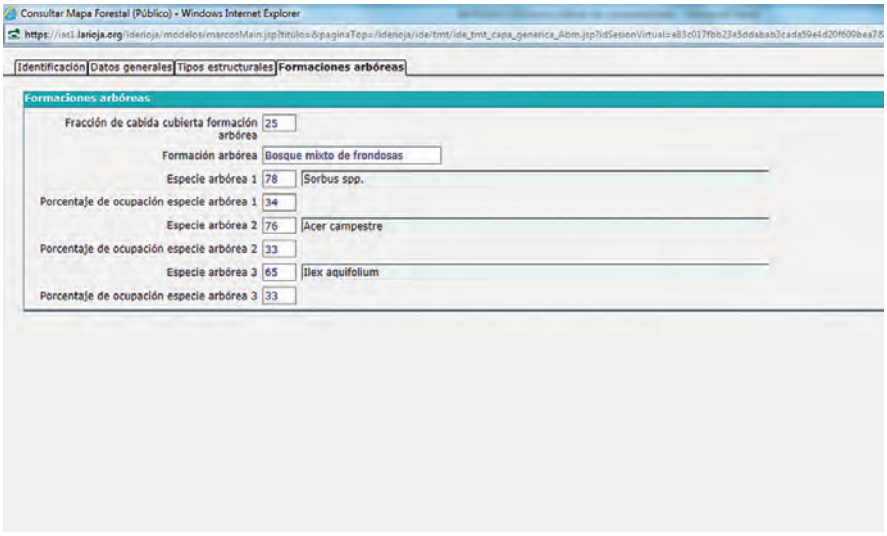


Imagen 18. Formaciones arbóreas existentes en la zona seleccionada.

Con esta información se inició el trabajo de campo para la comprobación *in situ* de los datos obtenidos, resultando que en algunos casos los datos no concordaban con lo dispuesto en el terreno.

Por ejemplo, la referencia de 1.459.851 en Brieva de Cameros, establecía un perímetro de 382,44 metros, en una mezcla de hayas y acebos con bastante cobertura (75% FCC) y la visita a la zona determinó que es la mejor acebeda del municipio de Brieva, con arbolado disperso y siendo el acebo la única especie de la zona, que se extiende por un área aproximada de 27 hectáreas.

Posteriormente, se habló con la gente que conocía la zona confirmando que dicha acebeda, de Viciercas, es la mejor del término municipal.

Por todo esto, el trabajo combina los dos métodos para identificar las acebedas: la documentación recopilada en la base de datos del gobierno de La Rioja y la información proporcionada por los habitantes y trabajadores de la zona.

Una vez localizadas las acebedas se visitan, para la toma de datos en campo. Dicha toma de datos se realizó desde el otoño de 2016 hasta inicios de la primavera de 2017. Época en la que los acebos presentan fructificación y se distinguen los sexos.

En las acebedas se tomaron otros datos: fracción de cabida cubierta (FCC), orientación, altitud, área aproximada que ocupa, descripción del arbolado (altura, medida con flexómetro y estudio de imágenes, y forma de los ejemplares), existencia de regeneración (ejemplares menores de 1,5 m de altura, como establece J.A. Oria de Rueda en su trabajo "Las acebedas de Castilla y León y La Rioja: origen, composición y dinámica"), proporción de sexos,

si se aprecia presencia de ejemplares enfermos y especies arbóreas y arbustivas acompañantes.

Finalmente, se estudian los accesos a dichas acebedas. Se procura que para los mismos sean prioritarios los senderos naturales frente a las pistas forestales, que no sean rutas excesivamente duras para facilitar el acceso y, si es posible, que se puedan apreciar otros valores de la zona tanto naturales (árboles singulares, arroyos, vistas a paisajes…) como etnográficos (fuentes, ermitas, eras…).

Todas las fotografías que se han incluido en el presente trabajo han sido realizadas por el autor.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Introducción

Los resultados obtenidos con respecto a la localización de las distintas acebedas se han plasmado en la figura 19, en la que sobre un mapa de la zona de han situado las acebedas estudiadas:



Imagen 19. Localización de las principales acebedas en la zona de estudio.

A continuación, se ha puesto una tabla resumen (Tabla 3) de las acebedas estudiadas junto con la información representativa de cada una de ellas:

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | Zubía

Tabla 3.
Acebedas de la zona estudiada

Número	Denominación	Termino municipal	Extensión (ha)	FCC (%)	Especie arbórea principal
1	Acebeda del alto Viciercas	Brieva de Cameros	27	5	Acebo
2	Acebeda de la dehesa de Ventrosa	Ventrosa	46,5	60-80	Acebo
3	Acebeda del valle de Urbión	Viniegra de Abajo	14	5	Acebo
4	Acebeda del barranco de Sanchorrana – La Solana	Viniegra de Arriba	10,5	5	Acebo
5	Acebeda de San Bartolomé	Viniegra de Arriba	2,5	10	Acebo
6	Acebeda de la dehesa de Abajo	Mansilla de la Sierra	71	35-85	Rebollo, haya y acebo
7	Acebeda de El Rebollar	Villavelayo	20,7	40	Acebo
8	Acebeda de la margen derecha del barranco de Doncellares	Villavelayo	12,5	100	Haya
9	Acebeda de Garbijo	Mansilla de la Sierra	16	30	Acebo
10	Acebeda Fuentelpalo y barranco de Sabandija	Villavelayo	217,5	5-10-40	Acebo
11	Acebeda de la dehesa de Cobarajas	Villavelayo	46,7	100	Haya
12	Acebeda del valle de Gomituerto – Santa Centola	Canales de la Sierra - Villavelayo	68	25-40	Acebo
13	Valle de la Toba	Canales de la Sierra	133	30-100	Acebo y pinar

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Acebeda del alto Viciercas (Brieva de Cameros) (X: 521.025; Y: 4.664.472)

Acebeda de arbolado disperso (FCC 5 %) que ocupa un vallejo orientado al sur. Pertenece a la cabecera del arroyo Viciercas (cuenca fluvial del Iregua) y en la zona existen distintas ondulaciones en el terreno.

La altitud de la acebeda va desde los 1.550 metros hasta los 1.400 metros y ocupa un área aproximada de 27 hectáreas (imagen 20).



Imagen 20. Extensión de la Acebeda del alto Viciercas en Brieva de Cameros.

Existencia de ejemplares de acebo con gran porte (hasta los siete u ocho metros de altura) que el pastoreo los hace adoptar una forma característica con base ancha y hojas muy pinchudas que impide el acceso al tronco (orla espinosa, imagen 22).

Hay ejemplares sin esta base por lo que se puede apreciar el tronco. Este está compuesto por varias unidades entrecruzadas entre si formando un bello entramado.

Presencia también de acebos menores de 1,5 metros de altura, por lo que se puede determinar que existe regeneración, aunque no es muy numerosa.

La proporción entre sexos es similar.

No se han apreciado ejemplares puntisecos o con síntomas externos de secado.

En la zona surgen varias fuentes naturales de corto recorrido que en seguida se infiltran.

Ausencia prácticamente total de otras especies arbóreas (imagen 21), sí hay numerosos ejemplares de arbustos como enebro (*Juniperus sp.*), endrino (*Prunus spinosa*) o espino albar (*Crataegus monogina*), existiendo varios ejemplares de esta última especie que llegan a alcanzar grandes dimensiones. La susodicha vegetación arbustiva es bastante numerosa no haciendo fácil el tránsito por la zona.

Se puede acceder a la acebeda a través de la pista forestal que sale del puerto de montaña de Peña Hincada y siguiendo el GR-190, dirección Villoslada de Cameros. En el momento en el que el GR atraviesa el vallado de

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

la izquierda, entrando en el término municipal de Ortigosa de Cameros, a nuestra izquierda se abre el vallejo con el acebal. La distancia aproximada es de 3 kilómetros (ida) y un desnivel de unos 160 metros positivos.



Imagen 21. Vista general de la Acebeda del alto Viciercas.



Imagen 22. Ejemplar de acebo con la base pinchuda (orla espinosa).

3.3. Acebeda de la dehesa de Ventrosa (X: 513.642; Y: 4.668.932)

Acebeda que se sitúa en la zona alta y oriental de la dehesa. Ocupa parte de dos barrancos paralelos, con recorridos de norte a sur, sobre una superficie aproximadas de 46,5 ha (imagen 23).

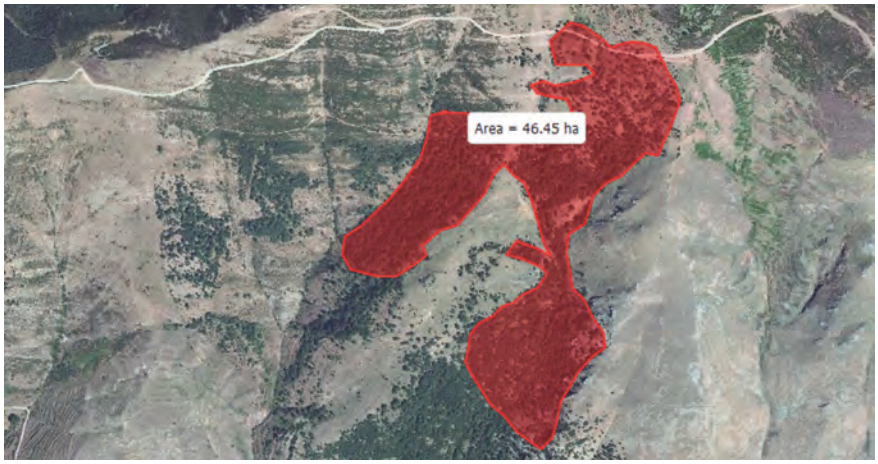


Imagen 23. Área ocupada por la Acebeda de la dehesa de Ventrosa.

La acebeda del barranco situado más al oeste comprende solo la ladera situada al este (margen izquierdo del barranco).

En este barranco, el acebo se encuentra entre grandes melojos o rebollo (*Quercus pyrenaica*) en la parte superior, alguna haya (*Fagus sylvatica*) y quejigo (*Quercus faginea*) en el resto. La fracción de cabida cubierta es alta (80%) y no hay presencia arbustiva.

En el otro barranco, el más oriental, el acebo ocupa toda la parte central del mismo y se extiende en la parte inferior y superior.

En la parte inferior, el acebo se encuentra más mezclado con hayas, melojos o rebollos, quejigos y espinos albares (*Crataegus monogyna*). En la parte superior el acebo es la especie dominante y hay bastante presencia de brezo (*Erica sp.*). La FCC es de media sobre un 60% (imagen 25).

Los acebos ocupan desde el 70% de la masa arbolada en la parte superior del barranco, al 20% de la parte inferior del barranco situado más al este. En el otro barranco, el acebo ocupa un 35% del arbolado.

La altitud de la acebeda va desde los 1.200 a 1.550 metros.

Los ejemplares alcanzan un gran porte, de hasta seis metros y medio de altura, sobre todo en la parte superior. En esta zona salen varios troncos de gran tamaño juntos, formado un entramado por el que se pude transitar y sirve de refugio al ganado (imagen 24).

Los troncos carecen de orla espinosa y son accesibles.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | **Zubía**

Existen bastantes más ejemplares machos que hembras.

Hay presencia de ejemplares secos y otros con poco vigor, pero a grandes rasgos se pude decir que el estado de la masa es adecuado.

Los barrancos disponen de agua, pero no en grandes cantidades y en la parte más al este de la acebeda hay un abrevadero.

La orientación es sur pero el barranco más occidental, la acebeda ocupa la ladera este.

Se puede acceder a la dehesa o bien siguiendo la pista forestal que lleva a los repetidores de cerro Urbaña o seguir el camino a Brieva y en el collado de El Palo desviarse a mano izquierda y subir diagonalmente hasta llegar a la zona oriental de la dehesa.



Imagen 24. Acebo con varios troncos en el que se refugia el ganado.



Imagen 25. Vista general de la parte superior de la acebeda.

3.4. Acebeda del valle de Urbión (Viniegra de Abajo) (X: 511.325; Y: 4.654.996)

Pequeña acebeda de unas 14 ha (imagen 26). Se situada en el valle del río Urbión. En la confluencia del arroyo Fuentedorra con el río Urbión y debajo del pico Ochernas.

Se encuentra diseminada tanto por la orilla derecha como izquierda del río Urbión, no penetrando en el valle del arroyo Fuentedorra. En orientación norte, este y oeste.

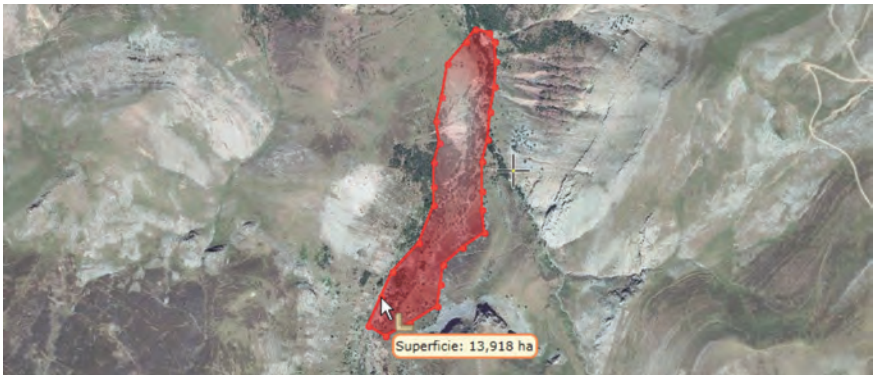


Imagen 26. Extensión ocupada por la Acebeda del valle de Urbión en Viniegra de Abajo.

La zona es muy abierta con una FCC de un 5%. El acebo es prácticamente la única especia arbórea, aunque hay algún haya (*Fagus sylvatica*) así como tejos (*Taxus baccata*).

Siguiendo el cauce del río Urbión, desde aguas abajo a aguas arriba, la acebeda aparece en la margen derecha del mismo con arbustos de retama (*Cytisus sp.*) y rosa silvestre (*Rosa canina*). En la margen contraria aparecen ejemplares entre pastizales sin presencia de arbustos (imagen 28).

Continuando aguas arriba y pasando el arroyo Fuentedorra, se invierte la composición estando la margen derecha despejada de arbustos, aunque hay algún espino albar (*Crataegus monogina*) y es la margen izquierda la que aparece con vegetación arbustiva y la misma composición que antes de arbustos.

La altitud de la acebeda va desde unos 1.380 m hasta 1.500 aproximadamente.

Los ejemplares de acebo no tienen un gran porte, aunque se pueden encontrar ejemplares de hasta cinco metros y medio de altura.

No forman conjuntos monoespecíficos, sino que se encuentran diseminados por el terreno formando la característica orla espinosa (imagen 27) que impide el acceso a los troncos.

Hay bastantes ejemplares jóvenes con menos de 1,5 metros de altura.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

La proporción de sexos esta desequilibrada habiendo más ejemplares de machos que hembras en una proporción aproximadas de tres a uno.

El estado de la masa es sano a priori.

No existen fuentes cercanas, pero hay agua en la zona tanto en el arroyo Fuentedorra como el caudaloso río Urbión.

El acceso a la zona se hace siguiendo el cauce del río Urbión, hasta el refugio de Hoyo Bellido, en donde empieza la acebeda. La distancia es de unos ocho kilómetros y medio y unos 400 metros de desnivel.



Imagen 27. Detalle de acebos con orla espinosa.



Imagen 28. Vista general de la acebeda en la margen izquierda del río Urbión.

3.5. Acebeda del barranco de Sanchorrana - La Solana (Viniegra de Arriba) (X: 514.428; Y: 4.657.250)

Acebeda con arbolado muy disperso, una FCC del 5%. Con ejemplares de hasta seis metros de altura.

El acebo se encuentra acompañado de algún pino silvestre (*Pinus sylvestris*), mucha retama (*Cytisus scoparius*), rosa silvestre (*Rosa canina)* y zarzamora (*Rubus sp.*) que dificulta el tránsito. El acebo es prácticamente la única especia arbórea.

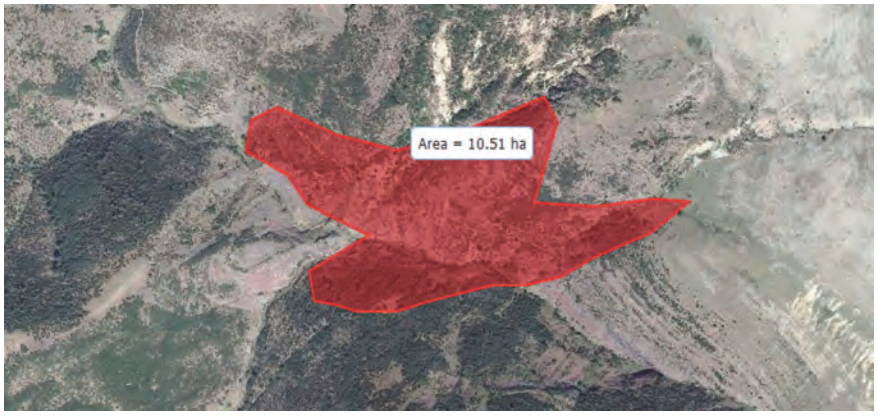


Imagen 29. Área que ocupa la acebeda del barranco de Sanchorrana - La Solana.

De una extensión aproximada de 10,5 ha (imagen 29), la acebeda ocupa las dos laderas del arroyo Sanchorrana en la unión con el río Ormazal.

La pendiente es elevada y los acebos no se agrupan, sino que aparecen dispersos por las laderas.

Acebos aparentemente sanos, con mayor presencia de ejemplares machos que hembras.

Adoptan la característica orla espinosa que impide el acceso al tronco (imágenes 30 y 31).

Existencia de regenerado, pero no muy numeroso.

La altitud en la que se encuentran los acebos es de unos 1.550 a 1.400 metros.

En la zona hay pequeñas fuentes que caen sobre los citados cursos de agua.

El acceso más sencillo es seguir el cauce del río Ormazal, desde el propio pueblo de Viniegra de Arriba, hasta la unión de los dos barrancos. El recorrido de unos 3,7 km de ida. El desnivel es de unos 200 metros en positivo.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***



Imagen 30. Acebos con la característica orla espinosa en la base.



Imagen 31. Acebo con la orla espinosa.

3.6. Acebeda de San Bartolomé (Viniegra de Arriba) (X: 513.151; Y:4.660.445)

Muy pequeña acebeda, de 2,5 ha (imagen 32). Situada en orientación norte, con la peculiaridad de estar situada sobre antiguos bancales de cultivos de cereal y muy cercana al pueblo de Viniegra de Arriba.



Imagen 32. Área ocupada por la acebeda de San Bartolomé. Se aprecian las últimas casas del pueblo en la parte inferior derecha.

El acebal lo forma arbolado disperso, con una FCC de un 10%.

No hay presencia de otro tipo de árboles, pero si muchos arbustos como retama (*Cytisus scoparius*), rosal silvestre (*Rosa canina*), zarzamora (*Rubus sp.*) y espino albar (*Crataegus monogyna*) (imagen 33).

Se encuentra entre los 1.200 y 1.300 metros de altitud.

Los ejemplares adquieren una altura de seis o siete metros. Destaca un grupeto de árboles con una densidad muy alta, monoespecífico y con acceso a los troncos (imagen 34). El resto de los árboles adoptan la característica orla espinosa que impide el acceso a los troncos.

Existe presencia de regenerado.

Los ejemplares se encuentran equilibrados respecto a la ratio de machos y hembras.

El estado sanitario de la masa no presenta ningún síntoma de decaimiento.

No hay presencia de agua en la zona.

El acceso no presenta problemas, al encontrarse la zona a 500 metros al noroeste del pueblo.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***



Imagen 33. Ejemplar hembra de difícil acceso por la presencia de especies arbustivas.



Imagen 34. Detalle del interior del grupeto monoespecífico.

3.7. Acebeda de la dehesa de Abajo (Mansilla de la Sierra) (X: 506.174; Y: 4.668.570)

Extensa acebeda, de unas 71 ha, en la cara sur de la Sierra de La Demanda (imagen 35). Se encuentra entre los ríos paralelos Cambrones y Calamantío, que desembocan en el pantano de Mansilla el primero de ellos y en la presa posterior, de Piarrejas, el segundo. La ladera tiene dos pequeños barrancos paralelos que descienden directamente al pantano de Mansilla. El más oriental recibe el nombre de Valdetíos. Todos los barrancos tienen una orientación norte sur.



Imagen 35. Superficie ocupada por la acebeda de la dehesa de Abajo.

La zona este es abierta tipo dehesa con una FCC de un 35%, siendo la mitad ocupada por acebos. Mientras que la zona central y occidental la FCC asciende a un 85%, ocupando los acebos un 40% de esa FCC.

La zona oriental es una loma suave adehesada (imagen 36) en la que los acebos se encuentran con el roble melojo o rebollo (*Quercus pyrenaica*). Los robles presentan un tamaño muy grande tanto en altura como en anchura. La zona está mezclada con pastizales.

Hacia la zona central y la situada al oeste, disminuyen los rebollos y aparecen las hayas (*Fagus sylvativa*) aumentando así mismo la densidad del arbolado.

La altitud en la que se encuentra la acebeda es de aproximadamente de 1.300 a 1.450 m.

Los ejemplares de acebo alcanzan un gran porte, de hasta ocho u ocho metros y medio. Hay muchos ejemplares que salen agrupados. En la zona oriental hay un pequeño rodal de hectárea y media monoespecífico y de gran altura (imagen 37).

El tronco es accesible, así como también hay accesibilidad al interior de los árboles agrupados.

No se encuentra apenas regenerado, es decir, ejemplares menores de 1,5 metros de altura.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

La proporción de sexos no es equilibrada encontrándose más ejemplares machos que hembras. No es una desproporción muy acusada.

Algunos ejemplares parecen poco vigorosos, aunque el estado de la masa es bueno en general.

Existe alguna fuente natural, aunque escasa. Así como un par de abrevaderos para el ganado. Los barrancos disponen de agua.

No se encuentran más especies arbóreas quitando las ya mencionadas de hayas y robles melojos. Tampoco hay especies arbustivas significativas. Algún ejemplar de enebro (*Juniperus sp.*), en la zona adehesada.

Se puede acceder a la zona, partiendo desde la presa del pantano, sin senda marcada inicialmente y luego por un barranco más despejado y con alta pendiente. Otro modo de llegar es seguir la pista que accede a la dehesa desde su inicio en la carretera LR-113. El inicio de la pista está entre el kilómetro 19 y 20.



Imagen 36. Vista general de la zona más oriental de la acebeda.



Imagen 37. Interior de la zona monoespecífica de acebo.

3.8. Acebeda de El Rebollar (Villavelayo) (X: 500.689; Y: 4.665.814)

Acebeda que ocupa la parte alta de la margen derecha del barranco de Doncellares en el término municipal de Villavelayo.

La zona ocupa unas 20,67 ha, con orientaciones norte y este (imagen 38). La altitud de la misma va desde unos 1.100 a 1.180 metros de altitud.



Imagen 38. Zona por la que se extiende el acebal de El Rebollar.

La FCC de la zona es de un 40%. Presentándose los acebos mezclados con arce menor (*Acer campestre*), melojos (*Quercus pyrenaica*) y quejigo (*Quercus faginea*), aunque ninguna especie es muy abundante, ocupando el acebo la mitad de la masa arbolada.

Hay pastos, zonas arboladas y otras zonas con presencia de arbustos (imagen 39) como espino albar (*Crataegus monogyna*), enebro (*Juniperus sp*) y rosal silvestre (*Rosa canina*). Estos se agrupan haciendo la zona impenetrable.

En la zona se aprecia bastante ganado, encontrándose ejemplares de acebo totalmente comidos y muy poco regenerando.

Así mismo, hay bastante presencia de ejemplares secos y muertos. Así como de acebos con muy poco vigor (imagen 40).

Los troncos de los acebos son grandes y salen agrupados. Son totalmente accesibles (imagen 40). La altura que alcanzan es de hasta los seis metros.

La proporción de sexos es equilibrada y en algunos ejemplares se aprecia una gran presencia de frutos.

Ausencia de fuentes o manantiales.

El acceso a esta acebeda se explica en el punto siguiente, el 3.9. acebeda de la margen derecha del barranco de Doncellares.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***



Imagen 39. Vista general de la acebeda.



Imagen 40. Zona de acebos en los que se aprecia poco vigor en los mismos.

3.9. Acebeda de la margen derecha del barranco de Doncellares (Villavelayo) (X: 501.789; Y:4.665.672)

Acebeda situada en la margen derecha del barranco de Doncellares en el término municipal de Villavelayo, el cual desemboca directamente en el pantano de Mansilla.

La zona ocupa una ladera con orientación norte y a una altitud que va desde los 950 a 1.090 metros de altitud.



Imagen 41. Área ocupada por la acebeda.

La acebeda, de unas 12,5 ha (imagen 41), es un denso bosque de hayas (*Fagus sylvatica*) con sotobosque de acebos muy desarrollados, que alcanzan una altura de hasta unos ocho metros. La FCC es del 100%, ocupando los acebos la mitad de la misma.

Los acebos son delgados y altos, como consecuencia de búsqueda de la luz (imágenes 42 y 43). Aparecen en grupos (imagen 42) o sueltos, siendo junto al haya las únicas especies arbóreas, con ausencia de especies arbustivas.

Los troncos son accesibles, ya que no se aprecia presencia de ganado.

El regenerado es muy abundante y se aprecian bastantes más ejemplares machos que hembras, presentando estas últimas muy poca fructificación. La proporción aproximada de hembras respecto a machos es de una a cuatro.

Los ejemplares se aprecian sanos.

Ausencia de fuentes o manantiales.

Las acebedas de la margen derecha del barranco de Doncellares y El Rebollar están muy cerca, por lo que se puede acceder a las mismas desde donde el barranco de Doncellares desemboca en el pantano de Mansilla en la carretera LR-113, entre los puntos kilométricos 12 y 13, campo a través, se sube saliendo posteriormente a una pista forestal. La longitud de la ruta es de unos dos kilómetros y el desnivel de aproximadamente de unos 250 metros.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | *Zubía*



Imagen 42. Grupeto de acebos bajo la sombra de las hayas.



Imagen 43. Los acebos junto a las hayas forman prácticamente las únicas especies vegetales.

3.10. Acebeda de Garbijo (Mansilla de la Sierra) (X: 504.069; Y: 4.665.334)

Acebeda de unas 16 hectáreas, situada en la margen derecha del pantano de Mansilla (imagen 44). Ocupa la parte alta de un par de pequeños barrancos que corren de sur a norte y cuyas aguas desembocan en el pantano. En el barranco situado más a oriente hay una mayor presencia de acebo, mientras que en el occidental la presencia es más testimonial.

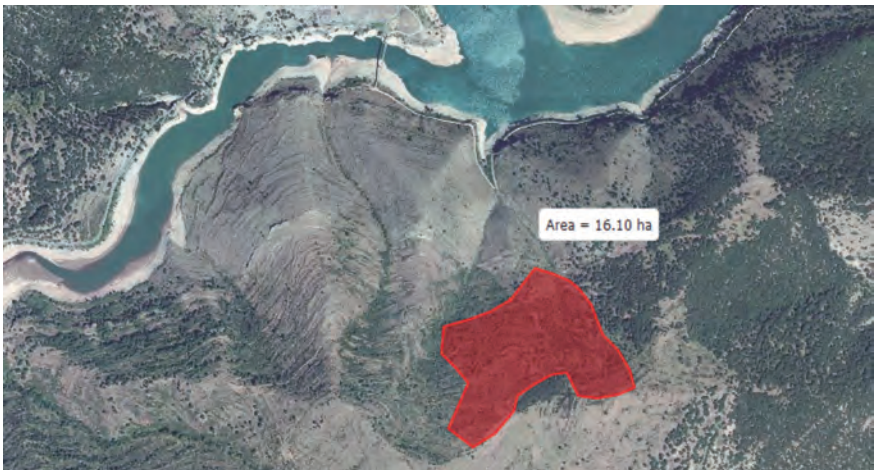


Imagen 44. Extensión ocupada por la acebeda de Garbijo.

La orientación de los barrancos es norte.

La FFC es desigual, pudiendo estimarse en un 30%, aunque hay corros muy agrupados de acebos en los que las copas se tocan y forman arbolado denso. Esta zona ocupa la margen izquierda del barranco más oriental. En el resto de la zona, los acebos se presentan más aislados.

El área está salpicada de encinas (*Quercus ilex*) ocupando totalmente la ladera opuesta del barranco situado más al este a la zona donde los acebos forman grupos densos.

Prácticamente no hay otras especies de árboles, excepto la mencionada encina. Aunque hay bastantes arbustos como espino albar (*Crataegus monogyna*), rosal silvestre (*Rosa canina*) o enebro (*Juniperus communis*) que forman zonas de difícil accesibilidad (imagen 45).

La altitud de la acebeda va de los 1.050 a 1.150 metros.

Los acebos no presentan orla espinosa y, si las especies arbustivas lo permiten, los troncos son accesibles (imagen 46).

Hay presencia de regenerado, pero este no es muy numeroso.

La proporción de sexos no es equilibrada existiendo más ejemplares machos.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

La altura que alcanzan los árboles es de hasta cinco metros y medio.

Se observan ejemplares con poco vigor e incluso secos, aunque también se aprecia regenerado en la base, en monte bajo, de algunos de los individuos secos.

En el barranco hay presencia de agua.

La ruta para acceder a la acebeda, atraviesa el puente del pantano por la ermita románica de Santa Catalina accediendo a la margen derecha del embalse. Pasado el puente se coge la pista a mano izquierda. Se sigue por la misma y cuando ésta entra en el primer barranco que se vea se toma el mismo. Se aprecia un sendero que asciende. El camino está muy desdibujado y sigue la margen izquierda del barranco. La ruta es de aproximadamente unos 3,6 km de distancia y un desnivel de 215 metros.

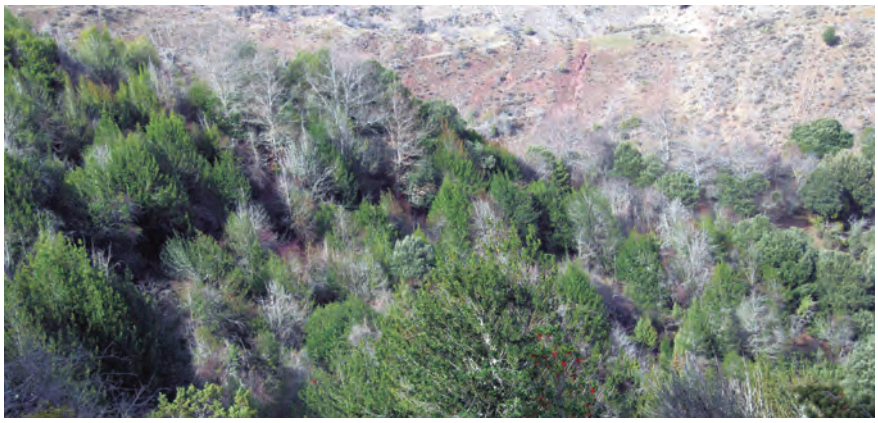


Imagen 45. Vista general de la acebeda.



Imagen 46. Vista desde la zona superior. Al fondo se aprecia la ermita románica de Santa Catalina.

3.11. Acebeda Fuentelpalo y barranco de Sabandija (Villavelayo) (X: 503.134; Y: 4.663.984)

Extensa acebeda de unas 217,5 hectáreas (imagen 47), que comprende el área que va desde el mismo pueblo de Villavelayo hasta el término municipal de Mansilla de la Sierra.

Ocupa los barrancos que desembocan en la cola del embalse de Mansilla y la zona superior de los mismos donde forman una meseta.

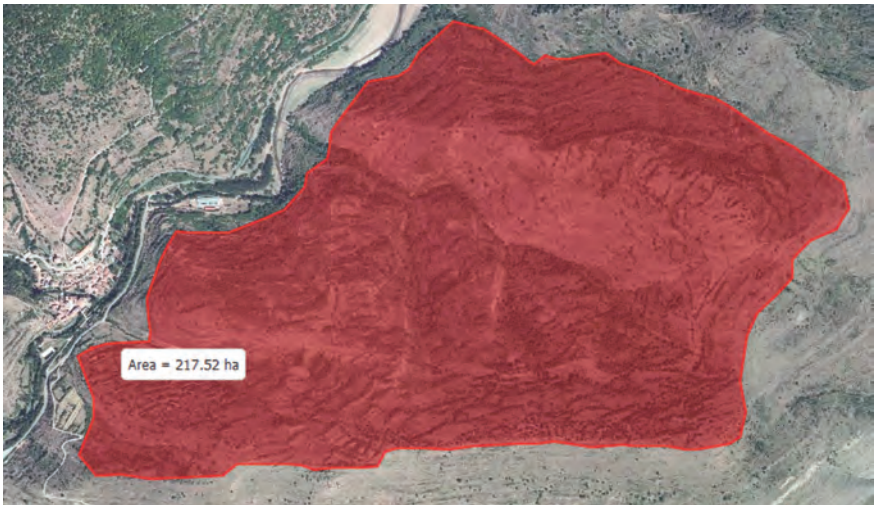


Imagen 47. Extensión ocupada por la acebeda.

Los acebos se distribuyen por toda la zona formando masas densas monoespecíficas, donde las copas se tocan en las laderas norte de los dos barrancos (imagen 49).

En las laderas sur el acebo es más escaso como se aprecia en ladera sur del barranco de Sabandija (la ladera sur del otro barranco pertenece al termino de Mansilla de la Sierra).

En la zona alta, donde el terreno forma una meseta, hay mucho pasto y los acebos aparecen dispersos, adehesados (imagen 48). En ocasiones se aprecian grupetos de acebos formando zonas de refugio de ganado. Ausencia de arbustos en esta zona.

Hay poca presencia de otras especies arbóreas. Solamente algún arce (*Acer campestre*) que suele ocupar las zonas más bajas, por lo que la FCC va desde un 5% en la cara sur al 40% en las caras norte y un 10% en la zona de meseta.

La comunidad arbustiva es numerosa, sobre todo donde el acebo es más abundante, en las caras norte. Son comunidades que forman orlas espinosas como espino albar (*Crataegus monogyna*), rosal silvestre (*Rosa canina*) o enebro (*Juniperus communis*) que dificultan el tránsito por la zona.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

La cara sur del barranco también lo ocupan este tipo de arbustos.

Los troncos de los acebos son accesibles. Solamente los arbustos espinosos pueden impedir el acceso a los mismos.

Hay muy poco regenerado y prácticamente solo apreciable en las caras norte, donde es más denso.

En la distribución de sexos son mayoritarios los ejemplares machos.

Hay presencia de ejemplares poco vigorosos y secos. Aunque se ven rebrotes de raíz en algunos de estos ejemplares.

La altitud de la zona va desde unos 950 metros hasta la cumbre del Cucurucho que con 1.281 metros es el punto más alto de la zona y donde al lado mismo de la cumbre hay un acebo.

La altura que alcanzan los acebos es de hasta cinco metros y medio.

En los barrancos hay presencia de agua.

El acceso a la zona empieza en la pista que parte de la carreta de Villavelayo a Neila. Enfrente del frontón del pueblo. Se puede subir por la divisoria de agua quedando a mano izquierda todo el acebal. Dirección norte, en la cumbre del Cucurucho. La zona aparece despejada y con árboles de acebo dispersos, mientras que en a mano izquierda siguen los acebos, con zonas densas del mismo en las caras nortes de los barrancos.



Imagen 48. Parte superior de la acebeda, donde los acebos aparecen adehesados.



Imagen 49. En las caras norte de los barrancos, los acebos son más densos.

3.12. Acebeda de la dehesa de Cobarajas (Villavelayo) (X: 503.264; Y: 4.662.538)

Acebeda que se sitúa en la dehesa de Cobarajas, en el barranco del mismo nombre el cual desemboca sus aguas en el río Neila.

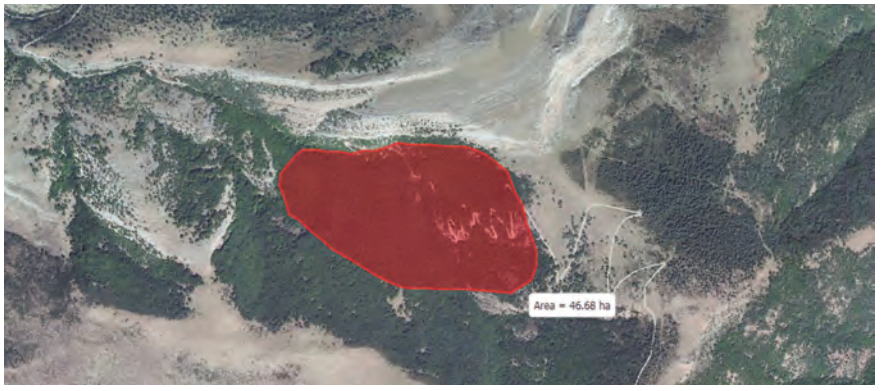


Imagen 50. Área ocupada por la acebeda.

El barranco tiene una orientación este oeste y la acebeda ocupa una extensión de unas 46,7 ha (imagen 50).

La acebeda ocupa principalmente la cara norte, este y oeste del barranco ya que el arroyo cambia de dirección en la cabecera a norte sur.

La zona es un bosque denso de haya (*Fagus sylvatica*) entre el cual salen ejemplares de acebo de grandes dimensiones (imagen 51). La fracción de cabida cubierta es del 100% y los acebos representan el 35% de la masa forestal.

En la parte superior del hayedo, el haya es sustituido por ejemplares de rebollos (*Quercus pyrenaica*). Destacando los ejemplares por su porte y longevidad estimada. En esta zona los acebos desaparecen, por lo que queda fuera de la zona de estudio.

Ausencia total de especies arbustivas.

Los acebos crecen altos y estrechos llegando a alcanzar hasta los quince metros de altura, medidos sobre un ejemplar tumbado. En ocasiones salen agrupados y en otros dispersos. Los troncos son todos accesibles (imagen 52).

Hay presencia de regenerado pero escaso.

El número de frutos es escaso. Ya que hay pocas hembras y estas fructifican poco.

Hay presencia de ejemplares secos.

La altitud de la acebeda va desde los 1.200 hasta los 1.410 m. y está sobre una gran pendiente, sobre todo en la cara este que cae sobre el arroyo.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

Presencia de agua constante, tanto en el arroyo principal como en numerosos afloramientos.

Para el acceso a la acebeda, se parte de la carreta que une las localidades de Villavelayo con Neila, la LR-334. En el kilómetro 1,8 aproximadamente, comienza una pista forestal. Cuando aparecen las hayas en la ladera de enfrente a la pista, es donde se sitúan los acebos. El recorrido tiene una longitud aproximada de 5,7 kilómetros y un desnivel de 460 m.



Imagen 51. Mezcla de hayas y acebos, característica de la acebeda.



Imagen 52. Detalle de tronco de acebo, totalmente accesible.

3.13. Acebeda del valle de Gomituerto – Santa Centola (Canales de la Sierra) (X: 498.966; Y:4.664.102)

Acebeda que se sitúa en la zona media del valle de Gomituerto y en la ladera de Santa Centola. Ocupa una superficie de unas 68 ha (imagen 53). La zona pertenece principalmente a Canales de la Sierra, pero el área de Santa Centola es de Villavelayo.

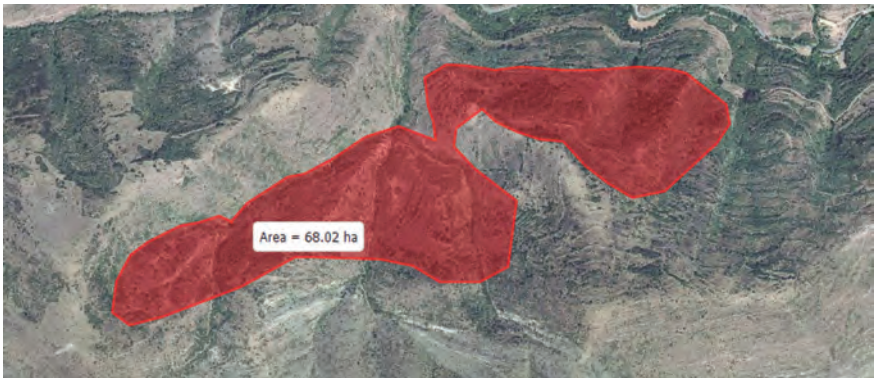


Imagen 53. Superficie ocupada por la acebeda del valle de Gomituerto – Santa Centola.

El valle de Gomituerto tiene una orientación norte sur, desembocando sus aguas directamente en la margen derecha del río Canales.

La zona de Santa Centola ocupa las laderas de la margen derecha del río Canales, que van desde el valle de Gomituerto al pueblo de Villavelayo.

Los acebos ocupan la parte media y baja del valle de Gomituerto, donde el cauce principal se divide en tres, ocupando las tres lomas.

En la zona de Santa Centola la acebeda ocupa la zona media, sin llegar al núcleo de Villavelayo.

En el valle el acebo es prácticamente la única especie arbórea, junto con algún quejigo (*Quercus faginea*). Los acebos crecen juntos pero sin crear una cobertura densa y las copas no se tocan (imagen 54). Alcanzan los cinco metros y medio de altura.

En Santa Centola el acebo se mezcla con el haya (*Fagus sylvatica*).

Hay una gran cantidad de arbustos espinosos, rosal silvestre (*Rosa canina*), aulaga (*Genista* sp.), endrino (*Prunus spinosa*) y enebros (*Juniperus communis*) que adoptan gran porte y dificultan el paso (imagen 55). Así mismo, los acebos presentan su orla espinosa.

Las FCC son de un 40% en la zona de Santa Centola y las lomas centrales y orientales del valle y un 25% en la parte más occidental del valle de Gomituerto.

La orientación de la acebeda es principalmente norte.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | *Zubía*

La altitud de la zona va desde los 1.100 m hasta los 1.220.

Hay mayor presencia de ejemplares machos que hembras.

No hay prácticamente ejemplares secos o faltos de vigor.

Existe regenerado, aunque muy escaso.

El arroyo dispone de agua.

