



---

**Universidad de Valladolid**

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍAS AGRARIAS DE SORIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROFORESTALES

TESIS DOCTORAL:

**ANÁLISIS DE LA SINIESTRALIDAD PROVOCADA POR LA  
IRRUPCIÓN DE ESPECIES CINEGÉTICAS (CIERVO, CORZO  
Y JABALÍ) EN LAS CARRETERAS DE LA PROVINCIA DE  
SORIA. APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTORAS.**

Presentada por Adolfo Mercado Santamaría para optar al grado de  
doctor por la Universidad de Valladolid

Dirigida por:  
Dra. Begoña Asenjo Martín

D.<sup>a</sup> Begoña ASENJO MARTÍN, Profesora Titular de Universidad del Departamento de Ciencias Agroforestales, de la Escuela Universitaria de Ingenierías Agrarias de Soria (Universidad de Valladolid).

CERTIFICA: Que la presente Memoria de Tesis Doctoral titulada “Análisis de la siniestralidad provocada por la irrupción de especies cinegéticas (ciervo, corzo y jabalí) en las carreteras de la provincia de Soria. Aplicación de medidas correctoras”, elaborada por el Ingeniero Agrónomo, D. Adolfo MERCADO SANTAMARÍA, ha sido realizada bajo su dirección y cumple las condiciones exigidas para optar al grado de Doctor por la Universidad de Valladolid.

Para que así conste, firma la presente en Soria, a doce de septiembre de dos mil once.

Fdo.: Begoña ASENJO MARTÍN



*A mi familia*

---

Quiero mostrar mi agradecimiento:

A la Doctora Begoña Asenjo, como amiga, que me animó a la realización de la tesis y como directora de la tesis, por su dedicación y buen criterio.

A Héctor Ciria por su gran colaboración y ayuda desinteresada.

A la Jefatura Provincial de Tráfico de Soria por los datos facilitados y en particular a Fernando Domínguez por su predisposición desde el primer momento en ayudarnos, su interés y eficiencia en proporcionarnos los datos necesarios.

Al Servicio Territorial de Medio Ambiente de la provincia de Soria, a Juan Carlos Lafuente como responsable de la Sección de Vida Silvestre y a todas las personas que nos han ayudado desde el mismo.

Al Doctor Edgar Martínez por su inapreciable ayuda en el análisis estadístico.

Al Centro Internacional de Estudios de Derecho Ambiental (CIEDA), a Alberto Molina y Eva Blasco, por su inestimable ayuda en el análisis del régimen jurídico.

Al Servicio Territorial de Agricultura y Ganadería de Soria y especialmente a Alicia Gómara.

A Carmen Sánchez, Directora de la biblioteca del Campus Duques de Soria.

Al personal del Servicio de Fomento de la Delegación Territorial de la Junta de Castilla y León en Soria, a Luis Benito por las facilidades que nos ha dado.

A la Unidad de Carreteras en Soria de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, a Benedicto Elvira.

Al personal de la Diputación Provincial de Soria, al jefe de Servicio de Vías Provinciales, Nemesio Gil.

A Alfredo del Campo.

A FEDENCA, a José Luis Garrido.

Al Doctor Ignacio Alonso Fernandez-Coppel.

Al Doctor José Miguel Olano.

Doy las gracias a mi familia y amigos que solamente con el hecho de preguntarme me animaron a la realización de este trabajo.

**ÍNDICE**

**ÍNDICE**

<b>RESUMEN</b>	<b>i</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>ii</b>
<b>ABREVIATURAS ESPECÍFICAS</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>x</b>
<b>I.- INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>7</b>
1.- <b>ÁREA DE ESTUDIO</b>	<b>8</b>
1.1.- <b>SITUACIÓN, EXTENSIÓN Y DIVISIÓN ADMINISTRATIVA</b>	<b>8</b>
1.2.- <b>CLIMATOLOGÍA</b>	<b>10</b>
1.3.- <b>OROGRAFÍA</b>	<b>11</b>
1.4.- <b>EDAFOLOGÍA</b>	<b>13</b>
1.5.- <b>HIDROGRAFÍA</b>	<b>13</b>
1.6.- <b>CULTIVOS Y APROVECHAMIENTOS</b>	<b>15</b>
2.- <b>RED VIARIA EN LA PROVINCIA DE SORIA</b>	<b>22</b>
3.- <b>ESTADO CINEGÉTICO</b>	<b>27</b>
3.1.- <b>TERRENOS CINEGÉTICOS</b>	<b>28</b>
3.2.- <b>SOCIOECONOMÍA DE LA CAZA</b>	<b>32</b>
3.3.- <b>LICENCIAS DE CAZA</b>	<b>32</b>
3.4.- <b>CAPTURAS</b>	<b>34</b>
3.5.- <b>PERIODOS HÁBILES DE CAZA</b>	<b>36</b>
4.- <b>RÉGIMEN JURÍDICO</b>	<b>38</b>
4.1 <b>VARIABLES DEL HECHO Y RESPALDO NORMATIVO</b>	<b>38</b>
4.1.1.- <b>El accidente por atropello</b>	<b>38</b>
4.1.2.- <b>La responsabilidad</b>	<b>39</b>
4.2.- <b>EVOLUCIÓN EN LA REGULACIÓN DE LA RESPONSABILIDAD CIVIL CINEGÉTICA EN CASTILLA Y LEÓN</b>	<b>44</b>
4.2.1.- <b>El Código Civil y la Ley de Caza de 1970</b>	<b>44</b>
4.2.2.- <b>La Ley Autonómica de Caza de 1996</b>	<b>45</b>

4.2.3.- La disposición adicional sexta de la Ley 19/201, de 19 de diciembre ..	46
4.2.4.- La Ley 14/2001, de 28 de diciembre, de Medidas Económicas, Fiscales y Administrativas de Castilla y León.....	46
4.2.5.- La disposición adicional novena del texto articulado de la ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de dos de marzo, introducida por el artículo único, apartado veinte, de la Ley 17/2005 por la que se regula el permiso y la licencia de conducción por puntos.....	47
4.2.6.- La ley 13/2005, de 27 de diciembre, de Medidas Financieras de Castilla y León.....	48
4.2.7.- La ley 10/2009 de 17 de diciembre de Medidas Financieras .....	48
4.2.8.- Ley 19/2010, de 22 de diciembre, de Medidas Financieras y de Creación del Ente Público Agencia de Innovación y Financiación Empresarial de Castilla y León.....	49
4.3.- LEGISLACIÓN AUTONÓMICA COMPARADA .....	49
4.4.- LEGISLACIÓN EUROPEA COMPARADA.....	55
5.-HÁBITAT .....	62
5.1.- CONCEPTO DE HÁBITAT .....	62
5.2.- DESPLAZAMIENTOS DE ANIMALES .....	63
5.3.- FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT .....	64
5.4.- EFECTOS DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE SOBRE LA FAUNA Y SUS HÁBITATS.....	65
6.- BIOLOGÍA DE LAS ESPECIES OBJETO DEL ESTUDIO.....	69
6.1.- CIERVO IBÉRICO ( <i>Cervus elaphus hispanicus</i> Linnaeus, 1758) .....	69
6.1.1.- Descripción taxonómica.....	69
6.1.2.- Distribución.....	70
6.1.3.- Descripción.....	72
6.1.4.- Hábitat .....	73
6.1.5.- Alimentación .....	74
6.1.6.- Biología .....	74
6.1.7.-Ritmos de actividad, uso del espacio y movilidad .....	75
6.2.-CORZO ( <i>Capreolus capreolus</i> Linnaeus, 1758) .....	77
6.2.1.- Descripción taxonómica.....	77
6.2.2.- Distribución.....	77
6.2.3.- Descripción.....	80
6.2.4.- Hábitat .....	80
6.2.5.- Alimentación .....	81
6.2.6.- Biología .....	81
6.2.7.-Ritmos de actividad, uso del espacio y movilidad .....	82
6.3 JABALÍ ( <i>Sus scrofa</i> Linnaeus, 1758).....	85
6.3.1.- Descripción taxonómica.....	86

6.3.2.- Distribución .....	87
6.3.3.- Descripción.....	88
6.3.4.- Hábitat .....	89
6.3.5.- Alimentación .....	90
6.3.6.- Biología .....	90
6.3.7.-Ritmos de actividad, uso del espacio y movilidad .....	91
<b>7.- MEDIDAS CORRECTORAS .....</b>	<b>93</b>
7.1.- INTRODUCCIÓN .....	93
7.2.- TIPOS DE MEDIDAS.....	95
7.2.1.- Medidas sobre el tráfico .....	95
7.2.2.- Medidas sobre la fauna.....	98
7.2.3.- Medidas sobre la vía.....	99
7.3.- PROPUESTAS PARA MINIMIZAR EL RIESGO DE COLISIÓN DE VEHÍCULOS CON ANIMALES SALVAJES .....	113
<b>III.- OBJETIVOS .....</b>	<b>115</b>
1.- OBJETIVOS GENERALES .....	116
2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	116
<b>IV.-MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>118</b>
1.- BASE DE DATOS .....	119
2.- DETERMINACIÓN DE LOS TRAMOS DE CONCENTRACIÓN DE ACCIDENTES CON ANIMALES .....	120
2.1.- DETERMINACIÓN DE PUNTOS NEGROS .....	121
2.2.- DETERMINACIÓN DE PUNTOS BLANCOS .....	122
2.2.1.- Determinación de los tramos blancos .....	122
2.2.2.- Determinación de puntos blancos en cada tramo .....	122
3.- CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT.....	123
3.1.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	127
3.1.1.- Análisis descriptivo .....	128
3.1.2.- Análisis de correlación entre variables.....	128
3.1.3.- Análisis de varianza .....	128
3.1.4.- Análisis predictivo.....	128
3.1.5.- Determinación de la escala de valores del n° acc/km e Ip.....	129

4.- CULTIVOS Y PRODUCCIONES .....	130
5.- TERRENOS CINEGÉTICOS Y NÚMERO DE CAPTURAS .....	130
6.- EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS APLICADAS .....	131
<b>V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>134</b>
1.- DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE ACCIDENTES EN CASTILLA Y LEÓN Y EN LA PROVINCIA DE SORIA .....	135
2.- DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DEL NÚMERO DE ACCIDENTES.....	138
2.1.- ANUAL .....	138
2.1.1.- Distribución del número de accidentes por grupo de animales.....	139
2.1.2.- Distribución del número de accidentes por especies.....	141
2.2.- MENSUAL .....	144
2.2.1.- Ciervo .....	145
2.2.2.- Corzo .....	146
2.2.3.- Jabalí.....	148
2.3.-SEMANAL .....	149
2.4.- CIRCADIANA .....	150
3.- DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL NÚMERO DE ACCIDENTES .....	154
4.- TRAMOS DE CONCENTRACIÓN DE ACCIDENTES CON ANIMALES .....	157
4.1.- PUNTOS NEGROS .....	162
4.2.- TRAMOS BLANCOS .....	164
4.2.1.- Puntos blancos .....	166
5.- CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT CIRCUNDANTE A LOS PUNTOS SELECCIONADOS .....	169
5.1.- USOS DEL SUELO EN LOS PNacc .....	169
5.2.- USOS DEL SUELO EN LOS PBacc .....	172
5.3.- USOS DEL SUELO EN LOS PNip .....	173
5.4.- USOS DEL SUELO EN LOS PBip.....	175
5.5.- CARACTERÍSTICAS DE LOS USOS DEL SUELO EN EL ÁREA-1000 Y EN LA BANDA-100 .....	176
5.6.- ECOTONO .....	177
6.- CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA.....	179

7.- COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE LAS DISTINTAS VARIABLES QUE CARACTERIZAN LOS PUNTOS SELECCIONADOS .....	182
8.- RELACIÓN DE LAS VARIABLES QUE CARACTERIZAN EL HÁBITAT Y DE LA CURVATURA CON LOS PUNTOS SELECCIONADOS .....	184
9.- ANÁLISIS PREDICTIVO .....	187
9.1.- MODELOS GENERADOS PARA PREDECIR EL N° ACC/KM.....	190
9.2.- MODELOS GENERADOS PARA PREDECIR EL IP .....	192
9.3.- MODELOS SIN CONSTANTE GENERADOS PARA PREDECIR EL IP .....	194
10.- ESCALA DE VALORES DEL IP .....	197
11.- DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO .....	199
12.- CARACTERÍSTICAS CINEGÉTICAS .....	200
13.- VALORACION DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS APLICADAS.....	204
13.1.- VALLADOS .....	204
13.1.1.- Carreteras de la red nacional .....	204
13.1.2.- Carreteras de la red autonómica .....	206
13.2.- BARRERAS DE OLOR Y ESPEJOS .....	207
13.2.1.- Carreteras de la red nacional .....	207
13.2.2.- Carreteras de la red autonómica .....	209
13.2.3.- Carreteras de la red provincial de la Diputación .....	210
13.3.- INSTALACIÓN DE PRISMAS REFLECTANTES.....	211
13.3.1.- Carreteras de la red nacional .....	211
13.4.- PASOS DE FAUNA .....	213
13.4.1.- Carreteras de la red autonómica .....	213
13.5.- SEÑALIZACIÓN .....	214
14.- PROPUESTAS DE MEDIDAS CORRECTORAS .....	215
14.1.- PROPUESTAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	216
14.1.2.- Medidas comunes .....	216
14.1.3.- Medidas específicas.....	217
<b>VI.- CONCLUSIONES .....</b>	<b>227</b>
<b>VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>231</b>

**ANEXOS:**

ANEXO I: PLANO 1: LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS NEGROS Y BLANCOS DE SINIESTRALIDAD CON CIERVO, CORZO Y JABALÍ EN LA PROVINCIA DE SORIA EN EL PERIODO 2000-2007.

ANEXO II: DOCUMENTACIÓN GRÁFICA DE LOS PUNTOS NEGROS Y PROPUESTAS DE MEDIDAS CORRECTORAS.

## **RESUMEN**

La frecuencia con que se producen accidentes de tráfico en los que se ven implicados animales salvajes ha aumentado en los últimos años de manera exponencial en algunas zonas. En el periodo 2000-2007 se registraron 4.776 siniestros con animales en la provincia de Soria, destacando el año 2005 con 714 siniestros.

A partir de los datos proporcionados por la Dirección Provincial de Tráfico sobre los siniestros con animales, se analiza la distribución temporal y espacial de los siniestros con especies cinegéticas (ciervo, corzo y jabalí) en la red de carreteras de la provincia de Soria.

En el periodo de estudio considerado, se han determinado los tramos de concentración de accidentes con animales salvajes (ciervo, corzo y jabalí) en las carreteras de la provincia. Estos tramos se han clasificado en función del número de accidentes por kilómetro así como en función del índice de peligrosidad, teniendo en cuenta la intensidad de tráfico en la red de carreteras. También se han determinado los puntos de máxima y mínima siniestralidad, puntos negros y blancos de dichos tramos.

Utilizando la información proporcionada por el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos, los datos del Mapa Forestal y la base cartográfica del Centro Nacional de Información Geográfica de la provincia de Soria se ha caracterizado el hábitat que rodea a los puntos determinados, tanto en un área de 1000 m de radio como en una banda de 100 m de anchura a ambos lados de la carretera, utilizando para ello un Sistema de Información Geográfica.

La influencia de factores como la actividad cinegética, las producciones agrícolas, el ecotono y la curvatura de la carretera ha sido estudiada en relación con la siniestralidad en los distintos puntos determinados.

Teniendo en cuenta las variables estudiadas, que pueden influir en la siniestralidad de un tramo de carretera, se ha realizado un análisis estadístico para desarrollar un modelo matemático que nos permita valorar la peligrosidad de un punto dado de una carretera, habiéndose observado que el índice de peligrosidad de un punto en una carretera va a estar directamente relacionado con la superficie de bosque que se encuentra en las inmediaciones del mismo.

Por último, se han valorado las medidas correctoras aplicadas por las distintas administraciones, en la red de carreteras de la provincia de Soria durante el periodo 2000-2007 y en base a los resultados obtenidos en este estudio, se proponen posibles soluciones para minimizar el riesgo de colisión con animales salvajes en los puntos negros determinados.

## **SUMMARY**

Traffic collisions with wild animals have increased steeply in recent years. In Soria province, 4776 accidents with animals took place between 2000 and 2007, with as much as 714 accidents in 2005.

We used a data set provided by Dirección Provincial de Tráfico recording vehicle collisions with wild animals, in order to analyze the temporal and spatial patterns of accidents with game species (deer, roe deer and wild boar) in Soria road network for the 2000-2007 period.

We determined road sections with high accident numbers. Road sections were classified according to absolute accident numbers per kilometer as well as a function of risk index, taking into account the ratio between accidents and traffic intensity. We also identified the points of maximum and minimum vehicle collisions, black and white points of these sections.

We used information provided by the crop and land use map, the forest map and National Center for Geographic Information to characterize the habitat surrounding points with different accident intensity. We used a Geographic Information System to measure characteristic at two scales, a large area of 1000 m radius defining the conditions of the landscape surrounding the point and a smaller band 100 m wide on both sides of the road defining road conditions.

The influence of factors such as hunting activity, agricultural production, ecotone features and curvature of the road was then used to model their incidence in traffic collisions with ungulates.

This allowed obtaining a model that assessed the risk of a particular road stretch.

Finally, we assessed the effect of the corrective measures implemented by different administrations in Soria province road network during the 2000-2007 period. Based on these results, we propose possible solutions to minimize collision risk with wild animals in the black-spots.

## **ABREVIATURAS ESPECÍFICAS**

AFM: Árbol fuera de monte

C, C, J: Ciervo, corzo y jabalí

DGCN: Dirección General para la Conservación de la Naturaleza

FCCA: Fracción de cabida cubierta arbórea

Ic: Índice de curvatura

IKA: Índice kilométrico de abundancia (acc/km)

IMD: Intensidad media diaria de circulación de vehículos (vehículos/día)

Ip: Índice de peligrosidad

MFE50: Mapa forestal español 1/50000

NA: Negro por accidentes

nº acc/km: Índice kilométrico de accidentalidad, número de accidentes con ciervo, corzo y jabalí por kilómetro

NP: Negro por peligrosidad

PB: Punto blanco

PBacc: Punto blanco clasificado por concentración de accidentes

PBip: Punto blanco clasificado por índice de peligrosidad

pkm: Punto kilométrico

PN: Punto negro

PNacc: Punto negro clasificado por concentración de accidentes

PNip: Punto negro clasificado por su índice de peligrosidad

TB: Tramo blanco

TCAA: Tramo de concentración de accidentes con animales

TCAAacc: Tramo de concentración de accidentes con animales con mayor número de accidentes por km

TCAAip: Tramo de concentración de accidentes con animales, de mayor índice de peligrosidad.

TD: Temporalmente desarbolado.

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 01.- Factores que influyen en el número de atropellos, indicando los que contribuyen a aumentar (+) o a disminuir (-) la frecuencia de las colisiones.....	5
Figura 02.- Localización de la provincia de Soria en Europa .....	8
Figura 03.- Localización de la provincia de Soria en España y en la Comunidad de Castilla y León.	
Figura 04.- Provincia de Soria.....	8
Figura 05.- Distribución de terrenos cinegéticos de gestión pública en Castilla y León.....	30
Figura 06.- Distribución de terrenos cinegéticos de gestión pública en la provincia de Soria .....	31
Figura 07.- Evolución del número de licencias de caza en España.....	33
Figura 08.- Evolución del número de licencias de caza en Castilla y León.....	34
Figura 09.- Evolución del número de capturas de caza mayor y menor en Castilla y León.....	35
Figura 10.- Evolución comparada del número de licencias y el número de capturas total de caza mayor y menor en Castilla y León.....	36
Figura 11.- Representación esquemática de los efectos ecológicos primarios de las infraestructuras de transporte .....	66
Figura 12.- Mapa de distribución del ciervo en España.....	71
Figura 13.- Áreas de reproducción del ciervo en Castilla y León .....	72
Figura 14.- Mapa de distribución del corzo en España.....	78
Figura 15.- Áreas de reproducción del corzo en Castilla y León .....	79
Figura 16.- Mapa de distribución del jabalí en España.....	87
Figura 17.- Áreas de reproducción del jabalí en Castilla y León. ....	88
Figura 18. - Representación esquemática de A) fragmentación, B) medida preventiva, C) medida correctora y D) medida compensatoria .....	94
Figura 19.- Señal estándar de peligro ante la posible presencia de fauna silvestre en la calzada.....	97
Figura 20.- Señal especial que advierte de la posible presencia de fauna silvestre cruzando la calzada .....	97

Figura 21.- Vallado cinegético .....	101
Figura 22.- Señal de advertencia de vallado cinegético.....	101
Figura 23.- Reflectores de espejos y de microcristales.....	103
Figura 24.- Repelentes aplicados en postes en los márgenes de la carretera .....	104
Figura 25.- Paso canadiense .....	105
Figura 26.- Vallado ganadero .....	105
Figura 27.- Guardarrail.....	106
Figura 28.- Ecoducto de Boerskotten( Países Bajos).....	107
Figura 29.- Paso superior para la fauna en Hungría .....	107
Figura 30.- Paso superior de fauna en el parque nacional de Banff en la autopista Transcanadiense se construyó sobre una carretera ya en servicio .....	107
Figura 31.- Paso superior en la autovía León-Burgos.....	108
Figura 32.- Paso de uso mixto en Alemania.....	108
Figura 33.- Detalle de pantallas opacas en un paso de fauna (carretera CL-117).....	109
Figura 34.- Viaducto en la autovía del Atlántico, A9.....	110
Figura 35.- Paso inferior en la C-260, el Parque Natural dels Aiguamolls de l'Empordá .....	110
Figura 36.- Paso inferior combinado con una pista agrícola, República Checa.....	111
Figura 37.-Paso inferior adaptado en la carretera C-260 .....	112
Figura 38.- Tubo de drenaje adaptado .....	112
Figura 39.- Criterio de identificación TCAA .....	120
Figura 40.- Criterio de identificación de PN en los TCAA.....	122
Figura 41.- Criterio de identificación de PB en los TB .....	122
Figura 42.- Criterios de caracterización del hábitat alrededor de los PN y PB .....	123
Figura 43.- Porcentaje de accidentes producidos por ciervo, corzo y jabalí respecto del total de accidentes registrados en la comunidad de Castilla y León, en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2007.....	135

Figura 44.- Porcentaje de accidentes producidos por ciervo, corzo y jabalí respecto del total de accidentes registrados en la provincia de Soria, en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2007.....	136
Figura 45.- Distribución porcentual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en las provincias de Castilla y León, en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2007 .....	137
Figura 46.- Evolución anual del número de accidentes provocados por animales salvajes y domésticos durante el periodo de estudio en la provincia de Soria .....	138
Figura 47.- Evolución anual del número de accidentes en función del grupo de animales (salvajes o domésticos) implicado, durante el periodo de estudio, en la provincia de Soria .....	139
Figura 48.- Proporción del número total de accidentes provocados por animales salvajes y domésticos en el periodo de estudio en la provincia de Soria .....	140
Figura 49.- Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo, jabalí y otros animales salvajes en la provincia de Soria en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2007 .....	142
Figura 50.- Proporción de accidentes provocados por ciervo, corzo, jabalí y otros animales salvajes en la provincia de Soria en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2007 .....	143
Figura 51.- Distribución mensual de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.....	144
Figura 52.- Distribución mensual de accidentes provocados por ciervo en la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.....	146
Figura 53.- Distribución mensual de accidentes provocados por corzo en la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.....	147
Figura 54.- Distribución mensual de accidentes provocados por jabalí en la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.....	148
Figura 55.- Distribución semanal de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.....	149
Figura 56.- Distribución semanal de accidentes provocados conjuntamente por ciervo, corzo y jabalí en la provincia de Soria en el periodo 2000-2007 .....	150
Figura 57.- Distribución horaria de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.....	152
Figura 58.- Porcentaje de accidentes provocados conjuntamente por ciervo, corzo y jabalí, en función del número de horas de luz, en la provincia de Soria en el periodo comprendido entre 2000 y 2007 .....	152

Figura 59.- Distribución de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en función del tipo de vía, durante el periodo de estudio en la provincia de Soria .....	155
Figura 60.- Longitud (km) de la red de carreteras en la provincia de Soria.....	155
Figura 61.- Mapa de interpretación del medio ambiente a través de la red de carreteras... .....	160
Figura 62.- Distribución (%) de los usos del suelo en un círculo de 1000 m de radio en torno a los PNacc .....	169
Figura 63.- Distribución (%) de los usos del suelo en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera en torno a los PNacc.....	170
Figura 64.- Distribución (%) de los usos del suelo en un círculo de 1000 m de radio en torno a los PBacc .....	172
Figura 65.- Distribución (%) de los usos del suelo en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera en torno a los puntos blancos PBacc .....	173
Figura 66.- Distribución (%) de los usos del suelo en un círculo de 1000 m de radio en torno a los PNip .....	174
Figura 67.- Distribución (%) de los usos del suelo en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera en torno a los PNip.....	174
Figura 68.- Distribución (%) de los usos del suelo en un círculo de 1000 m de radio en torno a los PBip .....	175
Figura 69.- Distribución (%) de los usos del suelo en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera en torno a los PBip .....	176
Figura 70.- Longitud de ecotono (m) en un círculo de 1000 m de radio en torno a los puntos seleccionados.....	178
Figura 71.- Longitud de ecotono (m) en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera en torno a los puntos seleccionados.....	178
Figura 72.- Índice de curvatura de la carretera en una longitud de 1000 m a cada lado del punto seleccionado .....	179
Figura 73.- Localización de los puntos seleccionados en carreteras de primer y segundo orden.....	180
Figura 74.- Índice de curvatura según el tipo de carretera.....	181
Figura 75.- Representación de componentes principales en espacio rotado .....	189
Figura 76.- Correlación entre el Ip real y el Ip generado por el modelo.....	196
Figura 77.- Diagrama de Tukey para la distribución del Ip .....	198

Figura 78.- Evolución anual de los rendimientos de trigo y cebada en toneladas por hectárea y del número de accidentes provocados por animales salvajes durante el periodo 2000-2007 en la provincia de Soria .....	199
Figura 79.- Evolución del número de capturas registradas en los cotos circundantes a los distintos tipos de puntos estudiados, a lo largo del periodo 2000-2007 .....	201
Figura 80.- Evolución del número de accidentes registrados en los distintos tipos de puntos estudiados, a lo largo del periodo 2000-2007 .....	201
Figura 81.- Evolución del número de accidentes y capturas registrados conjuntamente en los cuatro tipos de puntos estudiados a lo largo del periodo 2000-2007.....	202
Figura 82.- Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera N-234 en los tramos en los que se instaló vallado en el año 2002: pkm 368,100 al 368,860, ambas márgenes (noviembre-2002); pkm 369,370 al 371,200, ambas márgenes (noviembre-2002).....	204
Figura 83.- Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera N-234 en los tramos en los que se instaló vallado en el año 2004: pkm 367,460 al 368,100, ambas márgenes (mayo-2004) .....	205
Figura 84.- Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera N-234 en los tramos en los que se instaló vallado en el año 2005: pkm 399,440 al 401,600, margen derecha (octubre-2005) .....	205
Figura 85.- Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera N-234 en los tramos en los que se instaló vallado en el año 2006: pkm 362,560 al 363,650, margen derecha (mayo-2006); pkm 362,260 al 362,560 margen izquierda (mayo-2006); pkm 371,200 al 372,070, margen izquierda (junio-2006); pkm 371,996 al 372,238, margen derecha (noviembre-2006).....	206
Figura 86.- Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera SO-920 en los tramos en los que se instaló vallado en el año 2005: pkm 29,000 a pkm 32,800, margen derecho (septiembre 2005).....	207
Figura 87.- Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera N-111 en los tramos donde se instalaron barreras de olor en 2002: pkm 194,500 al pkm 210,650 .....	208
Figura 88.- Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera N-111 en los tramos donde se instalaron barreras de olor en 2003: pkm 211,500 al pkm 219,000 .....	208
Figura 89.- Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en los tramos de carreteras de la red autonómica donde se colocaron, en ambas márgenes, estacas con espejos (junio 2002) y barreras de olor (octubre 2002): CL-101: pkm 13,500 a pkm 17,600; pkm 61,700 a pkm 66,740. CL- 116: pkm 4,100 a pkm 16,700; pkm 21,100 a pkm 23,600; pkm 28,000 a pkm 28,800; pkm 35,100 a pkm 35,700; pkm 71,100 a pkm 74,200. SO-100: pkm 6,000 a pkm 12,600; pkm 19,000 a pkm 25,300. SO-110: pkm 3,180 a pkm 8,780. SO-820: pkm 31,800 a 31,900. CL-117: pkm 37,480 a 38,780; pkm 54,060 a pkm 59,810. SO-920: pkm 5,200 a pkm 10,595 .....	

.....	209
Figura 90.- Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en los tramos de carreteras de la red provincial de la Diputación donde se colocaron, en ambas márgenes, barreras de olor (abril 2003): SO-P-1001: pkm 0,500 a 3,500; SO-P-3001: pkm 1,500 a pkm 4,000; SO-P-2001: pkm 0,000 a pkm 5,500.....	
.....	210
Figura 91.- Detalle de falta de mantenimiento en estaca con espejo reflectante.....	211
Figura 92.- Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera N-111, en los tramos en los que se instalaron prismas reflectantes de color rojo, en ambas márgenes, en octubre de 2002: pkm 238,700 al pkm 242,100 .....	
.....	212
Figura 93.- Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera N-111, en los tramos en los que se instalaron prismas reflectantes de color blanco, en ambas márgenes, en julio de 2004: pkm 194,500 al pkm 205,200 ....	
.....	212
Figura 94.- Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera N-122, en los tramos en los que se instalaron prismas reflectantes de color blanco, en ambas márgenes, en julio de 2007: pkm 128,000 al 133,000 .....	213
Figura 95.- Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera CL-117 en los tramos afectados por la instalación de pasos de fauna en pkm 52,485 y en el pkm 58,900 (marzo 2006).....	214

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 01: Variables climáticas medias de la provincia de Soria .....	11
Tabla 02: Distribución superficial del territorio por zonas altimétricas en la provincia de Soria .....	12
Tabla 03: Canales de regadío, longitud y ha regadas en la provincia de Soria .....	14
Tabla 04: Tipo de usos del suelo en la provincia de Soria en el periodo 2000-2009 .....	15
Tabla 05: Longitud en km de la red de carreteras de la Comunidad Autónoma en la provincia de Soria .....	25
Tabla 06: IMD media de la red de carreteras de la provincia de Soria (veh/día) clasificada por tipo de red en el año 2007 .....	25
Tabla 07: Distribución de terrenos cinegéticos por provincias en Castilla y León en el año 2009 .....	29
Tabla 08: Periodos hábiles de caza en Castilla y León .....	37
Tabla 09: Relación entre la intensidad de tráfico y el efecto barrera en los mamíferos .	67
Tabla 10: Distribución horaria a lo largo del año de los accidentes provocados conjuntamente por ciervo, corzo y jabalí en la provincia de Soria en el periodo 2000-2007 .....	151
Tabla11: Localización, extensión, accidentes acumulados, índice de peligrosidad y nº acc/km de los TCAAacc situados en la red de carreteras de la provincia de Soria en el periodo 2000-2007 .....	157
Tabla12: Localización, extensión, accidentes acumulados, índice de peligrosidad y nº acc/km de los TCAAip situados en la red de carreteras de la provincia de Soria en el periodo 2000-2007 .....	158
Tabla13: Localización de los PNacc, punto medio, extensión, denominación, índice de peligrosidad y nº acc/km, situados en la red de carreteras de la provincia de Soria en el periodo 2000-2007 .....	163
Tabla14: Localización de los PNip, punto medio, extensión, denominación, índice de peligrosidad y nº acc/km, situados en la red de carreteras de la provincia de Soria en el periodo 2000-2007 .....	164
Tabla15: Localización, extensión, accidentes acumulados, índice de peligrosidad y nº acc/km de los TBacc situados en la red de carreteras de la provincia de Soria, en el periodo 2000-2007 .....	165

Tabla16: Localización, extensión, accidentes acumulados, índice de peligrosidad y nº acc/km de los TBip situados en la red de carreteras de la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.....	166
Tabla17: Localización de los PBacc, punto medio, extensión, denominación, índice de peligrosidad y nº acc/km, situados en la red de carreteras de la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.....	167
Tabla18: Localización de los PBip, punto medio, extensión, denominación, índice de peligrosidad y nº acc/km, situados en la red de carreteras de la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.....	168
Tabla 19: Media y error típico de la media del bosque total (%), matorral (%), herbazal (%), ribera (%), agrícola (%), artificial (%), autopistas-autovías (%), minería-escombreras- vertederos (%), prados con setos (%), prado (%) y pastizal-matorral (%) en un círculo de 1000 m de radio y en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera en torno a los puntos seleccionados. Nivel de significación en función del área/banda de estudio .....	177
Tabla 20: Coeficientes de correlación de Spearman entre las distintas variables (usos del suelo, ecotono, índice de curvatura) que caracterizan los puntos seleccionados en un círculo de 1000 m de radio y en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera y el número de accidentes por km y el índice de peligrosidad. Nivel de significación.....	183
Tabla 21: Media y error típico de la media del ecotono (m), bosque total (%), matorral (%), herbazal (%), riberas (%), agrícola (%), artificial (%), autopistas-autovías (%), minería-escombreras-vertederos (%), prados con setos (%), prado (%), pastizal matorral (%) e índice de curvatura de la carretera, en un círculo de 1000 m de radio en torno a los puntos seleccionados. Nivel de significación en función del tipo de punto (blanco ó negro) y del subtipo (número de accidentes ó índice de peligrosidad).....	185
Tabla 22: Media y error típico de la media del ecotono (m), bosque total (%), matorral (%), herbazal (%), riberas (%), agrícola (%), artificial (%), autopistas- autovías (%), minería-escombreras-vertederos (%), prados con setos (%), prado (%) y pastizal-matorral (%) en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera en torno a los puntos seleccionados. Nivel de significación en función del tipo de punto (blanco ó negro) y del subtipo (número de accidentes ó índice de peligrosidad).....	186
Tabla 23: Componentes principales y varianza total explicada .....	187
Tabla 24: Matriz de componentes principales seleccionadas.....	188
Tabla 25: Variables independientes seleccionadas.....	189
Tabla 26: Resumen de los modelos generados para predecir el nº de acc/km y R <sup>2</sup> corregida.....	190
Tabla 27: Variables y coeficiente que afecta a las mismas para los distintos modelos generados para predecir el nº de acc/km, y nivel de significación .....	191
Tabla 28: Resumen de los modelos generados para predecir el Ip y R <sup>2</sup> corregida.....	192

Tabla 29: Variables y coeficiente que afecta a las mismas para los distintos modelos generados para predecir el Ip y nivel de significación.....	193
Tabla 30: Resumen de los modelos generados sin constante para predecir el Ip y R <sup>2</sup> corregida.....	194
Tabla 31: Variables y coeficiente que afecta a las mismas para los distintos modelos generados sin constante para predecir el Ip y nivel de significación.....	195
Tabla 32: Estadísticos descriptivos del Ip.....	197
Tabla 33: Distribución en percentiles del Ip .....	198

**I.- INTRODUCCIÓN**

## **I.- INTRODUCCIÓN**

La proliferación de infraestructuras viarias, el aumento del volumen de tráfico y el aumento de la velocidad de circulación, junto con el aumento de las densidades de ungulados en toda Europa (Gill, 1990; Apollonio et al., 2010), hace que la frecuencia de accidentes de tráfico con animales salvajes haya aumentado.

No es posible ofrecer una estimación precisa del número total de colisiones que ocurren en Europa en su conjunto, aunque cabe señalar que los accidentes registrados cada año (de menos de la mitad de los países de Europa) ya se aproximan a 400.000, con lo que el número total de ungulados muertos anualmente en las carreteras europeas puede estar cerca de 1 millón (Langbein, et al., 2011).

Además del impacto sobre las poblaciones, las colisiones de vehículos con cualquiera de las diferentes especies representan un riesgo significativo para la seguridad vial y dan como resultado importantes daños a la propiedad y/o a las personas (Putman, 1997; Langbein, 2007).

Algunos datos obtenidos a partir de la policía de tránsito en Europa (excluyendo Rusia) demuestran que se producen más de medio millón de colisiones entre vehículos y ungulados cada año, causando un mínimo de 300 víctimas mortales, 30.000 heridos y daños materiales de más de mil millones de euros (GrootBriunderink y Hazebroek, 1996).

En las últimas décadas, los cambios socioeconómicos acontecidos en España han originado un éxodo de la población de los núcleos rurales hacia las grandes ciudades y como consecuencia de esta pérdida de población rural, junto con las nuevas políticas medioambientales, extensas zonas han sido ocupadas por matorral y bosques. Esto ha propiciado el desarrollo de un hábitat idóneo para algunas especies animales y por tanto un crecimiento de poblaciones cinegéticas de caza mayor como el ciervo, el corzo y el jabalí.

Paralelamente, se ha producido un incremento del parque automovilístico, así como una ampliación y adecuación de la red viaria, lo cual ha originado una mayor densidad de tráfico y un incremento en la velocidad del mismo. En todo el territorio español, la evolución del tráfico durante el periodo 1995-2006 presenta una tendencia ascendente. Los datos globales de crecimiento del tráfico en la red de carreteras alcanzan un valor promedio interanual de 2,56%.

Por todo ello, venimos asistiendo a un aumento de forma exponencial, en algunas zonas, de los accidentes provocados por la irrupción de especies cinegéticas en las carreteras.

Según un estudio de la DGT de diciembre de 2004, en las carreteras españolas se produce una media de 17 accidentes diarios ocasionados por animales. Entre el 1 de febrero de 2003 y el 31 de enero de 2004, los animales fueron causantes de un total de 6.227 accidentes en las vías urbanas de todo el territorio español (excepto Cataluña y País Vasco). En los 316 accidentes con víctimas que se produjeron (5,1% del total), 17 personas fallecieron, 76 sufrieron lesiones graves y 396 lesiones leves. De acuerdo con estas cifras, el número de fallecidos se ha incrementado significativamente pasando de 11 víctimas mortales en 1998 a 17 en 2003.

Según fuentes de la ONC (Oficina Nacional de la Caza) se calcula que hay entre 15.000 y 20.000 accidentes al año en las carreteras españolas ocasionados por irrupciones o atropellos de fauna salvaje.

Las especies cinegéticas se mueven con la absoluta libertad y causan importantes daños en cosechas, personas, bienes... y, con demasiada frecuencia, accidentes de circulación, los cuales van en aumento en algunas Comunidades Autónomas, como la de Castilla y León, La Rioja o Aragón (Vicente, 2006b).

En Castilla y León entre enero de 1999 y diciembre de 2004 se produjeron más de 11.500 siniestros con especies de caza mayor. Valorados los daños materiales de 2.020 siniestros con ciervo, corzo y jabalí se obtuvo un coste medio de 1.586 euros por siniestro, con un coste medio anual de aproximadamente 2,5 millones de euros (Benito, 2004 Noviembre).

Lamentablemente, la provincia de Soria, junto con Burgos y León se encuentra a la cabeza en cuanto al número de siniestros en la Comunidad de Castilla y León. En el periodo 2000-2007 se produjeron 4.776 siniestros con animales, en la red de carreteras de la provincia de Soria, destacando el año 2005 con 714 siniestros.

Sin embargo, este problema tiene una trascendencia mucho más importante que la meramente económica. Sólo en la provincia de Soria, desde abril del año 1989 y según los datos facilitados por la Subdelegación del Gobierno, han perdido la vida 7 personas y otras tantas han resultado heridas de gravedad, por este motivo. Cabe destacar el accidente que se produjo el 28 de septiembre de 2001 en Viana de Duero cuando cuatro personas fallecieron tras sufrir un accidente ocasionado por la irrupción de una cierva en la calzada. En Octubre de 2009, se produjo la muerte de un motorista al atropellar un ciervo en una carretera próxima a la capital.

De entre las especies involucradas, tres son las principales protagonistas: el jabalí (*Sus scrofa*), el corzo (*Capreolus capreolus*) y el ciervo (*Cervus elaphus*), tanto por número de siniestros como por la importancia de los mismos. Existen importantes poblaciones de estas especies cinegéticas en Castilla y León y en particular en la provincia de Soria. El ciervo en Castilla y León se distribuye por tres núcleos

fundamentales: el del Sistema Ibérico, el de la Cordillera Cantábrica y el de los Montes Galaico - Leoneses. El corzo en Castilla y León ocupa la totalidad de las provincias de Burgos y Soria. El área de distribución del jabalí incluye la totalidad de Castilla y León.

Hay diversos factores que determinan el riesgo de colisiones entre animales y vehículos (Figura 01). Su número aumenta, generalmente, a medida que se incrementan la intensidad del tráfico, la actividad de los animales y su densidad. Las variaciones temporales en los atropellos indican diferentes períodos biológicos que influyen en la actividad de las especies, como el ritmo diario de descanso y alimentación, las épocas de apareamiento o de cría, la dispersión de los jóvenes del año o las migraciones estacionales entre hábitats de invierno y de verano (Aaris-Sorensen 1995, GrootBruinderink y Hazebroek, 1996).

Los atropellos se incrementan con la intensidad del tráfico hasta un punto máximo, después del cual se estabilizan. Parece que a intensidades muy elevadas de tráfico, el ruido y el movimiento de vehículos tienen un efecto disuasivo para muchas especies (especialmente de mamíferos) y, por ello, a partir de una determinada intensidad de tráfico, ya no sigue aumentando la tasa de atropello (Van der Zee et al., 1992, Clarke et al., 1998). Además, la presencia de medidas preventivas como los vallados o los pasos de fauna pueden contribuir a disminuir el riesgo local de accidentes. Se ha comprobado que el desbroce de vegetación caducifolia de los márgenes de las carreteras y de los ferrocarriles consigue reducir el número de colisiones con alces en Escandinava entre un 20% y un 50%, respectivamente (Jaren et al., 1991; Lavsund y Sandegren, 1991). Por otro lado, donde las carreteras proporcionan recursos atractivos para la fauna, el riesgo de colisiones entre vehículos y animales probablemente será mayor, lo cual debe valorarse en comparación con el efecto positivo de mejora de hábitat (GrootBruinderink y Hazebroek, 1996; Steiof, 1996).



Figura 01: Factores que influyen en el número de atropellos, indicando los que contribuyen a aumentar (+) o a disminuir (-) la frecuencia de las colisiones (Rosell, 2002).

La distribución espacial de los atropellos depende claramente de la densidad de las poblaciones animales y de su biología, de la distribución de su hábitat y la estructura del paisaje, pero también de las características de la carretera y del tráfico (Bellis y Graves, 1971; Finder et al., 1999).

Un estudio español sobre la mortalidad de vertebrados en carreteras sugiere que los factores ambientales y la calidad del hábitat tienen mucha más incidencia en la frecuencia de atropellos de cada especie que las propias características de las carreteras. Las tasas de mortalidad más elevadas se producen en las áreas poco alteradas, mientras que las tasas más bajas se observan en sectores situados cerca de edificaciones habitadas y sobre puentes (González-Prieto et al., 1993).

Donde las manchas favorables de hábitat coinciden con las infraestructuras, o donde las vías de transporte interceptan otras estructuras lineales en el paisaje que pueden orientar los movimientos de la fauna, por ejemplo los linderos y setos, los cursos de agua y otras pistas y ferrocarriles menores, el riesgo de colisiones normalmente aumenta (Gundersen et al., 1998; Lode 2000; Putman, 1997). El atropello de zorros y corzos en Dinamarca se localiza más cerca de las intersecciones que en otros puntos de las vías (Madsen et al., 1998).

Debido a que diversos factores influyen en la distribución espacio-temporal de los atropellos, como la biología de la especie, la intensidad de tráfico, las características de las vías y de los hábitats y la composición del paisaje, todos ellos deben ser considerados en el diseño de medidas preventivas y correctoras (Putman, 1997).

El incremento del número de accidentes provocados por atropello de especies cinegéticas y las graves consecuencias de los mismos, obliga a las administraciones titulares de las carreteras en coordinación con el resto de administraciones involucradas a adoptar medidas para dar solución al problema.

En la mayoría de los países europeos, la seguridad vial es la principal razón por la que se promueven medidas de prevención de los accidentes causados por colisiones con fauna. Aunque las víctimas mortales no son frecuentes en los accidentes producidos por colisiones entre vehículos y fauna, el número de heridos es elevado y los costes económicos, incluyendo los daños materiales producidos en los vehículos, pueden ser substanciales (GrootBriunderink y Hazebroek 1996).

El análisis basado en SIG (Sistema de Información Geográfica) de los atropellos y de los movimientos de los animales, en relación con las carreteras y elementos del paisaje, puede proporcionar la información necesaria para permitir el desarrollo de modelos predictivos para la evaluación de impactos y para la localización de las medidas que deben ser aplicadas (Finder et al., 1999; Gundersen et al., 1998).

## **II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## II.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.- ÁREA DE ESTUDIO

#### 1.1.- SITUACIÓN, EXTENSIÓN Y DIVISIÓN ADMINISTRATIVA

La provincia de Soria está situada al norte de España, en la parte este de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, comprendida entre las coordenadas geográficas  $41^{\circ}0,3'23''$  y  $42^{\circ}0,8'57''$  de latitud norte y  $1^{\circ}46'30''$  y  $3^{\circ}33'00''$  de longitud este (figuras 02 y 03).

Limita al norte con La Rioja, al este con Zaragoza, al oeste con Burgos y Segovia y al sur con Guadalajara. Su superficie es de 10.287 km<sup>2</sup> (figura 04).



Figura 02: Localización de la provincia de Soria en Europa.



Figura 03: Localización de la provincia de Soria en España y en la Comunidad de Castilla y León.



Figura 04: Provincia de Soria.

Soria es la provincia española menos poblada, con una densidad de 9,2 habitantes/km<sup>2</sup> y una de las menores de la Unión Europea. La población de la provincia es de 95.101 hab. (Instituto Nacional de Estadística, 2010), de los cuales el 41,6% viven en la capital.

La provincia tiene más de 500 núcleos de población, agrupados en 183 municipios, de los cuales cerca de la mitad son pueblos de menos de 100 habitantes, sólo trece de ellos tienen más de 1.000 habitantes y únicamente Almazán, El Burgo de Osma-Ciudad de Osma y Soria capital superan los 5.000 habitantes.

Los 183 municipios sorianos se agrupan en 10 comarcas:

- Comarca de Pinares
- Tierras Altas (Soria)
- Tierras del Burgo
- Comarca de Soria
- Campo de Gómara
- Comarca de Almazán

Tierra de Medinaceli

Comunidad de Villa y Tierra de Berlanga

El Valle (Soria)

Comarca del Moncayo

*(Mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Soria. Escala 1/200000, 1986).*

## **1.2.- CLIMATOLOGÍA**

Las tierras sorianas constituyen la mayor meseta altimétrica del interior peninsular, circunstancia que unida a su acusada continentalidad, determina unas condiciones climáticas caracterizadas por la presencia de bajas temperaturas, especialmente rigurosas durante los inviernos, elevada amplitud térmica y frecuentes heladas durante gran parte del año.

En cuanto al régimen térmico, el análisis de la isoterma media anual, las isotermas correspondientes al mes más frío y al mes más cálido y la duración media del período de heladas expresadas en meses, ponen de manifiesto como zona de mayor termicidad a las tierras de la depresión central que se extienden por las dos márgenes del Duero, observándose una clara degradación térmica al desplazarnos hacia las zonas de montaña, quedando el efecto corrector de la altitud perfectamente marcado.

La mayor parte del territorio queda comprendido entre las isoyetas de los 400 mm y 600 mm, incrementándose notablemente estos valores a consecuencia de los fuertes contrastes altimétricos, registrándose en las zonas de montaña precipitaciones que oscilan entre los 800 mm y 1.000 mm.

Los valores medios de las variables climáticas de estos dos dominios quedan reflejados en la tabla 01.

Tabla 01: Variables climáticas medias de la provincia de Soria.

Variable climática	Depresión central (valores medios)	Montañas periféricas (valores medios)
Temperatura media anual	8°C - 14°C	6°C - 12°C
Temperatura media mes más frío	2°C - 5°C	-2°C - 2°C
Temperatura media mes más cálido	16°C - 24°C	14°C - 20°C
Duración media período de heladas	6 a 8 meses	8 a 12 meses
Precipitación media anual	400 mm – 600 mm	600 mm – 1.000 mm
Duración del período seco	3-4 meses	2-3 meses
Precipitación de invierno	26%	30%
Precipitación de primavera	30%	27%
Precipitación de otoño	27%	27%

Fuente: *Mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Soria. Escala 1/200000, 1986.*

### **1.3.- OROGRAFÍA**

La provincia de Soria presenta un carácter eminentemente montañoso, con relieves muy acentuados y altitudes que superan los 600 m en las cotas más bajas del territorio (tabla 02).

En su conjunto constituye una extensa y elevada meseta cuyo borde norte aparece fuertemente accidentado por el complejo conjunto montañoso del Sistema Ibérico, con ramificaciones y contrafuertes como las Sierras de Urbión, Cebollera, Rodadero,

Madero, etc. El sur de la provincia se presenta asimismo muy accidentado, al estar enclavado en las estribaciones septentrionales del Sistema Central, en el que destacan las Sierras de Ayllón, Altos de Barahona y Sierra Hontalbilla.

Tabla 02: Distribución superficial del territorio por zonas altimétricas en la provincia de Soria.

Distribución superficial	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Más de 2000 m	2.200	0,21
De 1001 a 2000 m	725.591	70,54
De 600 a 1000 m	300.912	29,25
TOTAL	1.028.703	100

Fuente: *Mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Soria. Escala 1/200000, 1986.*

De acuerdo con su evolución geomorfológica quedan perfectamente diferenciadas dentro del ámbito provincial tres grandes unidades de relieve:

Alineaciones montañosas del norte y noroeste.

Depresión central.

Montañas meridionales.

En los sistemas montañosos del norte y noreste se localizan las mayores cotas provinciales, superándose los 2.000 m de altitud en las Sierras de Urbión (2.223 m) y en la Sierra Cebollera (2.142 m.), alcanzándose altitudes próximas a los 1.800 m en las Sierras de Uргуilla, Montes Claros, Sierra del Rodadero y El Almuerzo.

La Depresión Central enlaza con los sistemas montañosos del norte a través de un conjunto de sierras secundarias (Nafría, Cabrejas, San Marcos, etc.) de naturaleza cretácica.

La orla montañosa meridional delimita a las tierras de la depresión por el sur. Aunque su significación topográfica sea menor que la de los sistemas montañosos del norte de la provincia, su complejidad geomorfológica es notable, presentando una

estructura plegada con abundantes fallas, muy afectada por la erosión y disecada por la red hidrográfica del Jalón.

#### **1.4.- EDAFOLOGÍA**

El clima, el relieve y la litología son básicamente los responsables del desarrollo y características de los procesos de meteorización y edafización que se presentan en una zona dada y, junto con la vegetación y la actividad antrópica, determinan la naturaleza de los suelos presentes en ella, su estado actual, sus limitaciones de uso y su capacidad productiva.

El clima soriano, con precipitaciones medias anuales de 400 a 600 mm y balances hídricos con exceso invernal y acusada falta en verano, determina en los suelos de la provincia la presencia de secciones de control secas durante cuarenta y cinco o más días consecutivos y húmedas durante más de medio año, al menos seis de cada diez años; tratándose, por tanto, de un régimen de humedad Xérico, según el sistema de clasificación Soil Taxonomy (USDA). En la alineación montañosa del norte provincial, el régimen de humedad pasa a ser Ustico como consecuencia de los mayores índices pluviométricos (1.000 mm).

El relieve, muy accidentado, confiere a Soria un carácter montañoso, circunstancia que hace que prevalezcan los procesos de erosión y aporte sobre los de desarrollo del perfil.

Finalmente, la litología y la geomorfología son los factores extrínsecos que con mayor facilidad pueden servir de base para establecer los distintos tipos de suelos.

Hay cuatro órdenes de suelos en la provincia que tienen en ella representación destacada: Entisols, Inceptisols, Mollisols y Alfisols.

#### **1.5.- HIDROGRAFÍA**

Tres cuartas partes de las tierras sorianas pertenecen a la cuenca del Duero, siendo éste el principal curso de agua que discurre por la provincia. En su recorrido quedan perfectamente diferenciados dos tramos: el curso alto, que discurre desde su nacimiento en los Picos de Urbión hasta los Rábanos, y el medio, que transcurre desde los Rábanos hasta que abandona la provincia, para pasar a tierras de Burgos. En el primer tramo el Duero se presenta como un típico río de montaña, con fuerte pendiente longitudinal, cauce encajado y escaso caudal; en el segundo tramo de su curso, disminuye notablemente la pendiente, aumenta su caudal y pasa a comportarse como un río divagante, con numerosos meandros.

En su recorrido por la provincia recibe el aporte de los siguientes ríos y arroyos:

En la margen derecha: Triguera, Pedrajas, Mazo, Izana, Arroyo del Valle, Andaluz, Bayubas, Uceró, Verderón, Rejas y Perales.

En la margen izquierda: Ojeda, Revinuesa, Tera, Merdancho, Rituerto, Morón, Arroyo del Bosque, Escalote, Talegonés, Caracena, Arroyo Madre, Pedro y Arroyo Valdanzo

La regulación y aprovechamiento de las aguas afecta principalmente a esta cuenca, habiéndose construido sobre el Duero los embalses de “Cuerda del Pozo” y “Los Rábanos”, el primero con una capacidad de embalse de 229 hm<sup>3</sup>, afectando a una zona regable de 30.389 ha, y el segundo con una capacidad de embalse de 4 hm<sup>3</sup>.

La cuenca del Ebro afecta a una cuarta parte de la provincia, quedando constituida por los siguientes ríos y arroyos:

En la margen derecha: Cidacos, Mayor, Alhama, Manzano, Quiles, Membles, Henar, Nágima y Jalón. Sobre el río Nágima se encuentra el embalse de “Monteagudo”, con una capacidad de embalse de 1,2 hm<sup>3</sup>.

Completan la red hidrográfica provincial los canales relacionados en la tabla 03.

Tabla 03: Canales de regadío, longitud y ha regadas en la provincia de Soria.

Canales	Campillo de Buitrago y Numancia	Almazán	Olmillos	Inés	Zuzones
Longitud en la provincia (km)	27	60,1	4,5	26,2	2,6
ha regadas	3.859	3.222	345,2	1.327,5	76,3

Fuente: Diagnóstico de los sectores Agrario y Agroindustrial de la provincia de Soria, 1996.

## 1.6.- CULTIVOS Y APROVECHAMIENTOS

Los distintos usos del suelo en la provincia de Soria se distribuyen según se indica en la tabla 04.

Tabla 04: Tipo de usos del suelo en la provincia de Soria en el periodo 2000-2009.

Uso	Superficie (ha)
Agua (masas de agua, balsas, etc.)	2.891,39
Chopo y álamo	7.183,72
Coníferas	123.536,51
Coníferas asociadas con otras frondosas	157.489,93
Cultivos herbáceos en regadío	12.606,62
Frutales en regadío	44,51
Frutales en secano	1.003,70
Huerta o cultivos forzados	1.105,36
Improductivo	7.988,69
Labor en secano	378.933,40
Matorral	56.721,80
Matorral asociado con coníferas	15.970,42
Matorral asociado con coníferas y frondosas	22.862,17
Matorral asociado con frondosas	14.794,90

Otras frondosas	81.072,99
Pastizal	22.294,69
Pastizal asociado con coníferas	268,69
Pastizal asociado con coníferas y frondosas	310,65
Pastizal asociado con frondosas	1.127,77
Pastizal-Matorral	129.858,09
Pastizal-Matorral asociado con coníferas	29,73
Pastizal-Matorral asociado con coníferas y frondosas	196,20
Pastizal-Matorral asociado con frondosas	669,15
Prados naturales	3.837,35
Prados naturales asociados con frondosas	41,18
Viñedo en regadío	106,80
Viñedo en secano	1.337,76
Otros usos	2.272,32
<b>SUPERFICIE TOTAL</b>	<b>1.046.556,50</b>

Fuente: Sistema de Información Geográfica del MMARM (<http://sig.marm/siga>)

#### Cultivos herbáceos de secano

La mayor superficie de la provincia se encuentra destinada a labor de secano y como principales cultivos destacan trigo y cebada con una superficie muy similar de cada uno de ellos y unos rendimientos que oscilan entre los 1.500 y 4.000 kg/ha dependiendo de la comarca y el año agrario.

Pueden diferenciarse tres grupos de secano en el ámbito provincial.

Un primer grupo se corresponde con los secanos de las comarcas del norte de la provincia. En estas zonas las parcelas de cultivo no son siempre las mismas, cultivándose unos años parcelas que en campañas anteriores eran prados y abandonando las actuales que vuelven a esa situación. Las alternativas más representativas son trigo/cebada y/o trigo/cebada/avena. En las mejores zonas alternan cultivos forrajeros y pratenses, así como la patata.

El segundo grupo comprende a los terrenos miocénicos y aluviales de la región central. Son zonas de marcada vocación cerealista, en las que el trigo y la cebada representan más del 95% de la superficie de ocupación, completándose en los secanos más frescos con los cultivos de esparceta y alfalfa. Es frecuente la presencia de arbolado en las lindes de las parcelas, o dispersos por las mismas con cabidas cubiertas comprendidas entre el 5 y el 10 por ciento.

El tercer grupo es el de menor potencial productivo, correspondiéndose con las zonas de transición entre las sierras y la depresión central, así como con los altos páramos calizos. Estos secanos se asientan sobre suelos pobres, pedregosos, de escasa profundidad y con pendientes superiores al 55%, situación que suele ir unida a la presencia de fuertes erosiones. El monocultivo de cereales, ocupa la totalidad de estos suelos, siendo el sistema dominante el cultivo en régimen de año y vez.

#### Prados y pastizales

La localización de los prados naturales coincide con aquellos municipios de marcada vocación ganadera, que basan su agricultura en la obtención de forrajes para la alimentación del ganado.

A diferencia con los pastizales y praderas polífitas sembradas, se consideran prados naturales a aquellas formaciones espontáneas de densas y altas hierbas, en las que predominan las gramíneas y leguminosas de alto valor pascícola, sometidas a una o varias de las siguientes técnicas de cultivo: siega, pastoreo, estercolado o riego. Son pastadas en primavera y otoño, recibiendo dos o tres cortes anuales, henificando y almacenando la hierba. Los prados naturales no regados, ocupan normalmente depresiones, vaguadas o zonas bajas de laderas que permiten a los suelos sobre los que se asientan mantener altos niveles freáticos. En las comarcas del norte es frecuente la presencia de arbolado en las lindes, lo cual, unido al pequeño tamaño de las parcelas, supone unos porcentajes de cabida cubierta superior al 5%. La flora herbácea está compuesta principalmente por: *Poa pratensis*, *Lolium multiflorum*, *Trifolium pratensis*, *Anthoxantum odoratum*, *Agreste vulgaris*, *Poa bulbosa*, *Phleum pratense*, etc.

Los pastizales se encuentran distribuidos por toda la provincia con un mayor porcentaje en la comarca Tierras Altas y Valle del Tera y una menor ocupación en la comarca Pinares.

En cotas superiores a los 1.500 m se desarrollan pastizales psicroxerófilos, caracterizados por presentarse cubiertos de nieve de 6 a 8 meses al año y que proporcionan durante los meses de junio a septiembre un aprovechamiento de cierta entidad. La humedad que proporciona la nieve durante los meses de invierno y primavera, unida a los aumentos de temperatura durante la época estival, permite el desarrollo de una cubierta vegetal que es aprovechada durante los meses de mayor termicidad.

Las comarcas de la depresión central presentan períodos fríos o de heladas que oscilan entre los 5 y 8 meses, circunstancia que limita el período vegetativo disponible por la vegetación para desarrollarse. Esto determina una fuerte estacionalidad productiva de la misma.

En estas condiciones de medio predominan las terófitas, plantas anuales que se reproducen por semilla, las cuales germinan en cuanto las condiciones de humedad y temperatura lo permiten y desarrollan su ciclo rápidamente, floreciendo, fructificando y librando más semilla, única forma de pasar los períodos desfavorables y de seguir colonizando el terreno. El otro tipo de plantas suelen ser vivaces, que aprovechan los períodos favorables para realizar la brotación, completar el ciclo reproductivo y acumular reservas suficientes para superar los períodos desfavorables y completar el ciclo. En estas condiciones el tapiz vegetal que se desarrolla es ralo y muy abierto, presentando un alto porcentaje de suelo desnudo en todas las épocas del año, no siendo su defensa contra la erosión demasiado eficaz.

En las proximidades de ríos y arroyos, como consecuencia de la mayor humedad edáfica, se desarrollan pastizales hidromorfos, en los que hay un enriquecimiento de las especies vegetales que los componen.

### Matorral

El origen de los matorrales provinciales es muy variado. Así en las partes altas de las montañas, en niveles superiores a los límites altitudinales del bosque, el efecto combinado de la temperatura y el fuerte viento reinante producen un empobrecimiento en la vegetación por las dificultades que encuentran las plantas para el desarrollo de sus partes arbóreas, lo que determina las formaciones achaparradas con ramificaciones rastreras típicas del matorral de alta montaña. En otros casos, el matorral representa las fases regresivas del bosque climático existente como consecuencia de la acción del hombre y del medio físico. En general, los matorrales sorianos proceden de la alteración del ecosistema, por la destrucción de las especies arbóreas. Por ello es fácil encontrar

importantes áreas de brezales en zonas grumosas y húmedas, próximas a hayedos, mientras que en las zonas arboladas con pinos el matorral está presidido por: *Genistas*, *Ericas*, *Cytisus*, etc.

Los enebros y sabinas de porte achaparrado forman auténticos matorrales en las proximidades de las cumbres conviviendo con pies aislados de pino silvestre de porte arbustivo. En las sierras de Urbión y Cebollera, el jabino o enebro rastrero queda supeditado por completo al matorral aplastado de biércol (*Calluna vulgaris*), especie dominante en el paisaje de esas altura. Son formaciones que colonizan los espacios de bosque en los que se han producido talas. Dentro de la significación regresiva que tienen respecto al bosque, su interés como impulsores para reconstruir el sustrato arbóreo es importantísimo.

Los piornales, aparecen colonizando las cresterías de las sierras del norte y noroeste provincial, ocupando preferentemente las solanas. Se presentan en aglomeraciones de matas aplastadas, que constituyen un matorral acolchado y espinoso típico de estas alturas. La especie dominante, *Cytisus*, aparece frecuentemente mezclada con enebros, estableciendo el enlace entre el pinar de *Pinus silvestris* y el pastizal de las cumbres.

Los jarales constituyen un matorral normalmente monoespecífico, caracterizado por la presencia de especies del género *Cistus*. Son colonizadores típicos de las zonas que han sufrido incendios, extendiéndose con mayor profusión por las laderas de fuerte pendiente. Su principal misión, hasta que se reconstruye el sustrato arbóreo primitivo, es dotar al suelo de una cubierta vegetal que le proteja de los efectos erosivos.

Los retamares y escobonales constituyen matorrales que representan las fases regresivas de los bosques de *Quercus* y *Pinus* en el área xérica de la provincia. Están caracterizados por la presencia de agrupaciones de los géneros: *Genista*, que coloniza las zonas de los rasos de las laderas próximas a los límites del pinar y *Sarothamus* y retama, que colonizan los niveles más bajos.

Talas, roturaciones, fuego, etc., han dado lugar a las últimas fases de la vegetación leñosa, en la que los tomillares son los exponentes más claros de estas situaciones. Estos matorrales están constituidos por agrupaciones abiertas, compuestas por matillas xerófilas y frugales, entre las que tienen principal representación las labiadas (*Thymus*), cistáceas (*Fumana*, *Helianthemum*) y compuestas (*Artemisa*, *Santolina*), muy resistentes a la acción del fuego.

### Superficie arbolada con especies forestales

En el conjunto provincial hay un claro predominio de las coníferas sobre las frondosas, aunque en este sentido cabe reseñar cómo el bosque soriano no coincide con el bosque clímax, habiéndose producido una mutación de especies gracias a la acción del hombre. El bosque originario de la provincia estaba constituido por quercíneas (roble y encina), que han cedido gran parte de sus áreas de ocupación a favor de las coníferas.

Los pinares sorianos se localizan preferentemente en su mitad occidental, apareciendo manchas aisladas en la depresión central.

Las principales especies de coníferas que forman las masas arboladas en la provincia son:

*Pinus silvestris*. Su hábitat altitudinal se sitúa entre los 1.000 m y los 1.500 m de altitud. El arbolado es de talla elevada de tronco derecho, ramificación verticilada y aspecto piramidal en los árboles jóvenes, que se transforma en irregular con copas asimétricas en los viejos.

*Pinus pinaster*. Estas masas forestales presentan un arbolado desarrollado, con copa piramidal y abundante corteza. Se localiza en enclaves cálidos, antiguos rebollares y zonas más pedregosas y menos profundas que las ocupadas por el *Pinus Silvestris*, con el que frecuentemente se presenta asociado.

*Pinus laricio*. Presenta pies de gran talla, con troncos robustos y derechos, ramificaciones altas y copa densa. Se presenta en zonas con fuertes limitaciones edáficas, apareciendo frecuentemente asociado a *Pinus pinaster*.

*Juníperus thurifera*. Se localiza en terrenos marcadamente calizos, pedregosos, bien drenados y de escasa profundidad. Se presenta en masas bastante claras, formadas por pies de 4 ó 5 m con ramificaciones desde la base y porte piramidal en el arbolado joven y con el tronco limpio y ramificación tortuosa, con densa copa en el adulto.

Entre las frondosas tienen importante representación, las siguientes especies:

*Fagus sylvática* (haya). Es una de las especies características del dominio floral Euro-Siberiano Occidental. Ocupa suelos fértiles de variada naturaleza, precisando un ambiente húmedo en los meses de actividad como consecuencia de su elevada transpiración. Se sitúa preferentemente en las umbrías de exposición norte.

*Quercus pirenaica* (rebollo). Especie acidiesfolia que resiste bien los suelos pobres y el clima continental. Aparece muy pocas veces con porte arbóreo, predominando su presentación en estado arbustivo. Su ámbito ecológico se superpone

con el de las otras especies arbóreas, siendo típicas las mezclas con *P. silvestris*, en las zonas altas y frías.

*Quercus ilex* (encina). Esta especie es la representante climática del bosque esclerófilo de la mayor parte de la España seca, encontrándose perfectamente adaptada a las condiciones climáticas y edáficas de los suelos sorianos.

Otras frondosas. En este grupo se incluyen *Quercus fagínea* (quejigo), *Quercus sessiliflora* (roble) así como frondosas de ribera como *Populus sp.* (*chopo*) ó *Fraxinus sp.* (fresnos). La principal representación la adquieren las choperas, con numerosas plantaciones (*Mapa de cultivos y aprovechamientos de la provincia de Soria. Escala 1/200000*, 1986).

## **2.- RED VIARIA EN LA PROVINCIA DE SORIA**

La red de carreteras de Castilla y León, como consecuencia de la gran extensión del territorio (93.814 km<sup>2</sup>, el 18,6% del total nacional), la baja densidad de población (29,92 hab/km<sup>2</sup>) y el elevado número de núcleos de población, tiene una gran longitud y una alta dotación poblacional.

La longitud total supera los 32.760 km representando un 20% del total nacional y siendo la más extensa de las redes de las Comunidades Autónomas. La dotación territorial es de 0,35 km /km<sup>2</sup>, un poco superior a la media nacional (0,31 km/m<sup>2</sup>). La dotación por habitante es de 13,84 km/1.000 habitantes, siendo la más alta de España, muy superior a la media.

Las carreteras, como en el resto de las Comunidades Autónomas multiprovinciales, dependen de las tres Administraciones Públicas (Estado, Comunidad Autónoma y Administración Local).

La evolución del tráfico de toda la red autonómica durante el periodo 1995-2006, presenta una tendencia ascendente, tal y como ocurre en el resto del territorio nacional. Los datos globales de crecimiento del tráfico en la red autonómica alcanzan un valor promedio interanual de 2,56%, similar al crecimiento del tráfico en la red de carreteras del Estado (Junta de Castilla y León, 2009).

- Red de carreteras del Estado

La red de carreteras del Estado en Castilla y León tiene una longitud de 5.233 km, lo cual supone un 16,0 % de los 32.760 km que constituyen la red total de carreteras en la Comunidad. De esta longitud, 1.619 km corresponde a vías de gran capacidad, de los cuales, 282 km corresponden a autopistas de peaje, 1.246 km a autovías y autopistas libres, y 91 km de carretera desdoblada (Junta de Castilla y León, 2009).

En los últimos años, la mayoría de las carreteras de la red del Estado, han experimentado y experimentan en la actualidad, importantes transformaciones, por lo que en general, presentan condiciones de circulación aceptables.

La IMD (Intensidad Media Diaria) media de la red de carreteras del Estado es de 6.630 vehículos/ día en el año 2001 (Junta de Castilla y León, 2003).

La red de carreteras del Estado en la provincia de Soria (anexo I) en el año 2010, la forman 505,915 km, distribuidos de la siguiente forma:

Autovías:

A-2: 41,500 km (Autovía del Nordeste)

A-11: 10,300 km (Autovía del Duero. Tramo: Variante de El Burgo de Osma)

A-15: 29,585 km (Autovía de Navarra. Tramos: Los Rábanos-Almazán y variante de Agreda)

SO-20: 9,00 km (Circunvalación de Soria. Tramo: Los Rábanos - Soria)

Carreteras convencionales:

SO-20: 13,540 km (Circunvalación de Soria. Tramo: Soria-Cadosa)

N-II: 25,700 km (Carretera Madrid- Barcelona)

N-110: 23,400 km (Carretera de Soria a Plasencia)

N-111: 98,445 km (Carretera de Madrid a Pamplona y San Sebastián)

N-113: 16,700 km (Carretera de Soria a Pamplona)

N-122: 134,425 km (Carretera de Zaragoza a Portugal por Zamora)

N-234: 103,320 km Carretera de Sagunto a Burgos)

Cabe destacar la incorporación de la autovía A-15 (Tramo Los Rábanos- Almazán) en el año 2009 a la red viaria provincial.

Las IMD ponderadas en el año 2008 han sido:

A-2: 14.764 vehículos/día

N-II: 787 vehículos/día

N-111: 3.860 vehículos/día

N-122: 4.525 vehículos/día

N-234: 2.930 vehículos/día

N-110: 1.500 vehículos/día

N-113: 3.871 vehículos/día

(Fuente: Ministerio de Fomento. Dirección General de Carreteras. Unidad de carreteras de Soria, 2010)

- Red de carreteras de la Comunidad Autónoma

La Ley 2/1990, de 16 de marzo de carreteras de la Comunidad Autónoma de Castilla y León fija la clasificación de la red de carreteras de titularidad autonómica en dos redes: red básica y red complementaria.

*Red Básica*

Esta red, junto con la red de carreteras del Estado, satisface las siguientes condiciones:

- a) Servir al tráfico de largo recorrido a través del territorio de la Comunidad.
- b) Asegurar la comunicación entre los principales centros de población de Castilla y León.
- c) En las zonas limítrofes, debe conectar con carreteras clasificadas como básicas o primarias, dentro de la Comunidad Autónoma correspondiente.

*Red Complementaria*

La Red Complementaria está formada por las carreteras de la red regional no catalogadas como básicas. Por ello, es una red de gran longitud y con IMD muy desiguales. Esta red se subdivide a su vez en dos redes:

- Red Complementaria Preferente, formada por las carreteras que conectan todas las cabeceras comarcales y núcleos de población superior a 1.500 habitantes, entre sí y con la red fundamental.

- Red Complementaria Local, formada por carreteras que sirven al tráfico de corto recorrido, aunque con una función un poco más general que la puramente local de las redes provinciales de las Diputaciones.

La provincia de Soria cuenta con 927,3 km de carreteras de la Comunidad (anexo I) distribuidas según se indica en la tabla 05.