Se propone un acceso solo a la zona del valle de Gomituerto. Ya que la zona de Santa Centola es de muy difícil tránsito por la cantidad de arbustos espinos del entorno. En cualquier caso, el acebal se aprecia desde la misma carretera. El acceso al valle de Gomituerto, se inicia en el punto kilométrico 9 de la carretera LR-113. Hay que atravesar el cauce del río y adentrar en el valle.



Imagen 54. Vista general de la acebeda.



Imagen 55. Orla espinosa que impide el acceso a los troncos de los acebos.

3.14. Acebeda del valle de la Toba (Canales de la Sierra) (X: 495.997; Y: 4.662.573)

Acebeda que se sitúa en la zona alta y media del valle de la Toba en Canales de la Sierra. Ocupa una superficie de unas 133 ha (imagen 56) y es muy variable.

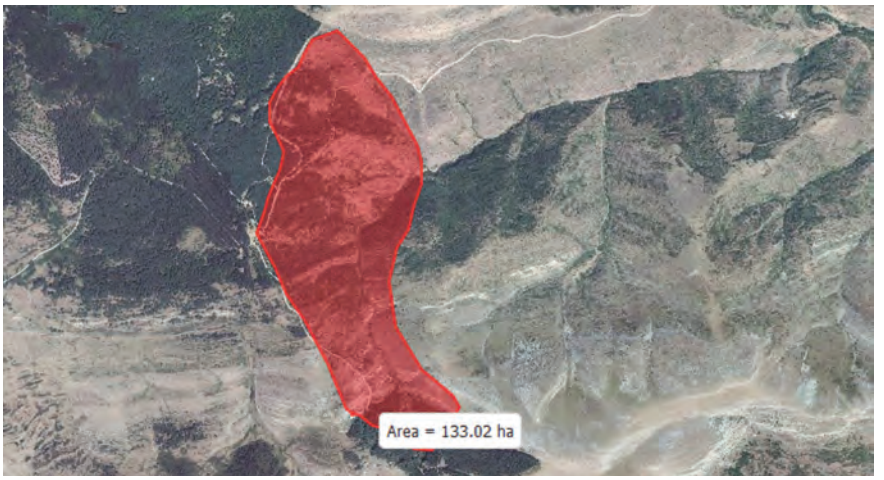


Imagen 56. Área ocupada por la acebeda del valle de la Toba.

Las aguas del valle de la Toba desembocan directamente en la margen derecha del río Canales.

La orientación va de este a oeste, pero en la cabecera la orientación es de sur a norte.

El acebal se distribuye en la zona de cabecera del valle y donde este gira hacia oriente, la zona media.

En la zona de cabecera, hay un pinar de silvestre (*Pinus sylvestris*) y justo debajo, una zona de extenso acebal con ejemplares sobresalientes de hasta seis metros de altura (imagen 57).

Los acebos entran poco en el pinar, aunque se pueden encontrar ejemplares dispersos dentro del mismo hasta el mismo collado de Brinzola.

Los ejemplares de la zona no adoptan masas compactas monoespecíficas, pero sí crecen muy juntos.

En toda el área hay gran cantidad de arbustos espinosos que rodean los acebos como endrinos (*Prunus spinosa*), enebros (*Juniperus communis*), espino albar (*Crataegus monogyna*) o rosal silvestre (*Rosa canina*) que dificultan el tránsito. En la zona más baja de la acebeda también aparece la retama (*Cytisus scoparius*). Los acebos presentan orla espinosa, desapareciendo esta en el interior del pinar.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

En la zona media entre los acebos aparece algún pino disperso y en la zona más baja, de nuevo se entremezcla el pinar y acebal (imagen 58).

Las FCC va desde el 100% en la zona de pinar acebal hasta el 30% cuando el acebo aparece solo.

Hay un pequeño corro a media ladera aguas abajo y donde prácticamente la acebeda acaba, en el cual el acebo presenta una alta densidad monoespecífica con las copas tocándose y donde se puede transitar bajo el dosel arbóreo. En esta zona los acebos no presentan orla espinosa.

No hay otras especies arbóreas.

La acebeda se sitúa en todas las orientaciones.

La altitud de la zona va desde los 1.150 a los 1.400 m.

Hay mayor presencia de ejemplares machos que hembras.

No hay prácticamente ejemplares secos o faltos de vigor.

Existe regenerado, siendo más frecuente bajo el pinar.

El arroyo dispone de agua y hay abrevaderos de ganado en la zona.

El acceso se inicia en la pista que sale del pueblo de Canales de la Sierra y que asciende al repetidor situado en Peñalba. El camino cambia de valle y entrado en el valle de la Toba, se sigue a media ladera por una zona despejada, hasta entrar en la zona de acebos.



Imagen 57. Vista de la zona superior de la acebeda. Un poco más arriba aparece el pinar de la zona de cabecera.



Imagen 58. Acebos en el interior del pinar.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

3.15. Otras acebedas

En este punto se incluyen otras zonas donde hay presencia de acebos pero estos son escasos, dispersos o de pequeño tamaño. No se describen ni las acebedas ni el acceso a las mismas.

Acebeda de Fuente Escoba – La Solana (Canales de la Sierra) (X: 497.957; Y: 4.662.264)

Acebeda entre un hayedo (*Fagus sylvatica*) que ocupa la ladera norte del valle de Fuente Escoba – La Solana (imagen 59). Ocupa un barranco tributario del arroyo principal.



Imagen 59. Vista general de la acebeda.

Acebeda del río Brieva Cabezo de Santo (Brieva de Cameros) (X: 517.253; Y: 4.665.725)

Acebeda situada en el valle del río Brieva, debajo del Cabezo de Santo. Ocupa la ladera de la margen derecha del río.

La acebeda se sitúa sobre terreno despejado (imagen 60) y acompañada de una gran cantidad de Serval del Cazador (*Sorbus aucuparia*) y arbustos. En el límite de un pinar de silvestre (*Pinus sylvestris*).



Imagen 60. Detalle de acebo del paraje.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

Acebeda de río Berrinche (Brieva de Cameros) (X: 520.559; Y: 4.666.522)

Acebeda situada en la zona alta del arroyo de Berrinche.

Arbolado disperso en terreno despejado de árboles pero con arbustos (imagen 61). Los acebos se sitúan en distintos barrancos que descienden hacia dicho arroyo.



Imagen 61. Vista desde la parte superior del área ocupada por acebos.

Acebeda del arroyo de la Penilla (Viniegra de Arriba) (X: 515.222; Y: 4.658.550)

Acebeda que se sitúa en una ladera del arroyo de la Penilla.

Ocupa una pequeña área de la margen derecha de dicho arroyo, en un paraje colindante con un pinar de silvestre (*Pinus sylvestris*).

Zona de acebos dispersos y pequeños, con presencia de arbustos.

4. CONCLUSIONES

Las conclusiones se derivan de la observación desde el punto de vista forestal del conjunto de las acebedas de la zona.

– Las acebedas se encuentran indiferentes a la orientación. Así, se las puede encontrar en laderas situadas al norte, sur, este y oeste.

– Las acebedas se encuentran también indiferentes respecto a las especies acompañantes: hayas (*Fagus sylvatica*) robles (*Quercus sp.*) o pinares (*Pinus sylvestris*), aunque generalmente solo hay especies arbustivas.

– El acebo es una planta cuya familia es de origen tropical, por lo que sus necesidades se aprecian en la zona (no se distribuye a mucha altitud, de 1.000 a 1.500 metros, para evitar el frío), y requiere humedad, por lo que es frecuente la presencia de pequeñas fuentes y manantiales en las áreas donde vive el acebo.

– En las acebedas hay muy pocos ejemplares juveniles; exceptuando las zonas bajo dosel arbóreo como sucede en el barranco de Doncellares en Villavelayo. Lo cual puede deberse a la presión de los herbívoros.

– En las acebedas se encuentran ligeramente más ejemplares machos que hembras. Observándose mucha más fructificación en hembras sin ejemplares alrededor donde la polinización se ve favorecida y reciben más luz, que bajo el dosel arbóreo.

– Aunque existen ejemplares con pérdida de vigor e incluso secos, el estado de las masas es bueno, exceptuando en El Rebollar y Fuentelpalo y barranco de Sabandija en Villavelayo.

– Los acebos en la zona fueron como mínimo tolerados, cuando no fomentados, en épocas pasadas. Así se encuentran cerca de núcleos de población (especialmente en Villavelayo), en dehesas (Ventrosa, Villavelayo y Mansilla de la Sierra) e incluso en antiguos bancales de cultivo (Viniegra de Arriba, valle de Gomituerto en Canales de la Sierra o el barranco de Sabandija en Villavelayo) (imagen 62).

– Ejemplares dispersos de acebos se encuentran por toda el área. También se aprecian los tres tipos de acebada que existen: bajo el dosel arbóreo (margen derecha del barranco de Doncellares en Villavelayo), abiertas con pies aislados (valle de Urbión en Viniegra de Abajo) y es muy rara la presencia de un conjunto monoespecífico en el que las copas de los árboles se toquen formando un bosque denso y maduro. El mejor ejemplo de este tipo de masas desarrolladas de la zona se sitúa en la dehesa de Abajo de Mansilla de la Sierra.

Núm. 36 (2018), pp. 83-142
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

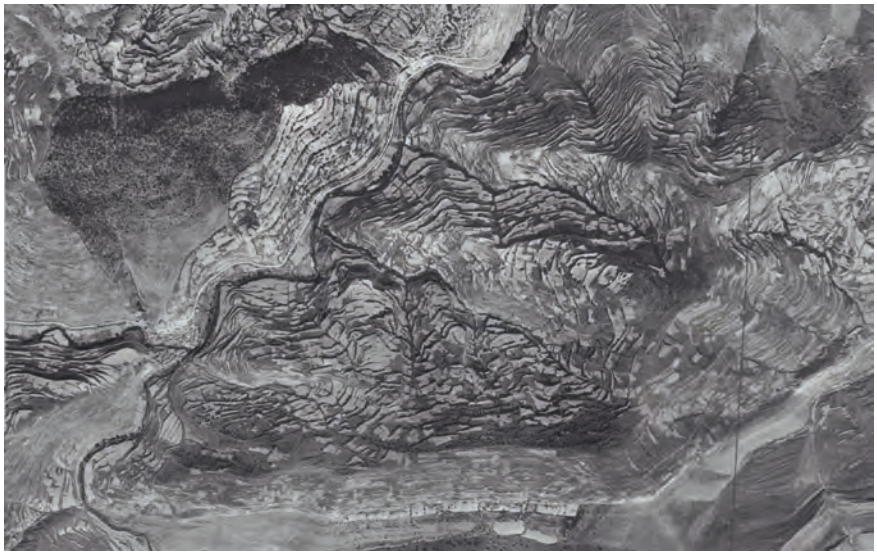


Imagen 62. Fotografía del vuelo aéreo de 1956 sobre Villavelayo (a la izquierda de la imagen) en el que se aprecian todos los bancales de cultivos sobre el barranco de Sabandija, siendo las manchas oscuras que los delimitan acebos (sobre todo en el entorno del cerro Cucurucho, en la zona inferior de la imagen).

AGRADECIMIENTOS

Agradecer enormemente al Colectivo 7 Villas del Alto Najerilla de La Rioja por concederme el premio de investigación que convocan y por la ayuda humana prestada.

A la consejería de Medio Ambiente Gobierno de La Rioja que concedió permisos y apoyo.

A los habitantes ya sean temporales o permanentes de la zona que me indicaron y contaron localizaciones y anécdotas con los acebos y que tanto quieren su tierra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arrieta, M.S., (2009). 9380 Bosques de *Ilex aquifolium*. 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. 54 p.

Fernández Aldana, R. (2015). Mapa de los bosques de La Rioja. Logroño: Gobierno de La Rioja. 112-114 pp.

García García, D. (2007). Regeneración natural y conservación del tejo (*Taxus baccata* L.) en la cordillera Cantábrica: la importancia de las interac-

ciones ecológicas. El tejo en el Mediterráneo Occidental. Jornadas Internacionales sobre el tejo y las tejeras en el Mediterráneo Occidental. Generalitat Valenciana. 31-40 pp.

García González, M.D. (2008). Ordenación por rodales de los acebales del Sistema Ibérico Norte. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 27. Palencia. 43-48 pp.

García González, M.D. (2001). Aprovechamiento sostenible de las acebedas del sistema ibérico norte: caracterización, crecimiento, propagación, conservación, tratamientos selvícolas y producción de ramilla con fines ornamentales. Tesis Doctoral. ETSI de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. (Inédito). 446 pp.

Gil Sánchez, L. y Torre Antón, M. (2007). Atlas forestal de Castilla y León. Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente. 2 vols: vol. I, 388 pp; vol. II, 492 pp.

Gómez Manzaneque, F *et al.* (1997). Los bosques ibéricos. Interpretación geobotánica. Editorial Planeta, Barcelona, 598 pp.

González González, E.A. (2011). Análisis de la diversidad genética en poblaciones naturales de especies vegetales amenazadas: *Ilex perado* ssp. *Lopezlilloi* (*Aquifoliaceae*), *Silene nocteolens* (*Caryophyllaceae*) y *Sorbus aria* (*Rosaceae*). Tesis Doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. (Inédito). 268 pp.

Gonzalo Moreno, J. (1992). Aproximación a la procesión de las cien doncellas de Sorzano: orígenes y sentido actual. BERCEO 122, Logroño. 117-126 pp.

Guitián Rivera, J. (1983). Sobre la importancia del acebo (*Ilex aquifolium* L.) en la ecología de la comunidad invernal de paseriformes en la Cordillera Cantábrica Occidental. *Ardeola*, 30. 65-76 pp.

López González, G. (1995). La guía de INCAFO de los árboles y arbustos de la Península Ibérica. INCAFO, Madrid. 682-684 pp.

Martínez Garrido, J. A. y Zaldívar Ezquerro, C. (2008). Guía de árboles singulares de La Rioja. Gobierno de La Rioja. Consejería de Turismo, Medio Ambiente y Política Territorial. Logroño, 271 pp.

Oria de Rueda Salguero, J. A. (1990). Conservación y manejo de acebos y acebedas. *Quercus* nº 58. 4-15 pp.

Oria de Rueda Salguero, J. A. (1992). Las acebedas de Castilla y León y la Rioja: origen, composición y dinámica. Ecología nº 6, ICONA, Madrid. 79-91 pp.

Reque, J., Bayarri, E., Sevilla, F. (2011). Diagnóstico selvícola. Universidad de Valladolid (Vicerrectorado de Docencia)-PROFOR, Valladolid, España. 180 pp.

Rivas Martínez, S. (1987). Memoria del mapa de series de vegetación de España 1: 400.000. ICONA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. 268 pp

Sevilla Martínez, F. (2008). Una teoría ecológica para los montes Ibéricos. IRMA, León. 715 pp.

Zubía 36 143-162 Logroño 2018

CENSO EN 2014 DE LA POBLACIÓN REPRODUCTORA DEL BUITRE LEONADO (GYPS FULVUS) EN LA RIOJA Y CAMBIOS RECIENTES EN UN CONTEXTO DE MEDIDAS PARA SU CONSERVACIÓN*

CÉSAR MARÍA AGUILAR[1], IGNACIO GÁMEZ[2], JAVIER ROBRES[2], SANDRA VELA[2]

RESUMEN

La población reproductora de buitre leonado *Gyps fulvus* en La Rioja aumentó de forma constante desde los primeros censos en 1979, pero en 2007 mostró por primera vez una reducción. El objetivo de este trabajo fue obtener el tamaño, distribución y principales parámetros reproductores de la población nidificante en 2014 y evaluar los cambios ocurridos entre 2007 y 2014. El censo incluyó las colonias de 2007 más otras formadas posteriormente, contabilizando 1.128 parejas, un incremento del 76,5% respecto a 2007. Se constató la colonización de dos nuevas áreas, las cuencas altas del Najerilla e Iregua. Estos cambios coincidieron con la puesta en marcha de medidas a nivel regional para aumentar la oferta de carroñas tras la retirada y destrucción de cadáveres ganaderos obligada por la normativa europea (2002/1774/CE). Estas medidas podrían haber contribuido a acelerar el aumento del número de parejas y del área de distribución observado en La Rioja.

Palabras clave: Buitre leonado, censo, La Rioja, España, Encefalopatía Espongiforme Bovina.

The Griffon Vulture Gyps fulvus *breeding population in La Rioja increased steadily since the first surveys in 1979, but in 2007 it showed a reduction for the first time. The aim of the current work was to obtain the*

* Registrado el 20 de agosto de 2018. Aprobado el 7 de noviembre de 2018.

1. Tragsatec. C/ Portillejo, 12 bajo, 26005 Logroño (La Rioja). caguilar@tragsa.es.
2. Centro de Recuperación de Fauna Silvestre "La Fombera". Dirección General de Medio Natural. Gobierno de La Rioja. centro.faunasilvestre@larioja.org.

size, distribution and main reproductive parameters of the breeding population in 2014 and evaluate the changes that occurred between 2007 and 2014. The census included the colonies surveyed in 2007 plus others formed later, accounting 1,128 couples, an increase of 76.5% over 2007. The colonization of two new areas was confirmed, the upper basins of Najerilla and Iregua. These changes coincided with the implementation of regional measures to increase the supply of carrion after the removal and destruction of livestock carcasses required by European regulations (2002/1774/CE). These measures could have contributed to accelerate the increase in the number of pairs and breeding range of the species observed in La Rioja.

Key words: *Eurasian Griffon, survey, La Rioja, Spain, Bovine Spongiform Encephalopathy*.

1. INTRODUCCIÓN

El buitre leonado (*Gyps fulvus*) es un ave rapaz necrófaga que se distribuye al sur del Paleártico, desde el noroeste de África y sur de Europa, hasta Turquía, Oriente Medio, suroeste y centro de Asia (Orta *et al*., 2018). En la España Peninsular está presente en la mayoría de las cadenas montañosas y llanuras con cortados fluviales, encontrándose ausente en Galicia, llanuras manchegas y sector noroeste de la Meseta Norte (Martí, 2003).

En la primera mitad de siglo XX, y hasta la década de los años 60, en España sufrió un fuerte declive debido, fundamentalmente, a la persecución directa y al uso de venenos (Blanco y González, 1992). Superadas esas amenazas, los censos nacionales iniciados a finales de la década de los años 70 mostraron un aumento generalizado (Del Moral y Martí, 2001; Del Moral, 2009). El último censo nacional, llevado a cabo en 2008, estimó una población mínima de 24.609 parejas lo cual representa el 90% del contingente reproductor de Europa (BirdLife International, 2015).

El buitre leonado cría en cortados rocosos, de forma colonial, en zonas de montaña y cañones fluviales. Necesita escarpes adecuados y condiciones climáticas favorables para el vuelo durante todo el año (Donázar y Fernández, 1990; Donázar, 1993; Salvador, 2016). Las colonias se sitúan cerca de zonas abiertas donde busca su alimento (Martí, 2003), carroñas de ungulados de tamaño medio y grande, tanto silvestres como domésticos. La ganadería extensiva ofrece carroñas dispersas que son consumidas en el campo, mientras que la intensiva produce cadáveres que se llevan a lugares fijos llamados muladares. El uso de muladares ha sido una práctica ganadera tradicional que ha favorecido la disponibilidad de alimento para los buitres. Los muladares son especialmente importantes para la supervivencia de la población subadulta (Donázar, 1992). Durante la segunda mitad del siglo XX, el crecimiento de la ganadería en España incrementó la disponibilidad de carroñas y ello produjo un aumento de la población de buitres (Parra y Tellería, 2004). No obstante, tras un brote en Europa de Encefalopatía Espongiforme Bovina

(EEB), en el año 2000, diversas normativas comunitarias (2002/1774/CE) obligaron a clausurar los muladares tradicionales, a retirar los cadáveres del campo y a transportarlos a plantas autorizadas para su destrucción. Estas medidas disminuyeron la carroña disponible para los buitres (Tella, 2001) y se observaron efectos negativos en la supervivencia y éxito reproductor (Camiña y Montelío, 2006; Martínez-Abraín *et al*., 2012).

Con relación al buitre leonado en La Rioja, las primeras referencias al tamaño de la población reproductora son del Atlas Ornitológico de La Rioja (De Juana, 1980). Los datos de ese trabajo se tomaron entre 1973 y 1977 y con ellos se estimó una población regional de 90 parejas en un máximo de 13 colonias. Unos años más tarde, en 1979, se abordó el I Censo Nacional de Buitre Leonado en España con resultado de 75-80 parejas en 9 localidades en La Rioja (SEO, 1981); en 1984 un censo regional aportó 170-175 parejas en 18 localidades (Lopo *et al*., 1986); en 1989 el II Censo Nacional contabilizó 302 parejas en 26 localidades en 1989 (Arroyo *et al*., 1990); en 1994 un censo regional señaló un tamaño de 547 parejas en 37 localidades en 1994 (Ceña *et al.,* 1994); y en 1999 el III Censo Nacional fue de 807-819 parejas en 46 localidades (Del Moral y Martí, 2001). Tomando el máximo de parejas, el incremento entre 1979 y 1999 fue de un 924%, lo que equivaldría a una tasa media anual de crecimiento de un 44%.

A comienzos del siglo XXI, la recuperación de la población en La Rioja parecía consolidada, el IV Censo Nacional estaba previsto para 2009 y no se contemplaba ningún censo regional intermedio. Sin embargo, a partir de 2005 la administración medioambiental detectó, en algunas colonias con seguimiento, baja productividad, bajo éxito reproductor y cambios de conducta en la alimentación. Se observaron numerosos ejemplares concentrados en vertederos, un consumo habitual de pequeñas carroñas y un mayor hostigamiento de los buitres sobre ejemplares vivos de ganadería extensiva con problemas de movilidad (Gámez, 2009). Estos cambios acontecieron tras la crisis de la EEB y en parte se relacionaron con la clausura de los muladares tradicionales y la recogida de cadáveres ganaderos (Donázar *et al*., 2010). Esto motivó que en 2007 la administración regional realizara un nuevo censo de la población reproductora que mostró, por primera vez, un descenso: 639 parejas en 88 colonias. Estos resultados regionales se incorporaron al IV Censo Nacional que también se adelantó a 2008 (Del Moral, 2009).

Teniendo en cuenta estos antecedentes, en 2014 se realiza un nuevo censo regional de la especie y un seguimiento reproductor de 18 colonias con los siguientes objetivos: i) obtener el tamaño y distribución de la población reproductora de buitre leonado en La Rioja y determinar la parte de la misma que está incluida en los espacios protegidos de la Red Natura 2000, ii) conocer los principales parámetros reproductores de la especie en esta Comunidad Autónoma, y iii) evaluar los cambios del tamaño de la población, distribución y de parámetros reproductores entre 2007 y 2014.

2. METODOLOGÍA

2.1. Área de Estudio

El trabajo de campo abarcó al conjunto de la Comunidad Autónoma de La Rioja (5.034 km^2), una región con dos unidades de relieve bien definidas, al norte el denominado Valle y al sur la Sierra. El Valle se corresponde con la Depresión del Ebro, con altitudes entre 260 y 800 msnm y predominio de pendientes menores del 10%. La Sierra está formada por las montañas del Sistema Ibérico Septentrional y comprende terrenos entre los 800 msnm y los 2.271 msnm (Pico San Lorenzo) con pendientes mayores del 20%. En la Sierra las altitudes son decrecientes hacia el este de la región. Al noroeste se encuentra la alineación montañosa Obarenes-Sierra de Cantabria, con cumbres entre los 900-1.100 msnm (García *et al*., 1994) (Figura 1).

El río Ebro atraviesa el norte de la región en sentido noroeste-sureste y recoge los aportes de los ríos que, de sur a norte, recorren el territorio: Oja-Tirón, Najerilla, Iregua, Leza-Jubera, Cidacos y Alhama-Linares. La Sierra tiene los materiales geológicos más antiguos y el Valle los más modernos. En el contacto Sierra-Valle existe un cabalgamiento donde aparecen materiales duros (calizas y conglomerados) que proporcionan la mayoría de los cortados de interés para las aves rupícolas. Otros cortados de interés están asociados a los escarpes fluviales generados a lo largo de la red hidrológica.

Con relación a las precipitaciones, existe un gradiente decreciente oeste-este, asociado al descenso en altitud y al distanciamiento de los frentes húmedos que entran por el noroeste (>1.000 mm precipitación media anual en las cabecera del Oja, Najerilla e Iregua; 400 mm en el valle del Ebro oriental). Las temperaturas medias anuales siguen un gradiente similar (< 7 ºC media anual en las cabecera del Oja, Najerilla e Iregua; 13 ºC valle del Ebro oriental) (Cuadrat, 1994). En lo que respecta a la cobertura vegetal, el Valle cuenta con un intenso aprovechamiento agrícola y son escasas las zonas con vegetación arbolada. La Sierra, por su parte, alberga extensas zonas boscosas de robles (*Quercus* sp.), hayas (*Fagus sylvatica*), pinos (*Pinus* sp.) y encinas (*Quercus ilex*) y en ella es de importancia el aprovechamiento ganadero (Fernández, 1994).

Los espacios protegidos de la Red Natura 2000 en La Rioja suponen el 33% de la superficie regional y abarcan buena parte de la Sierra y los cortados de mayor interés para las aves del contacto Sierra-Valle. Estos espacios se crearon al amparo de la normativa europea de protección de hábitats y especies de flora y fauna silvestres de interés comunitario, las denominadas directivas "Aves" (79/409/CEE) y "Hábitats" (92/43/CEE). La Rioja cuenta con 6 de estos espacios: "Obarenes-Sierra de Cantabria", "Sierras de Demanda, Urbión, Cebollera y Cameros", "Peñas de Iregua, Leza y Jubera", "Peñas de Arnedillo, Peñalmonte y Peña Isasa", "Sierra de Alcarama y Valle del Alhama" y "Sotos y Riberas del Ebro" (Esquisábel, 2007).

Núm. 36 (2018), pp. 143-162
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

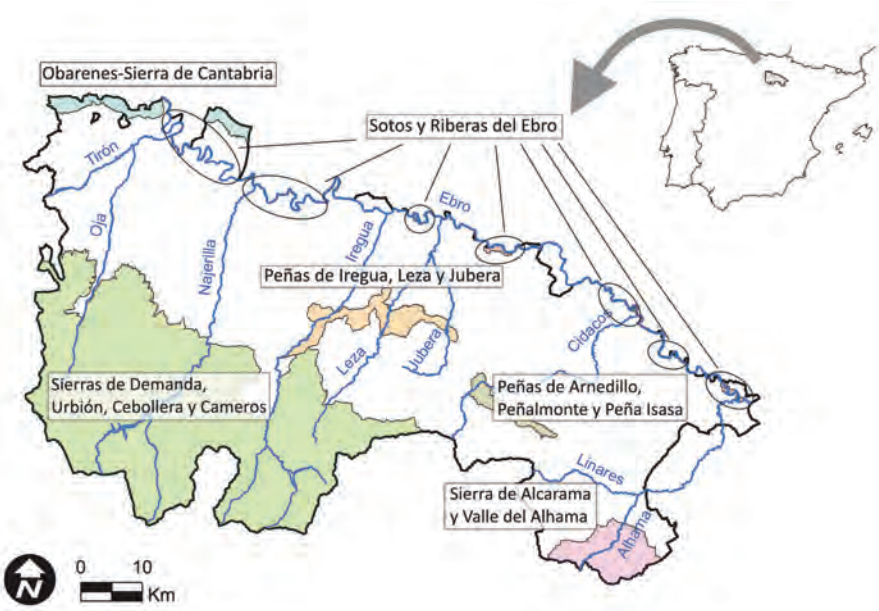


Figura 1. Mapa de la zona de estudio, Comunidad Autónoma de La Rioja. Se muestra la red hidrográfica principal junto con los espacios protegidos de la Red Natura 2000 (Fuente: Infraestructura de Datos Espaciales Gobierno de La Rioja).

2.2. Censo de la población reproductora 2014

Durante el censo de la población reproductora se visitaron: i) todos los cortados con nidos en 2007, ii) cortados con nidos hallados por agentes forestales y/o naturalistas en el periodo 2007-2014 pero sin referencia en 2007 y iii) cortados potenciales que, por el crecimiento de la población, podían albergar nuevas parejas reproductoras.

Todos los cortados indicados recibieron, al menos, una visita entre la segunda semana de febrero y la última de marzo del año 2014. El trabajo de campo se realizó con un único observador que, durante el tiempo que duró el censo, alternó las visitas a las distintas comarcas para evitar el sesgo de censar unas en fechas tempranas (cuando algunas parejas aún no han realizado la puesta) y otras en fechas tardías (cuando ya se han retirado las parejas que han fracasado). De este modo, se repartió de igual forma el sesgo atribuido a un censo de mes y medio entre todas las comarcas, haciendo comparables los resultados entre las mismas.

La prospección de los cortados se basó en esperas a cierta distancia para no interferir en la reproducción, con la ayuda de óptica adecuada (prismáticos 8x36 y telescopio 20-60x85). Se eligieron los horarios más apropiados según la orientación de las paredes. Se contabilizaron como parejas, a efectos del censo, todas las observaciones de adultos incubando, nidos con huevos o pollos en los nidos. No se hizo una estima de otras parejas posibles

en la colonia, como en censos anteriores (Del Moral, 2009), dado que se consideró un parámetro muy subjetivo por la presencia de ejemplares no reproductores en las colonias. Solamente en febrero, cuando podía haber parejas que no habían puesto, se incluyeron en el censo algunas aves emparejadas con querencia por repisas adecuadas para ubicar el nido pero sin incubar aún. Esas parejas, que muy probablemente realizaron la puesta en fechas posteriores, solo aportaron un 4% del total de las parejas del censo. Por ello, se considera que la cifra de parejas obtenida es la población mínima reproductora en 2014.

Todos los nidos se asignaron a alguna de las colonias definidas en 2007, a nuevas colonias, considerando como tales aquellas agrupaciones de nidos separadas al menos 1 km de los nidos más cercanos (Del Moral y Martí, 2001) o se calificaron como nidos aislados. Todas las colonias y nidos aislados se georreferenciaron con una coordenada X, Y (UTM datum ETRS89) en su punto central.

Las colonias y nidos aislados se atribuyeron a alguna de las nueve comarcas consideradas en el último censo nacional (Gámez, 2009). Una representación de las mismas se puede ver en el mapa de La Rioja de la figura 2 que contienen los resultados del censo de 2014. Ocho de las comarcas se definieron en base a las cuencas hidrográficas de la red fluvial: "Cuenca Oja", "Cuenca Najerilla", "Cuenca Iregua", "Cuenca Leza", "Cuenca Jubera", "Cuenca Cidacos", "Cuenca Alhama-Linares" y "Ebro Medio". No obstante, en la comarca "Ebro Medio" se incluyeron los nidos, no solo de los cortados del río Ebro entre Agoncillo y Alcanadre, sino también los situados en el tramo final del río Leza en Murillo de Río Leza por su proximidad a los del Ebro. La comarca "Obarenes-Sierra de Cantabria" fue la única definida por un relieve montañoso e incluyó los cortados calizos de ambas sierras situadas al norte del Ebro.

2.3. Obtención de parámetros reproductores 2014

A lo largo del periodo reproductor se hizo un seguimiento detallado a 18 colonias distribuidas por comarcas de la siguiente manera: Cuenca Oja (1), Cuenca Najerilla (1), Cuenca Iregua (3), Cuenca Leza (2), Cuenca Jubera (2), Cuenca Cidacos (3), Cuenca Alhama-Linares (1) y Ebro Medio (5). Estas colonias fueron seleccionadas por la administración regional en 2011 para evaluar el efecto de las medidas de conservación en la población de la especie. La selección de colonias tuvo en cuenta que fueran localidades accesibles, con buena visibilidad, con diferentes características en cuanto a tamaño, sustrato y antigüedad y que incluyeran otras seguidas en 2007 y 2008 (Gámez *et al*., 2011). El seguimiento en cada colonia incluyó solo el de aquellas parejas y nidos visibles desde una serie de puntos de observación preestablecidos, ya que se buscó obtener parámetros reproductores de una muestra representativa del total de la población y no el número real o la evolución numérica de cada colonia.

Núm. 36 (2018), pp. 143-162
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

Para el seguimiento se realizaron 3 visitas a cada colonia, la primera entre la segunda quincena de febrero y la primera semana de marzo para comprobar las parejas que la ocuparon, anotando parejas y nidos observados sobre una fotografía del cortado. La segunda visita se hizo a finales de mayo para comprobar las parejas que incubaron correctamente y que contaban con pollos eclosionados. La tercera visita fue a finales de julio y primeros de agosto para contabilizar el éxito de la pareja y detectar aquellas con pollos muy crecidos que, con bastante probabilidad, iban a volar a los pocos días. Todo el trabajo de campo se hizo con tres observadores, aunque dentro de cada colonia todas las visitas las realizó la misma persona para determinar correctamente la evolución de los nidos. La presentación de datos del seguimiento reproductor siguió el formato de los censos nacionales para un esfuerzo de 3 visitas agrupando los resultados en alguna de las nueve comarcas consideradas (Del Moral, 2009). A partir de estos datos se calcularon los fracasos tempranos y tardíos. Se consideraron fracasos tempranos (nº de parejas con puesta 1ª visita - nº parejas con pollo nacido 2ª visita) los producidos durante la incubación o los primeros días del pollo y fracasos tardíos (nº de parejas con pollo 2ª visita - nº parejas con pollo 3ª visita) los producidos durante la fase final de la crianza del pollo.

De acuerdo con el criterio del último seguimiento de la población realizado a nivel regional (Gámez *et al*., 2011), el único parámetro reproductor estudiado fue el éxito reproductor (nº de pollos volados / nº de parejas con puesta). En los censos nacionales llevados a cabo con anterioridad (Del Moral, 2009) se aportó, además, la productividad (nº de pollos volados / nº de parejas controladas). En el seguimiento realizado en 2011 se consideró que las visitas a las colonias antes de finales de febrero podían aportar algunas parejas formadas, aún sin puesta, pero determinar claramente esas parejas entre los ejemplares de la población no reproductora que ocupa las colonias se consideró muy subjetivo y que podía sobreestimar el número de parejas reproductoras. Por ello se adoptó el criterio de hacer la primera visita entre la segunda quincena de febrero y la primera semana de marzo, cuando todas las parejas ya están incubando.

2.4. Evaluación de los cambios en el periodo 2007-2014

Una primera evaluación de los cambios en la población reproductora se ha basado en la variación del número de parejas censadas en 2007 y 2014, en el conjunto del área de estudio y dentro de cada una de las nueve comarcas. Una segunda evaluación se ha hecho elaborando mapas de densidad de colonias para 2007 y 2014 obtenidos mediante un análisis Kernel de los datos de ambos censos georreferenciados. El análisis Kernel ofrece una imagen gráfica de zonas con diferentes densidades de colonias usando para ello los valores de la vecindad. El cálculo se realizó con ArcGIS 10.2.2 ponderando para las colonias el número de nidos que albergaban y usando un tamaño de celda de 300 m.

Para analizar la evolución de los parámetros reproductores entre 2007-2014 se usaron todos los datos de seguimientos disponibles en ese periodo: el de 13 colonias en 2007 y 2008 seguidas por la administración regional (Gámez, 2009), el de las mismas 13 más 5 adicionales realizado en 2011 (Gámez *et al*., 2011) y el de esas 18 colonias censadas, nuevamente, en 2014 para el presente trabajo. Para cada uno de estos años se calcularon los fracasos tempranos y tardíos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Tamaño y distribución de la población reproductora 2014

La población reproductora de buitre leonado en 2014 fue de 1.128 parejas repartida en 86 colonias y 24 parejas aisladas. La mayor parte de su distribución siguió los cortados del contacto Sierra-Valle, desde el valle del Oja hasta el del Alhama-Linares. La especie tuvo presencia, además, en Obarenes-Sierra de Cantabria, en dos enclaves del valle del Ebro (Murillo del Río Leza y Agoncillo-Alcanadre), en las cabeceras del Najerilla e Iregua y, solo de forma anecdótica, en la cabecera del Leza (Figura 2).

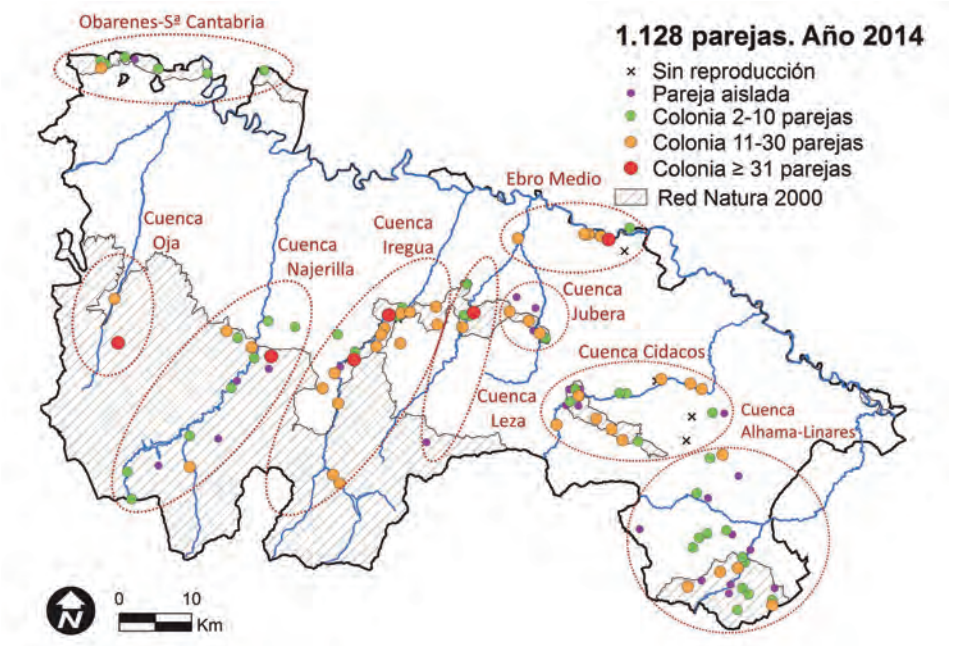


Figura 2. Población reproductora de buitre leonado en La Rioja en 2014 en las nueve comarcas consideradas, con gran concentración en la cuenca del Iregua e importante presencia en los espacios protegidos de la Red Natura 2000.

Núm. 36 (2018), pp. 143-162
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

TABLA 1.

Distribución por comarcas de la población reproductora de buitre leonado en La Rioja en 2014

Comarcas	Colonias y parejas aisladas			Parejas		Parejas dentro de Espacios de la Red Natura 2000						
	Nº Col	Nº pp ais.	% total	Nº	%	OB	SD	PI	PA	SA	SR	%
Obarenes-Sª Cantabria	7	1	7,3%	35	3,1%	31	0	0	0	0	0	88,6%
Cuenca Oja	2	0	1,8%	55	4,9%	0	55	0	0	0	0	100,0%
Cuenca Najerilla	12	4	14,5%	135	12,0%	0	127	0	0	0	0	94,1%
Cuenca Iregua	19	1	18,2%	343	30,4%	0	45	221	0	0	0	77,6%
Cuenca Leza	5	1	5,5%	71	6,3%	0	1	70	0	0	0	100,0%
Cuenca Jubera	4	3	6,4%	54	4,8%	0	0	52	0	0	0	96,3%
Ebro Medio	6	0	5,5%	111	9,8%	0	0	0	0	0	90	81,1%
Cuenca Cidacos	14	5	17,3%	172	15,2%	0	0	0	99	0	0	57,6%
Cuenca Alhama-Linares	17	9	23,6%	152	13,5%	0	0	0	0	101	0	66,4%
TOTAL	**86**	**24**		**1.128**		**31**	**228**	**343**	**99**	**101**	**90**	**79,1%**

Espacios de la Red Natura 2000: OB: "Obarenes-Sierra de Cantabria"; SD: "Sierras de Demanda, Urbión, Cebollera y Cameros"; PI: "Peñas de Iregua, Leza y Jubera"; PA: "Peñas de Arnedillo, Peñalmonte y Peña Isasa"; SA: "Sierra de Alcarama y Valle del Alhama"; SR: "Sotos y Riberas del Ebro".

Tal y como se muestra en la tabla 1, la población más importante se situó en la comarca Cuenca Iregua con 343 parejas, lo cual representa un 30,4% del total. En el tramo medio de la misma abundan los cortados asociados al cabalgamiento del Sistema Ibérico sobre la Depresión del Ebro y a la erosión fluvial del río Iregua, con oquedades y repisas adecuadas para la nidificación de la especie. En ella los buitres ocupan, mayoritariamente, cortados calizos y conglomerados del tramo medio del Iregua entre los 700 y 1.000 msnm. Esos cortados tienen condiciones climáticas más benignas que los del interior de la Sierra, donde un mayor número de días nublados limita la formación de las corrientes térmicas ascendentes que utilizan los buitres para desplazarse y donde las parejas reproductoras asumen un mayor riesgo de fracaso por una meteorología más adversa. Las comarcas Cuenca Cidacos, Cuenca Alhama-Linares, Cuenca Najerilla y Ebro Medio mostraron más de 100 parejas en todos los casos, mientras que las de Cuenca Leza, Cuenca Oja, Cuenca Jubera y Obarenes-Sierra de Cantabria presentaron poblaciones inferiores a esta cifra.

Con relación a la población reproductora presente en los espacios de Red Natura 2000, los cortados de estos espacios protegidos albergaron 892 parejas (79,1% del total de parejas de La Rioja), con algo más de la mitad de las parejas en solo dos de ellos: "Peñas de Iregua, Leza y Jubera" y "Sierras de Demanda, Urbión, Cebollera y Cameros" (Tabla 1). Esto se debe a que una parte importante de la Red Natura 2000 en La Rioja se definió, de acuerdo a la Directiva Aves (79/409/CEE), para proteger los cortados de mayor interés para rapaces rupícolas entre las que se encontraba el buitre leonado. La Red Natura 2000 en La Rioja incluyó, además, gran parte de la Sierra con las cuencas altas de los ríos Oja, Najerilla, Iregua y Leza, cuyos cortados han sido colonizados por los buitres en las dos últimas décadas.

3.2. Parámetros reproductores 2014

El seguimiento de 18 colonias permitió obtener parámetros reproductores de 229 parejas (20,3% de la población nidificante) con los que se calculó un éxito reproductor de 0,54 pollos volados / parejas con puesta. A partir de los resultados obtenidos durante el seguimiento y mostrados en la tabla 2, podemos concluir que el 79% de los fracasos (83 parejas) fueron tempranos y ocurrieron durante la incubación, por ausencia de eclosión o al poco de nacer, no sobreviviendo el pollo hasta la visita de mayo. Un 21% de los fracasos (22 parejas) fueron tardíos y se produjeron durante la época de crianza, entre la segunda y la tercera visita.

Núm. 36 (2018), pp. 143-162
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

TABLA 2.
Resultados del seguimiento reproductor en 18 colonias en 2014

Comarcas	Nº Colonias	Nº Parejas seguidas	Nº Parejas con puesta	Nº Parejas pollo nacido	Nº Parejas pollo volado	Fracasos tempranos(1)	Fracasos tardíos(2)
Cuenca Oja	1	31	31	31	26	0%	100%
Cuenca Najerilla	1	11	11	10	9	50%	50%
Cuenca Iregua	3	42	42	23	22	95%	5%
Cuenca Leza	2	3	3	0	0	100%	0%
Cuenca Jubera	2	21	21	12	8	69%	31%
Ebro Medio	5	85	85	49	41	82%	18%
Cuenca Cidacos	3	35	35	21	18	82%	18%
Cuenca Alhama-Linares	1	1	1	0	0	100%	0%
TOTAL	**18**	**229**	**229**	**146**	**124**	**79%**	**21%**

(1) Fracasos en la incubación o primeros días del pollo, detectados en la 2ª visita.
(2) Fracasos en la crianza del pollo, detectados en la 3ª visita.

3.3. Evolución de la población reproductora 2007-2014

El número de parejas reproductoras pasó de 639 parejas en 2007 (Del Moral, 2009) a 1.128 en el censo 2014, lo que supone un incremento del 76,5%. No parece que este resultado sea producto de un mayor esfuerzo de prospección ya que en 2007 el censo fue llevado a cabo por dos personas, mientras que en 2014 solo por una. Los datos de 2014 constatan la recuperación del tamaño poblacional de buitre leonado tras la caída observada en 2007 y el número de parejas alcanza un máximo histórico (Figura 3).

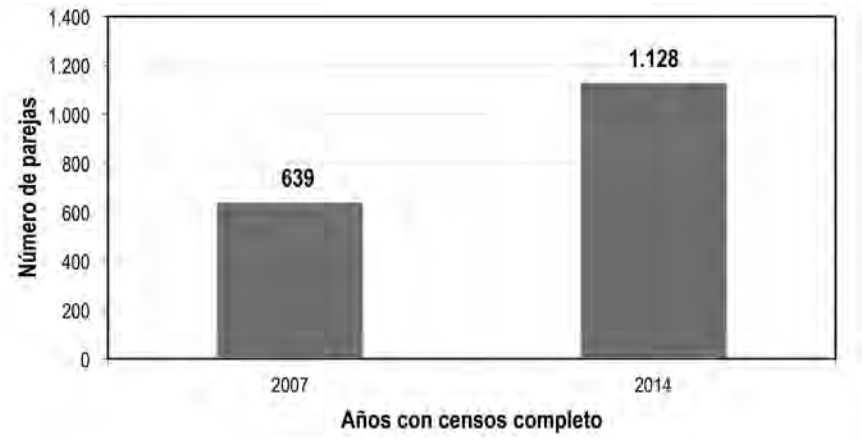


Figura 3. Evolución del tamaño de la población reproductora de buitre leonado en La Rioja 2007-2014 (nº mínimo de parejas).

Censos de buitres efectuados en otras regiones de la Península en fechas posteriores a la caída o desaceleración del crecimiento registrados para el conjunto de España entre 1999 y 2008 (Del Moral 2009), señalan también máximos históricos en los últimos años de censo. En el parque natural de las Bardenas Reales (Navarra), Blanco (2017) encontró para el periodo 2008-2017 el máximo poblacional en el último año de estudio con 37 parejas reproductoras. En Gipuzkoa, Olano *et al.* (2016) encontraron para el periodo 1999-2016 el máximo en el último año de estudio con 240 parejas reproductoras y no hallaron evidencias de que la población se hubiera estabilizado, aunque en esa provincia no se detectó el declive observado en el conjunto peninsular. En la Comunidad Valenciana, Torres (2017) resume los datos disponibles para la región entre 1991-2015 y proporciona el máximo de población en ese último año con 559 parejas reproductoras. En Murcia los censos oficiales (DGMA, 2015) para el periodo 2002-2015 proporcionaron el máximo histórico, igualmente, en el último año con 123 parejas reproductoras. De acuerdo con los datos de estos censos, el aumento de la población reproductora de la especie parece ser un hecho que está ocurriendo, igualmente, en otras regiones peninsulares.

En La Rioja el aumento de la población en 2007-2014 se produjo en todas las comarcas pero no de la misma manera (Figuras 4 y 5). Los mayores incrementos se dieron en las comarcas Cuenca Iregua (190 parejas, 124,2%) y Cuenca Najerilla (93 parejas, 221,4%). En ellas se observó un fuerte aumento de efectivos en las colonias situadas en cortados del contacto Sierra-Valle y, además, la colonización de cortados situados en la parte alta ambos ríos. En la parte alta de Cuenca Iregua (Nieva de Cameros y tramos superiores) en 2007 solo hubo 6 parejas, mientras que en 2014 se censaron 71 parejas de Nieva de Cameros a Lumbreras. Por su parte, en la parte alta de Cuenca Najerilla (tramos por encima de Anguiano) no se hallaron buitres nidificantes en el censo de 2007, mientras que en 2014 se censaron 42 parejas pasado Anguiano y en diferentes cortados de Las Viniegras. El buitre leonado, como ocurre en muchas aves coloniales, tiene un marcado carácter filopátrico y en la selección de los lugares de cría tiene un gran peso, además, la presencia de conespecíficos (Sarrazin *et al*., 1996). Por ello, ha sido necesario un fuerte incremento en la población, y la probable saturación de muchas colonias, para que se produjera la colonización observada en las partes altas de las cuencas del Iregua y Najerilla.

Los cambios recientes de la población reproductora de buitre leonado en La Rioja no pueden interpretarse solo en base a lo acontecido en el contexto regional. Estas necrófagas pueden desplazarse en busca de alimento a distancias que exceden con mucho la región (García-Ripollés *et al*., 2011; Zuberogoitia *et al*., 2012). Es por ello que, necesariamente, su población se ve influenciada por prácticas de gestión en ámbitos mucho mayores. No obstante, la caída y el fuerte incremento en el periodo 2007-2014 pueden entenderse mejor conociendo las medidas de gestión aplicadas en La Rioja para compensar la reducción de alimento causada tras la crisis sanitaria de la EEB. En concreto con el aumento en la disponibilidad carroñas accesibles a los buitres.

Núm. 36 (2018), pp. 143-162
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

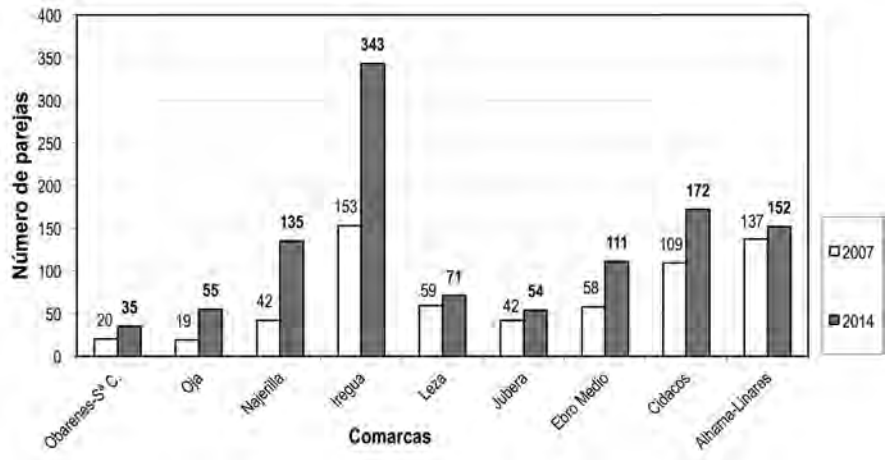


Figura 4. Evolución por comarcas de la población reproductora de buitre leonado en La Rioja 2007-2014.

La caída del número de parejas reproductoras en 2007 se detectó tras la clausura de muladares tradicionales y la retirada de los cadáveres de las explotaciones ganaderas. En La Rioja esas medidas se tomaron en 2001, de forma anticipada a las normativas restrictivas que estaban por llegar, a diferencia de lo que sucedió en otras comunidades vecinas donde no se acometieron hasta finales del 2005 (Camiña y Montelío, 2006). En 2007 la disponibilidad de carroñas para los buitres en La Rioja debió ser considerablemente menor que en años previos y los malos datos de la población en esa temporada se atribuyeron a esa situación (Gámez, 2009). A partir de ese año la administración regional potenció el aporte de carroñas a los 2 muladares gestionados por ella, para la alimentación de las necrófagas en las localidades de Cabretón e Igea. Además se habilitaron 3 muladares más (Santo Domingo de la Calzada 2009, Turruncún 2010 y Soto en Cameros 2012) que incrementaron la carroña disponible (Figura 5). Por último, en 2012 se delimitaron las llamadas "zonas de protección" para la alimentación de aves carroñeras en La Rioja (Resolución nº 489, de 22 de mayo de 2012, Boletín Oficial de La Rioja nº 67 del 01/06/2012), al amparo del Real Decreto 1632/2011 (Boletín Oficial del Estado nº 284 del 25/11/2011), y en ellas se viene permitiendo el abandono de cadáveres de bovino, ovino, caprino y equino directamente en el campo en puntos autorizados. La delimitación de las "zonas de protección" abarcó una superficie de 2.149 km^2 (43% de la Comunidad), principalmente en áreas de montaña con ganadería extensiva, muchas de ellas incluidas en espacios de la Red Natura 2000. Estas medidas de gestión han supuesto un aumento de carroñas que no estaban disponibles para los buitres en 2007 y han debido contribuir al incremento observado del 76,5% de la población reproductora entre 2007 y 2014.

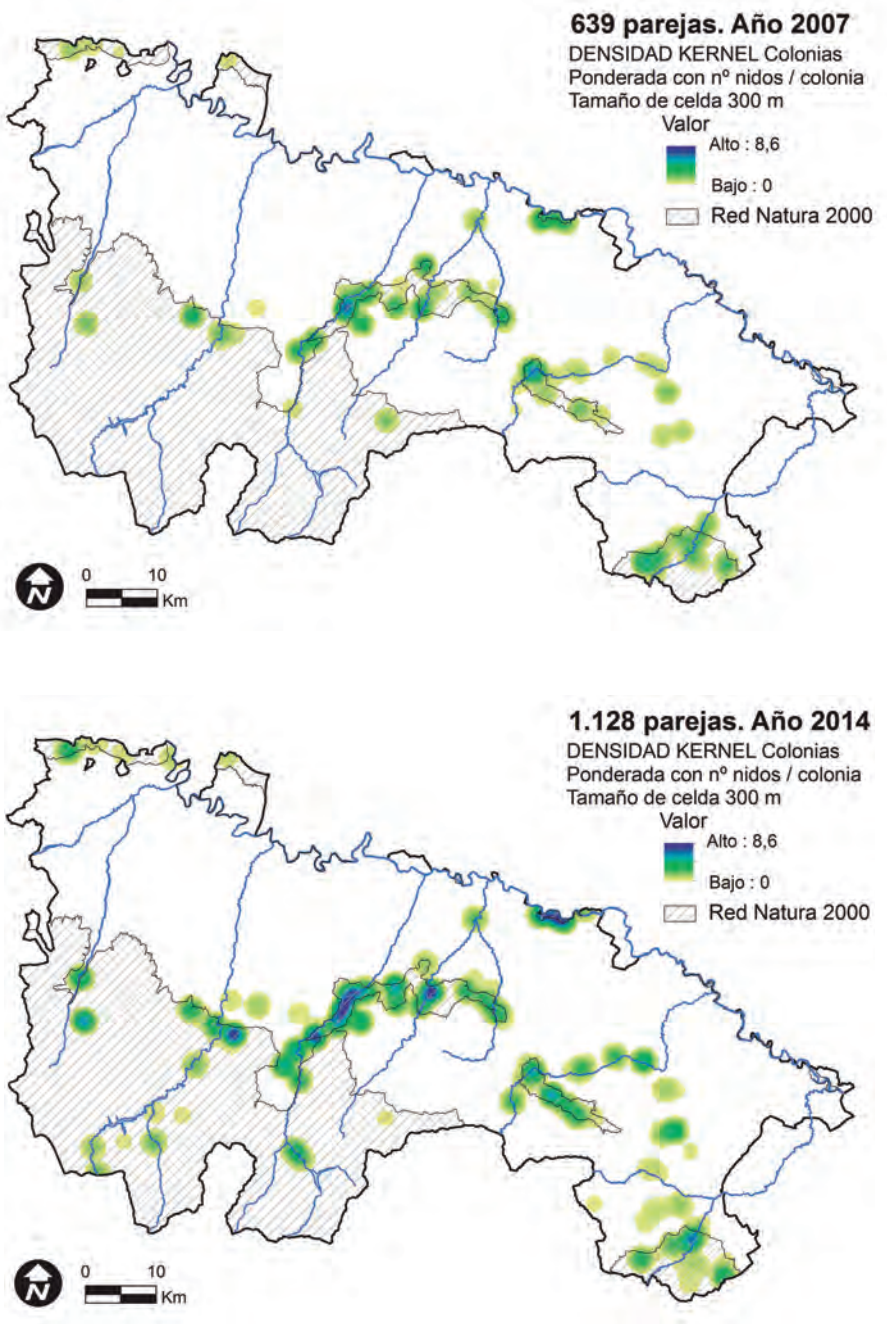


Figura 5. Distribución de la población reproductora de buitre leonado en La Rioja en 2007 y 2014 a través de mapas de Densidad Kernel, mostrando la fuerte concentración e incremento en los tramos medios de las cuencas del Iregua y Najerilla en 2014 y la expansión a los tramos altos de ambas en el censo de ese año.

Núm. 36 (2018), pp. 143-162
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

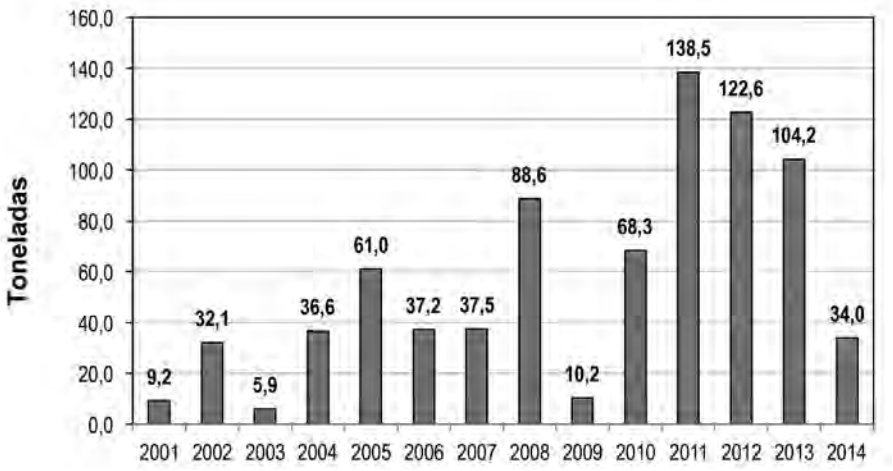


Figura 6. Aportes de carroña registrados en la red de muladares gestionada por la administración regional para la alimentación de aves necrófagas en La Rioja (Fuente:D.G.Medio Natural-Gobierno de La Rioja). El bajo aporte en 2009 responde a un cierre temporal del muladar de Igea a carroñas de porcino por razones de salubridad.

Con relación a la evolución de los parámetros reproductores, entre 2007 y 2014 hubo un cambio de tendencia en dos ocasiones, con un fuerte aumento de 2007 a 2008 y un descenso posterior, alcanzando valores muy similares en 2011 y 2014 (Tabla 3).

Tabla 3.
Parámetros reproductores en la muestra de colonias de buitre leonado con seguimiento entre 2007-2014

Año	Nº colonias muestra	Nº parejas seguidas	Productividad	Éxito reproductor	Fracasos tardíos(1)
2007	13	131	0,37 (2)	0,45	57%
2008	13	181	0,75	0,86	49%
2011	18	201	- (3)	0,58	24%
2014	18	229	- (3)	0,54	21%

(1) Fracasos en la crianza del pollo, detectados en la 3ª visita. (2) En Gámez (2009) este valor aparece como 0,27 pero se trata una errata de la publicación siendo el valor aquí reseñado el correcto; (3) El seguimiento en 2011 y 2014 se inició entre la segunda quincena de febrero y la primera semana de marzo cuando todas las parejas ya están incubando por lo que solo se obtuvo el éxito reproductor.

En 2007 se partía de valores de productividad (0,37 pollos volados / pareja controlada) y éxito reproductor (0,45 pollos volados / parejas con puesta) muy bajos, menores que las medias de ese año de la población española que

fueron 0,62 y 0,67 respectivamente (Del Moral, 2009). En 2008, en el seguimiento de las mismas 13 colonias, se observó un fuerte incremento de la productividad (0,75) y del éxito reproductor (0,86) que se interpretó como una respuesta favorable a la mayor disponibilidad de carroñas en los muladares gestionados por la administración (Gámez, 2009). Como puede verse en la figura 5, los aportes de carroña registrados en esos muladares pasaron de 37,5 toneladas en 2007 a 88,6 en 2008. Por otra parte, la meteorología en el periodo de incubación y primeras semanas de vida del pollo en 2007 y 2008 fue bastante similar: 261 ± 80 l/m^2 (Media, Desviación Estándar) de precipitación acumulada entre febrero y mayo en 2007 y 269 ± 69 l/m^2 en 2008 en once estaciones meteorológicas del área de ocupación del buitre (Red de Estaciones Meteorológicas-SOS Rioja). Es por ello que no se puede atribuir a la meteorología una contribución relevante a las fuertes diferencias de productividad y éxito reproductor entre ambos años. A partir de 2011, por las características del seguimiento, solo se calculó el éxito reproductor que fue de 0,58 en 2011 y 0,54 en 2014. A pesar de este descenso respecto a 2008, los valores siguen siendo mayores que en 2007 cuando se presuponía escasez de alimento. El incremento de la población reproductora regional hace que esos parámetros no parezcan preocupantes, más bien indican que la población ha alcanzado un cierto equilibrio por la similitud de las cifras en 2011 y 2014.

Otro parámetro a tener en cuenta para valorar la evolución de los parámetros reproductores entre 2007 y 2014 es el porcentaje de fracasos tardíos respecto al total de fracasos cada año. Como se puede ver en la tabla 3, éste comenzó siendo alto en 2007 (57%) pero se ha ido reduciendo progresivamente hasta alcanzar el mínimo en 2014 (21%). La climatología y la depredación son los principales factores naturales que contribuyen a explicar los fracasos de la puesta y las variaciones del éxito reproductor. Una meteorología desfavorable puede ocasionar la muerte del pollo al impedir al adulto emprender la búsqueda de alimento (Donázar, 1993). Es esperable que los efectos de una meteorología adversa incidan más en las primeras etapas de los pollos, cuando son más vulnerables, provocando fracasos tempranos. Por el contrario, los fracasos tardíos estarían menos influenciados por la meteorología y más por otras causas como las deficiencias en la alimentación en fases avanzadas del pollo. En esta fase éstos demandan mayores cantidades de comida, como ocurriría si los adultos no encontraran suficiente alimento para cebar a los pollos grandes hasta el punto de que esto provocara su muerte por inanición. En este sentido, la reducción del porcentaje de fracasos tardíos en el periodo 2007-2014 vendría a confirmar que los fracasos están cada vez menos relacionados con las dificultades de los adultos para encontrar suficiente alimento que aportar en las últimas fases del pollo.

Durante la primera década del siglo XXI una de las principales preocupaciones para la conservación de los buitres en España y en La Rioja había sido la reducción de alimento por las restricciones sanitarias de la EEB. Por los datos expuestos en este artículo, la población regional en 2014 parece haber superado los efectos de aquella amenaza. El aumento de las carroñas y

de la población reproductora constituye un contexto favorable para la conservación de la especie en región.

4. CONCLUSIONES

La población reproductora de buitre leonado en La Rioja ha alcanzado el máximo histórico en 2014, superando el descenso registrado en el anterior censo de 2007. Los mayores incrementos se han observado en las comarcas Cuenca Iregua y Cuenca Najerilla y, además, se ha producido la colonización de las partes altas de ambas cuencas.

Los parámetros poblacionales obtenidos en 2014 son mayores que los registrados en 2007, cuando una baja productividad y éxito reproductor coincidieron con la reducción de carroñas disponibles tras la crisis de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB). La adopción de medidas de gestión, llevadas a cabo por la administración regional para aumentar la oferta de carroñas, parece haber contribuido a acelerar el aumento del número de parejas y la expansión territorial observados en La Rioja.

AGRADECIMIENTOS

El censo de 2014 fue llevado a cabo por la empresa Tragsatec por encargo de la Dirección General de Medio Natural del Gobierno de La Rioja a través de una asistencia técnica. El personal adscrito al Centro de Recuperación de Fauna Silvestre "La Fombera", dependiente de la D.G. de Medio Natural, participó en la toma de parámetros reproductores de las colonias con seguimiento. Luis Lopo, de la D.G. de Medio Natural, promovió el trabajo de 2014 y facilitó los datos de los censos y seguimientos de buitres llevados a cabo por el C.R.F.S. "La Fombera" entre 2007 y 2011. Diversas personas, como Eugenio Montelío, Jesús Serradilla, Ivana Lasheras y Enrique Villa, aportaron datos de parejas de buitres para el censo de 2014 que ayudaron a completar su cobertura. Rubén Ladrera, Iván Sánchez y dos revisores anónimos contribuyeron a mejorar el artículo con sugerencias al manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arroyo, B., Ferreiro, E. y Garza V. (1990). *Segundo censo nacional de Buitre Común (*Gyps fulvus*): Población, distribución, demografía y conservación.* ICONA, Madrid.

BirdLife International (2015). *European Red List of Birds*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Blanco, J. C. y González, J. L., eds. (1992). *Libro Rojo de los Vertebrados de España*. ICONA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

Blanco, M. (2017). *Análisis del éxito reproductivo del buitre leonado (*Gyps fulvus*) en el Parque Natural de las Bardenas Reales*. Trabajo fin de grado de la Universidad de Zaragoza. (Consulta de http://zaguan.unizar.es/record/64847/files/TAZ-TFG-2017-4300.pdf 17 Julio 2018).

Camiña, A. y Montelío, E. (2006). Griffon Vulture *Gyps fulvus* food shortages in the Ebro Valley (NE Spain) caused by regulations against Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE). *Acta Ornithologica*, 41, 7-13.

Ceña, A., Ceña, J. C., García, J. M., González, J. M. y Moya, I. (1994). *Resultados del Censo de* Gyps fulvus *en la Comunidad Autónoma de La Rioja en 1994*. Informe inédito de la Dirección General del Medio Natural, Gobierno de La Rioja, Logroño.

Cuadrat, J. M. (1994). El clima. En: *Geografía de La Rioja. Vol. 1 Geografía física* (García, J. M. y Arnáez, J., eds.). Caja de Ahorros de La Rioja, Logroño, 129-163.

De Juana, E. (1980). *Atlas Ornitológico de La Rioja*. Instituto de Estudios Riojanos, Logroño.

Del Moral, J. C. y Martí, R., eds. (2001). *El buitre leonado en la Península Ibérica. III Censo Nacional y I Censo Ibérico coordinado, 1999*. SEO/BirdLife, Madrid.

Del Moral, J. C., ed. (2009). *El buitre leonado en España. Población reproductora en 2008 y método de censo*. SEO/BirdLife, Madrid.

Dirección General de Medio Ambiente (2015). *Censo y control reproductivo de rapaces rupícolas 2015*. Informe inédito de la Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente, Región de Murcia (Consulta de http://www.murcianatural.carm.es/c/document_library/get_file?uuid=5e01eca1-3b8d-4049-8e62-98320c2cb892&groupId=14 17 Julio 2018).

Donázar, J. A. (1992). Muladares y basureros en la biología y conservación de las aves en España. *Ardeola*, 39 (2), 29-40.

Donázar, J. A. (1993). *Los Buitres Ibéricos. Biología y Conservación*. J. M. Reyero Editor, Madrid.

Donázar, J. A. y Fernández, C. (1990). Population trends of the griffon vulture *Gyps fulvus* in Northern Spain between 1969 and 1989 in relation to conservation measures. *Biological Conservation*, 53 (2), 83-91.

Donázar, J. A., Carrete, M. y Cortés-Avizanda, A. (2010). Dietary shifts in two vultures after the demise of supplementary feeding stations: consequences of the EU sanitary legislation. *European Journal of Wildlife Research*, 56, 613-621.

Esquisábel, I. (2007). La Red Natura 2000 en La Rioja. *Foresta* 35, 26-34.

Fernández, R. (1994). La vegetación. En: G*eografía de La Rioja. Vol. 1 Geografía física* (García, J. M. y Arnáez, J., eds.). Caja de Ahorros de La Rioja, Logroño, 165-190.

Gámez, I. (2009). Buitre leonado en La Rioja. En: *El buitre leonado en España. Población reproductora en 2008 y método de censo* (Del Moral, J. C., ed.). SEO/BirdLife, Madrid, 130-136.

Gámez, I., Robres F. J. y Vela, S. (2011). Memoria del censo de la población reproductora de buitre leonado *Gyps fulvus* en La Rioja 2011. Informe inédito de la Dirección General del Medio Natural, Gobierno de La Rioja, Logroño.

García, J. M., Arnáez, J., Ortigosa, L., Peña, J. M., Juliá, A., Ollero, A. y Martínez, R. (1994). El relieve. En: *Geografía de La Rioja. Vol. 1 Geografía física* (García, J. M. y Arnáez, J., eds.). Caja de Ahorros de La Rioja, Logroño, 35-119.

García-Ripollés C., López-López P. y Urios V. (2011). Ranging behaviour of non-breeding Eurasian Griffon Vultures *Gyps fulvus*: a GPS-telemetry study. *Acta Ornithologica*, 46, 127-134.

Martí, R. (2003). Buitre leonado. *Gyps fulvus*. En: *Atlas de las Aves Reproductoras de España* (Martí, R. y Del Moral, J.C., eds.). Dirección General de la Conservación de la Naturaleza-Sociedad España de Ornitología, Madrid, 168-169.

Martínez-Abraín, A., Tavecchia, G., Regan, H. M., Jiménez, J., Surroca, M. y Oro, D. (2012). Effects of wind farms and food scarcity on a large scavenging bird species following an epidemic of bovine spongiform encephalopathy. *Journal of Applied Ecology*, 49, 109-117.

Lopo, L., Arizaleta, J. A., Zaldívar, C. y Garnica, J. (1986). El Buitre Leonado en La Rioja. II Censo de colonias de cría. Año 1984. *Zubía*, 4, 115-123.

Olano, M., Vazquez, J., Aierbe, T., Ansorregi, F., Galdós, A., Ugarte, J., Hurtado, R., Beñaran, H., Urruzola, A. y Arizaga, J. (2016). Distribución, tendencia poblacional y parámetros reproductivos del Buitre leonado *Gyps fulvus* y del Alimoche *Neophron percnopterus* en Gipuzkoa. *Revista Catalana d'Ornitologia,* 32, 20-29.

Orta, J., Kirwan, G. M., Boesman, P., García, E. F. J. y Marks, J. S. (2018). Griffon Vulture (*Gyps fulvus*). En: *Handbook of the Birds of the World Alive* (Del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D. A. y De Juana, E., eds.). Lynx Edicions, Barcelona. (Consulta de https://www.hbw.com/node/53000, 14 Junio 2018).

Parra J. y Tellería, J. L. (2004). The increase in the Spanish population of Griffon Vulture *Gyps fulvus* during 1989-1999: effects of food and nest site availability. *Bird Conservation International*, 14, 33-41.

Salvador, A. (2016). Buitre leonado (*Gyps fulvus*). En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles* (Salvador, A. y Morales, M.B., eds). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. (Consulta de http://www.vertebradosibericos.org/ 14 Junio 2018).

Sarrazin, F., Bagnoli, C., Pinna, J. L. y Danchin, E. (1996). Breeding biology during establishment of a reintroduced Griffon Vulture *Gyps fulvus* population. *Ibis*, 138, 315-325.

SEO (1981). Primer censo de buitreras (1979). *Ardeola*, 26/27, 165-312.

Torres, J. C. (2017). *Presencia de Portadores de* Salmonella *spp.* Campylobacter *spp. y* Mycoplasma *spp. en Buitres Leonados (*Gyps fulvus*) Silvestres en la Comunidad Valenciana.* Memoria de tesis doctoral de la Universidad de Murcia. (Consulta de https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/462826/TJCTR.pdf?sequence=1&isAllowed=y 17 Julio 2018).

Tella, J. L. (2001). Action is needed now, or BSE crisis could wipe out endangered birds of prey. *Nature*, 410, 408.

Zuberogoitia, I., González-Oreja, J., Martínez, J., Zabala, J., Gómez, I. y López-López, P. (2012). Foraging movements of Eurasian griffon vultures (*Gyps fulvus*): implications for supplementary feeding management. *European Journal of Wildlife Research,* 59, 421-429.

Zubía 36 163-177 Logroño 2018

COMUNIDAD DE PASERIFORMES INVERNANTES EN UN HUMEDAL DEL VALLE DEL EBRO: EL CARRIZAL DE COFÍN, LA RIOJA (ESPAÑA)*

DAVID MAZUELAS[1,2], ÓSCAR GUTIÉRREZ[1,3], SERGIO LLORENTE[1], LIDIA RONCERO[1]

RESUMEN

El carrizal de Cofín, localizado en el valle del Ebro (La Rioja), cuenta con un extenso carrizal de interés para la migración e invernada de aves paseriformes que no había sido evaluado. Entre 2011 y 2018 la captura y anillamiento de esas aves en los meses de octubre a febrero ha permitido confirmar la importancia y potencialidad del humedal en ese periodo. Más de la mitad de las capturas fueron de escribano palustre (*Emberiza schoeniclus*) y pájaro-moscón europeo (*Remiz pendulinus*), Se destaca un ejemplar de escribano palustre iberoriental (*Emberiza schoeniclus witherbyi*).

Otras especies destacables, por número o importancia, fueron: bigotudo (*Panurus biarmicus*), ruiseñor pechiazul (*Luscinia svecica*) y bisbita alpino (*Anthus spinoletta*).

Las altas tasas de recapturas registradas hacen pensar en las buenas condiciones ecológicas del humedal para aves invernantes del centro y norte de Europa, en especial para *R. pendulinus*. Durante ese periodo, diversas especies encuentran en el carrizal un lugar óptimo donde protegerse y pasar la noche y, en su entorno, zonas apropiadas de campeo y alimentación.

Palabras clave: Carrizal de Cofín, Valle del Ebro, aves invernantes, recapturas, escribano palustre (*Emberiza schoeniclus*), pájaro-moscón europeo (*Remiz pendulinus*), bigotudo (*Panurus biarmicus*).

---

* Registrado el 29 de agosto de 2018. Aprobado el 5 de diciembre de 2018.

1. Departamento de Ornitología. Sociedad de Ciencias Aranzadi. San Sebastián. Autor de correspondencia: david@abies-sl.es.

2. Abies, Recursos Ambientales, S. L. Logroño (La Rioja).

3. Grupo Ornitológico de La Rioja. Logroño (La Rioja). Fotografía: Óscar Gutiérrez.

*The Carrizal de Cofín, located in Ebro's Valley (La Rioja), is a long reed bed with great value for the migration and hibernated passerine birds that had not been assessed before. Between 2011 and 2018 the capture and banding of these birds from October to February has allowed to confirm the importance and potentiality of the wetland in that period. More of the half of the captures were of Common Reed Bunting (*Emberiza schoeniclus*) and Eurasian Penduline Tit (*Remiz pendulinus*). Including one specimen of Eastern Iberian Reed Bunting (*Emberiza schoeniclus witherbyi*).*

*Other outstanding species, either for number or importance, were: Bearded Reedling (*Panurus biarmicus*), Bluethroat (*Luscinia svecica*) and Water Pipit (*Anthus spinoletta*).*

The high rates of recaptures registered make us think of the good ecological conditions of the wetland for these hibernating birds of the Center and North of Europe, specially for R. pendulinus. *During this period, several species find in the reed bed the optimum place where being protected and spending the night and, in their environment, appropriated areas for camping and feeding.*

Keywords: *Carrizal de Cofín, Valle del Ebro, hibernating birds, recaptures, Common Reed Bunting (*Emberiza schoeniclus*), Penduline Tit (*Remiz pendulinus*), Bearded Reedling (*Panurus biarmicus*).*

1. INTRODUCCIÓN

El carrizal de Cofín es un humedal ubicado en el término municipal de Alfaro, en el valle del río Ebro, al oeste de la Comunidad Autónoma de La Rioja. Se trata de una zona húmeda de 8,26 ha que se inunda temporalmente y que se encuentra alterada por la existencia de antiguos arrozales. Las fincas agrícolas abandonadas se encuentran actualmente cubiertas por saladares y una densa vegetación palustre.

El carrizal de Cofín está incluido desde 2010 en el Inventario Español de Zonas Húmedas (Resolución 19 de enero de 2010, Boletín Oficial de España nº 30. 4 febrero 2010). En el año 2017 se declaró como Área Natural Singular, una figura de protección de ámbito autonómico para preservar sus valores naturales (Decreto36/2017, Boletín Oficial de La Rioja nº 85. 26 julio 2017). Entre las directrices de gestión contempladas se encontraban actuaciones de mejora y consolidación del carrizal.

El río Ebro constituye una importante vía de comunicación natural para los movimientos de la fauna y más concretamente de aves (Bernis, 1966). Todos los humedales que se encuentran salpicados por el valle del Ebro son zonas muy importantes para las aves, puesto que son zonas estratégicas de descanso, alimentación y reproducción. Son muchas las aves que utilizan el Valle del Ebro como ruta habitual en sus desplazamientos entre el norte y el este peninsular. Éstas proceden tanto de las costas atlánticas como de las mediterráneas (Bernis, 1966). De la misma manera lo utilizan como pasillo para

alcanzar en invierno las zonas de descanso y alimentación situados en el interior peninsular.

Por su ubicación y características el carrizal de Cofín supone un punto importante como dormidero invernal de aves, en el que destaca un gran dormidero de aguilucho lagunero occidental (*Circus aeroginosus*) en ocasiones, con más de 100 ejemplares (datos propios), pero también para numerosos grupos de aves paseriformes que utilizan el carrizal con este fin (presente estudio).

Teniendo en cuenta estos antecedentes, en 2011 se inició un seguimiento mediante el anillamiento para conocer la comunidad de paseriformes que usaron el carrizal en época invernal entre 2011 y 2018, ya que el anillamiento permite detectar más fácilmente a las especies palustres (Mazuelas et al., 2013). En este periodo aún no se había realizado ninguna de las actuaciones de mejora previstas para los próximos años, de modo que la situación encontrada servirá para evaluar la efectividad de esas actuaciones cuando se lleven a cabo.



Fotografía 1. Macho de pájaro-moscón europeo (*Remiz pendulinus*) capturado para su anillamiento en el carrizal de Cofín, Alfaro, La Rioja.

2. METODOLOGÍA

El estudio se desarrolló en 7 campañas, entre octubre de 2011 y febrero de 2018, con un total de 25 jornadas de anillamiento. En cada jornada se utilizaron 6 redes de niebla de 12 m de largo por 2,5 m de alto (72 m), con cinco bolsas, situadas en todas las campañas en los mismos lugares 2 horas antes del ocaso. Las aves capturadas se liberaron cada hora, cuando las condicio-

nes climáticas fueron normales y cada media hora cuando los factores climáticos como el viento, lluvia o bajas temperaturas lo hicieron necesario.

Cada ave capturada fue anillada y se determinó su edad y sexo (Svensson, 1996), además de tomarse varias medidas biométricas (no consideradas para el presente artículo) (Pinilla, 2000).

Se define el término recaptura como la notificación por parte de la Oficina de Anillamiento del movimiento de un ejemplar, tanto de los ejemplares anillados en Cofín y recapturados fuera de allí como a los anillados fuera y recapturados en la zona de estudio. A través de la Oficina de Anillamiento de Aranzadi se tramitaron todas las recapturas producidas, tanto con remite nacional como europeo.

Todas las capturas de un mismo ejemplar (auto-recapturas) dentro del mismo mes se consideraron como una única captura para evitar la pseudoreplicación.

Para los análisis se utilizó el siguiente programa estadístico PAST v. 2.17.c para Windows (Hammer et al., 2001).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Especies detectadas y frecuencia relativa de las aves más abundantes cada mes

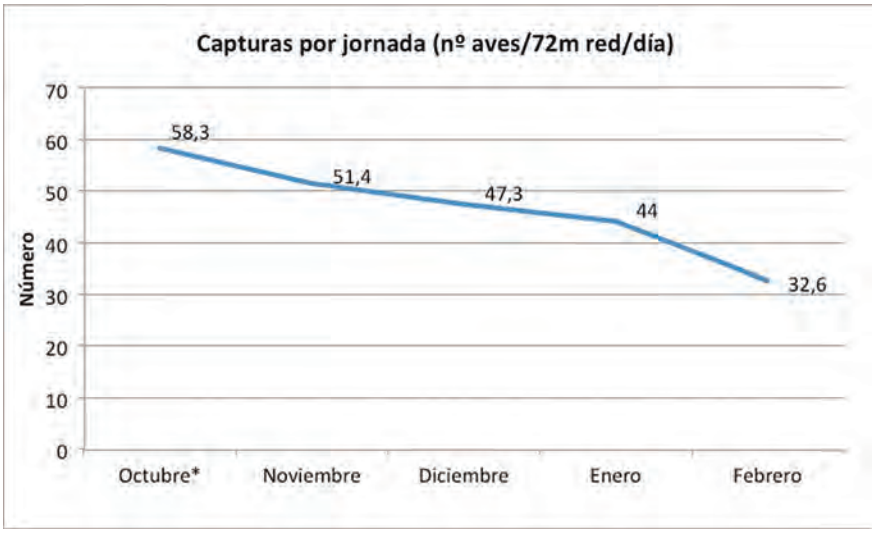
En el presente estudio se capturaron 1.206 ejemplares de 24 especies de aves. La especie con un mayor número de capturas fue el escribano palustre (*Emberiza schoeniclus*) con el 34,7% del total, seguida del pájaro-moscón europeo (*Remiz pendulinus*) con un 22,5%. Entre ambas especies sumaron el 57,2% de las capturas en periodo invernal (tabla 1).

Tabla 1.
Listado de especies capturadas en el carrizal de Cofín, Alfaro, La Rioja

Especie	Número de ejemplares	Especie	Número de ejemplares
Emberiza schoeniclus	418	*Passer domesticus*	7
Remiz pendulinus	271	*Sylvia atricapilla*	6
Linaria cannabina	121	*Motacilla alba*	5
Anthus spinoletta	83	*Saxicola rubicola*	4
Cettia cetti	69	*Troglodytes troglodytes*	4
Phylloscopus collybita	39	*Luscinia svecica*	3
Cyanistes caeruleus	38	*Anthus pratensis*	2
Passer montanus	37	*Cisticola juncidis*	2
Panurus biarmicus	34	*Sylvia melanocephala*	2
Chloris chloris	33	*Lymnocryptes minimus*	1
Turdus philomelos	18	*Phoenicurus ochruros*	1
Erithacus rubecula	7	*Turdus merula*	1

Núm. 36 (2018), pp. 163-177
ISSN 0213-4306 | *Zubía*

Con relación al número de capturas por jornada, tal y como se puede ver en la gráfica 1, hubo una tendencia decreciente de octubre a febrero para el conjunto de datos de las siete temporadas. En el máximo de octubre se percibe la influencia del paso migratorio postnupcial de las especies capturadas.



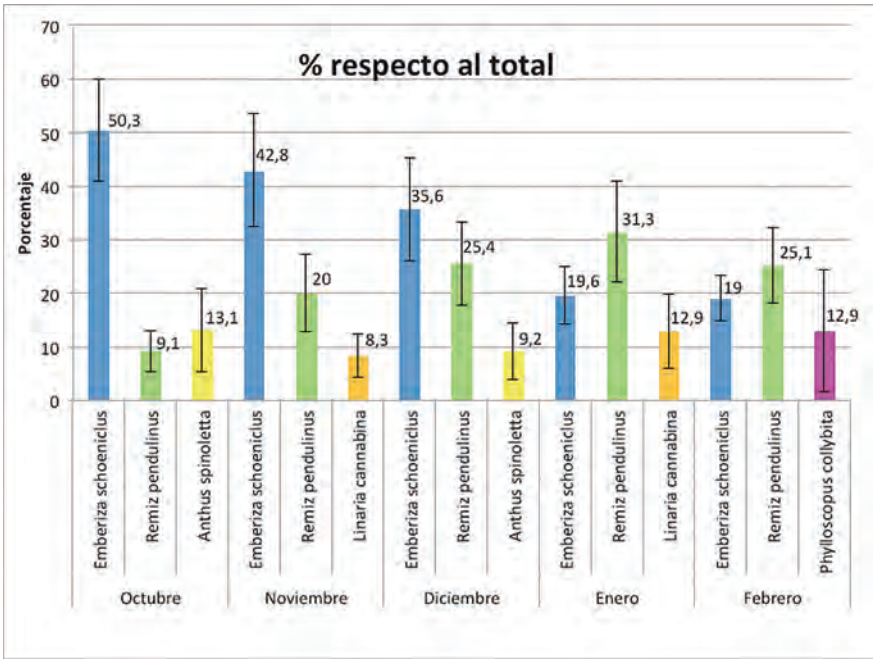
Gráfica 1. Abundancias medias por meses y por jornada de campo en el carrizal de Cofín, Alfaro, La Rioja.
*: Siempre durante la segunda quincena de octubre.