Tabla 05: Longitud en km de la red de carreteras de la Comunidad Autónoma en la provincia de Soria.

Longitud (km)				
Red Básica	Red Complementaria Preferente	Red Complementaria Local	Resto de Red	Total
217,3	414,1	272,3	23,6	927,3

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Plan Regional Sectorial de Carreteras 2008-2020 de la Junta de Castilla y León.

La distribución de tráfico es desigual en las distintas redes en las que se divide la red de carreteras de Castilla y León. Así, destaca el hecho de que es la Red Básica la que soporta una mayor IMD (2.764 vehículos/día), mientras que la Red Complementaria Preferente sobrepasa los 960 vehículos /día, y la Red Complementaria Local alcanza una IMD de 428 vehículos /día (Junta de Castilla y León, 2009).

Dichas diferencias son también apreciadas en la provincia de Soria como se puede ver en la tabla 06, aunque las intensidades de tráfico (IMD) son sensiblemente menores a los valores medios de la Comunidad.

Tabla 06: IMD media de la red de carreteras de la provincia de Soria (vehículos/día) clasificada por tipo de red en el año 2007.

IMD (vehículos/día) media		
Red Básica	Red Complementaria Preferente	Red Complementaria Local
1888	615	342

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Mapa de Tráfico y Velocidades 2007 de Junta de Castilla y León.

- Red de carreteras de las Diputaciones Provinciales

Las carreteras gestionadas por las Diputaciones Provinciales, se caracterizan por su clara función de accesibilidad a los municipios de cada provincia, comunicando los diferentes municipios con las redes de movilidad de la región. La longitud de la red competencia de las diputaciones en toda la Comunidad alcanza en 2006 los 15.929 km. En estas carreteras la IMD es inferior a 180 vehículos/día.

La provincia de Soria cuenta con 1884,0 km de carreteras pertenecientes a la Diputación Provincial (anexo I) con unas IMD similares a las de la Comunidad (180 vehículos/día), (Junta de Castilla y León, 2009).

### **3.- ESTADO CINEGÉTICO**

Dentro del contexto nacional, la Comunidad Autónoma de Castilla y León ocupa un lugar muy importante en lo que se refiere a la actividad cinegética. Su gran extensión, ocupada por una gran variedad de hábitats, así como el elevado número de especies que los habitan, hacen que aproximadamente el 90,5% del territorio de la región sea considerado cinegético, y que su potencialidad cinegética sea muy alta.

En la actualidad, el panorama de las poblaciones cinegéticas difiere según sean de caza mayor o caza menor. Mientras que la primera se encuentra en plena expansión, la segunda se encuentra, al igual que en el resto del territorio nacional, en una situación delicada.

Una de las causas principales del declive de la caza menor se encuentra en la modernización y el desarrollo de la agricultura y la ganadería, lo que ha producido secuelas negativas sobre los hábitats utilizados por las especies de caza menor, especialmente las sedentarias (perdiz roja, conejo y liebre). El notable empobrecimiento de la capacidad de acogida del campo de Castilla y León para estas especies sedentarias es debido a factores como la concentración parcelaria, la desaparición de linderos y ribazos, la desecación de charcas, el encauzamiento de arroyos, la utilización de variedades de semilla más tempranas que permite una recolección anterior en el tiempo, la mecanización, los plaguicidas, etc. A esto se añade el furtivismo, el aumento de depredadores y las enfermedades, que de forma recurrente sufre el conejo de monte (mixomatosis y la hemorrágica-vírica) y, últimamente, la liebre (tularemia). En otras zonas, el abandono de los cultivos y la expansión de la caza mayor son las causas de este declive.

En el caso de la caza mayor, se puede afirmar que el panorama es muy favorable. Cambios sufridos como el abandono poblacional de las zonas rurales, ha motivado la disminución de la presión ejercida sobre las zonas boscosas y de transición, favoreciendo así la tranquilidad, el refugio y las disponibilidades de alimento de estas especies. Por otro lado, el importante crecimiento de las poblaciones de caza mayor, debido a la correcta gestión aplicada desde hace treinta años en las Reservas Regionales de Caza (originalmente Reservas Nacionales), ha propiciado la expansión de dichas especies, desde las Reservas a los territorios periféricos.

En estos momentos, las poblaciones de corzo, jabalí, e incluso lobo están en plena expansión, colonizando territorios que no frecuentaban desde hace décadas. En el caso del ciervo, su excesiva densidad en determinadas zonas ocasiona problemas como el debilitamiento de la propia población, daños a la agricultura o repercusiones negativas sobre la vegetación (Junta de Castilla y León, 2002).

### 3.1.- TERRENOS CINEGÉTICOS

En España, según los datos del Anuario Forestal de Estadística de 2006 (Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, 2008), la caza afecta a 30.099.787 ha, lo que supone más de las tres cuartas partes del territorio español (en torno a un 77%). A priori, puede parecer que afecta a un porcentaje elevado de la superficie nacional, pero no lo es tanto, si tenemos en cuenta que en Castilla y León, en 2009, se contabilizaban 8.608.149 ha de terrenos cinegéticos, lo que viene a suponer el 90,5% del territorio de la comunidad y en la provincia de Soria, en torno a 1 millón de ha, concretamente 997.205 ha, un 97% de la superficie de la provincia. (Junta de Castilla y León, 2011a).

Según la *Ley 4/96, de Caza de Castilla y León*, los terrenos cinegéticos se clasifican en:

- Reservas Regionales de Caza
- Cotos de caza
  - Cotos privados
  - Cotos federativos
  - Cotos regionales
- Zonas de caza controlada

En la tabla 07 se indican el número y las hectáreas de los distintos tipos de terrenos cinegéticos que en el año 2009 se contabilizaban en las distintas provincias de nuestra Comunidad Autónoma.

Tabla 07: Distribución de terrenos cinegéticos por provincias en Castilla y León en el año 2009.

	Reservas		Cotos privados		Cotos regionales		Zonas de caza controlada		Total	
	Número	Superficie (ha)	Número	Superficie (ha)	Número	Superficie (ha)	Número	Superficie (ha)	Número	Superficie (ha)
Ávila	1	37.216	472	652.971	1	3.362	0	0	474	693.549
Burgos	1	75.167	844	1.255.091	0	0	1	509	846	1.330.767
León	3	146.737	959	1.231.472	0	0	1	6.122	963	1.384.331
Palencia	1	49.471	490	704.737	0	0	0	0	491	754.208
Salamanca	1	21.513	1.100	1.080.096	0	0	2	3.544	1.103	1.105.153
Segovia	0	0	410	616.702	0	0	1	10.181	411	626.883
<b>Soria</b>	<b>1</b>	<b>115.895</b>	<b>455</b>	<b>879.004</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>2.306</b>	<b>459</b>	<b>997.205</b>
Valladolid	0	0	391	735.239	3	2.982	0	0	394	738.221
Zamora	2	100.015	558	877.818	0	0	0	0	560	977.833
<b>Castilla y León</b>	<b>10</b>	<b>546.014</b>	<b>5.679</b>	<b>8.033.130</b>	<b>4</b>	<b>6.344</b>	<b>8</b>	<b>22.662</b>	<b>5.701</b>	<b>8.608.150</b>

Fuente: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/Estadística>

Como se puede apreciar en la tabla 07, la provincia de Soria se sitúa en cuarto lugar en la Comunidad de Castilla y León en cuanto a extensión de terrenos cinegéticos, por detrás de León, Burgos y Salamanca. La mayor parte del territorio cinegético (88,14%) está ocupado por cotos privados, destacando también la existencia de una de las 10

Reservas Regionales de Caza de la Comunidad, la Reserva de Urbión, que con 115.895 ha representa el 11,62% de los terrenos destinados a la caza en la provincia de Soria.

En la figura 05 se muestra la distribución de los terrenos cinegéticos de gestión pública en la comunidad de Castilla y León, y en la figura 06, en la provincia de Soria.

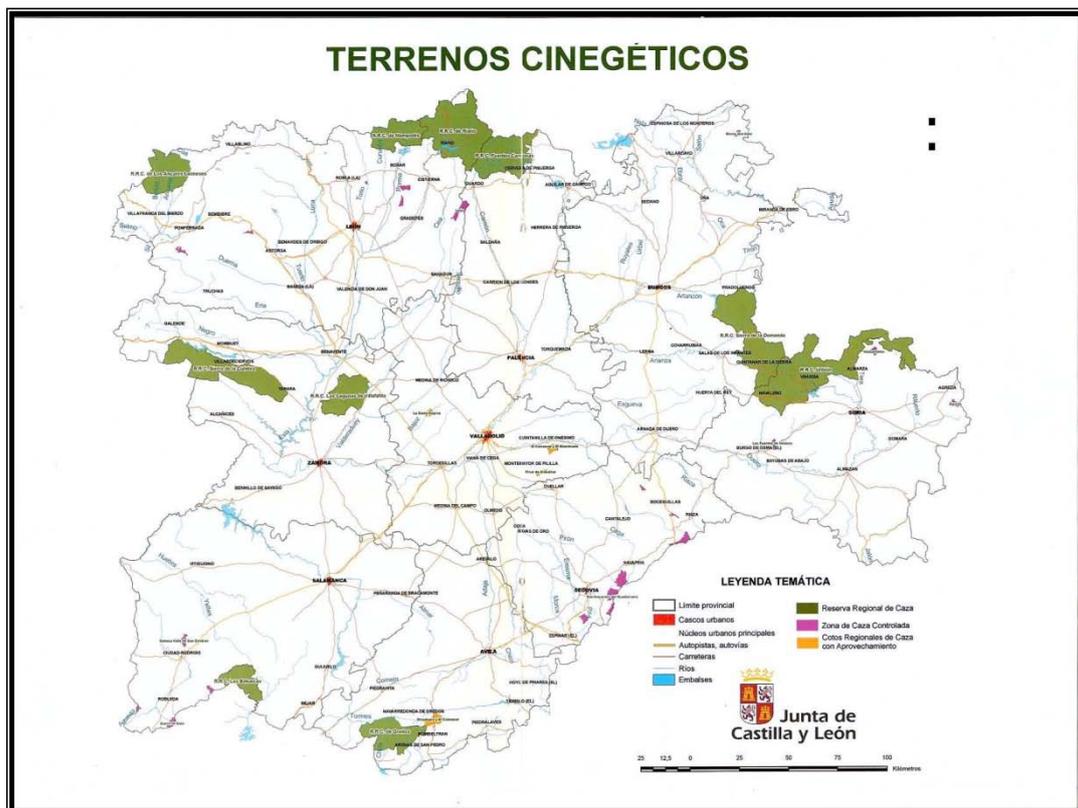


Figura 05: Distribución de terrenos cinegéticos de gestión pública en Castilla y León.

Fuente: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/>.



**LEYENDA TEMÁTICA**

- |   |  |
|---|--|
|  Límite provincial           |  Reserva Regional de Caza                     |
|  Cascos urbanos              |  Zona de Caza Controlada                      |
|  Núcleos urbanos principales |  Cotos Regionales de Caza con Aprovechamiento |
|  Autopistas, autovías        |  |
|  Carreteras                  |  |
|  Ríos                        |  |
|  Embalses                    |  |

Figura 06: Distribución de terrenos cinegéticos de gestión pública en la provincia de Soria.

Fuente: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/>.

### **3.2.- SOCIOECONOMÍA DE LA CAZA**

La caza hoy en día puede considerarse como un recurso económico muy importante, sobre todo en una región como Castilla y León con una importante tasa de población rural, sostenida por unas rentas agrarias limitadas. La caza, considerada aisladamente, puede constituir para numerosos pequeños núcleos de población rural una de sus principales fuentes de ingresos, a través de la subasta de los derechos de caza o, desde un concepto más genérico, a través del turismo rural, generando un elevado número de puestos de trabajo directos e indirectos.

Santiago Iturmendi, presidente de la Federación de Caza de Castilla y León, en declaraciones realizadas a El Norte de Castilla (Costilla, 2011, 4 de febrero) afirma que los cotos de caza suponen el primer ingreso económico para los Ayuntamientos de menos de 5.000 habitantes y son los que “generan riqueza” en zonas en las que es difícil vivir.

Aunque no existen datos oficiales, se estima que la caza generó en la temporada 2007/08 alrededor de 6.000 millones de euros en España (Garrido, 2009) valorando todos los subsectores económicos implicados y las estimaciones de las capturas de dicha temporada con los precios de costes actualizados a este año. La Real Federación Española de Caza en 2011 (De la Fuente, 2011, 31 de enero) estima que la caza genera 36.300 puestos de trabajo.

En Castilla y León, las cifras más fiables apuntan a unos 300 millones de euros los que genera la caza (Martín, 2011, 31 de enero). En la provincia de Soria, no existe ningún estudio acerca del dinero que mueve la caza, aunque años atrás se llegó a hablar de 90 millones de euros.

En la temporada 2008/09, en la Reserva Regional de Caza de Urbión se ingresaron 112.140 euros, teniendo en cuenta únicamente los permisos y las cuotas de entrada y complementarias. En la temporada 2009/2010 se adjudicaron 61 permisos, lo que supuso unos ingresos totales de 97.385 euros, por los mismos conceptos.

### **3.3.- LICENCIAS DE CAZA**

En España ha disminuido el número de licencias de caza como puede observarse en la figura 07 donde se muestra la evolución. Si en el año 1990 se contabilizaban 1.443.514 licencias de caza, en 2007 eran 898.036, y desde entonces a la actualidad continúa la tendencia descendente.

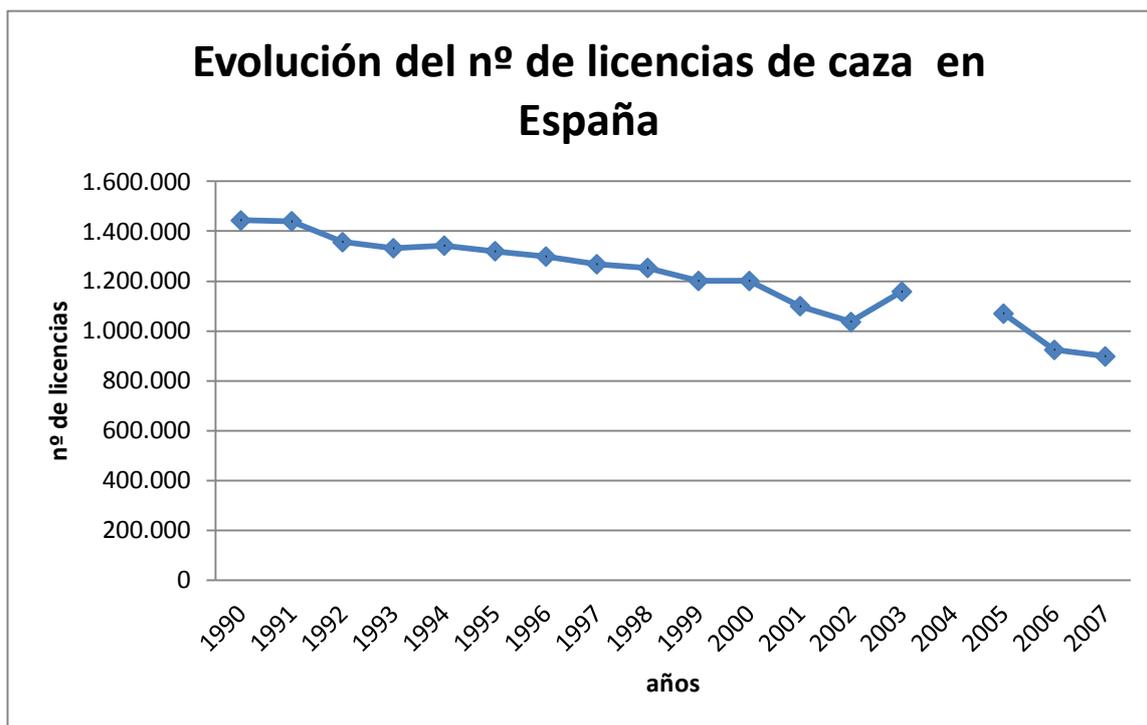


Figura 07: Evolución del número de licencias de caza en España.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos extraídos desde: [http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/montes\\_política\\_forestal/estadísticas\\_forestal/](http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/montes_política_forestal/estadísticas_forestal/)

A pesar de que la práctica de la caza está muy extendida en nuestra Comunidad Autónoma, el colectivo de cazadores decrece año tras año (Figura 08). Una de las causas de esta disminución es el descenso de la población, patente en toda la región y en especial en las zonas rurales, donde tradicionalmente era más habitual que los jóvenes fueran cazadores, mientras que en las zonas urbanas, existe un mayor desconocimiento de la actividad de la caza, y una menor aprobación de la misma por parte de la juventud.

La situación actual de crisis que padecemos, una falta de relevo generacional, y una sociedad cada vez más proteccionista, con una conciencia medioambiental más arraigada, junto con las, cada vez mayores, exigencias para la práctica de la caza también han contribuido a este descenso del número de cazadores (Martín, 2011, 31 de enero).

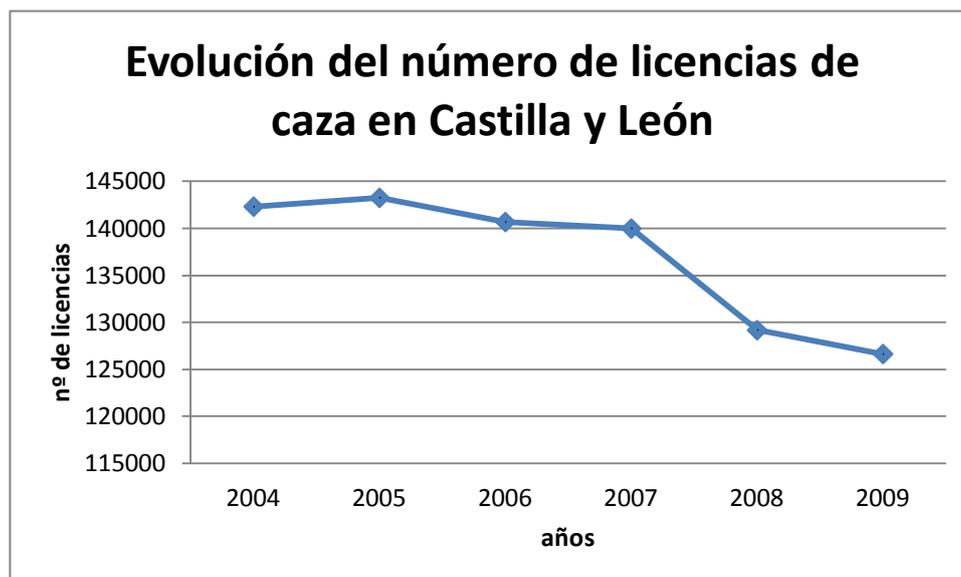


Figura 08: Evolución del número de licencias de caza en Castilla y León.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos extraídos desde: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es>.

En 1999 existían 143.697 licencias de caza en Castilla y León. Esto es, 17.063 más que en 2009, cuando se contabilizaron 126.634. En la provincia de Soria en 1999 había 9.859 licencias de caza mientras que en 2009 se registraron aproximadamente 6.263, lo que supone una pérdida de casi 3.600 licencias en 10 años (Junta de Castilla y León, 2011b).

En palabras de Santiago Iturmendi a El Norte de Castilla (Costilla, 2011, 4 de febrero), uno de los peligros para el futuro de la caza está en la “presión de los seguros que obligan a pagar los daños que provocan en la agricultura las especies cinegéticas” y que repercute en los titulares de los cotos. Así mismo, estima que algunos cotos pagan hasta 30.000 euros por el seguro de responsabilidad civil que cubre los daños de accidentes de tráfico en zonas con alta siniestralidad.

### 3.4.- CAPTURAS

Para mostrar la evolución del número de capturas de piezas de caza en Castilla y León (figura 09) en los últimos 6 años, se han considerado como capturas de especies de caza mayor, ciervo, corzo y jabalí y como capturas de especies de caza menor, codorniz, perdiz roja y conejo.

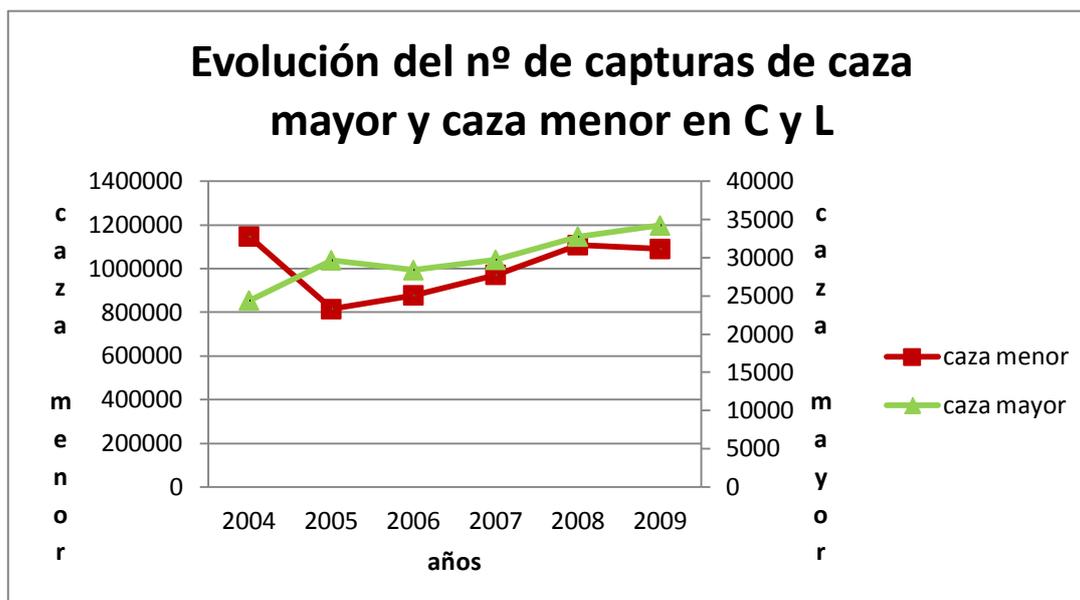


Figura 09: Evolución del número de capturas de caza mayor y menor en Castilla y León.  
 Fuente: Elaboración propia a partir de los datos extraídos desde: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/>.

Como se puede observar, en conjunto, cada vez son más las piezas que se cazan en Castilla y León. El crecimiento en el caso de la caza mayor ha sido muy elevado destacando las capturas de corzo. En el caso de la caza menor, los últimos cuatro años han visto la explosión demográfica del conejo en numerosos puntos de la Comunidad, apreciándose un ligero descenso de las capturas de perdiz y una alta variabilidad en codorniz al ser migratoria.

En la figura 10 se observa como en los últimos años ha ido aumentando el número de capturas de piezas de caza en Castilla y León mientras que el número de cazadores sigue una tendencia descendente y continuada.

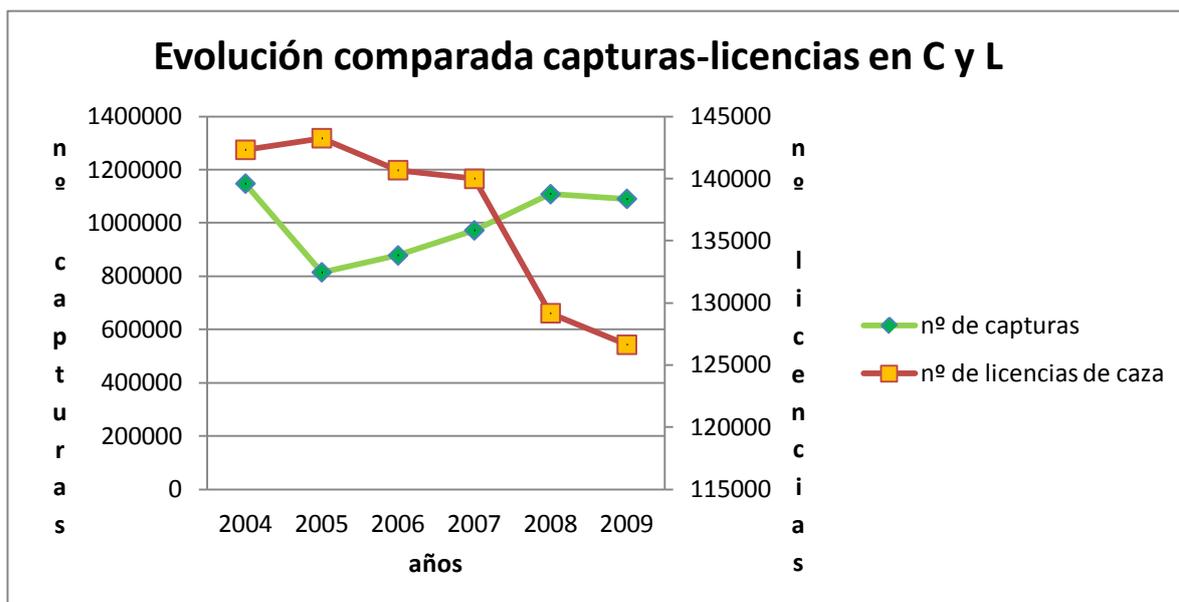


Figura 10: Evolución comparada del número de licencias y el número de capturas total de caza mayor y menor en Castilla y León.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos extraídos desde: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es>.

A pesar del aumento del número de capturas, todavía se consideran insuficientes. Christian Gortázar, investigador del CSIC y de la Universidad de Castilla-La Mancha afirma que “la población de ciervos crece entre un 20% y un 30% cada año y en esa proporción habría que ir cazando”, pero las escopetas solo alcanzan entre un 15% y un 18%. José Luis Garrido, responsable de estudios de la Federación Española de Caza dice que la caza es vital para restablecer el equilibrio de las poblaciones de animales, pero sabe que se caza menos de lo que se debe (Moran, 2011, 6 de febrero).

### 3.5.- PERIODOS HÁBILES DE CAZA

La Consejería de Medio Ambiente, oídos los Consejos Territoriales de Caza y el Consejo de Caza de Castilla y León, aprueba cada año, la Orden Anual de Caza, en la que se determinan, al menos, las especies cazables y comercializables, las regulaciones y las épocas hábiles de caza aplicables a las distintas especies en las diversas zonas, con expresión de las distintas modalidades y capturas permitidas.

La publicación de esta Orden en el "Boletín Oficial de Castilla y León" se efectúa antes del 30 de junio de cada año.

En la tabla 08 se muestran los períodos hábiles de caza del ciervo, corzo, jabalí, caza menor y media veda.

Tabla 08: Periodos hábiles de caza en Castilla y León.

	AÑO 2006							AÑO 2007					
	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
CIERVO				15*	11	12				15			
CORZO MACHO			6	1	15						1		
CORZO HEMBRA				1	15								
JABALÍ				21					15				
CAZA MENOR					4º domingo			31					
MEDIA VEDA			15	19									

\* Ciervo: Desde el 15 de septiembre hasta el 11 de octubre únicamente en la modalidad de rececho.

Fuente: Orden Anual de Caza 06-07. Extraída desde: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es>.

## **4.- RÉGIMEN JURÍDICO**

### **4.1.- VARIABLES DEL HECHO Y RESPALDO NORMATIVO**

El artículo 12 de la Ley de Caza de Castilla y León dispone que la responsabilidad por los daños producidos por las piezas de caza en los terrenos cinegéticos, en los refugios de fauna y en las zonas de seguridad se determinará conforme a lo establecido en la legislación estatal que resulte de aplicación. La responsabilidad por los accidentes de tráfico provocados por las especies cinegéticas se determinará conforme a la normativa sobre tráfico y seguridad vial vigente.

La legislación estatal es en primer lugar la Ley de Caza de 1970. Junto con esta norma básica en todo lo que guarde relación con la caza, cabe destacar la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, texto articulado aprobado por Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo, cuando el daño tenga por objeto un vehículo que circula por la vía pública. La materia se rige por su disposición adicional novena.

#### **4.1.1.- EL ACCIDENTE POR ATROPELLO**

Los perjudicados son de dos tipos: respecto de los daños materiales, el propietario del vehículo, y respecto de los daños personales, el conductor y ocupantes de éste. También resulta perjudicado el titular del aprovechamiento cinegético del terreno de donde procede el animal, ya que el accidente frecuentemente ocasiona la muerte del animal, lo que hace disminuir la riqueza cinegética del terreno.

El "accidente de tráfico" ó "atropello" se produce cuando un vehículo que circula por una vía pública ve interrumpida bruscamente y de forma incontrolada su marcha por la irrupción súbita de una especie cinegética, de modo que el vehículo ya no puede proseguir la marcha o lo puede hacer pero sin todos los elementos que lo componen. Por lo tanto son daños producidos por una pieza de caza en una zona de seguridad.

El accidente ha de ser consecuencia del atropello de una especie cinegética.

La Ley de Tráfico se refiere a las «especies cinegéticas», mientras que la Ley de Caza de Castilla y León se refiere a "pieza de caza".

La especie cinegética es una categoría que comprende como subconjunto la pieza de caza. Las especies cinegéticas están determinadas por el Decreto 172/1998, de 3 de septiembre, y las piezas de caza, se aprueban mediante la Orden Anual de Caza para el año en curso. En el caso de las piezas de caza mayor hay coincidencia total entre las especies cinegéticas y las piezas de caza.

#### 4.1.2.- LA RESPONSABILIDAD

El cambio producido por la entrada en vigor de la Disposición Adicional novena de la Ley de Tráfico en la redacción dada por la Ley 17/2005, de 19 de julio viene auspiciado por los cazadores que a través de sus asociaciones han presionado al Ministerio para conseguir una legislación menos objetiva, pues han venido sufriendo las consecuencias del aumento de accidentes de tráfico por esta causa en los últimos años y han reivindicado una profunda modificación en el régimen de responsabilidad y una nueva distribución del riesgo. Entre sus argumentos destaca el de la consideración de la caza como *res nullius* y no como *fructus fundi* de forma que desde el momento en que la pieza sale del coto se convierte en cosa de nadie y si provoca un accidente no puede exigirse responsabilidad al titular del coto o del terreno (Vicente, 2006b).

Las personas sobre las que puede recaer la responsabilidad jurídica por los daños producidos son: el conductor del vehículo, el titular del aprovechamiento cinegético del terreno donde procede la pieza de caza, y el titular de la vía pública donde tiene lugar la colisión.

La norma no establece expresamente un orden de preferencia entre los tres responsables, pero en la práctica el conductor tiene habitualmente un papel importante en la causa o intensidad de los daños. La disposición adicional novena responsabiliza al conductor del vehículo sólo en el caso de que el accidente haya sido ocasionado por el incumplimiento de las normas de circulación.

La responsabilidad consiste en el abono de la indemnización de daños y perjuicios ocasionados al propietario del vehículo. Se plantea si corresponde indemnización de daños y perjuicios al titular cinegético del terreno, si la pieza de caza hubiera procedido de un terreno de caza (Caballero, 2006).

En segundo lugar se responsabiliza de los daños causados, al titular del aprovechamiento cinegético del terreno o, en su defecto, al propietario, cuando el accidente sea consecuencia directa de la acción de cazar o de una falta de diligencia en la conservación del terreno acotado. Ahora la responsabilidad no se imputa en todo caso al titular cinegético del terreno de donde salga el animal, sino únicamente en el supuesto de que haya omitido la diligencia debida.

La disposición adicional novena de la Ley de Tráfico señala en último término al titular de la vía pública como responsable. Por vía pública hemos de entender las definidas genéricamente en el Anexo I de la Ley de Tráfico como carretera o vía interurbana, y más específicamente como autopista, autovía, carretera convencional o vía para automóviles. También son vías públicas las travesías y las vías urbanas, que se hallan dentro de una población. Pueden estar gestionadas directamente no por una Administración pública (Estado, Comunidad Autónoma, Diputaciones Provinciales,

Ayuntamientos, otras entidades locales) sino por una entidad privada, como sucede con las autopistas de peaje.

El titular responde por una omisión, como es la falta de conservación de las vías (el firme no se encuentra en buen estado, las cunetas no están limpias (Vicente, 2006a)), o por falta o deficiente señalización (la señal P-24 advierte al conductor del «Paso de animales en libertad», esto es, del peligro por la proximidad de un lugar donde frecuentemente la vía puede ser atravesada por animales en libertad).

Fuera del conjunto de responsabilidades que indica la disposición adicional novena, la LCEN (Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre) en su artículo 26.1 declara que la Administración asume la gestión tanto de la fauna silvestre amenazada como de aquella que no lo está. La conservación de la fauna silvestre tiene por finalidad preservar las especies de posibles daños que puedan sufrir, pero también comprende la responsabilidad de los perjuicios que aquélla pueda causar, como puede ser el caso en accidentes.

La última posibilidad que cabe imaginar es que los daños causados por la especie cinegética no puedan ser imputados a ninguna persona, esto es, ni al conductor del vehículo, ni al titular del aprovechamiento cinegético, ni al titular de la vía pública en la que se haya producido el accidente (ni a la Administración competente en materia de caza o de conservación de la naturaleza).

Se consideran dos posibilidades: 1.º Que responda la Administración pública, gestora de la vía pública o del medio ambiente; 2.º Que no responda nadie, por ser un supuesto de caso fortuito o fuerza mayor.

Cuenca (2005) está a favor de la primera opción "*atribuir la responsabilidad a la Administración titular de la vía pública, salvo los supuestos expresamente contemplados en la disposición adicional novena*" indicando que "*en estos accidentes importa mucho más lo que implican de seguridad en una vía pública que el hecho de que los provoque una pieza de caza*".

Vicente (2006a) sostiene que "*en estos supuestos, la única alternativa es que el conductor, a pesar de no ser responsable de la colisión, tenga que hacerse cargo de sus daños, como ocurre cuando un animal salvaje, sin aprovechamiento ni interés cinegéticos, sale a la carretera y colisiona con el vehículo*".

En opinión de Vicente (2006b), a la vista de esta nueva distribución del riesgo para los accidentes de circulación causados por la caza y el riesgo de que el conductor tenga que asumir los daños, la solución no puede ser otra que la del Seguro voluntario. Los conductores tendremos que cubrir los daños propios por atropello de especies

cinagéticas. Por eso, sería conveniente que las Compañías de Seguros ofertasen a los conductores como complemento del Seguro Obligatorio, la cobertura del riesgo de sufrir un accidente de estas características para evitar que sea el conductor quien tenga que soportar con carácter principal la liberación del peso de la responsabilidad de los titulares de los cotos (Vicente, 2006b).

Este hecho se está constatando en la provincia de Soria en la que las compañías aseguradoras están ampliando las coberturas de los seguros a este tipo de siniestros, con un incremento en el precio de las pólizas, ya que existen muchos accidentes en que ni el titular del aprovechamiento cinagético ni el de la vía pública son responsables, por haber actuado correctamente en lo que la ley les exige.

Esto se ve reforzado debido a que el nuevo artículo 12 suprime el seguro obligatorio de responsabilidad civil cinagética, por parte de la Administración autonómica, que era costeado proporcionalmente por los titulares de aprovechamientos cinagéticos de caza mayor. El antiguo artículo 12.2 preveía un seguro de responsabilidad civil para hacer frente a las indemnizaciones devengadas como consecuencia de los daños causados por las piezas de caza. De ahora en adelante quien quiera obtener cobertura para el riesgo de siniestros provocados por piezas de caza tendrá que contratar un seguro voluntario privado.

El sistema de responsabilidad por daños al tráfico vial causados por piezas de caza en Castilla y León, se regula en la actualidad de forma inequívoca, debido a la modificación operada en el apartado 1 del artículo 12 de la Ley 4/1996, de 12 de julio, de Caza de Castilla y León, por la disposición Final tercera de la Ley 10/2009, de 17 de diciembre, de Medidas Financieras, por la disposición adicional novena de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, introducida por el artículo único, apartado veinte de la Ley 17/2005, de 19 de julio, por la que se regula el permiso y la licencia de conducción por puntos. Y esta regulación, en definitiva, establece un sistema de responsabilidad subjetiva al hacerla depender de las conductas del conductor del vehículo, del titular del aprovechamiento cinagético o propietario del terreno o del titular de la vía pública en la que hubiese ocurrido el accidente (Guerra, 2010).

La inclusión del apartado 3 en el artículo 12 de la Ley de Caza de Castilla y León, mediante la Ley 19/2010 de 22 de diciembre, intenta delimitar cual es la debida diligencia por parte de los titulares cinagéticos en la conservación de los acotados, de forma que se puedan equiparar criterios en la interpretación de la ley en los casos de accidentes de carretera con animales.

Existen numerosas opiniones y valoraciones de la aplicación de la normativa vigente.

Así, Cuenca (2005) considera que la Jurisprudencia resulta confusa y contradictoria: ante los mismos hechos las soluciones difieren radicalmente. «Tal desbarajuste se debe a una causa muy concreta: para resolver el problema se aplican las leyes de caza, y esto no debería ocurrir; irrumpir un animal salvaje en la calzada, salvo casos excepcionales, no tiene nada que ver con la acción de cazar. En su opinión, la Ley de 1970, al introducir el art. 33 está pensando, como antes la de 1902 y el art. 1906 del Código Civil, en los daños agrícolas; extender la responsabilidad de los titulares de aprovechamientos cinegéticos a los accidentes de caza ha sido una desafortunada obra de la Jurisprudencia». Así pues, estima, que en el tratamiento jurídico de estos accidentes debe prevalecer que derivan de la circulación, no la circunstancia de que los haya provocado una pieza de caza.

Después de la entrada en vigor de la 17/2005 de 19 de Julio no sólo quedan sin vigencia en estos accidentes las leyes de caza anteriores, sino que las promulgadas por las Comunidades Autónomas después, no pueden modificar el nuevo régimen establecido; la competencia exclusiva que, según sus Estatutos, corresponde a todas las Comunidades en materia de caza, no las legitima para legislar sobre seguridad vial por el hecho de que el accidente de circulación lo haya provocado una pieza de caza; además, no parece razonable que, en el caso de calzadas que discurran por más de una Comunidad, la responsabilidad sea distinta según el punto kilométrico en que el accidente ocurra (Cuenca, 2006).

La disposición adicional 9ª establece la responsabilidad por daños en supuestos excepcionales, pero ¿qué ocurre en los supuestos ordinarios, los más frecuentes, cuando la pieza de caza invade una carretera bien conservada y señalizada causando daños en un vehículo correctamente conducido? Los Tribunales tienen la palabra (Cuenca, 2006), como se constata en sentencias emitidas no solo en diferentes comunidades autónomas, sino dentro de la misma comunidad e incluso dentro de la misma provincia, son variadas las posiciones jurisprudenciales en la interpretación de la Disposición Adicional Novena.

Pascual (2009), hace una síntesis del proceso normativo acontecido y de sus consecuencias: en un primer momento, las CCAA entienden que su competencia exclusiva en materia de caza les permite proceder a una ordenación completa de esta materia o, dicho de otra forma, a regular todo el contenido de la Ley de Caza de 1970. Dicha opción lleva a la aprobación de diversas leyes autonómicas que no son recurridas por el Estado, al menos, en lo que atañe a la posible invasión de títulos competenciales estatales de carácter general claramente involucrados. Ahora bien, tras ello y años después, el Estado parece querer recuperar un ámbito de competencia y decisión que había dejado en manos de las CCAA y, al margen de sus leyes, en vigor desde hacía tiempo, y sólo en relación con un aspecto parcial de esa previa y aparente dejación de competencias, a saber, la responsabilidad por daños en accidentes de tráfico

ocasionados por especies cinegéticas, introduce, su regulación a través de la Ley 17/2005, de 19 de julio, por la que se regula el permiso y la licencia de conducción por puntos y se modifica el Texto Articulado de la Ley sobre Tráfico, que añade una disposición adicional novena regulando dicha cuestión, al RD Legislativo 339/1990, de 2 de marzo, por el se aprueba el Texto Articulado de la Ley de Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial.

Así pues, aun cuando, fuese más que probable su incorrección competencial, la legislación autonómica que venía siendo aplicada hasta ese momento se ve, sin ninguna explicación, alterada de forma sustancial por la citada norma de la Ley 17/2005. A partir de ahí, o bien se reformaba en consonancia con la nueva regulación estatal la correspondiente normativa autonómica –tal y como han hecho algunas CCAA–, o bien quedaba en manos de los órganos consultivos autonómicos y de los Tribunales resolver las evidentes antinomias generadas recurriendo a principios nada favorecedores de la certeza y seguridad jurídica.

La RFEC en escrito de 13 de mayo de 2009 dirigido a los portavoces de grupos parlamentarios en el senado, sugiere una nueva redacción de la disposición adicional de la Ley 17/05, de julio. Apartado 2º:

" Los daños personales y patrimoniales en estos siniestros, solo serán exigibles a los Titulares de aprovechamiento cinegético o, en su defecto, a los propietarios de los terrenos cuando el accidente sea consecuencia directa de la acción de cazar, o de una falta de diligencia en la conservación del terreno acotado; en todo caso se entenderá como falta de diligencia, el incumplimiento del Plan Técnico de Caza, que obligatoriamente se demostrará, mediante la documentación o certificación emitida por la Administración competente en materia cinegética, en que se demuestre dicha falta de diligencia".

Esta sugerencia es debida a la consideración, por la RFEC, de que la actual redacción de la Ley 17/05, de julio, ha dado lugar a muy diversas interpretaciones y corrientes jurisprudenciales, con un resultado nada satisfactorio y una inseguridad jurídica que ha determinado una mayor litigiosidad.

La responsabilidad por daños al tráfico vial causados por el atropello de piezas de caza en Castilla y León, puede parecer a primera vista un tema resuelto y pacífico, pero por desgracia no lo está. Y no es pacífico, ni legal, ni doctrinal ni, lo que es más grave, jurisprudencialmente, lo que da lugar a que, con la misma legislación, se llegue a pronunciamientos distintos, con la inseguridad jurídica que ello supone (Guerra, 2010).

La modificación operada en el apartado 1 del artículo 12 de la Ley 4/1996, de 12 de julio, de Caza de Castilla y León, por la disposición final tercera de la Ley 10/2009, de 17 de diciembre, de Medidas Financieras, considera que es positiva y tendrá un

efecto clarificador en cuanto a la determinación de cuál sea la normativa reguladora de la responsabilidad de los accidentes de tráfico producidos por piezas de caza en Castilla y León. El objetivo de esta reforma es intentar solucionar las discrepancias que se derivaban de la remisión que el texto anterior hacía a la «*legislación estatal que resulte de aplicación*», concretándola, ahora, en la «*normativa sobre tráfico y seguridad vial vigente*». La reforma normativa traerá consigo una seguridad jurídica que todos desean Guerra (2010).

## **4.2.- EVOLUCIÓN EN LA REGULACIÓN DE LA RESPONSABILIDAD CIVIL CINEGÉTICA EN CASTILLA Y LEÓN**

La Comunidad Autónoma de Castilla y León quizá sea la que más regímenes diferentes en materia de responsabilidad cinegética haya tenido en toda España.

### **4.2.1.- EL CÓDIGO CIVIL Y DE LA LEY DE CAZA DE 1970**

La Comunidad Autónoma de Castilla y León, desde la aprobación del Estatuto de Autonomía, por la Ley Orgánica 4/1993, de 25 de febrero, careció de Ley de Caza propia hasta el año 1996. Hasta ese momento eran de aplicación el artículo 1906 CC (Código Civil) por una parte y los artículos 33 LC (Ley 1/1970, de 4 de abril, de caza) y 35 RC (Reglamento de la Ley estatal de caza, aprobado por Decreto 506/1971, de 25 de marzo).

El artículo 1906 CC dispone que «*el propietario de una heredad de caza responderá del daño causado por ésta en las fincas vecinas, cuando no haya hecho lo necesario para impedir su multiplicación o cuando haya dificultado la acción de los dueños de dichas fincas para perseguirla*». De los daños causados por la caza en una finca responderá el propietario del terreno cinegético vecino donde habiten (y de donde procedan) las piezas causantes de los daños, esta responsabilidad sólo tendrá lugar cuando el propietario de la heredad no haya hecho lo necesario para impedir el daño.

El artículo 33 LC, dispone que:

1º.- De los daños causados por las piezas de caza procedentes de los terrenos acotados serán responsables los titulares de los aprovechamientos cinegéticos y, subsidiariamente, los propietarios de los terrenos.

2º.- De los daños originados por las piezas de caza procedentes de refugios de caza, reservas nacionales, parques nacionales y terrenos de caza controlada serán responsables los titulares de los aprovechamientos cinegéticos y, subsidiariamente, el Estado.

Para los daños producidos por piezas de caza procedentes de terrenos no incluidos en los casos anteriores, la responsabilidad se exige según indica el CC en su artículo 1906, a lo que hace referencia el artículo 35.3 RC.

#### 4.2.2.- LA LEY AUTONÓMICA DE CAZA DE 1996

El Código civil y la Ley estatal de 1970 continuaron aplicándose directamente en la Comunidad Autónoma hasta la entrada en vigor de la Ley de Caza, el 22 de octubre de 1996.

El texto originario del artículo 12 de dicha Ley, *Daños producidos por las piezas de caza*, indicaba que:

- Los titulares de los aprovechamientos cinegéticos serán responsables de los daños originados por las piezas de caza en los terrenos cinegéticos, independientemente de que las piezas de caza pertenezcan a una especie incluida o no en el plan de aprovechamiento cinegético del terreno.

- De los daños originados por las palomas procedentes de un palomar industrial situado en quinientos metros a la redonda responderá el propietario de aquél.

- La Junta de Castilla y León será responsable de los daños originados por las piezas de caza en los refugios de fauna.

- En las zonas de seguridad, de los daños originados por las piezas de caza responderán los titulares cinegéticos de los terrenos, los propietarios de los vedados de carácter voluntario o la Junta de Castilla y León en el resto de terrenos vedados y en los refugios de fauna.

- De los daños originados por las piezas de caza en los terrenos vedados voluntariamente responderán los propietarios de los mismos, y en los restantes vedados responderá la Junta de Castilla y León.

La responsabilidad cinegética se imputaba a la Administración regional en el caso de daños producidos en las reservas regionales de caza, cotos de caza regionales, zonas de caza controlada cuya gestión se hubiera reservado la Administración, refugios de fauna, y vedados no voluntarios. Por el contrario, la responsabilidad correspondía a un particular —persona privada, física o jurídica— en el caso de cotos privados de caza o, en su caso, al cesionario del aprovechamiento cinegético; a la Federación de Caza, en los cotos de caza federativos; a la sociedad de cazadores concesionaria, cuando la gestión de la zona de caza controlada se realizase bajo el régimen de concesión; y al propietario, en los vedados de carácter voluntario (Caballero, 2006).

Si el daño hubiera sido debido al perjudicado o a un tercero, la responsabilidad pasaría a ser del perjudicado o tercero.

La responsabilidad recaería sobre quien ostentara el derecho a cazar en exclusiva o la obligación de velar por las piezas de caza según consta en la Sentencia del Tribunal Supremo de 14 de julio de 1982.

La Ley disponía, como elemento complementario, la suscripción de un seguro — obligatorio— de responsabilidad civil por parte de la Administración regional, cuya cobertura comprendía el riesgo de daños en las zonas de seguridad. El coste de la prima se repartía entre los titulares cinegéticos que realizasen aprovechamientos de caza mayor de manera proporcional a éstos.

#### 4.2.3.- LA DISPOSICIÓN ADICIONAL SEXTA DE LA LEY 19/2001, DE 19 DE DICIEMBRE

La disposición adicional sexta de la Ley 19/2001, de 19 de diciembre, de reforma del texto de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, aprobado por Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo, señala que de los daños ocasionados en accidentes de tráfico provocados por atropello de especies cinegéticas serán responsables: 1.º el conductor del vehículo, cuando el accidente sea consecuencia del incumplimiento de las normas de circulación; y, 2.º quienes resulten de la aplicación de la normativa específica. Este precepto entró en vigor el 20 de enero de 2002, es decir, un mes después de la publicación de la Ley 19/2001, en el Boletín Oficial del Estado (disposición final cuarta).

De este modo la Ley de Tráfico pasa a afectar a los daños causados al tráfico por piezas de caza haciendo disminuir los casos en que los titulares de los aprovechamientos cinegéticos de los terrenos de caza son responsables de los daños causados a la circulación por las piezas que irrumpen en la vía pública, y perjudicando de esta forma a los conductores (Caballero, 2006).

Por lo tanto, en esos momentos el Derecho aplicable estaba constituido por la Ley autonómica de Caza y la Ley de Tráfico; supletoriamente, por la Ley de Caza de 1970 y el Código Civil.

#### 4.2.4.- LA LEY 14/2001, DE 28 DE DICIEMBRE, DE MEDIDAS ECONÓMICAS, FISCALES Y ADMINISTRATIVAS DE CASTILLA Y LEÓN

La Ley de Caza de Castilla y León, experimentó una primera reforma, pero únicamente en el aspecto asegurativo, se pretendía arreglar el sistema actuando no sobre la causa — responsabilidad civil cinegética— sino sobre los efectos —consecuencias económicas para los titulares de aprovechamientos cinegéticos. La Ley 14/2001, de 28 de diciembre, de Medidas Económicas, Fiscales y Administrativas, en su artículo 10,

bajo la rúbrica *Modificación de la Ley de Caza de Castilla y León*, dio nueva redacción al artículo 12, apartado 2, que disponía en síntesis lo siguiente:

1.º La Administración de la Comunidad de Castilla y León suscribirá un contrato de seguro de responsabilidad civil que cubra, total o parcialmente, la responsabilidad derivada de los daños que produzcan las piezas de caza en las zonas de seguridad de la Comunidad de Castilla y León. El coste de la prima del seguro podrá repercutirse, total o parcialmente, entre los titulares de terrenos cinegéticos de manera proporcional a los aprovechamientos de éstos.

2.º La Administración de la Comunidad de Castilla y León suscribirá un contrato de seguro de responsabilidad civil que cubra, total o parcialmente, la responsabilidad derivada de los daños que produzcan las piezas de caza en los supuestos en los que le corresponda dicha responsabilidad de conformidad con el artículo 12.1.

La reforma entró en vigor el 1 de enero de 2002.

4.2.5.- LA DISPOSICIÓN ADICIONAL NOVENA DEL TEXTO ARTICULADO DE LA LEY SOBRE TRÁFICO, CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS A MOTOR Y SEGURIDAD VIAL, APROBADO POR REAL DECRETO LEGISLATIVO 339/1990, DE DOS DE MARZO, INTRODUCIDA POR EL ARTÍCULO ÚNICO, APARTADO VEINTE, DE LA LEY 17/2005 POR LA QUE SE REGULA EL PERMISO Y LA LICENCIA DE CONDUCCIÓN POR PUNTOS

En la Ley 17/2005, de 19 de julio, por la que se regula el permiso y la licencia de conducción por puntos y se modifica el texto articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, se introduce una nueva disposición adicional novena en la Ley de tráfico, bajo el título *Responsabilidad en accidentes de tráfico por atropellos de especies cinegéticas*, con arreglo a la cual: «*En accidentes de tráfico ocasionados por atropello de especies cinegéticas será responsable el conductor del vehículo cuando se le pueda imputar incumplimiento de las normas de circulación. Los daños personales y patrimoniales en estos siniestros, sólo serán exigibles a los titulares de aprovechamientos cinegéticos o, en su defecto, a los propietarios de los terrenos, cuando el accidente sea consecuencia directa de la acción de cazar o de una falta de diligencia en la conservación del terreno acotado. También podrá ser responsable el titular de la vía pública en la que se produce el accidente como consecuencia de su responsabilidad en el estado de conservación de la misma y en su señalización*».

Por lo tanto, existen tres posibles sujetos responsables: El conductor del vehículo, los titulares de los aprovechamientos cinegéticos o propietarios de los terrenos y el titular de la vía pública.

La disposición adicional novena entró en vigor el 10 de agosto de 2005.

Vicente (2006a) opina que “con esta norma se producen cambios importantes en el régimen de la responsabilidad de los titulares de cotos de caza; en los casos de accidentes de circulación se vuelve al criterio de imputación de la negligencia y se ha trasladado el peso de la responsabilidad al conductor del vehículo”.

#### 4.2.6.- LA LEY 13/2005, DE 27 DE DICIEMBRE, DE MEDIDAS FINANCIERAS DE CASTILLA Y LEÓN

La reforma de la Ley de Caza de Castilla y León de 2001, que incluía el seguro cinegético, se vuelve a reformar dando una nueva redacción al artículo 12 de la misma.

La Ley 13/2005, de 27 de diciembre, de Medidas Financieras, en su disposición final cuarta con el título *Modificación de la Ley 4/1996, de 12 de julio, de Caza de Castilla y León*, da la citada nueva redacción al artículo 12 de la Ley de caza autonómica, que queda redactado en los siguientes términos:

*«Artículo 12. Daños producidos por las piezas de caza.*

*1. La responsabilidad por los daños producidos por las piezas de caza en los terrenos cinegéticos, en los refugios de fauna y en las zonas de seguridad se determinará conforme a lo establecido en la legislación estatal que resulte de aplicación.*

*2. La responsabilidad por los daños producidos por las piezas de caza, excepto cuando el daño sea debido a culpa o negligencia del perjudicado o de un tercero, corresponderá en los terrenos vedados a sus propietarios».*

Este precepto entró en vigor el 1 de Enero de 2006.

#### 4.2.7.- LA LEY 10/2009 DE 17 DE DICIEMBRE DE MEDIDAS FINANCIERAS

La disposición final tercera de la Ley 10/2009, de 17 de diciembre, de Medidas Financieras ha modificado el apartado 1 del artículo 12 de la Ley 4/1996, de 12 de julio, de Caza de Castilla y León, en un intento por solucionar las discrepancias que se derivaban de la remisión que el texto anterior hacía a la *«legislación estatal que resulte de aplicación»*, concretándola, ahora, en la *«normativa sobre tráfico y seguridad vial vigente»*. De esta forma, el apartado primero del artículo 12 de la Ley de Caza de Castilla y León quedaría redactado en los siguientes términos: *«La responsabilidad por los daños producidos por las piezas de caza en los terrenos cinegéticos, en los refugios de fauna y en las zonas de seguridad se determinará conforme a lo establecido en la legislación estatal que resulte de aplicación. La responsabilidad por los accidentes de*

*tráfico provocados por las especies cinegéticas se determinará conforme a la normativa sobre tráfico y seguridad vial vigente».*

Según Guerra (2010), esta modificación favorece la seguridad jurídica de que la norma que regule una materia determine, sin lugar a interpretaciones, el régimen de responsabilidad que regula. De esta forma, frente a la indeterminación de la redacción anterior («*la legislación estatal que resulte de aplicación*») la modificación operada por la Ley 10/2009, de 17 de diciembre, resuelve las dudas e interpretaciones, al clarificar que esa legislación es la de tráfico y seguridad vial.

La norma actualmente aplicable en Castilla y León a los daños causados por las piezas de caza está integrada por el artículo 12 de la Ley autonómica 4/1996, de 12 de julio modificado en el apartado 1 por la disposición final tercera de la Ley 10/2009, de 17 de diciembre, de Medidas Financieras, junto con la disposición adicional novena de la Ley de Tráfico; el artículo 33 de la Ley Estatal de Caza, complementado con el artículo 35 del Reglamento de la Ley Estatal de Caza; y el artículo 1906 del Código Civil.

#### 4.2.8. – LEY 19/2010, DE 22 DE DICIEMBRE, DE MEDIDAS FINANCIERAS Y DE CREACIÓN DEL ENTE PÚBLICO AGENCIA DE INNOVACIÓN Y FINANCIACIÓN EMPRESARIAL DE CASTILLA Y LEÓN

La disposición adicional octava de esta ley modifica la Ley 4/1996, de 12 de julio, de Caza de Castilla y León.

Se añade el apartado 3 al artículo 12 de la Ley 4/1996, redactado en los siguientes términos:

«3. Se entiende, a los efectos de esta ley, que el titular cinegético o arrendatario en su caso, cumple los requisitos de debida diligencia en la conservación de los terrenos cinegéticos acotados cuando tenga aprobado el correspondiente instrumento de planificación cinegética y su actividad cinegética se ajuste a lo establecido en éste.

Reglamentariamente podrán establecerse otros requisitos de índole administrativa o de buenas prácticas cinegéticas.»

### **4.3.-LEGISLACIÓN AUTONÓMICA COMPARADA**

La competencia en materia de caza viene atribuida a las CCAA en virtud del artículo 148.1.11 de la Constitución Española y ha sido recogida íntegramente por la totalidad de los Estatutos de Autonomía. De esta forma, las distintas CCAA se encuentran legitimadas para legislar sobre la materia de caza, incluida la

responsabilidad que la actividad cinegética comporta. Sin embargo, el Estado se reserva la competencia para legislar esas mismas actividades cinegéticas cuando afecta a la seguridad vial, en virtud de lo establecido en el artículo 149.1.21 de la Constitución Española (López Gallardo, 2009).

La legislación que sobre dicha materia han hecho las distintas Comunidades Autónomas se puede clasificar en los siguientes grupos (Olea, 2006):

- **COMUNIDADES AUTÓNOMAS CARENTES DE REGULACIÓN ESPECÍFICA, PERMANECIENDO VIGENTE LA LEY DE CAZA DE 1970.**

La Comunidad de Madrid, Cataluña y el País Vasco son las incluidas en este grupo.

La Comunidad del País Vasco integra de forma literal la disposición adicional novena de la Ley 17/2005 en su Norma Foral 8/2004, de 14 de junio, de Caza (*BOTHA*, núm. 71, de 23 de junio de 2004), del Territorio Histórico de Álava mediante una modificación de su art. 11 mediante la Norma Foral 5/2006 de 27 de marzo (*BOTHA*, núm. 43, de 12 de abril de 2006) reconociendo que la nueva ley cambia el marco normativo y las responsabilidades en el caso de accidentes de tráfico ocasionados por especies cinegéticas.

- **COMUNIDADES AUTÓNOMAS QUE TENIENDO PROMULGADAS NORMATIVAS ESPECIALES SOBRE CAZA, NO CONTIENEN REGULACIÓN DE LA RESPONSABILIDAD DE LOS DAÑOS OCASIONADOS POR ANIMALES CINEGÉTICOS.**

La Comunidad Autónoma de Castilla y León regula esta materia en la Ley 4/1996, de 12 de julio (*BOCyL* de 23 de julio de 1996 y en el *BOE* de 30 de agosto de 1996), cuyo art. 12 recoge, por un lado, la responsabilidad por los daños producidos por las piezas de caza en los terrenos cinegéticos, refugios de fauna y zonas de seguridad remitiendo a la legislación estatal, siendo esta la normativa sobre tráfico y seguridad vial en el caso de accidentes de tráfico provocados por las especies cinegéticas, y por otro lado, la responsabilidad por los daños producidos por las piezas de caza, que será del propietario de los terrenos vedados, excepto cuando el daño sea debido a culpa o negligencia del perjudicado o de un tercero.

La Comunidad Autónoma de Castilla la Mancha regula en su artículo 17 de la Ley de Caza 2/1993 de 15 de julio (*DOCM* 4 de agosto de 1993, *BOE* 2 de noviembre) únicamente la responsabilidad de los titulares cinegéticos por los daños causados en las explotaciones agrarias.

La región de Murcia en la Ley 7/2003, de 12 de noviembre, de Caza y Pesca Fluvial (*BORM* 10 de diciembre de 2003, *BOE* de 24 de febrero de 2004), no recoge de forma explícita ninguna regulación en esta materia, debiendo por tanto remitirse a la legislación estatal.

- COMUNIDADES AUTÓNOMAS CON NORMATIVA ESPECÍFICA DE CAZA QUE SÍ CONTIENEN UNA REGULACIÓN SOBRE LA RESPONSABILIDAD DE LOS DAÑOS OCASIONADOS POR ANIMALES CINEGÉTICOS.

a) La Comunidad Autónoma de Andalucía regula la responsabilidad en la Ley 8/2003, de 28 de octubre (*BOJA* 12 noviembre de 2003, *BOE* 2 de diciembre de 2003) , de la Flora y la Fauna Silvestre. El art. 34 del citado texto, recoge la responsabilidad por daños y establece la responsabilidad de los titulares de los aprovechamientos indicando que serán responsables de los daños causados en las personas, bienes y en las explotaciones agrarias por los ejemplares de especies cinegéticas y piscícolas incluidas en el plan técnico y que procedan de los citados aprovechamientos. Subsidiariamente, serán responsables los propietarios de los terrenos. Solamente estarán consideradas las especies cinegéticas y piscícolas incluidas en el plan técnico. Cuenca (2004) considera que deberá poner fin en dicha comunidad a la polémica sobre si el titular del coto de caza menor responde por los daños causados por los daños de las piezas de caza mayor.

b) En las Islas Baleares, la Ley 6/2006, de 12 de abril (*BOIB* 27 abril de 2006, *BOE* 23 de mayo), sobre Caza y Pesca Fluvial, es posterior a la reforma estatal en materia de tráfico y establece en su art. 50 que la responsabilidad por daños ocasionados por animales de caza queda limitada a los casos que no se puedan imputar a culpa o negligencia del perjudicado, ni a fuerza mayor, de acuerdo con la legislación en materia civil y de tráfico.

c) La Comunidad Autónoma de Galicia legisló sobre caza en la Ley 4/1997, de 25 de junio (*DOG*, núm. 133, 11 julio 1997; *BOE*, núm. 192, 12 de agosto de 1997) , el artículo que recogía la responsabilidad fue modificado por la Ley 6/2006, de 23 de octubre (*DOG* 6 de noviembre de 2006, *BOE* 23 de noviembre de 2006) , reconociendo que al haberse producido cambios legislativos en ámbitos *supraautonómicos* que inciden directamente en nuestro sistema jurídico deberá aplicarse la normativa estatal en materia de seguridad vial.

d) La Comunidad Autónoma de Canarias promulgó la Ley 7/1998, de 6 de julio (*BOIC* 15 de Julio de 1998, *BOE* de 31 de Julio de 1998) , que en su art. 32.3 establece la responsabilidad del titular del aprovechamiento de los terrenos, sea persona pública o privada, por daños ocasionados por especies cinegéticas, estableciendo una responsabilidad subsidiaria de los propietarios de los terrenos con una remisión a la legislación civil ordinaria en otro caso.

e) La Comunidad Autónoma de Valencia regula la materia en la Ley 13/2004, de 27 de diciembre (*DOCV* de 29 de diciembre de 2004 y *BOE* de 14 febrero 2005) , y concretamente en su art. 41, haciendo distinción entre los daños producidos a cultivos o inmuebles y los de distinta naturaleza, y para este último tipo de daños la responsabilidad se imputa a los titulares de los aprovechamientos, pero con la condición de que el animal que lo ocasione esté comprendido dentro de dicho aprovechamiento, con la salvedad de que los propios perjudicados, hayan contribuido a la producción del daño por culpa o negligencia, en este caso del conductor del vehículo.

f) La Comunidad Autónoma de Aragón, en la Ley 5/2002, de 4 de abril (*BOA* 17 abril de 2002 y *BOE* de 14 mayo de 2002), parte también de la distinción entre daños de naturaleza agraria y los de cualquier otra naturaleza, y el régimen de responsabilidad lo recoge en el art. 71.3, según la cual «Los propietarios de terrenos clasificados como zonas no cinegéticas voluntarias, de acuerdo con lo establecido en la presente Ley, serán responsables de los daños de cualquier naturaleza ocasionados por las especies cinegéticas procedentes de los mismos, salvo que el daño causado sea debido a culpa o negligencia del perjudicado o de un tercero ajeno al titular de la explotación». Por la Ley de 15/2006 (*BOE*, núm. 44, 20 de febrero de 2007, *BOA*, núm. 149, 30 de diciembre de 2006) se introdujo un nuevo artículo, el 71 bis que dice:

«La Administración de la Comunidad Autónoma de Aragón asumirá el pago de las indemnizaciones a que haya lugar a favor de los perjudicados, por los daños de naturaleza distinta de la agraria causados por especies cinegéticas, salvo que los propios perjudicados, por culpa o negligencia, hayan contribuido a la producción del daño. Para ello se establecerán los mecanismos aseguradores oportunos y se regulará un procedimiento de reclamación administrativa ante la Diputación General de Aragón.»

Aunque no se mencionan expresamente, los daños causados por especies cinegéticas en los accidentes de circulación, como son «de naturaleza distinta de la agraria», deben ser indemnizados por la Comunidad Autónoma de Aragón (Silvosa Tallón, 2010).

g) La Comunidad Autónoma de Asturias reguló la materia en la Ley 2/1989, de 6 de junio (*BOE*, núm. 157, 3 de julio de 1989, *BOPA* núm. 140, 17 de junio de 1989), dentro de la cual su art. 38, establece la responsabilidad de la Administración del Principado respecto de los daños ocasionados por especies de la fauna silvestre no susceptibles de aprovechamiento cinegético, cualquiera que sea su procedencia, pero previa instrucción del oportuno expediente y valoración de los daños producidos. Cuando los animales sean especies cinegéticas, y los terrenos tengan un Régimen Cinegético Especial cuyo titular no sea el Principado de Asturias, la indemnización de los daños producidos por las especies cinegéticas será responsabilidad del titular. Al no distinguir el citado artículo entre daños agrarios o de otra naturaleza, debe aplicarse dicha responsabilidad en los accidentes automovilísticos (Silvosa Tallón, 2010).

h) La Comunidad Autónoma de Extremadura en la Ley 8/1990, de 21 de diciembre, de Caza (*DOE* de 19 de enero 2002, *BOE* de 19 de febrero de 2002), y concretamente su art. 74 se refiere al tema. Con la redacción dada por la Ley 19/2001, de 14 de diciembre, imputa la responsabilidad de los daños ocasionados por las piezas de caza, indicando en primer lugar, que cuando el daño esté propiciado por el perjudicado, un tercero o causa de fuerza mayor, no será responsable el titular del coto, en los casos que cause daños la pieza de caza cuando el animal proceda del mismo.

Asimismo, la Administración Autonómica será responsable siempre que el animal proceda de terrenos sometidos a régimen cinegético especial distinto de los cotos, y es exigible respecto de cualquier animal cinegético con independencia de que se trate o no de época de veda, o de sexo y edad (Silvosa Tallón, 2010).

i) La Comunidad Autónoma de La Rioja establece el régimen de responsabilidad para las piezas de caza en la Ley 9/1998, de 2 de julio (*BOE*, núm. 164, 10 de julio de 1998, *BOLR* núm. 80, 4 de julio de 1998.), en su art. 13 (Redacción según Ley 6/2007, de 21 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas para el año 2008), estableciendo que serán responsables de los daños los titulares de los aprovechamientos y la Comunidad Autónoma en los vedados no voluntarios y en las zonas no cinegéticas, destacando el art. 6.3 del Reglamento de Caza (Decreto 17/2004, de 27 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Caza de La Rioja. *BOLR* de 11 de marzo de 2004) , en el sentido de que *cuando no se pueda precisar la procedencia de las piezas de caza respecto a uno de los varios terrenos cinegéticos de los que pudieran proceder, la responsabilidad por los daños originados en ella por las piezas de caza será exigible mancomunadamente a los titulares de todos ellos.*

j) En la Comunidad Autónoma de Cantabria se promulgó la Ley 12/2006, de 17 de julio de Caza (*BOC* 2 de agosto de 2006, *BOE* de 28 de agosto de 2006) , cuyo art. 63 establece la responsabilidad por daños causados por especies cinegéticas, imputando la responsabilidad de los daños causados a los titulares de los terrenos mismos. Pero cuando no procedan de dichos terrenos, responderá la Comunidad Autónoma siempre que procedan de Reservas Regionales de Caza, Cotos Regionales de Caza, Refugios Regionales de Fauna Cinegética y de los Vedados de Caza que se correspondan con terrenos incluidos en los espacios naturales protegidos o en el ámbito de presencia de especies amenazadas. Y cuando procedan de terrenos no incluidos en los supuestos anteriores, habrá que estar a lo dispuesto por la legislación civil. Estableciendo una responsabilidad solidaria en el supuesto de que *no resulte posible precisar la procedencia de las especies cinegéticas respecto a uno determinado de los varios terrenos de los que pudieran proceder, la responsabilidad por los daños causados será exigible solidariamente a los titulares cinegéticos o propietarios de todos ellos.*

k) La Comunidad Foral Navarra representa la excepción respecto de las anteriores Comunidades, al tener una regulación concreta en materia de accidentes por atropello, la

Ley Foral 17/2005, de 22 de diciembre, de Caza y Pesca de Navarra (*BON* de 28 de diciembre de 2005, *BOE* de 20 de enero de 2006), la cual destaca la importancia en la Exposición de Motivos del aumento de los accidentes de circulación por atropello de especies cinegéticas, calificándolo de un problema social, destacando la implicación en este tipo de sucesos de la Administración, conductor y titulares del coto y de los aprovechamientos cinegéticos, cada uno de ellos con su respectiva participación y circunstancias. En el art. 86 regula los daños causados por estas especies, estableciendo el siguiente sistema de responsabilidad:

1) Del conductor del vehículo accidentado, en los casos en que éste no hubiera adoptado las precauciones necesarias para evitar el atropello o se le pueda imputar incumplimiento de las normas de circulación.

2) Del titular del aprovechamiento cinegético o, en su caso, del terreno acotado, sólo en los casos en los que el accidente sea consecuencia de la negligencia en la gestión del terreno acotado o de la acción de cazar.

3) De la Administración competente en materia de caza, en los supuestos en que el accidente sea consecuencia de las disposiciones de ordenación del aprovechamiento cinegético.

4) Del titular de la explotación de la vía pública en que se produzca el accidente, siempre y cuando esté motivado por la falta de conservación en relación con las medidas de protección frente a invasión de la vía por animales, cuyo mantenimiento sea responsabilidad del titular de la explotación de la vía, o por ausencia de señalización adecuada de paso de fauna cinegética.

En el caso de responsabilidad por parte de "*La Administración competente en materia de caza, en los supuestos en que el accidente sea consecuencia de las disposiciones de ordenación del aprovechamiento cinegético*", el precepto puede referirse a casos como el de los daños causados por piezas de caza que se han multiplicado excesivamente y que no han podido ser reducidas mediante batidas por falta de autorización administrativa (Caballero Lozano, 2006).

Asimismo, establece una ayuda para apoyar económicamente el establecimiento de un mecanismo asegurador que cubra la eventual responsabilidad de los titulares de los aprovechamientos cinegéticos de Navarra, estableciendo en su disposición transitoria segunda que mientras no se establezca el mecanismo asegurador, las ayudas equivaldrán a la totalidad del daño indemnizable, siempre que el mismo no sea consecuencia de negligencia en la gestión cinegética. Regula un procedimiento de reclamación administrativa, establece el plazo para resolver y notificar la resolución recaída de seis meses y, transcurrido dicho plazo sin haberse notificado la resolución expresa, se entenderá estimada la reclamación (Silvosa Tallón, 2010).

Visto lo expuesto, Cuenca (2005), concluye que:

1º. En unas Comunidades Autónomas rige la Ley del Estado y en otras las Leyes de Caza propias.

2º. Algunas de las Leyes de Caza Autonómicas contemplan expresamente la responsabilidad civil derivada de los accidentes de tráfico provocados por piezas de caza, otras no.

3º. Entre la Ley de 4 de abril de 1970 y algunas Leyes Autonómicas existen diferencias profundas. Y lo mismo ocurre con las Leyes Autonómicas entre sí.

4º. La Jurisprudencia resulta confusa y contradictoria. Ante el mismo hecho y con la misma norma, las soluciones difieren radicalmente.

#### **4.4.-LEGISLACIÓN EUROPEA COMPARADA**

La disposición adicional novena de la Ley de Tráfico en la redacción dada por la Ley 17/2005, de 19 de julio (BOE de 20 de julio), sigue la línea de los países de nuestro entorno jurídico y a la caza se considera *res nullis* y con carácter general, no se imputa responsabilidad a los titulares de los cotos por accidentes de circulación. Sin embargo, sí que lo son cuando se trate de daños causados a la agricultura o a la ganadería (Vicente, 2006b).

Bernad (2004), afirma que en la totalidad de los países europeos la responsabilidad por los daños producidos por atropellos de animales recae sobre el conductor del vehículo y excepcionalmente sobre el Estado, nunca sobre el titular del coto o del propietario del terreno.

A continuación se ofrece una explicación de los aspectos fundamentales de la normativa existente en materia de accidentes de tráfico causados por animales en la calzada en distintos países europeos, teniendo en cuenta la legislación vigente así como el análisis de derecho comparado realizado por Bernad en 2001.

##### **- FINLANDIA**

En Finlandia, la caza se regula a través de la Hunting Act del 28 de junio de 1993, la Ley de Caza finlandesa. Conforme a su contenido, la compensación de daños producidos por animales de caza (no todos, algunos específicos), recae en el Estado, el cual destina parte del importe de las licencias de caza a abonar estos daños.

Las piezas de caza tienen la consideración de *res nullis*.

En el caso de que los daños provengan de los principales predadores existentes en ese país (oso pardo, lobo, lince, glotón etc.), que además son especies cazables, es la propia Administración la que responde del daño.

El titular del coto no responde de daño alguno que puedan ocasionar las especies que habitan en su coto.

Hunting Act (615/1993; amendments up to 939/2006 included) (Ley de Caza(615/1993; enmiendas hasta 939/2006 incluido)).

- ITALIA

En este caso, no existen referencias claras en cuanto a la indemnización por daños causados en accidentes de tráfico como consecuencia de irrupción de animales de caza. Sin embargo, se regula la indemnización para cubrir daños sufridos en producción agrícola y pastoreo. Estos gastos son cubiertos por unos fondos que poseen cada una de las regiones que componen Italia. Una parte de estos fondos procede de las tasas por licencias de caza.

LEGGE 11 febbraio 1992, n.157.Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio.

Cada una de las 21 regiones de Italia tiene leyes regionales que regulan estas actividades. Un ejemplo es la región de Lombardía: LEGGE REGIONALE 16 agosto 1993, N. 26, "Norme per la protezione della fauna selvatica e per la tutela dell'equilibrio ambientale e disciplina dell'attività venatoria"

- PORTUGAL

En Portugal existe una ley especial sobre protección del lobo ibérico, a través de la cual el Estado asume la responsabilidad ante cualquier daño que pudiera ocasionar este animal al ciudadano.

Lei nº 90/88 de 13 de Agosto: Protecção do lobo ibérico.

Respecto a la normativa en materia de caza, se incluye en la Lei de Bases Gerais da Caça y en el posterior Decreto-Lei n.º 201/2005 de 24 de Novembro. En ellas se regula la responsabilidad del Estado y de los titulares de terrenos cinegéticos para el caso de accidentes de tráfico ocasionados por especies cinegéticas. En general, la responsabilidad recae en el Estado, en concreto, en el Ministerio de Agricultura.

Prácticamente sin excepción la responsabilidad de los daños ocasionados por los animales salvajes como consecuencia de atropellos en carreteras es del Estado, concretamente del Ministerio de Agricultura.

- LUXEMBURGO

En su Ordenamiento Jurídico existen leyes muy antiguas que han sido modificadas posteriormente pero no derogadas. En el Código de Medio Ambiente encontramos tales leyes con sus respectivas modificaciones.

Loi du 19 mai 1885, sur la chasse. Art. 37: Des indemnités du chef des dommages causés par des animaux sauvages peuvent être réclamées des propriétaires ou des fermiers de chasse, qui auraient facilité la propagation de ces animaux ou qui n'auraient pas pris les mesures sérieuses pour leur destruction. (Ley del 19 de mayo de 1885, sobre la Caza. Art. 37: Los daños causados por animales salvajes pueden ser reclamados a los propietarios o arrendatarios de la caza, por haber facilitado la propagación de estos animales o por no haber tomado medidas para evitar la misma).

En conexión con la anterior, existe una Ley sobre las indemnizaciones de daños producidos por la caza.

Loi du 20 juillet 1925 sur l'amodiation de la chasse et l'indemnisation des dégâts causés par le gibier. Art. 13. (Loi du 23 décembre 2005) (Ley del 20 de julio de 1925, sobre el arrendamiento de la caza y la indemnización por los daños causados. Art. 13. (Ley de 23 de diciembre de 2005)).

Se establece quién y en qué cantidad serán soportadas las indemnizaciones. El artículo hace referencia a daños en cultivos pero no se pronuncia sobre daños ocasionados por accidentes de tráfico.

- INGLATERRA

En la Ley de Caza del Reino Unido (Hunting Act) no existe ninguna referencia respecto a responsabilidades por daños ocasionados por animales de caza. Sí que encontramos, en la Agricultural Holdings Act, la posibilidad de solicitar una compensación por parte de los agricultores cuando sufren daños en las tierras de cultivo producidos por animales, cuya captura o muerte esté prohibida, aunque los animales no siempre sean especies cinegéticas. Respecto a los accidentes de tráfico, ni la Administración ni los propietarios del coto se hacen responsables de los daños, es el conductor y su seguro, los que asumen los daños, (Agricultural Holdings Act 1986. Art. 20 *Compensation for damage by game*).

La ley Animals Act de 1971, está referida a la responsabilidad derivada de daños ocasionados por animales, aunque en ningún momento se refiere a animales de caza. La

Sección 8 de dicha Ley se refiere a irrupción de animales en la carretera, (Animals Act 1971 Section 8. Animals straying on to highway).

Ha habido dos intentos por parte de conductores de automóviles que pretendieron reclamar ante los tribunales a un gestor de coto y a un cazador de los daños ocasionados en sus vehículos por especies cinegéticas. El primer caso trataba de una suelta de faisanes muy próxima a la carretera y el segundo sobre una batida de corzo en la que un corzo cruzó una carretera perseguido por perros y fue atropellado. En ambos casos los tribunales absolvieron a los denunciados.

- IRLANDA

La situación en Irlanda es exactamente igual que en Inglaterra, es decir no hay responsabilidad ni de la Administración ni de los propietarios o titulares de cotos por los accidentes provocados en carreteras por las especies cinegéticas.

- FRANCIA

En Francia la propiedad de los terrenos y el derecho de caza están en íntima relación, si bien el propietario está sujeto a una serie de limitaciones para poder cazar.

En el derecho francés las piezas de caza son *res nullis*, por lo que el automovilista tiene pocas probabilidades de éxito a la hora de interponer cualquier tipo de reclamación contra los cazadores o propietarios del terreno, por los daños que le hayan podido causar las piezas de caza.

En Francia, como en la mayoría de los países de la Unión Europea, la responsabilidad por accidentes de tráfico ocasionados por animales de caza, la asume el conductor del vehículo. Los daños materiales son abonados por la Compañía Aseguradora correspondiente, siempre y cuando el conductor- responsable tenga concertado un seguro que cubra estos daños. Los daños corporales siempre son cubiertos por el seguro obligatorio del automóvil.

En el Código de Los Seguros, artículo L421-1, francés encontramos las bases:

*“El fondo de garantía se encargará igualmente de pagar los daños resultando de un atentado a la persona sufridos por las víctimas o sus derechohabientes, cuando estos daños, fueran causados de manera accidental por animales que no tienen propietarios o cuyo propietario permanece desconocido o no estuviera asegurado, en los lugares abiertos a la circulación pública y cuando resulten de un accidente de circulación por tierra”.*

El Código de Medio Ambiente (Capítulo VI- sección I-II (*Ley n° 2005-157 de 23 de febrero de 2005* )) contiene la legislación específica sobre caza, a través de la cual se

establece la compensación por daños ocasionados por animales de caza, pero la Ley se refiere en exclusiva a los daños ocasionados a los agricultores en sus terrenos de cultivo.

Solamente en casos excepcionales, como la falta de cuidado de las cunetas, de forma que se dificulte la visibilidad, o falta de señalización, el responsable sería el Estado, nunca el cazador o propietario.

- ALEMANIA

En Alemania el derecho de caza pertenece al propietario del terreno, siempre que tenga una superficie mínima de 75 hectáreas. Las piezas de caza tienen la consideración de *res nullius*.

La caza se regula en una Ley Federal General y una Ley específica para cada uno de los Estados (länder). En la Ley Federal de Caza alemana se impone la obligación de indemnizar los daños ocasionados por animales cinegéticos pero exclusivamente a la agricultura y ganadería. En el caso de daños derivados de accidentes de tráfico en la calzada, la responsabilidad será asumida por el conductor.

Las leyes de cada Estado alemán pueden hacer precisiones sobre esta indemnización.

El titular de coto alemán está obligado a proporcionar alimento y agua a las piezas de caza que se encuentren en su coto en condiciones climáticas extremas.

- AUSTRIA

Los derechos de caza están íntimamente relacionados con el derecho de propiedad, de forma que el propietario de un terreno tiene un derecho de aprovechamiento exclusivo sobre las especies que allí existan, siempre que cumpla con los requisitos que exige la Ley.

Para poder constituir un coto de caza, precisa de una superficie mínima de 115 hectáreas.

El titular de un coto puede ceder los derechos de caza sobre su finca con la condición de que se haga por un periodo mínimo de nueve años, ya que se considera que éste es el plazo mínimo necesario para llevar a cabo una buena gestión cinegética.

Ni el titular del coto ni el propietario responden por los daños que las piezas de caza producen en los automóviles cuando son atropelladas. El argumento es que esa pieza de caza no es del cazador y por lo tanto no se le puede responsabilizar por los daños que ocasione una pieza de caza que no es suya.

Los accidentes de este tipo se consideran "de fuerza mayor" y por lo tanto ni responde el propietario o titular ni tampoco el accidentado tiene que indemnizar por el valor de la pieza, ya que siguiendo el principio de *res nullius* esa pieza de caza no es de nadie.

Existen dos únicas excepciones:

1.- Cuando se realiza una batida o montería en donde las piezas se han levantado ya sea por la acción de los perros o del hombre.

En este caso el animal no ha cruzado voluntariamente la carretera sino que ha sido obligado a ello. En este supuesto es responsabilidad del titular del coto. La Federación Austríaca de cazadores tiene un seguro que cubre estos supuestos.

2.- Cuando el conductor conduce bajo los efectos del alcohol o no lleva las luces encendidas o conduce muy deprisa y se puede acreditar por la frenada que así es, responde al titular del coto por el valor de la pieza de caza que ha atropellado.

Aquí hay que demostrar que si hubiera conducido en condiciones normales no lo habría atropellado.

Los seguros a todo riesgo de los automóviles asumen la responsabilidad por estos accidentes, en caso de que no esté cubierto el siniestro por el seguro, la responsabilidad es del conductor.

Sin embargo el titular del coto de caza está obligado a compensar los daños que ocasionen las especies cinegéticas tanto en la agricultura como los bosques y está obligado a realizar labores de control de poblaciones cuando se produzcan enfermedades que puedan afectar a las especies cinegéticas.

Por último, queda obligado, al igual que en Alemania, a suministrar alimentación y en su caso agua a las especies cinegéticas de su coto en situaciones de nieve, sequía etc.

#### - DINAMARCA

En Dinamarca el derecho de caza también está estrechamente relacionado con el derecho de propiedad, si bien para poder practicar la caza en terrenos propios es necesario tener una superficie mínima de 5 hectáreas.

La cesión de los derechos de caza a terceros debe hacerse por periodos mínimos de 5 años y máximos de 30. Las piezas de caza tienen la consideración de *res nullius*.

En ningún texto legal danés se prevé que los titulares de cotos o los propietarios de terrenos respondan por los daños que se ocasionan por atropellos en carreteras de especies cinegéticas que procedan de sus cotos.

Tampoco responden de los daños a la agricultura, montes ni están obligados a proporcionar alimentación o agua a las piezas que se encuentren en sus propiedades.

- SUECIA

Los daños materiales producidos en el coche por atropellos de especies cinegéticas son cubiertos por el seguro del automóvil que cubra sus daños materiales.

Este seguro es potestativo y en el caso de que no se hubiera contratado los daños de reparación del coche deberán ser pagados por su propietario.

Si se trata de daños corporales, serán cubiertos por el seguro de daños corporales del vehículo. Este seguro es obligatorio para todos los vehículos.

Por lo tanto nunca el propietario del terreno o el titular del coto responde de los daños que ocasionen las piezas de caza.

Bernard Danzberguer concluye en su artículo "Situación en Europa sobre la responsabilidad de los titulares de cotos o propietarios de terrenos por accidentes en carreteras provocados por especies cinegéticas" (2001), que en la totalidad de los países europeos la responsabilidad por los daños producidos por atropellos de animales recae sobre el conductor del vehículo y excepcionalmente sobre el Estado, nunca sobre el titular del coto o del propietario del terreno. Incluso en países como Francia, Alemania o Austria, donde las piezas de caza tienen el carácter de *res nullius* (igual que en España), la responsabilidad es del conductor o excepcionalmente del Estado. Parece obvio que si en España las piezas de caza son *res nullius*, y las carreteras son zonas de seguridad, no pudiéndose cazar en ellas, la responsabilidad de este tipo de accidentes no debería recaer nunca en el titular de coto o propietario, que además en la mayoría de los casos no puede hacer absolutamente nada para impedirlo.

En un artículo de 2005, Cuenca Anaya corrobora estas conclusiones al decir "Conviene subrayar que, en Europa, el sistema legal es radicalmente distinto; en ninguno de los países que voy a enumerar responden de los accidentes de tráfico provocados por las piezas de caza ni el titular del coto ni los propietarios de los terrenos: Alemania, Austria, Dinamarca, Finlandia, Francia, Suecia, Inglaterra, Irlanda y Portugal".

## 5.- HÁBITAT

### 5.1.- CONCEPTO DE HÁBITAT

Se entiende por hábitat, el medio en el cual una planta o un animal encuentran todos los recursos necesarios para la supervivencia y la reproducción y, por tanto, es específico para cada especie (Whittaker, Levin y Root, 1973; Schaefer y Tischler, 1983). El tamaño de un hábitat y su composición estructural dependen de los requerimientos de cada especie. Aquellas zonas que tengan características ecológicas homogéneas (similar climatología, orografía, balance hídrico, etc.) conformarán cada biotopo. Así pues una determinada especie faunística, en virtud de sus características fisiológicas y relacionales, estará adaptada a vivir en un determinado hábitat, y dentro de él, preferirá aquellas zonas con un determinado biotopo, donde realizará las funciones vitales para su supervivencia.

Existen una serie de factores que modelan el hábitat y de los cuales dependerá el número de especies que se asienten en una determinada región. Estos factores pueden agruparse en tres grandes bloques:

Factores físicos, tales como la latitud y la longitud, la altitud, el relieve, la geología y la edafología.

Factores ambientales, tales como el clima, tipos y estructura de la vegetación, disponibilidad de agua, cantidad y calidad trófica, etc.

Factores derivados de actuaciones humanas, tales como los usos del suelo, ubicación de infraestructuras, etc.

En función de estos factores las especies elegirán aquellos ecosistemas determinados que cubran sus necesidades vitales, tales como alimento, agua, lugares adecuados de cría y protección frente a los rigores climatológicos y frente a los depredadores.

Los animales se distribuyen en función de las características de los hábitats que les ofrecen mayor cantidad de recursos, pero además dentro de un determinado hábitat la distribución no será homogénea. Así aparece el concepto de *dominio vital*, es decir aquella área donde un animal vive normalmente, y que a su vez puede subdividirse en: espacio objetivo, entendiéndose por tal aquél que es fundamental para su supervivencia, y espacio subjetivo, aquel que aunque es ocupado ocasionalmente no es esencial para el desarrollo de sus funciones vitales.

Una población es un grupo de individuos de la misma especie que viven en el mismo hábitat y que se reproducen e interrelacionan entre ellos. Cuando el hábitat está fragmentado, la población está definida por un conjunto de subunidades locales que se relacionan entre sí mediante la dispersión de individuos. Este tipo de poblaciones locales interrelacionadas, que son suficientemente próximas entre ellas como para permitir la migración y lo suficientemente aisladas como para permitir la existencia de dinámicas locales, se denominan metapoblaciones (Hanski y Gilpin, 1991).

Ante cualquier cambio del hábitat, las poblaciones animales reaccionan a través de unos mecanismos de control de tal manera que quede garantizada la supervivencia de las especies.

Si por las razones que fueran, modificación de hábitat, se produce un desequilibrio en una población animal comienzan a actuar una serie de “elementos de emergencia” que tienden a restaurar ese equilibrio, como son los fenómenos migratorios (Markina, 2006).

## **5.2.- DESPLAZAMIENTOS DE ANIMALES**

El desplazamiento de organismos, además de un requerimiento esencial para la conservación de las metapoblaciones, es una propiedad fundamental de la vida.

Los animales se desplazan de forma activa y el efecto barrera de las infraestructuras afecta directamente a su movilidad.

Se pueden distinguir cuatro tipos básicos de desplazamientos.

Movimientos de búsqueda de alimentación.

Movimientos cotidianos dentro de las áreas de campeo.

Movimientos de dispersión, entre poblaciones locales.

Movimientos de migración.

Los desplazamientos de alimentación son aquellos que realizan los animales para acceder a distintos alimentos dentro de una mancha de hábitat. Estos desplazamientos son de pequeña escala y con vueltas recurrentes a los mismos puntos.

Los desplazamientos cotidianos dentro del área de campeo los realiza regularmente cada individuo para acceder a distintos recursos, como el lugar de cría, las áreas de alimentación, los abrevaderos o los refugios. Estos desplazamientos cotidianos acostumbran a ser más rectilíneos porque se dirigen a un objetivo concreto y, a menudo,

pueden ser orientados por estructuras que actúan de guías, como borde de bosque, márgenes de campos o ríos (Sunders y Hobbs, 1991; Baudry y Burel, 1997). Si una carretera rompe la conexión entre recursos esenciales de una población, los individuos tendrán que atravesar la barrera para acceder a ellos, aumentando el riesgo de morir atropellados. La mayoría de los accidentes con cérvidos tienen lugar durante las horas del anochecer y al amanecer, cuando los animales se están desplazando hacia y desde sus lugares preferidos de alimentación (GrootBruinderink y Hazebroek, 1996).

Los desplazamientos de dispersión se producen cuando los individuos dejan su lugar de nacimiento o el área de campeo paternal en busca de un nuevo territorio donde establecerse. Durante la dispersión, muchas especies de gran tamaño tendrán que cruzar carreteras con el riesgo de atropello que ello implica. Cuanto más grande sea el animal, más amplia será su área de campeo y mayor será el riesgo de cruzar vías transitadas en sus desplazamientos (Verkaar y Bekker, 1991).

Los desplazamientos migratorios son cíclicos, entre hábitats estacionales y, normalmente, de larga distancia. La migración es una adaptación a un ambiente con cambios estacionales y, por lo tanto, es necesaria para la supervivencia de las especies. Los animales con costumbres migratorias a menudo siguen vías de migración tradicionales, que pueden haber sido utilizadas durante centenares de años y que no pueden cambiar de manera rápida en respuesta a una nueva barrera creada por una infraestructura. Las especies migratorias son, por ello, especialmente vulnerables al efecto barrera y a la mortalidad causada por las infraestructuras.

Los desplazamientos de animales son un factor importante en la gestión y conservación de la fauna. Los conocimientos sobre el tipo y el alcance de los movimientos de los animales pueden contribuir a mejorar la seguridad vial, a reducir la mortalidad en las carreteras y a encontrar ubicaciones adecuadas para situar medidas correctoras como vallados y pasos de fauna (Putman, 1997; Finder et al., 1999; Pfister, 1993; Keller y Pfister, 1997).

### **5.3.- FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT**

La fragmentación de hábitats es el proceso de división de hábitats continuos en fragmentos, que a medida que se hacen más pequeños, quedan más aislados entre sí, y que, en conjunto, ocupan sólo una fracción de la superficie original del hábitat. En las fases iniciales del proceso, la pérdida de superficie es la causa principal de disminución de diversidad biológica, mientras que, en fases más avanzadas, los efectos de aislamiento toman mucha más importancia (Harris, 1984).

Las redes de transporte dividen los hábitats naturales en fragmentos aislados y crean barreras entre ellos. Este hecho puede reducir el tamaño del fragmento del hábitat tanto que deje de ser un soporte viable para las poblaciones de las especies más sensibles y por otro lado puede que el resto de fragmentos queden tan aislados que sea imposible que los animales puedan desplazarse de uno a otro.

La fragmentación del hábitat producida por las redes de transporte se ha convertido en uno de los peligros globales más importantes para la diversidad biológica (Iuell et al., 2005). Si el efecto barrera es muy fuerte, el riesgo de efectos debidos a la endogamia y la extinción de poblaciones locales aumenta rápidamente (Rosell et al., 2002). Cuanto más pequeña y aislada sea una población, mayor será su vulnerabilidad frente a los efectos endogámicos, la deriva genética y los acontecimientos catastróficos estocásticos que pueden eventualmente llevar a una población a la extinción (Soulé 1987).

La conectividad es una propiedad de los paisajes, que es característica para cada especie y consiste en la función de conexión entre manchas de hábitat (Baudry y Merriam, 1988).

La conectividad entre hábitats a través del paisaje es esencial para garantizar la supervivencia y vitalidad de las poblaciones de fauna silvestre y, especialmente, para aquellas que habitan en hábitats fragmentados. La conectividad puede ser garantizada conservando (o restaurando) corredores ecológicos que mantengan la continuidad de hábitats adecuados e incluso fragmentos de hábitats situados a corta distancia (*stepping stones*). También es necesario, en muchos casos, aplicar medidas técnicas que constituyan puentes que permitan unir hábitats adecuados, superando barreras, como carreteras, que se interpongan en las dispersión de los individuos (Rosell et al., 2002).

#### **5.4.- EFECTOS DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE SOBRE LA FAUNA Y SUS HÁBITATS**

Las infraestructuras de transporte tienen efectos primarios y secundarios sobre la naturaleza.

Se pueden distinguir cinco categorías principales de efectos ecológicos primarios que afectan de forma negativa a la biodiversidad (figura 11):

1. Pérdida de hábitat.
2. Efecto barrera.
3. Mortalidad causada por atropello y colisiones con vehículos.

4. Molestias y contaminación.

5. Función ecológica de los márgenes (taludes y, en general, bordes de la infraestructura).

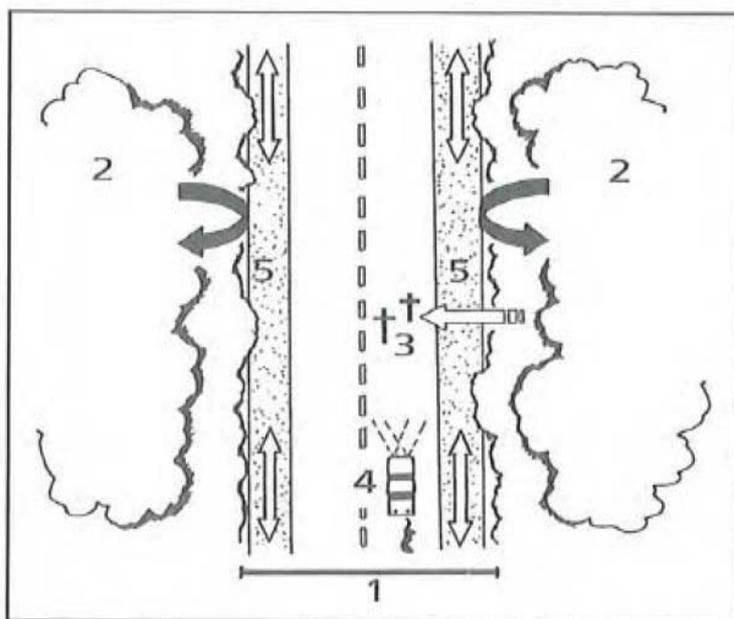


Figura 11: Representación esquemática de los efectos ecológicos primarios de las infraestructuras de transporte.

Fuente: Fauna y Tráfico. Manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones.

1.- Pérdida de hábitat. Se produce el cambio físico del terreno a lo largo de un trazado, sustituyendo o alterando el hábitat natural. En España, las carreteras y sus márgenes representan el 1.3% de la superficie total. A escala regional o nacional, la utilización directa que hacen del terreno las infraestructuras puede parecer un problema sin importancia. Pero localmente, sin embargo, la asignación de espacio para la construcción de infraestructuras entrará de forma inevitable en conflicto con otros usos que se pueda hacer del terreno tales como conservación de la naturaleza, agricultura, asentamientos humanos o fines recreativos (Iuell et al., 2005).

2.- Efecto barrera. El flujo de vehículos que utilizan las vías tiene efectos importantes a nivel de fragmentación, ya que afecta, por una parte, al número de atropellamientos y al efecto barrera que ejerce la vía (tabla 09).

El efecto barrera es posiblemente el impacto ecológico negativo más importante de las carreteras y las vías férreas. La capacidad de dispersión de los organismos vivos es uno de los factores clave para la supervivencia de las especies. La capacidad para desplazarse por un territorio determinado en busca de comida, refugio o para aparearse,

se ve afectada de forma negativa por las barreras que causan el aislamiento del hábitat. La única forma de evitar el efecto barrera es conseguir que la infraestructura sea más permeable a los animales mediante la construcción de pasos de fauna, adaptando los trabajos de ingeniería o controlando la intensidad del tráfico.

Tabla 09: Relación entre la intensidad de tráfico y el efecto barrera en los mamíferos.

Intensidad del tráfico	Permeabilidad
Carretera con tráfico inferior a 1.000 vehículos/día	Permeable a la mayoría de las especies
Carreteras con 1.000 a 4.000 vehículos/día	Permeable a algunas especies pero evitada por las especies más sensibles.
Carreteras con 4.000 a 10.000 vehículos/día	Las barreras, el ruido y el movimiento de vehículos pueden ahuyentar a muchos animales. Otros tratan de cruzarla y son atropellados.
Autopistas con nivel de tráfico superior a 10.000 vehículos/día	Impermeable a la mayoría de las especies

Fuente: Fauna y Tráfico. Manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones.

3.- Mortalidad causada por atropello y colisiones con vehículos. La mortalidad es probablemente el impacto más conocido del tráfico en los animales. Millones de animales de una gran variedad de especies mueren en las carreteras y vías férreas cada año, y muchos más sufren graves heridas. Un gran número de los accidentes de la fauna no supone necesariamente un peligro para las poblaciones, pero indican que las especies que los sufren son muy abundantes en una zona concreta. La mortalidad por atropello es responsable de solo una pequeña parte (1-4%) de la mortalidad total de especies comunes (como algunos roedores, conejos, zorros, gorriones, etc.) (Iuell et al., 2005). Sin embargo, para las especies más sensibles, el tráfico puede ser una causa importante de mortalidad y un factor significativo para la supervivencia de la población local. Un caso destacable es el del lince ibérico, amenazado de extinción, y que tiene en los atropellos una de las causas más significativas de mortalidad.

El trazado de las infraestructuras de transporte influye en los niveles de mortalidad de los animales por accidentes de tráfico. Las carreteras con un trazado paralelo, o que cruzan los bordes entre bosques y pastizales son especialmente peligrosas para los animales que acuden regularmente al bosque para refugiarse y a los pastizales donde se alimentan.

Las colisiones entre vehículos y fauna silvestre representan un factor importante de seguridad vial y las distintas Administraciones buscan la aplicación de medidas apropiadas para prevenir este impacto.

4.- Molestias y contaminación. Las infraestructuras de transporte perturban y contaminan el medio físico, químico y biológico. Los productos tóxicos, el ruido o la iluminación afectan a una zona mucho más amplia que aquella que ha sido ocupada físicamente, alterando las condiciones de los hábitats adyacentes. Además, las carreteras facilitan el acceso de las personas al medio natural, generando nuevas perturbaciones derivadas de la actividad humana y, con frecuencia, constituyen puntos de inicio de fuegos forestales.

5.- Función ecológica de los márgenes. El valor de los márgenes de las infraestructuras es un asunto muy debatido, ya que pueden constituir un nuevo hábitat para algunas especies, pero también pueden conducir a los animales a lugares donde la mortalidad es mucho más alta, o incluso fomentar la propagación de especies invasoras. La función de los márgenes depende de su ubicación geográfica, la vegetación, el hábitat adyacente, gestión y tipo de infraestructura.

Los valores positivos son más comunes en el centro y norte de Europa, donde los márgenes pueden incluso servir para conectar redes ecológicas o como corredores para que se puedan desplazar animales en entornos altamente transformados por la agricultura intensiva y la urbanización. En cambio, en el sur de Europa es donde estos efectos positivos son menos importantes y se producen más problemas (Iuell et al., 2005).

Aparte de los efectos primarios anteriormente mencionados, existen unos efectos secundarios que afectan de forma negativa a la biodiversidad.

Los efectos secundarios son los que resultan después de la construcción de nuevas carreteras o ferrocarriles, como el consecuente desarrollo industrial o los cambios en los asentamientos humanos y en los patrones de usos del suelo.

Los nuevos asentamientos y edificaciones pueden dar como consecuencia la construcción de nuevas carreteras regionales y provocar a su vez la construcción de carreteras locales de acceso. Uno de los peligros secundarios asociados a la construcción de infraestructuras es el aumento de las perturbaciones generadas por las actividades humanas.

## 6.- BIOLOGÍA DE LAS ESPECIES OBJETO DEL ESTUDIO

Parece conveniente y necesario, para llegar a comprender algunos aspectos de cuantos siniestros acontecen, detenernos en el estudio de la biología, el hábitat y el comportamiento de las especies implicadas (ciervo, corzo y jabalí), haciendo un minucioso análisis de la movilidad territorial de las mismas. El término movilidad debe ser entendido como integrado por todos aquellos movimientos que esas especies realizan a lo largo de su ciclo vital, y especialmente de aquellos que tienen que ver con el ritmo diario y con la dispersión de los jóvenes en busca de nuevos territorios donde asentarse (Sáenz de Buruaga, 2004).

Los ritmos de actividad y descanso, así como el uso del espacio y los movimientos tanto diarios como estacionales, son características básicas del comportamiento y la ecología de toda especie animal. Los patrones básicos de actividad y el uso del espacio vienen determinados de modo fundamental por las interacciones ecológicas que los individuos de una especie mantienen con el medio ambiente en el que se desenvuelven, así como por las relaciones que mantienen con otros miembros de su propia especie. Estas interacciones incluyen tanto las fuentes de alimento que utilizan como los depredadores o la presencia de otras especies competidoras. Por todo ello, no sólo son evidentes las diferencias entre sexos y edades, sino que cada individuo puede mostrar un modo particular de resolver estas interacciones (Carranza y Sánchez-Prieto, 2004).

El movimiento es utilizado por los animales para la obtención de diferentes tipos de recursos que necesitan en los distintos momentos del ciclo diario o estacional. Básicamente los animales se desplazan en busca de alimento, refugio o parejas reproductoras (Carranza y Sánchez-Prieto, 2004).

### 6.1.- CIERVO IBÉRICO (*Cervus elaphus hispanicus*)

El ciervo ha sido siempre una pieza fundamental en la actividad cinegética humana. En las últimas temporadas se vienen cazando en España más de 60.000 ciervos al año, de ambos sexos. Es la pieza clave de la montería tradicional española, y muchos terrenos se organizan y gestionan alrededor de este aprovechamiento (Carranza y Sánchez-Prieto, 2004).

#### 6.1.1.- DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

El ciervo (*Cervus elaphus* Linnaeus 1758) pertenece a la Familia *Cervidae*, dentro del Orden *Artiodactyla*. La subespecie ibérica (*Cervus elaphus hispanicus*), se encuentra bien diferenciada del resto de las subespecies que se distribuyen por Eurasia y el Magreb.

### 6.1.2.- DISTRIBUCIÓN

El ciervo común se distribuye ampliamente por gran parte de Europa, Norteamérica, Asia y el norte de África. Existen numerosas evidencias paleontológicas que confirman la existencia del ciervo en la mayor parte de la Península Ibérica desde hace más de 100.000 años hasta el siglo pasado (Soriguer, Fandos, Bernaldez, y Delibes, 1994). Aunque siempre fue una especie objeto de caza, a finales del siglo pasado y principios de éste, el ciervo sufrió una brusca reducción de su área de distribución y la densidad de sus poblaciones llegó a ser inferior a 1 individuo/km<sup>2</sup> (Blanco, 1998) durante la primera mitad del siglo XX, debido a que los hábitats más apropiados para su desarrollo se fueron poblando y a que el aprovechamiento ganadero y agrícola convirtió al cinegético en un recurso marginal tanto por el furtivismo como por la caza de supervivencia. Esto unido a la caza excesiva tras la Guerra Civil, hizo que las poblaciones existentes quedaran reducidas a unos pocos núcleos como Sierra Morena, Doñana y Montes de Toledo (López-Ontiveros, 1991). Fruto de las repoblaciones realizadas en numerosas provincias a partir de los años cincuenta, el ciervo ibérico se encuentra distribuido por la mayor parte de la Península Ibérica excepto en la zona más occidental de Galicia y la costa de Levante (Braza et al., 1989), alcanzando en determinadas zonas los 50 individuo/km<sup>2</sup> y en no pocos casos los 100 (Fernández-Olalla et al., 2006). Solamente se consideran autóctonos, los ciervos de Sierra Morena, Montes de Toledo, Cordilleras Oretana y Mariánica, Sierra de San Pedro y algunos enclaves de Cantabria y Montes de Fraga y Caspe (García et al., 2001) (figura, 12).

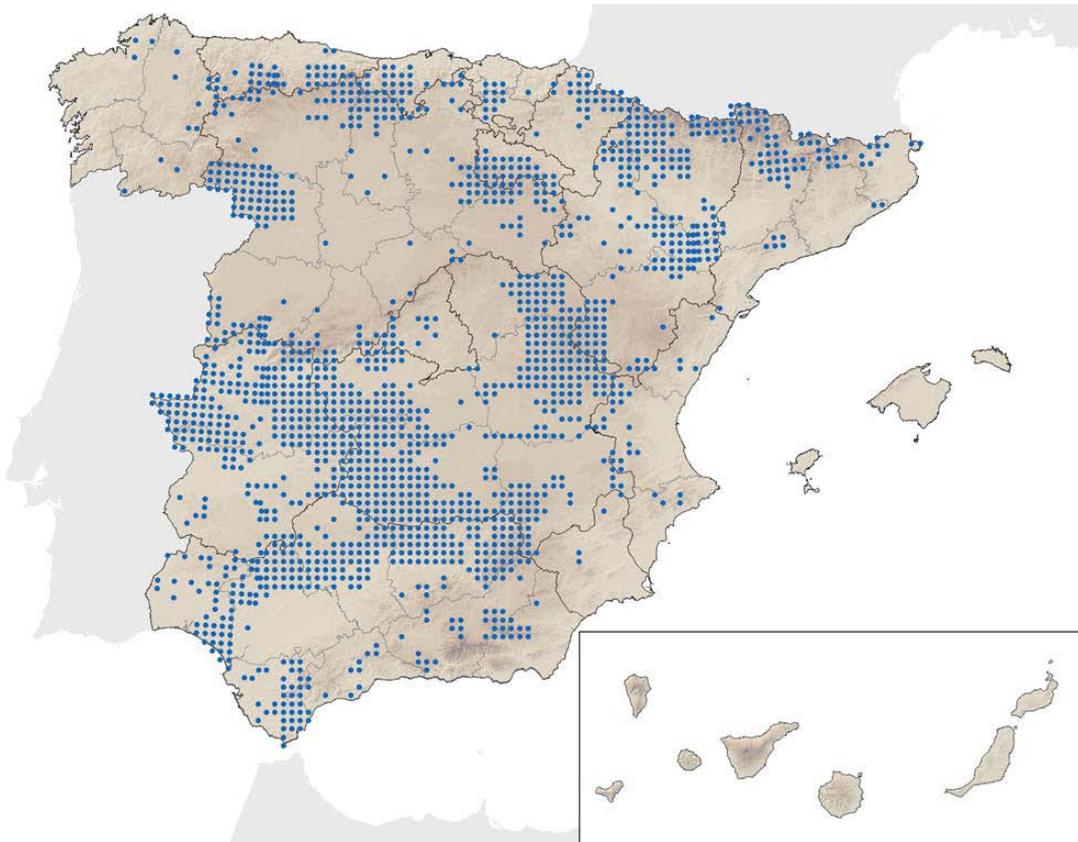


Figura 12: Mapa de distribución del ciervo en España.

Fuente: Carranza, 2007.

En la figura 13, aparecen representadas las áreas de reproducción del ciervo en Castilla y León. Como se puede observar, se distribuye por tres núcleos fundamentales: el del Sistema Ibérico, el de la Cordillera Cantábrica y el de los Montes Galaico – Leoneses. Soria es la provincia de la comunidad con una mayor ocupación.

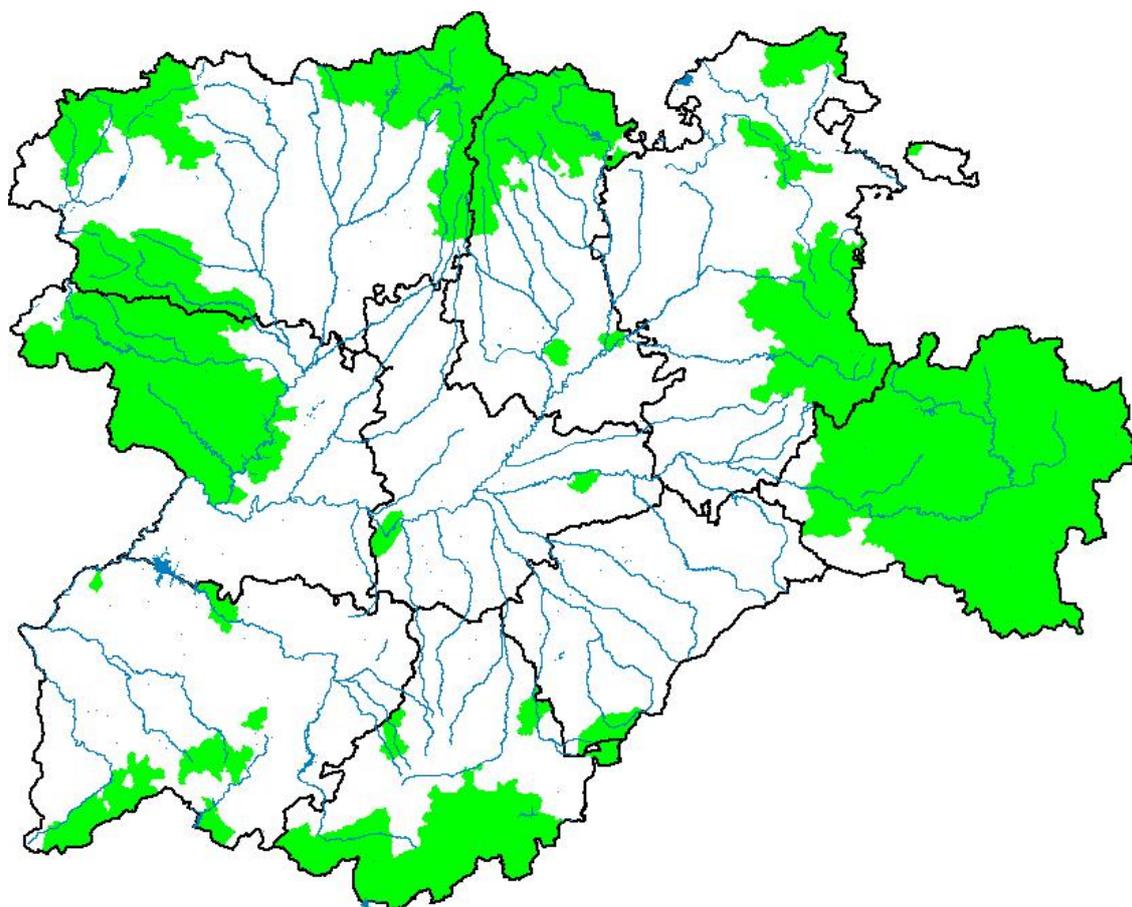


Figura 13: Áreas de reproducción del ciervo en Castilla y León.

Fuente: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/>

La evolución numérica de las poblaciones de ciervo depende, como en otras especies, de la natalidad y la mortalidad y, en menor medida, de la inmigración y la emigración desde y hacia otras poblaciones próximas (Ballesteros, 1998). De forma puntual el lobo es, en algunas zonas, el único predador que el ciervo tiene; dependiendo esta predación, de la existencia de otros ungulados como corzos, jabalíes o ganado doméstico.

### 6.1.3.- DESCRIPCIÓN

El ciervo o venado es el mayor de los cérvidos españoles. El pelaje del cuerpo es de color pardo rojizo, con el vientre más claro y el escudo anal amarillento con los laterales oscuros. La cola es corta y marrón por encima. En invierno la coloración es similar, aunque puede ser algo más grisácea. Las crías, tienen un pelaje característico con fondo marrón y manchas o “pintas” blancas que se mantienen aproximadamente los tres primeros meses de vida.

Como en otras especies, existe una variación en el tamaño y el peso de los ciervos a lo largo del continente europeo. Los machos de ciervo del nordeste de Europa pueden llegar a 250 ó 300 kg de peso, mientras que en España no suelen superar 180 kg. Las hembras son más gráciles y de menor tamaño, pudiendo alcanzar 100 kg de peso en las poblaciones ibéricas (Ballesteros, 1998).

Junto con su mayor corpulencia, los machos se caracterizan por la presencia de una cuerna ósea ramificada y de gran tamaño. Las hembras carecen de cuernos, aunque en casos excepcionales pueden desarrollar unos pequeños. La cuerna presenta una serie de puntas, cuyo número depende de la edad del ciervo pero también de sus características genéticas y de circunstancias ambientales como la disponibilidad o el tipo de alimento. En los animales de un año, la cuerna consiste en un par de varas no ramificadas, aunque pueden presentar ya varias puntas en algunos ejemplares. Al segundo año, pueden tener ya entre 6 y 12 puntas, y tiende a aumentar su tamaño y número de puntas en los años siguientes. En su máximo desarrollo, que en los ejemplares ibéricos en libertad suele ocurrir en torno a los 7 años, algunos ejemplares llegan a superar el metro de longitud y pueden tener un número de puntas total cercano a las 20. A partir de este momento la cuerna se desarrolla cada año con menor tamaño, y especialmente con menor número de puntas (Carranza y Sánchez-Prieto, 2004). La cuerna se renueva cada año, la caída tiene lugar en marzo o abril, comenzando inmediatamente su crecimiento que se completa a finales de junio.

#### 6.1.4.- HÁBITAT

Ocupa la mayoría de los hábitats de la Península, desde llanuras a nivel del mar hasta áreas de alta montaña, que cuenten con praderas junto a cobertura vegetal leñosa como refugio. Sus principales poblaciones se encuentran en dehesas, encinares y otras formaciones mediterráneas del centro y sur de España así como en hayedos, robledales, brezales y otros tipos de vegetación de las zonas montañosas de la franja norte (Ballesteros, 1998).

La presencia de amplias zonas de borde entre distintos tipos de vegetación (ecotonos), resulta de gran interés para el buen desarrollo de sus poblaciones. Utiliza preferentemente las áreas de transición entre zonas boscosas o arbustivas y áreas abiertas donde exista producción de plantas herbáceas (Carranza, 2007). El uso de áreas con cobertura vegetal y praderas abiertas sufre variaciones tanto diarias como estacionales (Carranza y Sánchez-Prieto, 2004).

Aunque los ecosistemas mediterráneos ofrecen una mayor capacidad de acogida que otros más norteros (sean españoles o europeos), lo cierto es que cuando las densidades están por encima de la carga óptima se detecta inmediatamente un descenso de la fertilidad, retraso en la paridera, aumento de la mortalidad en las crías y disminución en el desarrollo de los trofeos (Azorit, et al., 2002).

#### 6.1.5.-ALIMENTACIÓN

Fitófago. La alimentación es mixta entre el pastoreo y el ramoneo, e incluye una amplia variedad de especies tanto herbáceas (en primavera alcanza el 75%), aumentando la proporción de uso de las leñosas y frutos forestales en verano y otoño, lo cual se corresponde con el uso estacional de los hábitats (Carranza y Sánchez-Prieto, 2004; Carranza, 2007).

Como pasto prefiere gramíneas y hierbas, mientras que en el otoño busca las bellotas para acumular grasas para prepararse para el invierno, dependiendo la dieta de la disponibilidad de alimentos en el hábitat.

En la mayoría de los terrenos de la Península Ibérica, el invierno y el verano constituyen las épocas más conflictivas desde el punto de vista de la disponibilidad de alimentos para el ciervo, por la escasa cantidad presente en invierno y la baja calidad del alimento en verano. El otoño es un periodo de gran disponibilidad, ya que pueden alimentarse de bellotas, castañas y otros frutos forestales.

#### 6.1.6.- BIOLOGÍA

Los machos alcanzan la madurez sexual a los dos o tres años de edad y las hembras entre uno y dos años. Las crías hembras pueden reproducirse en el año siguiente al de su nacimiento, aunque en poblaciones estables lo habitual es que no se produzca la primera reproducción hasta los 2 años de edad (Ballesteros, 1998).

La reproducción del ciervo se caracteriza por su estacionalidad, siendo las hembras animales poliéstricos estacionales de días cortos. Así, en la mayor parte de España, el periodo de actividad sexual se sitúa entre septiembre-noviembre, manteniéndose el resto del año en anoestro estacional. Durante el periodo de reproducción los machos se trasladan hasta las zonas de las hembras y tratan de formar harenes sobre los grupos de éstas. La estrategia empleada para ello suele ser la defensa de harenes móviles, aunque en la Península Ibérica es frecuente también la defensa de territorios en áreas estratégicas por donde las hembras pasan cuando van a comer o a copular (García et al., 2001). Durante esta época los machos emiten un sonido característico conocido como berrea o brama y reúnen harenes de hasta 50 hembras. Defienden pequeños territorios, de hasta un par de hectáreas, que las hembras utilizan para alimentarse. Éstas son receptivas entre 12 y 24 horas durante la ovulación y en ese momento suelen aceptar una única cópula. La penetración-eyaculación ocurre de modo violento y suele ir precedida de varios intentos de monta. La gestación dura entre 230 y 240 días (Castells y Mayo, 1993), los nacimientos ocurren entre mayo y julio. Los partos dobles son extremadamente raros, aunque son frecuentes las adopciones de crías ajenas provocando la imagen de ciervas con más de una cría. En el nacimiento suelen predominar los machos, sobre todo cuando proceden de machos dominantes (Gomendio

et al., 2006), que, por otro lado, presentan una mortalidad temprana mayor. Los cervatillos son amamantados durante cuatro o cinco meses. Se ha comprobado que la composición del leche no depende del estado corporal o peso de la madre, sino del peso al nacimiento de la cría y por tanto de los requisitos nutritivos del gabato y que la ganancia de peso de éste se correlaciona con la concentración de proteína, pero no con la de grasa (García et al., 2001).

Los machos en libertad no suelen superar los 12 ó 13 años, mientras que las hembras son más longevas y alcanzan los 20 años. Como consecuencia, la proporción de sexos en adultos suele estar sesgada hacia las hembras incluso en condiciones naturales sin caza (Carranza, 2007).

#### 6.1.7.- RITMOS DE ACTIVIDAD, USO DEL ESPACIO Y MOVILIDAD

El uso del espacio del ciervo se encuentra fuertemente afectado por el uso que el hombre hace del medio, ya sea para otros propósitos o directamente para influir en las poblaciones de ciervo como especie fundamental de la caza mayor (Carranza, 1999).

El ciervo en la Península Ibérica tiene una actividad principalmente crepuscular, con una clara disminución de la actividad en el mediodía y en la medianoche, pero siendo el nivel de actividad nocturna mayor que el diurno (Carranza et al., 1991), debido probablemente a una adaptación contra la predación. Las menores temperaturas durante la noche podrían favorecer la mayor actividad en los crepúsculos, lo cual podría explicar por qué los ciervos son más diurnos en invierno (Carranza et al., 1991; Clutton-Brock et al., 1982). Así, durante el verano y la época de celo, la caída de la actividad al amanecer tiene lugar antes que en invierno y primavera, probablemente debido al progresivo avance en la hora de la salida del sol y el incremento de las temperaturas.

Las actividades de locomoción, vigilancia y alimentación son realizadas con independencia de las condiciones meteorológicas del día. Otras actividades, no limitadas por requerimientos energéticos, son susceptibles de variación en función de las características meteorológicas (González-Arenas et al., 1986 a y b).

El ciervo no es una especie nómada sino que vive en áreas delimitadas donde lleva a cabo sus actividades diarias. Estas áreas se denominan áreas de campeo o dominio vital, cuyo tamaño varía dependiendo de factores como el sexo (mayor en los machos), la edad, el período o estación del año (menor en la época de celo, sobre todo en los machos, pero quienes sin embargo, pueden llegar a realizar “migraciones” hacia las zonas donde se concentra la actividad del celo, antes y después de la berrea, de hasta 10 km (Sánchez-Prieto y Carranza, 2003)), la estructura y calidad del hábitat (menor cuanto mayor es la estructura en mosaico de distintos tipos de alimento y cobertura, y por tanto mayor en áreas abiertas o fuertemente boscosas), e incluso la población en sí (mayor cuanto mayor es la densidad poblacional, debido a la competencia por el

alimento) (Carranza y Sánchez-Prieto, 2004). En ecosistemas mediterráneos los machos utilizan áreas de campeo anuales de entre 600 y 1.000 ha, y las hembras de unas 300 ha (Carranza, 2007).

La distancia recorrida por los ciervos a lo largo del día oscila entre 3,04 y 4,21 km en el caso de la Península Ibérica (Carranza et al., 1991), y es algo menor en el caso de las hembras, si exceptuamos la época de celo en la que los machos tienden a restringir sus movimientos a áreas particulares.

Durante la mayor parte del año los sexos se mantienen separados. La unidad social básica es el grupo familiar de hembras, formado por una hembra y sus descendientes de los últimos dos o tres años. Las hijas suelen permanecer con las madres hasta que crían por primera vez, y cuando se separan utilizan áreas de campeo que se solapan. Los machos se dispersan a partir de los dos años (hasta 20 km) y suelen formar grupos de edad similar, en los que mantienen claras relaciones jerárquicas lineales (Carranza, 2007).

El término dispersión hace referencia al movimiento de un organismo o propágulo de un lugar o grupo de nacimiento hasta los lugares o grupos de reproducción (Coulon, 2002; Murden y Risenhoover, 1993). Hay que hacer una distinción entre la dispersión de juveniles y la reproductiva: la primera hace referencia al movimiento entre el lugar de nacimiento (o grupo social de nacimiento) y el correspondiente a la primera reproducción, en tanto que la segunda evoca a los desplazamientos entre los lugares de reproducción sucesivos.

La dispersión de los individuos jóvenes es un proceso que entraña riesgos, siendo una de las principales causas de mortalidad. En el caso del ciervo, el comportamiento de dispersión hace que sea muy probable encontrar a machos jóvenes e inexpertos (de unos dos años de edad) que se desplazan por zonas que no conocen, atravesando barreras naturales o artificiales, y asumiendo por tanto riesgos mayores que los animales que habitualmente residen en esas zonas. Incluso cabe esperar encontrar ocasionalmente a estos machos dispersantes atravesando zonas no ocupadas de modo habitual por el ciervo. Por otro lado, la dispersión no tiene por qué ser un desplazamiento puntual en el tiempo, sino que un macho joven podría mantener una alta movilidad durante varios años hasta asentarse definitivamente en una zona donde intentará tener opciones reproductivas (Carranza y Sánchez-Prieto, 2004).

## 6.2.-CORZO (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758)

El corzo es el más pequeño de los cérvidos españoles y europeos. Es el más extendido por Europa y el más abundante por delante del ciervo (*Cervus elaphus*) y el gamo (*Dama dama*). El notable incremento del número de corzos en Europa, similar en España, durante el siglo XX, parece relacionado con la formación del paisaje agrícola moderno, la reducción de la población rural y del uso tradicional del bosque y la mejor regulación de la caza (Ballesteros, 1998; Delibes, 2003; Pajares, 2004; Markina, 2004).

El progresivo abandono de las tierras de cultivo marginales ha hecho que en la actualidad en gran parte de España, el estrato agrario esté compuesto por un mosaico entre parcelas de cultivo y extensiones medias o pequeñas de monte joven, que constituyen el hábitat ideal para el corzo, por la diversidad de recursos a su alcance que le ofrece esta variedad de comunidades vegetales (Segovia, 2003).

### 6.2.1.- DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

El corzo (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758) pertenece a la Familia *Cervidae*, Subfamilia *Capreolinae*, dentro del Orden *Artiodactyla*.

Inicialmente se describió a los corzos españoles a partir de ejemplares del Sistema Ibérico y se consideró su pertenencia a la subespecie *C.c. canus*, diferente de la subespecie típica europea *C. c. capreolus*, basándose en la uniformidad de color entre cara y cuerpo y la escasa visibilidad de la mancha blanca del cuello (Cabrera, 1916; Aragón, Braza, y San José, 1995). Posteriormente se propuso otra segunda subespecie, que se denominó *C. c. decorus*, propia de la zona noroeste de la Península Ibérica (Cabrera, 1911). Finalmente algunos investigadores determinaron la existencia de otra variedad de corzo en las poblaciones de Cádiz y Málaga, caracterizada por una menor altura y un pelaje de verano grisáceo (Aragón et al., 1995).

### 6.2.2.- DISTRIBUCIÓN

El corzo (*Capreolus capreolus* L. 1758) está presente actualmente en casi toda Europa continental y Gran Bretaña, desde Escandinavia hasta los Balcanes, de la Cordillera Cantábrica hasta las estribaciones de los Urales. Desde ahí hasta la península de Corea, toma el relevo el corzo siberiano (*Capreolus pygargus* Pallas 1854) (Delibes, 2003).

En la cuenca mediterránea el patrón de distribución se caracteriza por la fragmentación de las poblaciones y la disminución de la densidad en las zonas más meridionales. En España, el corzo se distribuye de forma homogénea por los Pirineos, País Vasco y Cordillera Cantábrica hasta la Sierra de Los Ancares en Lugo, y los Montes de León, desde donde ha colonizado gran parte de Galicia. En Portugal aparece de forma natural al norte del río Duero.

Ha experimentado una gran expansión en los Sistemas Ibérico y Central, penetrando hasta la parte más occidental de Las Batuecas. Se ha expandido así mismo en las Sierras de Cameros, La Demanda y Urbión. Ocupa las provincias de Burgos, Soria y La Rioja, la vertiente aragonesa del Moncayo y la submeseta Norte, habiéndose localizado en varios municipios de la provincia de Valladolid. También en Guadalajara ha ampliado su distribución, y se ha expandido desde el Sistema Central hacia la Serranía de Cuenca.

En el sur peninsular sólo las poblaciones de corzos de los Montes de Toledo parecen estar experimentando una cierta expansión. Al sur del Guadiana las poblaciones de Sierra Morena se localizan en el suroeste de Ciudad Real, penetrando en la provincia de Badajoz, y de manera puntual en la confluencia con las provincias de Córdoba y Jaén. Las poblaciones de Cádiz y Málaga se mantienen estables, aunque en densidades relativamente bajas comparadas con el resto de poblaciones españolas (San José, 2007) (figura 14).

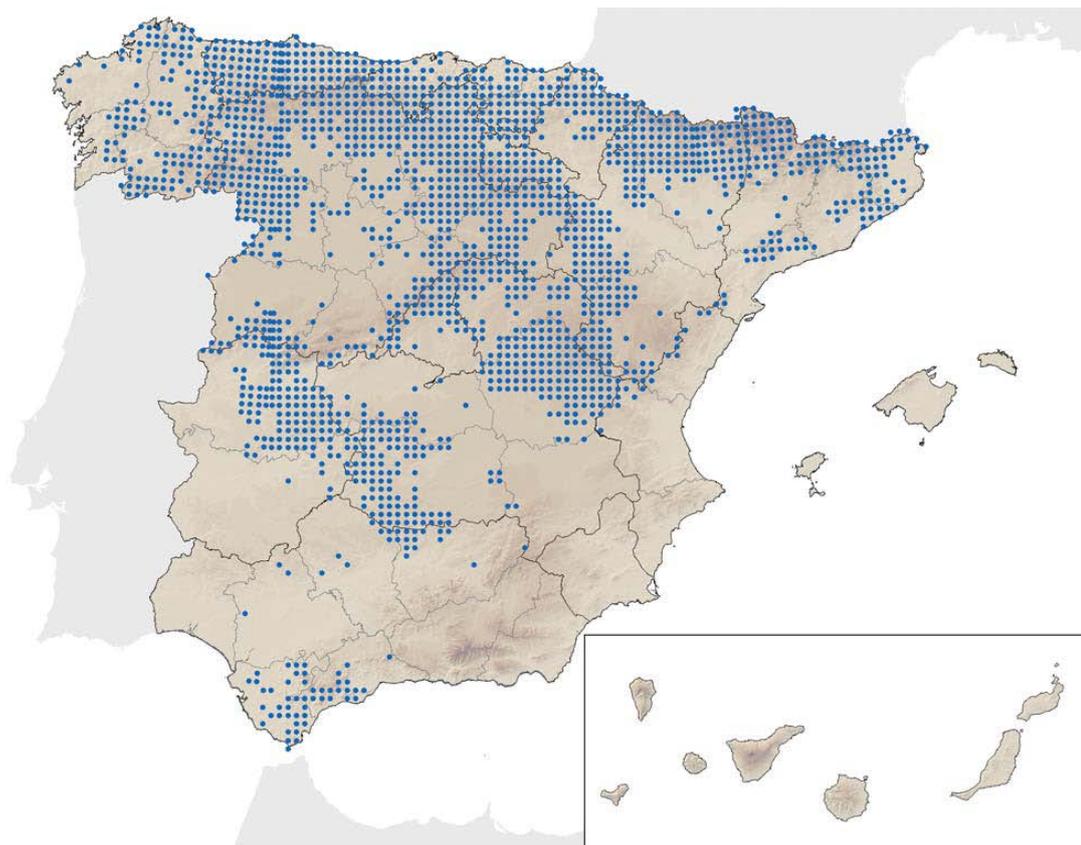


Figura 14: Mapa de distribución del corzo en España.  
Fuente: San José, 2007.

El corzo en Castilla y León ocupa la totalidad de las provincias de Burgos y Soria. En las de León y Palencia únicamente falta en las zonas agrícolas de Tierra de Campos. Está presente en todo el noroeste de Zamora (en el cuadrante delimitado por el Esla al

este y el Duero al sur), además de en Las Arribes. En Valladolid, siempre en densidades mínimas, la especie se extiende por el centro - este, por el este y por el sureste de la provincia. En Salamanca, por Las Arribes y se distribuye de forma continua por el tercio sur, al igual que en Ávila y, en Segovia, ocupa el sur, este y noroeste provincial (figura 15).

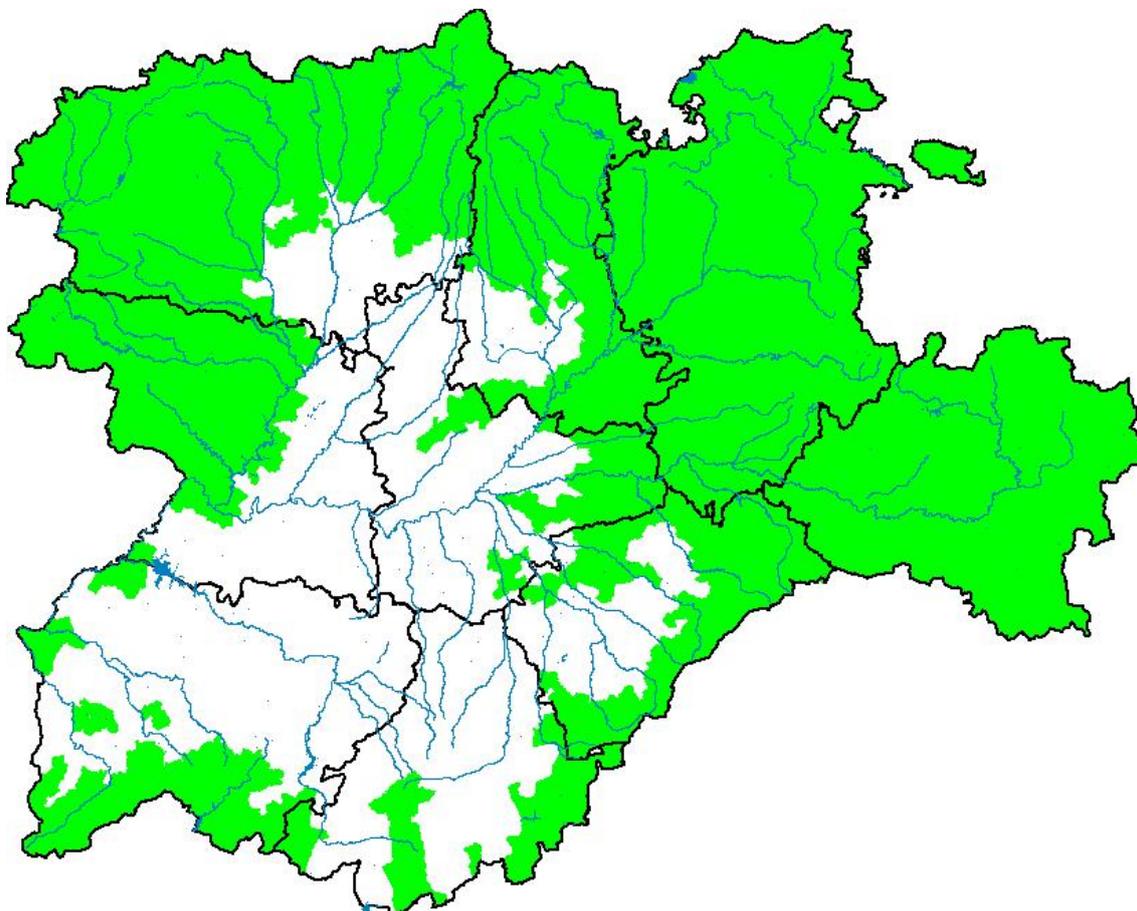


Figura 15: Áreas de reproducción del corzo en Castilla y León.

Fuente: Junta de Castilla y León. <http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/>

La densidad de las poblaciones de corzo es bastante desigual, aspecto que ha sido explicado en términos científicos por la diversidad de situaciones a las que están sometidas las poblaciones locales en cuanto a situación geográfica, condiciones climáticas y tipo de hábitat. No obstante hay una coincidencia generalizada en que, en la actualidad, el principal factor regulador de la densidad de corzo en la práctica totalidad de su área de distribución es el hombre. La caza, la modificación de las condiciones del hábitat y el control de poblaciones de predadores y otros herbívoros son los factores que afectarán la densidad de las poblaciones (Delibes, 2003).

### 6.2.3.- DESCRIPCIÓN

Los corzos son cérvidos de pequeño tamaño caracterizados por la su ausencia casi completa de cola y por las cuernas pequeñas y muy irregulares, con tres puntas como máximo, que portan los machos. Existe una gran variedad de coloraciones, aunque en general los corzos europeos presentan un pelaje pardo rojizo en verano, que se transforma en un pelaje más denso y de color grisáceo en invierno, con dos manchas blancas en la garganta y el cuello. La nariz es negra, presentando una mancha también negra a su alrededor, que se extiende hasta las comisuras de la boca y que contrasta con el labio y la barbilla de color blanco (Castells y Mayo, 1993). Poseen un escudo anal blanco muy característico. Este escudo anal o espejuelo tiene forma diferente según el sexo; en los machos presenta una forma característica arriñonada, que en numerosas ocasiones parece un corazón invertido, mientras que en las hembras tiene forma de corazón y se prolonga, hacia abajo, con el mechón de pelos que rodea el orificio urinariogenital (Fidalgo et al., 2009). En el norte de España existe menos diferencia entre los pelajes estival e invernal y no todos los ejemplares presentan las manchas blancuzcas del cuello. En Sierra Morena predominan los denominados corzos moriscos, que presentan una tonalidad grisácea durante todo el año (Aragón et al., 1995).

La altura media a la cruz en los corzos de la Península Ibérica es de 68,3 cm en los machos y 67,5 cm en las hembras (Castells y Mayo, 1993). En la Sierra de Cádiz el tamaño medio parece ser algo menor y la altura media a la cruz es de 67,3 cm en los machos y 62,6 cm en las hembras (Aragón et al., 1992).

El peso de los corzos españoles oscila generalmente entre 17 y 25 kg, mientras que en los corzos del centro y norte de Europa puede llegar en ocasiones a 30 kg.

La cuerna puede llegar a medir unos 20-25 cm de longitud y pesar 400 g. Cuando está totalmente desarrollada consta de tres puntas, dos dirigidas hacia arriba y una hacia atrás. Cada año entre octubre y diciembre se produce el desmogue o caída de la cuerna. Su máximo desarrollo se alcanza en marzo o abril.

### 6.2.4.- HÁBITAT

El corzo está clasificado en la categoría de los animales forestales. Su hábitat tipo es el bosque de frondosas, donde encuentra cobertura, alimento y la tranquilidad necesaria para su desarrollo. No obstante, el corzo necesita un medio diverso y heterogéneo, donde se solapen tanto el estrato arbóreo, como el arbustivo y herbáceo, de ahí que se adapte a la perfección a un tipo de bosque manejado por el hombre, dividido en pequeñas parcelas y donde la renovación de categorías forestales y de especies le reporten un biotopo variado y de mayor riqueza que en el bosque maduro. Se podría definir al corzo como un animal de bosque tupido, mostrando grandes preferencias por las zonas de ecotono donde dispone de espacios abiertos. Puede ocupar todo tipo de

medios forestales, desde los hayedos, hasta robledales, bosques de coníferas e incluso zonas de matorral mediterráneo con escasa superficie forestal (Markina, 2004).

Aunque sea una especie muy vinculada a terrenos forestales, en gran parte de Europa se está produciendo una adaptación progresiva de los corzos a las estepas y los campos de cultivo, pudiendo llegar a ocupar zonas desprovistas de vegetación arbolada (Ballesteros, 1998).

Fidalgo (2009) indica que el corzo prefiere biotopos de pequeña extensión superficial en los que se mezclan bosques, praderas y campos, ocupando preferentemente las zonas limítrofes entre zonas boscosas y zonas abiertas.

#### 6.2.5.- ALIMENTACIÓN

El corzo es un herbívoro fundamentalmente ramoneador. En zonas forestales las especies arbóreas y arbustivas suelen constituir la parte más importante de su alimentación tanto en invierno como en verano. En zonas abiertas con abundantes pastizales y cultivos son las especies herbáceas las más consumidas durante el invierno, aunque las plantas arbustivas constituyen de nuevo la parte principal de la alimentación en verano (Ballesteros, 1998).

La compartimentación de su aparato digestivo no es completa, por lo que está obligado a consumir un alimento con alto contenido energético. Esto hace que la selección trófica del corzo esté guiada más por el contenido nutricional y en agua de las distintas partes de la planta y por su digestibilidad, que por la especie taxonómica en sí misma, lo que explica la elevada diversidad en su dieta, tanto en número como en partes de planta diferentes (Delibes, 2003).

La alimentación del corzo en España se caracteriza por la alta variedad en su composición, con más de 200 especies diferentes identificadas como habituales en la dieta y por el claro predominio de las formas leñosas sobre las herbáceas. Forman parte de la dieta habitual coníferas, quercíneas, frondosas, leñosas de matorral alto y de monte bajo, herbáceas lianoides, gramíneas y ciperáceas, herbáceas dicotiledóneas, hongos, líquenes arbóreos, briófitos y helechos, junto con plantas cultivadas como maíz, alfalfa, trigo o remolacha (Soriguer, Fandos y Martínez, 1994).

#### 6.2.6.- BIOLOGÍA

Los corzos alcanzan la madurez sexual al año de edad. La disposición espacial uniforme de los individuos así como el escaso gregarismo a lo largo de todo el año lleva al corzo a adoptar una estrategia de apareamiento monógama. Esta monogamia, que viene obligada por las circunstancias territoriales y no por una necesidad de que el macho deba invertir en el cuidado de la cría, alberga una tendencia hacia la poliginia desde el momento en que el macho tenga opción a acceder a un número mayor de

hembras. Esto podría ocurrir con un aumento poblacional que se traduzca en un aumento de las hembras con respecto a los machos, ya que no cabe pensar en una reducción del territorio de los machos, y sí en el de las hembras, más tolerantes al contacto con otros congéneres de su especie. De esta manera existe un mayor número de hembras con respecto a los machos, lo que se traduce en una monogamia con tendencia a la poliginia (Mateos-Quesada, 2002).

Los corzos machos presentan un comportamiento territorial estacional endocrinodependiente que se inicia en la primavera y culmina durante el celo estival. El volumen testicular aumenta regularmente de febrero a julio y los tubos seminíferos contienen espermatozoides libres desde el mes de marzo. La tasa plasmática de testosterona alcanza un primer máximo, de amplitud variable, en marzo y abril, y un segundo, mucho más importante, en verano durante el celo.

Este comportamiento territorial estacional se manifiesta por un aumento de la actividad locomotora, por el desplazamiento periódico a los límites de su área de campeo, por un comportamiento de marcaje visual y olfativo característico que incluye entre sus manifestaciones rascaduras y escarbaduras asociadas a la delimitación del territorio (Delibes, 2003).

El celo tiene lugar entre mediados de julio y mediados de agosto y se caracteriza por las persecuciones continuadas de los machos a las hembras. La ovulación de las hembras de corzo depende de su masa corporal y su estado fisiológico en el momento del celo, por lo que una buena alimentación estival incrementa la tasa de reproducción global de la población (Denis, 1992).

Las hembras jóvenes, salvo casos excepcionales, se incorporan a la reproducción a partir de los dos años de edad, participando hasta el final de su vida. El estro de la hembra de corzo tiene una duración máxima de dos días. El periodo de gestación dura unos diez meses y se caracteriza por presentar dos fases distintas: una diapausa embrionaria (170 días), característica esencial del ciclo reproductivo en la hembra de corzo, y la gestación en sentido estricto, que dura 130 días (Delibes, 2003).

La diapausa embrionaria es consecuencia de una particularidad fisiológica. El óvulo fecundado permanece libre y no se implanta en la pared uterina hasta finales de diciembre o principios de enero (Boutin, 1993).

Nacen dos crías en cada parto, a veces solo una y más raramente tres. Los partos se producen entre finales de abril y primeros de junio. Las crías al nacer pesan de 1,5 a 2 kg. Los primeros días permanecen echadas e inmóviles entre la vegetación y la hembra las visita varias veces al día para amamantarlas. El grupo familiar formado por la hembra y sus crías constituye la base de la organización social del corzo, aunque en zonas de gran densidad o áreas abiertas pueden formarse grupos más numerosos durante

el invierno. En abril del siguiente año se rompen los lazos entre la madre y los jóvenes y éstos se dispersan. La tasa de fecundidad anual, es decir el número medio de crías por cada hembra adulta que se reproduce, suele oscilar entre 1,4 y 1,8 en función de las características de la población y del hábitat (Ballesteros, 1998).

#### 6.2.7.- RITMOS DE ACTIVIDAD, USO DEL ESPACIO Y MOVILIDAD

Los corzos adultos utilizan un dominio vital de superficie variable en función de la estructura del medio y la densidad poblacional, pero que suele oscilar entre 20 y 60 ha (Boutin, 1993).

El territorio, referido al corzo, es un espacio concreto, delimitado por elementos físicos que determinan un borde. Lo común es que los caminos, sendas, cortafuegos, arroyos, setos, etc. (Danilkin y Hewison, 1996) configuren esta superficie exclusiva.

Requiere un espacio físico que pueda delimitar e identificar de modo que pueda aislarse y expresar su dominancia. Esto se logra de un modo más eficaz en medios forestales, con abundancia de árboles y arbustos, donde hay suficientes elementos que definen y delimitan el espacio, siendo mayor el aislamiento.