Para analizar la importancia de la invernada con más detalle, se ha estudiado la frecuencia relativa de las tres especies más abundantes cada mes, a través del porcentaje de cada una respecto del total de capturas del mes y calculando el intervalo de confianza al 95% para valorar la variabilidad interanual de esta contribución.

Como puede observarse en la gráfica 2, la especie con más presencia en el carrizal de Cofín en el invierno fue el escribano palustre que alcanzó el 50% de las capturas obtenidas en el mes de octubre. Este máximo se atribuye a la presencia de ejemplares migrantes que, en su viaje hacia latitudes meridionales, usaron el dormidero junto a las aves invernantes (Bernis, 1966). En los meses sucesivos, conforme fue avanzando el invierno, la contribución de la especie al total de capturas fue decreciendo, aunque siguió siendo una parte importante de las aves que usaron el carrizal.

La segunda especie con más capturas, el pájaro-moscón europeo, estuvo presente en Cofín durante todo el periodo de estudio. Su porcentaje aumentó en noviembre y permaneció constante hasta febrero, siendo la especie más abundante en los meses de enero y febrero. Otras dos especies abundantes

y muy presentes durante la invernada fueron el bisbita alpino (*Anthus spinoletta*), más abundante hasta diciembre, y el pardillo común (*Linaria cannabina*), más abundante a partir de enero. En la gráfica 2 puede observarse, además, el paso prenupcial de ejemplares migrantes de mosquitero común (*Phylloscopus collybita*) que llegaron a alcanzar un 12,9% de las capturas del mes de febrero.



Gráfica 2. Frecuencia relativa de las tres especies más abundantes por meses en el carrizal de Cofín, Alfaro, La Rioja. Intervalos de confianza del 95%.

3.2. Autocontroles

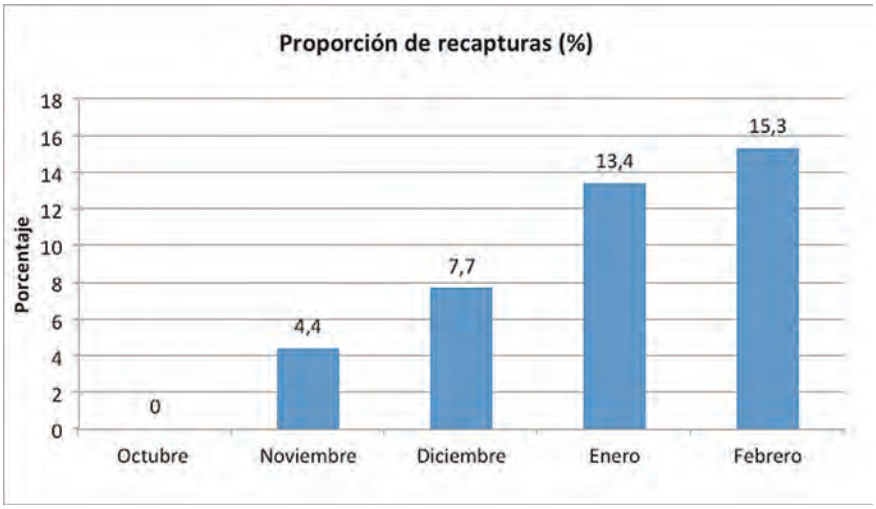
Como se puede observar en la gráfica 3, las especies de aves paseriformes utilizan el carrizal de Cofín para invernar, ya que, la proporción de autocontroles respecto al total fue aumentando paulatinamente conforme avanzaron los meses de estudio. En octubre es cero porque cada ejemplar sólo se consideró una vez por mes, en noviembre el 4,4% de los ejemplares capturados fueron autocontroles, es decir, ejemplares ya capturados en los meses precedentes. En diciembre este porcentaje ascendió al 7,7%, en enero al 13,4% y en febrero al 15,3%

3.3. Recapturas

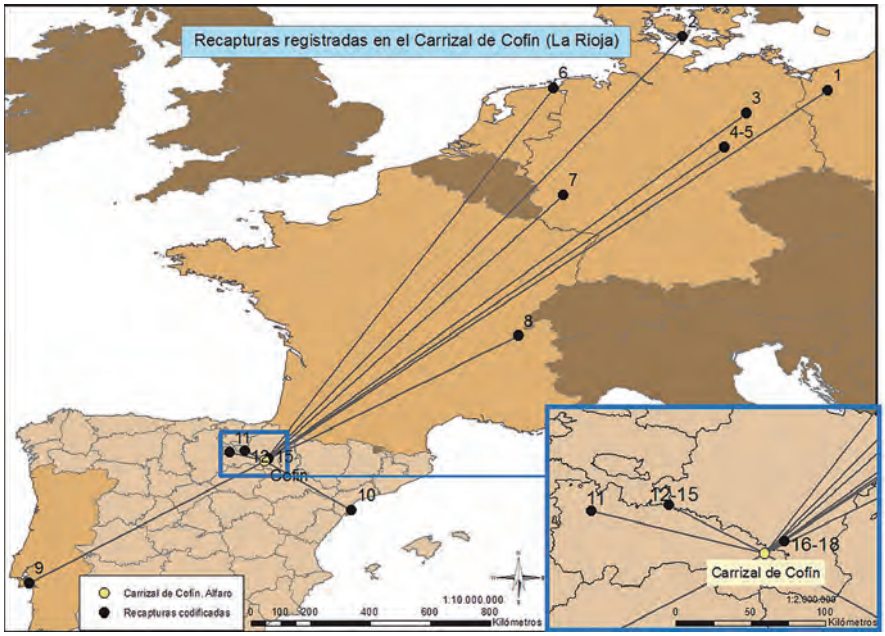
Se realizaron 19 recapturas, por lo que la tasa de recapturas registrada durante el invierno fue muy alta, con una recaptura por cada 63,5 capturas.

Núm. 36 (2018), pp. 163-177
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

Este hecho hace pensar en las buenas condiciones ecológicas y en la importancia del humedal de Cofín para poblaciones invernantes de procedencia europea. En la tabla 2 se muestra un resumen de todas las notificaciones recogidas y en el mapa 1 una visualización gráfica de éstas.



Gráfica 3. Evolución estacional de la proporción de recapturas, durante el periodo de estudio.



Mapa 1. Recapturas codificadas según tabla nº 2 registradas en el carrizal de Cofín.

Tabla 2.
Recapturas registradas en el humedal de Cofín

Código	Especie	1ª Captura	Fecha	Recaptura	Fecha	Km	Días
1	*Remiz pendulinus*	Cofín / La Rioja	29/11/2015	Warnice - Polonia	31/07/2017	1748	610
2	*Phylloscopus collybita*	Sydlangeland / Dinamarca	02/10/2016	Cofín / La Rioja	19/02/2017	1668	140
3	*Emberiza schoeniclus*	Havelland / Alemania	18/07/2010	Cofín / La Rioja	05/12/2011	1557	504
4	*Remiz pendulinus*	Cofín / La Rioja	23/12/2012	Anhalt-Bitterfeld / Alemania	21/04/2014	1493	484
5	*Remiz pendulinus*	Anhalt-Bitterfeld / Alemania	28/05/2011	Cofín / La Rioja	24/12/2011	1493	210
6	*Emberiza schoeniclus*	Eemshaven-Oost / Países bajos	08/05/2012	Cofín / La Rioja	03/11/2013	1407	543
7	*Emberiza schoeniclus*	Rheinland-Pfalz / Alemania	03/10/2013	Cofín / La Rioja	19/02/2017	1130	1235
8	*Remiz pendulinus*	Motz/ Francia	02/10/2011	Cofín / La Rioja	18/12/2011	742	77
9	*Remiz pendulinus*	Setúbal / Portugal	10/02/2012	Cofín / La Rioja	25/10/2015	722	1353
10	*Remiz pendulinus*	Delta del Ebro/ Tarragona	28/10/2010	Cofín / La Rioja	04/12/2011	272	402
11	*Linaria cannabina*	Hervías / La Rioja	25/06/2016	Cofín / La Rioja	19/02/2017	90	239
12	*Emberiza schoeniclus**	R. N. Las Cañas / Navarra	29/05/2014	Cofín / La Rioja	29/10/2016	57	884
13	*Remiz pendulinus*	R. N. Las Cañas / Navarra	29/10/2015	Cofín / La Rioja	06/12/2015	57	38
14	*Remiz pendulinus*	Cofín / La Rioja	06/12/2015	R. N. Las Cañas / Navarra	02/04/2016	57	117
15	*Remiz pendulinus*	Cofín / La Rioja	08/12/2013	R. N. Las Cañas / Navarra	07/03/2015	57	454
16	*Panurus biarmicus*	Badina Escudera / Navarra	31/07/2010	Cofín / La Rioja	24/12/2011	12,5	511
17	*Panurus biarmicus*	Badina Escudera / Navarra	28/05/2012	Cofín / La Rioja	23/12/2012	12	209
18	*Panurus biarmicus*	Badina Escudera / Navarra	17/08/2012	Cofín / La Rioja	04/12/2012	12	109
19	*Remiz pendulinus*	Sin contestación / España	¿?	Cofín / La Rioja	04/12/2011	¿?	¿?

* *Emberiza schoeniclus witherbyi*

3.4. Especies de mayor interés

Escribano palustre (*Emberiza schoeniclus*)

En el presente estudio se han registrado cuatro recapturas de esta especie, dos de Alemania, una de Países Bajos y una peninsular. Este origen coincide con los movimientos conocidos de las poblaciones más norteñas de la especie que son migradoras y alcanzan la Península Ibérica en invierno. Las aves procedentes de la Europa atlántica y países nórdicos invernan en su mayoría en el norte y centro peninsular, mientras que las aves centroeuropeas lo hacen en las costas mediterráneas (Villarán, 1999a; Vera y Monrós, 2012), estando su abundancia marcada por la disponibilidad del alimento en las zonas de invernada. La recaptura de origen peninsular se trata de una hembra de escribano palustre iberoriental (*E. s. witherbyi*) nacida en la Reserva Natural de Las Cañas (Navarra) (Gutiérrez et al., 2018). La presencia de la subespecie en el humedal es de gran interés ya que se trata de un taxón incluido en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero) y su población peninsular se ha estimado en solo 144-159 parejas (Monros et al., 2018).

A pesar de haber anillado durante siete temporadas consecutivas un total de 418 ejemplares, sólo se han registrado 8 aves que han regresado en años posteriores a Cofín. Esto se debe a que la especie muestra una baja fidelidad a las localidades de invernada (Villarán y Parra, 2003; Vera y Monrós, 2012; Arizaga et al., 2015). Es habitual que las aves realicen movimientos dentro del mismo invierno evitando condiciones climatológicas adversas (Prys-Jones, 1984; Vera y Monrós, 2012) lo que explica, además, la fluctuación en su número en algunos dormideros invernales.

En lo que respecta a la relación de sexos, de los ejemplares sexados, se ha registrado 1,3 hembras por cada macho capturado (N=415). Durante la segunda mitad de octubre, época todavía de paso, ésta diferencia fue más acentuada y alcanzó casi el 70% de hembras. Esta alta proporción de hembras en el paso concuerda con lo esperable en base al distinto alcance de la invernada de machos y hembras, dado que las hembras descienden más al sur en invierno, mientras que la proporción de machos es mayor hacia el norte y este de la Península (Cramp y Perrins, 1994; Arizaga et al., 2009; Arizaga et al., 2014). Por el contrario, en periodo estrictamente invernal, diciembre y enero, existió paridad entre sexos, 73 hembras frente a 72 machos (N=145).

Con relación a la edad de los ejemplares el 82% de los ejemplares datados fueron adultos, con una proporción de 4,6 adultos por cada ejemplar juvenil capturado (N=417). Esta proporción de adultos es muy alta si la comparamos con los resultados de un estudio realizado en 38 estaciones de anillamiento por toda la península Ibérica que también participó el carrizal de Cofín. En este estudio se obtiene un resultado de un 36,1% de ejemplares adultos. Únicamente 4 estaciones del total (10,5%) tienen un porcentaje superior de ejemplares adultos, el carrizal de Cofín que nos ocupa, la vecina laguna de Badina Escudera situada a 12 kilómetros de Cofín, una estación

también ubicada en el valle del Ebro en Zaragoza y otra estación ubicada en la provincia de León (Arizaga et al., 2014).

Pájaro-moscón europeo (*Remiz pendulinus*)

Los datos obtenidos para el pájaro-moscón europeo son muy interesantes ya que en el norte de España aún son desconocidos para la especie aspectos como la dinámica de la población durante el periodo de migración e invernada, su estructura o variación estacional (Arizaga y Alonso, 2005) aunque sea España uno de los cuarteles de invernada más importantes del Paleártico Occidental (Diederich et al., 1997; Tellería et al., 1999).

En el presente estudio, se destaca la alta tasa de recaptura para la especie, una por cada 27 capturas. Sin contar los autocontroles, se capturó un 4,9% de ejemplares de fuera del humedal de cofín y se obtuvo un 23,9% de autocontroles, demostrando la fidelidad y permanencia de la especie en la zona de estudio.

Si lo comparamos con un estudio realizado en Txingudi se observa una mayor captura de ejemplares foráneos en Cofín (4,9%) que en Txingudi (2,6%), sin embargo el porcentaje de autocontroles obtenidos es muy similar: 23,9% en Cofín y 24,7% en Txingudi (Arizaga y Alonso, 2005).

Las aves invernantes recapturadas en el carrizal de Cofín tenían diversas procedencias. Tres de ellas eran ejemplares controlados en época reproductora en sus países de origen: dos de Alemania y uno de Polonia. Dos más fueron marcados en época de paso, uno en Francia y otro más en el Delta del Ebro en Tarragona. Mientras que el ejemplar procedente de Portugal también fue capturado durante la invernada. Hay registro de tres movimientos entre el carrizal de Cofín y la Reserva Natural de Las Cañas en Viana, Navarra. Estas aves invernaron en Cofín y fueron recapturadas en época de paso migratorio en Las Cañas. Estos tres movimientos registrados evidencian que el Valle del Ebro actúa como corredor natural durante la migración de esta especie. Esta especie muestra una marcada afinidad por los medios acuáticos y las poblaciones del norte, centro y este de Europa son migradoras e invernan en la cuenca mediterránea (Cramp y Perrins, 1994; Mayordomo, 2012).

De entre el total de individuos anillados en el periodo de estudio (N=271), 8 ejemplares se recapturaron en inviernos posteriores mostrando fidelidad a su zona de invernada. En lo que respecta a la relación de sexos de los ejemplares sexados, se ha registrado 2,0 machos por cada hembra capturada (N=259) mientras que por edades, se ha registrado 1,3 jóvenes por cada adulto capturado (N=240).

Bigotudo (*Panurus biarmicus*)

Durante el presente estudio se han realizado 34 capturas de bigotudo en periodo invernal (20 machos y 14 hembras), éstas se produjeron en peque-

Núm. 36 (2018), pp. 163-177
ISSN 0213-4306 | *Zubía*

ños grupos de entre 2 y 6 ejemplares. Se registraron tres movimientos de la especie entre humedales del Valle del Ebro, todas las recapturas de Cofín tenían su origen en la vecina Badina Escudera de Villafranca (Navarra) a 12 km de distancia. Las recapturas de anillamiento de la especie publicadas no muestran movimientos invernales entre España y otros países (López-Iborra, 2012) y la mayoría de las recuperaciones registradas son locales, aunque hay documentados movimientos desde 10km hasta más de 100km, sobre todo entre las lagunas manchegas (López y Monrós, 2004). En la Península Ibérica, la especie muestra una distribución fragmentada y discontinua por diversos humedales (López-Iborra, 2012) y se considera una especie sedentaria, pero que realiza movimientos nómadas fuera de la época reproductora (Surmacki y Stepniewski, 2003; López-Iborra, 2012).

En el carrizal de Cofín se citó por primera vez la especie en el año 2010 y lo utiliza no solo como dormidero invernal sino también como zona de cría (Gámez et al., 2013).

Ruiseñor pechiazul (*Luscinia svecica*)

Se destaca al ruiseñor pechiazul porque es un invernante muy escaso y localizado en La Rioja, ya que presenta muy pocas citas en este periodo invernal (Gámez et al., 2016). Aunque la especie ya se ha señalado en otras zonas del valle del Ebro (SEO Aragón 1994, 1996) y en la vecina laguna de Badina Escudera en Villafranca (Navarra) (Arizaga et al., 2010).

Tres machos fueron anillados en diciembre de 2011 en el carrizal de Cofín dentro de este proyecto. Por biometría (Svensson, 1996) dos de los ejemplares encajarían con la subespecie *L.s.cyanecula* (73,0 y 73,5 mm de ala), mientras que el tercero, más pequeño, con 68,5 m de ala estaría dentro de los rangos de *L.s.namnetum*.

Se reafirma con estos datos, la invernada en el carrizal de Cofín de ruiseñor pechiazul, al menos en algunas temporadas y siempre en número muy bajo.

Bisbita alpino (*Anthus spinoletta*)

Se destaca esta especie porque existen pocos estudios sobre ella (Cantos y Gómez-Manzanaque, 1999) y ha sido la cuarta con mayor presencia en este estudio con 83 aves capturadas. Se ha confirmado que el bisbita alpino utiliza el carrizal de Cofín como dormidero de manera habitual en invierno. Esta misma conducta ya había sido registrada en otras localidades (Van der Elst, 1993). Las mayores densidades se han localizado en el comienzo del periodo invernal, entre octubre y diciembre.

Durante el invierno, la especie se distribuye principalmente por el tercio norte peninsular y de forma más discontinua por otras latitudes (Vázquez, 2003). Se puede alejar de sus zonas habituales alcanzado los valles de los grandes ríos y se desconoce la procedencia de las aves invernantes en la Península Ibérica (Encabo y Monrós, 2012).

En la relación por sexos, se ha registrado 1,5 machos por cada hembra capturada (N=66). Este dato contrasta con el recogido en un carrizal del centro de España en el que la relación era de un macho por cada dos hembras capturadas (N=62). Una razón de sexos no equilibrado en la invernada es muy habitual en nuestras latitudes en paseriformes con dimorfismo sexual (Villarán, 1999b).

Por edades se han registrado 1,3 jóvenes por cada adulto capturado (N=81).

4. CONCLUSIONES

Diferentes especies de paseriformes encuentran la protección que buscan para la noche en el carrizal de Cofín formando un destacado dormidero durante los meses de invierno.

Se confirma la importancia y potencialidad del carrizal de Cofín, Alfaro (La Rioja) para la invernada y migración de paseriformes palustres. Entre los que destacan el escribano palustre con una de las tasas de ejemplares adultos más altas de la Península Ibérica (Arizaga et al., 2014) y el pájaro-moscón europeo con una tasa de recapturas extranjeras destacable (4,9%). Por su singularidad en la zona también se resalta la invernada del bigotudo, ruiseñor pechiazul y bisbita alpino.

La tasa de recapturas registrada durante el invierno es muy alta, este hecho hace pensar en las buenas condiciones ecológicas y en la importancia del humedal de Cofín para poblaciones de aves invernantes de procedencia europea.

Entre las directrices de gestión contempladas para el carrizal de Cofín se encuentran actuaciones de mejora y consolidación del carrizal, los datos obtenidos sitúan al carrizal de Cofín como un lugar privilegiado para diferentes especies de paseriformes. Resultará muy interesante ver la evolución de estas especies a lo largo del tiempo y de las actuaciones realizadas.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todas las personas que han colaborado de una forma desinteresada en las jornadas de campo. A tod@s ell@s: por su compañía y mucho más GRACIAS.

Agradecer al Gobierno de La Rioja su siempre buena disposición para expedir los permisos de anillamiento correspondientes, sin los que este estudio no hubiera sido posible.

Ha sido muy importante contar con la Sociedad de Ciencias Aranzadi como entidad avaladora y remitente de las anillas utilizadas.

Además, César Aguilar ha enriquecido el trabajo con sus comentarios y correcciones en los textos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arízaga, J. (Ed). (2014). *Efecto de la posición geográfica en la distribución, estructura de la población y condición física del escribano palustre durante el periodo de invernada en la península Ibérica.* Revista de anillamiento 33; 18-29. SEO/BirdLife. Madrid.

Arízaga, J. y Alonso, D. (2005). *Migración e invernada del pájaro moscón (*Remiz pendulinus*) en la marisma de Txingudi (N de España).* Munibe 56: 145–154

Arízaga, J., Alonso, D. y Fernández, E. (2010). *Presencia de pechiazules* Luscinia svecica *invernantes en Navarra.* Revista Catalana de Ornitología. 26: 51–55.

Arízaga, J., Alonso, D., Fernández, E., Fernández, I, Martín, D. y Vilches, A. (2009). *La laguna de Badina de Escudera (Navarra): características de la comunidad de aves paseriformes.* Munibe, 28 (Suplemento).

Arízaga, J., Bota, J., Mazuelas, D. y Vera, P. (2015). *The roles of environmental and geographic variables in explaining the differential wintering distribution of a migratory passerine in southern Europe.* Journal of Ornithology, Volume 156, Number 2, Page 469.

Bernis, F. (1966). *Migración en aves. Tratado teórico y práctico.* Publicaciones de la S.E.O. Madrid. SEO.

Cantos, F. J. y Gómez-Manzaneque, A. (1999). *Informe sobre la campaña de anillamiento de aves en España. Año 1998.* Ecología 13: 311-457.

Cramp, S. y Perrins, C. M. (Eds). (1994). *The birds of the Western Paleartic.* Oxford University Press. Oxford.

Decreto 36/2017, Boletín Oficial de La Rioja nº 85, 26 de julio de 2017 por el que se declaran áreas naturales singulares determinados espacios de la comunidad autónoma de la Rioja y se aprueban sus normas de protección.

Diederich, J., Flade, M. & J. Lipsbergs. 1997. *Remiz pendulinus Penduline Tit.* En: The EBCC Atlas of European breeding birds. W. J. M. Hagemeijer & M. J. Blair (ed.): 656-657. T & A D Poyser. London.

Encabo, S. I. y Monrós, J. S. (2012). *Bisbita alpino* Anthus spinoletta. En, SEO/Birdlife 2012. Atlas de las aves de invierno en España 2007-2010, pp. 544-545. Ministero de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente-SEO/Birdlife. Madrid.

Gámez, I., Serradilla, J., Aguilar, C., Robres, J. y Gutiérrez, O. (eds.) (2013). *Anuario ornitológico de La Rioja 2009-2012.* Zubía 31, 7-198. Instituto de Estudios Riojanos. Logroño.

Gámez, I., Serradilla, J., Aguilar, C., Robres, J. y Gutiérrez, O. (eds.) (2016). *Anuario ornitológico de La Rioja 2013-2015.* Zubía 27-28, 7-176. Instituto de Estudios Riojanos. Logroño.

Gutiérrez, O., Mazuelas, D. y Roncero, L. (2018). *Movimientos estacionales de escribano palustre iberoriental* Emberiza schoeniclus witherbyi *en el valle del Ebro.* (en prensa).

Hammer, Ø., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. (2001). *PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis.* Palaentol. Electro. 4.

López-Iborra, G y Monrós, J. (2004). *Bigotudo,* Panurus biarmicus. En, A. Madroño, C. González y J. C. Atienza (Eds.). Libro Rojo de las Aves de España. Dirección General para la Biodeversidad-SEO/BirdLife. Madrid.

López-Iborra, G. (2012). *Bigotudo* Panurus biarmicus. En, SEO/Birdlife 2012. Atlas de las aves de invierno en España 2007-2010, pp. 452-453. Ministero de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente-SEO/Birdlife. Madrid.

Mayordomo, S. (2012). *Pájaro-moscón europeo* Remiz pendulinus. En, SEO/Birdlife 2012. Atlas de las aves de invierno en España 2007-2010, pp. 474-475. Ministero de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente-SEO/Birdlife. Madrid.

Mazuelas, D., Roncero, L., Gutiérrez, O. (2013). *El anillamiento en la detección de especies nidificantes raras en hábitats palustres: El escribano palustre iberoriental* (Emberiza schoeniclus witherbyi) *en la Reserva Natural de Las Cañas.* XVIII Congreso de Anillamiento Científico de Aves. San Sebastián.

Monrós, J. S., Neto, J. M., Arcos, F., Vera, P. y Belda, E. J. (2018). *El escribano palustre en España y Portugal. Población reproductora en 2015 y método de censo.* Universitat de València-Universitat Politécnica de València-SEO/BirdLife. Madrid.

Pinilla, J. (2000). *Manual para el anillamiento científico de aves.* SEO/BirdLife y DGCN-MIMAM. Madrid.

Prys-Jones, R. P. (1984). *Migration patterns of the Reed Bunting* Emberiza schoeniclus *and the dependence of wintering distribution on environmental conditions.* Le Gerfaut, 74: 15-37.

Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

Resolución del 19 de enero de 2010, Boletín Oficial de España nº 30, 4 de febrero de 2010. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Por el que se incluyen en el inventario español de zonas húmedas, 49 humedales de la Comunidad Autónoma de La Rioja.

SEO Aragón. (1994). *Anuario Ornitológico Aragón 1991-1992*: número 52.

SEO Aragón. (1996). *Anuario Ornitológico Aragón 1993-1994*: número 68.

Surmacki, A. y Stepniewski, J. (2003). *A survey of the Bearded Tit* Panurus biarmicus *during the noin-breeding season in a landscape of western Poland.* Acta Ornithologica, 38: 53-58.

Svensson, L. (1996). *Guía para la Identificación de los Passeriformes Europeos*. Sociedad Española de Ornitología. Madrid.

Tellería, J. L., Asensio, B. y Díaz, M. (1999). Aves Ibéricas. II. Paseriformes. J. M. Reyero (Ed). Madrid.

Van der Elst, D. (1993). *Le statut du Pipit spioncelle* (Anthus spinoletta) *en Wallonie el en Brabant*. Aves, 30: 1-16.

Vázquez, X. (2003). *Bisbita alpino* (Anthus spinoletta). En, R. Martí y J. C. del Moral (Eds.): Atlas de las Aves reproductoras de España, pp. 396-397. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología. Madrid.

Vera, P. y Monrós, J. S. (2012). *Escribano palustre* (Emberiza schoeniclus). En, SEO/Birdlife 2012. Atlas de las aves de invierno en España 2007-2010, pp. 544-545. Ministero de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente-SEO/Birdlife. Madrid.

Vera, P., Belda, E. y Monrós, J. S. (2017). *Censo nacional de escribano palustre. Su situación crítica en España*. Programas de seguimiento de avifauna y grupos de trabajo. SEO/BirdLife. 34-37 pp.

Villarán, A. (1999a). *Migración e invernada del escribano palustre* (Emberiza schoeniclus) *en España*. Ardeola, 46: 71-80.

Villarán, A. (1999b). *Invernada diferencial según sexos del Bisbita Ribereño Alpino* (Anthus spinoletta) *en un carrizal del centro de España*. Butlletí del Grup Català d'Anellament 16: 17-22.

Villarán, A. y Parra, J. (2003). *Recapture rates of five passerine species wintering at a reedbed in central Spain*. Revista Catalana d'Ornitologia, 20: 19-27.

Webs

http://www.larioja.org/comunicacion/es/noticias/gobierno-rioja-declara-cuatro-nuevas-areas-naturales-singul

Zubía 36 179-196 Logroño 2018

LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN EN EL YACIMIENTO DE LA VIRGEN DEL CAMPO (ENCISO, LA RIOJA). INTERVENCIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS*

MIREIA FERRER VENTURA[1],
ANGÉLICA TORICES HERNÁNDEZ[1],
RAÚL SAN JUAN PALACIOS[1],
PABLO NAVARRO LORBÉS[1]

RESUMEN

La Rioja presenta uno de los registros paleoicnológicos más importantes del mundo. Entre sus yacimientos principales se encuentra el de La Virgen del Campo (Enciso, La Rioja). Tras la última campaña de 2014, se retomaron las labores de conservación y restauración en julio de 2017, interviniendo sobre patologías generadas por factores ambientales y antrópicos del yacimiento. Se analizaron las actuaciones realizadas en el pasado, así como su estado actual. Tras este estudio se realizó una limpieza mecánica de la parte norte y sur del yacimiento. En esta última parte también se aplicó de manera puntual una limpieza físico-química. Los daños observados muestran que las intervenciones pasadas no se ajustan a las necesidades de conservación del yacimiento. Trabajar este aspecto de la problemática, así como aplicar protocolos y materiales de la conservación y restauración de forma novedosa al campo de la paleontología, son algunas de las perspectivas de futuro propuestas para realizar en las campañas venideras.

Palabras clave: conservación y restauración, La Rioja, piedra, paleontología, yacimientos de icnitas de dinosaurio.

La Rioja has one of the most important paleoichnological records of all the world. One of its main sites is La Virgen del Campo (Enciso, La Rioja). After the last campaign done in 2014, the conservation and restoration of this

* Registrado el 1 de junio de 2018. Aprobado el 10 de diciembre de 2018.

1. Departamento de Ciencias Humanas, Universidad de La Rioja. mireia.ferrer@unirioja.es.

site was resumed in July 2017, working with its environmental and anthropic problems. It was analyzed the actions carried out in the past, as well as the actual status of the site. After this study, it was carried out a mechanical cleaning in both the northern and southern parts of the site, and also a physical-chemical cleaning in the southern part. The anthropogenic damage observed shows that the past interventions did not adjust well to the conservation needs of the site. To work this aspect of the problematic, as well as the application of protocols and materials of the conservation and restoration in a new way to the paleontology, are some of the future perspectives proposed to be carried out in the future campaigns.

Key words: *conservation and restoration, La Rioja, stone, paleontology, dinosaur footprint sites.*

1. INTRODUCCIÓN

El patrimonio paleontológico de la Comunidad Autónoma de La Rioja (España) es de una gran riqueza y diversidad, teniendo una enorme cantidad de yacimientos y de restos paleontológicos. Una de las partes más destacadas de este patrimonio la constituyen los yacimientos de icnitas de dinosaurio. Los yacimientos de icnitas de La Rioja pertenecen al Cretácico Inferior, con edades comprendidas alrededor de los 145 a los 113 millones de años, entre el Berriasiense y el Aptiense (Pérez-Lorente, 2015). Este conjunto constituye una de las regiones con mayor número de huellas de Europa y del mundo, con unas diez mil descubiertas en total, aunque se estima que hay alrededor de veinticinco mil, y en base a datos parciales, la cifra puede elevarse hasta setenta mil (Pérez-Lorente, 2015). Este patrimonio destaca no sólo por su excelente estado de conservación y por la información que aporta a nivel científico, sino por su capacidad de nutrir socioeconómicamente a las poblaciones cercanas a los yacimientos, fomentando el turismo de la región.

Uno de los yacimientos más importantes de La Rioja por este conjunto de motivos es el de La Virgen del Campo, situado en los alrededores de la localidad de Enciso (Figura 1). El yacimiento recibe su nombre de una capilla cercana. Aunque la primera referencia al yacimiento de la Virgen del Campo es de finales de los años 70 (Brancas *et al.*, 1979), la localización exacta del yacimiento no queda claramente establecida hasta los años 80, cuando se comienzan a realizar en el mismo diversas campañas de excavación (Casanovas *et al.*, 1985).

El yacimiento de la Virgen del Campo presenta una estructura compleja, dada las inclinaciones y formaciones abruptas que contiene, habiendo sido ampliado mediante extensiones laterales tras los primeros estudios, lo que llevó a un aumento del número de huellas y rastros que este contenía (Pérez-Lorente, 2015). En la actualidad tiene una extensión de alrededor de unos 5000 m^2, con algunas zonas e icnitas que aún no han sido estudiadas. De manera general se puede separar al yacimiento en dos grupos principales, uno situado en la parte sur y otro en la parte norte (Figura 2). Estas dos partes

(así como las subdivisiones que se le atribuye a cada una de ellas) presentan diferencias en diversos aspectos, como son su contenido paleoicnológico y su estado de conservación.

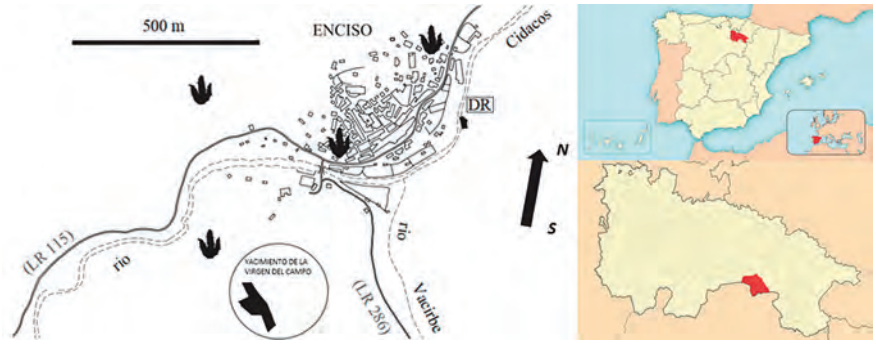


Figura 1. Izda.: mapa de la localidad de Enciso. El yacimiento de La Virgen del Campo aparece rodeado por un círculo. La flecha de color negro muestra el Norte y el Sur. Las huellas de la imagen muestran la situación de algunas icnitas aisladas. Modificado de Pérez-Lorente, 2015. Dcha,, arriba: mapa de España. En rojo se resalta la Comunidad Autónoma de La Rioja. Modificado de Wikipedia Commons. Dcha., abajo: mapa de La Rioja. En color rojo se resalta el municipio de Enciso. Modificado de Wikipedia Commons.



Figura 2. Vista general del yacimiento de La Virgen del Campo. En el centro de la foto se aprecian las esculturas de los dinosaurios, rodeadas, al igual que una gran parte del yacimiento, por un vallado. Las estrellas de color blanco señalan los puntos en los que se llevaron a cabo las labores de trabajo. Modificado de Pérez-Lorente, 2015.

La geología del yacimiento está compuesta por varias capas de arenisca. Esta arenisca es cuarzosa, con un 90-95% de cuarzo, un 5% de feldespato, y un 9% de moscovita, biotita, clorita e interestratificados de esmectitas (Caro

et al., 2003). En la parte norte hay un nivel de esquistos negros con gasterópodos, a cuyos lados hay capas de arenisca con *ripples* y diversas marcas de natación (Pérez-Lorente, 2015), asignadas algunas de ellas a dinosaurios (Pérez-Lorente *et al.*, 2001; Ezquerra *et al.*, 2007; Ezquerra *et al.*, 2010) y a cocodrilos (Ezquerra y Pérez-Lorente, 2003). Estas últimas marcas se atribuyen a dos cocodrilos que flotaban parcialmente en el agua, pertenecientes a la barriga, la cola y las patas traseras (Ezquerra y Pérez-Lorente, 2003). El yacimiento presenta unas líneas de fractura en su parte central. Estas fracturas (que van aproximadamente de dirección norte a sur) son cortadas por otras más irregulares (Pérez-Lorente, 2015). Hay depresiones y lóbulos de lodo relacionados con ellas. La formación de las fracturas afectó a algunas de las huellas presentes en el sedimento, causando su deformación o borrado. Estas fracturas fueron producidas por un terremoto, que dio lugar a movimientos de la cuenca sedimentaria (Pérez-Lorente, 2015).

El yacimiento presenta diversas icnitas de invertebrados, así como marcas atribuidas a ramas y raíces de árboles flotantes (Pérez-Lorente, 2015). Las icnitas de dinosaurio son tanto tridáctilas como tetradáctilas. Un gran número de estas icnitas aún están sin identificar. La mayoría de las icnitas identificadas están atribuidas a dinosaurios terópodos, tanto de pequeño como de gran tamaño (Pérez-Lorente, 2015). En la parte sur hay un grupo de huellas que han sido atribuidas a una posible escena de lucha entre un dinosaurio carnívoro y un dinosaurio herbívoro, representada en el yacimiento mediante dos esculturas de estos animales. El yacimiento contiene varios cientos de huellas, presentes en diversos planos discontinuos.

El yacimiento de la Virgen del Campo presenta varios problemas en cuanto a su conservación. Al igual que otros yacimientos de La Rioja, este se encuentra expuesto a agentes naturales, tanto climáticos como biológicos (Caro *et al*, 2003). Además, el yacimiento presenta una inclinación, con su parte más alta en la zona noroeste (Pérez-Lorente, 2015). Las icnitas se encuentran en estratos de dirección media N156E y buzamiento 20NE (Caro y Pavía, 1998). Esto condiciona el deslizamiento de sedimento proveniente de la cota superior hacia el propio yacimiento, así como la presencia de grietas en la roca por la acción gravitatoria derivada de esta inclinación. Debido a estos factores y a la importancia del yacimiento, se han llevado a cabo diferentes campañas en en los últimos 22 años (veáse Díaz-Martínez *et al.*, 2010; treinta años de trabajo de campo en los yacimientos icnológicos de La Rioja: 1980-2010). En estas campañas (la última fue realizada durante el verano de 2014) se hicieron diversas labores de conservación y restauración, reforzándose los bordes de los distintos estratos, fijándose fragmentos sueltos, y limpiándose y rellenándose las grietas con morteros y siliconas (Pérez-Lorente, 2015). Se ensayó el uso de resinas epoxídicas (Fetadit ®) para rellenar las grietas, y se utilizó mortero vinílico para sellarlas (Caro *et al*, 2003). El área principal del yacimiento fue rodeada con un vallado y un paseo de madera, que se asientan por gravedad, sin necesidad de incluir ningún tipo de anclaje o elemento de fijación (Pérez-Lorente, 2015).

Las campañas en el yacimiento fueron retomadas con el campo de trabajo que tuvo lugar en julio de 2017, centrándose en su limpieza y otras actividades de conservación y restauración. El objetivo de esta campaña fue incidir en las zonas potencialmente más susceptibles de sufrir daños en el futuro, así como de realizar las actuaciones que fueran inmediatamente más necesarias, como se indica más adelante. Además de los daños de origen natural, se intervinieron los daños de carácter antrópico, los cuales fueron producidos principalmente por la degradación de los materiales empleados en campañas anteriores. De hecho, en estos 22 años estos materiales han mostrado no ser los más adecuados para la conservación y restauración del yacimiento. Se conoce la naturaleza de los materiales usados en anteriores campañas gracias a la investigación bibliográfica que ha sido llevada a cabo. La campaña realizada en julio de 2017 en el yacimiento de la Virgen del Campo ha sentado las bases para retomar las labores de conservación y restauración en los yacimientos de icnitas de La Rioja, con las perspectivas de futuro puestas en la introducción de materiales y métodos utilizados de manera tradicional en el campo de la conservación y restauración y su aplicación al campo de la paleontología, con el fin de estabilizar y mantener estos valiosos recursos patrimoniales, científicos y socioculturales a lo largo del tiempo.

2. METODOLOGÍA

Las labores de conservación y restauración en el yacimiento de la Virgen del Campo aquí descritas se realizaron durante la segunda mitad del mes de julio de 2017. Se llevaron a cabo bajo la normativa presente en la actualidad (la Ley 16/1985, de 25 de junio, de Patrimonio Histórico Español; la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad; y la Ley 7/2004, de 18 de octubre, de Patrimonio Cultural, Histórico y Artístico de La Rioja).

Para afrontar las labores de conservación y restauración, antes de la intervención se realizó un estudio previo (tanto *in situ* como bibliográfico) de las patologías y agentes de degradación del yacimiento, así como de las actuaciones que se hicieron en el mismo en el pasado. El fin de este análisis previo fue establecer las medidas de conservación y restauración que se iban a realizar durante la campaña actual. Tras el estudio, se realizó una primera limpieza del yacimiento. Esta limpieza superficial fue de carácter tanto mecánico como físico-químico. Tras esto, se realizaron unas tareas puntuales de consolidación (mediante el uso de resina epoxídica en áreas con grandes bloques de roca fragmentada o susceptibles de pérdida, evitando la exposición solar del adhesivo) y finalmente, se establecieron unos criterios de conservación preventiva, con previsión para su aplicación futura, como el estudio del medio, del bien paleontológico, del estado de conservación y su diagnóstico, derivados del proyecto COREMANS. Las actuaciones realizadas se hicieron teniendo en cuenta las características del yacimiento, así como el tiempo y la mano de obra disponible durante la campaña de excavación.

La relación completa de los materiales empleados en la campaña de trabajo de 2017 es la siguiente: disolventes (alcohol, acetona, *White Spirit*, agua), algodón, hisopos, guantes, pinceles, escalpelos/bisturíes, botes, vasos medidores, báscula, espátulas, jeringas, agujas, mascarillas, cepillos y recogedores.

El estudio previo del yacimiento, tal y como se ha mencionado anteriormente, fue realizado mediante la consulta de referencias bibliográficas (tanto de artículos puntuales como de obras de revisión) y el estudio *in situ*. La bibliografía permitió conocer mejor aspectos fundamentales del yacimiento como su composición y estructura (tanto geológica como geográfica), así como cuáles fueron las actuaciones aplicadas en el pasado. El estudio *in situ* permitió conocer cuáles eran los agentes causantes del deterioro del yacimiento, sus patologías y los daños que estos causan. El estudio bibliográfico previo permitió conocer también cómo se realizaron estas intervenciones, y la relación de materiales que fueron empleados en las mismas (Caro y Pavía, 1998; Caro *et al*., 2003). Estas referencias fueron utilizadas como apoyo al proceso de conservación y restauración llevado a cabo durante la campaña, ya que contienen información sobre las campañas anteriores.

Tras el estudio previo se llevó a cabo la limpieza superficial del yacimiento, con el fin de eliminar elementos dañinos para la roca, conocer cuál era el estado real del mismo, y prepararlo para su posterior escaneado y digitalización mediante el uso de dron. Se trabajó tanto en la parte norte (en la cual se encuentran las marcas de natación, tanto de dinosaurios como de cocodrilos) como en la parte sur, más concretamente cerca de las esculturas que representan la escena de caza (Figuras 2 y 8).

Esta limpieza fue de dos tipos: una limpieza mecánica para la eliminación de diversos elementos del yacimiento (acumulaciones de sedimento y organismos vegetales) y una limpieza físico-química, más puntual y especializada, para la eliminación de elementos de origen antrópico en la parte sur. La zona norte del yacimiento, así como la parte más septentrional de la zona sur, presentaban un mejor estado de conservación; por ello las labores de actuación no requirieron ser tan específicas como las llevadas a cabo en la parte más meridional de la zona sur, junto a las esculturas. Para obtener una referencia visual de estos puntos, véase la figura 2.