El corzo parece una especie con una limitada capacidad de movimiento relacionada con su origen evolutivo y su comportamiento. No obstante, se aprecian diferencias importantes en razón del sexo, de la época del año y condiciones ambientales (Pajares, 2004).

Movilidad y sexo.- Los patrones de movilidad varían de forma acusada en función del sexo. Los machos adultos parecen tener el rango de movilidad más reducido, circunscribiéndose a un territorio o espacio que defienden con carácter exclusivo, delimitado por sistemas de marcaje visual, olfativo y acústico. Su tamaño varía en función del medio, yendo desde unas pocas hectáreas a unas pocas decenas. Los desplazamientos son breves y poco alejados del centro de actividad, en general hasta un máximo de 150-200 m.

En la época de celo se reducen las distancias medias de desplazamiento desde el centro del área vital. La evolución de la movilidad de los machos discurre desde un máximo en otoño, tras el celo, e invierno, con el inicio de los primeros comportamientos agresivos, a una reducción drástica en primavera y finalmente con un mínimo durante el verano.

Las corzas muestran una gran variación de estas áreas de campeo entre individuos, pero tendiendo a ser más grandes que las ocupadas por los machos. Las hembras siguen un patrón temporal algo diferente. El modelo de utilización del espacio en las corzas demuestra una importante variación estacional, ligado a sucesos de reproducción, cría y relación con descendientes. Corresponde el momento de menor movilidad con las

semanas en torno a los partos, abril y mayo, siendo el momento del celo el de mayor movilidad (Pajares, 2004).

Movilidad y época del año.- La biología del corzo está fuertemente determinada por las estaciones. Cuestiones como la disponibilidad de alimentos y la cobertura cobran especial importancia. Son frecuentes los cambios ligados al ciclo vegetativo del bosque. Durante el invierno hay un mayor uso de las áreas de pinar, y menor de las masas de bosque caducifolio, como método para reducir las pérdidas térmicas por irradiación. En verano hay tendencia a ocupar áreas más elevadas y frescas.

Durante los meses estivales, coincidiendo con el celo, existe una mayor actividad repartida en cinco ascensos de actividad durante las horas de luz. En todo caso y a pesar de ello, la actividad en estos meses es menor en relación a los meses invernales, momento en el que encontramos una actividad más intensa en el corzo. Los periodos en los que más inactivos se encuentran los individuos se localizan en el mes de Mayo y en menor medida en el periodo ocupado por Octubre y Noviembre (Mateos-Quesada, 2002).

Movilidad y ritmo circadiano.- El periodo de actividad diurno del corzo, es máximo en las horas crepusculares y al alba, sin embargo existe un aumento de la actividad durante las horas centrales del día. Este ritmo diario, parece venir condicionado por las propias limitaciones fisiológicas a la hora de almacenar alimento y por la estrategia de rechazo ante las actividades y presencia humana.

Durante el día el corzo prefiere mantenerse oculto en las zonas de bosque o de mayor cobertura vegetal, deambulando cortos trechos de terreno, en todo caso inferiores en rango a lo que hará con menos luz. Durante la noche visitan zonas fuera de la protección de la vegetación, cubriendo incluso largas distancias de forma deliberada. De este modo, el patrón de movilidad muestra un mínimo durante el día y un máximo durante la noche. Las razones parecen deberse a una estrategia antipredador y a la optimización en el uso de los recursos alimenticios disponibles dentro del área de campeo (Buker y Scheibe, 2001).

Movilidad y edad.- Los corzos jóvenes presentan una tendencia mayor a la movilidad, fenómeno que está regulado por las tensiones sociales que determinan la dispersión de los ejemplares nuevos. Los machos jóvenes más sanos y fuertes, capaces de desarrollar una cuerna de mayor tamaño, son objeto de una intensa agresión por los ejemplares adultos, quienes ven en ellos posibles competidores. Estos fenómenos de agresión concluyen en la expulsión. Estos ejemplares realizan desplazamientos espaciales que pueden llegar a ser muy importantes en función de las condiciones ambientales, llegando hasta los 100 km, siendo comunes distancias de 10 a 20 km (Cederlund y Liberg, 1995).

Las corzas jóvenes adoptan, a diferencia de los machos, un comportamiento de dispersión voluntario, no mediado por mecanismos de agresión. Su desplazamiento medio es, sin embargo, superior en distancia a los machos, constituyéndose en el germen de nuevas poblaciones y de la expansión de la especie.

Movilidad y actividades humanas.- Parece que la actividad humana ha modelado el patrón de actividad del corzo (Sanders, 1995).

Existen actividades humanas, con un elevado índice de perturbación, que originan movimientos en los corzos. Son actividades que se realizan en el seno del bosque, como la caza, la recolección de setas y frutos silvestres, las talas y cuidados forestales, entre otros. Otros usos como el cross, jogging, cabalgar a caballo no tienen ningún impacto desfavorable (Buker y Scheibe, 2001).

Movilidad y condiciones ambientales.- Sólo los individuos jóvenes en buenas condiciones físicas son capaces de abordar la dispersión y tienen una tendencia natural a ello (Geiger y Krämer, 1974). A densidades elevadas se produce una reducción de la disposición de recursos que origina una peor condición física de los corzos jóvenes que no les invita a asumir el reto de dispersarse. Esta peor condición física mitiga a la vez la mecánica de la agresión. La dispersión dependerá de las condiciones ambientales, de forma que cuando son óptimas hay más emigración, en tanto que cuando son más desfavorables existe una mayor tendencia a permanecer en las proximidades del espacio materno (Pajares, 2004).

### **6.3.- JABALÍ (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758)**

El jabalí es el único ungulado salvaje, habitante de Europa, que presenta la particularidad de no ser rumiante, además de ser el que presenta una mayor área de distribución.

Ha experimentado una gran expansión hacia nuevas zonas y un aumento de densidad en los lugares donde ya estaba presente. Este incremento de efectivos poblacionales se ha achacado a su amplio espectro alimenticio, biología reproductiva, falta de predadores y a los cambios sociales de las últimas décadas (Tellería y Sáez-Royuela, 1985).

El aumento de jabalíes se empezó a constatar en los años ochenta, aumentando las capturas en un 70% respecto a la década anterior. En los últimos años, finales de los noventa y primeros años del siglo XXI parece observarse dos comportamientos diferentes. Por una parte, un incremento constante de las poblaciones asentadas en la mitad norte peninsular y por otra parte en áreas tradicionales de jabalíes, como

Extremadura, no solo no se incrementan las poblaciones sino que el número de capturas ha disminuido (Fernández-Llario, 2004).

Como causas de esta expansión se indican el abandono del campo de las poblaciones rurales hacia las ciudades, la disminución de la ganadería y el incremento de los bosques (Fernández-Llario, 2006).

El cambio climático, con inviernos menos fríos, nuevas fuentes de alimento, como el maíz, así como el aumento de la demanda de su caza, que hace que proliferen granjas de cría para repoblaciones, son nuevos argumentos junto con la falta de depredadores y abandono del campo que intentan justificar el incremento de las poblaciones de jabalí (Fernández-Llario, 2006).

### 6.3.1.- DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

El jabalí (*Sus scrofa*) es un mamífero que está encuadrado dentro del orden *Artiodactyla*, familia *Suidae* y género *Sus*. Este género ha estado tradicionalmente formado por al menos 5 especies y 24 subespecies (Groves, 1981).

Existen muchas subespecies de *Sus scrofa* repartidas por toda Europa, las más representativas son:

*Sus scrofa scrofa*, que se encuentra localizada en el sur del continente.

*Sus scrofa meridionalis*, existente en la Isla de Córcega.

*Sus scrofa attila*, presente en el norte de Alemania, Polonia, etc.

En la Península Ibérica existen dos subespecies: *Sus scrofa castilianus* y *Sus scrofa baeticus*.

La primera se caracteriza por tener un mayor tamaño y disponer de borra, además de que su área de distribución es la práctica totalidad de la Península con la excepción del extremo sur. Por contra, la segunda subespecie se caracteriza por la ausencia de borra, tener un menor tamaño y un área de distribución reducida al extremo sur peninsular (Fernández-Llario, 1996).

### 6.3.2.- DISTRIBUCIÓN

El área de distribución natural del jabalí se extiende por casi toda Europa, Asia y el norte de África. Falta en Escandinavia y las islas Británicas. Desde finales del siglo pasado se han introducido en diversas zonas de Norteamérica y Sudamérica, donde

compiten con las especies locales y provocan alteraciones importantes en las comunidades vegetales (Ballesteros, 1998).

Originariamente distribuido por toda la Península Ibérica, la recolonizó de nuevo a partir de los años 60 del siglo XX. El jabalí se ha expandido según un eje nordeste-suroeste a partir de dos núcleos, uno pirenaico y otro en Montes de Toledo-Sierra Morena (figura 16).

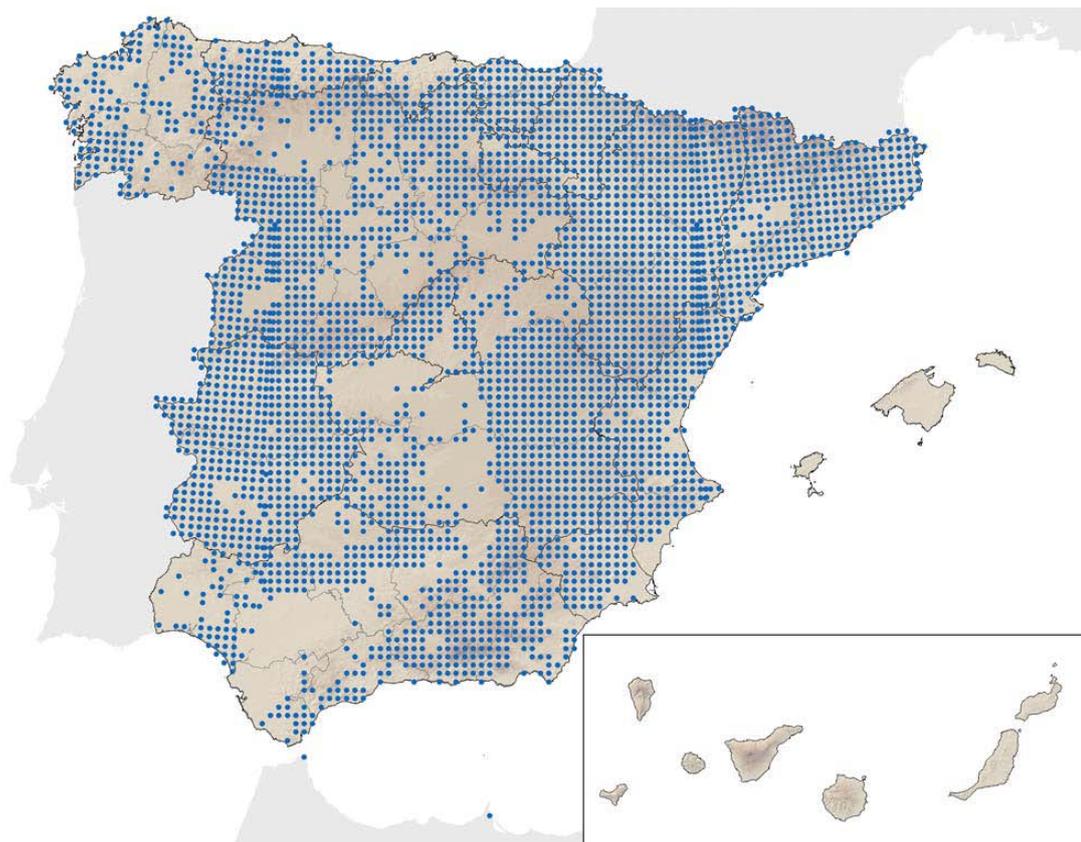


Figura 16: Mapa de distribución del jabalí en España.

Fuente: Rosell y Herrero, 2007.

En la figura 17, aparecen representadas las áreas de reproducción del jabalí en Castilla y León. Como se puede observar, está presente en todas las provincias de la Comunidad, ocupando toda su extensión.

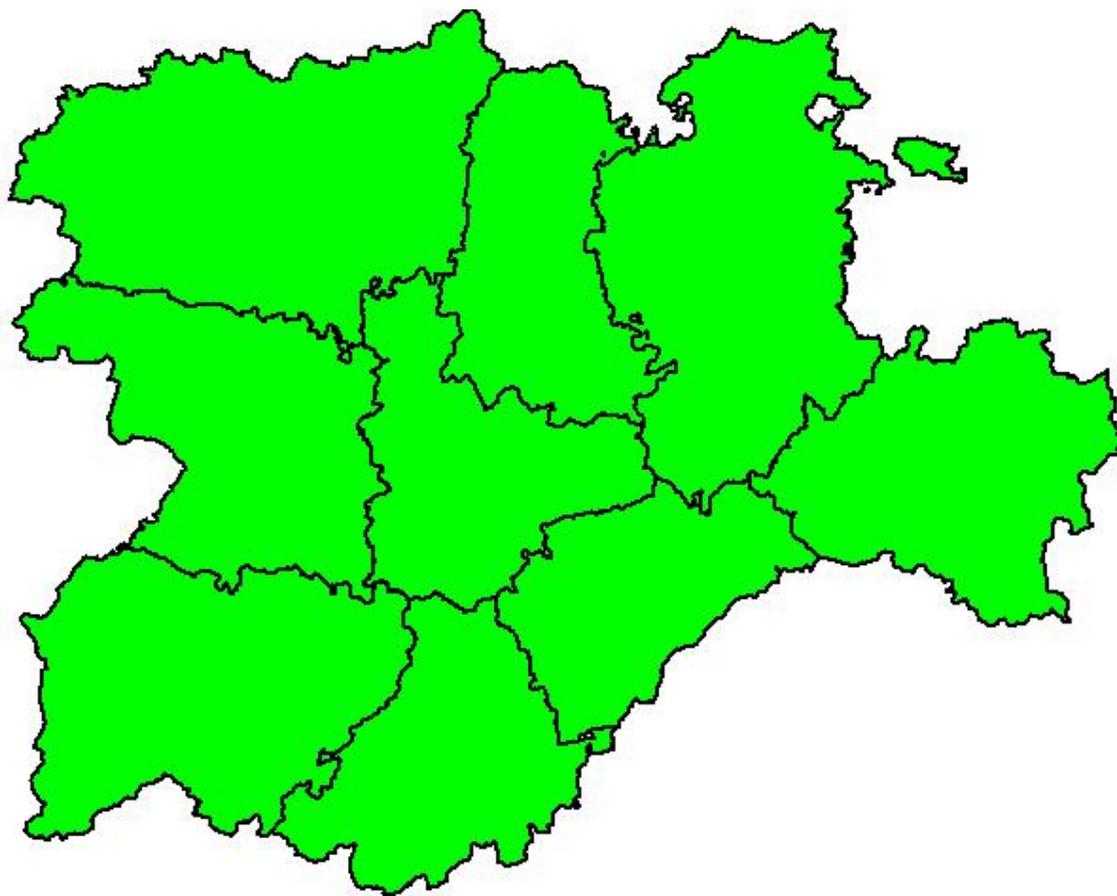


Figura 17: Áreas de reproducción del jabalí en Castilla y León.

Fuente: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/>

La densidad que alcanzan las poblaciones de jabalíes varía en función de la oferta alimenticia y de la calidad de los lugares de encame. Como término medio, en la Península Ibérica las densidades oscilan entre los poco más de 1 jabalí/100 ha en algunos bosques del norte a los más de 9 que se observan en algunos de los ecosistemas más poblados del sur (Fernández-Llario, 2006).

### 6.3.3.- DESCRIPCIÓN

El jabalí (*Sus scrofa*) es un mamífero de mediano tamaño con un dimorfismo sexual no muy marcado. Los machos son un 5-10% más grandes que las hembras y tienen el cráneo más largo. De la anatomía del jabalí destaca su cuerpo rechoncho, sin apenas presencia de un cuello que une su cabeza fusiforme con un tronco en el que destaca el mayor desarrollo del tren superior. La cola es corta y termina en un mechón de pelo y las orejas son grandes, triangulares y peludas.

El hocico de las hembras es más afilado y puntiagudo que en el macho. En las hembras no sobresalen los caninos, mientras que en el macho los caninos inferiores son

curvados hacia atrás y de crecimiento continuo; se afilan al estar en contacto con los caninos superiores. A los dos años, los colmillos sobresalen de la boca del macho y a los cinco años, los colmillos se encorvan, pudiendo alcanzar los caninos inferiores, llamados navajas, los 20 cm. de longitud (*Jabalí (Sus scrofa)*, 2011).

Los machos adultos que habitan en la Península Ibérica tienen un peso medio que varía entre 75 y 85 kg y las hembras entre 55 y 65 kg (Fernández-Llario, 2006). El peso depende de la edad, pero también de la disponibilidad de alimento de la zona y de la época del año. Los jabalíes que se asientan en las zonas más al norte de la Península Ibérica suelen presentar tamaños mayores que los situados más al sur debido a una adaptación que les permite evitar una excesiva pérdida del calor corporal, pudiendo así facilitar la supervivencia cuando las condiciones ambientales son adversas (Fernández-Llario, 2004).

Su coloración varía de marrón oscuro a gris claro. Las cerdas son negras en su base, bífidas y de color claro en su extremo. En invierno presenta un pelaje denso y largo, formado por cerdas y una borra más fina. En el lomo tienen una crin eréctil formada por cerdas de 15 cm de longitud. En mayo o junio se produce la muda. El pelaje de verano es más corto y claro. El colorido varía con la edad. Las crías pequeñas presentan un pelaje característico con rayas longitudinales claras y oscuras (rayones). A partir de 4 a 6 meses las rayas se van deshaciendo y el pelaje se vuelve rojizo (bermejoso) (Ballesteros, 1998).

#### 6.3.4.- HÁBITAT

El jabalí se adapta a todo tipo de hábitats siempre que disponga de una mínima cobertura y alimento, aunque prefiere los lugares con una vegetación alta donde poder camuflarse y abunde el agua para beber y revolcarse en el lodo y barro (*Jabalí (Sus scrofa)*, 2011).

En la Península Ibérica se encuentran desde los bosques de los Pirineos hasta las dunas de la desembocadura del Guadalquivir, pasando por las zonas de bosque mediterráneo del cuadrante sudoccidental, las alturas de Sierra Nevada, los bosques de repoblación de pinos de la costa mediterránea, los húmedos ecosistemas de la cornisa cantábrica y gallega o los bosques islas que sobreviven entre las urbanizaciones que pueblan los alrededores de nuestras mayores ciudades, tal y como ocurre en Madrid y Barcelona (Rosell, 1998; Herrero, 2002; Fernández-Llario, 2006).

El uso de hábitats varía estacionalmente, siendo la disponibilidad de alimento el principal condicionante de su presencia, por lo que los bosques que proporcionan abundantes montaneras de bellotas o castañas son muy apropiados para la existencia de la especie (Ballesteros, 1998).

### 6.3.5.- ALIMENTACIÓN

El jabalí es una especie omnívora con un amplio espectro trófico y con unas costumbres marcadamente estacionales que le permiten aprovechar los recursos que ofrece cada estación y ecosistema. La dieta está compuesta generalmente por elementos de origen vegetal aunque también hay una parte significativa de origen animal (invertebrados, fundamentalmente) (Fernández- Llarío, 2006).

La mayor parte de la dieta en verano e invierno está formada por raíces, mientras que en primavera aumenta mucho el consumo de plantas herbáceas e invertebrados y en otoño destaca especialmente el consumo de frutos (Abaigar, 1993).

Bellotas, castañas y otros frutos forestales constituyen la base de la alimentación otoñal del jabalí a lo largo de la Península Ibérica, aunque también tienen un papel destacado lombrices, bulbos, huevos, animales de pequeño tamaño, carroña, etc. (Fernández-LLarío, 2006; Ballesteros, 1998).

Los jóvenes de menos de un año presentan una alimentación más rica en materia de origen animal que los adultos debido a los mayores requerimientos nutricionales en esta etapa de crecimiento rápido. El aporte proteico de origen vegetal es escaso y difícilmente asimilable (Abaigar, 1993; Herrero, 2002).

### 6.3.6.-BIOLOGÍA.

La hembra es sexualmente madura entre los 8 y los 20 meses, pudiendo pesar unos 35 kg. La madurez sexual del macho se produce a los 10 meses, por término medio, en que ya adquiere la coloración de los adultos, momento en que el animal pesa de 25 a 30 kg. Su escaso tamaño corporal y de los caninos, hace que no tengan posibilidades de rivalizar con otros machos de mayor edad (Herrero, 2002).

El celo de las hembras, en condiciones normales, tiene lugar una sola vez al año y dura unos 23 días. Este se produce a finales de octubre y principios de noviembre coincidiendo con la caída de la bellota de encina. No obstante, los periodos de celo y nacimiento pueden extenderse a lo largo de la mayor parte del año en función de las características demográficas de la población y de las condiciones del hábitat (Ballesteros, 1998; Fernández-LLarío, 2005).

La gestación suele durar tres meses, tres semanas y tres días. Poco antes del parto, generalmente sincronizado en las hembras de un mismo grupo, cada hembra gestante se aísla al abrigo de un árbol o de un matorral tupido y prepara una cama en forma de caldera, a veces tapizada de vegetales, llamada nido. De febrero a mediados de abril se produce la mayor parte de los nacimientos.

Suelen nacer entre una y seis crías en cada parto. El tamaño de la camada no depende de la edad de la hembra, aunque sí está relacionado con su tamaño: jabalinas más robustas paren un mayor número de crías (Sáez-Royuela y Tellería, 1987).

Las crías nacen con un peso que puede ir de unos 600 gramos a poco más de un kilogramo, con los ojos abiertos y ocho dientes (Castells y Mayo, 1993), permaneciendo encamados durante la primera semana. A partir de la segunda semana ya siguen a la madre, alternando la leche con algún alimento sólido. La leche materna la consumen durante los primeros 3 meses (*Jabalí (Sus scrofa)*, 2011).

El jabalí puede alcanzar 10 u 11 años de vida, pero la mayoría no supera los 3 años (Fernández-Llario, 2006).

#### 6.3.7.- RITMOS DE ACTIVIDAD, USO DEL ESPACIO Y MOVILIDAD

El número de jabalíes que suelen estar presentes en una zona, puede resultar muy variable. Para un ecosistema mediterráneo en equilibrio, las densidades se sitúan en valores próximos a los 2,5 - 3 jabalíes por cada 100 ha (Fernández-Llario, 1996).

Los jabalíes suelen formar grupos de tamaño y composición variables. El jabalí organiza su vida en torno a las llamadas unidades familiares. Éstas las componen generalmente una hembra adulta de gran experiencia que hace las funciones de líder y a la que secundan otras hembras adultas posiblemente emparentadas con ella. Junto a este núcleo se desarrollan las crías, tanto machos como hembras, de ese año, y además también viven en el interior del grupo las hembras subadultas que nacieron en la temporada anterior. En la periferia de estos grupos se encuentran los machos adultos y los subadultos. Los primeros se incluirán en las unidades familiares en los momentos del celo, provocando la expulsión de las crías machos del año anterior (Fernández-Llario y Mateos-Quesada, 2003).

Según se ha observado en el Parque Natural de Collserola (Barcelona), la actividad de alimentación tiene lugar sobre todo entre la media noche y las 5 de la madrugada, y la máxima actividad de movimientos entre las 8 de la tarde y la media noche y al amanecer (Cahill et al., 2003).

Según observaciones realizadas en Doñana, el jabalí dedica la mayor parte del tiempo a alimentación (59,2%), seguido de locomoción (27,4%). Otras actividades son mantenimiento (7,9%), vigilancia (3,6%), interacciones sexuales (2,2%) y peleas (0,1%) (Cuartas y Braza, 1990).

En la mayoría de las poblaciones, el jabalí presenta preferentemente actividad crepuscular y nocturna, aunque cuando la perturbación humana es baja se aprecia también actividad en pleno día. El patrón más habitual de uso del dominio vital se caracteriza por la existencia de zonas centrales de ocupación frecuente donde

construyen sus camas de descanso, y de sectores periféricos que utilizan más esporádicamente y que varían en función de la localización de los recursos alimentarios.

Aproximadamente 1,5 km/h es la velocidad a la que se mueve un jabalí a la vez que va hozando el terreno en busca de alimento, esta velocidad es considerablemente mayor cuando deben recorrer un espacio de terreno sin comida. El sexo y la edad son dos factores que determinan las diferencias en la longitud de los desplazamientos y la superficie que suelen utilizar. *Grosso modo* se puede decir que las hembras se mueven por una superficie no superior a las 300-350 ha, mientras que en los machos existe una enorme diferencia en según las edades. Las hembras con sus crías pequeñas, tienen una zona de desplazamiento que rara vez supera el kilómetro del lugar donde nacieron. Con el aumento de edad estos desplazamientos van siendo mayores. Los machos subadultos suelen tener un área de campeo similar al de las hembras, mientras que en los machos adultos esta superficie puede superar las 1.500 ha (Fernández-Llario, 1996).

Sin embargo otros autores han descrito áreas de campeo anuales de 12 a 15.000 ha en los machos y de hasta 6.000 ha en las hembras (Rosell y Herrero, 2007).

## 7.- MEDIDAS CORRECTORAS

### 7.1.- INTRODUCCION

La prevención de los atropellos tiene interés, no solamente para la mejora de la seguridad vial, sino también para la conservación de la fauna silvestre implicada. Por este motivo, las posibles soluciones a los dos problemas (seguridad vial y conservación) están estrechamente relacionadas.

Para evitar los efectos negativos de la fragmentación del hábitat, como son los atropellos de especies cinegéticas con los consiguientes problemas que lleva asociados, la idea básica es prevenir. Cuando la prevención de la fragmentación no sea técnicamente viable, las medidas correctoras deben ser incluidas ya en las fases iniciales de los estudios informativos y, posteriormente, en los proyectos constructivos. Estas medidas correctoras serán de aplicación a carreteras en funcionamiento como trabajos de mantenimiento o de acondicionamiento de las estructuras de ingeniería existentes. En las zonas en que las medidas correctoras sean insuficientes, o sigan produciéndose impactos significativos, como último recurso se pueden aplicar medidas compensatorias (figura 18).

En la última década, y especialmente durante los últimos años, ha aumentado considerablemente el número de proyectos que incorporan medidas para mitigar los problemas del efecto barrera y los atropellos de animales en carreteras y ferrocarriles. La instalación o construcción de este tipo de medidas normalmente se establece en las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) y, actualmente, ya es una práctica común en los nuevos proyectos. Las DIA tienen como objetivo aumentar la permeabilidad de las infraestructuras de transporte para el paso de fauna, y contienen la decisión del Órgano Ambiental sobre el proyecto (Gómez-Orea 1999).

Todos los proyectos de infraestructuras lineales, deben someterse a una EIA (Evaluación de Impacto Ambiental), según la Directiva del Consejo de la UE (97/11/EC de 3 de marzo de 1997), aportando las informaciones necesarias para realizar las DIA.

También se están aplicando medidas compensatorias, especialmente cuando se producen afecciones a espacios propuestos para su inclusión en la Red Natura 2000, en aplicación del artículo 6 de la Directiva 92/43/CEE (Hábitats).

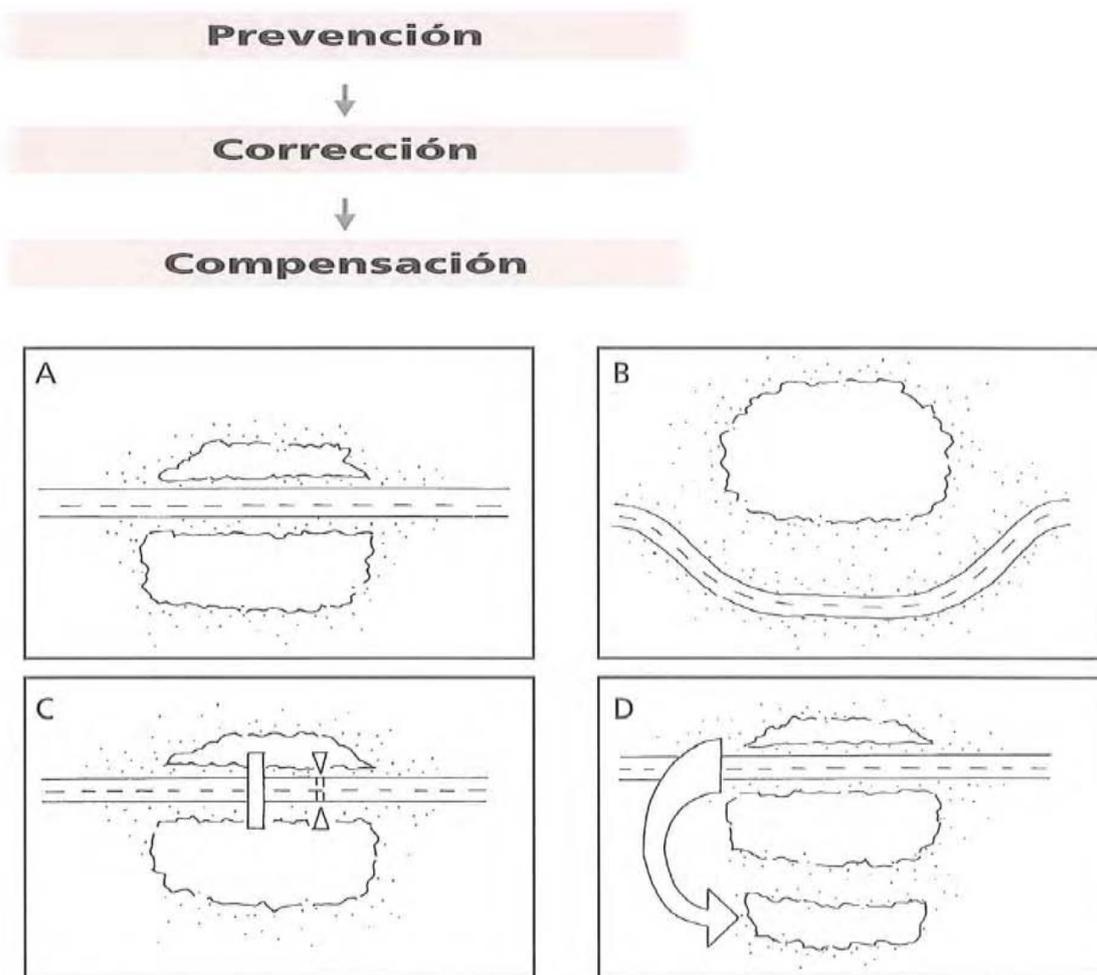


Figura 18. - Representación esquemática de A) fragmentación, B) medida preventiva, C) medida correctora y D) medida compensatoria.

Fuente: Fauna y Tráfico. Manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones (Iuell et al., 2005).

Como medidas preventivas se puede adaptar el trazado de la infraestructura para no fragmentar los hábitats vulnerables, reducir la superficie de terreno utilizado por la carretera o reducir las molestias a los hábitats adyacentes. Estas medidas reducirán el impacto pero no evitarán completamente la fragmentación y por lo tanto la siniestralidad con animales (figura 18B).

Las medidas correctoras de la fragmentación de hábitats se centran actualmente en dos aspectos: la permeabilización de las carreteras y ferrocarriles –principalmente basada en el acondicionamiento de estructuras transversales para facilitar su uso como pasos de fauna– y la prevención de atropellos mediante la colocación de vallas (figura 18C).

En casos excepcionales, las infraestructuras pueden llegar a construirse aun cuando la fragmentación sea inevitable y las medidas preventivas y correctoras no puedan reducir la pérdida, daño o degradación del hábitat. En estos casos, la única alternativa posible es la introducción de medidas compensatorias, mediante la creación de nuevos hábitats de superficie y calidad equivalente a los afectados, para conseguir que no se produzca una pérdida de hábitats por la construcción de la infraestructura (Iuell et al., 2005) (figura 18D).

## 7.2.- TIPOS DE MEDIDAS

En la colisiones entre vehículos y animales, intervienen tres elementos: el vehículo, el animal y el espacio físico donde se produce la colisión, la vía. Por tanto, existen tres campos de actuación para la aplicación de medidas correctoras que mitiguen los efectos de los atropellos de especies cinegéticas.

### 7.2.1.- MEDIDAS SOBRE EL TRÁFICO

Medidas sancionadoras, informadoras o de educación vial, son medidas de un ámbito de aplicación general, en las cuales no podemos influir de forma directa. Las medidas específicas serán las orientadas a la regulación del tráfico en los tramos con una alta siniestralidad, teniendo estas, una más fácil aplicación y entre las cuales podemos considerar:

Reducir el volumen de tráfico. El cierre temporal de las carreteras es una medida que se puede utilizar cuando los animales solo cruzan una carretera durante una época determinada, por ejemplo durante periodos de migración o celo. Esta medida puede ser muy eficaz en estos casos pero normalmente es una medida inviable. Cualquier medida aplicable para reducir el volumen de tráfico, como acceso restringido, favorece la disminución de los accidentes.

Iluminación del tramo. El hecho de que los accidentes ocurran mayoritariamente durante la noche plantea la posibilidad de que la iluminación de las vías pudiese servir como medida correctora. No obstante, aunque la iluminación de las vías no altera el comportamiento de los animales en el entorno de la vía, en un estudio realizado en los Estados Unidos, se comprobó que esta medida no disminuyó la frecuencia de accidentes (Reed, 1981).

Limitar la velocidad de forma temporal o permanente. En los puntos de alto riesgo puede contribuir a reducir el riesgo de colisiones con mamíferos. Esta limitación se puede conseguir bien con señalización o bien, en carreteras con poca intensidad de tráfico, mediante la colocación de bandas rugosas.

La señalización que advierte a los conductores de que circulan por una zona por la que pueden cruzar animales, y del consecuente riesgo de colisión, tiene como objetivo que reduzcan la velocidad y extremen las precauciones (figura 19). Una excesiva señalización de advertencia en numerosos tramos de carretera, convierte a la señal en un elemento tan habitual que los conductores apenas reaccionan ante ella (Carme Rosell, *com. pers.*). Por ello, en algunas vías, se empiezan a colocar señales especiales de grandes dimensiones, que indican claramente la especie que cruza habitualmente por ese tramo (figura 20).

En algunas Comunidades Autónomas se aplican señales acompañadas de destello luminoso en los tramos más problemáticos. Existen señales de advertencia combinadas con sensores de calor que detectan la aproximación de animales. Estas han mostrado su eficacia en la reducción del número de colisiones, en algunos países como en Suiza, en el caso concreto de ciervos.

Avisadores. Dentro de estas medidas podemos incluir el “Dasvic” un sistema diseñado y patentado por el soriano José Andrés de la Orden que detecta aquellos animales que se muevan o se acerquen a la vía, gracias a un detector volumétrico, emitiendo una alerta luminosa y acústica con la que logra advertir a los conductores. Aún no ha sido probado para poder evaluar sus resultados (Moreno, 2007).

Resulta deseable la combinación de las medidas de señalización con otras de concienciación de la población acerca de los diferentes aspectos del problema (Gibbs, 2001).



Figura 19.- Señal estándar de peligro ante la posible presencia de fauna silvestre en la calzada. (Foto A. Mercado).



Figura 20.- Señal especial que advierte de la posible presencia de fauna silvestre cruzando la calzada. (Foto A. Mercado).

### 7.2.2.-MEDIDAS SOBRE LA FAUNA

La relación directa entre el número de animales presentes en el medio y el número de accidentes en las carreteras es evidente como así lo demuestran diversos estudios realizados. Así mismo, existe una clara relación entre la accidentalidad y los periodos vitales, hábitos de alimentación y desplazamiento de las especies animales implicadas (Benito, 2004 Noviembre).

Por tanto, las medidas de actuación sobre la fauna irán orientadas hacia las poblaciones de animales y hacia el hábitat que ocupan. Estas medidas son:

Manejo y regulación de poblaciones. Estas medidas tratarían de la reducción de las poblaciones animales, y en el caso extremo su eliminación, hecho que no es lógico debido al interés ecológico de las especies y su aprovechamiento cinegético.

Las experiencias de reducciones de población han mostrado resultados positivos en unos casos y nulos en otros (Danielson & Hubbard 1998).

La caza contribuye eficazmente al aprovechamiento racional de los recursos cinegéticos y su gestión, según las nuevas leyes autonómicas en la materia «se convierte en una herramienta para la conservación del medio natural, y todo ello con el objetivo complementario de ver optimizadas sus conocidas y valiosas potencialidades sociales y económicas» (Vicente, 2006b).

Fomentar y mantener la actividad cinegética bajo formas de uso sostenible del recurso, adoptando medidas normativas encaminadas, por un lado, a animar a realizar aprovechamientos de caza mayor en aquellos terrenos en los que no se realiza y, por otro, a facilitar que los aprovechamientos se adecúen a la realidad cinegética, lograrían consolidar unas bajas densidades de población en torno a la carretera conflictiva además de evitar migraciones debidas a causas territoriales (Benito, 2004 Noviembre).

Malo et al. (2004) consideran que reducir el número de animales puede dar resultado en casos muy puntuales, pero no es una medida sostenible a largo plazo, al menos para zonas de gran extensión.

Manejo del hábitat. Consistirá en la modificación del hábitat circundante al tramo conflictivo, de manera que la disponibilidad de recursos alimenticios, refugios, etc., tenga una distribución espacial acorde a las necesidades de cada especie, tal que permita disminuir los movimientos de los animales en las áreas cercanas a las carreteras (Sociedad Cooperativa Las Matas, 2002).

ASDEN (Asociación Soriana para la Defensa y Estudio de la Naturaleza), propone desde su página web la conservación y mejora de fuentes dentro del bosque,

sobre todo en momentos de sequía, así como la mejora de los pastizales en el interior para direccionar el tránsito de animales hacia estos puntos, alejados de las carreteras.

Este manejo del hábitat incluye la alteración de los hábitats adyacentes a la vía a fin de evitar la presencia de los animales en ella. La limpieza de vegetación en las proximidades de la plataforma pueden facilitar la visibilidad por parte de los conductores (Putman, 1997), si bien el crecimiento de la vegetación herbácea en el borde de la carretera en zonas boscosas puede servir de atracción a los ciervos (Puglisi et al., 1974). El mantenimiento de una franja sin árboles ni arbustos de entre 3 y 10 m de distancia de los bordes de la carretera, reduce la presencia en ellos de algunas especies, por ejemplo, de cérvidos y, además, los animales que se encuentran en estas zonas son claramente visibles para los usuarios de la vía (Iuell et al., 2005). Se ha recomendado no realizar plantaciones de especies atractivas para los animales en los alrededores de la vía (Feldhamer et al., 1986, Groot & Hazebroek 1996), y se ha comprobado que la provisión de alimentos en áreas alternativas puede reducir la frecuencia de los accidentes (Wood & Wolfe 1998).

### 7.2.3.-MEDIDAS SOBRE LA VÍA

En general, todas las medidas para reducir el número de atropellos están encaminadas a dificultar o evitar el acceso de la fauna a la calzada. Estas medidas aumentan el efecto barrera producido por la carretera, siendo necesario definir, también, las medidas correctoras que disminuyan este efecto sobre las poblaciones, aumentando la permeabilidad de las infraestructuras para el paso de fauna, evitando así los atropellos y por lo tanto la siniestralidad de la vía.

Entre las primeras podemos encontrar: vallados, reflectores/espejos, dispositivos acústicos, repelentes olfativos, barreras disuasorias (guardarrailes, vallados ganaderos, setos, pasos canadienses...).

Mientras que entre las segundas, la principal medida correctora son los pasos de fauna.

- Medidas para evitar el paso de animales.

- Vallados: La principal medida aplicada en España para prevenir las colisiones entre vehículos y animales es el vallado perimetral. Las autopistas y gran parte de las autovías cuentan con vallado perimetral completo, y también otras vías rápidas con alta intensidad de tránsito, aunque en estos casos suele tratarse de una valla discontinua, que únicamente se coloca en los tramos más conflictivos (figuras 21 y 22).

Las vallas normalmente utilizadas para la fauna consisten en mallas sujetas con postes. La altura y el tamaño de la malla dependen de las especies para las que se instale. En algunos tramos, cuando los grandes mamíferos (especialmente ungulados)

son abundantes en una zona, se colocan vallas cinegéticas, con la malla más densa en la base y progresivamente más amplia hacia la parte superior. El sistema de colocación de estas vallas ha ido mejorando en los últimos años, tratando de conseguir un mejor anclaje al suelo para evitar que los animales penetren en la calzada por estos puntos, pero, en muchas ocasiones, este objetivo todavía no se ha conseguido completamente. Algunas DIA (declaraciones de impacto ambiental) establecen el enterramiento de la parte inferior de la valla en los tramos más problemáticos, con presencia de poblaciones densas de jabalí.

La instalación de vallados efectivos puede, en teoría, eliminar completamente la posibilidad de que un vehículo se encuentre un animal en la carretera. Sin embargo, en condiciones reales la existencia de una valla 100% efectiva no es real. Si un animal se enfrenta a una valla, será tanto más probable que la sobrepase cuanto más necesario le sea cruzar y más difícil le resulte utilizar una vía alternativa. En este sentido, es importante que el cerramiento esté colocado de forma adecuada, no sólo para evitar el acceso a la calzada, sino también para guiar eficazmente los animales hacia las entradas de los pasos (Rosell et al., 2002) en el caso de que los hubiera. Otro problema que genera la instalación de vallados es la necesidad de facilitar vías de escape a los animales que los saltan y quedan encerrados en su interior. Para ello se han diseñado distintos tipos de pasos unidireccionales, cuya efectividad es bastante discutible (Lehnert & Bissonette, 1997). Se trata de rampas ubicadas del lado de la carretera o puertas que mediante distintos mecanismos permiten el paso de los animales únicamente en el sentido de salida del vallado (Velasco et al., 1995). Este tipo de puertas requiere un alto mantenimiento y se estropean fácilmente.

La instalación de vallados es recomendable en todas las autopistas y autovías ya que concentran una alta intensidad de tráfico. En las carreteras convencionales con una intensidad de tráfico menor, solo se recomienda instalarlas en los tramos de mayor riesgo (Iuell et al., 2005) por la elevada inversión y el alto coste de mantenimiento (Figuras 4 y 5).



Figura 21.- Vallado cinegético. (Foto A. Mercado)



Figura 22.- Señal de advertencia de vallado cinegético (Foto A. Mercado)

- Medidas para disminuir el paso de animales.

- Reflectores/espejos: Consisten en varias tiras de metal colocadas alrededor de los árboles, reflectores o espejos adheridos a postes y otros elementos. Los materiales utilizados actualmente no son simples espejos, sino reflectantes provistos de microcristales que difunden la luz en un amplio radio de direcciones a ambos lados de la carretera (figura 23). Este tipo de instalaciones son muy populares, ya que son baratas y fáciles de colocar. Los resultados de estudios realizados no permiten demostrar la eficacia o ineficacia de los mismos para ahuyentar la fauna. Así, algunos han mostrado tanto una reducción de los accidentes (Schafer & Penland, 1985), como ninguna reducción (Waring et al., 1991, Danielson & Hubbard 1998), e incluso un aumento de los accidentes en los lugares provistos con reflectores (Reeve & Anderson, 1993).

Este tipo de medida podría ser de utilidad en carreteras de tráfico no muy intenso; su efectividad a largo plazo en carreteras con abundante tráfico debe ser muy reducida, ya que la frecuencia de paso de los automóviles muy posiblemente genere un acostumbramiento de los animales que límite la efectividad de los reflectantes (Ujvári et al., 1998). El sistema únicamente presenta utilidad durante la noche.

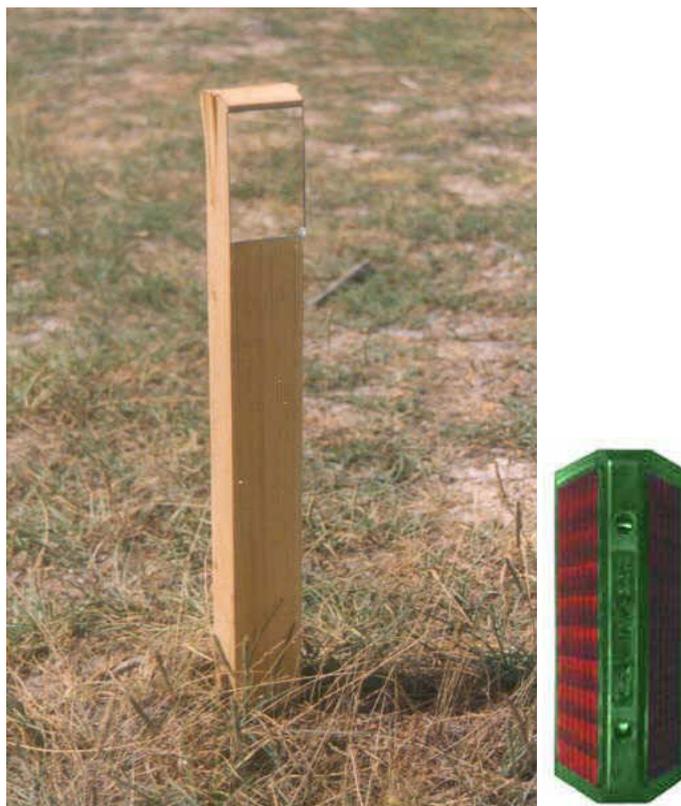


Figura 23.- Reflectores de espejos y de microcristales. (Foto B. Asenjo)

- Dispositivos Acústicos: Unos dispositivos son montados en los vehículos, emitiendo ultrasonidos para ahuyentar a los animales silvestres. Estos dispositivos también se pueden colocar sobre el terreno acoplados a detectores de animales. Ejemplo es el nuevo dispositivo diseñado por José Luís Amorós Carrillo, ganador en 2007 del III Premio ACEX (Asociación de Empresas de Conservación y Explotación de Infraestructuras) sin contrastar su eficacia.

Cabe la posibilidad de que los animales se acaben habituando, pudiendo tener el sistema una baja eficacia

- Repelentes olfativos: Se utilizan sustancias artificiales o naturales, normalmente una mezcla de aromas de humanos, lobos y otros animales depredadores que se inyectan en una resina sintética que actúa como soporte, y se aplica en los árboles y postes situados en los márgenes de carreteras. A falta de evidencias directas del depredador, los animales se habitúan a estas medidas y pierden totalmente su efectividad (Malo et al., 2004). Estas medidas deben aplicarse en los periodos más críticos, variar su localización y hacer un mantenimiento continuo de las mismas para evitar la habituación y mejorar su eficacia. (Figura 24).



Figura 24.- Repelentes aplicados en postes en los márgenes de la carretera. (Foto C. Rosell)

- Barreras disuasorias: Existen otra serie de medidas que sin ser específicas para evitar el acceso de los animales a la calzada pueden contribuir para evitar los accidentes de tráfico.

Estas barreras pueden ser de diversos tipos: guardarrailes, vallados ganaderos, pasos canadienses, setos etc. (Figuras 25, 26 y 27).

Guardarrailes, vallados ganaderos ó setos, no impiden el paso a los animales, si bien, en condiciones normales, ante un obstáculo de este tipo el animal intentará buscar un lugar más factible para el paso (Sociedad Cooperativa Las Matas, 2002). Este hecho puede ser aprovechado para dirigir los animales hacia pasos de fauna o lugares de un menor peligro o mejor señalizados e incluso la renuncia al cruce de la carretera por parte del animal.

Los pasos canadienses (fosos con una reja en su parte superior) instalados en los cruces de los caminos con las carreteras. También se pueden colocar en los cruces de carreteras secundarias con principales para evitar el paso de animales a las mismas. Son los pasos a nivel habilitados para la fauna (Danielson y Hubbard 1998).



Figura 25.- Paso canadiense. (Foto B. Wandall)



Figura 26.- Vallado ganadero. (Foto J. Zsidakivits)



Figura 27.- Guardarrail. (Foto A. Mercado)

- Medidas para facilitar la permeabilidad de la vía, asegurando el cruce de los animales y vehículos.

La permeabilización no se basa únicamente en la construcción de pasos exclusivos para la fauna, sino en el acondicionamiento de estructuras, como drenajes o pasos superiores e inferiores a la vía, que también tienen otra función, como el paso de riachuelos, canales, cañadas, pistas forestales o carreteras locales (Rosell, 2002).

- Pasos superiores: Los pasos superiores de fauna y los ecoductos son estructuras específicamente construidas para permitir el desplazamiento de fauna por encima de las vías. Los ecoductos (figura 28) son estructuras para conectar hábitats, mientras que los pasos superiores de fauna (figuras 29, 30 y 31) son estructuras indicadas para conectar poblaciones. La diferencia entre ambos tipos de estructuras es su anchura (se consideran ecoductos cuando la anchura es superior a 80 m). Aunque tienen un alto coste económico, son muy efectivos para reducir al mínimo, al menos localmente, el efecto barrera provocado por la infraestructura de transporte.

Las dimensiones, tipología constructiva y la revegetación del paso y sus accesos deben diseñarse en función de las especies de referencia, que en general son ungulados y grandes carnívoros.

La ubicación de los pasos elevados se debe definir teniendo en cuenta el comportamiento de las especies de referencia.



Figura 28.- Ecoducto de Boerskotten( Países Bajos) (Foto de H. Cormont)



Figura 29.- Paso superior para la fauna en Hungría. (Foto de P. Farkas).

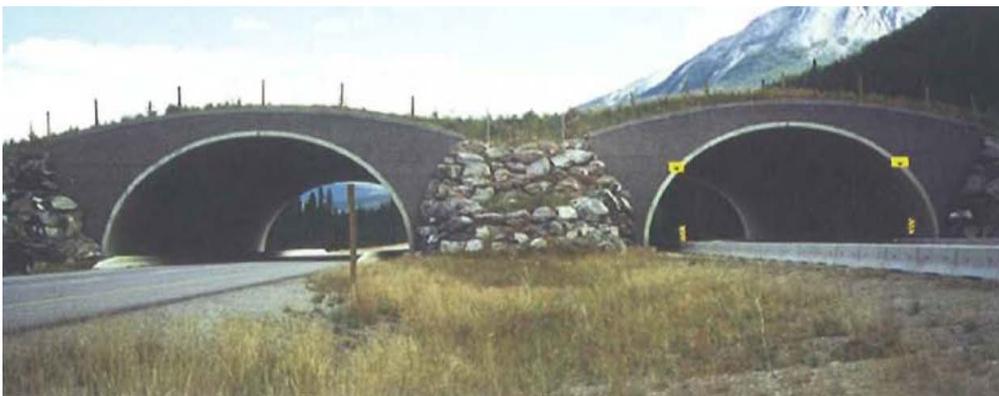


Figura 30.- Paso superior de fauna en el parque nacional de Banff en la autopista Transcanadiense se construyó sobre una carretera ya en servicio. (Foto de H. Bekker)



Figura 31.- Paso superior en la autovía León-Burgos. Fotos Junta de Castilla y León y Carme Rosell.

- Pasos superiores adaptados: En estos pasos se comparten los usos de paso de vehículos (bajas intensidades de tráfico) y de ganado, con el de fauna silvestre (figura 32). Se deben de acondicionar, básicamente, incorporando franjas de tierra y revegetación a ambos lados del paso, o bien colocar pantallas opacas (figura 33) para evitar que la visión de los coches perturbe el paso de fauna, así como realizar plantaciones en los accesos (Rosell, 2002).



Figura 32.- Paso de uso mixto en Alemania. (Foto de B. Georgii)



Figura 33.- Detalle de pantallas opacas en un paso de fauna (carretera CL-117) (Foto A. Mercado).

- Pasos inferiores: Los pasos inferiores de fauna incluyen todo tipo de estructuras situadas por debajo de la plataforma por la que discurre el tráfico. Incluyen desde pasos que se destinan específicamente a la fauna hasta los proyectados con otras funciones como drenaje, paso de carreteras y vías pecuarias, etc., pero que con ligeras adaptaciones pueden ser también ampliamente utilizados por los animales.

Los viaductos son estructuras que se realizan en la fase de construcción de la carretera y suponen la elevación de la plataforma sobre el terreno favoreciendo la permeabilidad de la vía al paso de fauna y evitando los accidentes. Permiten conservar ecosistemas y corredores biológicos (figura 34).



Figura 34.- Viaducto en la autovía del Atlántico, A9. (Foto AUDASA)

Los pasos inferiores para fauna están destinados principalmente a ungulados debiendo de tener las dimensiones adecuadas (12m de anchura mínima y 3.5 m de altura) (Rosell y Velasco, 1999) y realizándose una revegetación de los alrededores (figura 35). Estos pasos no son tan buena solución para conexión de hábitats como los viaductos.



Figura 35.- Paso inferior en la C-260, el Parque Natural dels Aiguamolls de l'Empordá. (foto Minuartia).

En cualquier infraestructura de transporte se proyectan pasos inferiores para la restitución del paso de carreteras, caminos o vías pecuarias así como paso de canales u otros elementos de drenaje (figura 36). Muchos de ellos pueden ser adaptados para facilitar el paso de fauna, con costes moderados y, por ello, los pasos inferiores de uso mixto ofrecen una excelente oportunidad para mejorar la permeabilidad global de una infraestructura. Además, algunas adaptaciones pueden realizarse cuando las estructuras ya están construidas y, por tanto, pueden ser una buena opción para aumentar la permeabilidad al paso de fauna de vías en funcionamiento (Iuell et al., 2005).



Figura 36.- Paso inferior combinado con una pista agrícola, República Checa. (Foto de J. Dufek)

La adaptación de estructuras de drenaje, debido a sus dimensiones, está orientada a facilitar el paso de pequeños y medianos vertebrados. Un aumento de sus dimensiones así como el acondicionamiento de la base de la estructura, facilitaría el paso de mamíferos de mayor tamaño, ungulados como el corzo o jabalí (figuras 37 y 38).



Figura 37.-Paso inferior adaptado en la carretera C-260. (Foto:Minuartia)



Figura 38.- Tubo de drenaje adaptado. (Foto V. Keller)

Para elegir los tipos de pasos más adecuados hay que tener en cuenta el paisaje, los hábitats afectados y las especies a las que van destinadas las medidas. Su ubicación y diseño vendrá determinado en gran medida por la distribución y patrones de movimiento de la especie.

Los pasos superiores e inferiores específicos para la fauna, que permiten el cruce de los animales sin afectar para nada a la vía, son la solución más frecuentemente propuesta para los problemas asociados a la fragmentación de poblaciones por las vías de transporte (Velasco et al., 1995, Rosell y Velasco, 1999) y de accidentes (Groot y Hazabroek, 1996; Putman, 1997).

- Una medida complementaria.

La sustitución de las sales utilizadas durante el invierno en las carreteras por otro tipo de productos. Los animales silvestres, y muy especialmente todos los herbívoros, se ven atraídos por la sal, por lo que se ha propuesto la sustitución del cloruro sódico por el acetato mixto de calcio y magnesio para el tratamiento anticongelante en áreas con elevado riesgo de accidentes (Groot & Hazabroek, 1996).

### **7.3.- PROPUESTAS PARA MINIMIZAR EL RIESGO DE COLISIÓN DE VEHÍCULOS CON ANIMALES SALVAJES**

Según se constata en diversos trabajos con vallados (Ludwig & Bremicker, 1983; Clevenger, Churszcz Gunson, 2001), con espejos que tratan de disuadir a los animales (Ujvary, Baagoe y Madsen, 1998), con señales de tráfico de alerta para los conductores sobre la presencia de animales en la carretera (Pojar et al., 1975), con viaductos, pasos inferiores y a nivel de la carretera (Lehnert & Bissonette 1997; Keller, 1999; Clevenger y Waltho, 2000) y con emisores acústicos instalados en vehículos (Romin y Dalton, 1992), no existe un método que se haya demostrado ser totalmente efectivo.

Según algunos autores, las recomendaciones actuales se centran en la combinación del control del tamaño de las poblaciones, con la instalación de vallados, pasos específicos para la fauna y señales de advertencia para los conductores (Groot y Hazebroek, 1996; Putman, 1997).

Stout et al. (1993) afirma que no es realista aspirar a la eliminación completa del problema, y el objetivo debería ser reducir el número de choques a niveles socialmente tolerables mientras que al mismo tiempo se lleven a cabo campañas de sensibilización pública.

En algunos tramos de carreteras que discurren por medio de masas forestales densas, una limpieza de la vegetación arbustiva y arbórea en una amplia franja a cada lado de la carretera (entre 3 y 10 m dependiendo del tipo de hábitat) puede contribuir a reducir el número de colisiones, por un lado, porque mejora la visibilidad del animal por parte del conductor y, por otro por que los animales se pueden encontrar desprotegidos en esta zona (un medio abierto y que no les ofrece refugio). Esta medida ha sido aplicada en algunos tramos de carretera de la provincia de Soria (Delibes y Benito,

2002) dando resultados satisfactorios hasta que en la zona desbrozada empezó a crecer de nuevo vegetación herbácea. Entonces corzos y ciervos se acercaban para alimentarse se, provocando en este momento un efecto contrario al objetivo que se persigue, ya que la zona atrae más ungulados y aumentan las colisiones. Teniendo en cuenta esto, en caso de aplicar esta medida en zonas con presencia de cérvidos, es necesario un tratamiento adecuado de estas zonas para evitar el crecimiento de la vegetación (Delibes y Benito, 2002), es decir, con intervenciones muy frecuentes de desbroce de la vegetación.

Las actuaciones aplicables en las vías de transporte, hay que adaptarlas a cada situación, ya que no es posible aplicar directrices generales válidas para todos los tramos conflictivos. En el estudio de MINUARTIA (2005) se describen algunas medidas temporales, como instalación de señalización avisadora reforzada o, en períodos críticos, de repelentes olfativos, pero se indica que ninguna de estas medidas son efectivas de manera permanente y a largo plazo. Se plantean también actuaciones de carácter permanente, principalmente cierres perimetrales que conduzcan a los animales hacia puntos por donde puedan cruzar las vías, y que pueden ser pasos ya existentes o de nueva construcción. En el citado trabajo se indica, que la aplicación de medidas necesita una tarea continuada de mantenimiento para reducir las colisiones con ungulados (revisión y arreglo de vallas, revisión de sistemas electrónicos en paneles luminosos, reposición de productos en las barreras de olor, etc.) que debería ser gestionado por las administraciones responsables de las vías y que, para algunas medidas en concreto, es necesaria la creación de equipos de mantenimiento especializados.

**III.- OBJETIVOS**

### **III.- OBJETIVOS**

#### **1.- OBJETIVOS GENERALES**

- Analizar la siniestralidad provocada por la irrupción de especies cinegéticas (ciervo, corzo, jabalí) en las carreteras de la provincia de Soria determinando las variables que influyen en ella.
- Poder determinar los puntos de concentración de accidentes con animales en las carreteras, a partir de ciertas variables, con el fin de aplicar las medidas correctoras que aumenten la seguridad vial y favorezcan la supervivencia de los animales.

#### **2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el número de accidentes con animales, así como las especies implicadas, en la red de carreteras de la provincia de Soria, en el periodo 2000-2007.
- Revisar el marco legal que afecta a los siniestros con especies cinegéticas.
- Estudio de la distribución temporal de los siniestros con especies cinegéticas (ciervo, corzo, jabalí) en la red de carreteras de la provincia de Soria, en el periodo 2000-2007.
- Estudio de la distribución espacial de los siniestros con especies cinegéticas (ciervo, corzo, jabalí) en la red de carreteras de la provincia de Soria, en el periodo 2000-2007.
- Determinación de los tramos de alta siniestralidad en función del número de accidentes y en función del índice de peligrosidad en las carreteras de la provincia de Soria.
- Determinación de los puntos de máxima y mínima siniestralidad dentro de los tramos de alta siniestralidad.
- Caracterización del hábitat circundante a los puntos de máxima y mínima siniestralidad junto con el ecotono y curvatura de la carretera.
- Determinar las relaciones entre un área de 1000 m de radio alrededor de los puntos de máxima y mínima siniestralidad con una banda de 100 m a ambos

lados de la carretera en una longitud 1000 m antes y 1000 m después de los puntos determinados.

- Estudiar otras variables con incidencia en la siniestralidad con especies cinegéticas (producciones agrícolas, actividad cinegética).
- Desarrollar un modelo matemático predictivo de la siniestralidad en función de las variables implicadas, que permita llevar a cabo medidas correctoras viables para su minimización.
- Análisis y valoración de las medidas correctoras aplicadas en la red de carreteras de la provincia de Soria durante el periodo de estudio 2000-2007.
- Proponer medidas que contribuyan a minimizar la siniestralidad con especies cinegéticas (ciervo, corzo, jabalí) en aquellos puntos de máxima siniestralidad de la red de carreteras de la provincia de Soria en base a los resultados obtenidos.

#### **IV.- MATERIAL Y MÉTODOS**

## **IV.- MATERIAL y MÉTODOS**

### **1.- BASE DE DATOS**

El estudio se ha realizado partiendo de la información suministrada por la Dirección Provincial de Tráfico de Soria, la cual proporcionó una base de datos de atropellos de animales que contaba con 4.776 registros, del año 2000 al año 2007, ambos incluidos. Estos registros estaban referidos al conjunto de vías de comunicación de la provincia de Soria, red de carreteras del Estado, red autonómica, carreteras de la Diputación, así como algunos atropellos producidos en caminos vecinales y caminos forestales.

Dichos registros, obtenidos a partir de los partes de siniestros emitidos por la Guardia Civil de Tráfico, incluyen la fecha en la cual se ha producido el atropello, el día de la semana, la hora, la carretera y el punto kilométrico, el tipo de animal (doméstico-salvaje), la especie, así como información acerca de si se han producido víctimas ó daños materiales en el mismo.

Durante el periodo de estudio 2000-2007 se ha producido un cambio tanto en la denominación de las carreteras de la Diputación como en su kilometraje, cambio que también ha afectado a la red de carreteras de la Comunidad en la provincia de Soria. A partir de los datos proporcionados por la Diputación Provincial de Soria así como la Delegación Territorial de Fomento en Soria se ha procedido a normalizar los datos de carreteras con la denominación vigente así como los puntos kilométricos (pkm) corregidos de las mismas. Teniendo en cuenta estos cambios así como las cesiones de tramos de carreteras de unas administraciones a otras junto con cambios menores realizados en la red de carreteras del Estado se han actualizado los datos de los accidentes refiriéndolos a la nueva situación.

Partiendo de estos datos se ha realizado la separación de los accidentes por tipo de carreteras, pertenecientes a la Diputación, pertenecientes a la Comunidad (red preferente, red básica y red local) y pertenecientes a la red de carreteras del Estado.

## 2.- DETERMINACIÓN DE LOS TRAMOS DE CONCENTRACIÓN DE ACCIDENTES CON ANIMALES

La longitud de cada tramo de carretera identificado como tramo de concentración de accidentes con animales (TCAA), se ha obtenido situando el pkm inicial 500 m antes del primer accidente del tramo y el pkm final del tramo 500 m después del último accidente, recogiendo en el tramo todos aquellos accidentes consecutivos cuya separación es menor o igual a 1000 m. De esta forma se ha tenido en cuenta que las características del entorno 500 m antes y 500 m después del accidente también pueden influir en el mismo, tramos diferentes quedarán separados por espacios de más de 1000 m sin accidentes (figura 39). Establecemos como TCAA aquellos tramos que acumulen en los ocho años de estudio un número de accidentes mayor de 3.



Figura 39: Criterio de identificación de TCAA.

La determinación de los TCAA se ha hecho para cada carretera independientemente, eliminando los registros de animales domésticos y aquellos que figuran como desconocidos, considerando solamente dentro de los animales salvajes, el ciervo, el corzo y el jabalí. Se ha ordenado la base de datos en función del pkm en el que se produce el accidente, utilizando para el tratamiento la hoja de cálculo Excel.

De todos los TCAA hallados en la red viaria de la provincia de Soria se ha determinado su índice de peligrosidad ( $I_p$ ) así como el índice kilométrico de accidentalidad ( $n^\circ$  acc/km).

### Índice de peligrosidad ( $I_p$ )

La instrucción C.E.-2/2005 de la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras, para la realización del Anejo de Seguridad Vial en los proyectos de carreteras de la red regional de Castilla y León, define como índice de peligrosidad: aquel que relaciona el número de accidentes con víctimas en los últimos tres años con el tráfico registrado.

Se ha adaptado dicho índice para valorar la peligrosidad de los TCAA considerando solamente los accidentes producidos con animales salvajes (ciervo, corzo, jabalí) en los ocho años de estudio.

El índice de peligrosidad del tramo relaciona el número de accidentes con el tráfico registrado mediante la fórmula:

$$Ip = n^{\circ} \text{ de accidentes} * 10^8 / \text{IMD} * 8 * 365 * \text{longitud (km)}$$

El número de accidentes será el acumulado en el tramo durante los ocho años de estudio.

IMD es la intensidad media diaria de vehículos (vehículos/día), obtenida a partir del Plan Regional de Aforos de la Comunidad de Castilla y León de carácter anual para la red carreteras de la Comunidad así como para la red de carreteras del Estado.

La red de carreteras de la Diputación Provincial tiene una IMD inferior a 180 vehículos/día, tomando este valor para el cálculo del Ip de estas carreteras, así como para todas aquellas de la red de carreteras de la provincia que no lo superen.

#### Índice kilométrico de accidentalidad (n° acc/km)

Relaciona el número total de accidentes producidos con animales salvajes (ciervo, corzo, jabalí) en el periodo 2000-2007 con la longitud (km) del tramo.

Mediante el programa estadístico SPSS 15.0 se ha realizado un análisis descriptivo conjunto de los 143 TCAA determinados en la provincia de Soria en función de los parámetros n° acc/km e Ip de cada tramo. Con este tratamiento se han determinado los TCAA de más alto índice de peligrosidad (TCAAip) y los TCAA con un mayor número de accidentes (TCAAacc).

### **2.1.- DETERMINACIÓN DE PUNTOS NEGROS**

Consideramos punto negro (PN) a aquel “tramito” en el cual se produce la mayor concentración de accidentes dentro de un TCAA.

Para la determinación del PN en cada uno de los TCAA, bien clasificado por concentración de accidentes o por índice de peligrosidad (PNacc, PNip), se han seleccionado todos los registros de accidentes producidos en dichos tramos con ciervo, corzo y jabalí durante los ocho años de estudio. La longitud de cada “tramito” de carretera identificado por una mayor concentración de accidentes la obtenemos situando el pkm inicial 50 m antes del primer accidente y el pkm final 50 m después del último accidente (figura 40), recogiendo en el “tramito” todos aquellos accidentes consecutivos cuya separación es menor o igual a 100 m. De entre todos los “tramitos” localizados en los TCAA se han considerado aquellos en los que se ha producido un número de accidentes, durante los ocho años de estudio, mayor de tres y de entre ellos, se han elegido para determinar el PN del tramo, aquel "tramito" que tuviera un mayor número

de accidentes/km y mayor número de accidentes acumulados, situando este punto en el punto medio del “tramito”.

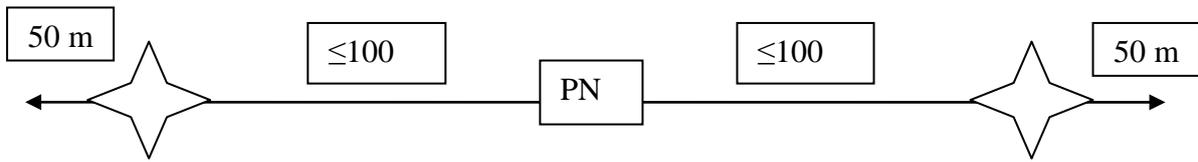


Figura 40: Criterio de identificación de PN en los TCAA.

## 2.2.- DETERMINACIÓN DE PUNTOS BLANCOS

### 2.2.1.- DETERMINACIÓN DE LOS TRAMOS BLANCOS

Consideramos como tramos blancos (TB) aquellos TCAA que tienen un número de accidentes acumulados en los ocho años de estudio mayor de 3, con unos menores índices tanto en el nº acc/km (TBacc) como en su  $I_p$  (TBip) . De estos tramos se han seleccionado los ocho tramos con un menor nº acc/km así como los ocho tramos con un menor  $I_p$ .

### 2.2.2.- DETERMINACIÓN DE PUNTOS BLANCOS EN CADA TRAMO

Consideramos punto blanco (PB) dentro de un TB aquel “tramito” en el cual se produce la menor concentración de accidentes dentro del mismo.

Para la determinación de los PB en cada uno de los TB, bien clasificado por concentración de accidentes o por índice de peligrosidad (PBacc, PBip), se han seleccionado todos los registros de accidentes producidos en dichos tramos con ciervo, corzo y jabalí durante los ocho años de estudio. La longitud de cada “tramito” de carretera identificado por una menor concentración de accidentes se ha obtenido situando el pkm inicial 50 m antes del primer accidente y el pkm final 50 m después del último accidente (figura 41), recogiendo en el “tramito” todos aquellos accidentes consecutivos cuya separación es menor o igual a 100 m. De entre todos los “tramitos” localizados en los TB se ha elegido, para determinar el PB del tramo, aquel que tuviera un menor nº acc/km y menor número de accidentes acumulados, situando este punto en el punto medio del “tramito”.

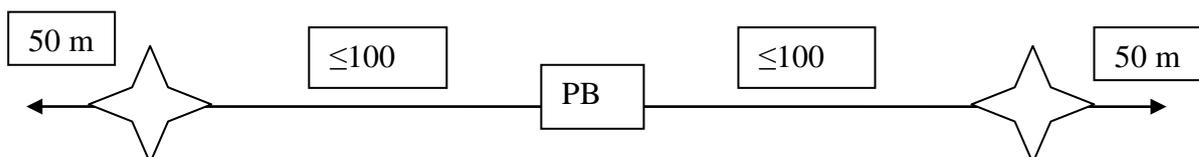


Figura 41: Criterio de identificación de PB en los TB.

### 3.- CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT

Una vez que se han seleccionado los PB y PN, tanto por nº acc/km como por Ip se ha procedido a la caracterización del hábitat que circunda, en una superficie circular de radio 1000 m (*área-1000*) así como considerando únicamente una banda de 100 m (*banda-100*) de ancho a ambos lados de la carretera en el tramo limitado por el círculo de 1000 m de radio, empleando para ello un S.I.G. (Sistema de Información Geográfica) manejado mediante el programa ARC GIS 9 (ESRI) (figura 42).

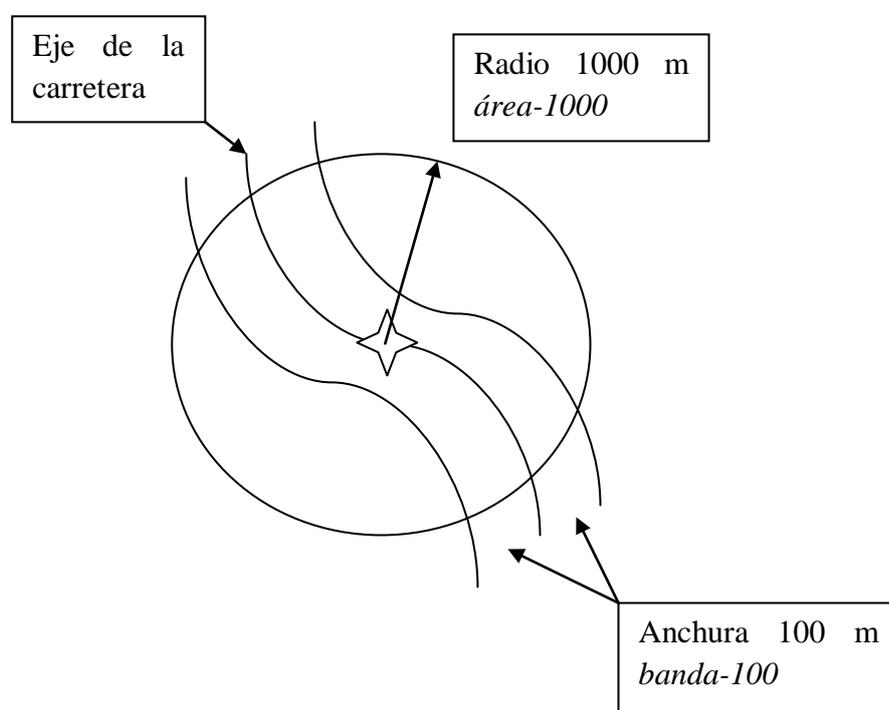


Figura 42: Criterios de caracterización del hábitat alrededor de los PN y PB.

En el S.I.G. empleado se han utilizado las siguientes coberturas:

- Mapa Topográfico Nacional escala 1/25000 (© INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL DE ESPAÑA, 2008), obteniendo de estos puntos sus coordenadas geográficas longitud y latitud.
- Mapa Forestal Español escala 1/50000 (MFE50) realizado de 1997 a 2006 de la provincia de Soria.

El MFE50 es la cartografía de la situación actual de las masas forestales, realizada desde el Banco de Datos de la Naturaleza de la DGCN (Dirección General

para la Conservación de la Naturaleza), siguiendo un modelo conceptual de usos del suelo jerarquizados, desarrollados en las clases forestales, especialmente en las arboladas. Tiene su antecedente en el antiguo Mapa de Cultivos y Aprovechamientos y recientemente en el Mapa Forestal de España (1:200.000).

El MFE50 es un proyecto continuo de periodicidad decenal siendo su función principal la de servir de cartografía básica para el Inventario Forestal Nacional. El ámbito es nacional, aunque el trabajo se realiza por provincias. Para ello se cuenta con un amplio elenco de informaciones digitales como el propio Mapa Forestal de España (1:200.000), Mapa de Cultivos y Aprovechamientos, Mapas Autonómicos de Vegetación, el Inventario de Humedales (DGOH, 1991), etc.

Su base de datos se compone de un total de trece campos descriptores de la ecología y estructura de las masas. El campo que se ha considerado para la caracterización del hábitat es el denominado TIPO ESTRUCTURAL. En este campo se identifican los distintos usos del suelo que pueden aparecer, y dentro del uso forestal, las distintas estructuras de vegetación que lo pueden ocupar.

La definición de los diferentes tipos estructurales son las siguientes:

1. Bosque: Agrupación de árboles o especies potencialmente arbóreas, en espesura con una fracción de cabida cubierta superior al 5% y uso netamente forestal. El origen del mismo es natural o de repoblación netamente integrada.
2. Bosque de plantación: Agrupación de árboles en espesura con una fracción de cabida cubierta superior al 5% y uso netamente forestal, cuyo origen es el de plantación.
3. Bosque adhesado: Dehesa es aquella formación arbolada (FCCA (fracción de cabida cubierta arbórea) > 5%), poblada habitualmente de árboles con aptitudes ganaderas de sus frutos o ramones, y en la que aunque el uso principal sea el ganadero aparece un doble uso agrícola y forestal
4. Complementos bosque: Se aplicará esta opción, para teselas dentro del bosque creadas para diferenciar distintas superficies que, sin ser arboladas, están íntimamente unidas al aprovechamiento forestal del bosque. (Ej.: parques de madera, cortafuegos...). Se pondrá como FCCA la del bosque que las rodea.
5. Temporalmente Desarbolado (T. D.) (Talas): Se aplicará a teselas en terreno forestal que normalmente debería estar arbolado pero se encuentra temporalmente desarbolado por la realización de talas recientes. Se identifica por tratarse de claros en el bosque con formas geométricas. La FCCA <5%.
6. T. D. (Incendios): Se aplicará a teselas en terreno forestal que normalmente debería estar arbolado pero se encuentra temporalmente desarbolado por un reciente incendio. La FCCA < 5%.

7. T. D. (Fenómenos Naturales): Se aplicará a teselas en terreno forestal que normalmente debería estar arbolado pero se encuentra temporalmente desarbolado por causa de algún fenómeno natural. La FCCA < 5%.
8. Matorral: Agrupación vegetal definida por su estructura o por su aspecto, conferidos por el hecho de que su estrato superior o el más alto con espesura están caracterizados por el predominio de matas (especies leñosas relativamente bajas y ramificadas desde su base).
9. Herbazal: Se clasificarán como tales los lugares cubiertos más o menos por hierbas de origen natural. Se definen como agrupaciones o cubiertas caracterizadas por abundancia, densidad y predominio de herbáceas.
10. Monte sin Vegetación Superior: Se clasificarán en este apartado aquellas teselas que por circunstancias de composición edáfica, de pendiente, o cualquiera otra, presentan la mayor parte de su superficie desnuda de vegetación incluso herbácea. Serán los desiertos y semidesiertos de los diversos tipos.
11. Árbol Fuera de Monte (A.F.M.) (Riberas): Tienen cabida en esta clase las teselas que presentan arbolado fuera del monte, es decir; rodeado de otras teselas no forestales y que se encuentra junto a los cauces de los ríos.
12. F. M. (Bosquetes): En este grupo se clasifican las teselas que presentan arbolado fuera del monte, es decir; rodeado de otras teselas no forestales, distribuido en bosquetes individualizables y/o suficientemente próximos como para ser agrupados dentro de una misma tesela. Su superficie no excederá de 20 ha.
13. A.F. M. (Alineaciones): Se incluirán aquí las teselas que presentan arbolado fuera del monte, que se presenta como una alineación de varios árboles de anchura.
14. F. M. (Arboles sueltos): Se empleará este epígrafe para incluir aquellas teselas que teniendo un uso fundamentalmente no forestal, incluyen árboles sueltos dispersos por ellas.
15. Agrícola: Se incluirán aquí las teselas de uso agrícola.
16. Artificial: Contendrá las teselas en las que la influencia antrópica ha determinado que su uso no sea ya más ni agrícola ni forestal. Se exceptúan los casos 21 a 24
17. Humedal: Aquí se reflejarán las teselas que sufren una inundación temporal pero repetitiva año tras año con carácter frecuentemente estacional, lo que condiciona la vegetación presente en ella.

18. Agua: En este apartado se incluyen las teselas ocupadas por el agua permanentemente, o sólo temporalmente en el caso de cursos de agua.
19. Mar
20. Fuera de límites
21. Autopistas y autovías
22. Infraestructuras de conducción
23. Minería, escombreras y vertederos
24. Prado con setos
25. Mosaico arbolado sobre cultivo y/o prado: Mosaico en el que los bosquetes arbolados no tienen una continuidad que haga que por su superficie, se pueda clasificar como forestal arbolado. Los bosquetes están en mosaico sobre cultivos o prados
26. Mosaico arbolado sobre forestal desarbolado: Mosaico en el que los bosquetes arbolados no tienen una continuidad que haga que por su superficie, se pueda clasificar como forestal arbolado. Los bosquetes están en mosaico sobre herbazal, matorral o pastizal-matorral.
27. Mosaico desarbolado sobre cultivo y/o prado: Sobre la base de cultivo y/o prado aparecerá herbazal, matorral o pastizal-matorral.
28. Cultivo con arbolado disperso: Espacios dedicados exclusivamente a cultivos de secano, con un arbolado disperso, que puede superar el 5% de FCCA, derivado de antiguos usos de dehesa o de bosque. Para clasificarlo como tal, el arbolado tiene que ser representativo de uso forestal (no los frutales) e intuir antiguos usos forestales (especialmente dehesas).
29. Parque periurbano: es aquél espacio de gran extensión con características y uso de Parque, en las proximidades de los grandes núcleos urbanos. En él se separarán las infraestructuras de uso público y de características de uso artificial como Parques de Atracciones, Auditorios, etc. de superficie superior a las 2,5 ha.
30. Área recreativa: Superficie forestal de fuerte actividad recreativa, incluso pistas de esquí.
31. Laguna de alta montaña: Lago natural de alta montaña.
34. Prado: Incluye aquella superficie poblada por pastos, con aprovechamiento ganadero patente que por sus características puede considerarse no forestal y

en la que puede aparecer arbolado disperso incluso con fracción de cubierta algo superior al 5%.

35. Pastizal-matorral: incluye aquella superficie poblada por vegetación herbácea en mezcla más o menos íntima con matorral. Las zonas de erial quedarán aquí asignadas.

- Ortofotos escala 1/10000 del satélite PNOA de los años 2004-2007 (Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León).

Tanto en el área-1000 como en la banda-100, de cada uno de los puntos, se han determinado los distintos usos del suelo, en superficie, tanto el valor absoluto (ha) como el porcentaje sobre el total del área-1000 y banda-100, así como la longitud de los respectivos ecotonos, o líneas de contacto entre los distintos usos del suelo (m).

Se ha calculado el índice de curvatura (Ic) del tramo de carretera afectado, siendo éste la relación entre la longitud mínima del tramo, cuando la carretera es recta (2000 m), y la longitud real del tramo en cada punto. El Ic es mayor cuanto más recta es la carretera y viceversa.

Se ha codificado una variable identificando el tipo de carretera, en cada punto, en función de los límites de velocidad (según RD965/2006. Artículo 48 del Reglamento General de Circulación 27/10/2007):

Carreteras de primer orden: Autopistas y autovías

Red de carreteras Nacionales

Red Autonómica básica

Velocidad > 90 km/h

Carreteras de segundo orden: Red Autonómica preferente

Red Autonómica local

Red de carreteras de la Diputación

Velocidad ≤ 90 km/h

### 3.1.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Una vez que se han caracterizado los 32 puntos considerados (PNacc, PNip, PBacc, PBip) tanto en el área-1000 como en la banda-100, se ha llevado a cabo el

tratamiento estadístico con el programa SPSS v.15.0 de la forma que a continuación se detalla.

### 3.1.1.- ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Se ha calculado la media así como el error típico de la media para el porcentaje de cada uso del suelo, ecotono, Ic, Ip, nº acc/km, que caracterizan cada tipo de punto, tanto para el área-1000 como para la banda-100.

### 3.1.2.- ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES

Se ha utilizado el coeficiente de Spearman para ver las correlaciones existentes entre las variables que caracterizan cada tipo de punto, tanto en el área-1000 como en la banda-100, y el Ip y el nº acc/km considerando su nivel de significación.

### 3.1.3.- ANÁLISIS DE VARIANZA

Para realizar el análisis de varianza se han eliminado aquellos usos del suelo cuyo porcentaje de ocupación es menor del 1% y se han agrupado los tipos estructurales bosque y bosque de plantación en un grupo único denominado bosque total.

Se ha realizado el análisis de varianza para los cuatro tipos de puntos seleccionados (PNacc, PNip, PBacc, PBip) tanto para el área-1000 como para la banda-100, utilizando como factor independiente el tipo de punto (blanco o negro) y el subtipo (índice de peligrosidad o número de accidentes) y como variable dependiente, aquellas que caracterizan cada tipo de punto (bosque, bosque de plantación, matorral, herbazal, riberas, agrícola, artificial, autopistas-autovías, minería-escombreras-vertederos, prados con setos, prado, pastizal-matorral, ecotono e Ic).

Con el objetivo de comprobar si las características del hábitat circundante a los puntos seleccionados son equiparables en el área-1000 y en la banda-100, se ha realizado un análisis de varianza tomando como variable independiente el área de estudio (área-1000 y banda-100) y como variables dependientes, aquellas que caracterizan el hábitat de cada punto (bosque, bosque de plantación, matorral, herbazal, riberas, agrícola, artificial, autopistas-autovías, minería-escombreras-vertederos, prados con setos, prado, pastizal-matorral).

Se han excluido la variable ecotono al estar referida a superficies diferentes así como Ic, Ip y nº acc/km por ser iguales en ambas áreas de estudio.

### 3.1.4.- ANÁLISIS PREDICTIVO

Se pretende obtener dos ecuaciones lineales, una tomando como variable dependiente el Ip y otra considerando el nº acc/km, y como variables independientes los usos del suelo, ecotono e Ic de la carretera, de los puntos seleccionados, que

permitan predecir la mayor o menor peligrosidad (el mayor o menor riesgo de colisión con animales salvajes) de un punto dado en una carretera.

Para ello se ha seguido el siguiente procedimiento:

- Análisis de componentes principales (análisis factorial).

En primer lugar, se han seleccionado las variables independientes realizando un análisis factorial de las variables que caracterizan cada tipo de punto (usos del suelo con un % de ocupación > del 1%, ecotono e Ic) para la banda-100, mediante el cual y teniendo en cuenta la "varianza total explicada" se han elegido modelos con dos componentes pues cada componente puede explicar más del 15% de la varianza.

A partir de la "matriz de componentes" se han seleccionado, de las variables, usos del suelo, ecotono e Ic de la carretera, las que participa en  $\pm 50\%$  en cualquiera de las dos componentes.

- Regresión lineal.

A continuación, se ha realizado un análisis de regresión lineal utilizando como variables independientes las seleccionadas en la matriz de componentes y como variables dependientes el Ip y el nº acc/km.

La variable de selección de los datos es la que recoge los puntos seleccionados por su Ip o por su nº acc/km, respectivamente.

- Validación del modelo.

Por último se ha realizado un análisis de regresión lineal entre los valores reales y los generados por el modelo predictivo, validando este en función del valor de R<sup>2</sup> corregida obtenido.

### 3.1.5.- DETERMINACIÓN DE LA ESCALA DE VALORES DEL N° ACC/KM E IP

Se ha realizado un análisis descriptivo de los valores reales y conforme a su distribución en percentiles se ha obtenido un baremo.

#### **4. - CULTIVOS Y PRODUCCIONES**

Se ha realizado un estudio comparativo a partir de los datos (tipos de cultivos, producciones (t/ha) y superficies cultivadas (ha)) proporcionados por el Servicio Territorial de Agricultura y Ganadería de la provincia de Soria de los años 2000 a 2007, ambos incluidos, con el número de accidentes con animales salvajes (ciervo, corzo, jabalí) registrados en este periodo de estudio.

Se ha considerado únicamente los rendimientos (t/ha) obtenidos para los cultivos de trigo y cebada, pues su superficie de cultivo supone aproximadamente el 80% del total de la superficie cultivada en la provincia de Soria y sus estados fenológicos se adaptan a los ciclos biológicos de las especies estudiadas (ciervo, corzo y jabalí).

#### **5.- TERRENOS CINEGÉTICOS Y NÚMERO DE CAPTURAS**

Estos datos proceden del Servicio Territorial de Medio Ambiente de la provincia de Soria e incluye la delimitación geográfica de las distintas superficies acotadas en la provincia de Soria así como las capturas de ciervo, corzo y jabalí, realizadas en los distintos acotados en las temporadas 2000-2001 hasta la temporada 2007-2008.

Los datos de capturas han sido referidos a los años naturales iniciales de la temporada cinegética y asignados en la cobertura arc gis a cada acotado.

Mediante el SIG generado y tratado con ARC GIS 9 (ESRI) se ha determinado para cada uno de los 32 puntos seleccionados (PNacc, PNip, PBacc, PBip), en el área-1000, el número de acotados y superficie de cada uno de ellos englobados en el mismo, determinándose el número de capturas realizadas en dichas superficies de cada una de las especies estudiadas en el periodo 2000-2007.

Estos datos han sido relacionados con el número de accidentes que se han producido en el tramo de carretera delimitado por el área-1000 a lo largo de los años 2000-2007.

## 6.- EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS APLICADAS

Teniendo en cuenta los puntos kilométricos de las distintas carreteras y las fechas en los que se han aplicado las medidas correctoras anteriormente señaladas, hemos realizado el estudio de los accidentes ocurridos en dichos tramos antes y después de su aplicación, para comprobar la efectividad de las mismas, en función del aumento o disminución del número de accidentes. Los tramos considerados en el caso de los pasos de fauna son 1000 m antes y 1000 m después del punto de instalación del paso de fauna.

A lo largo del periodo de estudio 2000-2007 se ha llevado a cabo la aplicación de diferentes medidas correctoras como vallado (figura 21 y 22), barreras de olor (figura 24), instalación de prismas reflectantes y estacas con espejos (figura 23), así como refuerzo de la señalización (figuras 19 y 20) por parte de las Administraciones responsables en las distintas redes de carreteras en la provincia de Soria:

### ○ RED NACIONAL

- Refuerzo de la señalización de advertencia de peligro existente entre los pkm 195,720 al 209,875 de la N-111.

- Colocación de barreras de olor en ambas márgenes de los tramos:

- N-111, pkm 194,500 al 210,650; (septiembre 2002)

Tramo: Almazán - Lubia.

- N-111, pkm 211,500 al 219,000; (mayo 2003)

Tramo: Lubia – Cruce Los Rábanos

- Instalación de prismas reflectantes color rojo en ambas márgenes en el tramo:

- N-111, pkm 238,700 al 242,100; (octubre 2002)

Tramo: Espejo de Tera

- Instalación de prismas reflectantes color blanco en ambas márgenes en el tramo:

- N-111, pkm 194,500 al 205,200;(julio-2004)

Tramo: Almazán- Enlace CEDER

- Instalación de hitos de arista con disuasor de fauna (prisma reflectante de color blanco) en ambas márgenes, en el tramo:

- N-122, pkm 128,000 al 133,000;(julio-2007)

Tramo: Aldealpozo

- Vallados cinegéticos en los tramos de la N-234:

- pkm 368,100 al 368,860, ambas márgenes;(noviembre-2002)
- pkm 369,370 al 371,200, ambas márgenes;(noviembre-2002)
- pkm 367,460 al 368,100, ambas márgenes;(mayo-2004)
- pkm 363,560 al 363,350, margen derecha;(mayo-2006)
- pkm 399,440 al 401,600, margen derecha;(octubre-2005)
- pkm 362,260 al 362,560, margen izquierda;(mayo-2006)
- pkm 371,200 al 372,070, margen izquierda;(junio-2006)
- pkm 371,996 al 372,238, margen derecha;(noviembre-2006)

o RED AUTONÓMICA.

-Vallado cinegético en la carretera SO-920 pkm 29,000 a pkm 32,800, margen derecho (septiembre 2005).

- Pasos de fauna en la carretera CI-117 en pkm 52,485 y en el pkm 58,900 (marzo 2006).

- Colocación de señales de advertencia de peligro (paso de animales en libertad) (octubre 2006).

- Instalación de carteles de aviso de presencia de fauna silvestre, (diciembre 2004).

- Colocación de estacas con espejos y barreras de olor, en ambas márgenes, en las siguientes carreteras:

- CL-101: pkm13, 500 a pkm 17,600

pkm 61,700 a pkm 66,740

- CL- 116: pkm 4,100 a pkm 16,700

pkm 21,100 a pkm 23,600

pkm 28,000 a pkm 28,800

pkm 35,100 a pkm 35,700

pkm 71,100 a pkm 74,200

- SO-100: pkm 6,000 a pkm 12,600

pkm 19,000 a pkm 25,300

- SO-110: pkm 3,180 a pkm 8,780
- SO-820: pkm 31,800 a pkm 31,900
- CL-117: pkm 37,480 a pkm 38,780

pkm 54,060 a pkm 59,810

- SO-920: pkm 5,200 a pkm10,595

Las estacas con espejos se terminaron de colocar en junio de 2002.

La barrera de olor se termina de colocar en octubre de 2002.

○ RED DE CARRETERAS DE LA DIPUTACIÓN.

- Colocación de barreras de olor, en ambas márgenes, consistente en la colocación de estacas con bolas o pelotas de espuma de poliuretano con concentrado de olor de animal silvestre, cada 10 m. Se colocaron en abril de 2003.

- SO-P-1001: pkm 0,500 a pkm 3,500
- SO-P-3001: pkm 1,500 a pkm 4,000
- SO-P-2001: pkm 0,000 a pkm 5,500.

**V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1.- DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE ACCIDENTES EN CASTILLA Y LEÓN Y EN LA PROVINCIA DE SORIA

En el periodo 2000-2007 se produjeron en la red de carreteras de Castilla y León 17.568 accidentes con ciervo, corzo y jabalí, de los cuales 4.117 accidentes se produjeron en las carreteras de la provincia de Soria.

Como puede observarse en las figuras 43 y 44, el número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en el periodo estudiado, representa el 17 % del total de accidentes en el conjunto de la Comunidad, mientras que en Soria, dicho porcentaje se dispara hasta un 42%, lo cual indica la importancia de los accidentes provocados en la provincia por estas tres especies.

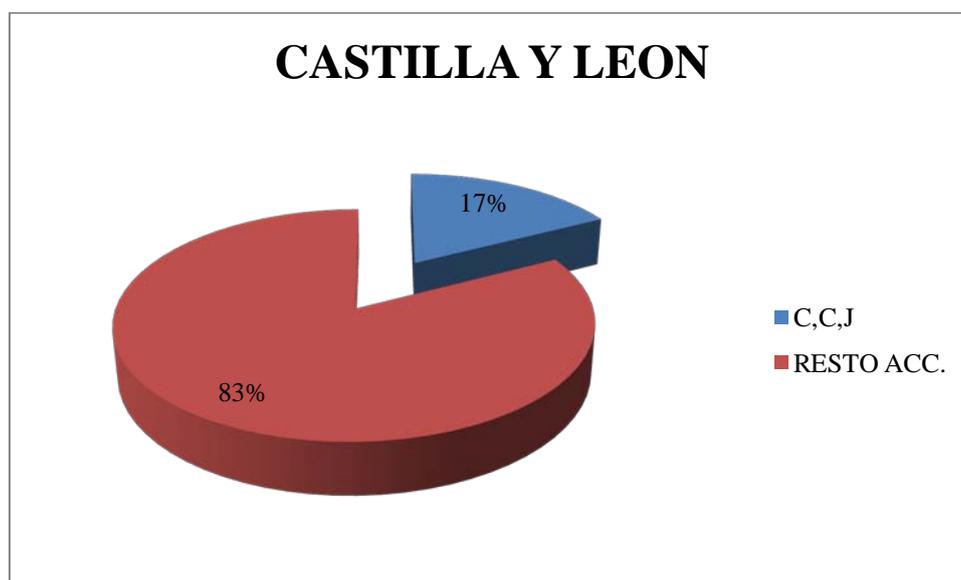


Figura 43: Porcentaje de accidentes producidos por ciervo, corzo y jabalí respecto del total de accidentes registrados en la Comunidad de Castilla y León, en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2007.

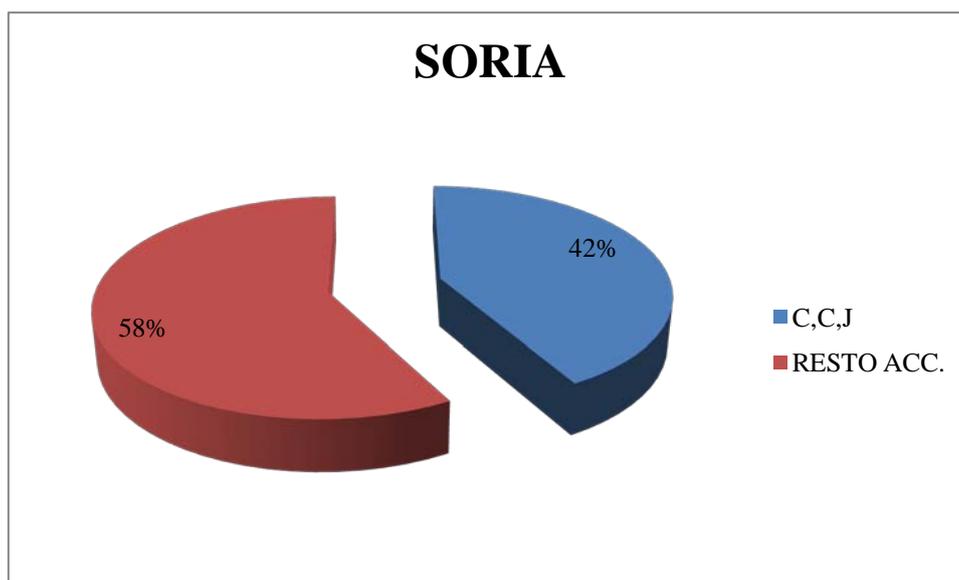


Figura 44: Porcentaje de accidentes producidos por ciervo, corzo y jabalí respecto del total de accidentes registrados en la provincia de Soria, en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2007.

Un estudio realizado en Estados Unidos en el periodo comprendido entre 1995 y 2004 registra un total de 6,1 millones de accidentes en las carreteras, de los cuales 247.000 fueron provocados por animales (4%), siendo la especie más conflictiva el ciervo. En Europa, las medias rondan los 507.000 accidentes anuales provocados por animales grandes (Lee, Ann y Brown, 2006). En el Norte Australia, en un estudio realizado de Marzo de 2004 a Abril de 2007, se registraron un total de 532 accidentes de tráfico, de los cuales 29 fueron provocados por animales, lo que representa el 5,5% de los accidentes totales (Rowden, Steinhardt y Sheehan, 2008).

Pulido (1999), con datos recopilados entre finales de 1995 y 1998 por las Jefaturas Provinciales de Tráfico (Dirección General de Tráfico, Ministerio del Interior) estimó que, del total de accidentes de tráfico registrados a nivel nacional, los accidentes relacionados con animales suponían entre el 0,8% y el 0,9% anual. En la misma línea, la DGT (2004) observó que un 0,77% del total de accidentes con víctimas a nivel nacional fueron causados por la presencia de animal en la carretera, en el periodo 1999-2003.

En Castilla y León, como se comprueba en este estudio, entre los años 2000-2007, los accidentes provocados por la presencia de ciervo, corzo y jabalí suponen un 17% del total de siniestros, un valor mucho más elevado que los expuestos en los estudios mencionados, nacionales e internacionales, teniendo en cuenta que en estos se

refieren al conjunto de animales y no solo a estas tres especies. En el caso de la provincia de Soria, el porcentaje es todavía mayor que en Castilla y León (figura 44).

Según Malo et al. (2004) el porcentaje de accidentes provocados por animales silvestres en la provincia de Soria, respecto al total de accidentes en la provincia, es del 40,2% en los años 1998-2000, valor muy próximo al obtenido en nuestro estudio.

Un estudio de carácter nacional de la DGT (2004) afirma que las provincias de Castilla y León, Burgos (10,8%), León (9,3%), Palencia (6,1%) y Soria (9,0%) junto con Asturias (7,8%) y Lugo (6,7%) registran el 50% de los accidentes producidos por la presencia de animales en la calzada, siendo estas mismas provincias las que recogen el 61% del total de siniestros debidos a la presencia de animales silvestres.

Considerando únicamente los accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí, hemos observado que son Burgos y Soria las provincias que se sitúan a la cabeza de la Comunidad (27% y 24 %, respectivamente), concentrando entre ambas más de la mitad de los accidentes (figura 45). Sin embargo, Rodríguez (2010), teniendo en cuenta tanto animales domésticos como salvajes, sitúa a la provincia de Soria en tercer lugar con un 15%, detrás de Burgos (23%) y León (20%), en el periodo 2004-2008.

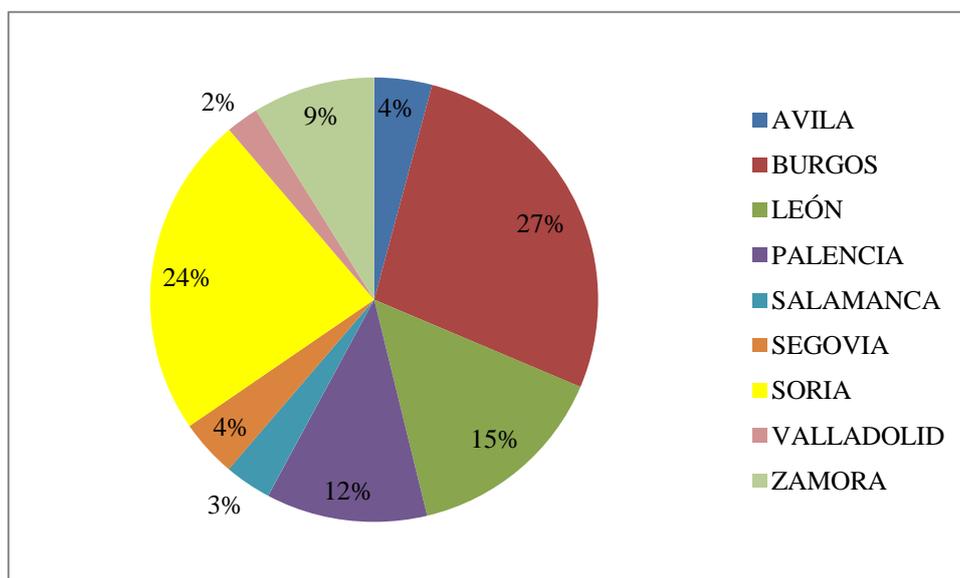


Figura 45: Distribución porcentual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en las provincias de Castilla y León, en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2007.

En el período entre finales de 1995 y 1998, Pulido (1999) analizó 3.034 accidentes de carretera relacionados con animales de gran tamaño, observando que las provincias de Burgos, Palencia y Lugo registraron la mayor siniestralidad (> 200 accidentes).

## 2.- DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DEL NÚMERO DE ACCIDENTES

### 2.1.- ANUAL

Hemos observado un leve descenso del número de accidentes con animales desde el año 2000, en el que se produjeron 600, hasta el año 2002 en el que se registraron 540 accidentes, para ir aumentando progresivamente hasta el año 2005 en el que se alcanza el pico máximo con 713 accidentes, momento a partir del cual se produce un acusado descenso registrándose en el año 2007 el mínimo del periodo de estudio con 531 (figura 46).

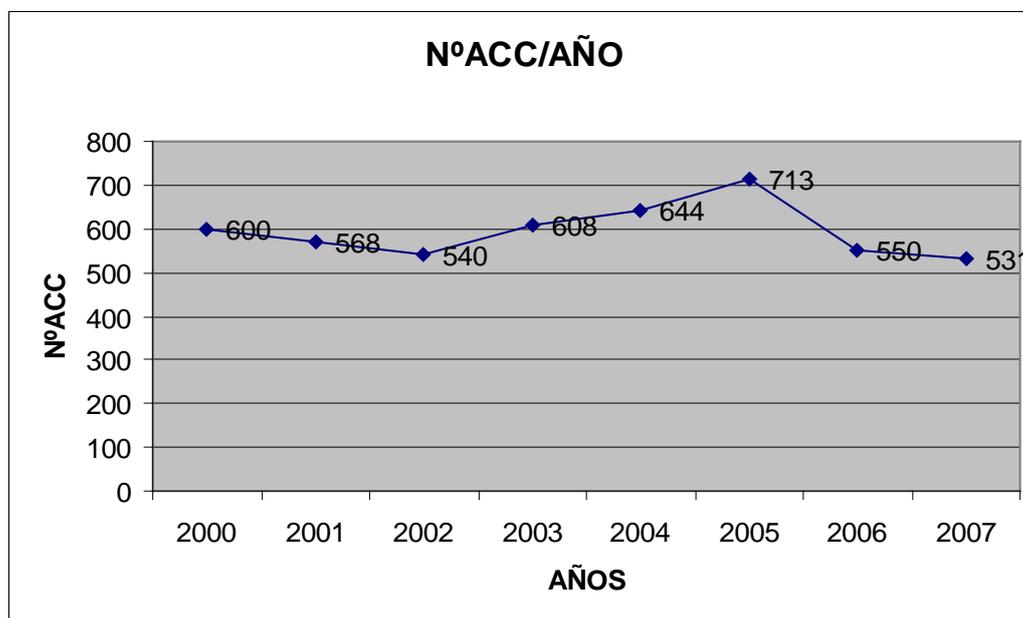


Figura 46: Evolución anual del número de accidentes provocados por animales salvajes y domésticos durante el periodo de estudio en la provincia de Soria.

### 2.1.1.-DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE ACCIDENTES POR GRUPO DE ANIMALES

En la figura 47 observamos que la evolución de los accidentes provocados por animales domésticos sigue una tendencia uniforme a lo largo de los ocho años del periodo de estudio, a diferencia de lo que ocurre con los provocados por animales salvajes, los cuales mantienen una tendencia similar al conjunto total como se observa en la figura 46.

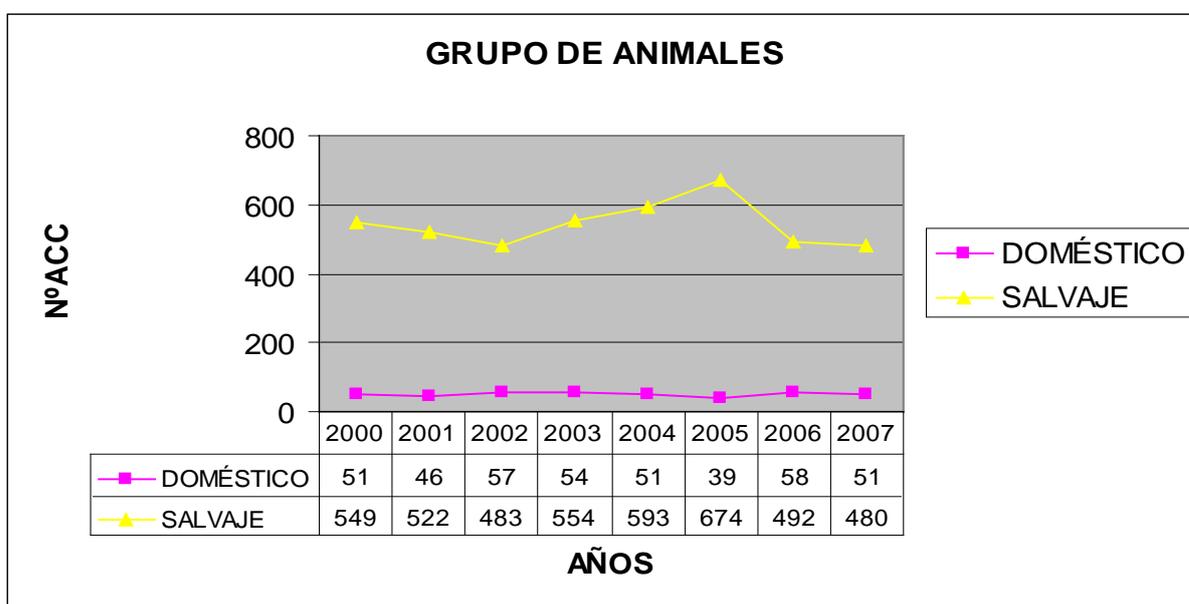


Figura 47: Evolución anual del número de accidentes en función del grupo de animales (salvajes o domésticos) implicado, durante el periodo de estudio, en la provincia de Soria.

Esto es debido a que hemos encontrado que el mayor porcentaje del total de accidentes está provocado por fauna salvaje (91%) frente a la fauna doméstica (9%), tal y como se observa en la figura 48.

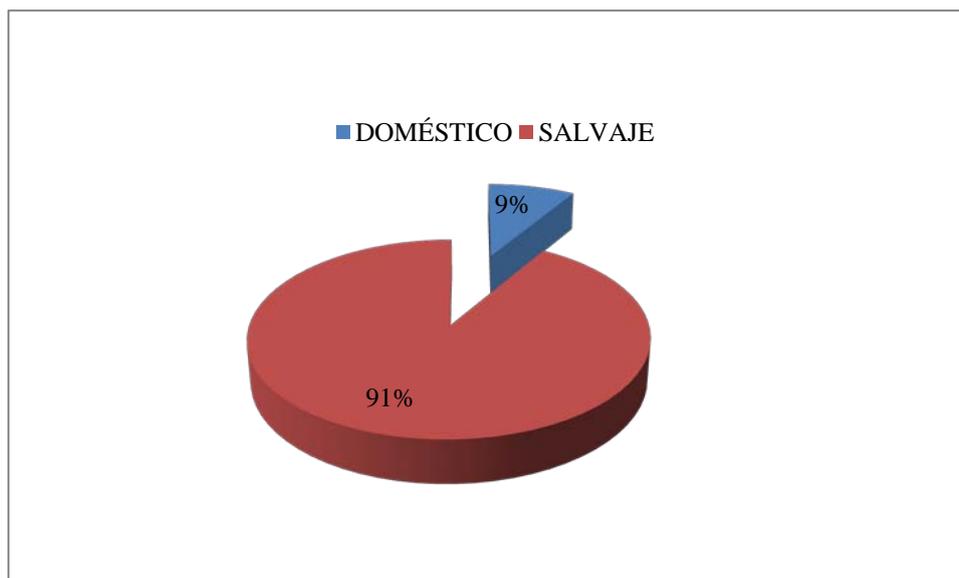


Figura 48: Proporción del número total de accidentes provocados por animales salvajes y domésticos en el periodo de estudio en la provincia de Soria.

En años anteriores (periodo 1988-2000) se ha encontrado un crecimiento exponencial de la siniestralidad. De 93 accidentes ocurridos en 1988 se pasó a 603 accidentes con animales, tanto salvajes como domésticos, en el año 2000 en las carreteras de la provincia de Soria. Este crecimiento pasa a ser lineal en la siniestralidad con animales domésticos que suponen un 15% respecto al total de accidentes con animales en la provincia de Soria (Malo et al., 2004).

En el periodo 2004-2008 en Castilla y León, el número de accidentes provocados por animales salvajes supuso un 78% frente al 22% de los provocados por animales domésticos (Rodríguez, 2010).

En las carreteras de Castilla y León durante el año 2004, se registraron 3.708 accidentes provocados por la presencia de animales en la calzada, siendo 2.701 (72,8%) accidentes causados por animales silvestres, 755 (20,4%) accidentes causados por animales domésticos y 252 (6,8%) accidentes ocasionados por otros animales (Junta de Castilla y León. Consejería de Fomento, 2005).

A pesar de la gran diferencia en el tamaño de la muestra entre los estudios realizados a nivel nacional de Ruza (1999) y Pulido (1999) ( $n = 123$  y  $n = 2962$ , respectivamente) ambos coinciden en que la mayoría de estos accidentes están causados por animales domésticos (73,2% y 66,2%, respectivamente) y el resto por animales silvestres.

En el año 2003, a nivel nacional, el 64,7 % de los accidentes fueron con animales silvestres frente al 35,1% domésticos y 0,2% de origen desconocido (DGT, 2004).

Los datos de los trabajos anteriormente expuestos muestran que la siniestralidad con animales salvajes oscila entre el 65-78%, y con animales domésticos entre el 22%-35%.

Según nuestro estudio, es en la provincia de Soria donde el porcentaje de siniestros producidos con animales salvajes tiene una mayor relevancia, incluso mayor que los resultados obtenidos en el periodo 1988-2000 por Malo et al. (2004) con un 85%.

#### 2.1.2.- DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE ACCIDENTES POR ESPECIES

Hemos observado que de las tres especies estudiadas, el corzo es la que mayor número de accidentes provoca a lo largo de todo el periodo de estudio, registrando el pico máximo en el año 2005 (figura 49), coincidiendo con los máximos observados en la evolución anual del número de accidentes provocados por animales salvajes y domésticos (figura 46) y por animales salvajes (figura 47). Este hecho se explica debido a que el corzo es la especie que un mayor porcentaje (47%) de accidentes provoca (figura 50), representando casi la mitad de los accidentes provocados por fauna salvaje.

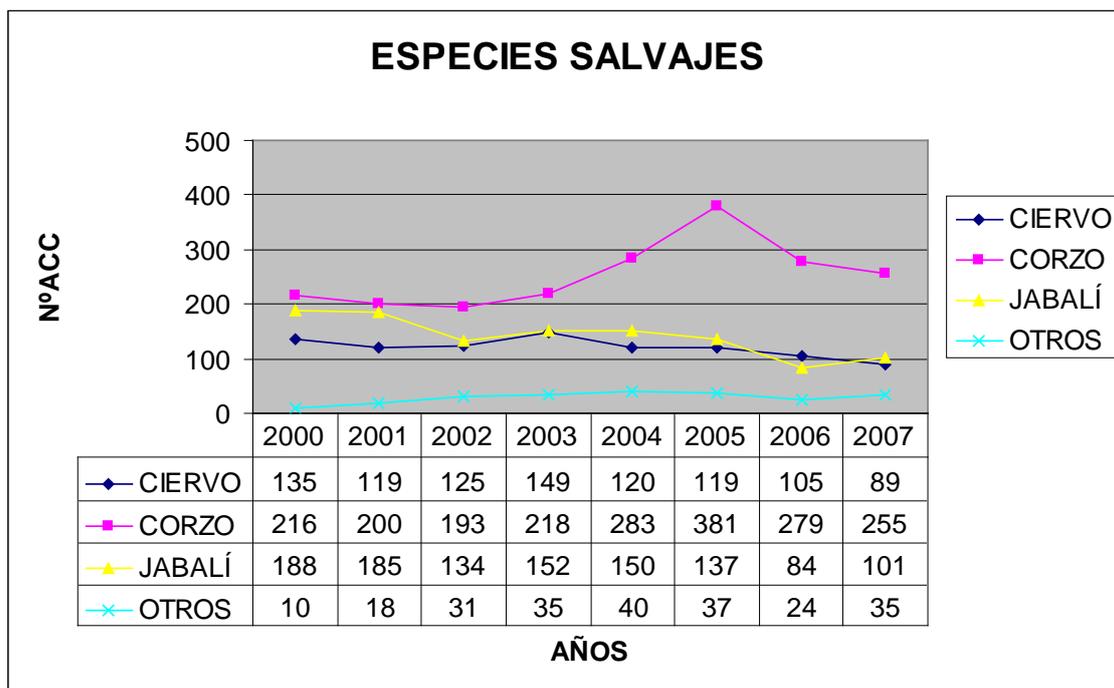


Figura 49: Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo, jabalí y otros animales salvajes en la provincia de Soria en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2007.

Existen pocas diferencias en el número total de accidentes provocados por ciervo y jabalí (22% y 26%, respectivamente) (figura 50) con una tendencia a la baja a lo largo del periodo de estudio (figura 49).

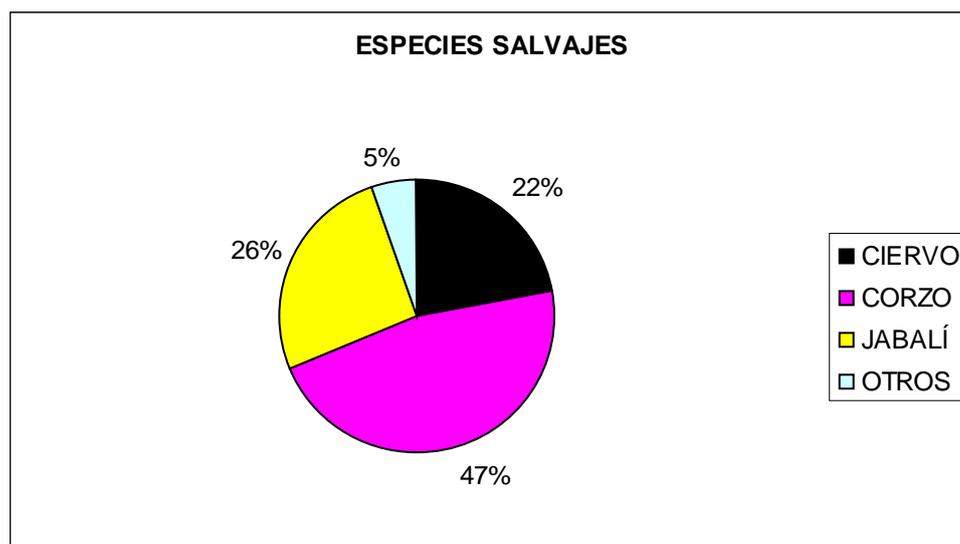


Figura 50: Proporción de accidentes provocados por ciervo, corzo, jabalí y otros animales salvajes en la provincia de Soria en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2007.

Según la DGT (2004), en el año 2003, un 50,2% de los accidentes con animales salvajes producidos en España, fueron ocasionados por jabalí, un 34,0% con corzo y con ciervo un 6,9%. Los resultados obtenidos por Ruza (1999) y Pulido (1999) coinciden en este sentido, observando que alrededor de la mitad de los accidentes con animales salvajes fueron provocados por jabalíes (45,5% y 56,4%), y la mayoría de los restantes fueron debidos a corzos (9,1% y 34,5%, respectivamente) o ciervos (9,1% y 7,6%, respectivamente).

A diferencia de los resultados observados en nuestro estudio, en el año 2004 los accidentes producidos en las carreteras de Castilla y León con animales salvajes fueron un 39,7% provocados por jabalí, un 36,62% por corzo y un 3,7% por ciervo según la Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento (2005) y entre los años 2004 y 2008, el 45,06%, los produjo jabalí, seguido del corzo con un 42,58 %, y del ciervo con el 7,24% (Rodríguez, 2010).

Se puede observar que tanto a nivel nacional como en Castilla y León es el jabalí la especie que provoca un mayor número de siniestros mientras que en nuestro periodo de estudio así como desde 1988 a 2000 (Malo et al., 2004) el corzo es en la provincia de Soria el animal que más siniestros provoca (47% y 38%, respectivamente) seguido del jabalí (26% y 35%, respectivamente) y el ciervo (22% y 25%, respectivamente). Cabe destacar el incremento en el número de accidentes provocados por corzo en la provincia de Soria pasando de un 38% en el periodo 1988-2000 (Malo et al., 2004) al observado en nuestro estudio (47%), lo que hace pensar en un aumento de las poblaciones de esta especie.

El ciervo, especie causante del menor número de siniestros, a nivel nacional y de la Comunidad representa unos valores bastante más inferiores que en el caso de la provincia de Soria.

## 2.2.- MENSUAL

Hemos apreciado que el pico de mayor siniestralidad del conjunto de las tres especies estudiadas corresponde al mes de agosto (figura 51). Esto puede tener una doble explicación: por una parte coincide con el pico de mayor número de accidentes ocasionados por el corzo, especie responsable del mayor porcentaje del total de accidentes (figura 50), y por otra, debido al mayor número de desplazamientos que se produce en esta época del año coincidiendo con el periodo vacacional.

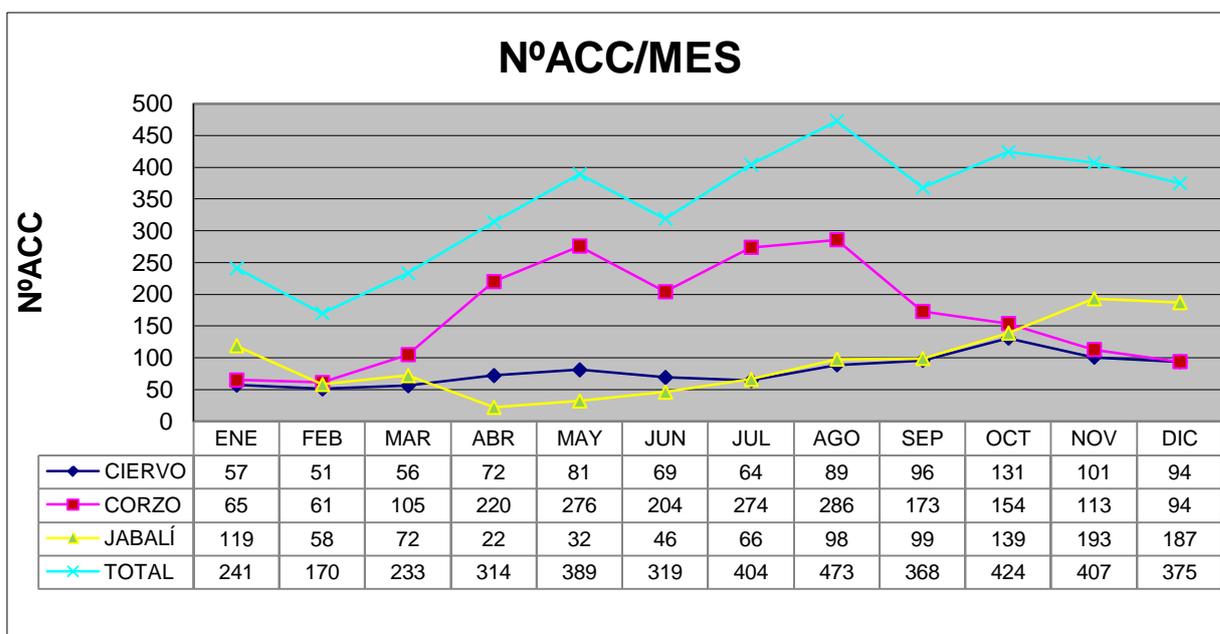


Figura 51: Distribución mensual de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.

También en la provincia de Soria se ha observado durante el periodo 1988-2000 que los accidentes de vehículos con animales silvestres (ciervo, corzo y jabalí) muestran un patrón estacional bastante claro, siendo el otoño y el verano las épocas de mayor siniestralidad (Malo et al., 2004).

En estudios realizados a nivel nacional, se ha observado que en el caso de las dos especies de fauna silvestre responsables de la mayor parte de las colisiones con vehículos –el jabalí y el corzo– la distribución anual de accidentes muestra una situación claramente estacional que se asocia, principalmente, con las épocas de celo y de máxima dispersión (Rosell et al., 2002). Los meses en los que ocurrieron mayor número de accidentes fueron de enero a marzo y de octubre a diciembre (DGT, 2004).

En Castilla y León se ha observado que la mayor siniestralidad con animales se concentra en octubre y noviembre así como en los meses de abril y mayo (Benito, 2004, Noviembre; Junta de Castilla y León. Consejería de Fomento 2005).

Distintos estudios relacionan los máximos principales de la distribución de los siniestros de las distintas especies, con su periodo de caza (Markina, 1999; Suarez, 2001; Delibes y Benito, 2002). La caza, sobre todo si se practica con perros, al margen de provocar un inmediato desplazamiento de los animales debido a las molestias generadas, desmonta la organización social de la población como consecuencia de la eliminación de ciertos individuos, y todo ello se traduce en desorganización y consecuentemente en un aumento de los movimientos (Rodríguez 2010).

#### 2.2.1.- CIERVO

Hemos observado que la mayor concentración de accidentes con ciervos tiene lugar entre los meses de septiembre y diciembre. En septiembre y octubre se justifica con la época de celo, y en noviembre y diciembre debido a la coincidencia con la primera parte del periodo cinegético en modalidades de caza diferentes al rececho, en las cuales hay un mayor movimiento de los animales propiciado por la celebración de monterías, batidas y ganchos, siendo en esta época el número de individuos mayor que en enero y febrero donde se aprecia un descenso del número de accidentes. Un segundo pico, de menor intensidad, se aprecia entre los meses de abril y junio (figura 52) .

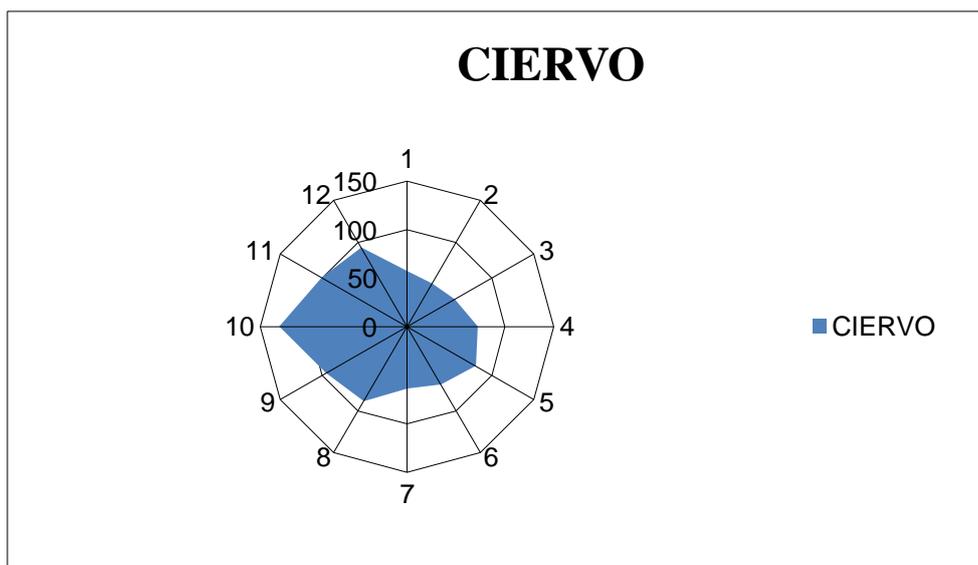


Figura 52: Distribución mensual de accidentes provocados por ciervo en la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.

Coincidiendo con nuestros resultados, numerosos autores han observado que la mayor frecuencia de accidentes con ciervos (*Cervus elaphus*), en la comunidad, se registra entre los meses de septiembre y noviembre, coincidiendo con la berrea. Un máximo secundario ocurre entre marzo y junio, que podría tener relación con la época de partos y con los desplazamientos inherentes al cambio de lugar de ocupación entre el invierno y el verano (Benito, 2004, Noviembre; Delibes y Benito, 2002).

Por otra parte, Rodríguez (2010) afirma que el ciervo no presenta aparentemente unos ciclos marcados en cuanto a los atropellos, en Castilla y León en el periodo 2004-2008, siendo los meses de mayor número de atropellos los meses después de verano, pero no con mucha diferencia respecto al resto de los meses.

En Estados Unidos, casi dos tercios de las colisiones con ciervos entre 1995-2004 se produjeron entre los meses de junio y noviembre, siendo en octubre y noviembre cuando se produce un mayor número de siniestros, coincidiendo con la etapa de apareamiento (Lee et al., 2006).

### 2.2.2.- CORZO

Hemos observado que el periodo de máxima concentración de accidentes, en el caso del corzo, se produce en los meses de julio y agosto coincidiendo con la época de celo (figura 53).

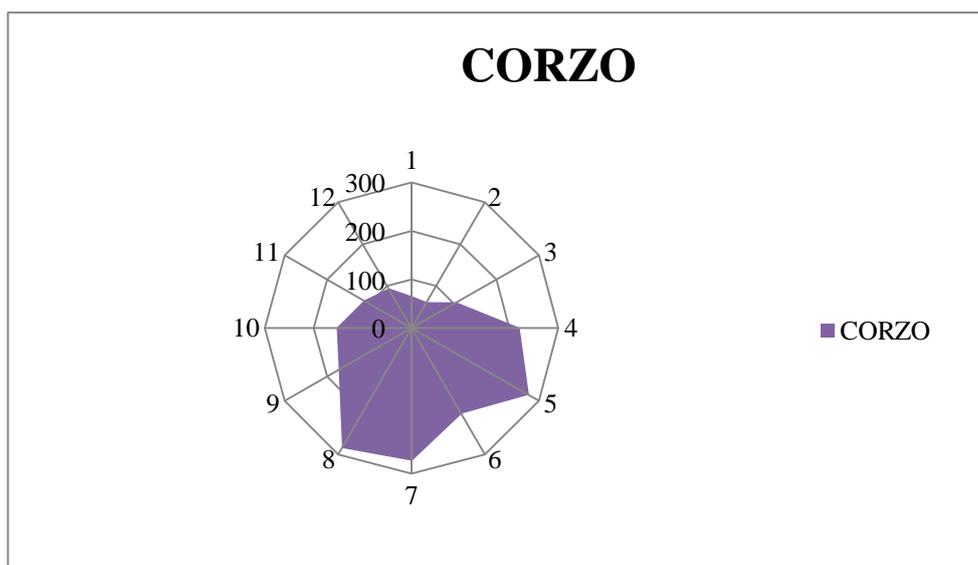


Figura 53: Distribución mensual de accidentes provocados por corzo en la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.

Cabe destacar otro pico en los meses de abril y mayo pudiendo deberse a varios factores: desplazamientos debido a la búsqueda del primer alimento fresco de primavera, hecho este que comparten Delibes y Benito (2002) relacionando el aumento de la movilidad de los corzos en primavera con la búsqueda del nuevo pasto tierno; es en abril cuando se rompen los lazos entre la madre y los jóvenes y estos se dispersan (Ballesteros, 1998). Según Delibes (2003), la tasa plasmática de testosterona alcanza un primer máximo, de amplitud variable, en marzo y abril, y un segundo, mucho más importante, en verano durante el celo.

Mateos (2008), observa que entre febrero y agosto los machos presentan mayor territorialidad provocando que los individuos más jóvenes abandonen el núcleo familiar en busca de otros territorios.

Entre abril y agosto se producen la mayoría de los accidentes provocados por corzos en Castilla y León según datos de la siniestralidad en el periodo 1999-2002. Esta especie se muestra territorial precisamente durante esta época; al principio de la misma, antes de descorrear la cuerna, los machos establecen sus territorios expulsando a otros machos de los mismos. Los ejemplares jóvenes expulsados, hasta su establecimiento en otro territorio (2-3 años de vida) adoptarán distintas estrategias, que llevan asociadas una mayor movilidad que la de los animales adultos, lo que puede dar lugar a mayor tasa de mortalidad por atropellos. El grupo matriarcal, el formado por la hembra y los jóvenes nacidos el año anterior, se disuelve al producirse los nuevos partos, entre abril y mayo, y los individuos nacidos el año anterior comienzan la dispersión. El celo ocurre desde mediados de julio a mediados de agosto (Benito, 2004 noviembre; Pajares, 2004;

Rodríguez, 2010). A esta conclusión llega Rosell et al (2002) en un estudio realizado a nivel nacional.

### 2.2.3.- JABALÍ

En el caso del jabalí, apreciamos que el mayor número de siniestros se concentra en los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre (figura 54).

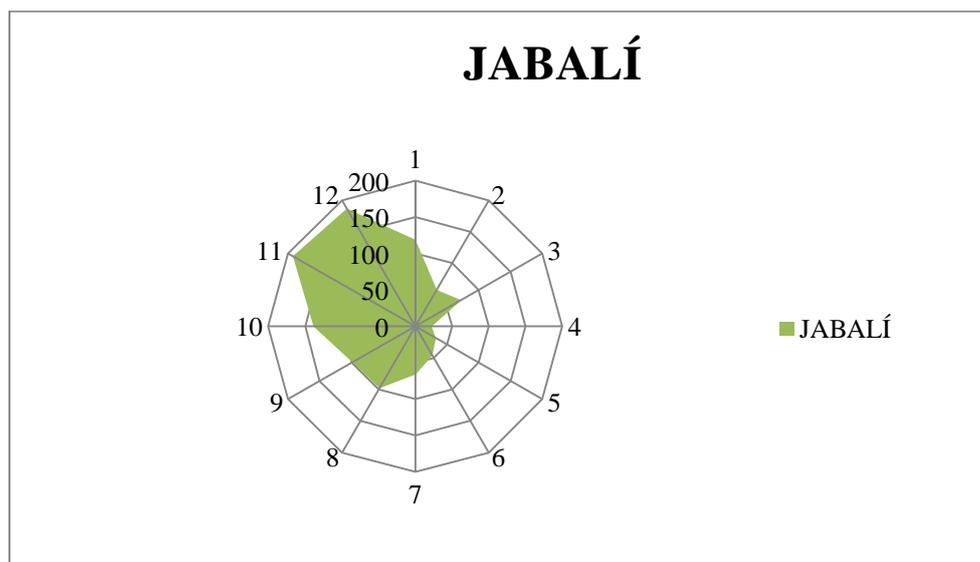


Figura 54: Distribución mensual de accidentes provocados por jabalí en la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.

Esto puede justificarse por el inicio del periodo hábil de caza a mediados de septiembre y la época de celo ( final de noviembre – principio de diciembre). A esto hay que añadir el mayor movimiento de esta especie en busca de bellotas, castañas, hayucos y otros frutos forestales que constituyen la base de la alimentación otoñal del jabalí.

También hemos observado un segundo pico de menor intensidad en el mes de marzo, pudiendo deberse a que en este mes las hembras menores de un año pueden entrar en celo (García, 1993; Benito, 2004).

A nivel nacional también se ha observado que se produce un incremento del número de accidentes desde octubre hasta enero con un pico en noviembre, existiendo un pico secundario en el mes de marzo (DGT, 2004). Rosell et al. (2002) observa que el período con mayor número de accidentes también coincide con la temporada de caza y con los días con más horas nocturnas o con luz escasa, otoño e invierno (Rosell et al., 2002)

En Castilla y León la siniestralidad tiene los mismos periodos que en la provincia de Soria. Los siniestros ocurren en los meses de octubre y diciembre, coincidiendo con su periodo de celo (Benito, 2004; Rodríguez, 2010).

### 2.3.-SEMANAL

Apreciamos que el mayor número de accidentes tiene lugar entre el viernes y el lunes alcanzando su máximo el domingo, observando una tendencia similar para las tres especies estudiadas. Este hecho puede justificarse debido en primer lugar al mayor número de desplazamientos de vehículos que se producen durante el fin de semana, con salidas escalonadas durante el viernes y el sábado y retorno más concentrado en el domingo, así como un elevado número de desplazamientos por ocio nocturno. Otros factores que pueden condicionar esta distribución es el movimiento de los animales provocado por las jornadas cinegéticas que se concentran en estos días, tanto de caza mayor como de caza menor, así como por el desarrollo de actividades de ocio al aire libre (senderismo, micología, barbacoas, etc.) (figuras 55 y 56 ).

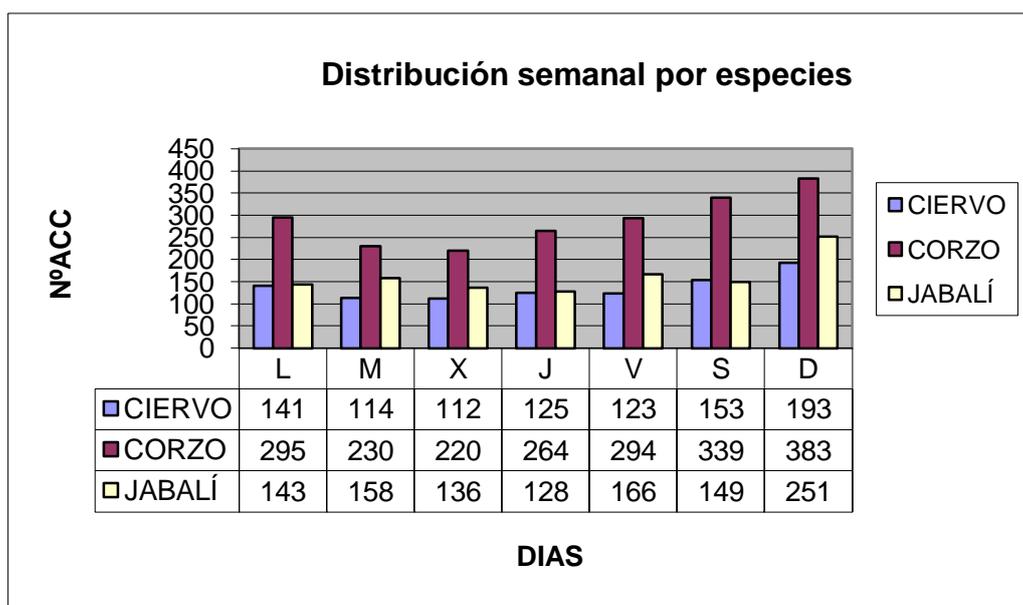


Figura 55: Distribución semanal de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.

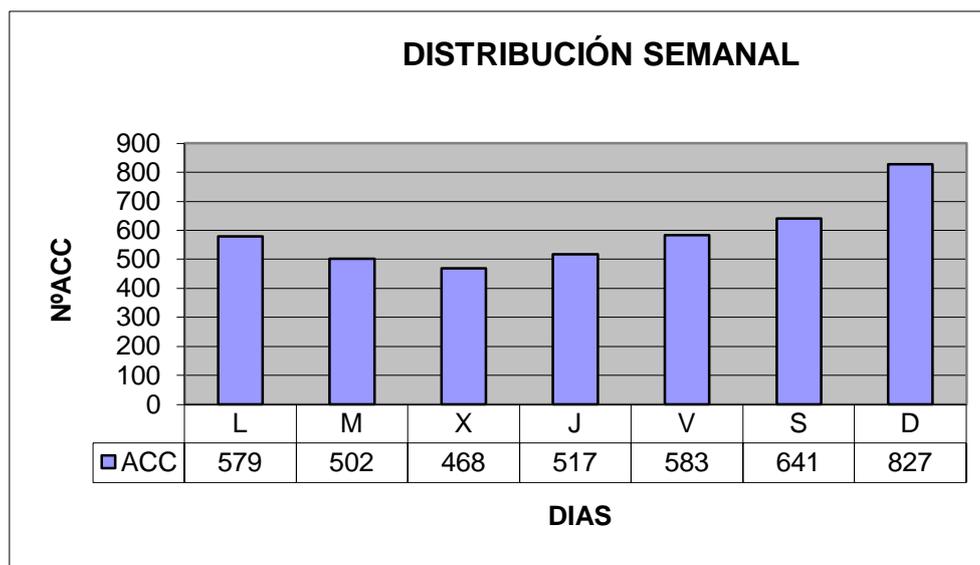


Figura 56: Distribución semanal de accidentes provocados conjuntamente por ciervo, corzo y jabalí en la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.

Markina (1999) encuentra una correlación positiva entre el número de batidas de caza y el número de accidentes relacionados con el jabalí, con una mayor frecuencia de accidentes en días posteriores a las batidas, celebrándose estas habitualmente en fin de semana, sábado o domingo.

En los estudios realizados a nivel de Castilla y León por Benito (2004) para el periodo 1999-2002 y por Rodríguez (2010) en el periodo 2004-2008 se observa una similar distribución semanal a la observada en nuestro estudio con una clara acumulación de siniestros durante el fin de semana, sin apreciarse diferencias significativas según especies. Ambos indican el incremento de la circulación en fin de semana como la causa del mayor número de atropellos.

A nivel nacional existe un mismo patrón semanal de siniestralidad con animales. Tanto en el caso de los animales silvestres como con animales domésticos se observa una mayor frecuencia de accidentes durante los días de fin de semana y festivos (Rosell et al, 2002; DGT, 2004).

#### 2.4.- CIRCADIANA

Hemos observado que las tres especies presentan un periodo de alta siniestralidad a partir de las 18 horas, alcanzando el pico máximo entre las 21 y las 23 horas. Este pico comienza en el caso del jabalí un poco antes y termina también un poco

antes. Destaca un segundo periodo de menor intensidad entre las 5 y las 9 horas con un máximo a las 7 horas, únicamente para las especies de ciervo y corzo, no siendo así en el caso del jabalí en el que la siniestralidad sigue un patrón más uniforme (figura 57).

Considerando conjuntamente las tres especies, más de la mitad (69%) de los accidentes se producen en periodo nocturno (figura 58), teniendo en cuenta que dicho periodo varía a lo largo del año en función del número de horas de luz (tabla 10).

Tabla 10 : Distribución horaria a lo largo del año de los accidentes provocados conjuntamente por ciervo, corzo y jabalí en la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.

MES/HORA	00-06	07-08	09-18	19-21	22-24
enero	33	19	57	115	37
febrero	29	13	28	83	34
marzo	60	16	27	97	46
abril	81	52	48	85	57
mayo	123	53	74	61	92
junio	118	42	39	17	118
julio	155	27	53	47	150
agosto	170	60	63	64	144
septiembre	104	45	34	126	80
octubre	80	45	55	168	98
noviembre	48	33	86	204	60
diciembre	50	30	109	160	45

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de accidentes proporcionados por la DGT.

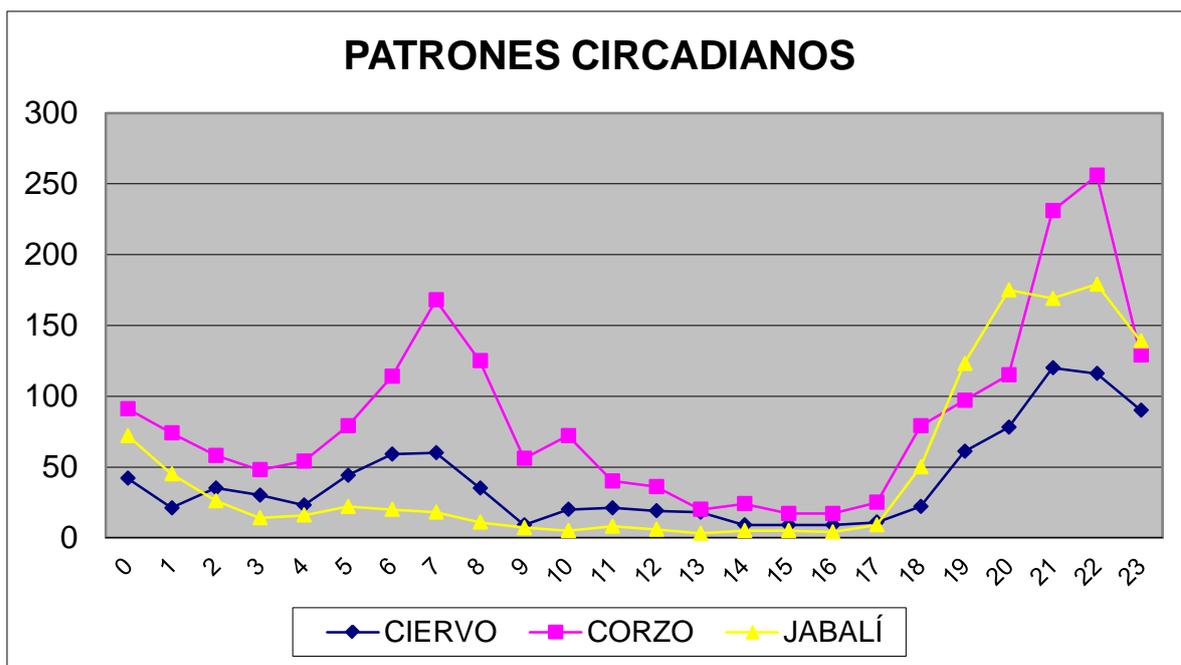


Figura 57: Distribución horaria de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.

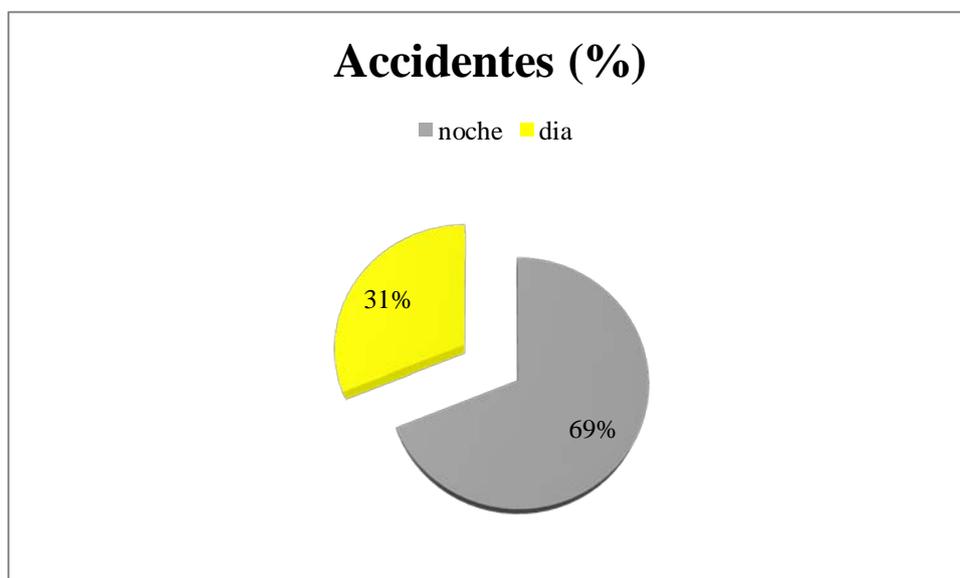


Figura 58: Porcentaje de accidentes provocados conjuntamente por ciervo, corzo y jabalí, en función del número de horas de luz, en la provincia de Soria en el periodo comprendido entre 2000 y 2007.

Benito (2004) indica que los momentos en los que los accidentes son más frecuentes en Castilla y León, coinciden con una suficiente intensidad circulatoria y una mayor actividad de las especies. Así, los accidentes con ciervo y corzo muestran dos máximos en su frecuencia de ocurrencia: el amanecer y el crepúsculo. También destaca la escasa incidencia en la madrugada de los accidentes con jabalí.

La mayoría de accidentes relacionados con animales se producen en condiciones de baja visibilidad: 59% y 70% por la noche en el caso de animales domésticos y de mamíferos silvestres, respectivamente (DGT 1999).

En el caso del jabalí, y en comparación con el ciervo y el corzo, los accidentes se concentran aún más en horarios de insuficiente luz o durante la noche (Rosell et al., 2002; DGT 2004).