Primero se trabajó en la parte superior de la zona norte, la cual dada su inclinación condicionaba empezar desde la parte más alta a la más baja, con el fin de ser lo más eficiente posible. La limpieza se realizó tanto a nivel general del yacimiento como de forma concreta de cada una de las icnitas. Los materiales empleados durante la campaña fueron los utilizados tradicionalmente en las labores de limpieza, tanto para los sedimentos que se habían acumulado como para las intervenciones anteriores que pudieran tener un efecto negativo en la conservación del yacimiento. En este caso se utilizaron cepillos, pinceles y recogedores para realizar la remoción mecánica del sedimento superficial suelto. En las zonas donde este sedimento era más compacto, así como en las grietas, pequeñas concavidades de la roca y dentro

de las propias icnitas, fue necesario el uso de elementos de incisión (punzones y destornilladores) para eliminar el sedimento depositado.

Además de la eliminación mecánica del sedimento se eliminaron los organismos vegetales. Estos se encontraban principalmente en las grietas y concavidades del terreno, colonizándolas y causando agrietamiento o ruptura de la roca. Es por ello por lo que fue necesario retirar la totalidad de estos elementos, incluyendo las raíces de menor calibre para evitar su recrecimiento. Este paso resulta delicado para la integridad física de la piedra, por lo que se realizó una limpieza más minuciosa de sedimento y las plantas, con el fin de reducir el riesgo potencial de afectar a la roca. Después de esta limpieza mecánica general, también se realizó una limpieza mecánica en zonas puntuales que presentan otros elementos dañinos del yacimiento (morteros y siliconas). Para la limpieza del perímetro del yacimiento se utilizó una desbrozadora.

Tras la limpieza mecánica se llevó a cabo la limpieza físico-química, que se realizó sobre los elementos antrópicos dañinos: manchas de pintura, resinas, morteros y siliconas. Estas manchas de pintura proceden de las esculturas situadas en el yacimiento. Para conocer la naturaleza de la composición de la pintura se realizó un test de solubilidad mediante el uso del triángulo de solubilidad de Teas. Esta es una representación gráfica de los disolventes y de los substratos orgánicos que permite establecer, *a priori*, si un disolvente será eficaz para llevar a cabo la limpieza de un determinado substrato (Doménech, 2013). Para ello se aplicaron a las manchas de pintura tres tipos de disolventes con características físico-químicas diferentes: acetona, alcohol y *White Spirit*. Este último es un hidrocarburo destilado del petróleo, muy utilizado en el campo de la conservación y restauración. Se observó que la pintura se removía mejor con disolventes que se encuentran entre la zona de las cetonas y de los aromáticos en el triángulo de solubilidad de Teas (figura 3). Para disolver la pintura sería por tanto necesario emplear disolventes como el *White Spirit* o la acetona. Se seleccionó la acetona como disolvente para eliminar las manchas de pintura debido a sus características polares (que ayudan a remover la pintura de una forma más eficiente), y porque su uso conlleva una menor peligrosidad para el operario que la utiliza.

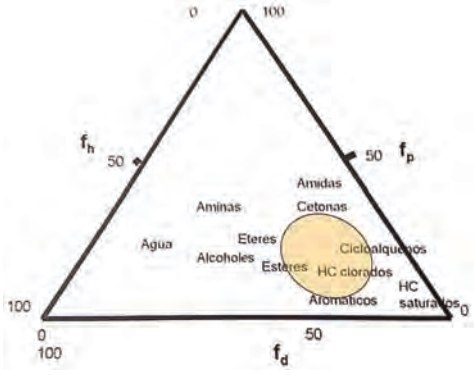


Figura 3. Triángulo de solubilidad de Teas, con distintos disolventes situados en el mismo según su relación de fuerzas por puentes de hidrógeno (fh), por puentes dipolo-dipolo (fp) y por las fuerzas de Van der Waals o de dispersión (fd). La región determinada para la composición de la pintura se encuentra rodeada por un círculo de color amarillo. Modificado de Doménech, 2013.

Se realizaron distintas pruebas mediante hisopo rodado y frotado con este disolvente. Debido al tamaño y grosor de las manchas de pintura, se decidió realizar un empaco sobre las mismas (Figura 4). Este empaco consistía en pasta de celulosa 100% y acetona, tapado mediante *film* plástico para evitar la rápida evaporación del disolvente, con el fin de reblandecer la pintura. Tras ver la actuación del disolvente al realizar la prueba con el hisopo, se decidió dejar actuar el empaco durante 5 minutos, observando el efecto del disolvente sobre la mancha, y evitando que el mismo causara posibles daños a la roca. Viendo que el tiempo de exposición al disolvente no era suficiente y que éste no dañaba a la roca, se realizó un segundo empaco durante 10 minutos, y se retiró la capa reblandecida de pintura mediante hisopo seco. Se realizó un último empaco durante 15 minutos, y se retiró de nuevo la capa reblandecida mediante hisopo seco.



Figura 4. Ejemplo de empaco realizado con el fin de remover las manchas de pintura que presenta el yacimiento. Está compuesto por pasta de celulosa 100% y acetona, cubierto con *film* plástico para evitar su rápida evaporación.

La resina había sufrido un proceso de amarilleamiento y endurecimiento con el paso del tiempo (figura 5). Para su retirada se intentó realizar una limpieza mecánica mediante el uso de herramientas de incisión en aquellas zonas que en las que la resina presentaba una escamación superficial. Se conoce cuál es la resina epoxídica que fue empleada (Fetadit ®), por lo que se aplicaron empacos de acetona y etanol al 50% para intentar reblandecerla y eliminarla.

Núm. 36 (2018), pp. 179-196
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***



Figura 5. Ejemplo de resina envejecida del yacimiento. El impacto visual respecto a la superficie de la roca es evidente.

En el yacimiento de la Virgen del Campo se encuentran distintos tipos de mortero. En ambas partes del yacimiento hay morteros sintéticos, posiblemente los mencionados en Caro y Pavía (1998), que presentan una resina de naturaleza acrílica con otras cargas añadidas. También hay morteros sintéticos de naturaleza mucho más plástica. Presumiblemente estos son morteros de silicona, en algunos casos sin ninguna carga y en otros, mezclados con grava y pequeñas piedras del entorno. Las siliconas y los morteros eran visualmente muy similares, teniendo las primeras un tono más blanquecino y una consistencia más elástica, y los segundos un tono más azulado y una consistencia más firme. Estos elementos, presentes en muchas de las grietas del yacimiento, producen daños tanto estéticos (debido a que sufren cambios de color y/o forma) como estructurales (acidificación de los morteros sintéticos por acción de los agentes ambientales y el cambio de composición químico que han sufrido, afloramientos de sales en la superficie de la roca en forma de costras salinas; figura 6). Para la remoción de las masas de silicona y de mortero se optó por la eliminación directa, retirándolo mediante limpieza mecánica. Esto es debido a su envejecimiento rápido, que hace que la silicona vea reducido su volumen y adherencia, por lo tanto, que sea más fácil de retirar mecánicamente. Sin embargo, lo que ocurre con el mortero acrílico y con aquellas siliconas más jóvenes (que contienen grava añadida a posteriori en su composición) es

que presentan una adherencia mayor, dejando estos materiales una película sobre la superficie de la roca. Para su eliminación se usaron disolventes orgánicos, concretamente acetona disuelta en agua al 70% de volumen. En algunos casos se favoreció el desprendimiento de este material, pero en su mayoría quedaron partes adheridas. Estos restos se eliminaron mediante elementos de incisión, y con la aplicación de la acetona mezclada con alcohol en distintas proporciones: 30/70, 50/50 y 70/30.

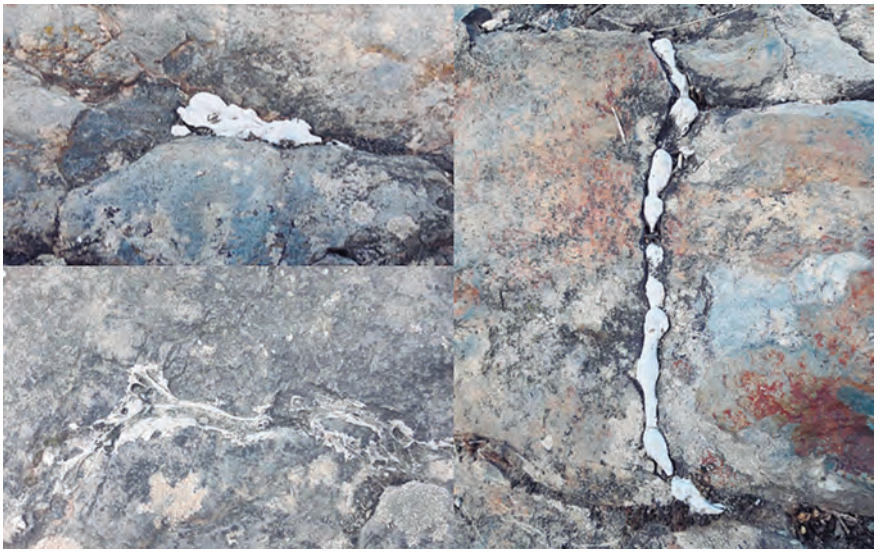


Figura 6. Ejemplos de morteros y siliconas presentes en el yacimiento de La Virgen del Campo.

Por último, en el yacimiento de la Virgen del Campo se puede observar que también se han empleado morteros de cemento (figura 7), los cuales pueden provocan grietas y favorecer la formación de grandes costras salinas (Mas i Barberá, 2010). Estos morteros de resina se fabricaron mezclando sílice muy fina con resina vinílica (Mowilith 50) y sílice muy fina con resina epoxídica (Caro *et al*, 2003). En las fisuras más estrechas solo se realizó el sellado con el mortero antes mencionado (Caro *et al*, 2003). Debido a sus características físicas, la eliminación de estos morteros es casi imposible, suponiendo un gran riesgo para la integridad del yacimiento, ya que no hay una interfase entre ambas. Las sales aparecen en la superficie de la roca en forma de costras salinas y eflourescencias.

Se realizaron adhesiones puntuales utilizando resina epoxídica para reparar la ruptura de alguna de las icnitas (evitando así su destrucción o desaparición por completo) y de algunas otras partes del yacimiento. La aplicación de la resina fue la mínima necesaria, tomando la precaución de que no se utilizase en la superficie del yacimiento para evitar el envejecimiento acelerado. De esta manera se redujo la posibilidad de su contacto con

Núm. 36 (2018), pp. 179-196
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***



Figura 7. Ejemplo de mortero de cemento en el yacimiento de La Virgen del Campo. La retirada de estos bloques de material supone un riesgo para la integridad del yacimiento.

el aire y la luz. En las campañas futuras se realizará la monitorización de la misma, tanto de los cambios ambientales (temperaturas y humedad relativa mediante dataloggers), como los cambios físicos mediante comparación de documentación gráfica.

3. RESULTADOS

La limpieza mecánica de la zona sur del yacimiento resultó ser de una mayor dificultad que la de la parte norte, ocupando el mayor número de horas de trabajo durante la campaña (figura 8). La limpieza de las acumulaciones de sedimento y la eliminación de las colonias de organismos vegetales resultaron en una mejora tanto estética como estructural del yacimiento, tanto de la parte norte como de la parte sur. Un ejemplo de esta mejora se puede observar en la figura 9.



Figura 8. Trabajo durante la campaña de julio de 2017 en la parte sur del yacimiento de la Virgen del Campo. Puede apreciarse la irregularidad de la superficie de la roca (parte central de la foto) respecto a la zona del yacimiento del fondo de la imagen.

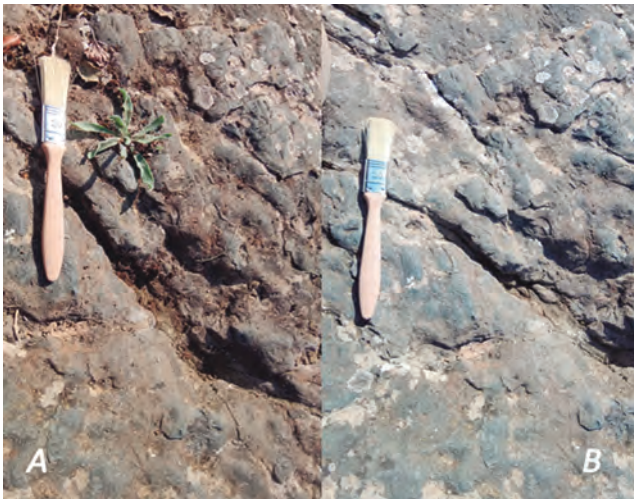


Figura 9. Detalle de la limpieza mecánica llevada a cabo en el yacimiento. A, a la izda.: antes de la limpieza. B, a la dcha.: después de la limpieza, habiendo eliminado el sedimento suelto y los organismos vegetales. La escala se representa mediante una brocha.

Los resultados de la limpieza físico-química son también evidentes en las distintas zonas en las que se llevó a cabo. El estudio de las manchas de pintura permitió conocer el disolvente adecuado para su eliminación, pudiendo retirar la mayor parte del material, y dejando solo pequeñas manchas muy adheridas a la roca del color (figura 10). Las esculturas que representan la posible escena de caza no solo suponen una alteración del estado del yacimiento por medio de las manchas de pintura (aplicada en las esculturas tras su colocación), sino que también presentan como posible daño potencial las

barras de metal que tienen en su base, y que se encuentran en un estado temprano de oxidación (figura 11).

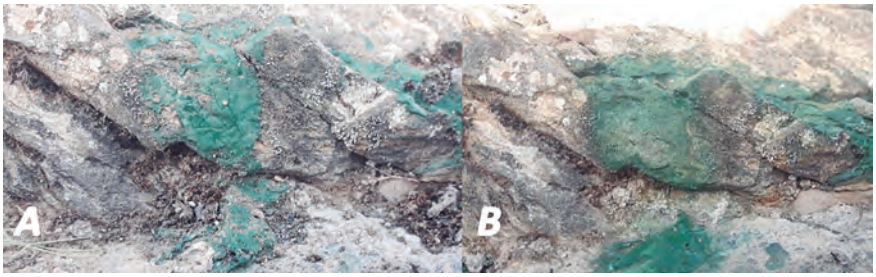


Figura 10. Detalle de las manchas de pintura. A, a la izda.: manchas antes de la limpieza físico-química. B, a la dcha.: después de la limpieza, habiendo eliminado la mayor parte del material.



Figura 11. Vista general de la zona sur del yacimiento y detalle de las esculturas que representan la escena de caza. Se puede apreciar la oxidación del metal empleado en su base, que ha teñido los bloques de pizarra que lo recubren, dándoles un color anaranjado.

Respecto a la resina, se pudo observar que el empleo de empacos de acetona y etanol no surtió el efecto deseado, pudiéndose eliminar solo algunos restos mediante limpieza mecánica.

La eliminación de la silicona y de los morteros se observa en la figura 12. Las distintas siliconas envejecieron de forma que alteraron la estética del mortero, cuya disminución de volumen dio lugar a la formación de pequeñas concavidades, que favorecen a su vez el crecimiento de los organismos vegetales.

Como ya ha sido comentado, también hay que contar con la presencia de los morteros de cemento (figura 7), cuyo tratamiento será uno de los temas a tener en cuenta en campañas posteriores.

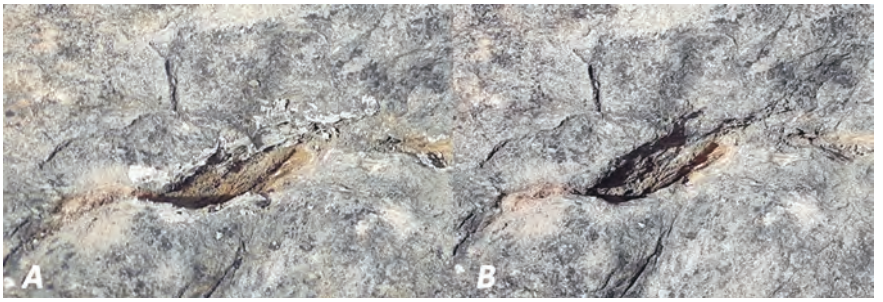


Figura 12. Detalle de una grieta con silicona del yacimiento de La Virgen del Campo. A, a la izda.: grieta con película de silicona a su alrededor. B, a la dcha.: grieta tras su completa limpieza.

4. DISCUSIÓN

La mayor dificultad que conllevó la limpieza mecánica de la parte sur del yacimiento se justifica por una serie de elementos. La presencia de grandes grietas y la mayor discontinuidad de la superficie de la roca del yacimiento condicionan una mayor acumulación de sedimento (figura 11). La cantidad de sedimento y la dificultad para eliminarlo respecto al resto de zonas en las que se trabajó fue considerablemente mayor. Además, estos permiten una acumulación del agua procedente de la parte alta de la ladera en la que se encuentra el yacimiento. Esta combinación del sedimento y el agua crea unos maceteros naturales, ideales para la proliferación de los organismos vegetales. Así mismo, estos organismos compactan y consolidan el sedimento, haciéndolo más difícil de eliminar mediante el barrido. La última campaña anterior a la realizada en 2017 fue llevada a cabo en 2014, lo que supone un periodo de varios años en el que los organismos vegetales recolonizaron el yacimiento, cubriendo gran parte de su superficie. Se espera que la limpieza del sedimento y de los organismos vegetales que se ha realizado (así como el hecho de que vaya a pasar un periodo de tiempo considerablemente menor desde la campaña de 2017 hasta la siguiente) haya evitado al menos de manera provisional la producción de daños de carácter biológico en el yacimiento, y reducido su recolonización. Sin embargo, esto es algo que no podrá ser debidamente valorado hasta el regreso al yacimiento en futuras campañas.

El efecto que tuvo la limpieza mecánica en el yacimiento fue evidente de manera inmediata a nivel estético. Las huellas y rastros se hicieron mucho más visibles y discernibles tras la eliminación del sedimento y las plantas (figura 9), lo cual también tendrá un efecto en la calidad de los modelos digitalizados del yacimiento, que se harán a partir del escaneado mediante dron que fue llevado a cabo tras la limpieza. Por otro lado, la limpieza mecánica también ha permitido que aquellas zonas con riesgo de pérdida por la acción de las plantas se conserven.

Se eliminó la mayor parte de la pintura, como se ha mencionado anteriormente. El daño estructural que estaba causando este elemento era mínimo,

pero no así el daño estético. De estas manchas solo quedó un rastro del color, que posiblemente pueda ser reducido aún más (o incluso eliminado en su totalidad) en el futuro.

A pesar del atractivo y de la capacidad divulgativa que tienen las esculturas que representan la escena de caza, estas crearon daños al yacimiento cuando fueron instaladas. Además de las manchas de pintura que afectaron a las zonas próximas del yacimiento, hay que tener en cuenta que las esculturas se sustentan sobre una base que presenta una serie de barras de metal, las cuales están en un estado de oxidación temprano. Esto implica que la zona está siendo teñida de herrumbre y de otros productos de corrosión propios del metal (figura 11), que pueden pasar a ser un daño estructural si la oxidación afecta a la integridad del metal o de la roca. No se realizaron actuaciones concretas durante esta campaña a este respecto. Uno de los objetivos futuros es considerar este factor y observar cómo varía a lo largo del tiempo. En el caso de que se considere que es necesario, se llevarían a cabo las actuaciones pertinentes.

La eliminación físico-química de la resina no surtió el efecto deseado. Para las próximas intervenciones sería idóneo emplear gelificantes que, además de evitar de forma más eficaz la evaporación de los disolventes, se adhieren mejor a la superficie de la zona a tratar, con lo que el contacto del disolvente y el material a disolver es más directo y, posiblemente, más eficaz. Este sistema podría aplicarse también a los restos de las manchas de pintura.

La eliminación mecánica de la silicona y de los morteros, al igual que ocurre con el sedimento acumulado y los organismos vegetales, presenta una ventaja no solo respecto al punto de vista estético, sino también de la conservación del yacimiento. La silicona es un material que cuando envejece se vuelve muy ácido, y a su vez la roca que está en contacto con ella, y formando costras de sales a su alrededor. Se espera haber reducido considerablemente este proceso al eliminar gran parte de este material de la superficie del yacimiento, dado que el resto del yacimiento, donde no hay material añadido, no presenta costras salinas y otros daños.

Por último, la eliminación de los morteros de cemento es imposible, debido a sus características físicas. Su adhesión y su dureza implican que su eliminación conllevaría la eliminación no solo del mortero de cemento, sino también de parte del propio yacimiento. Para evitar que produzcan más daños se propone controlar la salinidad de estos morteros y su entorno, mediante la eliminación de aquellos morteros degradados que estén creado alteraciones en la roca y observando la evolución en la salinidad del entorno.

En resumen, el yacimiento de La Virgen del Campo fue seleccionado como objeto de este estudio por su interés científico, y al mismo tiempo, por su avanzado estado de deterioro en 1998 (Caro y Pavía, 1998). Los ensayos de envejecimiento artificial acelerado mostraron que los cambios de humedad, de temperatura y la acción del hielo-deshielo no modificaron la forma de las muestras y no se encontraron desperfectos ni en la piedra ni en los

productos empleados (Caro *et al*, 2003). Sin embargo y a pesar de haber realizado estas consideraciones, en el yacimiento se ha producido un mal envejecimiento de los materiales que fueron aplicados en campañas anteriores a la de 2017, debido a los cambios que ha sufrido el material por la exposición a los agentes ambientales, produciendo su envejecimiento. Con la campaña de 2017 se ha pretendido retomar las acciones de conservación y restauración. En este sentido, las previsiones o perspectivas de futuro respecto a la conservación y restauración de La Virgen del Campo, así como del resto de yacimientos de la región en esta última campaña, han estado centradas en la idea de que lo fundamental de trasladar materiales y métodos de la conservación y restauración empleados en la restauración de material pétreo y aplicarlos de manera novedosa a la paleontología, evitarán el uso de otros materiales que han demostrado no ser los más adecuados para la conservación de los yacimientos. De forma concreta, se ha planteado aplicar en futuras campañas los criterios propuestos por el Proyecto COREMANS (Laborde Marqueze, 2013) para la intervención en material pétreo. El objetivo de esta aplicación es observar si este cambio en la forma de intervenir el patrimonio paleontológico puede ayudar a mejorar la conservación de los yacimientos debido al éxito que muestra su aplicación en otros campos en los que también se puede encontrar patrimonio pétreo, como es el caso de la arquitectura, la escultura y la arqueología.

5. CONCLUSIONES

La Rioja (España) contiene un patrimonio paleontológico de gran relevancia, destacando sus numerosos yacimientos de icnitas, que conforman uno de los mayores registros paleoicnológicos del mundo. Estos yacimientos poseen una gran importancia a nivel patrimonial, científico, turístico y sociocultural, y la preservación y conservación de los mismos es una tarea prioritaria.

El yacimiento de La Virgen del Campo, localizado en Enciso (La Rioja, España) es uno de los más importantes de la región, y reúne las características antes mencionadas. Debido a ello, en este yacimiento se han realizado labores de conservación y restauración a lo largo de los años, siendo las últimas realizadas en 2014. Estas tareas se retomaron el pasado julio de 2017, planteando una serie de protocolos y de criterios de intervención, que incluyen la limpieza mecánica y físico-química de diversos elementos que afectaban al yacimiento. Se trabajaron en dos zonas principales, una situada más al norte y otra situada más al sur. La limpieza mecánica resultó de una mayor dificultad en la parte sur debido a las irregularidades y a las grietas del terreno; del mismo modo, la limpieza físico-química se realizó principalmente en la zona sur. La limpieza mecánica fue utilizada principalmente para tratar la acumulación de sedimento, eliminar los organismos vegetales del yacimiento y realizar la remoción puntual de morteros y siliconas previamente aplicados. La limpieza físico-química se usó para la eliminación de los morteros y las siliconas empleados en campañas anteriores, así como de las manchas de pintura procedentes de las esculturas de dinosaurios del yacimiento.

Núm. 36 (2018), pp. 179-196
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

El yacimiento presenta también morteros de cemento, cuya eliminación no es posible debido a que esta presenta un gran riesgo para la integridad del yacimiento. El objetivo de la campaña de 2017 era no solo retomar las labores de conservación y restauración en este yacimiento en concreto, sino también en otros yacimientos similares de la región, con el objeto de aplicar en campañas futuras materiales y métodos de la conservación y la restauración de forma novedosa en el campo de la paleontología, que permitan la preservación y el mantenimiento de este patrimonio paleontológico a lo largo del tiempo.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo ha sido posible gracias a los Cursos de verano 2017 de la Fundación Universidad de La Rioja, que cuentan con el patrocinio del Gobierno de La Rioja, así como a la Cátedra Extraordinaria de Patrimonio Paleontológico de la Universidad de La Rioja. También agradecer la colaboración del Ayuntamiento de Enciso y el parque El Barranco Perdido. Los trabajos de limpieza se realizaron gracias a la colaboración de los alumnos del curso Paleoicnología y Restauración de huellas de dinosaurio (Enciso, La Rioja).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brancas, R., Martínez, J. y Blaschke, J. (1979). Huellas de dinosaurio en Enciso. Gonzalo de Berceo, Logroño, Spain.

Caro, S. y Pavía, S. (1998). Alteración y conservación de los yacimientos de huellas de dinosaurio de La Rioja:" La Virgen del Campo"(Enciso) y" La Era del Peladillo"(Igea). *Zubía*, 16, 199-232.

Caro, S., Pavía, S. y Pérez-Lorente, F. (2003). Intervenciones en la conservación de las huellas de dinosaurio de La Rioja (España). En: *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos de España*. (Pérez-Lorente, F., ed.). Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, 26, 225-238.

Casanovas, M. L., Pérez-Lorente, F., Santafé, J. V. y Fernández, A. (1985). Nuevos datos icnológicos del Cretácico Inferior de la Sierra de Cameros (La Rioja). *Paleontología y Evolución*,19, 3-18.

Díaz-Martínez, I., García-Ortiz de Landaluce, E., Ortega Girela, J. M., Hurtado Reyes, A., Martínez, E., Jiménez, N., Aldaiturriaga, L., Benito, J., Colina, A., Fernández, A., Martínez, J., Ortega, A., Pereda, J. C., Requeta, L. E., Sáinz, J. L. y Pérez-Lorente, F. (2010). Treinta años de trabajo de campo en los yacimientos icnológicos de La Rioja (1980-2010). *Zubía*, 28, 167-178.

Doménech, Mª T. (2013). *Principios físico-químicos de los materiales integrantes de los bienes culturales*. Universidad Politécnica de Valencia. Servicio de Publicación.

Ezquerra, R. y Pérez-Lorente., F. (2003). Reptiles nadadores en el sector oeste del yacimiento de la Virgen del Campo (4LVC, Enciso, La Rioja, España).

En: *Dinosaurios y otros reptiles mesozoicos de España*. (Pérez-Lorente, F., ed.). Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, 26, 215-224.

Ezquerra, R., Doublet, S., Costeur, L., Galton, P. M. y Pérez-Lorente, F. (2007). Were non-avian Theropod dinosaurs able to swim? Supportive evidence from an Early Cretaceous trackway, Cameros Basin (La Rioja, Spain). *Geology*, 35, 507–510.

Ezquerra, R., Costeur, L. y Pérez-Lorente, F. (2010). Los dinosaurios también nadaban. *Investigación y Ciencia: Edición Española de Scientific American*, 411, 80-86.

Laborde Marqueze, A. (2013). *Proyecto COREMANS: Criterios de intervención en materiales pétreos*. Madrid: Ministerio de Educación Cultura y Deporte.

Pérez-Lorente, F., Romero-Molina, M., Requeta, E., Blanco, M. y Caro, S. (2001). *Dinosaurios. Introducción y análisis de algunos yacimientos de sus huellas en La Rioja*. Ciencias de la Tierra, 24. Instituto de Estudios Riojanos, Logroño, Spain.

Pérez-Lorente, F. (2015). *Dinosaur footprints and trackways of La Rioja*. Bloomington & Indianápolis: Indiana University Press.

Zubía 36 197-212 Logroño 2018

PREVALENCIA DEL VIRUS DEL PAPILOMA HUMANO (VPH) EN MUJERES ENTRE 35 Y 65 AÑOS CON CRIBADO INADECUADO DE CÁNCER DE CUELLO DE ÚTERO EN LA RIOJA*

CATALINA RENATA ELIZALDE[1],
JUANA HERNÁNDEZ[1],
MARÍA JOSÉ PUENTE[1],
JOSÉ ANTONIO OTEO[2]

RESUMEN

El virus del papiloma humano (VPH) es causa necesaria para el desarrollo de cáncer de cuello uterino. El objetivo del presente trabajo fue conocer la prevalencia de los diferentes genotipos de VPH en mujeres que no han realizado un cribado citológico adecuado para cáncer de cuello de útero (CCU) en las consultas de ginecología de la Comunidad Autónoma de La Rioja (España). Se han evaluado los resultados del análisis de VPH en las muestras de mujeres con cribado inadecuado de cáncer de cuello de útero (CCU). El estudio incluye un total de 1000 muestras de frotis de cérvix, recogidas entre noviembre 2014 y noviembre de 2015 en las consultas de ginecología del Hospital San Pedro (HSP). Se incluyeron a aquellas pacientes que acudieron a las consultas del programa de "Mujer Sana" (consultas de CCC) del Servicio Riojano de Salud, así como a las derivadas desde Atención Primaria, siempre y cuando cumplieran las condiciones de entrada en el estudio: edad entre 35 años y 65 años y sin citología previa durante 3 o más años (cribado inadecuado de CCU). Se analizaron 1.000 muestras con detección positiva de ADN de VPH para 130 de ellas, correspondiendo a una prevalencia de 13% en la población femenina de entre 35 y 65 años con cribado incadecuado de CCU. Según su capacidad oncogénica se subclasificaron en virus de alto riesgo oncogénico (VPH-AR), virus de riesgo intermedio (VPH-RI) y virus de bajo riesgo oncogénico (VPH-BR). En este sentido, de las 130 muestras con de-

* Registrado el 11 de septiembre de 2018. Aprobado el 4 de diciembre de 2018.

1. Servicio de Ginecología y Obstetricia. Hospital San Pedro, Logroño (La Rioja). Email: renata.elizalde.martinezpenuela@navarra.es.
2. Departamento de Enfermedades Infecciosas. Hospital San Pedro-CIBIR, Logroño (La Rioja).

tección positiva, 102 lo eran para VPH-AR, 49 para VPH-BR y 11 para VPH-RI. En cuanto al estudio por genotipos del VPH, el más frecuente, independientemente del tipo de lesión, fue el VPH 16 seguido del 33, 6, 45, 18, 35, 39, 52, 58, 11, 53, 68, 31, 66, 56, 83, 51, 84, 42, 61, 70, 72, 59, 44, 64, 89, 40, 62, 71, 81, 85, 82. Estratificando la muestra por genotipos de riesgo, el 16, 33, 45 y 18 resultaron ser los genotipos que con más frecuencia se amplificaron. Los VPH asociados a un alto riesgo de transformación celular se encuentran en mayor proporción que los de intermedio-bajo riesgo. La prevalencia estuvo inversamente relacionada con la edad de las mujeres del cribado. La presencia de infecciones multiples de VPH se demostró en dos tercios de las mujeres portadoras del VPH. El 62,30% de las pacientes presentaron infección por múltiples genotipos de VPH mientras que el 37,7% restante tenían infecciones por un solo genotipo. El número de genotipos medio en las pacientes con infección por múltiples genotipos fue de 1,95 genotipos. De las 81 pacientes con infección por múltiples genotipos de VPH, el 95,06% de ellas fueron infecciones con predominancia del genotipo VPH-AR. Estos resultados son los primeros realizados en pacientes con cribado inadecuado en España y dentro del ámbito de implantación de un cribado poblacional estructurado. Pueden servir como referencia para futuros estudios y para medir el impacto futuro de la vacunación.

Palabras clave: virus del papiloma humano (VPH), neoplasia cervical intraepitelial, cáncer de cuello de útero, infecciones por VPH, cribado VPH, prevalencia VPH, infecciones tumorales por virus, epidemiología.

The human papillomavirus (HPV) is necessary to cause a woman developing cervical cancer. The aim of the study was to estimate the prevalence of cervical HPV infection and HPV type-specific distribution among women who have not performed an adequate cytological screening for cervical cancer in the Autonomous Community of La Rioja (Spain). The results of the HPV analysis have been evaluated in the samples of women with inadequate screening for cervical cancer (CCU). The study includes a total of 1000 samples of cervical smears, collected in the period between November 2014 and November 2015 in the gynecological consultations of the San Pedro Hospital (HSP). Patients who attended the consultations of the "Healthy Woman" program (CCC consultations) of the Rioja Health Service, as well as those derived from Primary Care, were included as long as they fulfilled the conditions of entry into the study: to be older than 35 years and under 65 and without previous cytology for 3 or more years (inadequate screening of CCU). Liquid-based cervical samples were collected and analyzed for cytology, HPV detection and genotyping. HPV genotyping was determined using CLART 2 (Genomics). 1.000 samples were analyzed and 130 of them resulted positive for HPV, corresponding to a prevalence of 13% in the female population. According to their oncogenic capacity, they were subclassified into high-risk oncogenic viruses (HPV-AR), intermediate-risk viruses (HPV-IR) and low-risk oncogenic viruses (HPV-BR). Of these 130

positive samples, 102 were positive for HPV-AR, 49 for HPV-BR and 11 for HPV-IR. Regarding the study by genotypes of HPV, the most frequent type of HPV was the 16 followed by 33, 6, 45, 18, 35, 39, 52, 58, 11, 53, 68, 31, 66, 56, 83, 51, 84, 42, 61, 70, 72, 59, 44, 64, 89, 40, 62, 71, 81, 85, 82. Stratifying the sample by risk genotypes, 16, 33, 45 and 18 were the genotypes that were most frequently amplified. HPVs associated with a high risk of cell transformation were found in greater proportion than those of intermediate-low risk. The prevalence was inversely related to the age of the women in the screening. The presence of multiple HPV infections was demonstrated in two thirds of the women who carry HPV. 62.30% of the patients presented infection by multiple genotypes of HPV while the remaining 37.7% had infections by a single genotype. The average of genotypes in patients with multiple infection was 1.95 genotypes. The 95.06% of patients with multiple infection were infections with predominance of the HPV-HR genotype. Our data are the first obtained in Spanish in patients with inadequate screening for cervical cancer found within the scope of implementation of a structured population screening. These results would serve as a reference for future prevalence studies and to evaluate the future impact of HPV vaccination campaigns.

Key words: *human papillomavirus (HPV), cervical intraepithelial neoplasia, cervical cancer, HPV infections, HPV screening, HPV prevalence, tumoral viral infections, epidemiology.*

1. INTRODUCCIÓN

El cáncer de cérvix o cuello uterino (CCU) es la tercera neoplasia más frecuente entre las mujeres a nivel mundial. En los últimos años se ha logrado definir en gran medida la etiología del CCU, identificándose al virus del papiloma humano (VPH) como el agente etiológico necesario para su desarrollo (CDC, 2004, Ferlay 2005). La infección por VPH es la infección de transmisión sexual más frecuente, calculándose que al menos el 50% de la población sexualmente activa podría adquirirla en algun momento de su vida (CDC 2004).

El genotipo del VPH es conocido como un factor crítico para la progresión de la infección al CCU (Schiffman, 2007). De los 150 genotipos de VPH conocidos en la actualidad, la *Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer* (IARC) concluye que existe evidencia científica suficiente para confirmar la carcinogenicidad en el cuello del útero de 12 de ellos, concretamente de los genotipos 16, 18, 31, 33, 35, 39, 45, 51, 52, 56, 58 y 59. Sólo dos de estos genotipos de alto riesgo oncogénico, el 16 y 18, provocan aproximadamente el 70% de los casos de cáncer asociado a VPH en el mundo. Los genotipos 6 y 11 se consideran de bajo riesgo y se relacionan con el 95% de los casos de verrugas genitales. Actualmente se han incorporado nuevos genotipos a los diferentes grupos de riesgo. Los cinco tipos de VPH más prevalentes en todo el mundo son VPH 16, 18, 52, 31, 58. El resto de tipos tie-

nen una prevalencia de 0,6% o inferior, incluyendo el genotipo 45, así como los tipos 6 y 11, asociados a las verrugas genitales. En Europa, el VPH 16 supone el 66% de los casos de CCU, seguidos del VPH 18 y VPH 33, con el 7% y el 6% respectivamente.

Sin embargo, la infección por los diferentes genotipos del VPH presenta una prevalencia diferente según la población estudiada, lo cual podría influir de manera importante en los resultados de la prevención del CCU con las vacunas que actualmente disponemos. La presencia de factores endógenos, es decir, los relacionados con el húesped (hormonas endógenas, factores genéticos e inmunológicos) y los factores propios del virus (el tipo de VPH, las coinfecciones con otros tipos de VPH, la carga viral o la integración viral) probablemente estén relacionados, aunque son necesarios más estudios. Por otro lado, también resulta difícil conocer la prevalencia real de la infección genital por VPH debido a que no se notifican los casos diagnosticados dado que la mayoría de las infecciones son asintomáticas y autolimitadas (CDC, 2004). En la actualidad no existen datos a nivel nacional de la mayoría de los indicadores de carga de enfermedad asociada al VPH. Las estimaciones nacionales del número de casos en los distintos estadios de la historia natural de la infección por VPH y su progresión a CCU se ha obtenido estandarizando a la población española las tasas específicas por edad de los distintos estudios y registros de cáncer de datos regionales o locales. En general, en nuestro país se diagnostican anualmente a 2.103 mujeres de cáncer de cérvix, siendo el séptimo cáncer más frecuente en mujeres de cualquier edad en nuestro país, y el segundo si nos circunscribimos al rango de edad entre los 15 y los 44 años. Se producen por esta causa 739 muertes al año (Ferlay, 2005). El 55,8% de los casos de cáncer de cérvix en mujeres españolas se atribuyen a los genotipos 16 y 18 de VPH (Ferlay, 2005). Los resultados del estudio Cleopatra mostraron que la prevalencia de la infección por el VPH en una población de 3.261 mujeres en España es del 14,3% (IC 95%: 13,1-15,5). La prevalencia de los genotipos de alto riesgo entre el total de la muestra fue de 12,2% (IC 95%: 11,1-13,4), representando el 84,0% de las muestras HPV-positivas. Se advirtieron ciertas diferencias en la prevalencia por grupos de edad, ya que el valor fue superior en mujeres de entre 18 y 25 años (28,8%; IC 95%: 26,6-31,1), que en mujeres de edades más avanzadas (entre 56 y 65 años, la prevalencia fue del 7%).

La demostración del papel etiológico del VPH permite establecer nuevas estrategias para la prevención primaria y secundaria (Joura EA, 2000). La prevención del cáncer de cérvix se basa en la detección y tratamiento precoz de las lesiones cervicales. Tradicionalmente, los métodos de citología del epitelio de transición cervical han sido la base de los programas de prevención poblacionales estructurados. Los programas de cribado poblacionales mediante frotis de Papanicolaou han demostrado su eficacia en la reducción de la incidencia de cáncer de cuello uterino, mortalidad y años de vida perdidos (IARC, 2005, Van der Aa MA 2008). Además, el diagnóstico precoz y el tratamiento de las lesiones en las fases no invasivas,

puede reducir la carga de enfermedades y los costes de la atención sanitaria (Blade 2010). Sin embargo, los aspectos negativos del cribado, tales como las consecuencias psicológicas sobre todo de los falsos positivos, el sobretratamiento y las reacciones adversas de la vacunación, deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar programas fomentando la adhesión a las guías de práctica clínica (IARC, 2005).

Actualmente en España no existe una política común de cribado del CCU sino que existen estrategias de Salud Pública diferentes en cada una de las 17 Comunidades Autónomas. Mayoritariamente, los programas de cribado de CCU son oportunistas, con coberturas no óptimas y con déficits en la equidad y en la eficiencia. Se estima que más del 60% de las neoplasias de cérvix diagnosticadas recaen en mujeres sin cribado previo o con cribado inadecuado. Establecer una política de cribado poblacional para el cáncer de cuello uterino, tanto en España como en el resto de países europeos, debería ser una prioridad tal como se expone en las *"European Guidelines for Quality Assurance in Cervical Cancer Screening"*.

Por ello, los últimos avances en el conocimiento sobre las pruebas de cribado, su eficacia, pautas y criterios de aplicación y conducta ante resultados anormales, justificaron la elaboración en 2014 de la "Guía de Prevención del Cáncer de Cuello de Útero". La progresiva convergencia de mujeres vacunadas frente al VPH (prevención primaria) que deberá seguir realizándose cribado del cáncer de cérvix (prevención secundaria) en los años siguientes, obliga a incorporar pruebas más sensibles y eficaces. Para ello se deberán emplear indicadores que permitan evaluar el proceso y aportar el máximo beneficio (coste-eficacia) dado que, en caso contrario, la existencia de coberturas subóptimas tanto en la prevención primaria como en el cribado y la utilización de pruebas y pautas de cribado no adecuadas pueden conducir a un incremento del coste sin una reducción de la incidencia y mortalidad por CCU en España. Estos cambios en las estrategias de prevención primaria y secundaria condicionan nuevos escenarios, que obligan a plantear diferentes pautas de actitud clínica en mujeres con pruebas de cribado anormales (por ejemplo, en mujeres con VPH positiva y citología negativa).

Por todo lo aquí expuesto, el objetivo de este estudio preliminar fue estimar la prevalencia de la infección de VPH en mujeres de entre 35 y 65 años con cribado inadecuado de CCU. La gran mayoría de las Comunidades Autónomas españolas no han implementado totalmente el cribado poblacional por lo que los resultados preliminares del programa de La Rioja en mujeres con cribado inadecuado adquieren gran relevancia para futuros programas de prevención y para el impacto que las nuevas vacunas de VPH pueden ofrecer. En comparación con el estudio Cleopatra se pretende caracterizar y describir una población de mayor riesgo de infección por el VPH como son las mujeres con cribado inadecuado.

2. MÉTODOS

El presente trabajo es un estudio descriptivo transversal sobre 1.000 mujeres asintomáticas, entre 35 y 65 años, sin citología previa durante 3 o más años (cribado inadecuado de CCU) atendidas en el ámbito del Servicio Riojano de Salud (SERIS) de forma oportunista.