Según un estudio de Markina (1999) todos los accidentes de tráfico con jabalí y el 92,3% con corzo, se producen al atardecer y al amanecer, respondiendo, por una parte, a la mayor actividad en esas horas del día de los ungulados implicados, y por otra, a que se trata de periodos de menor visibilidad para los conductores.

En la provincia de Soria, en el estudio realizado por Malo (2004) en el periodo 1988-2000, además de los patrones estacionales, se ha podido comprobar que existe un claro patrón circadiano en la ocurrencia de los accidentes. La mayor parte de los accidentes tienen lugar al atardecer y durante las primeras horas de la noche, observándose un segundo máximo coincidente con la salida del sol y las primeras horas de la mañana. Se ha comprobado que en el caso de los accidentes con jabalíes estos tienen lugar a horas más tempranas que los de ciervos y corzos. En estos periodos se conjuga una gran movilidad de la fauna con cierta densidad de tráfico, observación esta hecha también por Benito (2004) en su estudio de los accidentes con animales en Castilla y León.

### **3.- DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL NÚMERO DE ACCIDENTES**

Comparando las figuras 59 y 60 no apreciamos una relación directa entre el número de accidentes en los distintos tipos de vía y la longitud de las mismas, por lo que esto puede deberse bien a la velocidad y/o a la intensidad media diaria de tráfico (IMD) en las distintas carreteras.

Según Langbein et al. (2011), las colisiones de vehículos con ungulados no se distribuyen al azar en el espacio y en el tiempo, sino que existen una serie de factores ambientales que afectan la frecuencia de este tipo de accidentes. Estos factores incluyen el tipo de vía (principal/secundaria) y el volumen de tráfico, características del hábitat en las proximidades de la carretera y el mosaico de hábitats en un entorno más amplio, la hora del día y la estación del año. Estos factores interactúan para condicionar el riesgo de accidente.

Estos autores han observado que las colisiones que se producen en carreteras secundarias están distribuidas de forma regular durante todo el año, encuadrados dentro de los movimientos diarios en las zonas de ocupación. En cambio, en las carreteras principales se registra un fuerte pico a finales de primavera y en verano como consecuencia de la dispersión de los juveniles, así como otro pico a mediados de verano, en el caso del corzo y en otoño, en el caso del ciervo, asociados a los movimientos de celo y apareamiento.

El número de colisiones está relacionado tanto con el número de vehículos que circula por la carretera como con el número de individuos presentes, habiendo sido demostrado que la densidad de carreteras y la velocidad del tráfico son los principales factores de riesgo (Romin y Bissonette, 1996; Lode, 2000). Sin embargo, recientes estudios han demostrado que no existe ninguna relación entre la intensidad de tráfico diaria y los límites de velocidad con el número de colisiones con ungulados (Bissonette et al., 2008). Por el contrario, Pokorny (2006) afirma que la densidad de carreteras tiene un efecto mucho más marcado en el número de colisiones.

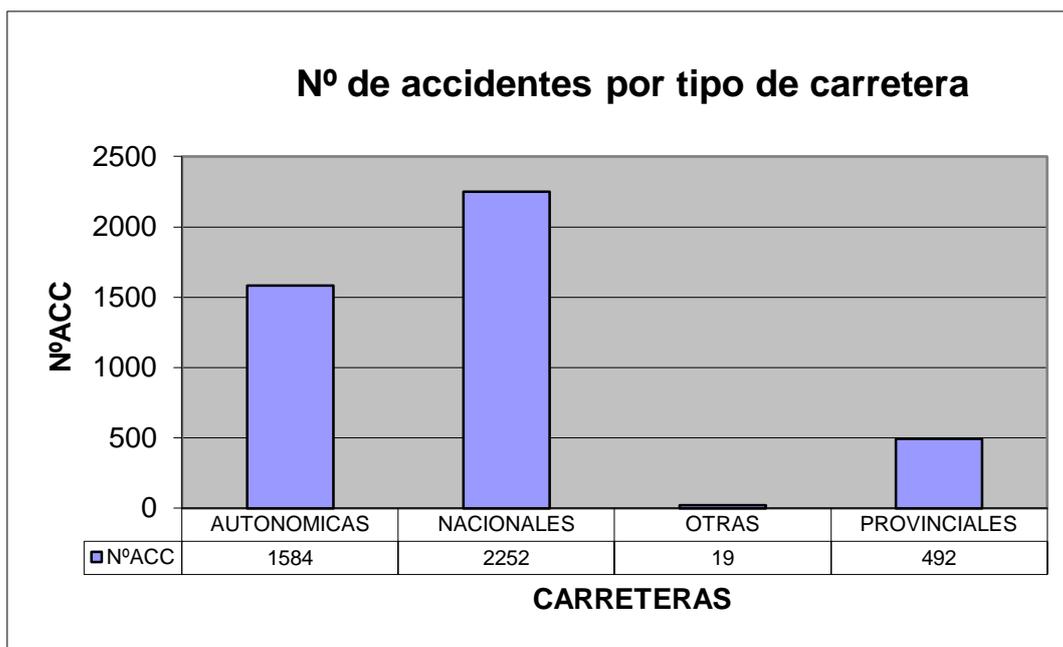


Figura 59: Distribución de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en función del tipo de vía, durante el periodo de estudio en la provincia de Soria.

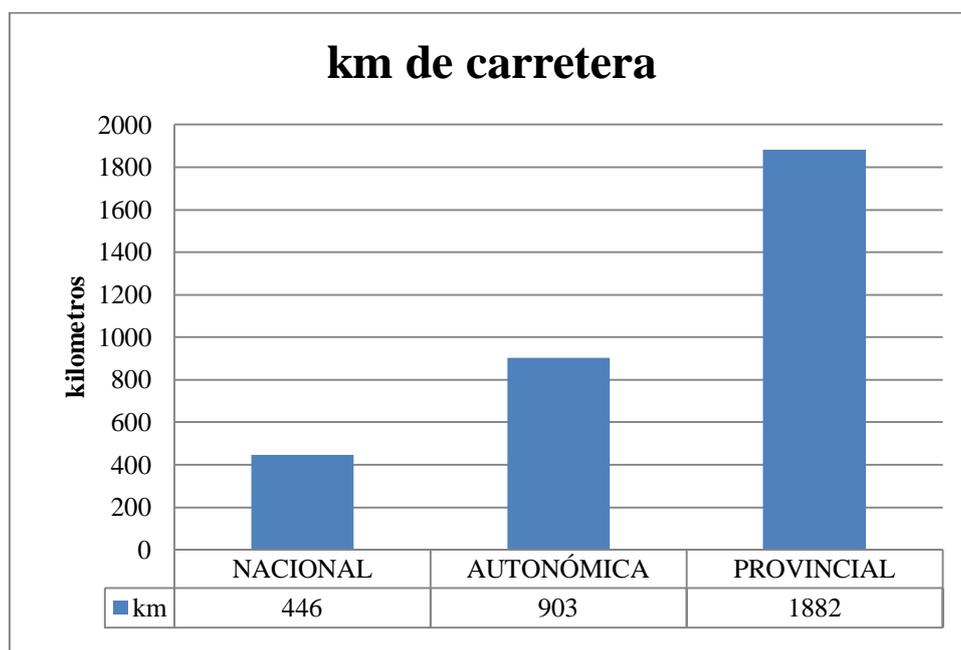


Figura 60: Longitud (km) de la red de carreteras en la provincia de Soria.

Así, las carreteras provinciales, representando un 58% de la red viaria de la provincia, en las que se circula a menor velocidad (60-90 km/h) y con una mucho menor IMD (180 veh/día), son las que menor número de accidentes concentran (11,3%),

mientras que en las carreteras nacionales, que tan sólo representan un 14% de la red viaria de la provincia de Soria, hemos observado que se producen un 51,8 % de los accidentes, si bien en estas se circula a mayor velocidad (100-120 km/h) y la IMD es mayor (1.115-13.964 veh/día).

Contrariamente a nuestros resultados, algunos autores (Pojar et al., 1975; Bashore et al., 1985; Desire y Recorbet, 1990; Langbein y Putman, 2006; McShea et al., 2008) consideran que mientras el mayor número de accidentes se producen en las carreteras secundarias debido a su mayor longitud de red, la mayor frecuencia de accidentes por unidad de longitud se produce en las carreteras principales donde el volumen de tráfico es mayor y la velocidad también.

En el año 2004, a nivel nacional, el 43% de los accidentes producidos por la presencia de animales en la calzada ocurrieron en vías de titularidad estatal, un 28,4% en vías de carácter autonómico mientras que un 25,5 % sucedió en carreteras provinciales y municipales (DGT, 2004).

El 45% de los accidentes con animales en Castilla y León se produjo en carreteras del Estado ( 9,4 % en autovías y autopistas), el 15,4 % en carreteras autonómicas y el 38,3% en carreteras locales en el periodo 2004-2008 (Rodríguez, 2010).

Tanto en la provincia de Soria como en el resto de Castilla y León y a nivel nacional, es en las vías de titularidad estatal donde se produce un mayor porcentaje de los accidentes con animales.

Sin embargo, mientras que en la provincia de Soria, en el periodo 2000-2007, se registran un 11% de los accidentes con corzo, ciervo y jabalí en carreteras de la red provincial y un 36% en las carreteras de la red autonómica, la tendencia se invierte a nivel de Castilla y León, en donde se registra un 38% de los accidentes provocados por animales en carreteras provinciales y un 15% en carreteras autonómicas.

#### 4.- TRAMOS DE CONCENTRACIÓN DE ACCIDENTES CON ANIMALES

Habiéndose determinado 143 TCAA, en la provincia de Soria, corresponden 53 tramos a la red de carreteras del Estado, 31 tramos a la red preferente de la Comunidad, 24 a la red básica de la Comunidad, 19 a la red local de la Comunidad y 16 tramos a la red de carreteras de la Diputación.

Como puede observarse en la tabla 11 los TCAA con un mayor nº acc/km (TCAAacc), seleccionados para este estudio, se concentran principalmente en la red de carreteras del Estado (N-111, N-122, N-234) en 107,3 km con 1.206 siniestros acumulados en los ocho años de estudio. La red preferente de la Comunidad (SO-100, SO-820), acumula en 7,6 km, 92 siniestros. Tan solo 4,4 km se sitúan en la red de carreteras de la Diputación (SO-P-1001) y acumulan 37 siniestros.

Tabla 11: Localización, extensión, accidentes acumulados, índice de peligrosidad y nº acc/km de los TCAAacc situados en la red de carreteras de la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.

CTRA.	nº acc acumulados tramo	pkm comienzo tramo	pkm fin tramo	longitud tramo(m)	Ip tramo	nº acc/km tramo
N-111A	440	193.700	222.100	27900	134,18	15,77
N-111B	75	237.500	245.800	8300	150,88	9,04
N-122	183	115.400	135.000	19600	68,70	9,34
N-234B	47	345.600	348.700	3100	195,79	15,16
N-234A	461	354.100	402.500	48400	123,00	9,52
SO-100	66	8.800	13.200	4400	354,03	15,00
SO-820	26	6.500	9.600	3100	386,58	8,39
SO-P-1001	37	0.0	4.400	4400	1599,90	8,41

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la DGT.

A diferencia de lo que ocurre con los TCAAacc, los TCAA con mayor Ip (TCAAip) (tabla 12) se localizan principalmente en la red de carreteras de la Diputación (SO-P-4142, SO-P-5029, SO-P-3001, SO-P-2102, SO-P-1001, SO-P-2001), habiéndose producido 153 accidentes en 29 km en el periodo de estudio 2000-2007 y en la red local de carreteras de la Comunidad (SO-110), en 7,2 km se registraron 46 siniestros, mientras que solamente se ha localizado un tramo de 1,3 km en la red preferente de la Comunidad (SO-615), en el que se han producido 7 accidentes.

Tabla12: Localización, extensión, accidentes acumulados, índice de peligrosidad y nº acc/km de los TCAAip situados en la red de carreteras de la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.

<b>CTRA.</b>	<b>nº acc acumulados tramo</b>	<b>pkm comienzo tramo</b>	<b>pkm fin tramo</b>	<b>longitud tramo(m)</b>	<b>Ip tramo</b>	<b>nº acc/km tramo</b>
SO-615	7	37.300	38.600	1300	701,16	5,38
SO-110	46	1.861	9.100	7239	1061,56	6,35
SO-P-4142	6	0.0	1.600	1600	713,47	3,75
SO-P-5029	8	0.0	2.200	2200	691,85	3,64
SO-P-3001	25	0.0	6.900	6900	689,34	3,62
SO-P-2102	32	1.500	8.200	6700	908,70	4,78
SO-P-1001	37	0.0	4.400	4400	1599,90	8,41
SO-P-2001	45	0.0	7.300	7300	1172,83	6,16

Fuente: Elaboración propia a partir del registro de accidentes proporcionado por la DGT.

Cabe destacar la existencia de un TCAA común tanto a los TCAAacc como a los TCAAip, localizado en la carretera perteneciente a la red de la Diputación SO-P-1001.

Sanz (2003), en un estudio de la distribución de los impactos (colisiones de coches con animales) en dos carreteras de Navarra, ha demostrado que existen lugares con alta concentración de impactos y otras zonas con baja concentración de estos, pudiéndose descartar que la distribución sea aleatoria.

Diferentes estudios realizados en los últimos años (López Redondo, 1993; Malo et al., 2004; D. G. de Carreteras e Infraestructuras, 2004; MINUARTIA, 2005; Díaz, 2006; Rodríguez, 2010) han aplicado diferentes criterios para la identificación de tramos de concentración de accidentes con animales.

López Redondo (1993) describe los tramos conflictivos como “un tramo de carretera o pista transitada donde mueren atropellados animales de cualquier especie en un número superior a la media conocida para otras carreteras de su área de distribución”. En su estudio, realizado a nivel nacional, determinó el tramo Almazán-Soria de la N-111 como punto negro de siniestros con corzo y ciervo.

Este criterio es el empleado también por Rodríguez (2010) para Castilla y León y en el PMVC (Proyecto Provisional de Seguimiento de la Mortalidad de Vertebrados en Carretera) (2003) de ámbito nacional, que identifica como punto negro “aquel tramo de carretera donde el número de atropellos es muy superior a la media, para una especie, dentro de su área de distribución”. En este último trabajo se valora la importancia del punto negro mediante el IKA (índice kilométrico de abundancia acc/km).

En el PMVC, que abarca el periodo 1990-1992, se determinaron dos puntos negros en la provincia de Soria, uno en la N-111 con ciervo y corzo y otro en la N-234 para las especies ciervo, corzo y jabalí, puntos que también se han considerado en nuestro trabajo.

Rodríguez (2010), también identifica como puntos negros los TCAAacc identificados en nuestro trabajo en la N-111 y en la N-234 (tabla 11).

El mapa de interpretación del medio ambiente a través de la red de carreteras (MIMAR) (Díaz, 2006) muestra la localización de los tramos de concentración de atropellos de animales (TCAA) definidos como “tramo de carretera, de máximo 20 km de longitud, en el que tienen lugar 3 ó más atropellos de animales”, clasificándolos según su índice de peligrosidad (acc/km). En la provincia de Soria (figura 61), para el periodo junio 2005- julio 2006 los tramos más conflictivos se localizan en la N-111, N-122 y N- 234.

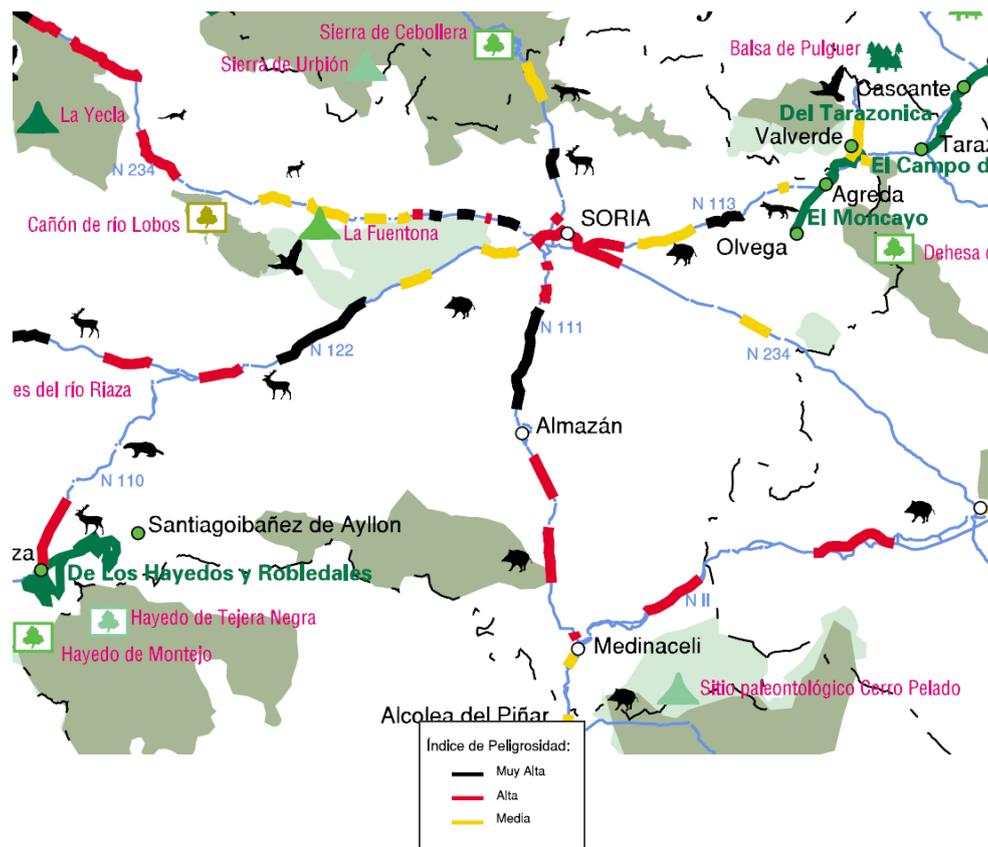


Figura 61: Mapa de interpretación del medio ambiente a través de la red de carreteras (MIMAR) Fuente: <http://www.aecarretera.com/mimar2/>

En un estudio sobre colisiones con fauna salvaje en las carreteras de la red regional en Castilla y León (DG de Carreteras e Infraestructuras, 2004) se definen los Tramos de Concentración de Accidentes con Animales (TCAA) como “tramos con accidentes ocurridos al menos en dos de los tres años de estudio (2001-2003) y donde haya habido accidentes en el último año y que tengan una longitud inferior a 5 kilómetros”. En dicho estudio se determinaron entre otros puntos conflictivos de la red regional, los situados en nuestro trabajo en la SO-100 y en la SO-820.

Malo et al. (2004) define tramo negro como “aquel lugar en que se alcanzan o superan los 3 accidentes/km a lo largo de más de un km, así como algunas áreas de longitud inferior a un km en las que aparecen concentraciones de accidentes superiores a esta cifra”.

Los TCAA encontrados en nuestro estudio en las carreteras nacionales, así como el determinado en la carretera de la red preferente de la Comunidad, SO-100, ya fueron considerados por Malo et al. (2004) como puntos negros en su estudio de los accidentes con ciervo, corzo y jabalí en la provincia de Soria en el periodo 1988-2000.

Podemos observar por los trabajos precedentes, que tanto a nivel nacional, regional o provincial, en unos periodos o en otros, los tramos con una mayor conflictividad debido al número de accidentes con animales salvajes dentro de la provincia de Soria, se localizan mayoritariamente en carreteras de la red nacional y de la red regional existiendo una constante en los puntos situados en la N-111 y N-234 así como los localizados en la N-122 y en las carreteras de la red regional SO-100 y SO-820. Estos tramos coinciden con los TCAAacc seleccionados en nuestro trabajo, no encontrándose entre ellos el situado en la carretera de la red provincial SO-P-1001.

MINUARTIA (2005) identifica como tramos de concentración de colisiones con ungulados (TCCU) en su estudio sobre las carreteras de Girona en el periodo 1998-2005, los que cumplen los siguientes criterios “tramos de carretera donde se han producido más de dos colisiones en el período de estudio, con una separación máxima entre dos puntos de colisión sucesivos inferior a los 500 m, que tienen una tasa superior a 5 colisiones por kilómetro”.

En nuestro estudio la longitud de cada tramo de carretera identificado como TCAA (tramo de concentración de accidentes con animales), se ha obtenido situando el pkm inicial 500 m antes del primer accidente del tramo y el pkm final del tramo 500 m después del último accidente, recogiendo en el tramo todos aquellos accidentes consecutivos cuya separación es menor o igual a 1000 m.

Los TCAAacc seleccionados para nuestro estudio (tabla 11) coinciden con el concepto de los TCCU (tramos de concentración de accidentes con ungulados) de atención prioritaria que se localizan en la carreteras de Girona en el trabajo de MINUARTIA (2005). Se trata de los lugares en los que la problemática es mucho más intensa. Solamente teniendo en cuenta un mayor número de accidentes por kilómetro (6 en el periodo de estudio 1998-2005).

La elevada IMD en las carreteras de la red nacional y de la red autonómica, puede ser una causa de este elevado número de accidentes/km y de la concentración de TCAA en las mismas, si bien tramos de la misma carretera con intensidades de tráfico similares no presentan tan alta siniestralidad. Es de destacar entre los TCAAacc, localizados en nuestro estudio, el situado en una carretera perteneciente a la red de carreteras de la Diputación (SO-P-1001) con una baja IMD (180 vehículos/día).

Esta doble variabilidad espacial, entre carreteras y entre tramos de la misma carretera, nos sugiere que pueden existir otras variables que determinen la presencia de tramos negros, aspecto también sugerido por Malo et al. (2004).

MINUARTIA (2005), señala que analizando las carreteras más conflictivas en relación a la intensidad de tráfico que presentan, se observa que no hay una correlación significativa entre el número de colisiones por kilómetro en estas carreteras y su IMD.

Hay algunos factores o conjunto de factores que hacen que los atropellos de fauna silvestre se concentren en puntos determinados de las vías y estén ausentes en otros. La intensidad de tráfico no es la única variable que condiciona las colisiones con ungulados, sino que hay otros factores que pueden incidir en la problemática, algunos de ellos asociados a las características de la propia vía (presencia de vallado, trazado, señalización, velocidad de circulación, etc.) o a factores ambientales (usos del suelo, densidad de poblaciones, etc.) (Malo et al., 2004; Sanz, 2003; MINUARTIA, 2005).

Dentro de los TCAA determinados en nuestro estudio, los tramos seleccionados por su elevado índice de peligrosidad (TCAAip) están localizados principalmente en carreteras de la red provincial de carreteras, si bien también se localizan en dos carreteras de la red preferente autonómica.

En este conjunto de tramos seleccionados (TCAAip), también se da la misma casuística que en los TCAAacc, localizándose en diferentes tipos de carretera y en diferentes tramos de la misma carretera.

Por ello, hemos analizado las diferencias existentes entre TCAA y TB, aquellos TCAA que tienen un número de accidentes acumulados en los ocho años de estudio mayor de 3, con unos menores índices tanto en el nº acc/km como en su Ip, caracterizando las diversas variables que nos permitan identificar los tramos conflictivos en cada caso y recomendar medidas correctoras adecuadas para cada situación concreta.

Malo et al. (2004), también emplea el concepto de tramo negro y tramo blanco según el número de accidentes por kilómetro, realizando la caracterización en función de los puntos medios de cada tramo.

La caracterización de los TCAA se ha hecho en función de la determinación de los PN y PB de cada tramo seleccionado, según se ha visto en el apartado correspondiente de “Material y Métodos”.

#### **4.1.- PUNTOS NEGROS**

Dentro de cada TCAA se ha determinado el PN. En las tablas 13 y 14 se indican los PNacc y los PNip, respectivamente.

Para la identificación de los PN se ha dado un código numérico seguido de las siglas NA (punto negro en tramo seleccionado por mayor nº acc/km) o NP (punto negro en tramo seleccionado por mayor Ip) y el nombre del paraje donde geográficamente lo sitúa.

Las longitudes de los "tramos", donde se sitúan los PN, que concentran el mayor número de accidentes por kilómetro dentro de los TCAAacc, así como de aquellos de mayores Ip dentro de los TCAAip son inferiores o iguales a los 900 m, quedando, por tanto, completamente englobadas en las áreas de estudio de 1000 m de radio alrededor de su punto medio.

Tabla13: Localización de los PNacc, punto medio, extensión, denominación, índice de peligrosidad y nº acc/km, situados en la red de carreteras de la provincia de Soria en el periodo 2000-2007. (Ver anexo I)

CTRA.	pkm comienzo tramito	pkm PUNTO MEDIO	pkm fin tramito	longitud tramito (m)	nº acc/km tramito	Ip tramito	Denominación
N-111A	216.650	216.900	217.150	500	52,00	442,44	01NA LOS RABANOS
N-111B	241.650	241.750	241.850	200	30,00	500,93	02NA ESPEJO DE TERA
N-122	116.950	117.000	117.050	100	50,00	367,93	03NA MATALEBRERAS
N-234A	388.950	389.000	389.050	100	40,00	516,54	04NA MOJÓN PARDO
N-234B	347.350	347.800	348.250	900	27,78	358,71	05NA SORIA
SO-100	11.150	11.550	11.950	800	31,25	737,56	06NA LOS LLAMOSOS
SO-820	8.750	8.850	8.950	200	20,00	921,85	07NA VALDEAVELLANO DE TERA
SO-P-1001	1.750	1.950	2.150	400	32,50	6183,41	018NAP SORIA

Fuente: Elaboración propia a partir del registro de accidentes proporcionado por la DGT.

Tabla14: Localización de los PNip, punto medio, extensión, denominación, índice de peligrosidad y nº acc/km, situados en la red de carreteras de la provincia de Soria en el periodo 2000-2007. (Ver anexo I)

CTRA.	pkm comienzo tramito	pkm PUNTO MEDIO	pkm fin tramito	longitud tramito (m)	nº acc/km tramito	Ip tramito	Denominación
SO-110	7728	7878	8028	300	26,67	4454,84	11NP MATAMALA DE ALMAZAN
SO-615	37750	37950	38150	400	17,50	2278,76	12NP YANGUAS
SO-P-1001	1750	1950	2150	400	32,50	6183,41	018NAP SORIA
SO-P-2001	1050	1300	1550	500	20,00	3805,18	13NP EL MADERO
SO-P-2102	5250	5450	5650	400	20,00	3805,18	14NP BOROBIA
SO-P-3001	4450	4750	5050	600	13,33	2536,78	15NP TARDAJOS DE DUERO
SO-P-4142	650	800	950	300	10,00	1902,59	16NP BAYUBAS
SO-P-5029	950	1100	1250	300	16,67	3170,98	17NP FUENTETOBA

Fuente: Elaboración propia a partir del registro de accidentes proporcionado por la DGT.

#### 4.2.- TRAMOS BLANCOS

De los ocho TBacc observados dentro de la red de carreteras de la provincia de Soria, cinco se encuentran en carreteras de segundo orden, tres en la red de carreteras de la Diputación (SO-P-3003, SO-P-3029, SO-P-4205) y dos en la red preferente y local de la Comunidad (SO-830, SO-910), acumulando 28 accidentes en 18 km. Los otros tres tramos se localizan en carreteras de primer orden, dos en carreteras de la red básica de la Comunidad (CL-101, CL-116) y un tramo en la carretera N-111, en las que se han producido 12 accidentes en 9,765 km (tabla 15). Se observa que los TBacc se localizan principalmente en carreteras de segundo orden mientras que los TCAAacc (tabla11) se localizan en su mayoría en la red de carreteras del Estado.

Tabla15: Localización, extensión, accidentes acumulados, índice de peligrosidad y nº acc/km de los TBacc situados en la red de carreteras de la provincia de Soria, en el periodo 2000-2007.

<b>CTRA.</b>	<b>nº accidentes acumulados</b>	<b>pkm comienzo tramo</b>	<b>pkm fin tramo</b>	<b>longitud tramo (m)</b>	<b>Ip tramo</b>	<b>nº acc/km tramo</b>
N-111-1	4	189.500	193.100	3600	9,45	1,11
CL-101	4	99.700	103.000	3300	48,21	1,21
SO-P-3003	4	0.0	3.100	3100	245,50	1,29
CL-116	4	57.535	60.400	2865	29,57	1,40
SO-P-3029	4	5.600	8.200	2600	292,71	1,54
SO-P-4205	9	0.0	5.600	5600	305,77	1,61
SO-830	5	7.000	10.100	3100	141,63	1,61
SO-910	6	4.310	7.980	3670	233,29	1,63

Fuente. Elaboración propia a partir del registro de accidentes proporcionado por la DGT.

En la tabla 16 se observa que los ocho TBip se encuentran en la red de carreteras del Estado, carreteras estas de primer orden con unas elevadas intensidades de tráfico (IMD), mientras que los TCAAip con mayores Ip se localizan principalmente en la red de carreteras de la Diputación y carreteras de la red local de la Comunidad, carreteras de segundo orden (tabla 12).

El tramo blanco situado en la N-111 se encuentra seleccionado tanto por su menor nº acc/km como por su menor Ip.

Tabla16: Localización, extensión, accidentes acumulados, índice de peligrosidad y nº acc/km de los TBip situados en la red de carreteras de la provincia de Soria en el periodo 2000-2007.

CTRA.	nº accidentes acumulados	pkm comienzo tramo	pkm fin tramo	longitud tramo (m)	Ip tramo	nº acc/km tramo
A-2	7	146.800	149.600	2800	6,13	2,50
N-111-1	4	189.500	193.100	3600	9,45	1,11
N-122-1	4	95.400	97.400	2000	14,72	2,00
N-122-2	6	97.500	100.800	3300	13,38	1,82
N-122-3	4	138.300	140.300	2000	14,72	2,00
N-111-2	4	159.900	162.100	2200	15,47	1,82
N-111-3	4	177.000	179.200	2200	15,47	1,82
N-122-4	5	161.900	164.200	2300	16,00	2,17

Fuente: Elaboración propia a partir del registro de accidentes proporcionado por la DGT.

#### 4.2.1 PUNTOS BLANCOS

De cada TBacc y de cada TBip se ha determinado su PB. En las tablas 17 y 18 se indican los PBacc y PBip, respectivamente.

Para la identificación de los PB se les ha dado un código numérico seguido de las siglas BA (punto blanco en tramo seleccionado por menor nº de accidentes) o BP (punto blanco en tramo seleccionado por menor Ip) y el nombre del paraje donde geográficamente se sitúa.

Tabla17: Localización de los PBacc, punto medio, extensión, denominación, índice de peligrosidad y nº acc/km, situados en la red de carreteras de la provincia de Soria en el periodo 2000-2007. (Ver anexo I)

<b>CTRA.</b>	<b>pkm comienzo tramito</b>	<b>pkm PUNTO MEDIO</b>	<b>pkm fin tramito</b>	<b>longitud tramito(m)</b>	<b>nº acc/km tramito</b>	<b>Ip tramito</b>	<b>Denominación</b>
N-111-1	191.250	191.300	191.350	100	10	112,73	231BAP ALMAZÁN
CL-101	101.300	101.350	101.400	100	10	397,75	22BA BARAHONA
SO-P-3003	1.600	1.650	1.700	100	10	1902,59	23BA ALCONABA
CL-116	58.917,5	58.968	59.018	100	10	211,79	24BA MORON DE ALMAZAN
SO-P-3029	4.700	4.750	4.800	100	10	1902,59	25BA BANIEL
SO-P-4205	3.150	3.200	3.250	100	10	1902,59	26BA CASTILLEJO DE ROBLEDO
SO-830	8.200	8.250	8.300	100	10	878,12	27BA SANTA INES
SO-910	6.095	6.145	6.195	100	10	1426,94	28BA ABEJAR

Fuente: Elaboración propia a partir del registro de accidentes proporcionado por la DGT.

Tabla18: Localización de los PBip, punto medio, extensión, denominación, índice de peligrosidad y nº acc/km, situados en la red de carreteras de la provincia de Soria en el periodo 2000-2007. (Ver anexo I)

<b>CTRA.</b>	<b>pkm comienzo tramito</b>	<b>pkm PUNTO MEDIO</b>	<b>pkm fin tramito</b>	<b>longitud tramito(m)</b>	<b>nº acc/km tramito</b>	<b>Ip tramito</b>	<b>Denominación</b>
A-2	149.050	149.100	149.150	100	10	24,52	32BP MEDINACELI
N-111-1	191.250	191.300	191.350	100	10	112,73	231BAP ALAMAZÁN
N-122-1	96.750	96.800	96.850	100	10	73,59	33BP ARAGON
N-122-2	99.100	99.150	99.200	100	10	73,59	34BP AGREDA
N-122-3	139.100	139.150	139.200	100	10	73,59	35BP TOZALMORO
N-111-2	160.500	160.550	160.600	100	10	112,73	36BP BELTEJAR
N-111-3	178.200	178.250	178.300	100	10	112,73	37BP SAUQUILLO
N-122-4	163.250	163.300	163.350	100	10	73,59	38BP CARBONERA

Fuente: Elaboración propia a partir del registro de accidentes proporcionado por la DGT.

Todos los "tramitos" tienen la misma longitud, longitud mínima considerada para la presencia de un accidente.

## 5.- CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT CIRCUNDANTE A LOS PUNTOS SELECCIONADOS

Dentro de cada zona, los accidentes no se distribuyen regularmente, existen áreas donde los siniestros resultan ser especialmente frecuentes. Estos lugares suelen ser aquellos en los que las rutas habituales de desplazamiento de los ungulados intersectan las vías, y así, carreteras que delimitan hábitats diferentemente utilizados, por ejemplo zonas de bosque (encame) y zonas de cultivos (alimentación), muestran un mayor riesgo de colisiones. A un nivel de mayor detalle, dentro de éstas áreas existen puntos concretos donde los accidentes se concentran. Son los llamados puntos negros y el análisis de los mismos revela la existencia de una serie de circunstancias comunes a todos ellos: la escasa sinuosidad de la vía, la existencia de masas forestales en su entorno más inmediato y una topografía que facilita y canaliza el paso transversal de animales (pequeños valles, vaguadas, etc.) (Benito, 2004 Noviembre).

### 5.1.- USOS DEL SUELO EN LOS PNacc

En las figuras 62 y 63 se observa un claro predominio (más del 50%) de bosque frente a los demás usos del suelo en el hábitat circundante a los puntos negros seleccionados en función del número de accidentes (67% en área-1000 y 56% en banda-100), siendo el uso agrícola de un 15% y un 17%, respectivamente en área-1000 y banda-100.

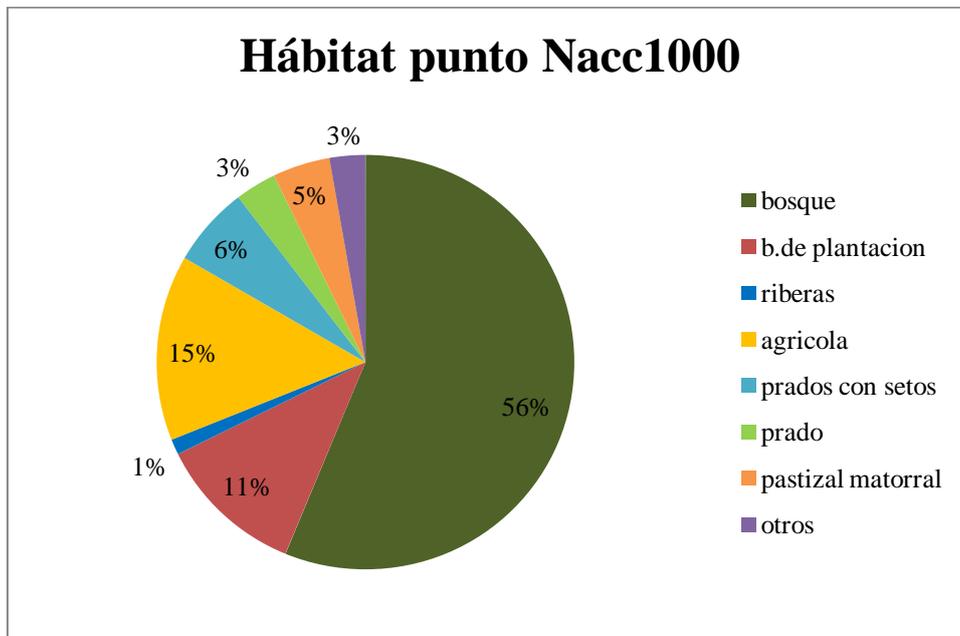


Figura 62: Distribución (%) de los usos del suelo en un círculo de 1000 m de radio en torno a los PNacc.

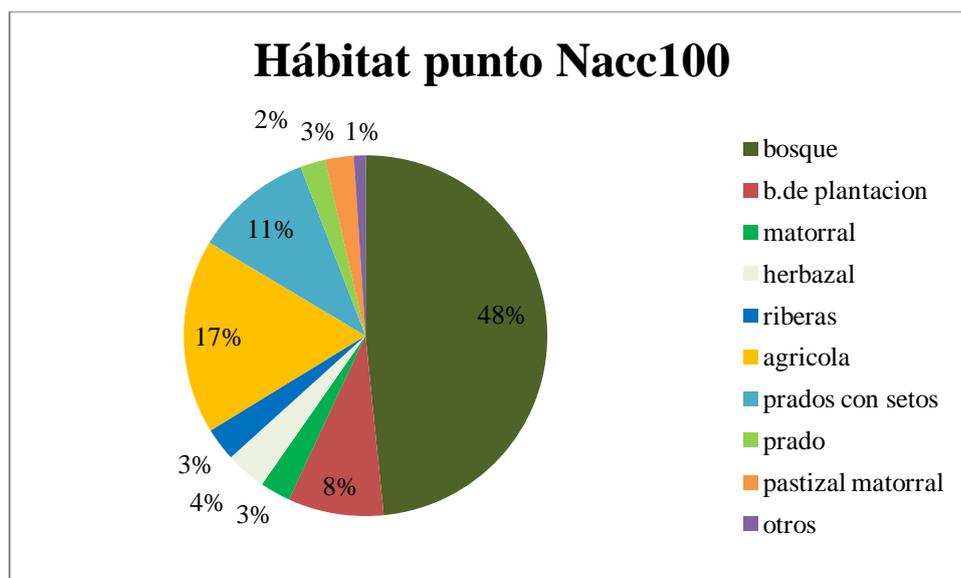


Figura 63: Distribución (%) de los usos del suelo en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera en torno a los PNacc.

Sanz (2003) señala que en las dos autovías navarras estudiadas, las unidades urbana y artificial presentan una clara tendencia a la disminución de la frecuencia de atropellos de mamíferos silvestres en los tramos donde están presentes, y sin embargo, los paisajes forestales adyacentes a las vías estudiadas tienden ligeramente a aumentar la frecuencia de atropellos.

Rosell et al. (2009) en su estudio sobre colisiones de vehículos con jabalí en las carreteras de Cataluña afirman que muchos puntos conflictivos se registran en carreteras que pasan por tierras de cultivo y áreas periurbanas sin bosques o cobertura arbustiva. La estricta prohibición de cazar en esas zonas, y la disponibilidad de alimentos, en forma de residuos urbanos, para los jabalíes, hacen que haya aumentado la concentración de los mismos y pueda explicar estos resultados, siendo este caso un tanto particular dentro de la localización de puntos conflictivos por atropello de fauna. En el 78% de los tramos estudiados por Rosell et al. (2009), las carreteras cortaban corredores fluviales.

Malo et al. (2004) en su caracterización de “tramos negros” y “tramos blancos”, en accidentes con ciervo, corzo y jabalí, afirman que las variables que muestran diferencias significativas entre ellos responden al marcado carácter forestal de los vertebrados analizados, a su rechazo por los medios más humanizados y a cierta tendencia a hacer un uso de los cultivos situados en zonas forestadas. “Tramos negros” se asocian principalmente con la existencia de superficies forestales sin asentamientos urbanos, y de una forma secundaria con una alta diversidad de hábitats y cierta presencia de cultivos. En este sentido, Bashore et al. (1985) concluyen en su estudio de carreteras de Pensylvania entre julio 1979 y octubre de 1980, que la presencia de

edificaciones así como una mayor zona visual a lo largo de la carretera disminuye la probabilidad de accidentes, como también los vallados, la mayor distancia a zonas de bosque, la visibilidad en línea recta, la cobertura herbácea cerca de la carretera y la limitación de la velocidad.

Según Rodríguez (2010), la mayor accidentabilidad producida por la colisión con la fauna, en Castilla y León en el periodo 2004-2008, se produce en zonas arboladas o con matorral, donde los animales pueden encontrar refugio o alimentación.

Benito (2004, Noviembre) en un estudio sobre siniestralidad con animales de caza mayor en Castilla y León, expone que existe una evidente relación directa entre el número de accidentes y la superficie forestal que cada una de las provincias de la Comunidad posee. Este autor caracteriza los puntos negros por la escasa sinuosidad de la vía, que posibilita alcanzar mayores velocidades; la existencia de masas forestales en su entorno más inmediato, que impide la visualización de los animales que se aproximan a la carretera, y una topografía que facilita y canaliza el paso transversal de los mismos (pequeños valles, vaguadas, etc.).

Un análisis multivariable de las frecuencias de mortalidad de vertebrados en las carreteras españolas indica que la calidad del hábitat para cada especie tiene mucho más poder explicativo que las características de la vía. Así, las tasas más elevadas de mortalidad se registran en áreas sin perturbaciones y las más bajas en áreas próximas a los asentamientos humanos y los puentes (González-Prieto et al., 1993).

En un estudio de análisis por tecnología SIG de las características del paisaje asociadas con áreas de alta y baja siniestralidad y riesgo de accidentes con ciervos de cola blanca, en Illinois, se recogen las características topográficas y las relacionadas con el hábitat, en tramos con una elevada tasa de accidentes, en un radio de 0,8 km. Se observa que los accidentes se asocian al nivel de cobertura del área circundante y a la distancia desde la carretera al bosque así como a la diversidad vegetal de este. Fuera de estas áreas de mayor cobertura, los accidentes tienden a concentrarse en áreas muy concretas, pasos estrechos, zonas de escasa visibilidad o en las proximidades a las áreas de bosque (Finder et al., 1999). Hubbard et al. (2000) obtuvo resultados similares en carreteras de Iowa donde también el bosque así como los pastos junto a la carretera, la proporción de tierras de cultivo y la diversidad y tamaño de las parcelas se relacionan directamente con el elevado número de accidentes.

Staines et al. (2001) indican que la mayor parte de los tramos de alta siniestralidad tanto en Europa como en América del Norte se encuentran dentro o cerca de zonas boscosas, particularmente cuando el bosque llega hasta el borde de la carretera (Ückermann, 1964; Bashore et al., 1985; Romín and Bissonette, 1996; Finder et al., 1999).

Análisis multivariante recientes identifican la proximidad de los bosques como un factor asociado a las mayores tasas de colisión (Hubbard et al., 2000; Nielsen et al., 2003; Malo et al., 2004; Pokorny, 2006; Hussain et al., 2007; Grovenburg et al., 2008).

Los resultados de nuestro estudio confirman lo observado por estos autores, que relacionan un mayoritario uso del suelo de carácter forestal (bosque) con una mayor siniestralidad en los tramos conflictivos (PNacc y PNip) (figuras 62, 63, 66 y 67) no estando presente en este tipo de puntos el uso artificial que aparece en los PBacc y PBip (figuras 64, 65, 68 y 69). Hecho también constatado por Malo et al. (2004) en sus “tramos blancos”.

## 5.2.- USOS DEL SUELO EN LOS PBacc

Son la superficie agrícola y de bosque los usos predominantes en el hábitat circundante a los puntos blancos seleccionados en función del número de accidentes, en similares proporciones. Así, el área-1000 presenta un 45% de superficie agrícola y un 41% de bosque y la banda-100 un 41% y un 40%, respectivamente (figuras 64 y 65).

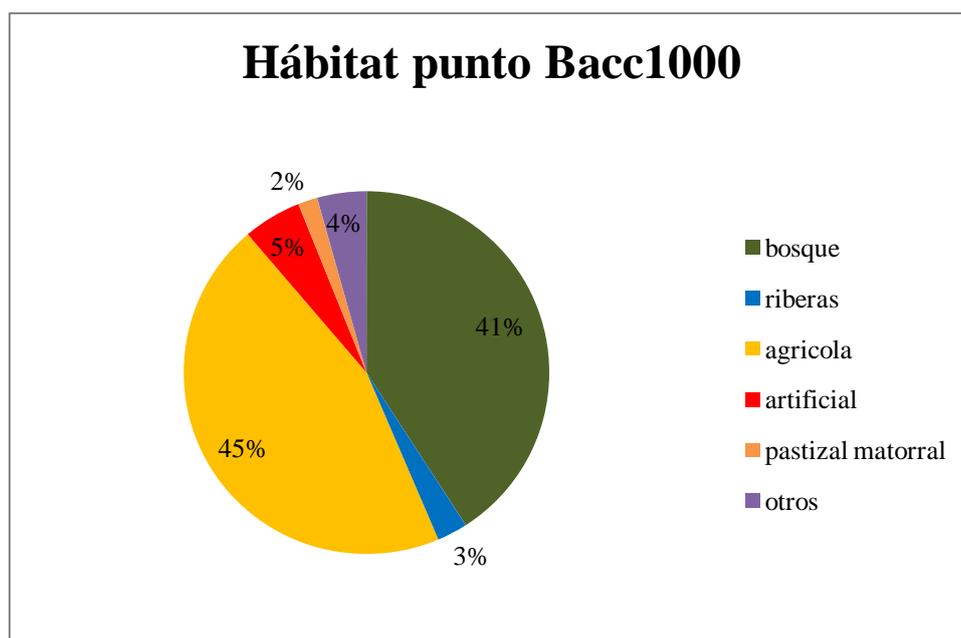


Figura 64: Distribución (%) de los usos del suelo en un círculo de 1000 m de radio en torno a los PBacc.

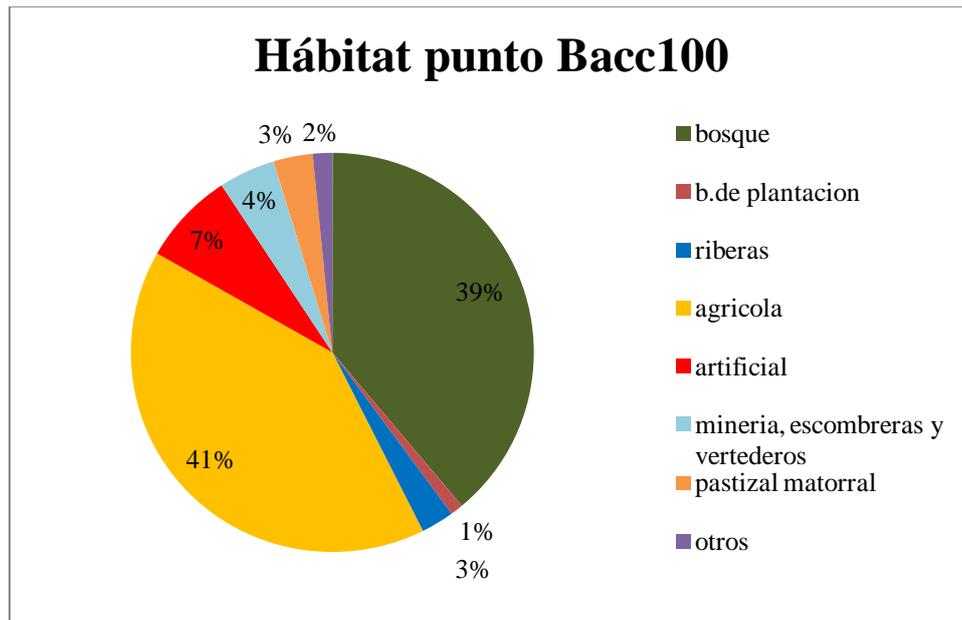


Figura 65: Distribución (%) de los usos del suelo en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera en torno a los PBacc.

### 5.3.- USOS DEL SUELO EN LOS PNip

En el hábitat circundante a los puntos negros seleccionados por índice de peligrosidad predomina la superficie de bosque (62% tanto en área-1000 como en banda-100) como se aprecia en las figuras 66 y 67, si bien la superficie agrícola es mucho mayor que en el caso de los puntos negros seleccionados por número de accidentes (26% y 29% en área-1000 y banda-100, frente al 15% y 17%, respectivamente).

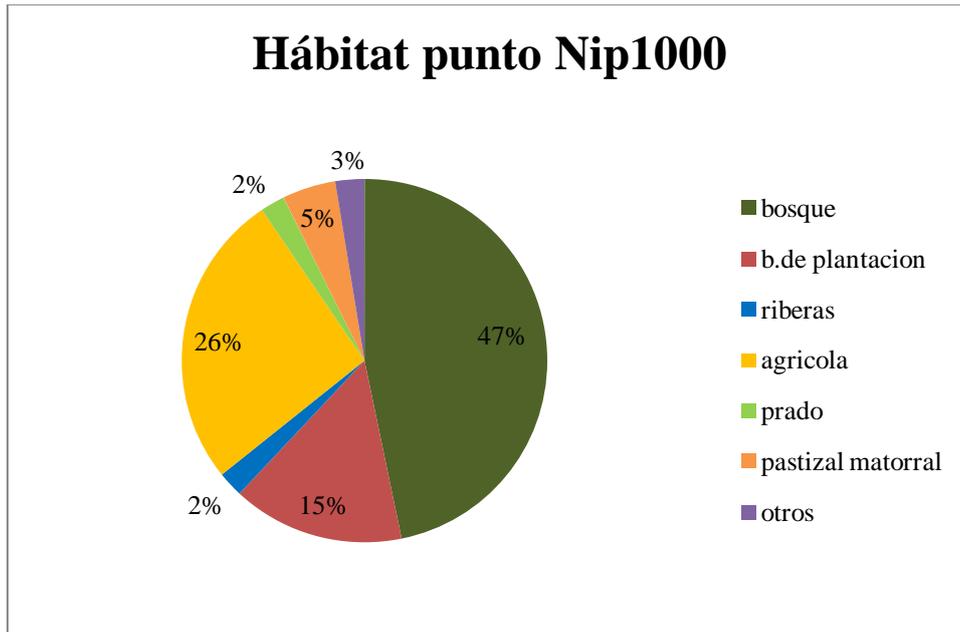


Figura 66: Distribución (%) de los usos del suelo en un círculo de 1000 m de radio en torno a los PNip.

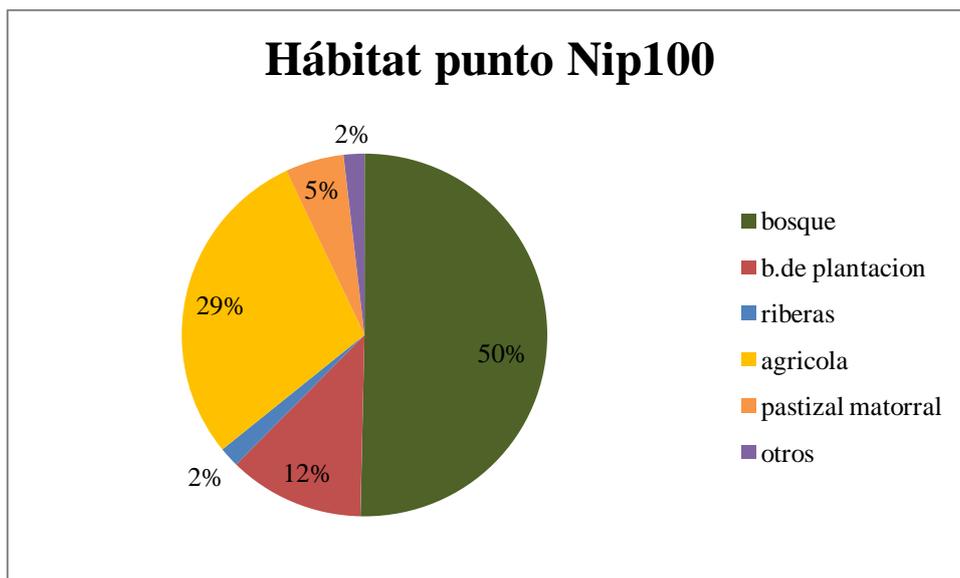


Figura 67: Distribución (%) de los usos del suelo en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera en torno a los PNip.

#### 5.4.- USOS DEL SUELO EN LOS PBip

Es la superficie agrícola el uso predominante en el entorno de los puntos blancos seleccionados por el índice de peligrosidad, siendo de un 61% tanto en el área-1000 como en la banda-100 (figuras 68 y 69). Esto, junto con la superficie ocupada por pastizal-matorral (24% en área-1000 y 21% en banda-100), describe un hábitat caracterizado por zonas abiertas en las cuales el porcentaje de bosque es muy pequeño, a diferencia del porcentaje de bosque que encontramos en el entorno de los puntos blancos seleccionados por el número de accidentes (41% en área-1000 y 40% en banda-100).

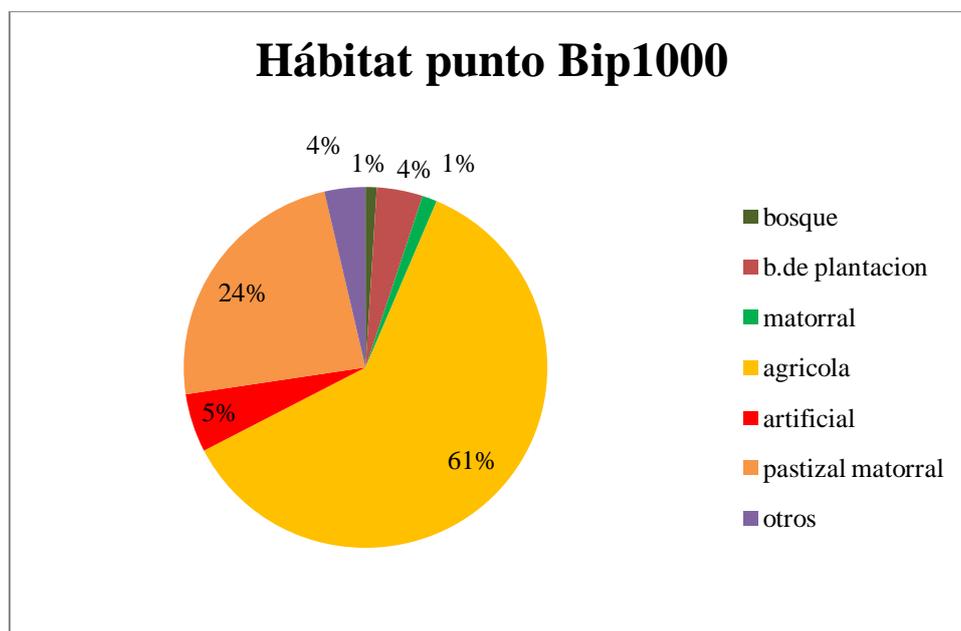


Figura 68: Distribución (%) de los usos del suelo en un círculo de 1000 m de radio en torno a los PBip.

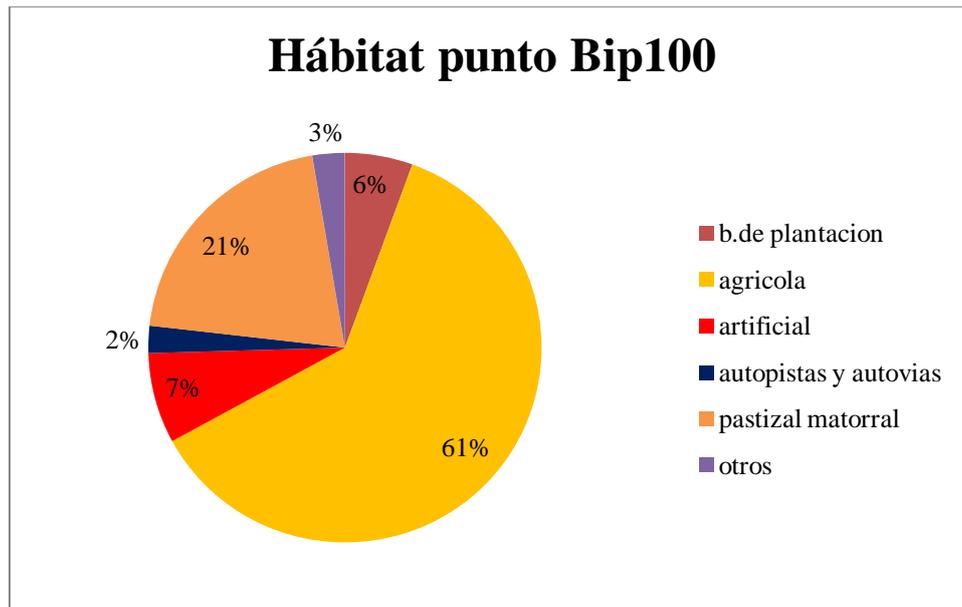


Figura 69: Distribución (%) de los usos del suelo en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera en torno a los PBip.

Destaca la presencia de uso artificial únicamente en torno a los puntos blancos tanto seleccionados por número de accidentes como por índice de peligrosidad (5% en área-1000 y 7% en banda-100), lo cual pone de manifiesto que en zonas ocupadas por el hombre se produce una menor siniestralidad.

### 5.5.- CARACTERÍSTICAS DE LOS USOS DEL SUELO EN EL AREA-1000 Y EN LA BANDA-100

Las características del hábitat estudiado en un área de 1000 m de radio alrededor de los puntos seleccionados se pueden equiparar con las características del hábitat estudiado en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera, tal y como se puede avalar estadísticamente (tabla 19), no apreciándose diferencias significativas ( $p > 0,1$ ) de las distintas variables estudiadas en función del área/banda de estudio.

Los usos del suelo mayoritarios para los cuatro tipos de puntos son el bosque total (bosque + b. de plantación) y el uso agrícola, observándose entre ellos una relación inversa, mayores porcentajes de bosque total implican menores porcentajes de terreno agrícola.

Tabla 19: Media y error típico de la media del bosque total (%), matorral (%), herbazal (%), ribera (%), agrícola (%), artificial (%), autopistas-autovías (%), minería-escombreras-vertederos (%), prados con setos (%), prado (%) y pastizal-matorral (%) en un círculo de 1000 m de radio y en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera en torno a los puntos seleccionados. Nivel de significación en función del área/banda de estudio.

ÁREA DE ESTUDIO			Nivel de significación
Uso del suelo	ÁREA 1000	BANDA 100	área/banda
Bosque total	44,13±6,48	41,20±6,72	ns
Matorral	0,66±0,29	0,85±0,68	ns
Herbazal	0,51±0,29	0,91±0,90	ns
Riberas	1,68±0,66	2,03±0,77	ns
Agrícola	36,73±5,69	37,10±5,50	ns
Artificial	2,70±1,77	3,85±2,60	ns
Autopistas-autovías	0,07±0,07	0,56±0,56	ns
Minería-escombreras-vertederos	0,29±0,22	1,14±1,13	ns
Prados con setos	1,72±1,56	2,64±2,64	ns
Prado	1,55±0,70	0,73±0,40	ns
Pastizal-matorral	8,66±3,08	7,84±2,32	ns

ns: no significativo ( $p > 0,1$ ).

A la vista de las figuras 66, 67, 68 y 69, el porcentaje de los usos del suelo en el entorno circundante a los cuatro tipos de puntos seleccionados, es similar tanto en el área-1000 como en la banda-100 para cada tipo de punto, siendo el ajuste todavía mayor en el caso de los puntos seleccionados por índice de peligrosidad.

## 5.6.- ECOTONO

Como puede observarse en las figuras 70 y 71, la longitud del ecotono en el hábitat circundante a los cuatro tipos de puntos seleccionados es proporcional en el área-1000 y en la banda-100. Se aprecia que la mayor longitud de ecotono corresponde al entorno de los puntos seleccionados por índice de peligrosidad, siendo mayor en los

puntos blancos. Por el contrario, en los puntos seleccionados por número de accidentes la longitud de ecotono es mayor en los puntos negros, aunque la diferencia no es tan marcada como en el caso de los puntos seleccionados por índice de peligrosidad.

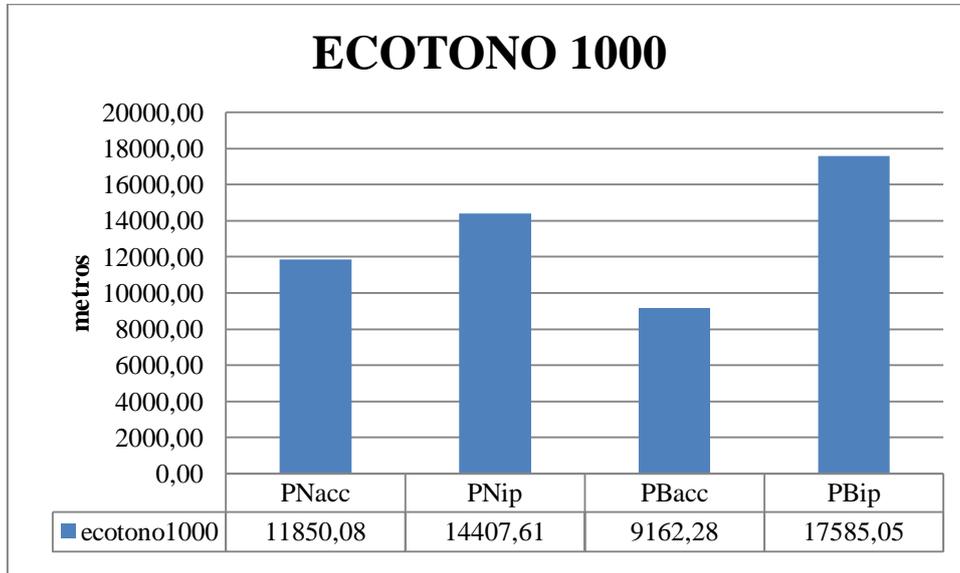


Figura 70: Longitud de ecotono (m) en un círculo de 1000 m de radio en torno a los puntos seleccionados.

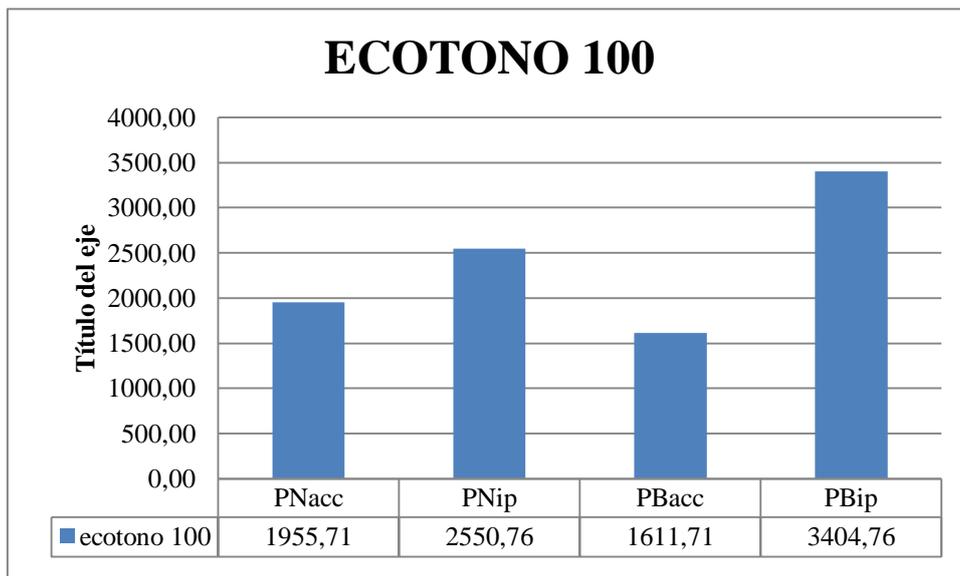


Figura 71: Longitud de ecotono (m) en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera en torno a los puntos seleccionados.

Uno de los parámetros que se ha observado que condiciona la localización de los tramos conflictivos es la presencia de zonas de alto interés para la conectividad ecológica, que concentran una elevada probabilidad de que la fauna se disperse utilizando estos espacios. Las variables que se han utilizado para la cartografía de estos conectores son la presencia de hábitats idóneos para las especies estudiadas, la presencia de estructuras lineales de guiado (básicamente valles o crestas) y la presencia de corredores fluviales (los ríos y arroyos y la franja de vegetación de ribera asociada). También la presencia de zonas de alto valor ecológico, como las de Reserva Natural Integral, donde se concentran poblaciones más densas de algunos ungulados, es un factor que potencia la aparición de puntos conflictivos (MINUARTIA, 2005).

## 6.- CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA

Como se aprecia en la figura 72, el  $I_c$  es mayor (más rectas) en las carreteras donde se localizan los PBip y los PNacc.

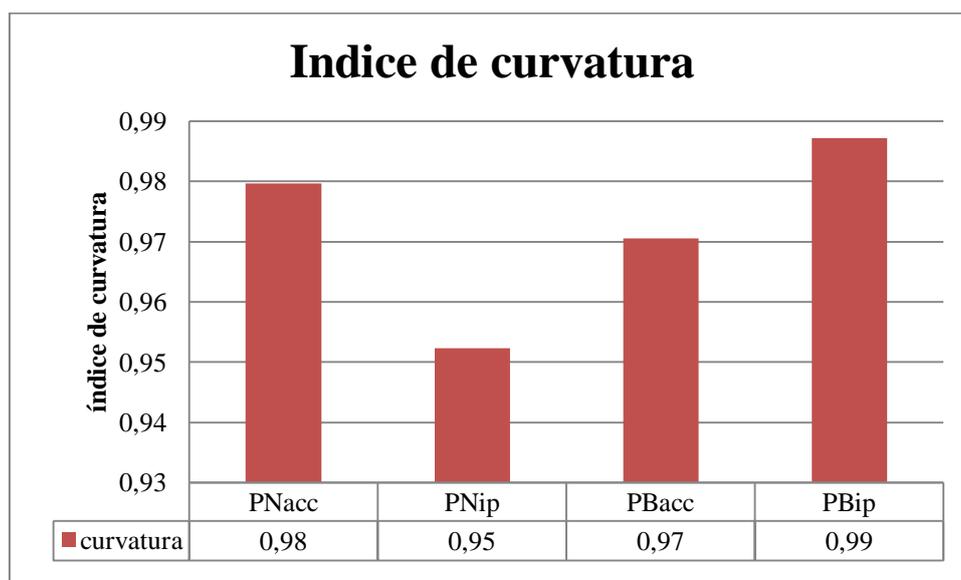


Figura 72: Índice de curvatura de la carretera en una longitud de 1000 m a cada lado del punto seleccionado.

Hay una diferencia clara en la localización de los puntos seleccionados por índice de peligrosidad. Así, todos los puntos blancos estudiados se localizan en carreteras de primer orden (figura 73), en las cuales la velocidad a la que se circula es mayor y coincide con que el trazado es más recto (figura 74). Por el contrario, todos los puntos negros se localizan en carreteras de segundo orden, donde se circula a menor velocidad y el trazado de la carretera es más sinuoso (figura 74). Esto puede indicar que

la velocidad influye en la siniestralidad en menor medida que las características del hábitat (el entorno circundante a los puntos blancos es más abierto) y del índice de curvatura (el trazado en los puntos blancos es más recto, por tanto la visibilidad es mayor).

En el caso de los puntos seleccionados por número de accidentes, no existe una diferenciación en la localización en carreteras de primer y segundo orden en función del tipo de punto (figura 73). Aunque las diferencias en cuanto al índice de curvatura no son tan marcadas como en el caso de los puntos blancos y negros seleccionados por índice de peligrosidad, se observa que los puntos negros están situados en tramos más rectos que los blancos (figura 72). A esto hay que añadir, que la presencia de puntos blancos y negros tanto en carreteras de primer como de segundo orden, pudiera descartar las características propias de la carretera (intensidad de tráfico, velocidad e índice de curvatura) como factores determinantes en la siniestralidad, por lo que pudieran ser las características del hábitat circundante a dichos puntos las responsables de la siniestralidad en mayor medida.

Cabe destacar que las diferencias del hábitat circundante entre puntos blancos y negros seleccionados por índice de peligrosidad es más marcada que entre los puntos blancos y negros seleccionados por número de accidentes, lo cual se traduce en que en hábitats abiertos haya una menor siniestralidad aun estando en carreteras en las que se circula a mayor velocidad y con mayor densidad de tráfico, como es el caso de los puntos blancos seleccionados por el índice de peligrosidad.

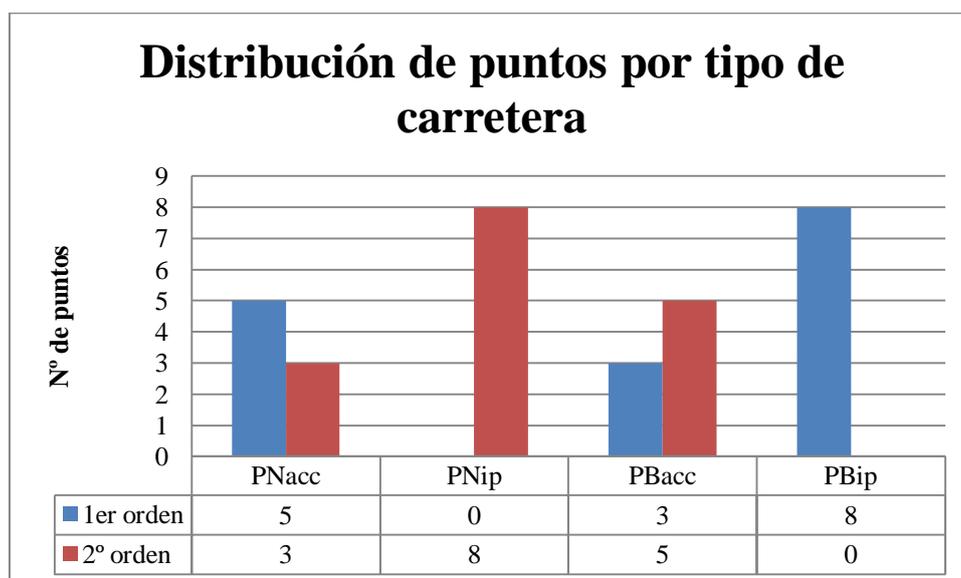


Figura 73: Localización de los puntos seleccionados en carreteras de primer y segundo orden.

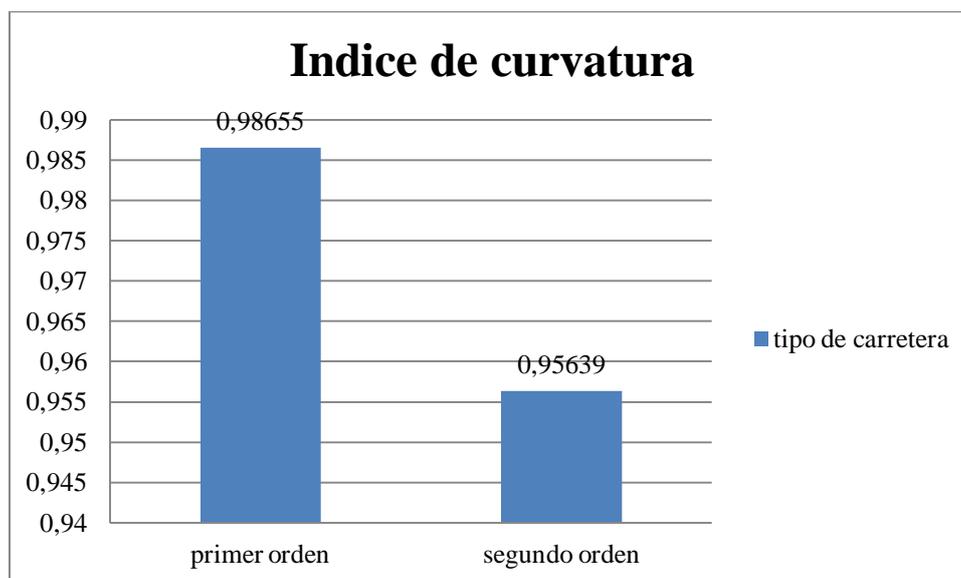


Figura 74: Índice de curvatura según el tipo de carretera

Otros factores que inciden en la aparición de tramos conflictivos son la presencia de tramos rectos, que favorecen altas velocidades por parte de los usuarios de la vía (característica que comparten el 76% de los TCCU de atención prioritaria) (MINUARTIA, 2005).