El sistema de cribado de cáncer de cérvix en La Rioja aprovechó la base de datos del Programa de Cribado de Cáncer de Mama y se amplió incluyendo las mujeres de 25 a 65 años. Con esta información se hicieron listados por TSI (Tarjeta Sanitaria Individual) de las mujeres riojanas comprendidas en ese grupo etario. Se redactó un folleto informativo que se repartió por todos los Centros de Salud y los Hospitales de La Rioja, iniciándose el envío de cartas a las pacientes el 17 de noviembre de 2005. En febrero de 2011 ya se había contactado con toda la población de mujeres comprendida entre los 25 y los 65 años. Para la realización del presente trabajo se incluyeron entre noviembre de 2014 y noviembre de 2015 a aquellas pacientes que acudieron a las consultas del programa de "Mujer Sana" (consultas de CCC), así como a las derivadas desde Atención Primaria, siempre y cuando cumplieran las condiciones de entrada en el estudio (en este caso de 35-65 años).

A todas las pacientes se les sometió a una anamnesis con recogida de antecedentes ginecológicos y de comorbilidades. Se solicitó la firma de un consentimiento informado que se adjuntó a la recogida de datos.

Se tomaron muestras endocervicales y exocervicales mediante torunda según técnicas habituales que se enviaron al laboratorio de Anatomía Patológica para estudio citológico y al laboratorio externo de microbiología GENÓMICA SAU para el estudio de la presencia de VPH y genotipado. Todas las muestras fueron procesadas en el laboratorio de Anatomía Patológica del Hospital San Pedro mediante estudio citológico con tinción de Papanicolaou, empleando la terminología de la tercera edición de Bethesda 2014. En las mujeres con lesiones frontera entre alto o bajo grado se utilizó la determinación inmunohistoquímica de p16INK4a que se detecta cuando la pRb (proteína del gen del retinoblastoma) está mutada, deleccionada o inactivada.

El estudio de la presencia de VPH en la muestra endo y exocervical se realizó en el Laboratorio Genómica SAU ubicado en Madrid mediante la técnica CLART® HPV2 de GENÓMICA SAU. Se trata de una tecnología de biología molecular basada en microarrays, que detecta e identifica 35 genotipos de VPH, incluidos todos los de alto y bajo riesgo incluidos en las vacunas profilácticas. Todos los reactivos así como el equipamiento para realizar la técnica de genotipado serán cedidos por GENÓMICA SAU al Hospital durante el período de estudio. Una vez tomadas e identificadas las muestras se refrigeraron hasta el momento de su recogida por personal del laboratorio.

Los criterios de exclusión del programa fueron permanentes o temporales. Un criterio permanente de exclusión fue la histerectomía total de la mu-

Núm. 36 (2018), pp. 197-212
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

jer y como criterios temporales, las mujeres sin relaciones sexuales o mujeres que consultan por sintomatología ginecológica.

En el presente estudio no se recogieron datos del comportamiento sexual de las participantes debido a que no es el objetivo principal del estudio, dejando abierta la posibilidad de realizar un estudio en el futuro. Los factores de riesgo más comúnmente asociados a la adquisición del VPH según la evidencia científica se pueden resumir en: inicio precoz de las RRSS, adquisición de un nuevo compañero sexual, intervalo corto entre compañeros sexuales, número de compañeros sexuales (a mayor número, mayor riesgo), compañero sexual masculino de riesgo (antecedentes de sexo con hombres, frecuentación de prostitutas, no estar circuncidado), el uso sistemático de preservativos, la presencia de otras ETS y el genotipo viral. Los tres últimos serán analizados en el estudio.

Las estimaciones de la incidencia y de la prevalencia se llevaron a cabo presentando un valor puntual y su intervalo de confianza al 95%. La descripción de variables cualitativas se realizó expresando el número absoluto y su frecuencia relativa y las variables cuantitativas fueron descritas con su media y su desviación estándar. Todas las pruebas fueron bilaterales y se consideraron como significativos valores de p menores a 0,05. Los cálculos se llevaron a cabo con ayuda del programa SPSS versión 21.0.

3. RESULTADOS

3.1. Características de la población a estudio

Durante el periodo de desarrollo de este trabajo se estudiaron 1.000 mujeres de las que se obtuvieron 1.000 muestras. De éstas, se consideraron válidas para el estudio 997 al no obtenerse de la muestra cervical suficiente ADN para la amplificación del VPH en 3 pacientes.

En cuanto a las características demográficas de la población encontramos que la edad media del total de mujeres incluidas en el estudio fue de 47,36 años. El 86,9% de las pacientes son del centro, norte o sur de Europa, el 3,2% de América del Sur, el 6,5% Europa del Este, el 2,5% de África, un 0,1% de América del norte y un 0,8% de Asia. El 17,7% son nulíparas, mientras que un 82,3% de ellas ha tenido uno o más hijos. Entre las que han tenido algún hijo la paridad media es de 1,89 hijos. El 33,5% de las pacientes eran menopáusicas y la edad media de la menarquia fue de 11,7 años. El 29,9% empleaban preservativo, el 24,5% no empleaban ningún método anticonceptivo, el 12,9% utilizaban anticonceptivos hormonales orales, el 7,1% empleaban doble método, el 4,1% DIU, el 4% vasectomía, 3,6% ligadura tubárica, 4% el parche anticonceptivo y 1,1% el implante subcutáneo. Un 67,8% de ellas son fumadoras, un 26,4% no fumadoras y un 5,8% exfumadoras. El 61,3% vive en medio urbano (96,9% en Logroño y 3,1% en Calahorra) mientras que el 38,7% proceden del medio rural, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($p<0,001$).

3.2. Prevalencia de infección por los diferentes genotipos de VPH

De las 997 muestras estudiadas, 130 (13%) resultaron positivas para ADN del VPH. De ellas, 102, lo eran para VPH-AR, 49 para VPH-BR y 11 para VPH-RI. En la tabla 1 se resumen los datos encontrados indicándose los porcentajes de infección por VPH con sus correspondientes intervalos de confianza al 95%. Así mismo, en la última columna se indican los porcentajes de infección por VPH respecto al total de la muestras del estudio. En este sentido se podría decir que si la muestra del estudio es representativa de la población de La Rioja, se pueden extrapolar los datos y decir que la prevalencia poblacional de infecciones por VPH-AR es del 79,2% y su IC al 95% 71,5-85,3. Del mismo modo, la prevalencia de VPH-RI sería del 8,5% (IC al 95% 4,8-14,7) y la de VPH-BR sería del 38,5% (IC al 95% 30,5.47).

Tabla 1.
Prevalencia de infección por VPH

VPH	VPH+	VPH-	SIN ADN	% +	IC 95%	% TOTAL
RIESGO ALTO	102			79,2	71,5-85,3	10,3
RR INTERMEDIO	11			8,5	4,8-14,7	1,1
RIESGO BAJO	49			38,5	30,5.47	5,0
TOTAL	130	867	3			13 %

En cuanto al estudio por genotipos del VPH el más frecuente, independientemente del tipo de lesión, es el VPH 16 seguido del 33, 6, 45, 18, 35, 39, 52, 58, 11, 53, 68, 31, 66, 56, 83, 51, 84, 42, 61, 70, 72, 59, 44, 64, 89, 40, 62, 71, 81, 85, 82 (figura 1). Estratificando la muestra por genotipos de riesgo, el 16, 33, 45 y 18 resultaron ser los genotipos que con más frecuencia se amplificaron. Se detectaron un total de 32 genotipos diferentes (14 de AR, 16 de BR y 2 de RI).

El 62,30% de las pacientes presentaron infección por múltiples genotipos de VPH mientras que el 37,7% restante tenían infecciones por un solo genotipo (figura 2). De las pacientes con infección por múltiples genotipos, el 56% de las mujeres tenían infección por dos genotipos, el 12% tenían infección por tres, el 10% por cuatro, el 2% por cinco y una paciente tuvo infección por 6 genotipos de VPH. De las 81 pacientes con infección por múltiples genotipos de VPH, el 95,06% de ellas fueron infecciones con predominancia del genotipo VPH-AR (figura 2). Hay que tener en cuenta que una misma paciente puede ser positiva para diferentes genotipos al mismo tiempo, por lo tanto, el total de pacientes no es el sumatorio de los valores positivos para cada categoría de riesgo genotípico. En este sentido, cuando existe infección múltiple, se asignó el valor con mayor riesgo, encontrando un total de VPH-AR de 102 (79,2%), 25 VPH-BR (19,2%) y 3 VPH-RI (2,3%).

Núm. 36 (2018), pp. 197-212
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

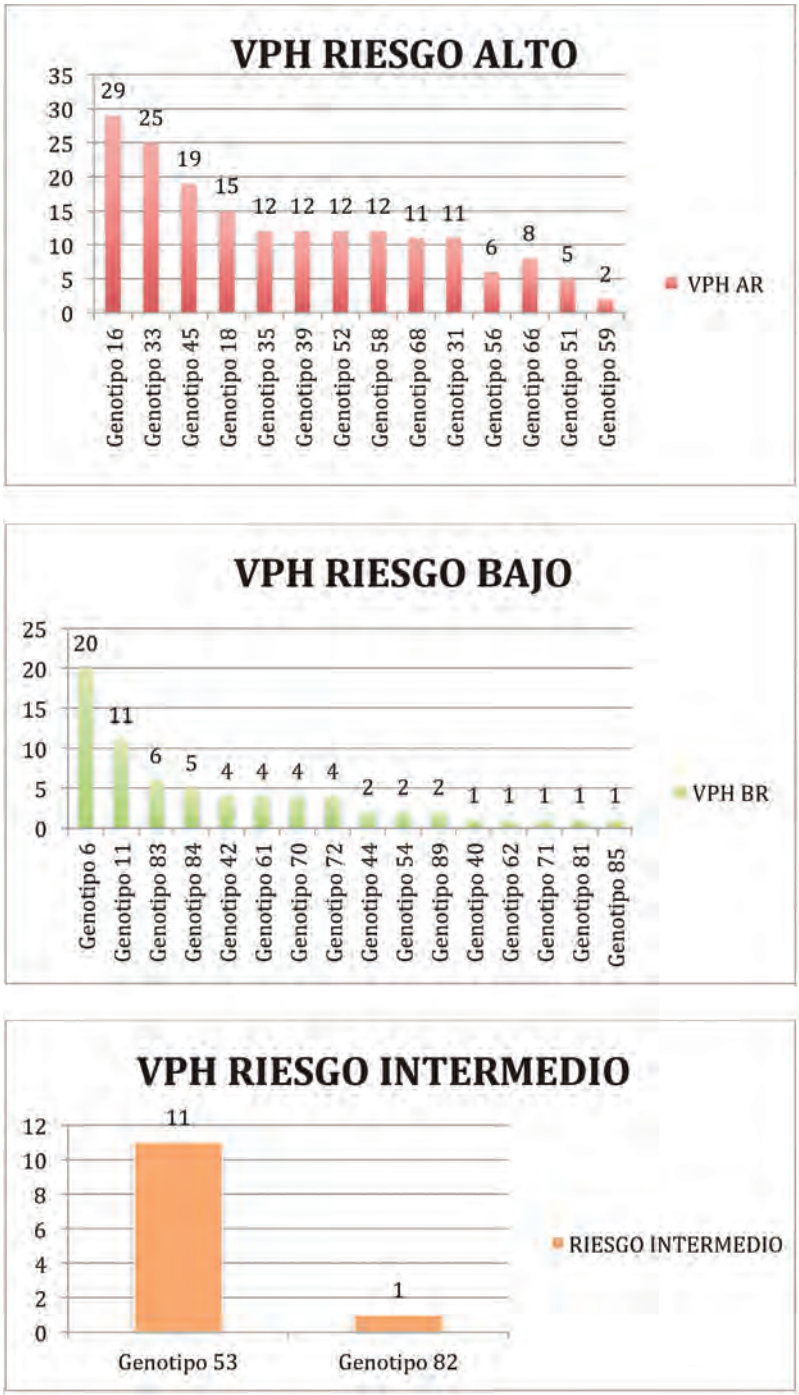


Figura 1. Prevalencia de infección por el VPH según genotipo.

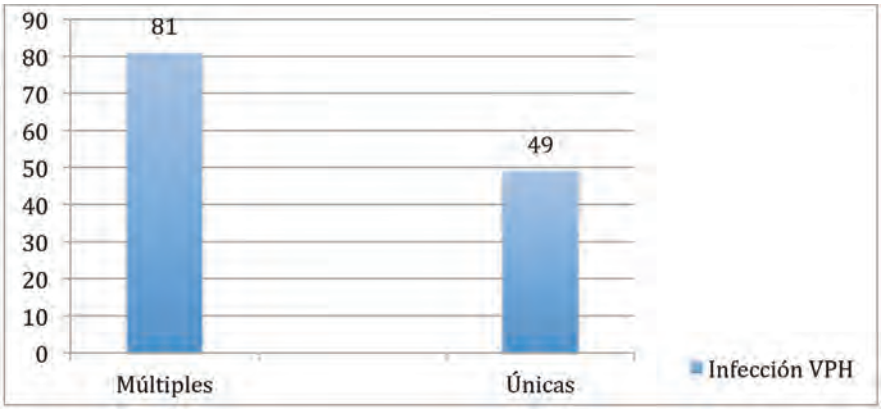


Figura 2. Infecciones únicas y múltiples por VPH.

La prevalencia de alteraciones citológicas en cualquiera de sus grados fue del 4,2% en las muestras estudiadas. Todas ellas estaban infectadas por el VPH excepto 3 pacientes con ASCUS citológico. Así, nuestros datos muestran 16,7% ASCUS (células escamosas atípicas de significado incierto), 56,8% LSIL (lesiones escamosas intraepiteliales de bajo grado), 21,4% HSIL (lesiones escamosas intraepiteliales de alto grado); y 7,1% CCI (Cáncer de Cuello Invasor). El Colegio Americano de Patólogos (CAP) y la Sociedad Americana de Colposcopia y Patología Cervical (ASCCP) han establecido una nueva terminología histopatológica denominada LAST (*Lower Anogenital Squamous Terminology*), quienes homologan la nomenclatura citológica e histológica en una clasificación dual y paralela e involucra a las lesiones ano-genitales, representada por los términos: HSIL Y LSIL. Este abordaje dual intenta reflejar el comportamiento biológico de las lesiones y, ha sido recogido en la última clasificación de la O.M.S para las neoplasias del tracto genital femenino publicada en 2014.

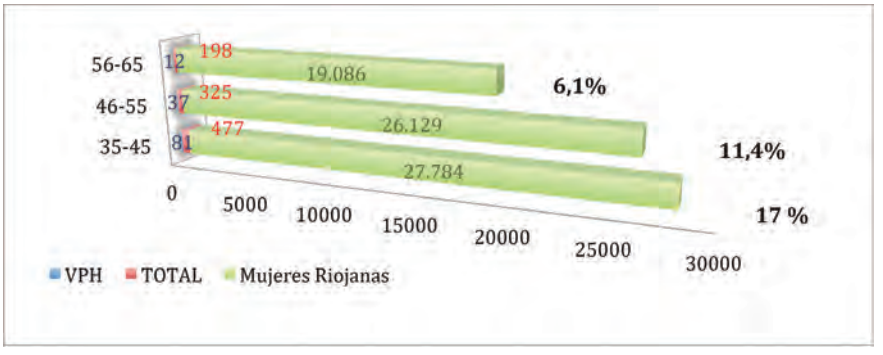


Figura 3. Prevalencia del VPH del estudio sobre la población de mujeres riojanas.

3.3. Prevalencia de VPH según grupos de edad

Si relacionamos estos resultados en función de la edad se observó que en mujeres jóvenes existe mayor prevalencia del VPH respecto a mujeres edad avanzada (17% vs 11,4% vs 6,1%) (figura 3).

4. DISCUSIÓN

Este es el primer estudio de prevalencia de VPH en España en población con cribado inadecuado y dentro del ámbito de implantación de un cribado poblacional estructurado. La prevalencia global del 13% obtenida en nuestra Comunidad se sitúa en el rango alto de prevalencias comunicadas por otros estudios similares, tal y como se describirá a continuación. A este respecto, se debe señalar que la mayoría de estudios españoles publicados proceden de cribados oportunistas (no poblacionales ni estructurados) y realizados en la población general (no se lleva a cabo selección de aquellas pacientes con cribado inadecuado que serían precisamente las pacientes de alto riesgo) lo que puede influir en los resultados obtenidos. En este sentido, el presente estudio sobreestima en cierta manera la prevalencia de VPH debido a que nos centramos en una población con cribado inadecuado donde tanto la prevalencia de VPH como de lesiones citológicas suele ser mayor al no haber tenido un seguimiento ni haber recibido recomendaciones.

Tanto en un meta-análisis realizado con 78 trabajos de todo el mundo (De San José, 2007) como en el informe emitido por "*HPV information centre*" en 2014 (Bruni, 2015) se estima que la prevalencia de VPH de las mujeres españolas es del 10,4% (IC 95% 10,2-10,7), y del 10,7% (IC 95% 10-11,5), cifras inferiores que la encontrada en este trabajo. Esta diferencia es probable que sea debida a que las pacientes con cribado inadecuado de La Rioja tienen una mayor prevalencia de infección por VPH al no llevar un seguimiento clínico adecuado.

Centrándonos ya en los estudios llevados a cabo en nuestro país, en un estudio oportunista ocasional y puntual realizado en Galicia, en 1.703 mujeres con edades comprendidas entre los 16 y 64 años procedentes de tres centros ginecológicos y en un centro de planificación familiar del servicio de salud gallego, encontraron una prevalencia de VPH del 10,1% (IC 95% 8,6-11,6) (Trigo-Daporta, M., 2014). Otros estudios llevados a cabo en Zaragoza (Bernal, M. et al. 2008), Madrid (Martín, P. et al. 2011) o en el País Vasco (Delgado, D. et al. 2013), se han realizado en mujeres con un estudio previo patológico, o en mujeres pertenecientes a grupos de riesgo, como son las trabajadoras sexuales (Tozue, 2001, en Oviedo, Del Amo, 2005, en Madrid y Losane, 2005, en Alicante), por lo que los resultados obtenidos en dichos estudios no se podrían comparar con los del presente trabajo dado que las prevalencias son mucho mayores. En este sentido, Bernal, M. et al. (2008) concluye en su estudio de caso-control que existe una asociación fuerte entre la infección por los genotipos 16 y 18 y el CCU, resaltando la importan-

cia de implantar la vacunación frente a estos genotipos para prevenir el CCU. Martin, P. et al. (2011) describe una prevalencia del 43,2% y concluyen que el VPH 16 fue el más frecuente en la región de Madrid, seguidos del VPH 53 y 31, con una menor prevalencia del VPH 18. En este sentido, aunque la vacuna frente al VPH 16 y 18 puede teóricamente prevenir el 50% de lesiones citológicas HSIL, los genotipos no incluidos en la vacuna son frecuentes en su población. Por ello, es preciso conocer la distribución de genotipos para predecir el efecto de las vacunas sobre la incidencia de infección y así evaluar la protección cruzada. Finalmente, el estudio de Delgado et al. (2013) concluye que existe una elevada prevalencia de infección por genotipos de alto riesgo en pacientes con anomalías en la citología siendo la prevalencia global del 69,8%. En un estudio realizado en Valladolid (García, S. et al. 2017) se observa que la prevalencia de VPH se correlaciona inversamente con la edad. Esta pasa desde el 42,7% en el grupo de mujeres de 35 a 39 años al 8,9% en el de 60-64 años. Nuestro estudio confirma dicha relación. Así, la prevalencia oscila del 16,98% en el grupo de mujeres de 35 a 39 años al 6,06% en el de 60-65 años. Este descenso es lineal a partir del grupo de 45-49 años con un descenso aproximado de cinco puntos porcentuales de prevalencia para cada bloque poblacional. Ese hecho unido a la lenta progresión oncogénica de VPH refuerza que el inicio del cribado molecular de VPH se haga a partir de los 30-35 años. La diferencia entre los grupos de edad del estudio (16% vs 11% vs 6%) no es tan importante como la encontrada en la población con cribado de CCU adecuado del Estudio Cleopatra. En este último trabajo se advirtieron diferencias en la prevalencia por grupos de edad, siendo superior en mujeres entre 18 y 25 años (28,8%; IC 95%: 26,6-31,1), que en mujeres de edades más avanzadas (9% en el grupo de 36 a 55 años y 7% en el de 56 a 65 años). Al analizar si hay diferencias significativas entre los grupos de edad respecto al estudio Cleopatra, es decir, si la prevalencia encontrada en 36-45 años en el estudio (17%) es diferente de la prevalencia que hay en Cleopatra (9,5%) y así para cada grupo, las diferencias son:

Grupos edad	Cleopatra	Elizalde, C. R.	p valor
36-45	9,5%	17%	0,006
46-55	8,6%	11,4%	0,004
56-65	7,0%	6,1%	0,64

Es decir, en los grupos de edad más jóvenes (36-45 y 46-55) la prevalencia es mayor en el presente estudio que en el de Cleopatra ($p<0,001$), mientras que no hay diferencias significativas en la prevalencia en el grupo de edad de 56 a 65 años ($p = 0,64$). En este estudio no se ha observado un segundo pico en la década de los cincuenta ni en la de los sesenta como ha sido referido en otros estudios (Myers, E. R., 2000).

Núm. 36 (2018), pp. 197-212
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

En comparación con el estudio Cleopatra, nuestro trabajo pretende caracterizar y describir una población de mayor riesgo de infección por el VPH como son las mujeres con cribado inadecuado, tal y como se ha expuesto anteriormente. En este sentido, ambos estudios no son comparables aunque las cifras de prevalencia de infección por el VPH se asemejan (14,3% Cleopatra). Entre los datos virológicos cabe señalar la baja proporción de VPH de bajo riesgo encontrada. A pesar de ello, en el 38% de las mujeres portadoras de VPH se encontró VPH de bajo riesgo oncogénico lo que supone un tercio de las muestras positivas. En los dos tercios restantes se detectaron VPH de alto riesgo (79,2%) y de riesgo intermedio (11%). Dicha proporciones engloban también las infecciones por más de un genotipo sea de alto, intermedio o bajo riesgo. El 62,30% de las pacientes presentan infección por múltiples genotipos de VPH (81/130) mientras que el 37,7% restante tenían infecciones por un solo genotipo (49/130). La cifra obtenida en nuestro trabajo es el doble con respecto a la cifra obtenida en el estudio Cleopatra (32,8%) que incluyó un total de 3.155 mujeres analizadas (Castellsagué, X., 2010, Roura, E., 2012).

Otros estudios fuera de España refieren cifras mayores de infecciones multiples, hasta un 42,8%, aunque estos estudios se centran en mujeres jóvenes menores de 25 años (Ammatuna, P., 2008) en las que la prevalencia es mayor. Por ello, estas diferencias podrían deberse tanto a la edad y a la conducta sexual de la población estudiada así como a la situación geográfica.

La evidencia científica pone de manifiesto que existen fuertes divergencias en el tipo de virus más frecuente en diferentes zonas del planeta. La mayoría de las estimaciones de la prevalencia realizadas a través de muestras probabilísticas parten de una iniciativa auspiciada por la Agencia Internacional de Investigación en Cáncer (IARC) en diferentes partes del mundo. Se aprecian diferencias por área geográfica siendo más elevadas en los países estudiados de Latinoamérica –Colombia (15%), Chile (14%), Argentina (17%) y Costa Rica (16%)– y África –Nigeria (28%)– que en Asia –Vietnam (11% y 2%) y Tailandia (6%)–, mostrando los países europeos estudiados las prevalencias más bajas –Suecia (7%) y España (3%)– (Ferlay, J. et al. IARC 2005). Existe una amplia variación en las prevalencias del VPH publicadas en mujeres de la población general de los distintos países del mundo que refleja, además de las diferencias de la epidemiología del VPH, diferencias en las estrategias de muestreo de la población y las técnicas diagnósticas utilizadas. Estos datos pueden ser muy útiles, por tanto, para desarrollar programas de vacunación, o pruebas diagnósticas específicas para cada región. En un metaanálisis se analizaron los datos por regiones y se observó que la presencia de VPH es cinco veces mayor en África subsahariana que en Europa, mientras que Asia y Sudamérica tienen unas tasas intermedias (De San José, S. et al., 2007). La edad temprana de inicio de RRSS con hombres mayores o con hombres que tienen múltiples mujeres, las pobres condiciones higiénicas y la infección por VIH pueden ser algunos de los factores que explican esta alta prevalencia del VPH. No obstante, no sólo a nivel mundial, sino dentro de cada país y región también existen diferencias en cuanto a la prevalencia de VPH. Así, hemos encontrado diferencias estadísticamente sig-

nificativas entre las mujeres que viven en medio urbano y las que proceden del medio rural. Sin embargo, no hay estudios en la literatura que describan resultados según el medio rural *vs* urbano. Por lo tanto, no podemos saber a qué son debidas dichas diferencias con los datos del estudio.

Finalmente, es importante mencionar que todavía no está suficientemente dilucidado si la infección con multiples tipos de VPH influye, ya sea directa o inmunológicamente, con la persistencia y la progresión de un tipo de VPH. En este sentido y en relación con las infecciones multiples por VPH, la Agencia Internacional de Investigación para el Cáncer (IARC) llevó a cabo una serie de encuestas de prevalencia del VPH basadas en la población, en 15 áreas de cuatro continentes diferentes (Vaccarella, S., 2010). Los datos obtenidos proceden de 14.536 mujeres reclutadas en las 15 áreas, con una media de edad de 40,8 años, y obtuvieron un porcentaje inferior al observado en La Rioja (32,2%) con respecto a la infección por multiples genotipos VPH. En este sentido, algunos trabajos apuntan a la posible influencia del test utilizado en el cribado (Rebolj, M., 2014) y, que esto, pueda explicar, al menos en parte, los diferentes resultados obtenidos. Además, y tal y como se ha mencionado anteriormente, el hecho de que nuestra población de estudio sea población de alto riesgo debido al cribado inadecuado puede hacer que exista mayor porcentaje de infecciones múltiples así como de alto riesgo.

5. CONCLUSIONES

La prevalencia global de positividad al VPH es del 13% en la población de mujeres riojanas entre 35 y 65 años con cribado inadecuado de CCU. Además, encontramos una prevalencia de VPH-AR mayor que de riesgo bajo o intermedio. La mayoría de las pacientes con infección del VPH positivo presentaron infección por múltiples genotipos. No obstante, será necesario continuar con el análisis de genotipado para desglosar las lesiones y el genotipo viral implicado en cada lesión.

Nuestros resultados son los primeros llevados a cabo en el ámbito de un programa de cribado poblacional y estructurado en mujeres con cribado inadecuado y deben servir como referencia para futuros estudios y para medir el impacto futuro de la vacunación. Este estudio preliminar desarrollado en nuestra comunidad es de gran impacto e interés para diseñar futuros programas de prevención y para analizar el efecto que las nuevas vacunas pueden ofrecer dentro del contexto de reducir la prevalencia del cáncer de cérvix.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ammatuna, P., Giovannelli, L., Matranga, D., Ciriminna, S. & Perino, A. (2008). Prevalence of genital human papilloma virus infection and genotypes among young women in Sicily, South Italy. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.*, 17, 2002-6.

Bernal, M., Burillo, I., Mayordomo, J. I., Moros, M., Benito, R. & Gil, J. (2008). Human papillomavirus (HPV) infection and intraepithelial neoplasia and invasive cancer of the uterine cervix: A case-control study in Zaragoza, Spain. *Infect Agent Cancer*, 3, 8, doi: 10.1186/1750-9378-3-8.

Blade, A., Cararach, M., Castro, M., Català-López, F., Pérez-Escolano, I. & de Sanjosé, S. (2010). Clinical management of abnormal cytology test results and costs associated with the prevention of cervical cancer in Spain. *J Low Genit Tract Dis*, 14, 311-8.

Bruni, L., Barrionuevo-Rosas, L., Albero, G., Aldea, M., Serrano, B. & Valencia, S. (2015). (ICO Information Centre on HPV and Cancer (HPV Information Centre). Human Papillomavirus and Related Diseases in the World. Summary Report Disponible en: http://www.hpvcentre.net/summaryreport.php. [Fecha de consulta 20/09/2016].

Castellsague, X., Iftner, T., Roura, E., Vidart, J. A., Kjaer, S. K. & Bosch, F. X. (2012). Prevalence and genotype distribution of human papillomavirus infection of the cervix in Spain: The CLEOPATRE study. *J Med Virol,* 84, 947-56.

Centers for Disease Control and Prevention (2004). Prevention of Genital Human Papillomavirus Infection.

Delgado, D., Marín, J. M., de Diego, J., Guerra, S., González, B., Barrios, J. L. *et al.* (2012). Human papillomavirus (HPV) genotype distribution in women with abnormal cervical cytology in the Basque Country, Spain. *Enferm Infecc Microbiol Clin,* 30, 230-5.

De Sanjosé, S., Díaz, M., Castellsague, X., Clifford, G., Bruni, L., Munoz, N. *et al.* (2007). Worldwide prevalence and genotype distribution of cervical human papillomavirus DNA in women with normal cytology: a meta-analysis. *Lancet Infect Dis*, 7, 453-9.

Ferlay, J., Bray, F., Pisani, P. & Parkin, D. M. (2005). GLOBOCAN 2002: Cancer incidence, mortality and prevalence worldwide. *IARC cancer Base* No 5. Version 2.0. Lyon: IARC Press.

García, S., Domínguez-Gil, M., Gayete, J., Rojo, S., Muñoz, J. L., Santos Salas, J. *et al.* (2017). Prevalencia de virus del papiloma humano en mujeres españolas de un programa de cribado poblacional. *Revista Española de Quimioterapia*, 30(3), 177-82.

International Agency for Research on Cancer (2005). Handbook of cancer prevention. Cervix cancer screening. Lyon: IARC.

Martín, P., Kilany, L., García, D., López-García, A. M., Martín, M. J. & Abraira, V. (2011). Human papillomavirus genotype distribution in Madrid and correlation with cytological data. *BMC Infectious Diseases*, 11, 316.

Myers, E. R., McCrory, D. C., Nanda, K., Bastian, L. & Matchar, D. B. (2000). Mathematical model for the natural history of human papillomavirus infection and cervical carcinogenesis. s.l.: *Am J Epidemiol*, 151, 1158-71.

Rebolj, M., Preisler, S., Ejegod, D. M., Rygaard, C., Lynge, E. & Bonde, J. (2014). Disagreement between Human Papillomavirus Assays: An Unexpected Challenge for the Choice of an Assay in Primary Cervical Screening. *PLoS ONE*, 9(1), e86835.

Roura, E., Iftner, T., Vidart, J. A., Kjaer, S. K., Bosch, F. X., Muñoz, N. *et al.* (2012). Predictors of human papillomavirus infection in women undergoing routine cervical cancer screening in Spain: the CLEOPATRE study. *BMC Infect Dis*, 12, 3-6.

Schiffman, M., Castle, P. E., Jerónimo, J., Rodríguez, A. C. & Wacholder, S. (2007). Human papillomavirus and cervical cancer. *Lancet*, 370(9590), 890-907.

Solares, C. (2012). La infección del tracto genital femenino. En Alba, A. La infección por VPH. *Bypass* 3o ed., 37-56.

Trigo-Daporta, M., García-Campello, M., Pérez-Ríos, M., Santiago-Pérez, M. I., Fernández-Rodríguez, E., Guinarte, G. *et al.* (2014). High-risk human papillomavirus in Galicia, Spain: Prevalence and evaluation of the sample representativeness. *Scand J Infect Dis*, 46, 737-744.

Vaccarella, S., Franceschi, S., Snijders, P. J., Herrero, R., Meijer, C. J. & Plummer, M. (2010). Concurrent infection with multiple human papillomavirus types: pooled analysis of the IARC HPV Prevalence Surveys. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 19, 503-10.

Van der Aa, M. A., Pukkala, E., Coebergh, J. W., Anttila, A. & Siesling, S. (2008). Mass screening programmes and trends in cervical cancer in Finland and the Netherlands. *Int J Cancer,* 122, 1854-8.

Zubía 36 213-230 Logroño 2018

JULIO REY PASTOR EN MADRID, DESPUÉS DE LA GUERRA CIVIL (EN LA DÉCADA DE LOS 50)

ERNESTO GARCÍA CAMARERO[1]

RESUMEN

Trata de la actividad de Julio Rey Pastor en Madrid en los años 50 del pasado siglo, cuando retornó de Argentina a una España desolada por la Guerra Civil, y con sus principales científicos en el exilio. Rey Pastor regresó con la intención de ayudar en la reconstrucción de instituciones y de aglutinar personas que colaboraran en estas tareas. Las áreas de su actividad fueron: *matemática aplicada* en CSIC e *historia de la ciencia* en la Universidad. Dirigió el Instituto de Cálculo del CSIC (ya en 1955 planeó instalar una computadora electrónica), fundó la *Sociedad Española de Matemática Aplicada* (SEMA), y promovió varias revistas científicas. En la Universidad creó el *Seminario de Historia de la Ciencia* dedicado a Historia de la Cartografía, la Ciencia Española en el XIX y al descubrimiento y colonización de América. Cambios políticos le cesaron de estas actividades inconclusas y regresó a Argentina.

Palabras clave: Guerra Civil española, Historia de la Ciencia española, Instituto de Cálculo del CSIC, Sociedad Española de Matemática Aplicada, Seminario de Historia de la Ciencia.

The present brief is on Julio Rey Pastor's activity during the fifties of the last century, when he returned from Argentina to Spain devastated by Civil War and with its main scientists in exile. Rey Pastor has returned to Spain in an attempt to help to reconstruct the institutions and gather people to collaborate with such tasks. The fields of his activity were the following: Applied Mathematics *at CSIC and* History of Science *at the University. He ruled the Institute of Calculation of CSIC (in 1955 he attempted to install an electronic computer), he founded the* Spanish Society of Applied Mathematics *(SEMA), and he promoted several scientific magazines. At the University he*

* Registrado el 13 de noviembre de 2018. Aprobado el 11 de diciembre de 2018.

1. ernestogc@gmail.com.

created the Seminar of History of Science *devoted to the History of Cartography, Spanish Science in XIX century, and discovery and colonization of America. Political changes removed him from these unfinished activities whereby he returned to Argentina.*

Key Words: *Spanish Civil War, History of Spanish Science, Institute of Calculation at CSIC, Spanish Society of Applied Mathematics, Seminar of History of Science.*

1. REY PASTOR MATEMÁTICO PRECOZ

Para ver su precocidad basta indicar algunos datos de su juventud: fue doctor en matemáticas a los 21 años (1909), y catedrático de Análisis Matemático en la Universidad de Oviedo a los 23 (1911). Fue becado por la *Junta para Ampliación de Estudios* (JAE) para estudiar en las universidades de Berlin y Götingen. A los 26 años (1914) ya era catedrático de la Universidad Central de Madrid. En la primavera de 1915 dicta su memorable ciclo de conferencias sobre *Matemática Superior: estado actual métodos y problemas,* dentro de un ciclo sobre "Estado actual métodos y problemas de la Ciencia" organizado por la Sección de Ciencias exactas físicas y naturales del Ateneo de Madrid[1].

La relevancia de Rey Pastor no solo proviene por haber sido un brillante matemático, sino también por ser uno de los pensadores españoles de la generación del 14, formada no solamente por literatos sino también por científicos como Blas Cabrera, Gregorio Marañón, Juan Negrín... que, movidos por el espíritu regeneracionista, incidieron de forma muy notable en la renovación científica española, tanto en investigación y docencia como en la organización de instituciones científicas.

Dedicamos estas páginas solo a evocar la actividad de Rey Pastor en el último periodo de su vida[2], cuando regresó de su ausencia de España desde poco antes de iniciarse la Guerra Civil española. Volvió de Argentina y permaneció en España durante uños años de la década de los cincuenta, tras los cuales cruzó de nuevo el Atlántico para morir en tierras americanas.

Aunque haya permanecido fuera de España en los primeros años del franquismo, no se le puede considerar exilado político, como fue el caso de muchos otros científicos españoles[3]. La relación de Julio Rey Pastor con la Argentina data de mucho antes. En 1917 fue invitado por la *Asociación Cultu-*

1. Véase: M. Moreno Caracciolo, "La Sección de Ciencias del Ateneo", en *Madrid Científico*, febrero 1915, p. 101; en él se relacionan los diversos cursos, profesores y horarios. Véanse también los diarios de la época.
2. Ver: Ernesto García Camarero, "Los últimos años de Rey Pastor", *Actas del I Simposio sobre Julio Rey Pastor*, Logroño, Instituto de Estudios Riojanos, 1985, pp. 19-39.
3. Véase: Ernesto García Camarero, "La Ciencia Española en el exilio 1939", en *El exilio español del 39*, Taurus, 1978, pp. 189-243.

Núm. 36 (2018), pp. 213-230
ISSN 0213-4306 | **Zubía**

ral Española[4] a dar un curso sobre matemática moderna, continuación de las conferencias dadas en el Ateneo de Madrid en 1915 sobre *Matemática Superior*. Después, en 1921 se trasladó de nuevo a Buenos Aires contratado por la Universidad como profesor de Análisis Matemático en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Desde entonces[5], alternará esta cátedra con la de Madrid (aprovechando la diferencia de hemisferios) hasta poco antes del comienzo de la Guerra Civil española (en febrero de 1936 estaba todavía en Madrid).

2. LA CIENCIA EN ESPAÑA EN LA POSTGUERRA

Después de la Guerra Civil, la brillante cultura científica y literaria desarrollada en España durante el medio siglo anterior fue desmantelada. La prestigiosa JAE, que había elevado la ciencia española a nivel europeo, fue disuelta en plena guerra (1938) y la mayoría de los científicos obligados al exilio o represaliados, hasta con la muerte en algunos casos[6]. Pero el nuevo sistema político necesitaba, para su normalización y reconocimiento internacional, reconstruir las instituciones de cultura superior y, en este caso, las científicas. Se reemplazó la disuelta JAE por el *Consejo Superior de Investigaciones Científicas* (CSIC)[7], (1939), nueva institución orientada por un pensamiento escolástico antagónico del moderno espíritu científico librepensador del organismo disuelto. Para dar vida a la nueva institución se necesitaba buscar cerebros e intentar recuperar algunos científicos españoles que residían en el extranjero.

Esta oportunidad se dio en 1951 (en un momento de cierta apertura política[8]) con Joaquín Ruiz Giménez en el Ministerio de Educación Nacional, Pe-

4. Institución creada en 1914 para aproximar la cultura española a la Argentina. Fue presidida por el santanderino Avelino Gutiérrez, médico cirujano y rector de la Universidad de Buenos Aires. En ella fueron invitados José Ortega y Gasset, Julio Rey Pastor, Augusto Pi y Suñer, Blas Cabrera, Eugenio D'Ors, Manuel Gómez Moreno, Gonzalo Rodríguez Lafora, Esteban Terradas, Luis Jiménez de Asúa, Américo Castro, Luis de Olariaga, Pío del Río Hortega, María de Maeztu, Gustavo Pittaluga, etcétera.
5. Hemos de recordar que Rey Pastor contrajo matrimonio con la hija Rita de Avelino Gutiérrez.
6. Como fue el caso de Juan Peset, médico, catedrático de medicina legal y toxicología y rector de la Universidad de Valencia, fue fusilado en Paterna en mayo de 1941. O el caso del rector de la Universidad de Oviedo, Leopoldo García-Alas García-Argüelles, que fue fusilado en 1937.
7. Institución sustituta, aunque no heredera, de la importante JAE, presidida muchos años por el Premio Nobel Santiago Ramón y Cajal, disuelta por el régimen franquista, cuya represión motivó un exilio masivo de científicos españoles. Podemos ver el origen del espíritu del CSIC, que fue creado por Ley de 24 de noviembre de 1939, en su articulo segundo cuando dice: "estará bajo el alto patronato del Jefe del Estado y Caudillo de España y en su representación será presidido por el Ministro de Educación Nacional".
8. Tras el bloqueo internacional producido el finalizar la II Guerra Mundial, intereses internacionales, en particular los de USA de instalar bases militares en España al comienzo de la guerra fría, propiciaron una cierta apertura del régimen dictatorial español. Se culminaron acuerdos concretados en la entrada de España en la UNESCO primero (el 30 de enero de 1953) y en las Naciones Unidas después (el 14 de diciembre de 1955).

dro Laín Entralgo en el rectorado de la Universidad de Madrid y Antonio Tovar en la de Salamanca. Esta apertura parecía favorecer el comienzo de una recuperación de las actividades científicas en España. Además se daba la circunstancia, al mismo tiempo, que Perón había sido elegido presidente de la Argentina en febrero de 1946 y, al final de la década, eran frecuentes en la Universidad de Buenos Aires las depuraciones de profesores, la imposición de autoridades académicas, etc. A Rey Pastor también le alcanzó la persecución y fue cesado de su actividad en la Universidad por decreto del Poder Ejecutivo de octubre de 1952.

3. REGRESO A ESPAÑA DE REY PASTOR[9]

La cierta apertura política que parecía darse en España en los años cincuenta y la situación en Argentina, animó a Rey Pastor a pensar en su regreso. En agosto de 1948, el agregado cultural de la Embajada de España en Argentina le pidió[10] que aceptase dictar algunas conferencias y colaborar en la organización del CSIC.

Como primer acercamiento, regresó para dictar unas conferencias sobre el "movimiento supersónico" en el *Instituto Nacional de Técnicas Aeronáuticas* (INTA) de Madrid invitado por Esteban Terradas (1883-1950). Después de esta visita a España, tal vez en julio del año siguiente, Rey Pastor contestó al Embajador español en Buenos Aires, aceptando[11] los cargos que se le ofrecían desde España.