Según Malo et al. (2004) los accidentes no ocurren en los lugares “más peligrosos” (curvas), sino que parecen resultar más peligrosos aquellos tramos que dan cierta sensación de seguridad a los conductores por su trazado recto. La velocidad a que circulan los coches, por tanto, puede ser determinante de los accidentes. Este autor amplía su estudio a nivel hectométrico comprobando que no siendo significativas las diferencias entre distintos trazados de la carretera, existe un gradiente de mayor a menor frecuencia de accidentes desde los tramos rectos, los mixtos y los curvos.

En nuestro estudio el trazado de la carretera en los PNacc, sin presentar unas diferencias muy marcadas, es también más recto que en el caso de los PBacc (Figura 72).

Según Rosell et al. (2002) los puntos negros surgen de la coincidencia espacial de hábitats de buena calidad para las especies afectadas y una alta intensidad de tráfico o una elevada velocidad de circulación de los vehículos. De hecho, el número de atropellos está altamente correlacionado con la calidad de la carretera que permite un incremento de la velocidad de los vehículos.

## **7.- COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN ENTRE LAS DISTINTAS VARIABLES QUE CARACTERIZAN LOS PUNTOS SELECCIONADOS**

En la tabla 20 se observan correlaciones positivas y significativas ( $p < 0,01$ ) en el porcentaje de bosque tanto con el n° acc/km como con el Ip. En cuanto al porcentaje de bosque de plantación, únicamente se han encontrado correlaciones positivas y significativas ( $p < 0,05$ ) con el n° acc/km.

También se observan correlaciones negativas y significativas ( $p < 0,05$ ) en el porcentaje de uso agrícola tanto con el n° acc/km, como con el Ip.

Cabe destacar que las correlaciones son ligeramente superiores en la banda de 100 m, para las tres variables, que en el área de 1000 m.

En las demás variables estudiadas no se han encontrado correlaciones significativas.

## Resultados y Discusión

Tabla 20: Coeficientes de correlación de Spearman entre las distintas variables (usos del suelo, ecotono, Ic) que caracterizan los puntos seleccionados en un círculo de 1000 m de radio y en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera y el n° acc/km y el Ip. Nivel de significación.

	BANDA 100		ÁREA 1000	
	acc/km	Ip	acc/km	Ip
ECOTONO	-0,010	-0,081	-0,059	-0,140
Ic	0,039	-0,264	0,039	-0,264
Bosque	,463(**)	,563(**)	,458(**)	,548(**)
B. de plantación	,414(*)	0,321	,400(*)	0,345
Matorral	0,024	-0,234	0,011	-0,088
Herbazal	-0,056	-0,221	-0,056	-0,221
Riberas	0,018	0,056	-0,057	0,058
Agrícola	-,407(*)	-,398(*)	-,385(*)	-,359(*)
Artificial	-0,106	-0,069	-0,185	-0,178
Autopistas - Autovías	-0,158	-0,302	-0,158	-0,302
Minería- Escombreras- Vertederos	-0,081	0,222	-0,064	-0,023
Prados con setos	0,116	0,049	0,123	0,179
Prado	0,087	0,048	0,274	0,061
Pastizal - matorral	-0,177	-0,193	-0,099	-0,195

\*\*: p<0,01; \*: p<0,05; +: p<0,1

## **8.-RELACIÓN DE LAS VARIABLES QUE CARACTERIZAN EL HÁBITAT Y DE LA CURVATURA CON LOS PUNTOS SELECCIONADOS**

De las variables estudiadas para caracterizar el hábitat circundante a los puntos seleccionados en un área de 1000 m de radio, se observan diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) en el porcentaje de bosque total en función del tipo de punto, blanco ó negro, siendo superior en los puntos negros. En el caso del porcentaje de uso agrícola, se encuentran diferencias significativas ( $p < 0,01$ ) en función del tipo de punto, siendo superior el porcentaje en los puntos blancos. También se encuentran diferencias significativas ( $p < 0,1$ ) en el ecotono y en el porcentaje de pastizal – matorral en función del subtipo de los puntos siendo mayor en ambos casos en los seleccionados por Ip. No se observan diferencias significativas ( $p > 0,1$ ) en las demás variables estudiadas en la caracterización del hábitat.

Por lo que respecta a la curvatura de la carretera, tampoco se han encontrado diferencias significativas en función del tipo y del subtipo de puntos, siendo este parámetro igual tanto en el área 1000 como en la banda-100 (tabla 21).

## Resultados y Discusión

Tabla 21: Media y error típico de la media del ecotono (m), bosque total (%), matorral (%), herbazal (%), riberas (%), agrícola (%), artificial (%), autopistas-autovías (%), minería-escombreras-vertederos (%), prados con setos (%), prado (%), pastizal matorral (%) e índice de curvatura de la carretera, en un círculo de 1000 m de radio en torno a los puntos seleccionados. Nivel de significación en función del tipo de punto (blanco ó negro) y del subtipo (número de accidentes ó índice de peligrosidad).

ÁREA 1000					Nivel de significación	
	Nacc	Nip	Bacc	Bip	TIPO blanco/ne gro	SUBTIPO ip/acc
ECOTONO	11850,08±3085,9 1	14407,61±2785,4 3	9162,278±3468,0 0	17585,05±2256,6 8	ns	+
Bosque total	67,69±7,78	61,95±863	41,80±16,24	5,08±1,14	**	ns
Matorral	0,41±0,41	0,77±0,57	0,12±0,12	1,32±0,91	ns	ns
Herbazal	0,84±0,84	0±0	0,60±0,60	0,60±0,6	ns	ns
Riberas	1,21±0,90	2,27±1,07	2,71±2,29	0,54±0,4	ns	ns
Agrícola	14,46±6,58	26,32±6,16	45,17±14,80	60,98±9,58	**	ns
Artificial	0,29±0,29	0,10±0,07	5,18±5,08	5,23±5,08	ns	ns
Autopistas- Autovías	0±0	0±0	0±0	0,29±0,29	ns	ns
Minería- Escombreras- Vertederos	0,03±0,03	0,06±0,06	0,88±0,88	0,18±0,18	ns	ns
Prados con setos	6,23±6,23	0,67±0,67	0±0	0±0	ns	ns
Prado	3,19±2,33	2,17±1,44	0,52±0,52	0,32±0,32	ns	ns
Pastizal- matorral	4,45±3,53	4,73±3,11	1,70±1,70	23,76±9,96	ns	+
Ic	0,98±0,00	0,95±0,02	0,97±0,01	0,99±0,01	ns	ns

ns: no significativo; \*\* : p<0,01; \* : p<0,05; + : p<0,1

En la tabla 22 se observa que el nivel de significación encontrado en las variables estudiadas para caracterizar el hábitat en una banda de 100 m a ambos lados

## Resultados y Discusión

de la carretera en torno a los puntos seleccionados es igual que el observado en el área de 1000 m de radio, en función del tipo y del subtipo de puntos. Exceptuamos las diferencias significativas ( $p < 0,1$ ) en el porcentaje de pastizal – matorral en función del tipo de punto seleccionado, siendo mayor en los puntos blancos y las diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en función del subtipo de punto, siendo mayor en los puntos seleccionados por Ip.

Tabla 22: Media y error típico de la media del ecotono (m), bosque total (%), matorral (%), herbazal (%), riberas (%), agrícola (%), artificial (%), autopistas- autovías (%), minería-escombreras-vertederos (%), prados con setos (%), prado (%) y pastizal-matorral (%) en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera en torno a los puntos seleccionados. Nivel de significación en función del tipo de punto (blanco ó negro) y del subtipo (número de accidentes ó índice de peligrosidad).

	BANDA 100				Nivel de significación	
	Nacc	Nip	Bacc	Bip	TIPO blanco/negro	SUBTIPO ip/acc
ECOTONO	1955,71±559,13	2550,76±663,20	1611,71±643,10	3404,76±629,18	ns	+
Bosque total	56,92±12,96	62,37±8,92	39,93±16,26	5,59±2,84	**	ns
Matorral	2,72±2,72	0±0	0,34±0,34	0,34±0,34	ns	ns
Herbazal	3,61±3,61	0±0	0,02±0,02	0,02±0,02	ns	ns
Riberas	2,97±2,19	1,79±0,92	2,65±1,97	0,70±0,70	ns	ns
Agrícola	17,40±9,39	28,84±6,81	40,67±13,92	61,48±7,47	**	ns
Artificial	0±0	0,40±0,40	7,50±7,50	7,50±7,50	ns	ns
Autopistas- autovías	0±0	0±0	0±0	2,26±2,26	ns	ns
Minería- escombreras- vertederos	0±0	0,02±0,02	4,53±4,53	0±0	ns	ns
Prados con setos	10,58±10,58	0±0	0±0	0±0	ns	ns
Prado	2,25±1,48	0,52±0,43	0,03±0,03	0,11±0,11	ns	ns
Pastizal- matorral	2,54±1,87	5,16±2,94	3,17±3,17	20,51±6,51	+	*

ns: no significativo; \*\* :  $p < 0,01$ ; \* :  $p < 0,05$ ; +:  $p < 0,1$

## 9.- ANALISIS PREDICTIVO

Considerando que las características del hábitat estudiado en un área de 1000 m de radio alrededor de los puntos seleccionados se pueden equiparar con las características del hábitat estudiado en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera, tal y como ha quedado demostrado anteriormente (apartado 5.5), se ha realizado el análisis predictivo sólo para la banda-100.

Para calcular las ecuaciones lineales que nos permitan predecir el nº acc/km y el Ip en un punto dado, se ha llevado a cabo el siguiente procedimiento.

En primer lugar, se ha realizado el análisis de componentes principales (análisis factorial) para realizar una selección de las variables independientes.

Tabla 23: Componentes principales y varianza total explicada.

Compo nente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulad o	Total	% de la varianz a	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumula do
1	2,634	20,264	20,264	2,634	20,264	20,264	2,522	19,401	19,401
2	2,408	18,524	38,788	2,408	18,524	38,788	2,520	19,387	38,788
3	1,669	12,842	51,629						
4	1,364	10,493	62,122						
5	1,216	9,354	71,476						
6	1,079	8,299	79,774						
7	,886	6,816	86,590						
8	,627	4,822	91,412						
9	,617	4,745	96,157						
10	,309	2,380	98,537						
11	,167	1,282	99,819						
12	,023	,175	99,994						
13	,001	,006	100,000						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Teniendo en cuenta la varianza total explicada (tabla 23), se ha elegido un modelo con dos componentes, pues cada una de ellas explica más del 15% de la varianza, explicando conjuntamente más del 38%, quedando la composición de la matriz de componentes (tabla 24) de la siguiente forma:

Tabla 24: Matriz de componentes principales seleccionadas

	Componente	
	1	2
ECOTONO	0,387	0,665
Ic	0,335	0,302
Matorral	0,053	0,266
Herbazal	-0,527	0,614
Riberas	-0,434	0,675
Agrícola	0,746	0,109
Artificial	0,083	0,336
Autopistas-autovías	0,329	0,164
Minería-escombreras -vertederos	0,184	-0,041
Prados con setos	-0,292	0,186
Prado	-0,548	0,637
Pastizal- matorral	0,614	0,162
Bosque total	-0,659	-0,594

Dicha matriz de componentes se puede visualizar en la figura 75.

**Gráfico de componentes en espacio rotado**

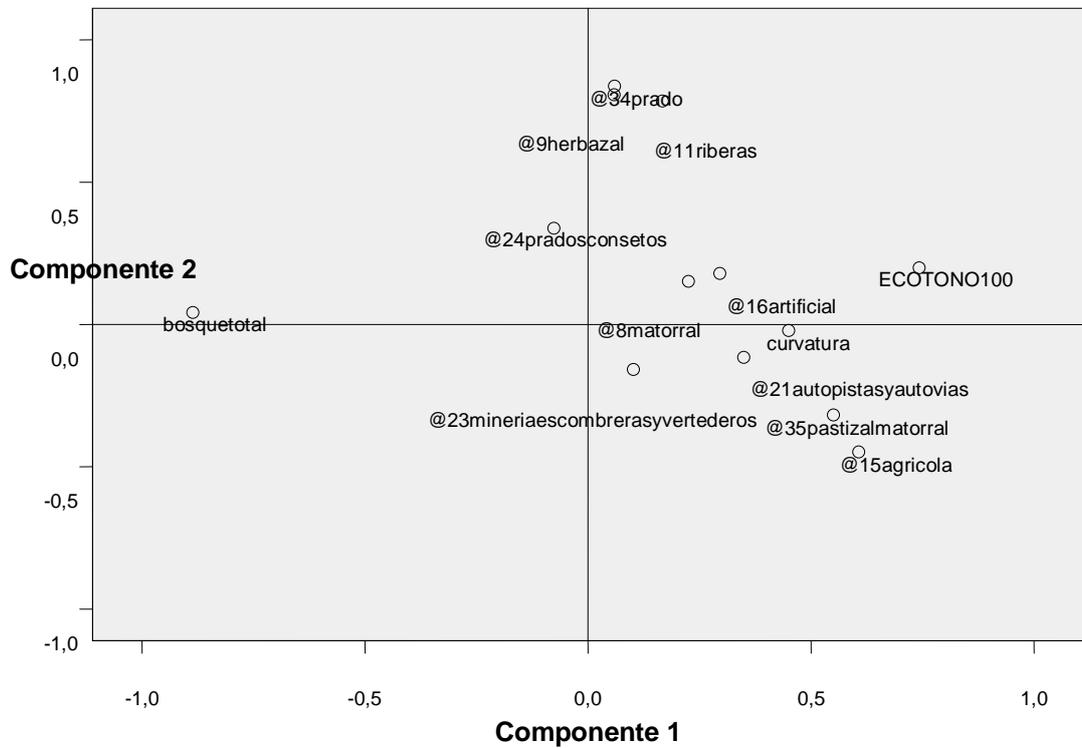


Figura 75: Representación de componentes principales en espacio rotado.

Estudiada la matriz de componentes, se han seleccionado aquellas variables que participan en una o en otra componente en un porcentaje al 50 %, dando como resultado la composición que se muestra en la tabla 25.

Tabla 25: Variables independientes seleccionadas.

	Componente	
	1	2
ECOTONO	0,387	<b>0,665</b>
Herbazal	<b>-0,527</b>	<b>0,614</b>
Riberas	-0,434	<b>0,675</b>
Agrícola	<b>0,746</b>	0,109
Prado	<b>-0,548</b>	<b>0,637</b>
Pastizal- matorral	<b>0,614</b>	0,162
Bosque total	<b>-0,659</b>	<b>-0,594</b>

Con las variables independientes seleccionadas, mediante un análisis de regresión lineal, se han obtenido los modelos que podrían determinar las ecuaciones predictivas del nº acc/km y del Ip.

### 9.1.-MODELOS GENERADOS PARA PREDECIR EL Nº ACC/KM

En las tablas 26 y 27 se pueden observar los valores de los coeficientes de regresión corregida de cada uno de los modelos, así como el nivel de significación de las variables.

Tabla 26: Resumen de los modelos generados para predecir el nº acc/km y R<sup>2</sup> corregida.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
	SUBTIPO = nº accidentes (Seleccionado)			
1	,566(a)	,320	-,275	17,120111
2	,562(b)	,316	-,139	16,185729
3	,560(c)	,314	-,030	15,385706
4	,479(d)	,230	-,050	15,538717
5	,433(e)	,187	-,016	15,285087
6	,414(f)	,171	,044	14,827578
7	,285(g)	,081	,016	15,043640
8	,000(h)	,000	,000	15,163310

a Variables predictoras: (Constante), bosque total, 9-herbazal, 35-pastizal matorral, ECOTONO100, 15-agricola, 11-riberas, 34-prado

b Variables predictoras: (Constante), bosque total, 9-herbazal, ECOTONO100, 15-agricola, 11-riberas, 34-prado

c Variables predictoras: (Constante), bosque total, ECOTONO100, 15-agricola, 11-riberas, 34-prado

d Variables predictoras: (Constante), bosque total, ECOTONO100, 11-riberas, 34-prado

e Variables predictoras: (Constante), bosque total, ECOTONO100, 34-prado

f Variables predictoras: (Constante), bosque total, ECOTONO100

g Variables predictoras: (Constante), bosque total

h Variable predictora: (constante)

Tabla 27: Variables y coeficiente que afecta a las mismas para los distintos modelos generados para predecir el nº acc/km, y nivel de significación.

Modelo		Coeficientes(a,b)				
		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta	B	Error típ.
1	(Constante)	-11,693	32,170		-,363	,726
	ECOTONO100	,007	,005	,799	1,599	,148
	9-herbazal	,345	1,371	,164	,252	,808
	11-riberas	-1,549	1,530	-,582	-1,012	,341
	15-agricola	,230	,333	,524	,689	,510
	34-prado	2,424	3,827	,492	,633	,544
	35-pastizal matorral	-,167	,793	-,078	-,211	,838
	bosque total	,333	,297	,903	1,121	,295
2	(Constante)	-15,029	26,476		-,568	,584
	ECOTONO100	,007	,004	,796	1,685	,126
	9-herbazal	,222	1,173	,106	,189	,854
	11-riberas	-1,430	1,344	-,537	-1,064	,315
	15-agricola	,262	,280	,598	,935	,374
	34-prado	2,803	3,193	,569	,878	,403
	bosque total	,363	,247	,984	1,468	,176
					1,468	,176
3	(Constante)	-16,747	23,646		-,708	,495
	ECOTONO100	,007	,004	,796	1,774	,107
	11-riberas	-1,303	1,107	-,489	-1,177	,266
	15-agricola	,279	,252	,636	1,104	,295
	34-prado	3,191	2,330	,648	1,369	,201
	bosque total	,380	,219	1,030	1,734	,114
4	(Constante)	7,220	9,488		,761	,463
	ECOTONO100	,005	,003	,500	1,375	,196
	11-riberas	-,795	1,017	-,299	-,782	,451
	34-prado	1,256	1,552	,255	,809	,435
	bosque total	,168	,107	,456	1,571	,145
5	(Constante)	9,394	8,923		1,053	,313
	ECOTONO100	,003	,003	,318	1,157	,270
	34-prado	,633	1,310	,128	,483	,638
	bosque total	,153	,103	,415	1,478	,165
6	(Constante)	10,611	8,305		1,278	,224
	ECOTONO100	,003	,002	,317	1,188	,256
	bosque total	,143	,098	,388	1,454	,170
7	(Constante)	17,628	5,921		2,977	,010
	bosque total	,105	,094	,285	1,113	,284
8	(Constante)	22,720	3,791		5,994	,000

a Variable dependiente: Acc/kmtramito

b Seleccionando sólo los casos para los que SUBTIPO = nº accidentes

De los ocho modelos generados, únicamente la constante es significativa ( $p < 0,05$ ), en los modelos 7 y 8, observándose que las variables independientes seleccionadas no son significativas en ninguno de los modelos.

Teniendo en cuenta los coeficientes de regresión ( $R^2$  corregida) que explicarían un pequeño número de casos y la eliminación de todas las variables en los modelos generados, tal vez el n° acc/km en un punto seleccionado al azar no dependa directamente de las características del hábitat (usos del suelo y ecotono) ni de la curvatura de la carretera sino de otros factores y por tanto estos modelos no serían válidos para desarrollar una ecuación predictiva.

## 9.2.- MODELOS GENERADOS PARA PREDECIR EL IP

En las tablas 28 y 29 se pueden observar los valores de los coeficientes de regresión corregida de cada uno de los modelos, así como el nivel de significación de las variables independientes.

Tabla 28: Resumen de los modelos generados para predecir el Ip y  $R^2$  corregida.

Modelo	R SUBTIPO = peligrosidad (Seleccionado )	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,878(a)	,771	,571	1316,865140
2	,878(b)	,771	,618	1241,605303
3	,878(c)	,771	,656	1178,651371
4	,875(d)	,766	,681	1134,872870
5	,873(e)	,762	,703	1095,947733
6	,842(f)	,709	,665	1163,542103
7	,802(g)	,644	,618	1241,791956

a Variables predictoras: (Constante), bosque total, 11-riberas, 34-prado, 35-pastizal matorral, 9-herbazal, ECOTONO100, 15-agricola

b Variables predictoras: (Constante), bosque total, 11-riberas, 34-prado, 35-pastizal matorral, 9-herbazal, ECOTONO100

c Variables predictoras: (Constante), bosque total, 11-riberas, 34-prado, 35-pastizal matorral, ECOTONO100

d Variables predictoras: (Constante), bosque total, 11-riberas, 34-prado, ECOTONO100

e Variables predictoras: (Constante), bosque total, 11-riberas, ECOTONO100

f Variables predictoras: (Constante), bosque total, ECOTONO100

g Variables predictoras: (Constante), bosque total

Tabla 29: Variables y coeficiente que afecta a las mismas para los distintos modelos generados para predecir el Ip y nivel de significación.

		Coeficientes(a,b)				
		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
Modelo		B	Error típ.	Beta	B	Error típ.
1	(Constante)	-1234,994	7091,011		-,174	,866
	ECOTONO100	,414	,331	,375	1,251	,246
	9-herbazal	2345,568	34832,035	,045	,067	,948
	11-riberas	-264,103	205,905	-,302	-1,283	,236
	15-agricola	1,870	71,591	,024	,026	,980
	34-prado	234,544	567,776	,104	,413	,690
	35-pastizal matorral	-8,121	77,968	-,064	-,104	,920
	bosque total	60,405	71,754	1,036	,842	,424
2	(Constante)	-1052,271	1094,354		-,962	,361
	ECOTONO100	,413	,310	,374	1,331	,216
	9-herbazal	1524,266	14130,890	,029	,108	,916
	11-riberas	-264,858	192,212	-,303	-1,378	,202
	34-prado	231,908	526,804	,103	,440	,670
	35-pastizal matorral	-9,968	30,973	-,079	-,322	,755
	bosque total	58,569	13,670	1,004	4,284	,002
3	(Constante)	-1057,447	1037,867		-1,019	,332
	ECOTONO100	,431	,246	,391	1,753	,110
	11-riberas	-254,413	157,618	-,291	-1,614	,138
	34-prado	200,356	415,921	,089	,482	,640
	35-pastizal matorral	-11,542	25,936	-,091	-,445	,666
	bosque total	58,052	12,152	,995	4,777	,001
4	(Constante)	-1244,042	914,131		-1,361	,201
	ECOTONO100	,410	,232	,371	1,764	,105
	11-riberas	-227,068	139,756	-,260	-1,625	,132
	34-prado	173,082	396,101	,077	,437	,671
	bosque total	60,318	10,623	1,034	5,678	,000
5	(Constante)	-1363,518	842,364		-1,619	,131
	ECOTONO100	,457	,199	,414	2,295	,041
	11-riberas	-216,532	132,938	-,247	-1,629	,129
	bosque total	60,961	10,160	1,045	6,000	,000
6	(Constante)	-1122,938	880,462		-1,275	,224
	ECOTONO100	,337	,196	,305	1,716	,110
	bosque total	56,464	10,381	,968	5,439	,000
7	(Constante)	209,793	443,105		,473	,643
	bosque total	46,794	9,306	,802	5,029	,000

a Variable dependiente: Iptramito

b Seleccionando sólo los casos para los que SUBTIPO = peligrosidad

A diferencia de lo que ocurre en los modelos generados para predecir el n° acc/km, los coeficientes de regresión corregida son más elevados. Sin embargo, en estos

modelos, se observa que la constante como variable predictiva no es significativa en ninguno de ellos y por tanto se opta por estudiar modelos sin constante.

### 9.3.-MODELOS SIN CONSTANTE GENERADOS PARA PREDECIR EL IP

En las tablas 30 y 31 se pueden observar los valores de los coeficientes de regresión corregida de cada uno de los modelos sin constante, así como el nivel de significación de las variables independientes.

Tabla 30: Resumen de los modelos generados sin constante para predecir el Ip y R<sup>2</sup> corregida.

Modelo	R SUBTIPO = peligrosidad (Seleccionado )	R cuadrado(a)	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,936(b)	,876	,780	1243,903873
2	,936(c)	,876	,801	1182,698692
3	,932(d)	,869	,810	1156,838220
4	,929(e)	,863	,817	1133,190796
5	,919(f)	,844	,808	1162,234461
6	,908(g)	,824	,799	1189,296875
7	,897(h)	,805	,792	1209,251448

a Para la regresión a través del origen (el modelo sin término de intersección), R cuadrado mide la proporción de la variabilidad de la variable dependiente explicado por la regresión a través del origen. NO SE PUEDE comparar lo anterior con la R cuadrado para los modelos que incluyen una intersección.

b Variables predictoras: bosque total, 9-herbazal, 35-pastizal matorral, 34-prado, 15-agricola, 11-riberas, ECOTONO100

c Variables predictoras: bosque total, 35-pastizal matorral, 34-prado, 15-agricola, 11-riberas, ECOTONO100

d Variables predictoras: bosque total, 35-pastizal matorral, 15-agricola, 11-riberas, ECOTONO100

e Variables predictoras: bosque total, 15-agricola, 11-riberas, ECOTONO100

f Variables predictoras: bosque total, 11-riberas, ECOTONO100

g Variables predictoras: bosque total, ECOTONO100

h Variables predictoras: bosque total

## Resultados y Discusión

Como se puede apreciar en la tabla 30, los coeficientes de regresión corregida son más elevados que incluyendo la ( $R^2$  corregida > 0,78).

Tabla 31: Variables y coeficiente que afecta a las mismas para los distintos modelos generados sin constante para predecir el Ip y nivel de significación.

		Coeficientes(a,b,c)				
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta	B	Error típ.
1	ECOTONO100	,403	,306	,526	1,314	,221
	9-herbazal	-3038,014	15165,773	-,044	-,200	,846
	11-riberas	-269,512	192,271	-,259	-1,402	,195
	15-agricola	-10,430	11,069	-,203	-,942	,371
	34-prado	221,963	531,960	,077	,417	,686
	35-pastizal matorral	-20,584	29,241	-,156	-,704	,499
	bosque total	48,025	9,257	,863	5,188	,001
2	ECOTONO100	,359	,205	,469	1,753	,110
	11-riberas	-288,251	159,715	-,277	-1,805	,101
	15-agricola	-9,630	9,815	-,188	-,981	,350
	34-prado	287,840	397,555	,100	,724	,486
	35-pastizal matorral	-17,717	24,245	-,134	-,731	,482
	bosque total	49,070	7,271	,882	6,748	,000
3	ECOTONO100	,404	,191	,528	2,119	,058
	11-riberas	-267,287	153,634	-,257	-1,740	,110
	15-agricola	-10,585	9,513	-,206	-1,113	,290
	35-pastizal matorral	-16,994	23,694	-,129	-,717	,488
	bosque total	48,426	7,059	,870	6,860	,000
4	ECOTONO100	,327	,154	,427	2,120	,056
	11-riberas	-227,875	140,538	-,219	-1,621	,131
	15-agricola	-11,851	9,157	-,231	-1,294	,220
	bosque total	49,443	6,774	,888	7,299	,000
5	ECOTONO100	,176	,104	,230	1,701	,113
	11-riberas	-178,801	138,795	-,172	-1,288	,220
	bosque total	48,317	6,890	,868	7,013	,000
6	ECOTONO100	,116	,095	,152	1,228	,240
	bosque total	46,387	6,882	,833	6,741	,000
7	bosque total	49,938	6,349	,897	7,866	,000

a Variable dependiente: Ipramito

b Regresión lineal a través del origen

c Seleccionando sólo los casos para los que SUBTIPO = peligrosidad

A la vista de los siete modelos generados y tras valorar la  $R^2$  corregida de cada modelo y el nivel de significación de las variables que lo integran ( $p < 0,01$ ), se ha considerado que el modelo 7, con una  $R^2$  corregida de 0,79 y la variable que lo integra, bosque total altamente significativa ( $p < 0,001$ ), es el más adecuado para estimar el

índice de peligrosidad en un punto, teniendo en cuenta las características del hábitat en una banda de 100 m a ambos lados de dicho punto.

La ecuación queda de la siguiente forma:

Modelo 7:

$$Ip = 49,938 * (\% \text{ b. total})$$

A pesar del elevado valor de  $R^2$  corregida (0,792) del modelo, el bajo tamaño de la muestra de puntos de alto y bajo  $Ip$ , hace que el modelo solo responda ante valores extremos (máximos y mínimos) de  $Ip$ .

Finalmente para contrastar la predicción aportada por la variable independiente bosque total al índice de peligrosidad, se ha realizado un análisis de regresión lineal (figura 76), entre el índice de peligrosidad real y el índice de peligrosidad generado por el modelo 7, observándose una alta correlación entre ambos índices ( $R^2$  corregido > 60%).

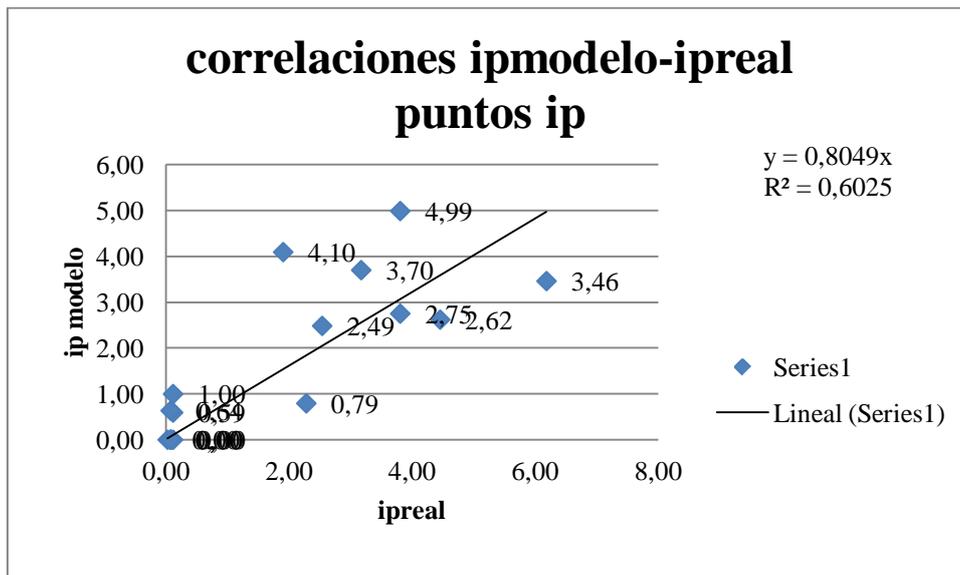


Figura 76: Correlación entre el  $Ip$  real y el  $Ip$  generado por el modelo.

**10.- ESCALA DE VALORES DEL IP**

Basándonos en los valores reales de Ip y habiéndose realizado un cambio de escala (1/1000) hemos obtenido la siguiente descripción estadística del Ip (tabla 32) y la distribución en percentiles (tabla 33 y figura 77).

Tabla 32: Estadísticos descriptivos del Ip.

	Estadístico	Error típ.
Ip Media	1,7982	,50275
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	,7266
	Límite superior	2,8698
Media recortada al 5%	1,6534	
Mediana	1,0063	
Varianza	4,044	
Desv. típ.	2,01100	
Mínimo	,02	
Máximo	6,18	
Rango	6,16	
Amplitud intercuartil	3,58	
Asimetría	,765	,564
Curtosis	-,505	1,091

Tabla 33: Distribución en percentiles del Ip

	Percentiles						
	5	10	25	50	75	90	95
Promedio ponderado (definición 1) Ip	,0200	,0550	,0709	1,0063	3,6466	4,9734	.
Bisagras de Tukey Ip			,0718	1,0063	3,4881		

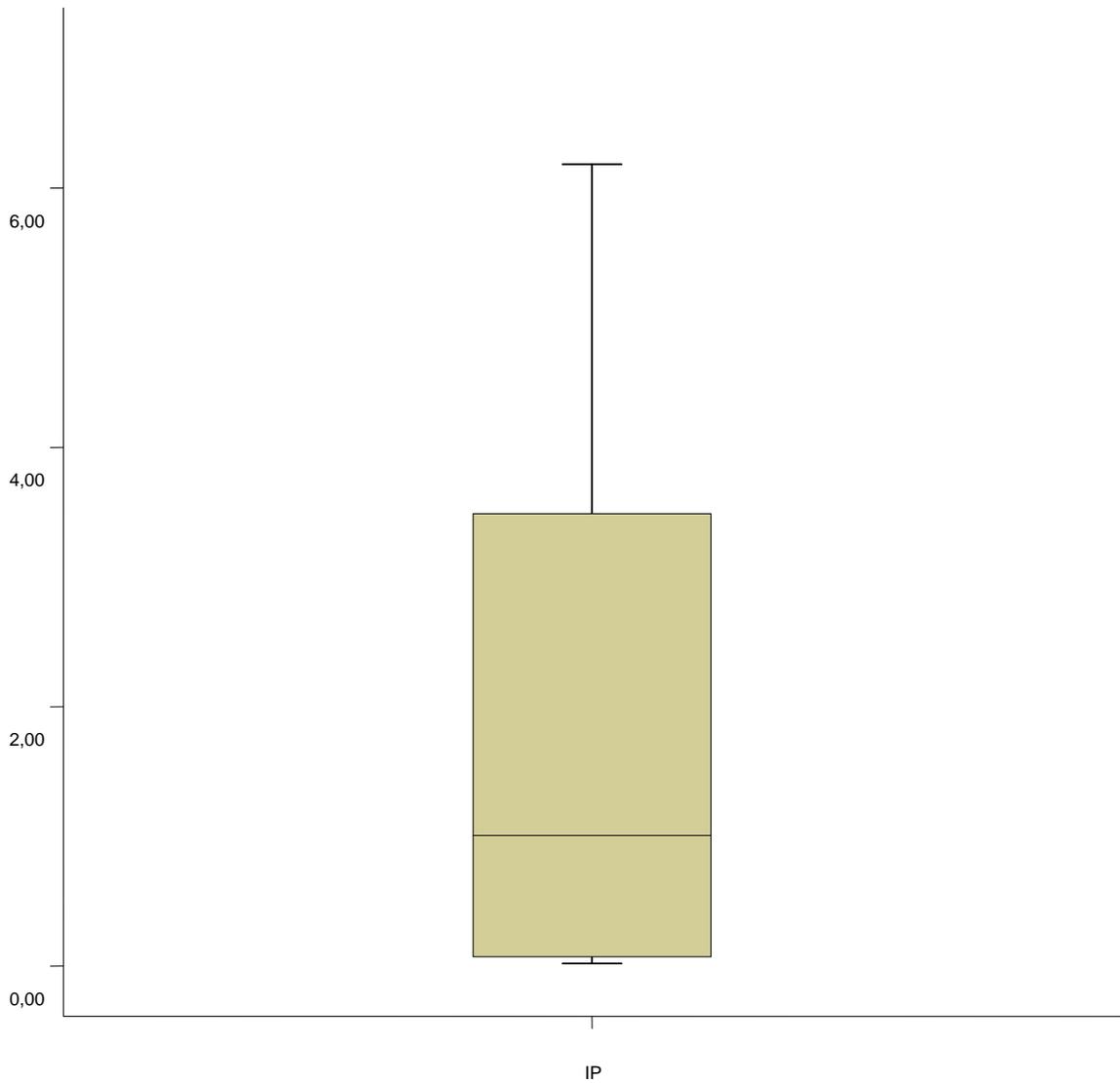


Figura 77: Diagrama de Tukey para la distribución del Ip.

Conforme a la distribución en percentiles mostrada en la tabla 33 y figura 77, proponemos el siguiente baremo para clasificar la peligrosidad de un punto dado atendiendo a su  $I_p$ :

Peligrosidad alta:  $I_p \geq 3,64$  (percentil 75%)

Peligrosidad media.  $0,070 < I_p < 3,64$

Peligrosidad baja:  $I_p \leq 0,070$  (percentil 25%)

## 11.-DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO

En la figura 78 se observa una relación directa entre el número de accidentes y los rendimientos de los dos cultivos mayoritarios, trigo y cebada, pero con un desfase de un año. Así, apreciamos que años con elevados rendimientos agrícolas (año 2004) preceden a años con elevada siniestralidad (año 2005), y viceversa, bajos rendimientos en el año 2005 preceden a un bajo número de accidentes en el año 2006.

Esto puede explicarse debido a que la alimentación es determinante en el éxito reproductivo de las especies, lo cual se traduce en una mayor tasa de fertilidad y en casos como el corzo en una mayor prolificidad, que dan lugar a un mayor reclutamiento al año siguiente, y en consecuencia, puede aumentar el número de accidentes.

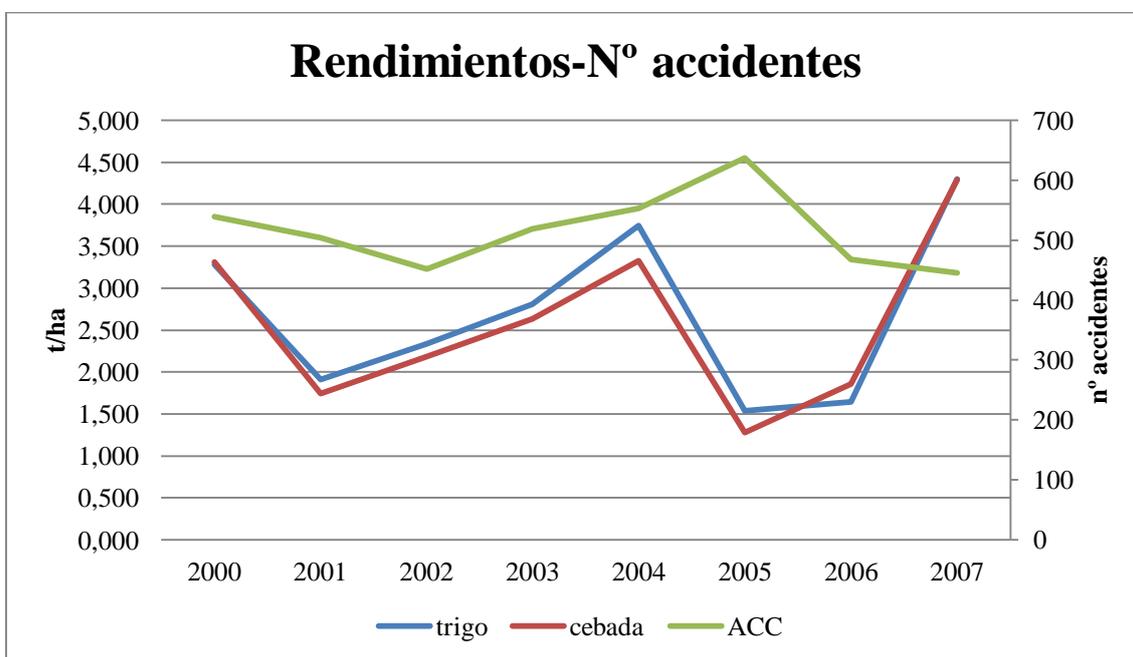


Figura 78: Evolución anual de los rendimientos de trigo y cebada en toneladas por hectárea y del número de accidentes provocados por animales salvajes durante el periodo 2000-2007 en la provincia de Soria.

Seiler (2004) estudió las tendencias y variaciones en las colisiones de vehículos con ungulados en Suecia durante el periodo 1970-1999, observando que el número total de choques con los alces y corzos tiene una alta correlación con los cambios en las cosechas y el aumento del volumen de tráfico.

## **12.- CARACTERÍSTICAS CINEGÉTICAS**

En las figuras 79 y 80 observamos que únicamente en los puntos negros y blancos seleccionados por índice de peligrosidad, existe una relación directa entre el número de capturas y el número de accidentes. Así en estos puntos, se podría pensar que cuanto mayor es la densidad de animales, mayor es el número de capturas realizadas y también mayor el número accidentes registrados. Son varios autores los que se pronuncian en este sentido.

López Fernández (1992) afirma que la mortalidad causada por los atropellos en las distintas especies también refleja la abundancia relativa de sus respectivas poblaciones.

Según MINUARTIA (2005) entre los factores que condicionan la aparición de puntos problemáticos destaca, por una parte, la densidad de las poblaciones de las especies implicadas. Así las comarcas de Girona que concentran un mayor número de puntos son las que muestran mayores densidades de jabalí.

Rosell et al. (2009) encuentra correlación entre la estimación de la densidad de jabalí y el número total de colisiones registradas en Cataluña durante el período 2000-2006.

El número de jabalíes cobrados dentro de las batidas de caza celebradas en la provincia de Salamanca durante el periodo 1999-2002 tiene una correlación significativa estadísticamente con el número de jabalíes atropellados en el mismo periodo en las carreteras de la provincia de Salamanca (Peris et al., 2005).

Por el contrario las zonas de mayor número de atropellos no se relacionan con las de mayor densidad para el caso de accidentes con ungulados en el territorio histórico de Álava (Markina, 1999). En este sentido, hemos observado en nuestro estudio, que no existe una relación directa entre el número de capturas y el número de accidentes en los puntos blancos y negros seleccionados por número de accidentes.

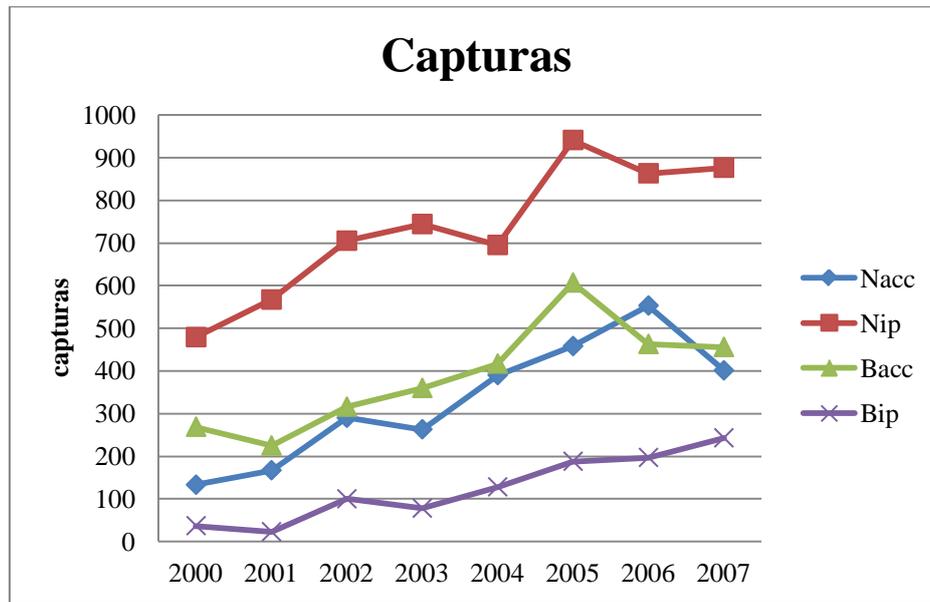


Figura 79: Evolución del número de capturas registradas en los cotos circundantes a los distintos tipos de puntos estudiados, a lo largo del periodo 2000-2007.

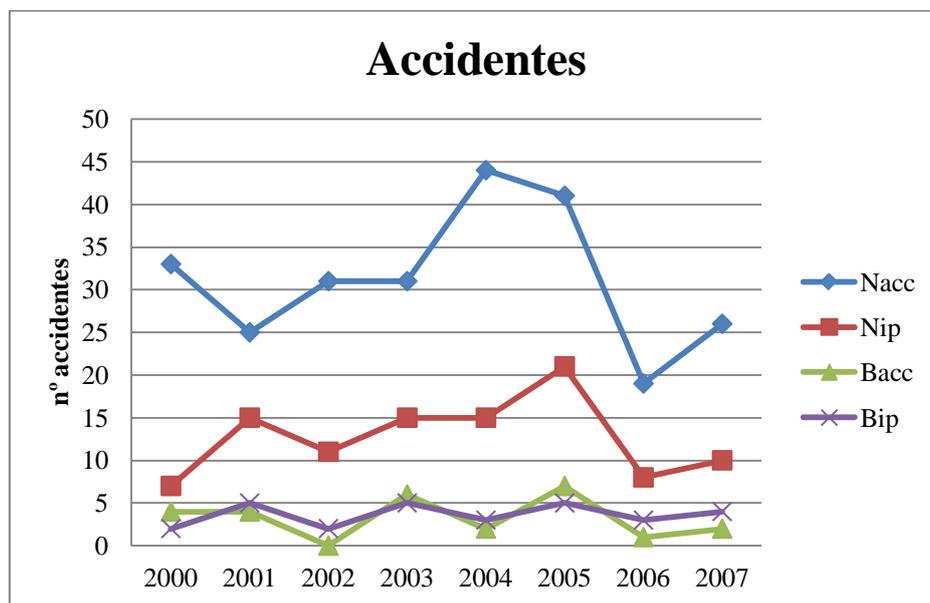


Figura 80: Evolución del número de accidentes registrados en los distintos tipos de puntos estudiados, a lo largo del periodo 2000-2007.

Para estudiar con mayor claridad la evolución del número de accidentes respecto al número de capturas a lo largo del periodo de estudio, hemos considerado conjuntamente los datos en los puntos estudiados (figura 81).

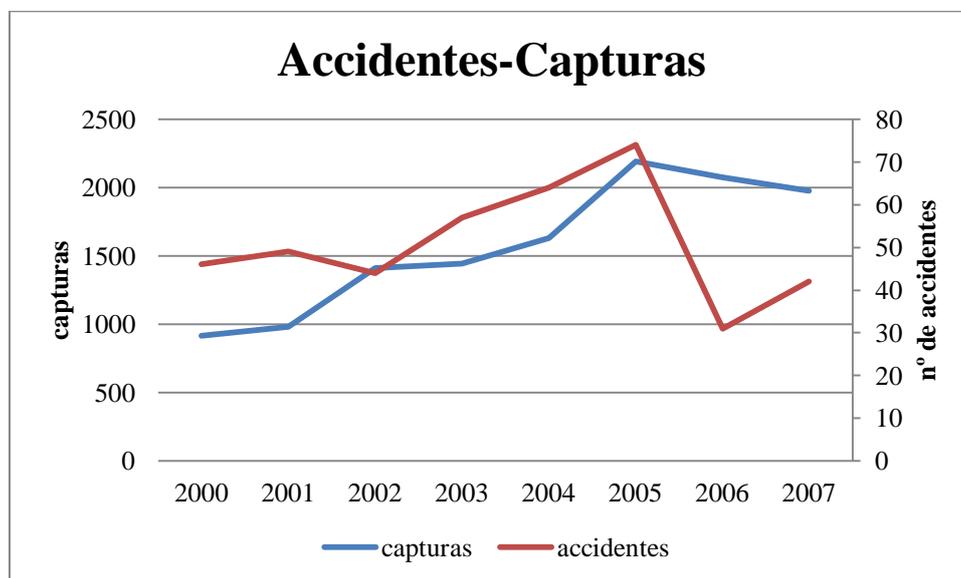


Figura 81: Evolución del número de accidentes y capturas registrados conjuntamente en los cuatro tipos de puntos estudiados a lo largo del periodo 2000-2007.

Así pues, en la figura 81 se observa que en el año 2001 se produce un ligero aumento del número de accidentes a pesar de que también se produjo un aumento del número de capturas. Sin embargo, la población se había incrementado debido a la buena cosecha del año 2000 (figura 78).

En el año 2002, se produce una disminución del número de accidentes y se aprecia un mayor número de capturas. Cabe destacar que el año precedente (2001) fue un mal año agrológico.

El año 2005 destaca por ser el año en el que se registra el mayor número de accidentes dentro del periodo de estudio, siendo el año en el que se registra el mayor número de capturas. Tanto, la mayor siniestralidad como la mayor tasa de capturas puede ser debido al aumento de la población como consecuencia de los altos rendimientos de las cosechas de 2004.

En el año 2006 se registra el pico más bajo de siniestros del periodo de estudio. Esto puede ser debido a varios factores: A la elevada tasa de extracción realizada en el año 2005; a un año agrario precedente malo (2005), y a la reacción de los conductores

ante la entrada en vigor de la Reforma de la Ley de Tráfico (10-agosto-2005), con la aplicación de la pérdida de puntos en el permiso de conducción, que hace que tengan una mayor prudencia en la conducción respetando los límites de velocidad.

En el año 2007 aumenta en número de accidentes con respecto al año 2006 a pesar de que este último no fue un año agrológico bueno, pudiendo estar relacionado con el descenso en el número de capturas registradas a partir del 2005.

### 13.- VALORACIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTORAS APLICADAS

#### 13.1.-VALLADOS

##### 13.1.1.-CARRETERAS DE LA RED NACIONAL

En la figura 82 observamos que la colocación de vallado en ambas márgenes de dos tramos en el año 2002 de la carretera N-234 hizo disminuir considerablemente el número de accidentes en los años sucesivos en estos tramos. Así, se pasó de 5 accidentes en el año 2002, a 3 en el año 2003, no registrándose ningún accidente en el año 2004.

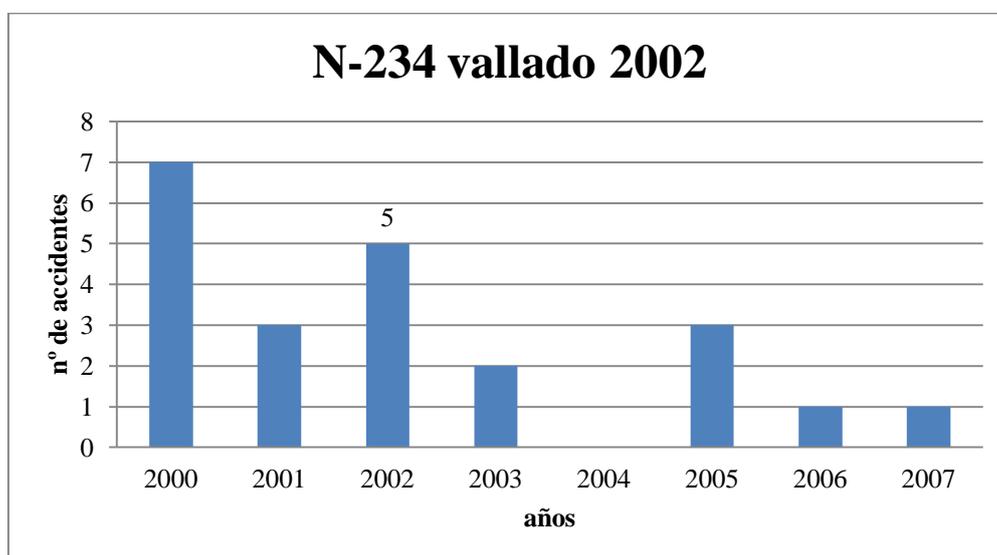


Figura 82: Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera N-234 en los tramos en los que se instaló vallado en el año 2002: pkm. 368,100 al 368,860, ambas márgenes (noviembre-2002); pkm. 369,370 al 371,200, ambas márgenes (noviembre-2002).

La aplicación de vallado en ambas márgenes de un tramo de la carretera N-234 en el año 2004 no dio lugar a cambios sustanciales en el número de accidentes, teniendo en cuenta que en dicho tramo, el año previo a la instalación del vallado únicamente se registró un accidente, manteniéndose esta cifra en 2004, 2005 y 2007 y no registrándose ninguno en 2006 (figura 83).

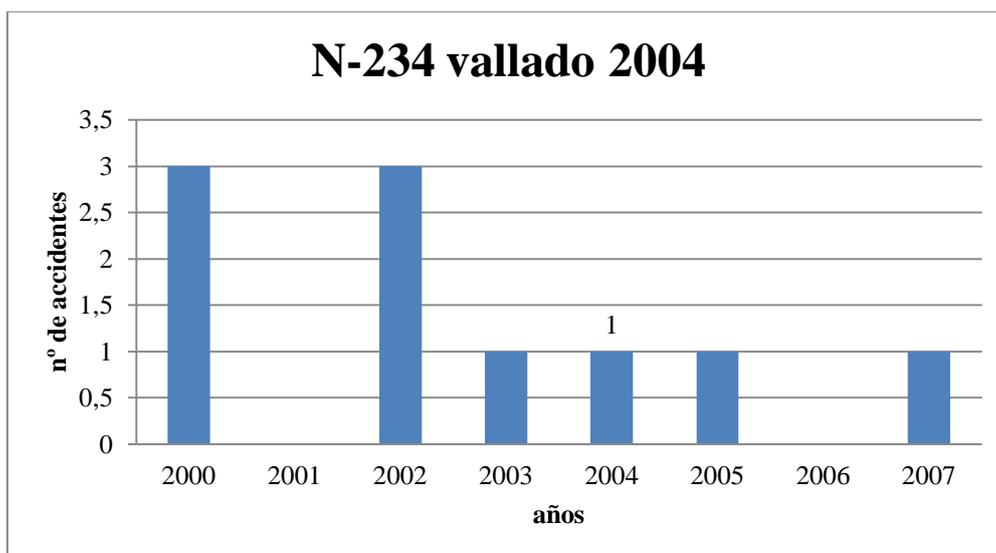


Figura 83: Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera N-234 en los tramos en los que se instaló vallado en el año 2004: pkm. 367,460 al 368,100, ambas márgenes (mayo-2004).

La instalación de vallado en la margen derecha en un tramo de la N-234 en el año 2005 no supuso una disminución del número de siniestros pues se mantuvo su número en 2 accidentes en el año 2006 y se produjo un aumento considerable hasta 4 siniestros en 2007 (figura 84).

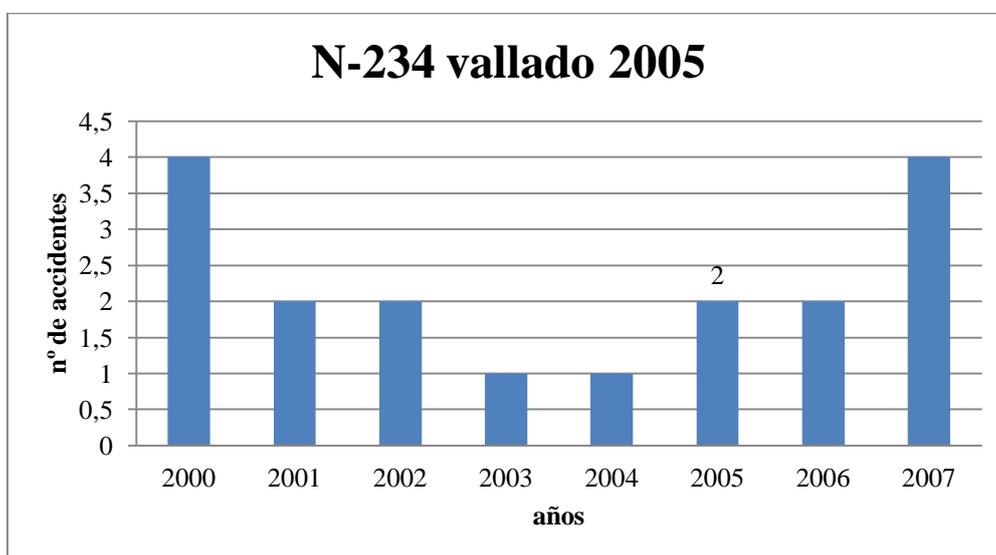


Figura 84: Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera N-234 en los tramos en los que se instaló vallado en el año 2005: pkm. 399,440 al 401,600, margen derecha (octubre-2005).

En la figura 85 observamos que la instalación de vallado en ambas márgenes de dos tramos de la N-234 en el año 2006 no hizo variar el número de siniestros al año siguiente manteniéndose en 5.

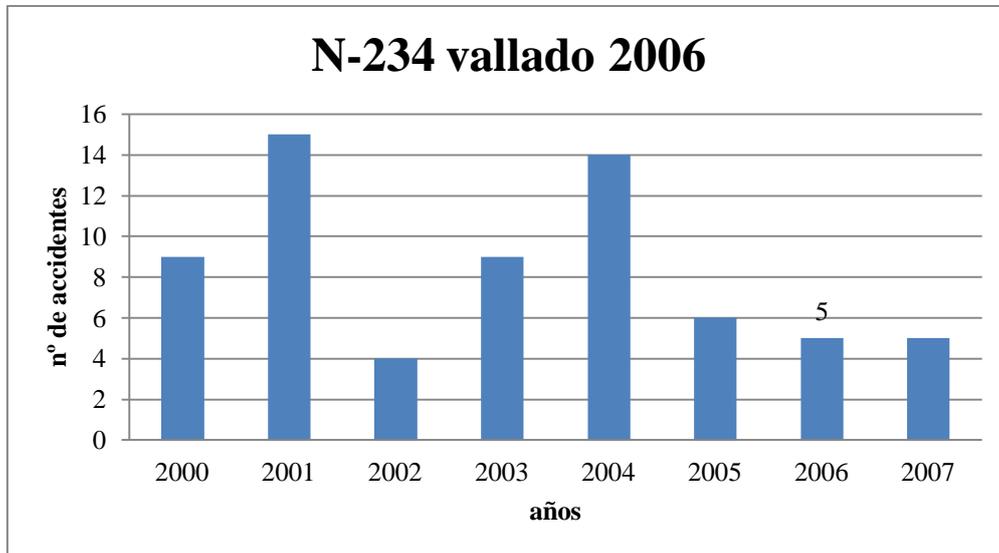


Figura 85: Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera N-234 en los tramos en los que se instaló vallado en el año 2006: pkm. 362,560 al 363,650, margen derecha (mayo-2006); pkm. 362,260 al 362,560 margen izquierda (mayo-2006); pkm. 371,200 al 372,070, margen izquierda (junio-2006); pkm. 371,996 al 372,238, margen derecha (noviembre-2006).

### 13.1.2.- CARRETERAS DE LA RED AUTONÓMICA

La instalación de vallado en la margen derecha en un tramo de la carretera de la red autonómica SO-920 en 2005 supuso una disminución drástica en el número de accidentes producidos, pasando de 6 en 2005 a 1 accidente en el año 2006 y no se produjo ningún siniestro en el año 2007 (figura 86).

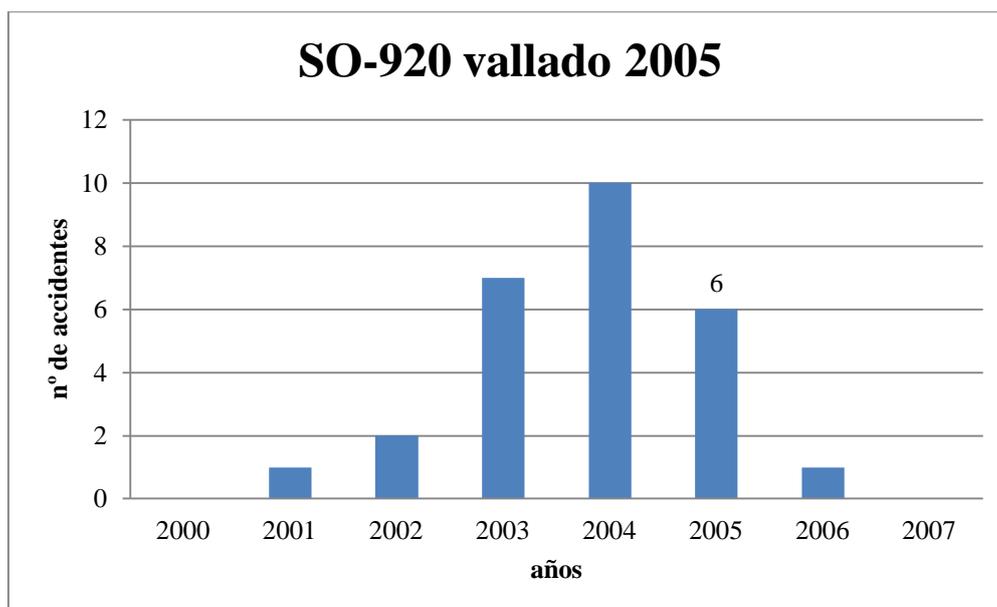


Figura 86: Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera SO-920 en los tramos en los que se instaló vallado en el año 2005: pkm 29,000 a pkm 32,800, margen derecho (septiembre 2005).

Todos los tramos en los que se ha instalado vallado en la carretera N-234 en la provincia de Soria están incluidos dentro de los TCAAacc determinados en nuestro trabajo sin embargo ninguno de estos tramos incluye los puntos negros que se han determinado. El tramo de la red autonómica en la SO-920, donde también se instaló vallado, no está incluido dentro de los TCAAacc de nuestro trabajo.

## 13.2.-BARRERAS DE OLOR Y ESPEJOS

### 13.2.1.- CARRETERAS RED NACIONAL

La instalación de barreras de olor, en ambas márgenes, en dos tramos de la carretera N-111 en los años 2002 y 2003 no tuvo efecto en la disminución del número de accidentes en años sucesivos del periodo de estudio (figuras 87 y 88), aumentando incluso el número de accidentes.

Ambos tramos están incluidos dentro de los TCAAacc determinados en nuestro trabajo. El tramo situado entre los puntos 211,500 y 219,000 incluye un PNacc determinado en nuestro trabajo.

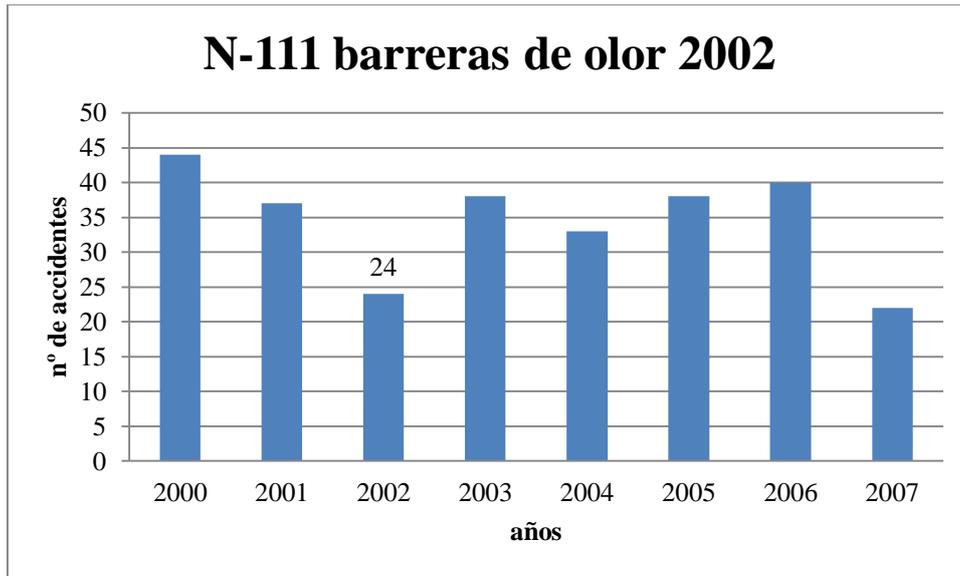


Figura 87: Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera N-111 en los tramos donde se instalaron, en ambas márgenes, barreras de olor en 2002: pkm 194,500 al pkm 210,650.

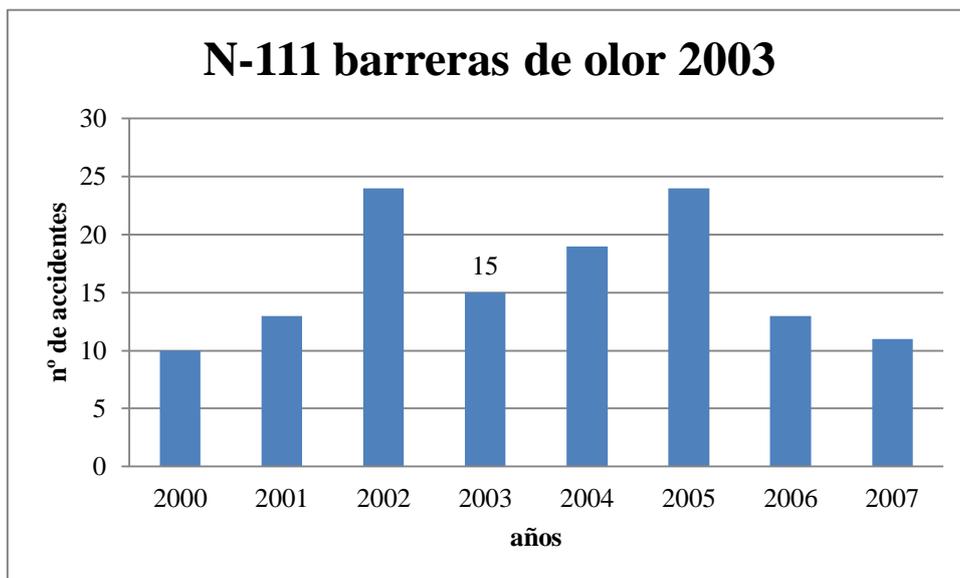


Figura 88: Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera N-111 en los tramos donde se instalaron, en ambas márgenes, barreras de olor en 2003: pkm 211,500 al pkm 219,000.

### 13.2.2.- CARRETERAS DE LA RED AUTONÓMICA

La instalación de barreras de olor junto con estacas con espejos para tratar de disminuir el número de accidentes con animales salvajes en carreteras de la red autonómica de la provincia de Soria no provocó la disminución de los mismos (figura 89) pasando de 42 accidentes en el año de aplicación 2002 a 62 en el año 2003 en el conjunto de tramos de aplicación. De estos tramos donde se aplicaron las medidas mencionadas solamente los situados en la SO-100 y SO-110 están considerados como TCAA en nuestro estudio, incluyendo los puntos negros de los mismos.

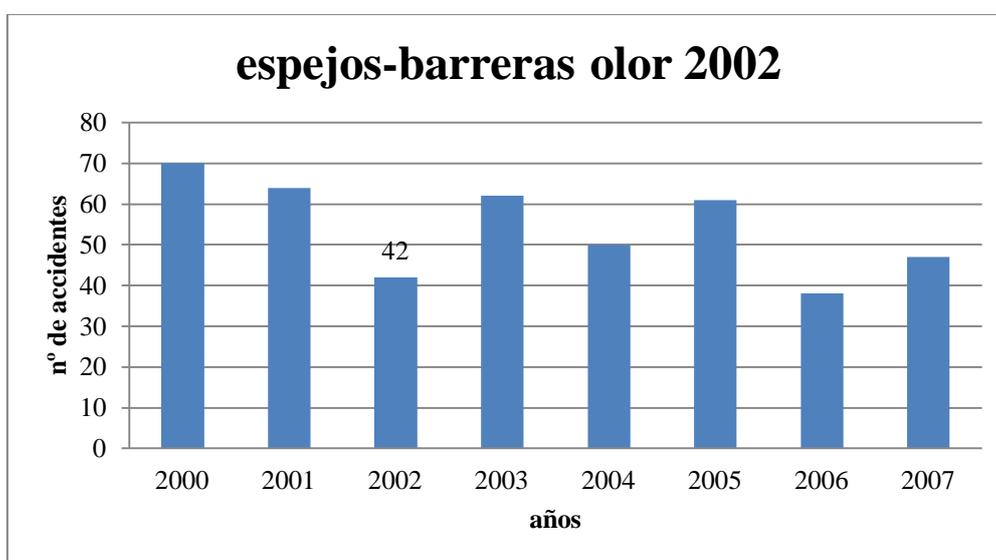


Figura 89: Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en los tramos de carreteras de la Red Autonómica donde se colocaron, en ambas márgenes, estacas con espejos (junio 2002) y barreras de olor (octubre 2002): CL-101: pkm 13,500 a pkm 17,600; pkm 61,700 a pkm 66,740. CL- 116: pkm 4,100 a pkm 16,700; pkm 21,100 a pkm 23,600; pkm 28,000 a pkm 28,800; pkm 35,100 a pkm 35,700; pkm 71,100 a pkm 74,200. SO-100: pkm 6,000 a pkm 12,600; pkm 19,000 a pkm 25,300. SO-110: pkm 3,180 a pkm 8,780. SO-820: pkm 31,800 a 31,900. CL-117: pkm 37,480 a 38,780; pkm 54,060 a pkm 59,810. SO-920: pkm 5,200 a pkm 10,595.

### 13.2.3.-CARRETERAS DE LA RED PROVINCIAL DE LA DIPUTACIÓN

En la figura 90 observamos que la instalación de barreras de olor en tramos de carreteras de la red provincial de la Diputación en el año 2003 no supuso una disminución en el número de accidentes con animales en las mismas, apreciándose un aumento de los mismos pasando de 10 accidentes en el año 2003 a 16 en el año 2004.

Estos tramos se encuentran incluidos en nuestro estudio como TCAAip; incluyen el punto negro de la SO-P-1001 y de la SO-P-2001, no así el de la SO-P-3001.

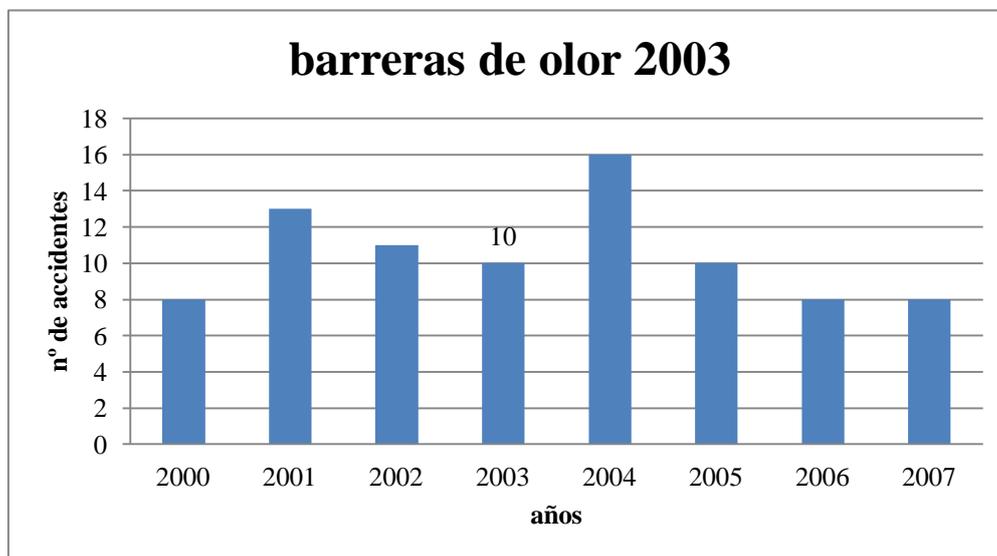


Figura 90: Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en los tramos de carreteras de la red provincial de la Diputación donde se colocaron, en ambas márgenes, barreras de olor (abril 2003): SO-P-1001: pkm 0,500 a 3,500; SO-P-3001: pkm 1,500 a pkm 4,000; SO-P-2001: pkm 0,000 a pkm 5,500.

Este tipo de instalaciones, tanto espejos reflectantes como barreras de olor, son baratas y fáciles de colocar pero necesitan un seguimiento y mantenimiento continuo. El que los espejos queden cubiertos por la vegetación (figura 91) o que las sustancias olfativas se hayan degradado o secado pueden ser las causas de su falta de efectividad. Así mismo, también pudiera deberse a que los animales se habitúan a la presencia de estas medidas.



Figura 91.- Detalle de falta de mantenimiento en estaca con espejo reflectante (Fotografía B. Asenjo).

### **13.3.- INSTALACIÓN DE PRISMAS REFLECTANTES**

#### **13.3.1.- CARRETERAS DE LA RED NACIONAL**

La instalación de prismas reflectantes en distintos tramos de la red nacional de carreteras en la provincia de Soria ha tenido diferentes resultados como observamos en las figuras 92, 93 y 94: Una disminución del número de accidentes en 2003 en un tramo de la N-111 tras su instalación en 2002 para luego tener un aumento en 2004 y 2005 (figura 92); un aumento en el número de accidentes en 2005 tras su instalación en el año 2004 en otro tramo de la N-111 (figura 93); una disminución del número de accidentes en el año 2007 tras su instalación en julio (6 accidentes) respecto al año precedente 2006 (12 accidentes) en un tramo de la N-122 (figura 94).