El regreso estaba asegurado y su actividad en España, durante la década de los cincuenta (sin olvidar otras), la dedicará a dos áreas especificas: por

9. En el transcurso de la redacción de este trabajo llegó a mis manos el artículo "Recuerdo de Julio Rey Pastor" (*Rev.R.Acad.Cienc.Exact.Fís.Nat. (Esp)* Vol. 108, N.º 1-2, 2015, pp. 55-72), del que es autor el académico numerario de la de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Manuel López Pellicer. Cuando lo leí me quedé perplejo y pensé ¿habré yo copiado parte del artículo del señor López Pellicer que escribió el suyo en 2015? ¿cómo se puede dar tanta semejanza entre el artículo del señor López Pellicer con el que yo escribí en 1985 (véase la nota nº 2) sin ser siquiera mencionado? Agradezco al señor López Pellicer que utilice la información contenida en mi artículo para escribir gran parte del suyo, … pero citar las fuentes es una práctica académica que parece estar perdiéndose.

10. "*el Excmo. Sr. Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas pide a esta Embajada que interceda ante usted para que se digne aceptar el encargo de dictar algunas conferencias en Madrid y en otras partes de España a principios del curso que ha de comenzar en el próximo octubre y, al mismo tiempo, aconsejar con su vasta experiencia en la realización o estudio de organizaciones puramente científicas que preocupan al citado Consejo*" (texto extraído de documento de mi Archivo particular, cedido en 2018 a la Biblioteca del Instituto de Estudios Riojanos).

11. "*Habiendo recibido del Ministerio de Educación Nacional el alto e inmerecido honor de ser reintegrado a mi cátedra y de ser nombrado Director del Instituto "Jorge Juan" de Matemáticas, dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, según comunicaciones recibidas con el gran retraso debido a las anormales circunstancias actuales, me presento ante V.E. para tomar posesión de ambos cargos*" (texto extraído de documento de mi Archivo particular, cedido en 2018 a la Biblioteca del Instituto de Estudios Riojanos).

Núm. 36 (2018), pp. 213-230
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***



Imagen 1. Esteban Terradas, matemático amigo y colaborador de Rey Pastor.

una parte a la *matemática aplicada,* menos cultivada por él con anterioridad[12] y, por otra, a promover los estudios de historia de la ciencia y la tecnología, interrumpidos en Madrid desde 1936.

En matemática aplicada Rey Pastor concentrará su actividad en el *Instituto de Cálculo* (IC) del CSIC y en la publicación de varios libros y artículos. En historia de la ciencia su trabajo lo desarrollará principalmente en el *Seminario de Historia de la Ciencia* (SHC) de la Universidad, aunque también en el Instituto Luis Vives del CSIC.

4. REY PASTOR Y LA MATEMÁTICA APLICADA

Aparte de la *geometría de sastres,* de que nos habla Echegaray en su discurso, la tradición española en matemática aplicada viene de lejos. Recordemos a las figuras relacionadas con el cálculo numérico y la matemática aplicada, destacando entre ellas a tres figuras eminentes[13]: José Mendoza

12. Véase Antonio de Castro, "La obra de Rey Pastor en la matemática aplicada", en *Actas del I Simposio sobre Julio Rey Pastor*, Logroño, Instituto de Estudios Riojanos, 1985, pp. 61-70.

13. *Mendoza Ríos*, marino y matemático de la escuela de Jorge Juan y miembro de la Royal Society; compuso las tablas náuticas adoptadas por la Armada Inglesa, en la época del inicio de su esplendor marítimo, que fueron publicadas en 1805, y con toda probabilidad conocidas por Nelson en la Batalla de Trafalgar. El general *Ibáñez de Ibero*, gran geodesta, que inventó y construyó la regla española para medir bases geodésicas con mayor precisión que las usadas con anterioridad y empleada en varios países europeos y nordafricanos; realizó la triangulación geodésica de España y unió la red geodésica europea con la africana cruzando el Mediterráneo. *Torres Quevedo*, el más próximo y también el más conocido, es famoso ingeniero, inventor y constructor de las primeras máquinas de calcular electromecánicas y del primer jugador automático de ajedrez. Uno de los precursores de la cibernética y la inteligencia artificial.

Ríos (1763-1816), Carlos Ibáñez de Ibero (1825-1891) y Leonardo Torres Quevedo (1852-1936), que actuaron movidos en cada caso por los problemas de su tiempo.

En el caso de Rey Pastor su motivación fue la gran expansión de la matemática aplicada y del cálculo numérico que se produjo después de la Segunda Guerra Mundial, y la aparición de las grandes computadoras electrónicas. En las principales universidades y centros de investigación de todo el mundo se preparaban para resolver los problemas de análisis y calculo numérico que el nuevo y potente instrumento les planteaba y les ofrecía su ayuda. Este auge de la matemática aplicada Rey Pastor lo pudo comprobar en su asistencia al Congreso Mundial de Matemáticos celebrado en Boston, USA, del 30 de agosto a 6 de septiembre 1950, en el que Howard Aiken[14], constructor en la Universidad de Harvard de una de las primeras computadoras electrónicas, la Mark I (1944), disertó para el congreso sobre "Computing machines".

Por eso, aceptar la dirección del *Instituto Nacional de Matemáticas* del CSIC le brindaba la oportunidad de la creación de un *Instituto de Cálculo* en el mismo momento en el que empezaban lentamente a utilizarse internacionalmente las computadoras electrónicas.

En esta época Rey Pastor realizó trabajos y publicaciones relacionados con el vuelo supersónico[15], con los reactores nucleares, con la teoría de la plasticidad... a los que dedicó varias conferencias y artículos y dos libros importantes editados en Madrid: *Los problemas lineales de la física*[16] (1955), y *Funciones de Bessel: teoría matemática y aplicaciones a la ciencia y a la técnica* (1958)[17].

Los problemas lineales de la física es el primer tratado de análisis funcional (espacios abstractos de Hilbert) escrito por un autor español. Utiliza funciones y polinomios ortogonales en la aproximación de funciones y en la resolución efectiva de problemas lineales de ecuaciones algebraicas, diferenciales e integrales aplicadas a diversos problemas de la mecánica clásica y de la mecánica cuántica. Aunque publicado en 1955, fue escrito en 1951 preparando el curso que dictó en el INTAET.

14. Con Aiken trabajó García Santesmases, quien trajo un diseño de computadora con la pretensión de que fuera construida en el CSIC, sin lograrlo.
15. *Sobre mecánica supersónica*, Real Academia de Ciencias de Madrid, 1947. "Sobre la ecuación linealizada del vuelo supersónico", *Annali di Matematica Pura ed Applicata*, vol. 30, 1949, pp. 91-96.
16. *Los problemas lineales de la física*, Madrid, INTAET, 1955, 267 pp. Corresponde a un curso de conferencias dado en el Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica Esteban Terradas.
17. J. Rey Pastor y A. de Castro Brzezicki. *Funciones de Bessel. Teoría matemática y aplicaciones a la ciencia y a la técnica*. Publicaciones del Instituto de Cálculo del CSIC. Madrid, Editorial Dossat, 1958, 240 pp.

Núm. 36 (2018), pp. 213-230
ISSN 0213-4306 | **Zubía**



Imagen 2. A la izquierda, el libro sobre análisis funcional, escrito en 1951 y publicado en 1955. A la derecha, la última edición, muy aumentada, de *Elementos de la Teoría de Funciones*, editada en 1953.

También en esta época publicó la última edición de sus dos clásicos libros, *Elementos de la Teoría de Funciones* (tercera edición, 1953), y *Lecciones de Algebra* (cuarta edición, 1957). En el primero, muy renovado con respecto a las ediciones anteriores, incluye los nuevos conceptos teóricos de espacios funcionales y espacios de Hilbert ya expuestos en *Los problemas lineales de la física*. En el segundo incluye los principales conceptos de *álgebra moderna*[18], que surgieron de la teoría de Galois, sin utilizar los neologismos introducidos por Bourbaki[19], a pesar de la gran influencia de este autor a partir de los años 50, del que pensaba Rey Pastor que: "ese método pedante, no solo es antihistórico, sino también anticientífico".

18. La primera parte la dedica al *álgebra clásica en los campos real y complejo*, y la segunda al álgebra moderna (álgebra teórica en un campo cualquiera).
19. Nombre de un famoso colectivo de matemáticos, principalmente franceses, autor de un extenso tratado sobre matemáticas modernas, publicado por fascículos con el título de *Éléments de Mathématique* por la editorial Hermann et Cie., Paris (1939-).



Imagen 3. Julio Rey Pastor con su discípulo Ricardo San Juan, en la recepción de este en la Academia de Ciencias el 22 de febrero de 1956.

4.1. El Instituto de Cálculo

La gestación del Instituto de Cálculo[20] se había iniciado al comienzo de los 50[21], como se recoge en algunas cartas de Rey Pastor con, entre otros, sus discípulos Ríos y San Juan[22].

La finalidad del *Instituto de Cálculo* (IC) era estudiar temas de cálculo numérico y atender el servicio de cálculo ofrecido a otros institutos de CSIC y entidades externas que lo solicitasen. Empezó a funcionar en 1953, bajo la dirección de Rey Pastor y la subdirección de Antonio de Castro Brzezicki. Un papel fundamental en el funcionamiento de IC lo jugó su secretario Juan Carlos Belgrano Brémard, francés, ingeniero por la prestigiosa *Escuela Politécnica* de Paris. La organización de este Centro fue distinta de los demás del Consejo y su funcionamiento se reveló de eficacia óptima. Se cobraban los servicios a centros no oficiales, gracias a lo cual se pudo contratar una plantilla fija con jornada completa.

El personal técnico estaba formado por un grupo de calculistas, dirigidos por Manuel Armenteros, discípulo de Gallego Díaz, que actuaban sobre

20. Vease: Antonio de Castro Brzezicki, "Historia del Instituto de Cálculo", publicado en *Estudios sobre Julio Rey Pastor (1888-1962)*, Logroño, Instituto de Estudios Riojanos, 1990, pp. 195-207.

21. En carta a su discípulo Ricardo San Juan decía: "Estoy muy informado de cálculo electrónico pues están aquí algunas autoridades alemanas y tenemos varias máquinas de calcular que son mucho más sencillas de lo supuesto y mejores que las vistas en Estados Unidos".

22. A San Juan le pide que encargue a Puig, Bachiller, Santesmases y González del Valle que cada uno formule un plan de organización para el proyectado Instituto. "Bachiller puede proponer su plan matemático y Puig lo que crea que puede hacer". A Ríos le habla del IC (en carta fechada en agosto de 1951) y dice que ya cuenta con la colaboración de San Juan, Belgrano y Puig Adam. En 1952 los planes ya estaban maduros, como se desprende de una carta de San Juan en la que informa a Rey Pastor de que: "El sábado siguiente dio una cena de homenaje a Aiken, en el Ritz, el Departamento de Electricidad que dirige Santes Mases [sic]. Asistieron Maunebach, Otero, Albareda, Azcárraga (Director General de Protección de Vuelo) Baltá, Bachiller, Puig y yo."

Núm. 36 (2018), pp. 213-230
ISSN 0213-4306 | **Zubía**



Imagen 4. Rey Pastor con su discípulo Ernesto García Camarero en Italia, en 1955.

una docena de máquinas de calcular eléctricas de sobremesa MADAS (las mejores que existían en el mercado) que, de hecho, constituían la "Unidad Aritmética" del Instituto de Cálculo. Los colaboradores matemáticos, Germán Bernácer Jr. y yo mismo, estábamos encargados de preparar las hojas de cálculo (antecedentes de los programas de ordenador) con las que se ordenaban las operaciones que debían ejecutar los calculistas. Además, había un cierto número de colaboradores externos ingenieros, arquitectos, economistas... que preparaban la solución numérica de los problemas que se planteaban al IC. Así, según Castro: «*el número de trabajos que se estudiaron en el Instituto fue prodigioso: resolución de todo tipo de ecuaciones, cálculos numéricos variados, construcciones de tablas y otros de aplicaciones concretas como: cálculo de presas y estructuras variadas, proyectos de vías de comunicación, de lentes ópticas; estudio de economía de mercados, Biometría, Física nuclear, Hidrología. Varios de ellos dieron origen a trabajos de investigación publicados en revistas diversas*».

Esta estructura orgánica del IC era similar a la de otros centros o institutos de cálculo profesionales de la época, que con la aparición de las computadoras electrónicas se abrieron a las expectativas de cambio y modernización. Por eso en el IC, desde sus inicios, se planeaba instalar una computadora electrónica como las que lentamente empezaban a utilizarse en el mundo. Para eso, por una parte, se contaba con un proyecto de diseño

de una computadora elaborado por José García Santesmases, quien había trabajado con Aiken en Harvard, para que fuese construida por el CSIC. Y, por otra parte, se iniciaron estudios y contactos con distintas empresas constructoras como IBM, Bull, Remington[23],... que estaban intentando abrir mercado en España. Entre los trabajos preparatorios era necesario iniciar estudios sistemáticos sobre el uso de las computadoras y preparar a alguna persona con ese fin. Tuve la suerte de obtener una beca en 1955 para trabajar en Roma, en el *Istituto Nazionale per le Applicazioni del Calcolo* (INAC), del CNR, con la computadora Ferranti (FINAC). El INAC estaba dirigido por Mauro Picone. Antonio de Castro había permanecido allí una estancia cuando preparaba con Sansone su tesis en Florencia. En el INAC comencé a conocer la estructura de las computadoras y de sus maquinas auxiliares y a programar con el lenguaje binario de máquina de la FINAC.

4.2. La Sociedad de Matemática Aplicada

Como complemento de las actividades del IC, y en estrecha colaboración con él, se constituyó el 7 de febrero de 1955, la *Sociedad Española de Matemática Aplicada* (SEMA), bajo la presidencia de Alfonso Peña Boeuf y la vicepresidencia de Julio Rey Pastor, reuniendo a personas destacadas de la Ingeniería, Arquitectura, Matemática y Ciencia Actuarial y Económica, con la finalidad de promover y difundir las aplicaciones numéricas de la matemática en otras ciencias y técnicas.

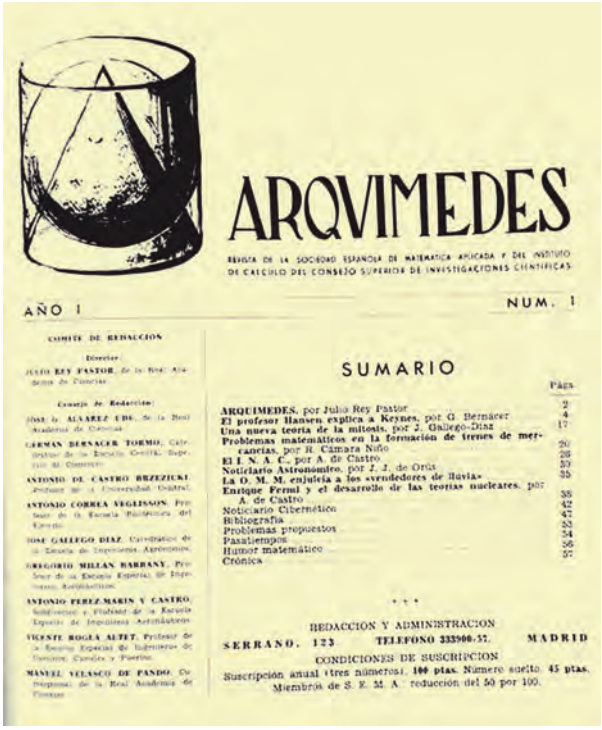
Para ver la potencial influencia de la recién creada *Sociedad*, indiquemos la nómina de los principales profesionales implicados en la organización de la misma. Actuaban como *vocales*: Germán Bernácer Tormo, catedrático de la Escuela Central Superior de Comercio de Madrid; Antonio Correa Veglisson, catedrático de la Escuela Politécnica del Ejército; Antonio García de Arangoa, catedrático de la Escuela Arquitectura; Vicente Roglá Altet, catedrático de la Escuela de Caminos; Antonio Torroja Miret, de la Real Academia de Ciencias; y Manuel Velasco de Pando, corresponsal de la Real Academia de Ciencias. La *Comisión Permanente* estaba formada por Juan Carlos Belgrano Brémard, José Antonio Estrugo, Vicente Roglá Altet y Antonio de Castro Brzezicki. Las tareas de Secretario-Tesorero las realizaba Carlos Arrieta Alvarez. También colaboraron los Sres. Gallego Díaz, Pérez Marín y otros.

4.3. Las revistas

Entre otras actividades del IC recordamos sus publicaciones que incluían las revistas *Arquímedes* y *Estructuras*, y una serie de *Monografías*.

23. Como nos cuenta Castro, subdirector del Centro de Cálculo: "La casa Remington nos ofreció gratis el último modelo de su ordenador que hubiese sido uno de los primeros que llegaba a España y el único en aquella época dedicado a investigación científica. Después de conseguir que el Consejo de Ministros aprobara el permiso de importación, el donativo no fue aceptado por las autoridades del Consejo".

Núm. 36 (2018), pp. 213-230
ISSN 0213-4306 | **Zubía**



ARQVIMEDES

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MATEMATICA APLICADA Y DEL INSTITUTO DE CALCULO DEL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

AÑO I NUM. 1

COMITE DE REDACCION

Director:

JULIO REY PASTOR, de la Real Academia de Ciencias

Consejo de Redacción:

JOSE L. ALVAREZ UDE, de la Real Academia de Ciencias

GERMAN BERNACER TORMO, Catedrático de la Escuela Central Superior de Comercio

ANTONIO DE CASTRO BRZEZICKI, Profesor de la Universidad Central

ANTONIO CORREA VEGLISSON, Profesor de la Escuela Politécnica del Ejército

JOSE GALLEGO DIAZ, Catedrático de la Escuela de Ingenieros Agrónomos

GREGORIO MILLAN BARBANY, Profesor de la Escuela Especial de Ingenieros Aeronáuticos

ANTONIO PEREZ MARIN Y CASTRO, Subdirector y Profesor de la Escuela Especial de Ingenieros Aeronáuticos

VICENTE ROGLA ALTET, Profesor de la Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

MANUEL VELASCO DE PANDO, Académico de la Real Academia de Ciencias

SUMARIO

	Página
ARQUIMEDES, por Julio Rey Pastor	2
El profesor Hansen explica a Keynes, por G. Bernácer	4
Una nueva teoría de la mitosis, por J. Gallego-Díaz	17
Problemas matemáticos en la formación de trenes de mercancías, por R. Cámara Niño	20
El I. N. A. C., por A. de Castro	28
Noticiario Astronómico, por J. J. de Orús	37
La O. M. M. enjuicia a los «productores de lluvia»	38
Enrique Fermi y el desarrollo de las teorías nucleares, por A. de Castro	38
Noticiario Cibernético	42
Bibliografía	47
Problemas propuestos	53
Pasatiempos	54
Humor matemático	56
Crónica	57

REDACCION Y ADMINISTRACION

SERRANO, 123 TELEFONO 233900-57. MADRID

CONDICIONES DE SUSCRIPCION

Suscripción anual (tres números), 100 ptas. Número suelto, 45 ptas. Miembros de S. E. M. A., reducción del 50 por 100.

Imagen 5. La revista *Arquimedes*.

La revista *Arquímedes* era el órgano de la SEMA y del IC del CSIC. El contenido y alcance de la revista tenia el carácter de humanismo científico, patentizando el papel de los estudios cuantitativos en todas las ramas de la ciencia y de la técnica, de tal forma que sirviera de nexo entre ellas. Se publicaron los números: 1. (Sin fecha); 2. (1955); 3. (1955); 4. (1957); 5-6. (1958). La Redacción y administración estaba en Serrano 123, Madrid, sede del Instituto de Cálculo. El Comité de Redacción estaba formado por un Director (Julio Rey Pastor, de la Real Academia de Ciencias) y por un Consejo de Redacción[24].

La revista *Estructuras,* también editada por el Instituto de Cálculo y la SEMA, se dedicaba a facilitar a ingenieros, arquitectos y departamentos técnicos de diversas empresas la resolución de los problemas de cálculo mas fre-

24. El Consejo de Redacción estaba formado por: José Álvarez Ude, Germán Bernácer Tormo, Antonio de Castro Brzezicki, Antonio Correa Veglisson, José Gallego Díaz, Gregorio Millán Barbany, Antonio Pérez Marín y Castro, Vicente Roglá Altet y Manuel Velasco de Pando. Contó también con los siguientes colaboradores: Aguirre; Amorós; Belgrano Brémard; Bernácer senior; Bertrand Russell; Bonelli Rubio; Cámara Niño; Castro; Cuenod; Estrugo; Galmes; Gallardo; Hernando; Maravall; Orús; Pérez de Barradas; Puig Adam; Roglá; Sancho Guimerá; Staniukovich; Velasco de Pando; Wallich; Wendt...

cuentes mediante la presentación de las principales investigaciones, tablas y nomogramas realizados por el Instituto de Cálculo, así como la traducción de trabajos aparecidos en diferentes publicaciones extranjeras. Esta revista estaba dirigida por Roglá Altet y por García Arangoa.

En la serie de *Monografías*, también dirigida por Rey Pastor, se publicaron los siguientes libros: F. Goded Echevarría: *Teoría de la Elasticidad y sus funciones de tensión;* J. Rey Pastor y A de Castro Brzezicki: *Funciones de Bessel. Teoría matemática y aplicaciones a la Ciencia y a la Técnica;* A. de Castro y D. Maravall Casesnoves: *Matemática e ingeniería de las oscilaciones.*

5. REY PASTOR Y LA HISTORIA DE LA CIENCIA

5.1. La Historia de la Ciencia en los años 30

Podemos considerar que, después de la obra de Martín Fernández Navarrete (1765-1844)[25] relativa a la náutica y a la matemática, el primer jalón de la historia general de la ciencia española y en España fue la controvertida obra de Marcelino Menéndez Pelayo (1856-1912), escrita como contestación del revulsivo discurso de José Echegaray en su ingreso en la Academia de Ciencias, con el que se inicia una nueva etapa de la famosa polémica[26] que había comenzado un siglo antes. Ya en el siglo XX, entre otras aportaciones a la historia de la ciencia española, está el ya mencionado discurso de Rey Pastor sobre *Los matemáticos españoles del siglo XVI,* leído en la Universidad de Oviedo en la apertura de curso de 1913-1914[27]. Otros historiadores de la ciencia española fueron José Sánchez Pérez[28] (1882-1958) y Francisco Vera (1888-1867). Especialmente este último como iniciador de la institucionalización en España de los estudios de historia de la ciencia. En sus principales obras publicadas en los años 30 tiene presente a la figura de Rey Pastor. La primera de ellas, *Historia de la matemática en España*[29], fue escrita para conciliar las posturas antagónicas, defendidas por Menéndez Pelayo y Rey Pastor, dentro de la polémica de la ciencia española (véase la explicación en

25. Martín Fernández Navarrete: *Disertación sobre la Historia de la Náutica y de las Ciencias Matemáticas, que han contribuido a sus progresos entre los españoles*, (obra póstuma), Madrid, 1846; *Biblioteca Marítima Española*, dos tomos, Madrid, 1851.
26. Ernesto y Enrique García Camarero, *La polémica de la Ciencia Española*, Alianza Editorial, 1970.
27. Publicado en 1926 en la colección *Biblioteca Scientia*, dirigida por Rey Pastor.
28. Algunas de sus obras: *Compendio de Álgebra de Abenbéder*, texto árabe, traducción y estudio, 1916, publicado por el Centro de Estudios Históricos de la JAE; *Los inventos de Torres Quevedo*, monografía de la Sociedad Matemática Española, Madrid, 1914, 24 pp.; *Las matemáticas en la Biblioteca del Escorial: memoria premiada por la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en el concurso de 1928*, Madrid, 1929, 365 pp.
29. Publicado por Victoriano Suárez, 1929-1933, 4 v., 16 cm., en la colección *Biblioteca española de divulgación científica.* Contiene: 1. Tiempos primitivos (hasta el siglo XIII) 2. Los precursores del Renacimiento (siglos XIII, XIV y XV) 3. Árabes y judíos. Primera parte (siglos VIII-XI) 4. Árabes y judíos. Segunda parte (siglos XII-XVI).

Núm. 36 (2018), pp. 213-230
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

las páginas 9-27). En la segunda, *Los historiadores de la matemática española*[30], incluye en las páginas 90-98 una polémica diatriba contra Rey Pastor.

La institucionalización de los estudios específicos de historia de la ciencia se inició en España después de la creación, en 1928, de la *Academia Internacional de Historia de las Ciencias,* de la que fue Aldo Mieli su secretario perpetuo y Rey Pastor miembro correspondiente (1934) y efectivo (1938). Desde la *Academia Internacional* se impulsó la creación de grupos nacionales en diversos países y entre ellos España. Las vicisitudes y dificultades para la creación del Grupo Español se manifestaron con motivo de la organización en España del III Congreso Internacional de Historia de las Ciencias, en la que aparecen dos grupos enfrentados: uno en Barcelona (Millás de Vallicrosa) y otro en Madrid (Francisco Vera). Rey Pastor, a requerimiento de Mieli, tomó parte en el intento de solución de este conflicto[31].

Unos años más tarde, el 20 de abril de 1934, se fundó en Madrid la *Asociación de Historiadores de la Ciencia española,* que pasó a ser Nacional por decreto de 30 de enero de 1935[32]. La *Asociación* nombra presidente a Agustín J. Barreiro Martínez y secretario perpetuo a Francisco Vera Fernández de Córdoba. La primera actividad de esta *Asociación* fue la organización de un curso sobre Historia de la Ciencia en España. Este importante ciclo de conferencias, pronunciadas en el salón de actos de la Unión Ibero-Americana, vería la luz en 1935 bajo el título *Estudios sobre la ciencia española del siglo XVII*[33].

De nuevo la Guerra Civil española truncó, cuando estaba iniciándose, una labor tan necesaria para el conocimiento de la historia española, como lo era la historia de su ciencia, uno de sus capítulos mas controvertidos y desconocidos. Hubo que esperar a que pasara la Guerra Civil y su tenebrosa posguerra, que duró al menos tres lustros, para que se diera una aparente apertura política forzada por la presión internacional que permitiera intentar salir del atraso, y reconstruir algo que supliese a la brillante cultura de la anteguerra.

30. Transcripción de una conferencia dada en el Ateneo de Madrid el 15 de febrero de 1935, publicada después por Victoriano Suárez, 1935, 164 pp. En la colección *Biblioteca española de divulgación científica.*

31. Véase: Ernesto García Camarero, "El grupo español de historia de la Ciencia a través de la correspondencia de Rey Pastor de 1934", publicado en *Estudios sobre Julio Rey Pastor (1888-1962)*, Logroño, Instituto de Estudios Riojanos, 1990, pp. 141-150.

32. Los socios fundadores, con su numero correspondiente, son: 1. Agustín J. Barreiro Martínez. 2. Francisco de las Barras de Aragón. 3. Enrique Fernández Sanz. 4. Eduardo García del Real. 5. Luis M. Unamuno e Irigoyen. 6. Agustín Van-Baumberghen y Bardají. 7. Abelardo Merino Álvarez. 8. Antonio Ballesteros Beretta. 9. Armando Cotarelo Valledor. 10. Rafael Folch Andreu. 11. José A. Sánchez Pérez. 12. Pedro de Novo y Fernández Chicarro. 13. Celso Arévalo Carretero. 14. Julián Zarco Cuevas. 15. Miguel Artigas Ferrando. 16. Francisco Vera Fernández de Córdoba. 17. Rafael Roldán Guerrero. 18. Julio Palacios Martínez. 19. Julio Guillén Tato. 20. José L. de Benito Mampel. 21. Luis de Sosa Pérez.

33. Fue publicado por la *Asociación de Historiadores de la Ciencia española*, con prólogo del presidente de la República, Niceto Alcalá Zamora. Impreso por Gráfica Universal, Madrid, 1935, 670 pp.

5.2. Rey Pastor y la Historia de la Ciencia

Rey Pastor siempre había estado interesado en los estudios de historia de la ciencia, como lo mostró en sus trabajos sobre los matemáticos españoles del siglo XVI y en las numerosas notas históricas que solía incluir en sus tratados y textos de matemáticas, en los discursos conmemorativos y en numerosos artículos[34], y también en su tarea editorial al dirigir las dos importantes colecciones *Historia y Filosofía de la ciencia* (series mayor y menor) y *Ciencia y técnica: Clásicos de la ciencia* (serie marrón de la colección Austral) ambas publicadas por la editorial Espasa-Calpe.

A su regreso a Madrid, en los años cincuenta, aparte de su interés por la matemática aplicada, como ya hemos visto, también dedicó buena parte de su atención a los problemas de Filosofía e Historia de la Ciencia. Desarrolló esta actividad principalmente en el *Seminario de Historia de la Ciencia* de la Universidad de Madrid y también en el *Departamento de Filosofía e Historia de la Ciencia* del Instituto Luis Vives del CSIC. En este período también fundó la *Sociedad Española de Epistemología e Historia de la Ciencia*. Y promovió o colaboró en la creación de varias revistas como *Theoria: Revista de Teoría, Lógica y Fundamentos de la Ciencia,* (dirigida y mantenida por el incansable trabajador y eminente lógico matemático Miguel Sánchez Mazas (1925-1995)), y *Arquímedes* que dirigió Rey Pastor y fue el órgano de la Sociedad Española de Matemática Aplicada, como ya hemos visto.

5.3. El Seminario de Historia de la Ciencia de la Universidad de Madrid

El *Seminario de Historia de la Ciencia* de la Universidad de Madrid fue creado en 1955 (época en la que Laín era rector) y dirigido durante su efímera vida (hasta 1961) por Rey Pastor. Funcionó en unos locales cedidos para tal fin por la Biblioteca Nacional, locales que, sin ser buenos, poseían la ventaja de tener a mano la mejor biblioteca del país. Aunque el tema central de estudio fue Historia de la Cartografía Náutica española (en la que yo fui su principal colaborador), se abordaron también otros temas como Historia de la Ciencia Española en el siglo XIX, y la Historia del descubrimiento y colonización de América (en este último quien ayudó principalmente fue José Luis Díez Poyatos, autor de una bibliografía de los libros de matemáticas impresos en España, hoy todavía inédita)[35]. Para la marcha y organización del *Seminario* fueron esenciales los trabajos de mecanografía de la eficiente e infatigable secretaria Felisa Casaseca.

34. Véase la antología de algunos textos de Rey Pastor, recopilados por Luis Español con el título *Escritos de las dos orillas*, Logroño, Gobierno de La Rioja, 1993.

35. Una parte de los materiales recopilados y elaborados en el SHC así como libros y folletos de referencia, conservados por mí en mi Archivo particular, están ahora (desde octubre 2018) depositados en la Biblioteca del Instituto de Estudios Riojanos. Otra parte se depositaron, hace años, en la Biblioteca de Facultad de Matemáticas de la Complutense, entre ellos una colección de las obras completas de Galileo (edición del siglo XIX) comprada en un librero anticuario de Florencia en 1955.

Núm. 36 (2018), pp. 213-230
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

5.4. Estudios de Historia de la Cartografía

No es fácil indicar la motivación que indujo a Rey Pastor a estudiar el tema específico de la historia de la cartografía, ni la fecha en que comenzó este estudio. Sabemos que empezó, como dijo él mismo, «sin prisa, pero sin pausa, desde el lejano día en que encontramos en la Biblioteca Vaticana todas las facilidades de trabajo, y en el eximio profesor Almagìa ayuda y estímulos».

También sabemos, que al buscar en los matemáticos del siglo XVI la posible aportación española a las ciencias exactas, verificó tristemente que ésta había sido muy reducida. Pero buscando otras posibles contribuciones españolas a la ciencia, Rey Pastor encontró un filón (no reseñado en el repertorio-programa que hace Menéndez Pelayo en su *Ciencia Española*), y descubrió la importancia de nuestra aportación a la cartografía náutica medieval y renacentista[36]. La navegación era una práctica habitual en los frecuentes viajes de Rey Pastor entre Europa y América; este hecho le hacía apreciar de forma directa la importancia de la época de los grandes descubrimientos y la necesidad de la aplicación de la ciencia y la técnica para realizarlos, como recogió en su libro *La ciencia y la técnica en la época del Descubrimiento de América* (1934, 1942).

Los estudios de Rey Pastor sobre Historia de la Cartografía abarcaban desde la antigüedad hasta la época de los grandes descubrimientos. Se daba especial atención a Ptolomeo, a la Edad Media y al Renacimiento. Aparte de varias memorias, entre las que destaca la dedicada a los *Problemas Cartográficos de la Edad Antigua* (1953), el producto principal fue el libro *La Cartografía Mallorquina,* en el que por primera vez y de forma sistemática se ofrecía un repertorio con la descripción de unas cuatrocientas cartas náuticas (portulanos) manuscritas, datadas entre 1300 y 1500 (con sus epígonos hasta 1700), y firmadas en la ciudad de Mallorca o, las mas recientes, en otras ciudades del Reino de Aragón, principalmente en Sicilia. Por su homogeneidad de estilo o por la proximidad familiar de algunos de sus autores, nos pareció oportuno asignarlas a una escuela con la denominación de *escuela cartográfica de Mallorca*.

También se trabajaba en el *Seminario* sobre la importante cartografía desarrollada en Sevilla, en la *Casa de Contratación*, donde se recibían todas las noticias provenientes de las costas americanas recién descubiertas y se iba construyendo el gran mapamundi conocido como "padrón real". Refiriéndose a este tema, Rey Pastor dice en *La cartografía mallorquina* (p. 49): "Capítulo a parte merece esta escuela geográfica iniciada por Juan de la Cosa, sucesora remota de la gloriosa cartografía mallorquina; estudio ulterior que será tema

36. Sin duda conocía la ligera referencia que hace Francisco Vera a "la Cartografía española, como rama de la Matemática" en *Los Historiadores de la Matemática Española*, 1935, p. 46.

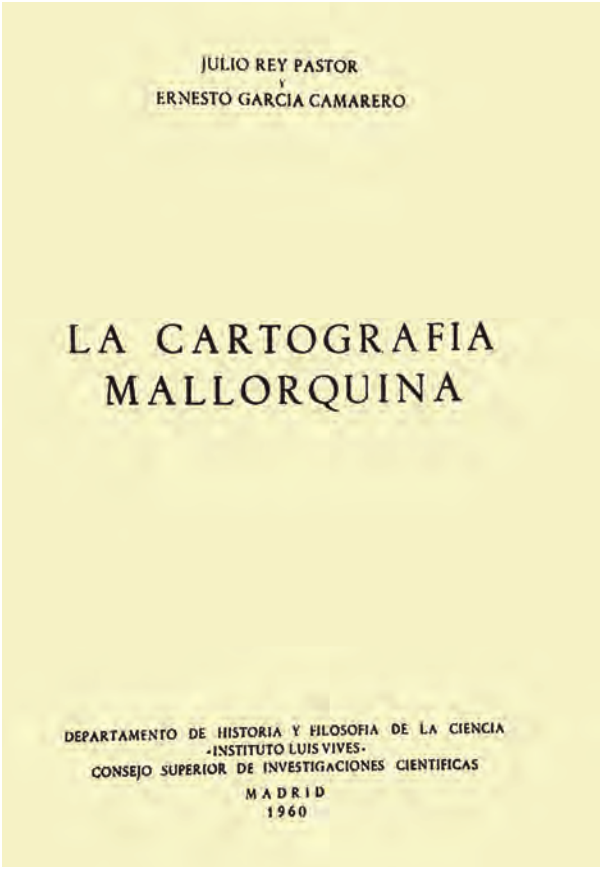


Imagen 6. *La Cartografía Mallorquina*.

de otro trabajo intitulado: La Cartografía Sevillana". En el que expresa un deseo que, a pesar de su gran interés, no pudo cumplirse.

Aunque los materiales recogidos por Rey Pastor, en su primera época de actividad, los perdió en un naufragio en las cercanías de Hamburgo[37], los reconstruyó y amplió notablemente, con mi ayuda a partir de 1954, con múltiples visitas a casi todas las bibliotecas europeas en donde existían fondos cartográficos de interés.

La importancia de la cartografía náutica, o portulánica, es la precisión de la representación de las costas para facilitar la navegación por rumbos.

37. Rey Pastor embarcó en el Maipú en Buenos Aires a primeros de octubre de 1951. El 4 de noviembre, cuando realizaba las maniobras de aproximación al puerto de Hamburgo, fue embestido en plena niebla cerrada por un buque de guerra de USA, el USNS *General M. L Hersey* (T-AP-148) y se produjo su hundimiento en tres horas. No hubo víctimas.

Núm. 36 (2018), pp. 213-230
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

Frente a la cartografía conventual (San Isidoro, Beatos...), que representaban las primitivas ideas que se tenían del mundo, apareció a finales del siglo XIII, un nuevo tipo de mapas, los portulanos, en los que se reflejan, no las ideas geográficas, sino los datos que se toman del mundo real. La brújula permitió fijar el rumbo seguro para navegar desde un puerto a otro, con lo que se consiguió utilizar empíricamente la *representación conforme,* varios siglos antes de que Mercator la justificara teóricamente. Este hecho anticipa la concepción de Francis Bacon (1561-1626) de la revolución científica del siglo XVII, en la que la búsqueda de la verdad debe iniciarse con la observación y toma de datos (fase empírica), seguida de la construcción de teorías (fase teórica), para asegurar su utilidad en la práctica (fase aplicada).

La escuela de Mallorca nos traza con maestría admirable el contorno del Mediterráneo, y de Africa occidental hasta el cabo Bojador y de las costas atlánticas de Europa incluyendo las Islas Británicas y Escandinavia.

La cartografía portulánica posibilitó que se iniciaran los viajes transoceánicos y se abrieran los caminos con Asia y América y, con ello, la aparición de las escuelas cartográficas de Sevilla y Lisboa, que terminaron de definir las costas de todo el orbe.

En cualquier caso la historia de la cartografía era parte de la historia de la matemática aplicada.

6. EL FINAL

La tenue apertura política que se produjo en España en 1951, terminó con las revueltas estudiantiles en 1956 y con otras dificultades políticas que hicieron dimitir a Ruiz Giménez y a su grupo, enfrentados con los elementos más inmovilistas de la dictadura.

Aunque Rey Pastor en su vuelta a Madrid, como hemos visto, trabajara intensamente en los modernos temas de matemática aplicada y de la computación, así como en historia de la ciencia, creara varias instituciones, asociaciones y revistas y, además, aunque obtuviera varios honores como la Gran Cruz de Alfonso X el Sabio y el prestigioso Premio de la Fundación March, fuera elegido miembro de número de la Real Academia Española, o que la *British Astronomical Association* le pusiera su nombre a uno de los cráteres de la Luna,... pese a todo esto, fue destituido de la dirección del Instituto Nacional de Matemáticas, de la dirección del Instituto de Cálculo, y se veía próxima la desaparición del Seminario de Historia de la Ciencia de la Universidad.

Rey Pastor no pudo evitarlo aunque emprendió varias gestiones ante el nuevo Ministro, Jesús Rubio y García Mina, y llegó hasta el propio vicepresidente del Gobierno Luis Carrero Blanco. Existen varias cartas a estos personajes a las que pide ayuda desesperada pero sin éxito.

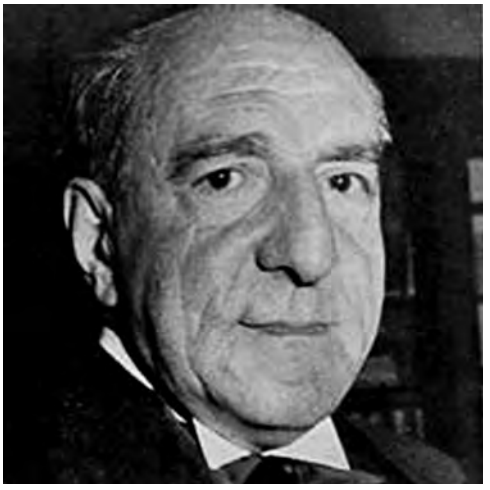


Imagen 7. Rey Pastor el día de su recepción en la Real Academia Española el 1 de abril de 1954.

Cerraremos estas páginas transcribiendo el contenido de un "saluda", escrito por Rey Pastor desde el puerto de Vigo, dirigido a Manuel Fraga Iribarne, mediante el que rechaza la invitación a colaborar en la revista ARBOR, que dice así:

> "El (Ex) Director del Instituto Nacional de Matemática del Consejo Superior de Investigaciones Científicas saluda a su distinguido compañero D. Manuel Fraga Iribarne y al agradecer su alta invitación mucho lamenta no poder prometer colaboración. Fracasado como abeja, actuará como tábano en tribunas adecuadas donde cabe hacer la tarea patriótica que tanto necesita España. Julio Rey Pastor le reitera con este motivo su consideración más distinguida. Vigo, 9 de abril de 195(6). Serrano, 123".

... y embarcó con destino a Buenos Aires.

Núm. 36 (2018), pp. 213-230
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

TEMAS DE ACTUALIDAD

Zubía 36 233-245 Logroño 2018

VIOLENCIA DE GÉNERO: ¿ES ÚTIL REALIZAR UN CRIBADO?*

ANA CRISTINA RUIZ PEÑA[1],
MARÍA JOSÉ PUENTE MARTÍNEZ[1],
MARIANO LAGUNA OLMOS[1],
MARÍA LUISA CUARTERO ITURRALDE[1],
MARÍA GÓMEZ VALDEMORO[1],
MARÍA ANTONIA ARETIO ROMERO[1]

RESUMEN

La violencia de género es una conducta instrumental que introduce desi-gualdad en una relacion interpersonal y es reconocida por la OMS como un problema de salud pública.

Los servicios sanitarios de La Rioja decidieron llevar a cabo un programa de cribado oportunista para abordar este problema para lo que usaron la versión corta del cuestionario WAST (Women Abuse Screening Tool). Los resultados obtenidos fueron abrumadores: en una semana se recogieron 5.906 cuestionarios, de los que un 7,63% fueron clasificadas como casos de alarma.

La sanidad pública es un entorno adecuado para ofrecer ayuda y proponer soluciones, por lo que resulta indispensable continuar investigando en programas de cribado para contribuir a la resolución del problema ya que disponemos de datos deficientes para valorar su magnitud.

Palabras clave: Violencia de género, cribado, sanidad pública.

Gender violence is an instrumental behaviour that introduces inequality in an interpersonal relationship and it is recognized by the WHO as a public health problem.

* Registrado el 8 de noviembre de 2018. Aprobado el 11 de diciembre de 2018.

1. Hospital San Pedro, Logroño. anaruiz1919@gmail.com.

The health services of La Rioja decided to carry out an opportunistic screening program to tackle this problem for which they used the short version of the WAST questionnaire (Women Abuse Screening Tool). The results obtained were overwhelming: 5.906 questionnaires were collected in a week and 7.63% were classified as alarm cases.

Public health is an adequate environment to offer help and propose solutions, so it is essential to continue researching screening programs to help solving the problem because we have poor data to assess its magnitude.

Key words: *Gender violence, screening, public health*.

1. INTRODUCCIÓN

La violencia contra las mujeres fue objeto de atención en la Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre los Derechos Humanos en el año 1993 (Asamblea General de las Naciones Unidas, 1993).

En el Artículo 1 de su Declaración fue definida como "cualquier acto de violencia basado en la pertenencia al sexo femenino que produzca o pueda producir un daño o sufrimiento físico, sexual o psicológico en las mujeres, incluidas las amenazas, la coacción o la privación arbitraria de libertad que ocurran en la vida pública o privada".

Esta misma definición es la que fue adoptada y aparece actualmente desde el año 2012 en el Protocolo Común para la Actuación Sanitaria ante la Violencia de Género del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud (Comisión contra la Violencia de Género, 2007/2012) y en el Protocolo del Servicio Riojano de Salud desde el 2010 (Consejería de Salud. Gobierno de La Rioja, 2010).

A lo largo de los años, la definición ha ido evolucionando considerándose hoy en día como "una conducta instrumental que introduce desigualdad en una relación interpersonal o mantiene una desigualdad subyacente y estructural, convirtiéndose hoy en día la violencia y el género en un binomio inseparable" (Aretio, 2007).

Durante el año 2017 en España, 29.008 mujeres habían sufrido violencia por parte de su pareja o expareja a lo largo de la vida, lo que resulta abrumador y nos hace reflexionar y ser conscientes del alcance del problema (INE, 2018) alcanzando su maximo en los tramos de edad de 25 a 29 anos y de 30 a 34 anos.

Los servicios sanitarios de La Rioja junto con un equipo multidisciplinar formado por Ginecología, Atención Primaria, Trabajo Social, Psicología, Matronas y Enfermería, decidieron llevar a cabo un programa de cribado oportunista para abordar este problema, seleccionando así a pacientes de riesgo a las que realizar una intervención más exhaustiva (Figura 1).

2. METODOLOGÍA

El trabajo que se presenta consiste en un análisis observacional descriptivo retrospectivo sobre los datos recogidos sobre el cribado de violencia de género durante el transcurso de la semana de su implantación (21 al 27 de mayo de 2018 en La Rioja, incluyendo Hospital San Pedro (HSP), Fundación Hospital Calahorra (FHC) y Atención Primaria de toda la CC.AA).

Se recogieron 5.906 cuestionarios durante esa semana de los cuales 5.844 procedían de Atención Primaria (médicos, enfermeras y matronas). En el Hospital San Pedro se recogieron 47 (8 por el servicio de Obstetricia y Ginecología, 13 por parte de Psicología, 15 recogidos por Trabajo Social y otros 11 por otros servicios) y 15 en Fundación Hospital Calahorra.

Para el cribado se utilizó la versión corta del cuestionario WAST *(Women Abuse Screening Tool)* (Brown JB, 1996). Este cuestionario tiene una sensibilidad media en la mayoría de las series del 91,4%, una especificidad del 76,2%, un valor predictivo positivo del 40,2% y un valor predictivo negativo del 98,1% (C.T. Fogarty et al, 2002). Consta de dos preguntas y se puntúa del 2 al 6 en función de si se contesta "sin dificultad (1 punto)", "alguna dificultad (2 puntos)", "mucha dificultad (3 puntos)" a las siguientes preguntas (Figura 2):

1. En general, ¿cómo describiría usted su relación con su pareja?

2. Usted y su pareja resuelven sus discusiones con…

En cuanto a los resultados del cribado:

– si resulta negativo (puntuación ≤ 3), se recomienda repetirlo en un plazo de 2 años.

– si resulta positivo (puntuación ≥ 4), se procede a realizar el cuestionario WAST en su versión larga que consta de 8 preguntas en total (Figura 3). Las dos primeras preguntas son las mismas que se usan en la versión corta, a las que se añaden 6 más concretas (si ha recibido empujones, abusos sexuales, humillaciones en público…etc) (M. Majdalani et al, 2005).

La puntuación se realiza de la misma manera siendo la puntuación mínima 8 y la máxima 24 y dividiendo a las pacientes finalmente en los siguientes grupos:

– negativo (≤ 10). Se recomienda repetir cribado en 1 año.

– alto grado de sospecha (≥ 11)

– maltrato confirmado (si contesta afirmativamente a las preguntas f, g y h, independientemente del resto de puntuación).

En estos dos últimos casos, se procede a rellenar un formulario de confirmación de violencia de género más extenso junto con un parte a Trabajo Social para valorar riesgos y seguridad de la paciente y allegados y poder continuar la atención a la mujer de una forma integral hasta la superación del proceso.

Además del cribado, se aprovechó la intervención y se realizó una cuestión para sondear la existencia de antecedentes de violencia de género en el pasado. Si la paciente respondió afirmativamente, se acordó una cita programada para evaluar el impacto global recibido.

Son requisitos imprescindibles para la realización del cribado los siguientes:

– La paciente acuda sola a la consulta.

– El motivo de consulta no sea urgente.

– Consentimiento informado oral. Se le advierte de que le vamos a realizar un cuestionario sobre violencia de género para llevar a cabo un cribado oportunista. Si hay negativa por parte de la paciente, debe quedar reflejado en su historia clínica.

El estudio se llevó a cabo con el permiso de la Consejería de Sanidad, Gobierno de La Rioja y el Comité Ético de los Servicios Sociales.

3. RESULTADOS

Durante la semana de implantación del cribado de violencia de género en La Rioja, se rellenaron 5.906 cuestionarios, de los que un 98,95% fueron abiertos desde Atención Primaria.

De ese total, un 15,41% confirmó antecedentes de violencia de género en el pasado (ya fuese por parte de familiares, parejas o ex-parejas) pero no en la actualidad, por lo que se considera un cribado negativo y sería preciso repetir en 2 años concertando antes una cita para evaluar el impacto global de ese antecedente.

Un 64,53% fueron cribados negativos a las que sería preciso repetir en 2 años.

Un 20,06% de los cribados realizados fueron considerados positivos, siendo necesario en estos casos realizar el WAST largo. De este 20,06% tras realizar el WAST largo, distinguimos entre un 3,34% de casos de "alto grado de sospecha" y un 4,29% casos de "maltrato confirmado", sumando entre ambos un 7,63% de casos de alarma y quedando casi un 12,37% de mujeres que sería conveniente repetir el cribado en 1 año (Figura 4).

4. DISCUSIÓN

Nuestro estudio demuestra un elevado número de casos de alarma detectados en nuestro entorno (7,63%). En este sentido, creemos conveniente mostrar los datos en porcentaje recogidos en 2006 sobre prevalencia de violencia de género por CC.AA donde La Rioja junto con Aragón (con un 17% y 18% de casos respectivamente) fueron las comunidades autónomas con un menor número de víctimas registradas (figura 5), en contraposición con lo

ocurrido en Ceuta (40,2%), Melilla (40,2%) e Islas Baleares (32,5%) donde los datos recogidos sobre prevalencia fueron los más elevados. (Ruiz-Pérez, I., 2010).

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística, en 2017 se registraron 225 casos de violencia de género (casos con orden de protección y/o medidas cautelares), la mitad de los casos definidos como casos de alarma en nuestro estudio (el 7,63% supone unos 450 de casos de alarma en nuestro estudio frente a los 225 casos reportados según el INE), lo que sugiere una infraestimación por notificación insuficiente. De hecho, los datos disponibles actualmente se consideran deficientes para valorar la magnitud de la violencia de género.

Por ello, los datos obtenidos de cribados como el que se ha llevado a cabo en este estudio pueden mostrar una imagen que se aproxima más a la realidad de la situación y permitir una detección precoz de dichos casos.

En cuanto al 15,41% de mujeres con antecedentes de violencia de género detectadas en nuestro estudio, sería importante realizar un seguimiento desde Atención Primaria para evaluar los efectos negativos y traumas psicológicos y emocionales y adelantarnos así a posibles problemas psicosociales en el futuro.

Es necesario continuar investigando en programas de cribado de violencia de género validados, no sólo por el elevado número de casos de alarma, si no porque el cribado demuestra alta sensibilidad y especificidad para realizar intervenciones más exhaustivas en aquellas pacientes en las que sea necesario. Además, estas preguntas por parte de los servicios sanitarios son bien acogidas por las pacientes ya que se sienten en un entorno seguro y la gran mayoría aceptan dedicar unos minutos de la anamnesis para abordar el tema. Sólo se opusieron 23 mujeres a realizar el cribado por lo que fueron excluidas del estudio dejando recogido en la historia la negativa de la paciente a participar.

La mayoría de los estudios con datos primarios (recogidos directamente por el analista) publicados en España se han realizado en el ámbito sanitario, y han hallado cifras de violencia a lo largo de la vida que oscilan entre el 20% y el 48,6% (Aguar-Fernández, M., 2006) que no son coincidentes con los recogidos por el INE, lo que sugiere que el porcentaje de casos de violencia de género denunciados (los recogidos por el INE) son mucho menores a los declarados por las pacientes en el ámbito sanitario, de forma similar a lo observado en La Rioja.

La sensibilidad y especificidad del cuestionario WAST son muy altas por lo que está validado para su uso y ha sido utilizado en muchos programas de cribado de violencia de género tanto nacionales como el realizado por García-Esteve, Ll. (2011) o la Guía Clínica de Actuación Sanitaria ante la Violencia de Genero del servicio sanitario de Castilla y León (2016) como en estudios internacionales como por ejemplo los de Chen, PH. (2007), Rabin, R.F. (2009) o Iskander, L. (2015).

Sin embargo, sería conveniente aumentar el tamaño de la muestra para poder obtener un valor predictivo positivo más alto.

En base a estos resultados, sugerimos que sería conveniente implantar una estrategia de intervención y prevención conocida por todos los integrantes de los servicios sanitarios. Sería útil que el cribado fuese abierto desde consultas de Atención Primaria y Atención Especializada y que según el funcionamiento explicado y los resultados obtenidos en el cuestionario, se programaran citas con Psicología, se derivase a Trabajo Social o se concertarse la realización de un nuevo cribado en el futuro de forma automatizada basándonos en el censo autonómico y así poder aumentar la muestra y realizar un cribado poblacional.

5. CONCLUSIONES

La violencia de género es un problema de salud pública reconocido por la OMS, generalizado y creciente. Es indispensable continuar investigando en programas de cribado para contribuir a su detección precoz, lo que favorecerá la resolución del problema más rápidamente.

En este sentido, la sanidad pública es un entorno adecuado para ofrecer ayuda y proponer soluciones y la versión corta en español del cuestionario WAST es un instrumento adecuado y validado para los profesionales sanitarios con el fin de detectar la violencia de género.

Según nuestros resultados es preciso un mayor compromiso e implicación por parte de Atención Especializada y más concretamente, por ser un servicio idóneo para ello, desde Ginecología y Obstetricia, recordando las siglas *"ERES"* para el abordaje del tema:

– ***E****scucha activa*

– ***R****econocimiento de la vivencia*

– ***E****valuación de riesgos*

– ***S****ervicios de apoyo.*

Visibilizar el problema es parte de la solución y no olvidar a las víctimas es responsabilidad no sólo de los servicios sanitarios si no de toda la sociedad.

"Cuando me preguntan si la violencia de genero es prevenible, mi respuesta es: "¡Si!"

Su prevencion, sin embargo, depende en gran medida de un largo y complejo proceso de sensibilizacion de la sociedad y del compromiso de sus actores para eliminar las inequidades que facilitan la violencia de genero".

George A. O. Alleyne

AGRADECIMIENTOS

A todos y cada uno de los compañeros del Servicio de Obstetricia y Ginecología del Hospital San Pedro de Logroño por su ayuda no sólo en la realización de este trabajo, si no por su apoyo constante en el día a día.

A la Sociedad Vasca de Contracepción por otorgar el Premio a Mejor Trabajo en el XXIII Congreso de la Sociedad Vasca de Contracepción y V Reunión Conjunta con la Sociedad Riojana de Obstetricia y Ginecología en su edición del año 2018.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aretio, A. (2007). Aspectos éticos de la denuncia profesional de la violencia contra las mujeres. *Gaceta Sanitaria*.; 21(4): 280-1.

Aguar-Fernández, M., Delgado-Sánchez, A. *et al*. (2006). Prevalencia de malos tratos en mujeres que consultan al médico de familia. *Atención Primaria*., 37, pp. 241-242.

Asamblea General de las Naciones Unidas (1993). Declaración sobre la eliminación de la violencia contra la mujer. *Artículo número 1*.

Brown, J. B., Lent, B., Brett, P. J., Sas, G., Pederson, LL. (1996). Development of the Woman Abuse Screening Tool for use in family practice. *Family Medicine;* 28: 422-8.

Chen, P.-H., Rovi, S., Washington, J., Jacobs, A., Vega, M., Panand, K.-Y. & Johnson, M. S. (2007). Randomized Comparison of 3 Methods to Screen for Domestic Violence in Family Practice. *Annals of Family Medicine.* 5: 430-435.

Comisión contra la Violencia de Género (2007/2012). Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud. *Protocolo Común para la Actuación Sanitaria ante la Violencia de Género*. Ministerio de Sanidad y Consumo.

Fogarty, C. T. & Brown, J. B. (2002). Screening for abuse in Spanishspeaking women. *The Journal of the American Board of Family Medicine*, 15 (2), pp. 101-11.

García-Esteve, Ll., Torres, A., Navarro, P., Ascaso, C., Imaz, M. L., Herreras, Z. y Valdes, M. (2011). Validación y comparación de cuatro instrumentos para la detección de la violencia de pareja en el ámbito sanitario. *Medicina Clinica* (Barcelona). 2011; 137(9): 390-397.

Grupo de trabajo APAPCYL & Sacyl &GSS. (2016). Protocolo sanitario de actuación ante la sospecha de maltrato intrafamiliar en la infancia y adolescencia. Gerencia Regional de Salud de Castilla y Leon.

Instituto Nacional de Estadística. Datos de prevalencia de violencia de género y violencia doméstica durante el año 2017, datos publicados mayo 2018.

Iskandar, L., Braun, K. L. and Katz, A. R. (2015). Testing the Woman Abuse Screening Tool to Identify Intimate Partner Violence in Indonesia. *Journal of Interpersonal Violence*. 30(7): 1208–1225.

Majdalani, M., Alemán, M., Fayanás, R., Guedes, A. y Mejía, R. M. (2005). Validación de un cuestionario breve para detectar situaciones de violencia de género en las consultas clínicas. *Revista Panamericana Salud Publica,* 17, pp. 79-83

Protocolo de actuación sanitaria ante la violencia contra las mujeres. (2010). Consejería de Salud. Gobierno de La Rioja. Resolución de 15 de octubre de 2008.

Rabin, R. F., Jennings, J. M., Campbell, J. C. and Bair-Merritt, M. H. (2009). Intimate Partner Violence Screening Tools. American Journal of Preventive Medicine; 36(5): 439-445. e4.

Ruiz-Pérez, I., Plazaola-Castaño, J., Vives-Cases, C., Montero-Piñar, M. I., Escribà-Agüir, V., Jiménez-Gutiérrez, E. *et al* (2010). Variabilidad geográfica de la violencia contra las mujeres en España. *Gaceta Sanitaria;* 24(2): 128-135.

ANEXO

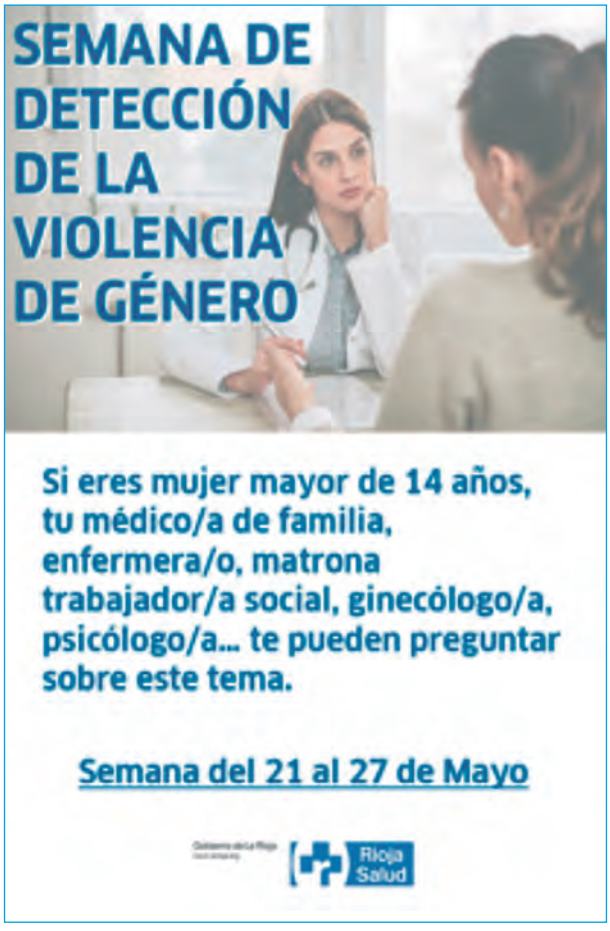


Figura 1. Cartel informativo sobre el cribado de violencia de género que fue colgado en todos las instituciones sanitarias desde las que se iba a llevar a cabo.

Tabla 1. Versión corta del Woman Abuse Screening Tool (WAST) Puntuación: 2-6

1. In general, how would you describe your relationship?
En general, ¿cómo describiría usted su relación con su pareja?

3	A lot of tension *Mucha tensión*	2	Some tension *Alguna tensión*	1	No tension *Sin tensión*

2. Do you and your partner work out arguments with:
Usted y su pareja resuelven sus discusiones con:

3	Great difficulty *Mucha dificultad*	2	Some difficulty *Alguna dificultad*	1	No difficulty *Sin dificultad*

Figura 2. Versión corta del cuestionario WAST utilizada para el cribado.

Núm. 36 (2018), pp. 233-245
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

	WAST LARGO Puntuación: 8-24		
1a	**En general, ¿cómo describiría su relación con su pareja?**		
	Mucha tensión (3 puntos)	Alguna tensión (2p)	Ninguna tensión (1p)
2b	**Usted y su pareja resuelven sus discusiones con...**		
	Mucha dificultad (3p)	Alguna dificultad(2p)	Sin dificultad (1p)
3c	**Al terminar las discusiones usted ¿Se siente decaída o mal con usted misma?**		
	Muchas veces (3p)	A veces (2p)	Nunca (1p)
4d	**Las discusiones ¿Terminan en golpes patadas o empujones?**		
	Muchas veces (3p)	A veces (2p)	Nunca (1p)
5e	**¿Siente miedo de lo que su pareja haga o diga?**		
	Muchas veces (3p)	A veces (2p)	Nunca (1p)
6f	**Su pareja ¿Ha abusado de usted físicamente?**		
	Muchas veces (3p)	A veces (2p)	Nunca (1p)
7g	**Su pareja ¿Ha abusado de usted emocionalmente?**		
	Muchas veces (3p)	A veces (2p)	Nunca (1p)
8h	**Su pareja ¿Ha abusado de usted sexualmente?**		
	Muchas veces (3p)	A veces (2p)	Nunca (1p)

Figura 3. Versión larga del cuestionario WAST.

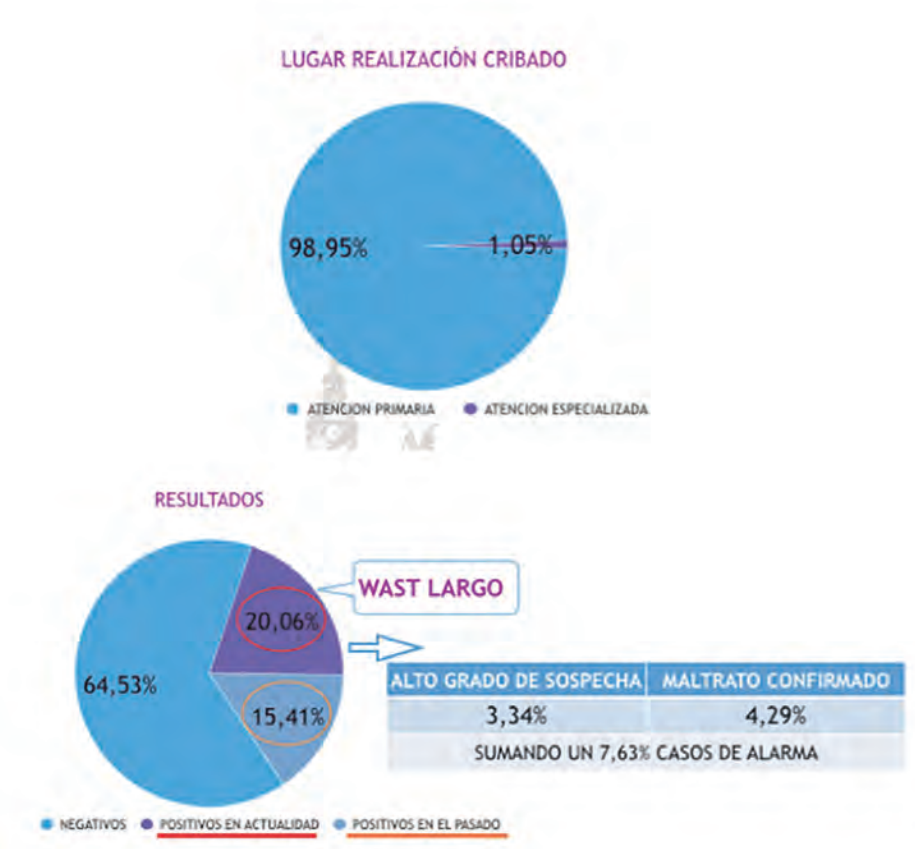


Figura 4. Gráficos explicativos sobre los resultados obtenidos. En el primer gráfico circular se expone el porcentaje de cuestionarios recogidos en Atención Primaria y Atención Especializada. En el segundo gráfico circular se desglosa el porcentaje de cribados positivos y negativos y los resultados obtenidos tras realizar el WAST largo.

Núm. 36 (2018), pp. 233-245
ISSN 0213-4306 | ***Zubía***

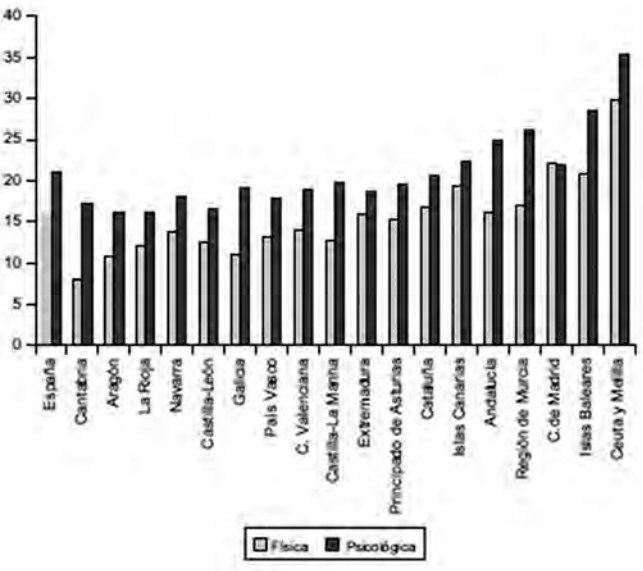


Figura 5. Prevalencia (%) de los tipos de violencia de compañero íntimo alguna vez en la vida (2006-2007).

ZUBÍA N° 36
ISSN 0213-4306 Fecha de publicación: 2018-12-15
Las palabras que se citan se pueden reproducir sin restricción alguna

CDU 350.348 (460.21 L.)

LUIS CELORRIO BARRAGUÉ
Riesgo sísmico de la ciudad de Logroño
Seismic risk in Logroño

ZUBÍA, 2018, 36, pp. 7-43

ABSTRACT: This paper contains part of the results obtained in the research project: "Resilient Logroño". This work try to answer to the question: Is the city of Logroño prepared to face natural disasters? An especial treatment has posed in earthquakes because they are the most destructive disasters that can occur. This study deals with two aspects: seismic hazard and seismic vulnerability. In one hand, the earthquakes that have affected Logroño and its environment are described. In the other hand, existing buildings in the city are analysed to check if they are prepared to support a ground motion. Finally, the paper provides some previsions about building damages and human casualties that an earthquake with a macroseismic intensity of grade 6 could cause.

Key words: Seismic hazard, Earthquakes, Resilience, Building vulnerability assessment, Human casualties in earthquakes, Damage in buildings.

Palabras clave: Peligrosidad sísmica, Terremotos, Resiliencia, Valoración de vulnerabilidad de edificios, Pérdidas humanas en terremotos, Daño en edificios.

CDU 551.4 (463.5)

ENRIQUE SERRANO CAÑADAS, PABLO GABRIEL DUQUE DEL CORRAL, VIRGINIA NOËL FERNÁNDEZ CANO, IVÁN GENTO ARRANZ, DIEGO RELLO AYUSO
Patrimonio natural y geomorfología. Lugares de interés geomorfológico del Parque Natural Sierra de Cebollera
Natural heritage and geomorphology. Geomorphosites of the Sierra de Cebollera Natural Park

ZUBÍA, 2018, 36, pp. 45-81

ABSTRACT: The landforms of the Sierra Cebollera Natural Park develops from several morphotectonic subjects. First, the tectonic activity, which has generated the biggest landforms, and the tectonic rise of the Iberian mountain range. The hydrographic network genesis and the fluvial incision have generate the great valleys and the bottom-valley modelling. The Quaternary glaciations, by mean of glacial and periglacial processes shaped the upper part of the mountains. Finally, the hillside processes and slope movements shape the valleys and cirques. The analysis of the geomorphological elements allows to assessment the geomorphology both for management and for users, tourists, bikers, teachers or students. An assessment method to Geomorphosites is applied to select the most outstanding elements and offer an intrinsic, extrinsic and use and management valuation. Eight complementary Geomorphosites have been established, tectonic, fluvial, glacial, hillside, and periglacial, that allow the incorporation of geomorpho-logy into the natural heritage of the Natural Park. Geomorphosites offer potentials as natural, cultural, and educational resources, for the enjoyment, reconnai-ssance or education of visitors to the Sierra Cebollera Natural Park.

Key words: Geomorphology, Natural heritage, Geosites, Geomorphosites, Iberian Range.

Palabras clave: Geomorfología, Patrimonio natural, Geositios, Lugares de Interés geomorfológico, Cordillera Ibérica.

CDU 502 (460.21)

JOSÉ Mª PÉREZ TAMAYO
Localización, descripción y accesos a las acebedas del Alto Najerilla, comarca de las Siete Villas (La Rioja)
Location, description and access to the holly forest in Alto Najerilla, region of Siete Villas (La Rioja)

ZUBÍA, 2018, 36, pp. 83-142

ABSTRACT: The holly tree form forest of small size in the region of Alto Najerilla, in La Rioja. In this work, thirteen holly forests have been identified. It has been taken information about these woods from forestry viewpoint and it has been proposed access to visit them. From the observation of this holly forests some conclusions have been obtained in relation to the occupied area, the interactions with other species or the ancient use to the species.

Key words: holly forest, Alto Najerilla, La Rioja, forest description.

Palabras clave: acebeda, Alto Najerilla, La Rioja, descripción forestal.

CDU 598.9 (460.21)

CÉSAR MARÍA AGUILAR, IGNACIO GÁMEZ, JAVIER ROBRES, SANDRA VELA
Censo en 2014 de la población reproductora del buitre leonado *(Gyps fulvus)* en La Rioja y cambios recientes en un contexto de medidas para su conservación
*Census in 2014 of the Griffon Vulture (*Gyps fulvus*) breeding population in La Rioja and recent changes in a context of conservation measures*

ZUBÍA, 2018, 36, pp. 143-162

ABSTRACT: The Griffon Vulture Gyps fulvus *breeding population in La Rioja increased steadily since the first surveys in 1979, but in 2007 it showed a reduction for the first time. The aim of the current work was to obtain the size, distribution and main reproductive parameters of the breeding population in 2014 and evaluate the changes that occurred between 2007 and 2014. The census included the colonies surveyed in 2007 plus others formed later, accounting 1,128 couples, an increase of 76.5% over 2007. The colonization of two new areas was confirmed, the upper basins of Najerilla and Iregua. These changes coincided with the implementation of regional measures to increase the supply of carrion after the removal and destruction of livestock carcasses required by European regulations (2002/1774/CE). These measures could have contributed to accelerate the increase in the number of pairs and breeding range of the species observed in La Rioja.*

Key words: Eurasian Griffon, survey, La Rioja, Spain, Bovine Spongiform Encephalopathy.

Palabras clave: Buitre leonado, censo, La Rioja, España, Encefalopatía Espongiforme Bovina.

ZUBÍA Nº 36
ISSN 0213-4306 Fecha de publicación: 2018-12-15
Las palabras que se citan se pueden reproducir sin restricción alguna

CDU 598 (460.21)

DAVID MAZUELAS, ÓSCAR GUTIÉRREZ, SERGIO LLORENTE, LIDIA RONCERO

Comunidad de paseriformes invernantes en un humedal del valle del Ebro: el carrizal de Cofín, La Rioja (España)

Community of hibernating passerine birds in a wetland from Ebro's Valley: el carrizal de Cofín, La Rioja (Spain)

ZUBÍA, 2018, 36, pp. 163-177

*ABSTRACT: The Carrizal de Cofín, located in Ebro s Valley (La Rioja), is a long reed bed with great value for the migration and hibernated passerine birds that had not been assessed before. Between 2011 and 2018 the capture and banding of these birds from October to February has allowed to confirm the importance and potentiality of the wetland in that period. More of the half of the captures were of Common Reed Bunting (*Emberiza schoeniclus*) and Eurasian Penduline Tit (*Remiz pendulinus*). Including one specimen of Eastern Iberian Reed Bunting (*Emberiza schoeniclus witherbyi*).*

*Other outstanding species, either for number or importance, were: Bearded Reedling (*Panurus biarmicus*), Bluethroat (*Luscinia svecica*) and Water Pipit (*Anthus spinoletta*).*

The high rates of recaptures registered make us think of the good ecological conditions of the wetland for these hibernating birds of the Center and North of Europe, specially for R. pendulinus. *During this period, several species find in the reed bed the optimum place where being protected and spending the night and, in their environment, appropriated areas for camping and feeding.*

*Key words: Carrizal de Cofín, Valle del Ebro, hibernating birds, recaptures, Common Reed Bunting (*Emberiza schoeniclus*), Penduline Tit (*Remiz pendulinus*), Bearded Reedling (*Panurus biarmicus*).*

Palabras clave: Carrizal de Cofín, Valle del Ebro, aves invernantes, recapturas, escribano palustre (*Emberiza schoeniclus*), pájaro-moscón europeo (*Remiz pendulinus*), bigotudo (*Panurus biarmicus*).

CDU 568.19 (460.21)

MIREIA FERRER VENTURA, ANGÉLICA TORICES HERNÁNDEZ, RAÚL SAN JUAN PALACIOS, PABLO NAVARRO LORBÉS

La conservación y restauración en el yacimiento de la Virgen del Campo (Enciso, La Rioja). Intervención actual y perspectivas futuras

The conservation and restoration in the site of la Virgen del Campo (Enciso, La Rioja). Current actions and perspectives for the future

ZUBÍA, 2018, 36, pp. 179-196

ABSTRACT: La Rioja has one of the most important paleoichnological records of all the world. One of its main sites is La Virgen del Campo (Enciso, La Rioja). After the last campaign done in 2014, the conservation and restoration of this site was resumed in July 2017, working with its environmental and anthropic problems. It was analyzed the actions carried out in the past, as well as the actual status of the site. After this study, it was carried out a mechanical cleaning in both the northern and southern parts of the site, and also a physical-chemical cleaning in the southern part. The anthropogenic damage observed shows that the past interventions did not adjust well to the conservation needs of the site. To work this aspect of the problematic, as well as the application of protocols and materials of the conservation and restoration in a new way to the paleontology, are some of the future perspectives proposed to be carried out in the future campaigns.

Key words: conservation and restoration, La Rioja, stone, paleontology, dinosaur footprint sites.

Palabras clave: conservación y restauración, La Rioja, piedra, paleontología, yacimientos de icnitas de dinosaurio.

ZUBÍA N° 36
ISSN 0213-4306 Fecha de publicación: 2018-12-15
Las palabras que se citan se pueden reproducir sin restricción alguna

CDU 616.98 : 578.827.1

CATALINA RENATA ELIZALDE, JUANA HERNÁNDEZ, MARÍA JOSÉ PUENTE, JOSÉ ANTONIO OTEO

Prevalencia del virus del papiloma humano (VPH) en mujeres entre 35 y 65 años con cribado inadecuado de cáncer de cuello de útero en La Rioja

Prevalence of human papilloma virus (HPV) in women between 35 and 65 years old with inappropriate screening of cervical cancer in La Rioja

ZUBÍA, 2018, 36, pp. 197-212

ABSTRACT: The human papillomavirus (HPV) is necessary to cause a woman developing cervical cancer. The aim of the study was to estimate the prevalence of cervical HPV infection and HPV type-specific distribution among women who have not performed an adequate cytological screening for cervical cancer in the Autonomous Community of La Rioja (Spain). The results of the HPV analysis have been evaluated in the samples of women with inadequate screening for cervical cancer (CCU). The study includes a total of 1000 samples of cervical smears, collected in the period between November 2014 and November 2015 in the gynecological consultations of the San Pedro Hospital (HSP). Patients who attended the consultations of the "Healthy Woman" program (CCC consultations) of the Rioja Health Service, as well as those derived from Primary Care, were included as long as they fulfilled the conditions of entry into the study: to be older than 35 years and under 65 and without previous cytology for 3 or more years (inadequate screening of CCU). Liquid-based cervical samples were collected and analyzed for cytology, HPV detection and genotyping. HPV genotyping was determined using CLART 2 (Genomics). 1.000 samples were analyzed and 130 of them resulted positive for HPV, corresponding to a prevalence of 13% in the female population. According to their oncogenic capacity, they were subclassified into high-risk oncogenic viruses (HPV-AR), intermediate-risk viruses (HPV-IR) and low-risk oncogenic viruses (HPV-BR). Of these 130 positive samples, 102 were positive for HPV-AR, 49 for HPV-BR and 11 for HPV-IR. Regarding the study by genotypes of HPV, the most frequent type of HPV was the 16 followed by 33, 6, 45, 18, 35, 39, 52, 58, 11, 53, 68, 31, 66, 56 , 83, 51, 84, 42, 61, 70, 72, 59, 44, 64, 89, 40, 62, 71, 81, 85, 82. Stratifying the sample by risk genotypes, 16, 33, 45 and 18 were the genotypes that were most frequently amplified. HPVs associated with a high risk of cell transformation were found in greater proportion than those of intermediate-low risk. The prevalence was inversely related to the age of the women in the screening. The presence of multiple HPV infections was demonstrated in two thirds of the women who carry HPV. 62.30% of the patients presented infection by multiple genotypes of HPV while the remaining 37.7% had infections by a single genotype. The average of genotypes in patients with multiple infection was 1.95 genotypes. The 95.06% of patients with multiple infection were infections with predominance of the HPV-HR genotype. Our data are the first obtained in Spanish in patients with inadequate screening for cervical cancer found within the scope of implementation of a structured population screening. These results would serve as a reference for future prevalence studies and to evaluate the future impact of HPV vaccination campaigns.

Key words: human papillomavirus (HPV), cervical intraepithelial neoplasia, cervical cancer, HPV infections, HPV screening, HPV prevalence, tumoral viral infections, epidemiology.

Palabras clave: virus del papiloma humano (VPH), neoplasia cervical intraepitelial, cáncer de cuello de útero, infecciones por VPH, cribado VPH, prevalencia VPH, infecciones tumorales por virus, epidemiología.

CDU 929 Pastor, Julio

ERNESTO GARCÍA CAMARERO

Julio Rey Pastor en Madrid, después de la Guerra Civil (en la década de los 50)

Julio Rey Pastor in Madrid, after the Spanish Civil War (in the decade of fifties)

ZUBÍA, 2018, 36, pp. 213-230

ABSTRACT: The present brief is on Julio Rey Pastor's activity during the fifties of the last century, when he returned from Argentina to Spain devastated by Civil War and with its main scientists in exile. Rey Pastor has returned to Spain in an attempt to help to reconstruct the institutions and gather people to collaborate with such tasks. The fields of his activity were the following: Applied Mathematics *at CSIC and* History of Science *at the University. He ruled the Institute of Calculation of CSIC (in 1955 he attempted to install an electronic computer), he founded the* Spanish Society of Applied Mathematics *(SEMA), and he promoted several scientific magazines. At the University he created the* Seminar of History of Science *devoted to the History of Cartography, Spanish Science in XIX century, and discovery and colonization of America. Political changes removed him from these unfinished activities whereby he returned to Argentina.*

Key words: Spanish Civil War, History of Spanish Science, Institute of Calculation at CSIC, Spanish Society of Applied Mathematics, Seminar of History of Science.

Palabras clave: Guerra Civil española, Historia de la Ciencia española, Instituto de Cálculo del CSIC, Sociedad Española de Matemática Aplicada, Seminario de Historia de la Ciencia.

CDU 618.146 - 006.6

ANA CRISTINA RUIZ PEÑA, MARÍA JOSÉ PUENTE MARTÍNEZ, MARIANO LAGUNA OLMOS, MARÍA LUISA CUARTERO ITURRALDE, MARÍA GÓMEZ VALDEMORO, MARÍA ANTONIA ARETIO ROMERO

Violencia de género: ¿es útil realizar un cribado?

Gender violence: is screening useful strategy?

ZUBÍA, 2018, 36, pp. 233-245

ABSTRACT: Gender violence is an instrumental behaviour that introduces inequality in an interpersonal relationship and it is recognized by the WHO as a public health problem.

The health services of La Rioja decided to carry out an opportunistic screening program to tackle this problem for which they used the short version of the WAST questionnaire (Women Abuse Screening Tool). The results obtained were overwhelming: 5.906 questionnaires were collected in a week and 7.63% were classified as alarm cases.

Public health is an adequate environment to offer help and propose solutions, so it is essential to continue researching screening programs to help solving the problem because we have poor data to assess its magnitude.

Key words: Gender violence, screening, public health.

Palabras clave: Violencia de género, cribado, sanidad pública.

REVISTA ZUBÍA
NORMAS DE PUBLICACIÓN

Los trabajos no habrán sido presentados y/o publicados en otra revista. Serán evaluados por, al menos, dos evaluadores externos expertos en el tema. En caso de opiniones opuestas entre ambos revisores, se contactará con un tercero para poder alcanzar una decisión.

Los originales aceptados después del proceso de revisión quedan como propiedad de la Revista Zubía y no podrán ser reproducidos total o parcialmente sin permiso de esta publicación. La revista, en virtud de un acuerdo con la Universidad de La Rioja, irá haciendo aparecer en internet (DIALNET) los artículos de forma íntegra.

Para su publicación, los trabajos **serán enviados por correo electrónico** a la dirección: publicaciones.ier@larioja.org. En caso de exceder el tamaño permitido en el buzón del correo, se puede adjuntar el cuerpo central del manuscrito en dicho e-mail y las figuras/tablas/fotografías podrán ser enviadas a través de *dropbox* u otra plataforma similar identificando correctamente el manuscrito al que pertenecen. Deberán estar escritos en castellano, a doble espacio, en letra Times New Roman tamaño 12, notas en Times New Roman tamaño 10. La extensión total de los trabajos no deberá superar las 25 páginas, incluidas tablas, figuras, fotografías, referencias bibliográficas y apéndices si los hubiera, aunque pueden publicarse artículos de mayor extensión si su interés así lo aconseja. Todas las líneas del manuscrito han de ser numeradas sucesivamente.

La primera página incluirá el título en español y en inglés. A continuación, figurará el autor/es, indicando con un asterisco el autor de referencia (*corresponding author*) del que habrá que incluir los datos de lugar de trabajo, dirección postal y correo electrónico y quien será la persona de contacto de la revista para llevar a cabo las revisiones pertinentes del manuscrito. En la segunda página se presentarán dos resúmenes, en español e inglés, y las palabras clave que definan el trabajo, también en ambos idiomas. La extensión máxima de los resúmenes será de 150 palabras cada uno y las palabras clave entre tres y cinco.

Los apartados para los artículos originales serán: 1. INTRODUCCIÓN, 2. METODOLOGÍA, 3. RESULTADOS, 4. DISCUSIÓN, 5. CONCLUSIONES, 6. AGRADECIMIENTOS y finalmente, sin número de apartado, las REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. Si existen conflictos de intereses, han de especificarse en el manuscrito. En los artículos de revisión, no será necesario cumplimentar todos los apartados anteriormente citados. Los epígrafes se numerarán jerárquicamente y responderán a la siguiente tipología: **1. MAYÚSCULAS Y NEGRITA; 1.1. Minúsculas y negrita;** 1.1.1. Minúsculas y cursiva; a) Minúsculas normal.

Las tablas, figuras y fotografías se numerarán de forma correlativa y deberán ser de muy buena calidad. En el texto se indicará el lugar en el que deben ir colocadas en la publicación final.

Las citas bibliográficas en el texto se harán con el autor y entre paréntesis el año de publicación: Camiña (2004) o bien el autor y el año todo entre paréntesis (Camiña, 2004). Si el trabajo corresponde a más de dos autores, se especificará el primero, añadiendo posteriormente *et al*. Al final del texto se incluirán las referencias bibliográficas **por orden alfabético**, indicando el nombre de la revista en cursiva y de acuerdo con el siguiente modelo:

- Gallart, F. (1990). El papel de los sucesos lluviosos de baja frecuencia en la evolución geomorfológica de las áreas de montaña. En: *Geoecología de las áreas de montaña* (García Ruiz, J.M., ed.). Geoforma ediciones, Logroño, 95-113.
- García, R. y Del Lemus, M.C. (1986). Flora biológica y sus comunidades de encinares de La Rioja. *Zubía*, 4, 69-86.