Los tramos de la N-111 están incluidos dentro de nuestro estudio como TCAAacc, estando incluido el punto negro en el tramo desde el pkm 238,700 hasta el

pkm 242,100. El tramo situado en la N-122 no pertenece a los determinados en nuestro trabajo.

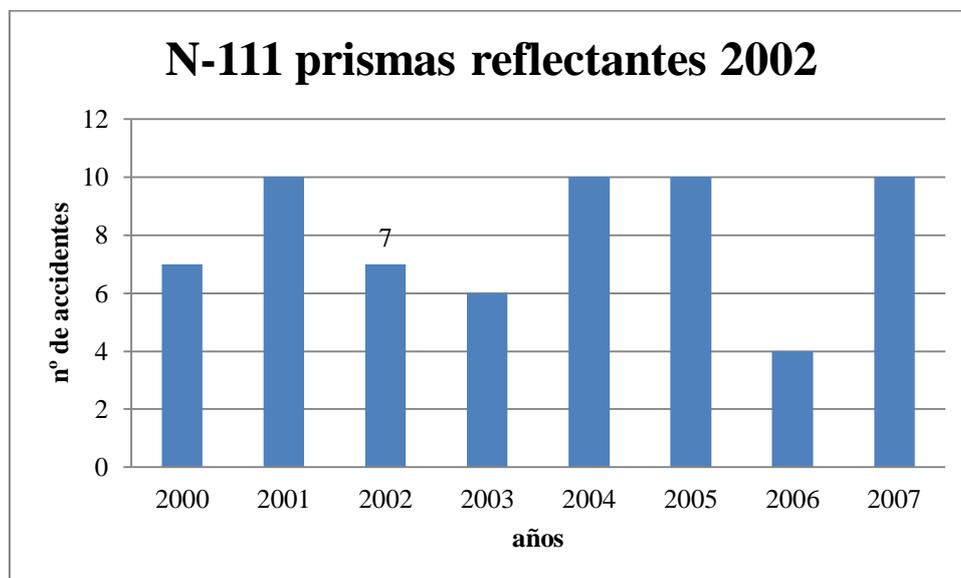


Figura 92: Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera N-111, en los tramos en los que se instalaron prismas reflectantes de color rojo, en ambas márgenes, en octubre de 2002: pkm. 238,700 al pkm 242,100.

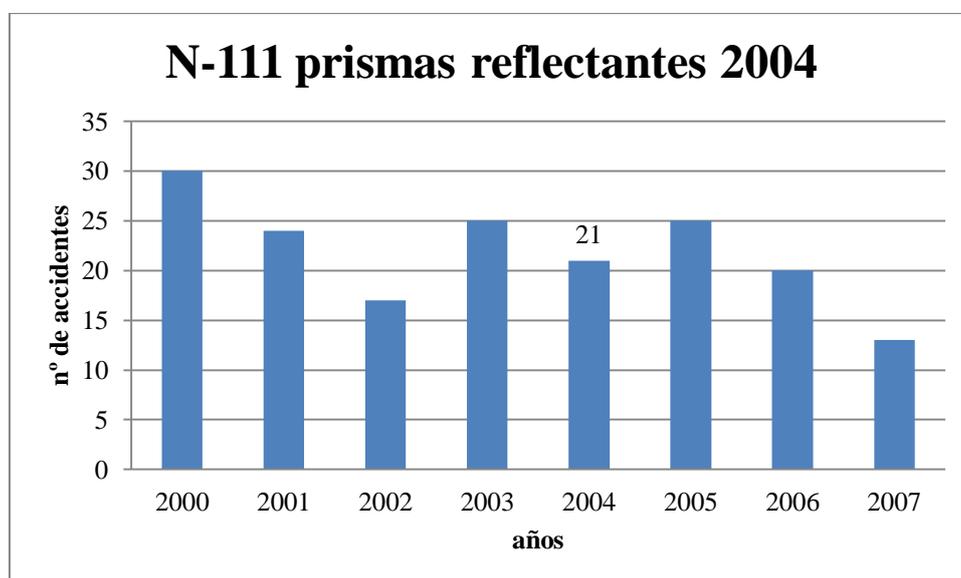


Figura 93: Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera N-111, en los tramos en los que se instalaron prismas reflectantes de color blanco, en ambas márgenes, en julio de 2004: pkm 194,500 al pkm 205,200.

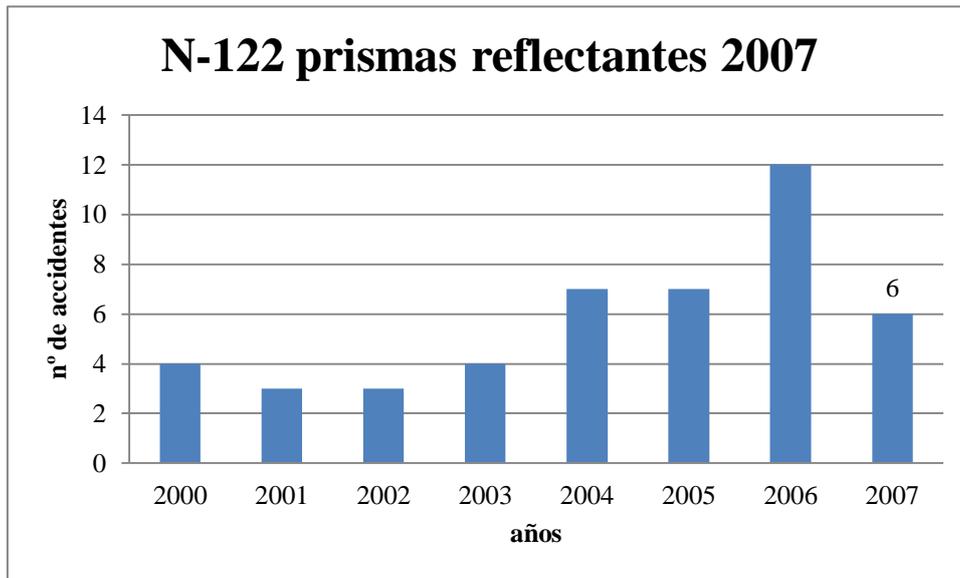


Figura 94: Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera N-122, en los tramos en los que se instalaron prismas reflectantes de color blanco, en ambas márgenes, en julio de 2007: pkm 128,000 al 133,000.

### 13.4.- PASOS DE FAUNA

#### 13.4.1.- CARRETERAS DE LA RED AUTONÓMICA

En la figura 95 observamos que la instalación de dos pasos de fauna en el año 2006 en sendos puntos de la CI-117 ha tenido distinta efectividad. Mientras que el paso instalado en el pkm 52,485 dio lugar a una disminución del número de accidentes en el tramo afectado pasando de 4 accidentes en 2006 a 3 accidentes en 2007, el paso instalado en el pkm 58,900 no tuvo el mismo efecto, aumentando el número de accidentes de 1 en el año de instalación a 3 accidentes al año siguiente 2007.

Coincidiendo con McGuire y Morrall (2000) opinamos que el alto costo de estructuras físicas como pasos a desnivel limita su instalación.

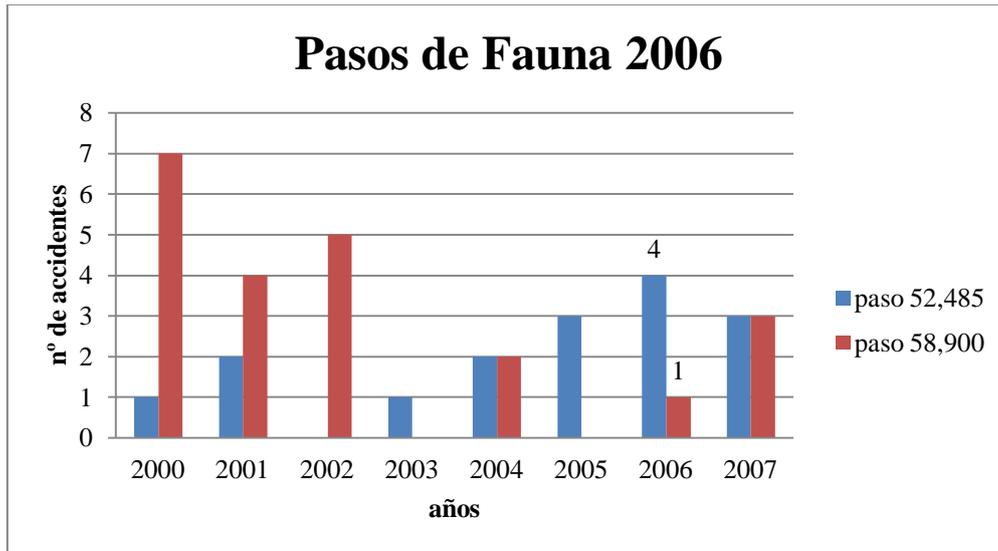


Figura 95: Evolución anual del número de accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí en la carretera CL-117 en los tramos afectados por la instalación de pasos de fauna en pkm 52,485 y en el pkm 58,900 (marzo 2006).

Los puntos en los que se instalaron los pasos de fauna no están incluidos dentro de los TCAAacc de nuestro estudio.

### 13.5.- SEÑALIZACIÓN

No hemos realizado un estudio exhaustivo de la efectividad de la instalación de señalización vertical sobre el número de accidentes, puesto que no disponemos de información sobre las fechas y puntos kilométricos en los que se instalaron.

Consideramos que no es una medida muy eficiente debido a que el conductor se habitúa a su presencia. En este sentido, en algunos trabajos se ha observado que la señalización no es eficaz si se ha instalado en amplios tramos de las carreteras (Pojar et al., 1975; Bashore, Tzilkowski & Bellis, 1985).

#### **14.- PROPUESTAS DE MEDIDAS CORRECTORAS**

El objetivo de las medidas destinadas a reducir el riesgo de colisiones con ungulados no es evitar que los animales crucen una carretera en particular, sino que el cruce se produzca de forma más segura tanto para el animal como para el conductor.

Como hemos visto en el apartado 7.3 “propuestas para minimizar el riesgo de colisión de vehículos con animales salvajes”, las medidas que se proponen en distintos estudios no tienen por sí solas una gran efectividad sino que la disminución del riesgo de colisiones de animales salvajes con vehículos dependerá de una combinación de diferentes medidas.

Las medidas propuestas tendrán tres ámbitos de aplicación:

- Medidas sobre el tráfico
- Medidas sobre la fauna
- Medidas sobre la vía.

La efectividad de las mismas estará basada en una aplicación conjunta de estos tres tipos de medidas y específica para cada punto de alto riesgo de colisiones considerado.

El coste de algunas de las medidas a tener en cuenta, junto con el mantenimiento de las mismas, son factores que van a condicionar tanto su aplicabilidad como su efectividad.

Otro factor a considerar a la hora de proponer medidas correctoras, son los límites de siniestralidad tolerables, ya que no se puede erradicar el problema, salvo con la aplicación de medidas drásticas como la eliminación de poblaciones o vallados estancos de toda la red viaria, con evidentes problemas de desaparición de especies y fragmentación de hábitats que pueden ocasionar problemas de consanguinidad.

Las medidas de mayor efectividad no tratarán de evitar los cruces del todo, pero sí desplazar estos en el espacio a lugares donde el riesgo de accidentes se reduce a través de una mayor visibilidad, o hacia pasos de fauna.

El conjunto de medidas aplicadas debería ir acompañado de campañas de concienciación de los conductores (señalizar los tramos de alto riesgo de accidentes por fauna, incluir en el programa de formación del conductor, contenidos acerca de los peligros de los animales en la vía, sensibilizar a la población en general, a través de los medios de comunicación) (Langbein et al., 2011).

El manejo del hábitat en los arcenes de la carretera (deforestación y limpieza de márgenes) para mejorar la visibilidad, sin aumentar su atractivo para el pastoreo, la

gestión eficaz de la fauna silvestre para evitar la superpoblación de ungulados en la zona, la aplicación de eficientes medidas disuasorias y la instalación de vallados deberán de aplicarse conjuntamente.

Por otra parte, es fundamental la colaboración y coordinación entre los distintos colectivos implicados (gestores de cotos de caza, gestores del medio forestal, agricultores, Administraciones propietarias de las carreteras) para la aplicación de medidas encaminadas a disminuir la siniestralidad (Langbein et al., 2011).

#### **14.1.- PROPUESTAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.**

En base al estudio realizado, proponemos un conjunto de medidas, comunes y específicas, encaminadas a disminuir la siniestralidad en los 16 puntos negros seleccionados, ilustrado con material gráfico (Anexo II).

##### **14.1.2.- MEDIDAS COMUNES.**

Las medidas sobre el tráfico implicarán la señalización de los puntos negros advirtiendo al conductor de que se encuentra ante un tramo de concentración de accidentes con animales, indicando el inicio, el final y su longitud así como una reducción de velocidad. Estas señales se situarán 1000 m antes del punto negro en ambas direcciones y estarán acompañados con bandas rugosas 100 m antes y 100 m después de la señal y al inicio y final del “trámite” con el fin de llamar la atención del conductor y disminuir la velocidad.

Las actuaciones sobre la fauna estarán orientadas a realizar una óptima gestión cinegética con el fin de controlar el número de individuos de las poblaciones, que mantenga el equilibrio de las mismas y no fuerce movimientos migratorios y/o desplazamientos de las especies animales implicadas.

En este sentido, en la provincia de Soria, en los cinco primeros meses de 2011, el número de sucesos de tráfico relativos a la fauna salvaje ha crecido un 16,2% respecto al mismo periodo de 2010, siendo el corzo la especie implicada en el 77% de los siniestros (166), seguida del jabalí con un 10,6% (23) y de ciervo con un 9,7% (21) (T.C., 2011, 18 de junio). Considerando aisladamente los accidentes provocados por corzo, el crecimiento interanual entre 2010 y 2011 ha sido de un 23,3% lo cual nos hace plantear, como ya ocurre en otras Comunidades Autónomas, la posibilidad de su caza no solamente en la modalidad de rececho sino también en batidas.

Por último, tal como se ha señalado anteriormente, sería conveniente complementar estas medidas con campañas de sensibilización pública.

#### 14.1.3.- MEDIDAS ESPECÍFICAS.

Las principales medidas sobre la vía que vamos a considerar son la limpieza y deforestación de las márgenes de las carreteras en los puntos conflictivos. Estas medidas son avaladas por nuestro estudio, según el cual el Ip de los puntos está directamente relacionado con la superficie de bosque en las proximidades de la vía. Se aplicarán con el fin de aumentar la visibilidad de la carretera y su entorno cercano por parte de los conductores.

La superficie a deforestar en los tramos que así lo requieran, ocupará una banda de 10 m de anchura desde el borde de la carretera.

En el caso de la presencia de cultivos de porte alto en las márgenes de la vía, se respetará una banda de 10 m sin cultivar para evitar la ocultación de los animales y facilitar su visibilidad por los conductores.

Cuando sea necesaria la instalación de un vallado este será de 2,5 m de altura con malla de tipo anudada y con separación de hilos verticales de 15 cm y horizontales de 2,5 cm cerca del suelo, aumentando hasta 15 cm.

Estas medidas necesitarán un mantenimiento continuo a lo largo del tiempo pues su abandono nos remitiría a la situación inicial.

A continuación realizamos una descripción de cada uno de los 16 puntos negros junto con las medidas puntuales propuestas en cada uno de ellos.

- PUNTO: 01NA- N-111A- LOS RÁBANOS

Del punto kilométrico 216,650 al punto kilométrico 217,150 (500 m).

Descripción: Tramo recto a la salida de curva en sentido Soria y tras cambio de rasante en sentido Madrid. Presenta vegetación de encinas, chopos y pinos en ambas márgenes llegando hasta el borde de la carretera. Esta vegetación puede constituir un corredor de fauna entre dos amplias zonas de cultivos hacia el río Duero, condicionado por la presencia de entornos artificiales (granjas a ambos lados). El firme de la carretera es bueno.

Propuestas:

La instalación de un paso de fauna junto con un vallado direccional habría disminuido el número de siniestros al tratarse de una carretera con una elevada intensidad de tráfico y el punto estar muy definido. Actualmente, con la construcción de la autovía A-15, este punto ha dejado de ser peligroso pues el número de vehículos que circula por la vía ha disminuido considerablemente.

Hay que destacar que se ha realizado un paso inferior de fauna en este mismo punto de la autovía, aunque esta y su vallado ha disminuido el movimiento de los animales.

Por tanto en este punto sería conveniente limpiar las márgenes (500 m antes y 500 m después) para facilitar la visibilidad y reforzar la señalización en la otra vía de acceso al tramo.

▪ PUNTO: 02NA-N-111B-ESPEJO DE TERA

Del punto kilométrico 241,650 al punto kilométrico 241,850 (200 m).

Descripción: Tramo situado tras cambio de rasante en una zona curva en sentido Soria y tras una larga recta en sentido contrario. El firme de la carretera se encuentra en muy buen estado, permitiendo altas velocidades de circulación. En ambas márgenes hay reflectores de color rojo.

La margen derecha está deforestada en una amplia franja, si bien en el borde de la carretera existe vegetación alta que dificulta la visibilidad.

En la margen izquierda existe vallado cinegético separado del firme varios metros, ocupados por vegetación tupida. El terreno circundante es de monte mixto de roble y pino, discurriendo en las proximidades de la margen izquierda el río Tera. La margen izquierda de la vía presenta guardarrailes. Podría tratarse de un corredor natural de fauna hacia el río Tera.

Propuestas:

- Limpiar y deforestar hasta el vallado cinegético en la margen izquierda y en la margen derecha limpieza de márgenes, 1000 m antes y 1000 m después del punto.
- Completar el vallado en ambas márgenes hasta la SO-P-6012 con el fin de evitar el paso de los animales por la zona curva y dirigirlos a un paso menos peligroso en el tramo recto contiguo.
- Mejorar el vallado existente y realizar su mantenimiento.

▪ PUNTO: 03NA-N-122-MATALEBRERAS

Del punto kilométrico 116,950 al punto kilométrico 117,050 (100 m).

Descripción: Tramo a la salida de curva en sentido Soria y al finalizar un tramo recto en sentido contrario. Firme en muy buen estado y altas velocidades de circulación.

Este tramo discurre a lo largo de una mancha de monte de encina y roble que llega hasta las inmediaciones de la vía. En la margen izquierda la carretera presenta guardarrailes en la zona curva del tramo previa al punto.

Propuestas:

- Deforestar ambas márgenes en una longitud de 500 m antes y 500 m después del punto.

▪ PUNTO: 04NA-N-234A- MOJÓN PARDO

Del punto kilométrico 388,950 al punto kilométrico 389,050 (100 m).

Descripción: Tramo de carretera recto, a la salida de una doble curva en sentido Burgos y tras un cambio de rasante en sentido Soria. El firme de la carretera es bueno.

El tramo atraviesa un bosque continuo de pinos. En ambas márgenes existe una franja de unos 5 metros de anchura, deforestada. Las curvas previas al punto presentan guardarrailes en ambas márgenes.

En las inmediaciones del punto, en la zona curva, existe un paso inferior de una vía férrea abandonada.

Este tramo puede verse afectado por los desplazamientos habituales de los animales cuyo hábitat está próximo a la vía.

Propuestas:

- Habilitar el paso de la vía férrea fuera de servicio, como paso inferior de fauna.
- Construir un vallado direccional antes y después del paso en ambas márgenes (1000 m), que dirija a la fauna hacia el mismo. La orientación de los animales hacia este punto se verá ayudada con cultivos atractivos para la alimentación en sus inmediaciones. Esto facilitará los movimientos de los animales evitando el cruce a nivel de la carretera.

- Aumentar la anchura de la franja de deforestación (hasta 10 m) en la zona previa al vallado (500 m) en ambos márgenes, ante la posibilidad de que los animales se desplacen a lo largo del vallado en sentido opuesto al paso de fauna e irrumpen en la calzada.

- PUNTO: 05NA-N-234B-SORIA

Del punto kilométrico 347,350 al punto kilométrico 348,250 (900 m.)

Descripción: Es un tramo de curvas alternas en ambos sentidos, firme en buen estado que permite altas velocidades. Este tramo de carretera discurre a lo largo de una hondonada con talud elevado, en la margen derecha, completamente cubierto por vegetación arbustiva de encinas que llegan al borde de la vía. El tramo muestra alta vegetación de ribera junto con matorral de encina que llega hasta las inmediaciones de la vía en la margen izquierda.

La limitación del monte de encinas, situado en la margen derecha, por el vallado de la carretera de circunvalación de Soria, N-122, por las zonas urbanas antes y después del tramo, así como por el río Duero hacia el este, hacen que pueda ser un paso habitual de fauna.

Propuestas:

- Realizar un paso superior de fauna, aprovechando los desniveles de los taludes de la margen derecha, que comuniquen ambos lados de la carretera.
- Instalar un vallado que dirija a los animales hacia este punto, enlazando con el vallado de la N-122 por la margen derecha y por la margen izquierda hasta el nuevo polígono industrial, terminando ambos márgenes en el río Duero. Este vallado impedirá que crucen los animales a nivel de la vía.

- PUNTO: 06NA-SO-100-LOS LLAMOSOS

Del punto kilométrico 11,150 al punto kilométrico 11,950 (800 m.).

Descripción: El tramo es completamente recto, a la salida de una curva en sentido Soria y tras un cambio de rasante en sentido contrario. El firme de la carretera está en muy buen estado permitiendo velocidades más elevadas que las autorizadas para este tipo de vías.

La margen derecha está completamente ocupada por cultivos, principalmente cereal, que llegan hasta las inmediaciones de la vía. En la margen izquierda existe una

zona con cultivos junto con un bosque denso de pinos que llega formando una lengua hasta el borde de la carretera. Tanto los cultivos como el pinar dificultan la visibilidad en las márgenes de la carretera.

El punto constituye una posible zona de paso entre dos manchas de monte a ambos lados de la vía, así como hacia zonas de alimentación.

Propuestas:

- Deforestar la margen izquierda, en la zona de pinar (700 m) para facilitar la visibilidad.
- Limitar la zona de cultivo dejando una banda próxima a la carretera sin cultivar, 500 m antes y después del punto.
- Instalar bandas rugosas a lo largo del “tramito” cada 100 m.

▪ PUNTO: 07NA-SO-820-VALDEAVELLANO DE TERA

Del punto kilométrico 8,750 al punto kilométrico 8,950 (200 m).

Descripción: Tramo recto situado entre dos curvas, tras cambio de rasante en sentido Valdeavellano de Tera y firme de carretera en muy buen estado, lo cual permite altas velocidades de circulación.

El tramo discurre entre una zona de prados con abundante vegetación herbácea y de porte alto, chopo y roble, que llega hasta los márgenes de la carretera. En la margen derecha se encuentra pequeños taludes ascendentes. Pertenece a la Reserva de Caza de Urbión.

Propuestas:

- Limpiar y deforestar ambas márgenes en el tramo situado entre las curvas (500 m antes y después del punto) para dar visibilidad en la salida de las mismas y en el tramo recto del punto.

▪ PUNTO: 018NAP-SO-P-1001-SORIA

Del punto kilométrico 1,750 al punto kilométrico 2,150 (400 m).

Descripción: Es un corto tramo recto, entre curvas, con cambio de rasante en ambos sentidos, próximo a la capital. El firme de la vía está en buen estado y permite velocidades mayores de las permitidas en este tipo de vía.

La margen derecha está ocupada por un monte de encinas que llega hasta el borde de la carretera mientras que en la margen izquierda está constituido por un

entorno de bosquetes con pino, roble y encina. Existe en la margen izquierda un vallado ganadero en mal estado, así como pequeños taludes. El punto puede constituir un paso habitual de fauna pues el monte de la margen derecha está cerrado por el vallado de la N-122 en la circunvalación de Soria y el entorno urbano de la ciudad en dirección contraria, constituyendo un paso casi obligado hacia zonas de cultivo y el río Duero. Este corredor enlazaría por el sur, al otro lado del monte de encinas, con el situado en el punto 05NA-N-234B-SORIA sobre la N-234.

Propuestas:

- Construir un paso elevado de fauna para comunicar ambos lados de la vía y evitar el paso de los animales por la misma.
- Construir un vallado en ambas márgenes que enlace con el vallado de la circunvalación de la carretera N-122 por un lado y por el otro con el río Duero, que dirija a la fauna hacia este lugar.

Este paso podría ser la continuación de un corredor natural junto con el propuesto sobre el punto 05NA en la carretera N-234 a la salida de Soria que también registra una alta siniestralidad.

▪ PUNTO: 11NP- SO-110- MATAMALA DE ALMAZÁN

Del punto kilométrico 7,728 al punto 8,028 (300 m).

Descripción: Tramo curvo con cambio de rasante. Firme en muy buen estado.

En la margen derecha de la curva existe un talud elevado que impide la visibilidad, precedido, en sentido Matamala, de una banda de unos 6 m deforestados. En la margen izquierda antes de entrar en la curva existe un guardarrail y vegetación alta de pinos que llega hasta el borde de la vía.

En sentido Almazán, antes de comenzar en el trazado curvo, los bordes de la carretera están ocupados por cultivos, principalmente cereal, hasta enlazar con la masa de pinos a ambos lados.

En este punto se colocaron estaquillas con espejos reflectantes como medida correctora. Su deficiente colocación y nulo mantenimiento hacen que no sean efectivas.

Propuestas:

- Instalar un vallado en el tramo curvo (500 m antes y después del punto) para desplazar los posibles cruces de los animales hacia los tramos rectos adyacentes, menos peligrosos.

- Deforestar y limpiar las márgenes de la carretera en las zonas previas al comienzo del vallado (500 m).
- Limitar la zona de cultivo dejando una banda próxima a la carretera sin cultivar, para facilitar la visibilidad antes del vallado (500 m).

▪ PUNTO: 12NP-SO-615-YANGUAS

Del punto kilométrico 37,750 al punto kilométrico 38,150 (400 m).

Descripción: Este tramo de carretera es rectilíneo a la salida de una zona de curvas, en ambos sentidos. Firme en buen estado.

En la margen derecha nos encontramos una zona de cultivos con vegetación arbustiva en las inmediaciones de la carretera. Guardarraíles alternos a lo largo del tramo.

En la margen izquierda aparecen cultivos y un elevado talud descendente hacia la carretera que impide la visibilidad. Hay presencia discontinua de vegetación arbustiva.

Propuestas:

- Limpiar ambas márgenes para facilitar la visibilidad, 500 m antes y después del punto.
- Establecer una banda sin cultivar, desde el borde de la carretera en las zonas agrícolas, para mejorar la visibilidad y no atraer a los animales cerca de la vía, en una longitud antes y después del punto de 500 m.
- Reforzar la señalización en la otra vía de acceso al tramo.

▪ PUNTO: 13NP-SO-P-2001- EL MADERO

Del punto kilométrico 1,050 al punto kilométrico 1,550 (500 m).

Descripción: El tramo es recto con firme en muy buen estado, precedido de cambios de rasante tras la salida de la curva en ambos sentidos.

Este tramo discurre por una amplia mancha de monte de encinas con vegetación alta y arbustiva que llega hasta el borde de la vía, dificultando la visibilidad.

Propuestas:

- Deforestar ambas márgenes, 500 m antes y después del punto.

▪ PUNTO: 14NP-SO-P-2102-BOROBIA

Del punto kilométrico 5,250 al punto kilométrico 5,650 (400 m).

Descripción: Tramo en curva con cambio de rasante.

A lo largo del tramo nos encontramos con la zona de transición entre cultivos agrícolas, en ambas márgenes, y un área de bosque de pino y roble que llega hasta las inmediaciones de la carretera, también en ambas márgenes. El trazado de la vía y la vegetación impiden la visibilidad. El firme está en buen estado permitiendo velocidades mayores a las autorizadas para este tipo de vía.

Propuestas:

- Instalar un vallado, en ambas márgenes (2000 m), en toda la zona de bosque adyacente al punto para dirigir los cruces de la fauna a tramos cercanos más rectos y con mejor visibilidad.
- Mantener una banda sin cultivo 500 m antes y después del vallado.

▪ PUNTO: 15NP-SO-P-3001-TARDAJOS DE DUERO

Del punto kilométrico 4,450 al punto kilométrico 5,050 (600 m).

Descripción: Es un tramo situado en una zona de curvas, con muy poca visibilidad, enlazando con un tramo recto en sentido Tardajos de Duero. El firme de la carretera está en muy buen estado permitiendo circular a velocidades mayores de lo establecido para este tipo de vías.

Tanto la margen derecha como la margen izquierda, en la zona de curvas, discurre entre monte de encinas que llegan hasta el borde de la carretera. Presenta guardarraíles cubriendo los distintos arroyos que cruzan la vía dejando pasos entre ellos para la fauna.

Pasado el tramo de curvas, se encuentra un tramo recto, que presenta en sus márgenes cultivos agrícolas, principalmente cereal, que ocupa hasta el borde de la vía.

Puede ser un lugar de paso de los animales en dirección al río Duero y hacia la zona de cultivos, siendo la parte más conflictiva la zona de transición entre el monte y la zona agrícola.

Propuestas:

- Deforestar la zona de monte en ambas márgenes para facilitar la visibilidad, 500 m antes del punto.
- Limpiar las márgenes en la zona agrícola y mantener una banda sin cultivo 500 m después del punto.

▪ PUNTO: 16NP-SO-P-4142-BAYUBAS

Del punto kilométrico 0,650 al punto 0,950 (300 m).

Descripción: Tramo en curva tras dos amplias rectas en ambos sentidos. La carretera es estrecha y el firme está en mal estado.

El tramo discurre entre un bosque mixto de encina, enebro y pino con ambas márgenes deforestadas en una banda de unos 5 m.

El tramo se encuentra en un posible corredor de fauna entre el río Duero y una zona de cultivos próxima.

Propuestas:

- Deforestar una banda más amplia (hasta 10 m) en toda la zona de bosque antes y después del punto.
- Reforzar la señalización en la otra vía de acceso al tramo.

▪ PUNTO 17NP-SO-P-5029-FUENTETOBA

Del punto kilométrico 0,950 al punto kilométrico 1,250 (300 m).

Descripción: Es un tramo recto a continuación de una zona de curvas en sentido N-234. Este tramo discurre en las proximidades de Soria con el firme en buen estado permitiendo una velocidad de circulación elevada.

En la zona de curvas el monte de roble llega, por ambas márgenes, hasta el borde de la carretera limitando la visibilidad. La zona recta, llegando al punto desde la N-234 presenta cultivos a ambos lados, principalmente cereal, hasta las inmediaciones de la vía.

Es una zona de transición entre monte, de la margen izquierda, y cultivo, en la margen derecha.

Propuestas:

- Deforestar los márgenes en la zona de curvas para facilitar la visibilidad (1000 m).
- Mantener sin cultivo una banda desde el borde de la carretera en toda la zona agrícola previa al punto (500 m) y realizar la limpieza de márgenes en esta parte del tramo.

De lo anteriormente expuesto se deduce que la mayoría de los puntos negros se encuentran en tramos con un patrón característico: Vegetación de porte arbóreo o arbustivo hasta el borde de la carretera, zonas de transición de bosque o zonas de monte a cultivo y proximidad a curvas y/o cambios de rasante. Esto dificulta o impide la visibilidad al conductor.

Periódicamente se ha de realizar un seguimiento de la siniestralidad en estos puntos para evaluar la efectividad de las medidas aplicadas en previsión de un desplazamiento del problema a zonas adyacentes o la aparición de puntos nuevos o circunstancias nuevas que generen puntos de alto riesgo de colisiones con animales.

Por último, en algunos casos sería conveniente realizar estudios locales pormenorizados, a nivel de proyecto, para determinar el motivo que provoca el desplazamiento y corregirlo en la medida de lo posible.

**VI.- CONCLUSIONES**

## VI.- CONCLUSIONES

Con el material y métodos empleados, y a partir de los resultados obtenidos en la presente Memoria, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- 1<sup>a</sup>. En el periodo de estudio, 2000-2007 se produjeron 4.117 accidentes provocados por ciervo, corzo y jabalí, lo cual representa el 42 % de los accidentes que se producen en la red de carreteras de la provincia de Soria. La especie que mayor implicación tuvo fue el corzo, que se vio implicada en 2.025 siniestros.
- 2<sup>a</sup>. A lo largo del año es en el mes de agosto cuando se produce un mayor número de siniestros coincidiendo con la mayor siniestralidad provocada por el corzo, que también presenta otro pico en los meses de abril y mayo, siendo en los meses de septiembre a diciembre cuando se producen más colisiones con ciervo y jabalí.
- 3<sup>a</sup>. La mayor frecuencia de accidentes ocasionados por ciervo, corzo y jabalí a lo largo de la semana tiene lugar entre el viernes y el lunes, siendo el domingo el día de una mayor incidencia. Más de la mitad de los accidentes (69%) ocasionados por estas tres especies se producen en periodo nocturno, con una máxima siniestralidad entre las 21 y 23 horas.
- 4<sup>a</sup>. No se aprecia una relación directa entre el número de accidentes en los distintos tipos de vía en la provincia de Soria y la longitud de las mismas. En el periodo 2000-2007 el mayor número de accidentes con ciervo, corzo y jabalí se produjo en la red de carreteras del Estado mientras que fue en las carreteras provinciales de la Diputación donde se produjo el menor número.
- 5<sup>a</sup>. Se han determinado 143 tramos de concentración de accidentes con animales, ciervo, corzo y jabalí (TCAA) en la provincia de Soria. Los TCAA con un mayor número de accidentes por kilómetro (TCAAacc) se concentran principalmente en la red de carreteras del Estado (N-111, N-122, N-234) habiéndose registrado 1.206 siniestros en 107,3 km, mientras que los TCAA con mayor índice de peligrosidad (TCAAip) se localizan principalmente en la red de carreteras de la Diputación (SO-P-4142, SO-P-5029, SO-P-3001, SO-P-2102, SO-P-1001, SO-P-2001), habiéndose producido 153 accidentes en 29 km.
- 6<sup>a</sup>. Tanto los TCAAip como los TCAAacc se localizan en diferentes tipos de carreteras y en diferentes tramos de las mismas. Esto sugiere que las

características propias de la vía no son las únicas variables que condicionan las colisiones con ungulados, sino que hay otros factores que pueden incidir en la problemática, como son los asociados con los usos del suelo o la densidad de poblaciones las que influyen en la siniestralidad en las mismas.

- 7<sup>a</sup>. Dentro de los TCAA determinados, los tramos con un menor n° acc/km (TBacc) se localizan en carreteras de segundo orden, mientras que es en la red de carreteras del Estado donde se localizan aquellos tramos con unos menores Ip (TBip).
- 8<sup>a</sup>. Los puntos negros (PN) determinados por número de accidentes e índice de peligrosidad se encuentran en un entorno con un predominio del bosque (PNacc >50%, PNip >60%) ( $p < 0,01$ ), mientras que los puntos blancos (PB) se encuentran en entornos más abiertos, con un predominio del uso agrícola del suelo (PBacc >40%, PBip >60%) ( $p < 0,01$ ).
- 9<sup>a</sup>. Las características del hábitat estudiado en un área de 1000 m de radio, alrededor de los puntos seleccionados, se pueden equiparar con las características del hábitat estudiado en una banda de 100 m a ambos lados de la carretera en dichos puntos, no apreciándose diferencias significativas ( $p > 0,1$ ) de las distintas variables estudiadas en función del área/banda de estudio.
- 10<sup>a</sup>. La mayor longitud de ecotono corresponde al entorno de los puntos seleccionados por índice de peligrosidad, siendo mayor en los puntos blancos.
- 11<sup>a</sup>. Considerando el índice de curvatura (Ic), se observa una diferenciación clara en la localización de los puntos seleccionados por Ip. Los PBip se encuentran en carreteras de primer orden, más rectas y los PNip en carreteras de segundo orden, más sinuosas. Sin embargo entre los puntos seleccionados por el n° acc/km no hay unas diferencias definidas en su ubicación.
- 12<sup>a</sup>. Se ha obtenido un modelo predictivo para determinar el índice de peligrosidad en un punto dado de una carretera en función de las características del hábitat ( $I_p = 49,938 * (\% \text{ bosque total})$ ), si bien no ha sido posible generar un modelo para predecir el n° acc/km en un punto dado de una carretera en función de los usos del suelo en el entorno circundante.
- 13<sup>a</sup>. Se ha observado una relación directa entre el número de accidentes y los rendimientos de los dos cultivos mayoritarios en la provincia, trigo y cebada, como indicadores del año agrológico, pero con un desfase de un año.

- 14<sup>a</sup>. Únicamente se ha observado una relación directa entre el número de capturas y el número de accidentes con ciervo, corzo y jabalí en aquellos puntos seleccionados por su Ip, no siendo así en los seleccionados por n<sup>o</sup> acc/km.
- 15<sup>a</sup>. Las medidas correctoras aplicadas han tenido diferente grado de efectividad, siendo los vallados de algunos tramos los que han tenido una mayor influencia en la disminución de los accidentes, mientras que la instalación de barreras de olor y espejos, la colocación de prismas reflectantes o la construcción de pasos de fauna no han tenido la efectividad que se esperaba.
- 16<sup>a</sup>. La disminución del riesgo de colisiones de animales salvajes con vehículos dependerá de la combinación de diferentes medidas aplicadas sobre el tráfico, la fauna y la vía de circulación, del seguimiento y mantenimiento de las mismas.
- 17<sup>a</sup>. Por lo expuesto en las conclusiones octava y décimo segunda, es fundamental la limpieza y deforestación de las márgenes de la vía en los tramos de alto riesgo para aumentar la visibilidad y disminuir el riesgo de colisión con animales.
- 18<sup>a</sup>. Siendo el corzo la especie que mayor número de accidentes provoca, sugerimos una mayor presión cinegética sobre esta especie, autorizando su caza mediante batidas.
- 19<sup>a</sup>. La evolución de la normativa sobre la responsabilidad de los daños ocasionados por los atropellos de piezas de caza ha ido encaminada, en Castilla y León, a evitar las indeterminaciones que se producían en algunas de las normas aplicables y las distintas interpretaciones que se puedan hacer de las mismas.
- 20<sup>a</sup>. Para estudios posteriores planteamos el seguimiento de la siniestralidad en carreteras con especies cinegéticas de forma independiente para cada especie, determinando hábitat y marcos propios, así como medidas correctoras específicas para los distintos animales implicados.

**VII. - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## VII. - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AARIS-SORENSEN, J. (1995). Road-kills of badgers (*Meles meles*) in Denmark. *Ann.Zool.Fenn.* 32, 31-36.

ABAIGAR, T. (1993). Régimen alimentario del jabalí (*Sus scrofa*, L. 1758) en el sureste ibérico. *Doñana Acta Vertebrata*, 20 (1): 35-48.

APOLLONIO, M., ANDERSEN, R. AND PUTMAN, R. (eds.) (2010) *European Ungulates and their Management in the 21st Century*. Cambridge, VK: Cambridge University Press, 604 pp.

ARAGON, S., BRAZA, F. y SAN JOSE, C. (1995). Características morfológicas de los corzos (*Capreolus capreolus*) de las sierras de Cádiz-Málaga. *Doñana Acta Vert.* 22(1-2): 51-64.

ARAGON, S., DELIBES, J.R., SAN JOSE, C. y BRAZA, F. (1992). Situation actuelle du chevreuil á Cadix (Sud de l'Espagne). *Bull. Mens. O.N.C.*170: 24-26.

AZORIT, C.; ANALLA, M.; CARRASCO, R.; MUÑOZ-CORO, J. (2002). Influence of age and environment on antler traits in Spanish red deer (*Cervus elaphus hispanicus*). *Z. Jagdwiss* 48, 137-144.

BALLESTEROS, F. (1998). *Las especies de caza en España, biología, ecología y conservación*. Oviedo: Estudios y Gestión del Medio, Colección técnica.

BASHORE, T.L., TZILKOWSKI, W.M. Y BELLIS, E.D. (1985). Analysis of deer-vehicle collision sites in Pennsylvania. *Journal of Wildlife Management* 49, 769-774.

BAUDRY, J. Y BUREL, (1997). Agricultural landscape dynamics: implications for species movements. En: Cooper, A. y Power, J., (Eds.) *Species dispersal and land use procese. Proceedings of the sixth annual IALE (UK) conference*, pp. 3-10. Belfast, UK IALE (UK): Text flow services Ltd.

BAUDRY, J. Y MERRIAM, G. (1988). Connectivity and connectedness: functional versus structural patterns in landscapes. En: Schreiber, K.F., (Ed.) *Connectivity in landscape ecology. Proceedings of the 2nd international seminar of the "International association for landscape ecology"*, pp. 23-28. Münster, Germany.: Münstersche Geographische Arbeiten 29.

BELLIS, E.D. Y GRAVES, H.B. (1971). Deer mortality on a Pennsylvania interstate highway. *Journal of Wildlife Management* 35, 232-237.

- BENITO ALVAREZ, F. (2004, Noviembre). *Los accidentes de circulación causados por especies de caza mayor en Castilla y León*. En Accidentes de tráfico provocados por atropello de animales proyecto de prevención, seguridad y responsabilidad, II seminario, mesa redonda, soluciones para Castilla y León. Soria.
- BERNAD DANZBERGUER, J. (2001). Situación en Europa sobre la responsabilidad de los titulares de cotos o propietarios de terrenos por accidentes en carreteras provocados por especies cinegéticas. En *Europea de Derecho. Accidentes de tráfico causados por animales objeto de caza: régimen jurídico* (pp.135-147). Madrid.
- BERNAD DANZBERGER, J. (2004). *Atropellos de animales: Problemática en España y Derecho Comparado*. Trabajo presentado en las II Jornadas sobre Accidentes de Tráfico, Noviembre, Soria.
- BISSONETTE, J.A, KASSAR, C. Y COOK, L.J. (2008). An assessment of costs associated with deer-vehicle collisions: human death and injury, vehicle damage, and deer loss. *Human-Wildlife Conflicts* 2, 17-27.
- BLANCO, J.C. (1998). *Mamíferos de España*. Tomo II. Barcelona: Geoplaneta.
- BOUTIN, J.M. (1993). *Le chevreuil*. Brochures techniques de l'Office National de la Chasse n. 20. 32 pp.
- BRAZA, F.; VARELA, I.; SAN JOSÉ, C. y CASES, V. 1989. Distribución de los cérvidos en España. *Quercus* 42: 4-11.
- BUKER, A. SCHEIBE, K.M. 2001. Die Beobachtbarkeit von Rehen (*Capreolus capreolus*) intouristisch und jagdlich unterschiedlich genutzten gebieten. *Vogelkdl. Ber. Niedersachs*, 12 37-68.
- CABALLERO LOZANO, J. M. (2006). "La nueva responsabilidad por daños causados por piezas de caza en Castilla y León tras la ley 13/2005, de 27 de diciembre, de medidas financieras". *Revista Jurídica de Castilla y León*, núm. 10, pp. 135-206.
- CABRERA, A. (1911). *Fauna Ibérica. Los Mamíferos*. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- CABRERA, A. (1916). Un nuevo cérvido español. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.* 16: 175-176.
- CAHILL, S., LLIMONA, F., GRACIA, J. (2003). Spacing and nocturnal activity of wild boar *Sus scrofa* in a Mediterranean metropolitan park. *Wildlife Biology*, 9 Suppl., 1: 3-13.

- CARRANZA, J. (1999). Aplicaciones de la Etología al manejo de las poblaciones de ciervo del suroeste de la Península Ibérica: producción y conservación. *Etología* 7: 5-18.
- CARRANZA, J. (2007). *Cervus elaphus* Linnaeus, 1758. En L. Javier Palomo, Julio Gisbert y J. Carlos Blanco (eds). *Atlas y libro rojo de mamíferos terrestres de España*. (pp. 352-355). Madrid: .Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU.
- CARRANZA, J. y SANCHEZ-PRIETO C. B. (2004). *Ciervo ibérico ( Cervus elaphus hispanicus)*. En Consultora de Recursos Naturales, S.L. *La movilidad territorial de cuatro especies de la fauna ibérica* (pp. 55-74). Vitoria-Gasteiz: FEDENCA.
- CARRANZA, J.; HIDALGO DE TRUCIOS, S.J.; MEDINA, R.; VALENCIA, J. y DELGADO, J. (1991). Space use by red deer in a mediterranean ecosistema as determined by radio-tracking. *Applied Animal Behaviour Science* 30: 363-371.
- CASTELLS, A. y MAYO, M. (1993). *Guía de los mamíferos en libertad de España y Portugal*. Madrid: Ed. Pirámide.
- CEDERLUND, G. y LIBERG, O. 1995. Radjuret: viltet, ekologin och jakten. Svensaka Jägareförbundet.
- CLARKE, G.B., WHITE, P.C.L. Y HARRIS, S. (1998). Effects of roads on badger *Meles meles* populations in south-west England. *Biol.Conserv.* 86, 117-124.
- CLEVINGER, A.P., CHURSZCZ, B. & GUNSON, K.E. (2001) Highway mitigation fencing reduces wildlife–vehicle collisions. *Wildlife Society Bulletin*, 29, 646–653.
- CLEVINGER, A.P. & WALTHO, N. (2000) Factors influencing the effectiveness of wildlife underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada. *Conservation Biology*, 14, 47–56.
- CLUTTON-BROCK, T.; GUINNESS, F.E.; ALBON, S.D. (1982). *Red deer. Behaviour and Ecology of Two Sexes*. London: Edinburg University Press.
- COSTILLA, E.R. (2011, 4 de febrero). Estamos a un paso de que la gente abandone los cotos de caza porque son inviables. *Nortedecastilla.es*. Extraído el 10 de febrero de 2011 desde: <http://www.nortecastilla.es/v/20110204/castilla-leon/>
- COULON, A. (2002). Influence du paysage sur la structuration genetique chez le chevreuil. Mem. Recherche. INRA.
- CUARTAS, P., BRAZA, F. (1990). Reparto temporal de actividades del jabalí (*Sus scrofa*) en Doñana (SO España). *Doñana Acta Vertebrata*, 17 (1): 91-102

CUENCA ANAYA, F. (2004). "Responsabilidad civil en los accidentes provocados en las carreteras por las piezas de caza", *Revista jurídica del Notariado, Estudios Doctrinales*, núm.52, pp. 9-44.

CUENCA ANAYA, F. (2005). «Accidentes provocados por las piezas de caza en la Ley 17/2005, que reforma la de seguridad vial». *Diario La Ley*, número 6323, Sección Doctrina, LA LEY 4509/2005 en <[http://www.laley.net/diario/diario\\_laley.html](http://www.laley.net/diario/diario_laley.html)>.

CUENCA ANAYA, F. (2006). "De nuevo sobre accidentes provocados por las piezas de caza en las carreteras". *Diario La Ley*, Nº 6611, Sección Doctrina, 18 Dic. 2006, Año XXVII, Ref. D-273, Editorial LA LEY LA LEY 4276/2006 en <[http://www.laley.net/diario/diario\\_laley.html](http://www.laley.net/diario/diario_laley.html)>.

DANIELSON, B.J. & HUBBARD, M.W. 1998. *A literature review for assessing the status of current methods of reducing deer-vehicle collisions*. The Task Force on animal Vehicle Collisions. Iowa, USA: Iowa Department of Transportation-Iowa Department of Natural resources.

DANILKIN, A. y HEWISON, A.J.M. (1996). *Behavioural Ecology of Siberian and European roe deer*. London: Chapman and Hall.

DE LA FUENTE, L. (2011, 31 de enero). Un reglamento que asusta a los cazadores. *Diario de Soria*, p. 19.

DELIBES SENNA-CHERIBBO, J.R. (2003). Aproximación a la Biología y Ecología del Corzo (*Capreolus Capreolus L.*). *Medio Ambiente*, segundo semestre, pp. 43-49.

DELIBES, M. y BENITO, F. (2002). Los accidentes de circulación causados por especies de caza mayor en Castilla y León. *Accazadores* 7, 66-70.

DENIS, M. (1992). La fin de l'été, une période cruciale pour les chevreuils. *Bull. Mens. O.N.C.* 174: 10-14.

DESIRE, G. Y RECORBET, G. (1990). Resultats de l'enquete réalisée de 1984 a 1986 sur les collisions entre les vehicules et les grands mammiferes sauvages. *Office National de la Chasse, Bulletin Mensuelle* 143, 38-47.

*DIAGNOSTICO DE LOS SECTORES AGRARIO Y AGROINDUSTRIAL DE LA PROVINCIA DE SORIA*. (1996) Soria: s.n.

DÍAZ PINEDA, J. (2006). Mapa de Interpretación del medio ambiente a través de la Red de Carreteras (MIMAR). Asociación Española de la Carretera. Extraído el 21 de octubre de 2009 desde [http://www.ciccp.es/biblio\\_digital/V\\_Congreso/congreso/pdf/010308.pdf](http://www.ciccp.es/biblio_digital/V_Congreso/congreso/pdf/010308.pdf)

DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS E INFRAESTRUCTURAS. (2004). *Accidentes causados por fauna silvestre en las carreteras de la Red Regional durante el periodo 2001-2003*. Consejería de Fomento, Junta de Castilla y León. Informe inédito.

DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO (1999) *Accidentes producidos por la presencia de animales de gran tamaño en las carreteras*. Informe N° 99-IA-6. Subdirección General de Investigación y Formación Vial, Dirección de Programas de Investigación de Accidentes, Dirección General de Tráfico, Ministerio del Interior. Informe inédito. Pp.28.

DIRECCION GENERAL DE TRÁFICO. (2004). *Accidentes producidos por la presencia de animales en la calzada*. Observatorio Nacional de Seguridad Vial, Dirección General de Tráfico, Ministerio del Interior. Informe inédito. 22 pp.

El PNV se compromete a agilizar la revisión de la responsabilidad en accidentes ocasionados por fauna cinegética. Extraído el 16 de junio de 2011 desde:  
<http://www.club-caza.com/actualidad/actualver.asp?nn=2924>

FELDHAMER, G.A.; GATES, J.E.; HARMAN, D.M.; LORANGER, A.J. & DIXON, K.R.1986. Effects of interstate highway fencing on white-tailed deer activity. *Journal of wildlife management* 50:497-503.

FERNÁNDEZ-LLARIO, P. (1996). *Ecología del jabalí en Doñana: parámetros reproductivos e impacto ambiental*. Tesis Doctoral, Universidad de Extremadura, Cáceres.

FERNANDEZ- LLARIO, P. (2004). *El jabalí (Sus scrofa)*. En Consultora de Recursos Naturales, S.L. *La movilidad territorial de cuatro especies de la fauna ibérica* (pp. 75-112). Vitoria-Gasteiz: FEDENCA.

FERNÁNDEZ-LLARIO, P. (2005). The sexual function of wallowing in male wild boar (*Sus scrofa*). *J Ethol.*, 23: 9-14.

FERNÁNDEZ-LLARIO, P. (2006). Jabalí – *Sus scrofa*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Carrascal, L. M., Salvador, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org>

FERNÁNDEZ-LLARIO, P., MATEOS-QUESADA, P. (2003). ¿Afectan las características morfológicas y los factores ambientales al desarrollo del canino en el jabalí (*Sus scrofa* L. 1758)? *Galemys*, 15: 37-46.

FERNÁNDEZ-OLALLA, M.; MUÑOZ-IGUALADA, J.; MARTÍNEZ-JAUREGUI, M.; RODRÍGUEZ-VIGAL, C. y SAN MIGUEL-AYANZ, A. (2006). Selección de

especies y efecto del ciervo (*Cervus elaphus* L.) sobre arbustados y matorrales de los Montes de Toledo, España Central. *Invest. Agrar: Sist Recur For*, 15(3), 329-338.

FIDALGO ALVAREZ, L.E., LOPEZ MARTINEZ, J.M., GONZALO CORDERO J.M. Y GONZALEZ CHAIN, A. (2009). *O corzo. Aspectos biológicos e aproveitamento cinegético*. Santiago de Compostela: Observatorio Galego de Caza. Federación Galega de Caza.

FINDER, R.A., ROSEBERRY, J.L. Y WOLF, A. (1999). Site and landscape conditions at whitetail deer collision locations in Illinois. *Landscape and Urban Planning*, 44, 77-85.

GARCÍA G., J.L. (1993). *El jabalí y su caza: hábitat, distribución, costumbres, desarrollo, comportamiento, celo y alimentación*. Barcelona: Editorial Hispano Europea, S.A.

GARCIA, A.; LANDETE-CASTILLEJOS, T.; GARDE, J. y GALLEGO, L. (2001). Aspectos reproductivos y productivos en el ciervo ibérico (*Cervus elaphus hispanicus*). *Pequeños Rumiantes*, 2: 1, 22-26.

GARRIDO, J.L. (2009). Bondades de la crisis cinegética. Extraído el 20 de Enero de 2011 desde: <http://www.club-caza.com/blog/diariodecaza/>.

GEIGER, G. Y KRÄMER, A. 1974. Rank order of roe deer at artificial winter feeding sites in a Swiss hunting district. *Proceedings of International Union of game biologist Congress*, 11, 107-113.

GIBBS, R. (2001). Annual report FY2001 Montgomery county Deer Management Program and recommendations for FY 2002. The Montgomery County Deer Management Work Group. Maryland, USA.

GILL, R.M.A. (1990) *Monitoring the Status of European and North American Cervids*. GEMS Information Series, 8. Nairobi, Kenya: Global Environment Monitoring Systems, United Nations Environment Programme, Nairobi. 277 pp

GOMENDIO, M.; MALO, A.F.; SOLER, A.J.; FERNÁNDEZ-SANTOS, M.R.; ESTESO, M.C.; GARCÍA, A.J.; ROLDÁN, E.R.S. y GARDE, J. 2006. Male fertility and sex ratio at Barth in red deer. *Science* 314, 1445.

GOMEZ OREA, D. (1999). *Evaluación del Impacto Ambiental*. Madrid: Ed. Mundi – Prensa.

- GONZÁLEZ PRIETO, S., VILLARINO, A. Y FREÁN, M.M. (1993) Mortalidad de vertebrados por atropello en una carretera nacional del NO de España. *Ecología*, 7, 375-389.
- GONZALEZ-ARENAS, J., ARIAS de REYNA, L. y RECUERDA, P. (1986a). Ritmos diurnos de actividad del ciervo en Sierra Morena Central: Influencias meteorológicas. *I Congreso Nacional de Etología*, Córdoba. P. 47.
- GONZALEZ-ARENAS, J., ARIAS de REYNA, L., RECUERDA, P. y REDONDO, T. (1986b). Fijeza y modulación en los ritmos diurnos de comportamiento del ciervo en primavera. *I Congreso Nacional de Etología*, Córdoba. P. 54.
- GROOT, G.W.T.A. & HAZEBROEK, E. 1996. Ungulate traffic collisions in Europe. *Conservation Biology* 10: 1059-1067.
- GROOTBRUINDERINK, G.W.T.A. Y HAZEBROEK, E. (1996). Ungulate traffic collisions in Europe. *Conserv.Biol.* 10, 1059-1067.
- GROVENBURG, T.W., JENKS, J.A, KLAVER, R.W., *et al.* (2008). Factors affecting road mortality of white-tailed deer in eastern South Dakota. *Human-Wildlife Conflicts* 2, 48-59.
- GROVES, C.P. (1981). Ancestors for the Pigs: Taxonomy and Phylogeny of the Genus sus. Tech. Bull., Nº. 3, Dept. of Prehist., Research School of Pacific Studies, Australian National University.
- GUERRA POSADAS, R. (2010). "La responsabilidad por los accidentes de tráfico provocados por las especies cinegéticas tras la reforma de la ley de caza de Castilla y León operada por la ley 10/2009, de 17 de diciembre, de medidas financieras". *Revista Jurídica de Castilla y León*, núm. 22, pp. 213-254.
- GUNDERSEN, H., ANDREASSEN, H.P. Y STORAAS, T. (1998). Spatial and temporal correlates to norwegian moose - train collisions. *Alces* 34, 385-394.
- HANSKI, I. Y GILPIN, M. (1991). Metapopulation dynamic: brief history and conceptual domain. *Biol.J.Linn.Soc.Lond.* 42, 3-16.
- HARRIS, L. D. (1984). The applicability of insular biogeography. En: Anonymous *The fragmented forest. Island biogeography theory and the preservation of biotic diversity*, pp. 71-92. Chicago and London: University of Chicago Press.
- HERRERO, J. (2002). *Adaptación funcional del jabalí Sus scrofa L. a un ecosistema forestal y a un sistema agrario intensivo en Aragón*. Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares.

HUBBARD, M.W., DANIELSON, B.J. Y SCHMITZ, R.A. (2000). Factors influencing the location of deer-vehicle accidents in Iowa. *Journal of Wildlife Management* 64 707-713.

HUSSAIN, A., ARMSTRONG, J.R, BROWN, D.B. Y HOGGLAND, J. (2007) Land-use pattern urbanization, and deer-vehicle collisions in Alabama. *Human-Wildlife Conflict*; 1, 89-96.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. (2010). Población, superficie y densidad por CCAA y provincias del año 2008. Extraído el 5 de noviembre de 2010 desde <http://www.ine.es/>.

IUELL, B., BEKKER, G.J., CUPERUS, R., DUFEK, J., FRY, G., HICKS, C., HLAVÁČ, V., KELLER, V., B., ROSELL, C., SANGWINE, 1, TORSLOV, N., WANDALL, B. LE MAIRE, (2005). *Fauna y tráfico: Manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. 166 pp. Madrid.

JABALÍ (*SUS SCROFA*) (s.f.). Extraído el 1 de marzo de 2011 desde [http://www.sierradebaza.org/Fichas\\_fauna/04\\_03\\_jabali/jabali.htm](http://www.sierradebaza.org/Fichas_fauna/04_03_jabali/jabali.htm)

JAREN, V., ANDERSEN, R., ULLEBERG, M., PEDERSEN, P.-H. Y WISETH, B. (1991). Moose-train collisions: the effects of vegetation removal with a cost-benefit analysis. *Alces* 27, 93-99.

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. (2002). Plan Forestal de Castilla y León. Extraído el 27 de octubre de 2010 desde: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/>.

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. (2003). *Plan Regional Sectorial de Carreteras 2000-2007*. Extraído el 1 de abril de 2008 desde: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/CarreterasTransportes/es/>

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. (2009). *Plan Regional Sectorial de carreteras 2008-2020*. Extraído el 5 noviembre de 2009 desde: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/CarreterasTransportes/es/>

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. (2011a). Anuario Estadístico de Castilla y León 2009. Extraído el 20 de Enero de 2011 desde: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/Estadistica>

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (2011b). Informes de las actuaciones de la Consejería de Medio Ambiente. Memoria anual. Extraído el 17 de enero de 2011 desde: <http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es>.

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. CONSEJERÍA DE FOMENTO. (2005). Estudio de accidentes 2004. Extraído el 28 de Octubre de 2008 desde:  
[http://www.dgt.es/was6/portal/contenidos/documentos/seguridad\\_vial/planes\\_seg\\_vial/autonomicos/plan\\_autonomico006.pdf](http://www.dgt.es/was6/portal/contenidos/documentos/seguridad_vial/planes_seg_vial/autonomicos/plan_autonomico006.pdf)

KELLER, V. (1999) The use of wildlife overpasses by mammals: results from infra-red video surveys in Switzerland, Germany, France and the Netherlands. 5th IENE Meeting (ed. Infra Eco Network Europe), pp. 27–28. Swedish National Road Administration, Stockholm, Sweden.

KELLER, V. Y PFISTER, H.P. (1997). Wildlife passages as a means of mitigating effects of habitat fragmentation by roads and railway lines. En: Canters, K., Piepers, A. y Hendriks-Heersma, A., (Eds.) *Proceedings of the international conference on "Habitat fragmentation, infrastructure and the role of ecological engineering" Maastricht & DenHague 1995*, Delft, The Netherlands: Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Road and Hydraulic Engineering division.

LANGBEIN, J. (2007) *National Deer- Vehicle Collisions Project: England 2003-2005*. Final Report to the Highways Agency. Wrexham, UK: The Deer Initiative.

LANGBEIN, J. Y PUTMAN, R.J. (2006). *National Deer- Vehicle Collisions Project; Scotland, 2003-2005*. Report to the Scottish Executive, June 2006.

LANGBEIN, J., PUTMAN, R. Y POKORNY, B. (2011). Traffic collisions involving deer and other ungulates in Europe an available measures for mitigation. En R. Putman, M. Apollonio y R. Andersen (Eds). *Ungulate Management in Europe: Problems and Practices* (pp 215-259). Cambridge: University Press.

LAVSUND, S. Y SANDEGREN, F. (1991). Moose-vehicle relations in Sweden. *Alces* 27, 118-126.

LEE L. R., ANN, S., BROWN, K. (2006). Risk Factors Associated With Fatal Animal-Vehicle Collisions in the United States, 1995–2004. *Wilderness & Environmental Medicine, Volume 17, Issue 4, December 2006, Pages 229-239*.

LEHNERT, M.E. & BISSONETTE, J.A. 1997. Effectiveness of crosswalk structures at reducing deer-vehicle collisions. *Wild Society Bulletin* 25: 809-818.

LODE, T. (2000). Effect of a motorway on mortality and isolation of wildlife populations. *Ambio* 29, 163-166.

LÓPEZ FERNÁNDEZ, L.R. (1992) Informe provisional del seguimiento de la mortalidad de vertebrados en varias carreteras costeras de Huelva. En: *I Jornadas para*

- el Estudio y Prevención de la Mortalidad de Vertebrados en Carreteras*. CODA, Madrid. Pp 88- 96.
- LOPEZ GALLARDO, J. R. (2009). *La responsabilidad civil derivada de los accidente de tráfico provocados por especies cinegéticas*. Extraído el 15 de septiembre de 2010 desde <http://www.iuriscivilis.com/2009/01/la-responsabilidad-civil-derivada-de.html>.
- LÓPEZ ONTIVEROS, A. 1991. Algunos aspectos de la evolución de la caza en España. *Agricultura y Sociedad* 58: pp. 13-51.
- LÓPEZ REDONDO, J. (1993). Carreteras que constituyen puntos negros para vertebrados. Criterios de valoración y puntos catalogados hasta el momento. In: *II Simposio Nacional sobre Carreteras y Medio Ambiente*. Asociación Técnica de Carreteras, Madrid. Pp 335- 344.
- LUDWIG, J. & BREMICKER, T. (1983) Evaluation of 2·4 m fences and one-way gates for reducing deer-vehicle collisions in Minnesota. *Transportation Research Record*, 913, 19–22.
- MADSEN, A.B., FYHN, H.W. Y PRANG, A. (1998). Traffic killed animals in landscape ecological planning and research. (*In Danish: Trafikdræbte dyr i landskapsøkologisk planlægning og forskning.*). - DMU Rapport 228, Århus, DK.
- MALO, J.E.; SUÁREZ, F. & DÍEZ, A. (2004). Can we mitigate animal-vehicle accidents using predictive models? *Journal of Applied Ecology* 41: 701-710.
- MAPA DE CULTIVOS Y APROVECHAMIENTOS DE LA PROVINCIA DE SORIA. ESCALA 1/200000*. (1986).Madrid: Dirección General de la Producción Agraria.
- MARKINA LAMONJA, F.A. (1999) Accidentes de carretera con ungulados cinegéticos en el territorio histórico de Álava. En: *Fauna y Carreteras*. Asociación Técnica de Carreteras, Madrid. Pp 129-138
- MARKINA LAMONJA, F. A. (2004). Gestión del corzo en el medio forestal. *Feder Caza*, num.220 y 221, Abril y Mayo 2004, pp. 104-108 y 106-110.
- MARKINA LAMONJA, F. A. (2006). Conceptos relacionales de la fauna con su hábitat. *Seminario “Mejora de hábitats para la gestión de los recursos cinegéticos”*, Soria 28 de octubre.
- MARTÍN, S. (2011, 31 de enero). Crisis en la caza por la caída de licencias y la presión legal para regular la actividad. *Diario de Soria*, p.18.

- MATEOS-QUESADA, P. (2002). *Biología y comportamiento del corzo ibérico*. Cáceres: Universidad de Extremadura. Servicio de Publicaciones.
- MATEOS-QUESADA, P. (2008). Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles. Corzo - *Capreolus capreolus*. Linnaeus, 1758. Gabinete de estudio y gestión ambiental. Cáceres.
- MCGUIRE, T.M. & MORRALL, J.F. (2000) Strategic highway improvements to minimize environmental impacts within the Canadian Rocky Mountain national parks. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 27, 523–532.
- MCSHEA, W.J., STEWART, C.M., KEARNS, L.J., LICCIOLI, S. Y KOCKA, D. (2008) .Factors affecting autumn deer-vehicle collisions in a rural Virginia county. *Human-Wildlife Conflicts* 2, 110-121.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. (2008). Anuario de estadística forestal 2006. Extraído el 20 de enero de 2011 desde: [http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/montes\\_politica\\_forestal/estadisticas\\_forestal/](http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/montes_politica_forestal/estadisticas_forestal/)
- MINUARTIA (2005). *Col·lisions d'ungulats amb vehicles a les carreteres de les comarques gironines*. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya. Informe inédito.
- MORÁN, C. (2011, 6 de febrero). Un problema de cuernos. *El País*, p. 39.
- MORENO, V. (2007, 4 de octubre). El avisador de animales. *Diario de Soria*, p. 9.
- MURDEN, S.B. y RISENHOOVER, K.L. (1993). Effects of habitat enrichment on patterns of diet selection. *Ecol Appl*. 3: 497-505.
- NIELSEN, C.K., ANDERSON, R.G. Y GRUND, M.D. (2003). Landscape influences on deer-vehicle accident areas in an urban environment. *Journal of Wildlife Management* 67, 46-51.
- OLEA GODOY, W. (2006). *La Responsabilidad Civil en materia de accidentes provocados por especies cinegéticas*. Ponencia presentada en el VI congreso nacional de la Asociación Española de Abogados especializados en Responsabilidad Civil y Seguro, Noviembre, Cáceres.
- PAJARES, G. (2004). *El Corzo (Capreolus capreolus)* En Consultora de Recursos Naturales, S.L. *La movilidad territorial de cuatro especies de la fauna ibérica* (pp.7-54). Vitoria-Gasteiz: FEDENCA.

PASCUAL MEDRANO, A. (2009). "Competencias del Estado y lealtad constitucional: un ejemplo poco alentador (la responsabilidad civil por daños provocados por animales de caza)", REAF, núm. 9, pp 241-279.

PERIS, S., BAQUEDANO, R., SANCHEZ, A. Y PESCADOR, M. (2005). *Mortalidad del jabalí (sus scrofa) en carreteras de la provincia de Salamanca (no de España): ¿Influencia de su comportamiento social?* Galemys, 17 (1-2): 13-23.

PFISTER, H.P. (1993). *Kriterien für die Planung wildspezifischer Massnahmen zur ökologischen Optimierung massiver Verkehrsträger*. Bonn-Bad Godesberg, Germany: Bundesministerium für Verkehr, Abteilung Strassenbau.

PMVC (Proyecto provisional de seguimiento de la Mortalidad de Vertebrados en Carretera) 2003. Mortalidad de vertebrados en carreteras. Documento técnico de conservación nº 4. Sociedad para la Conservación de los Vertebrados (SCV). Madrid. 350 pp.

POJAR, T.M., PROSENCE, R.A., REED, D.F. & WOODWARD, T.N. (1975) Effectiveness of a lighted, animated deer crossing sign. *Journal of Wildlife Management*, 39, 87-91.

POKORNY, B. (2006). Roe deer-vehicle collisions in Slovenia: situation, mitigation strategy and countermeasures. *Veterinarski Arhiv* 76, 177-187.

PUGLISI, M.J.; LINDZEY, J.S.& BELLIS, E.D. 1974. Factors associated with highway mortality of white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management* 38: 799-807.

PULIDO, C. (1999). Accidentes producidos por la presencia de animales de gran tamaño en las carreteras. In: *Fauna y Carreteras*. Asociación Técnica de Carreteras, Madrid. Pp. 81-90.

PUTMAN, R.J. (1997). Deer and road traffic accidents: Options for management. *Journal Of Environmental Management* 51, 43-57.

REED, D. F. (1981). Effectiveness of highway lighting in reducing deer-vehicle collisions. *Journal of Wildlife Management* 45: 721-726.

REEVE, A.F. & ANDERSON, S.H. 1993. Ineffectiveness of Swareflex reflectors at reducing deer-vehicle collisions. *Wildlife Society Bulletin* 21: 127-132.

RODRÍGUEZ FOMBELLIDA, N. (2010). *Estudio de la problemática de la invasión de fauna en vías de comunicación de Castilla y León*. Proyecto Fin de Carrera, no publicado. Universidad de Valladolid, Palencia.

- ROMIN, L.A. Y BISSONETTE, J.A. (1996). Deer-vehicle collisions: status of state monitoring activities and mitigation efforts. *Wildlife Society Bulletin* 24, 276-283.
- ROMIN, L.A. & DALTON, L.B. (1992) Lack of response by mule deer to wildlife warning whistles. *Wildlife Society Bulletin*, 20, 382–384.
- ROSELL, C. (1998). *Biología i ecologia del senglar (Sus scrofa L., 1758) a dues poblacions del nord-est ibèric. Aplicació a la gestió*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, Barcelona.
- ROSELL, C. Y HERRERO, J. (2007). *Sus scrofa*, Linnaeus, 1758. En L. Javier Palomo, Julio Gisbert y J. Carlos Blanco (eds). *Atlas y libro rojo de mamíferos terrestres de España*. (pp. 348-351). Madrid: Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU.
- ROSELL, C. Y VELASCO, J.M. 1999. *Manual de prevenció i correcció dels impactes de les infraestructures viàries sobre la fauna*. Documents dels Quaderns de medi ambient, Núm. 4. Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient.
- ROSELL, C., ÁLVAREZ, G. CAHILL, C., CAMPENY, C., RODRÍGUEZ, A., Y SÉILER, A. (2002). COST 341. *La fragmentación del hábitat en relación con las infraestructuras de transporte en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente. Informe inédito. 317pp.
- ROSELL, C., NAVÀS, F., FERNÁNDEZ BOU, M. & CAROL, J. (2009). *Wild boar vehicle collisions. Identification of conflict points and measures for mitigating conflict* En: Hohmann, U. & Cellina, S. (Eds.). *Proceedings of the 7th International Symposium on Wild boar*. Sopron (Hungary): 91-93.
- ROWDEN, P., STEINHARDT, D., SHEEHAN, M., (2008). Road crashes involving animals in Australia. *Accident Analysis & Prevention, Volume 40, Issue 6, November 2008, Pag. 1865-1871*
- RUZA, F. (1999). Accidentes con víctimas, causadas por la fauna en la red de carreteras del Estado. En: *Fauna y Carreteras*. Asociación Técnica de Carreteras, Madrid. Pp 140.
- SAENZ DE BURUAGA, M. (2004). *Introducción*. En Consultora de Recursos Naturales, S.L. *La movilidad territorial de cuatro especies de la fauna ibérica* (pp. 2-6). Vitoria-Gasteiz: FEDENCA.
- SÁEZ-ROYUELA, C., TELLERÍA, J. L. (1987). Reproductive trends of the wild boar (*Sus scrofa*) in Spain. *Folia Zoologica*, 36 (1): 21-25.

SAN JOSE, C. (2007). *Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758. En L. Javier Palomo, Julio Gisbert y J. Carlos Blanco (eds). *Atlas y libro rojo de mamíferos terrestres de España*. (pp. 359-361). Madrid: Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU.

SANCHEZ-PRIETO, C.B.; CARRANZA, J. (2003). Estrategias de apareamiento y uso del espacio en el ciervo ibérico. VI Jornadas de la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos. Ciudad Real.

SANDERS, W., 1995. Fallow deer: A study of possible facts influencing the annual cycle of road casualties. HND dissertation, Sean hayne College, UK.

SANZ AZCARATE, L. (2003). *Mortalidad de fauna en las autovías de Navarra. Implicaciones en la Seguridad Vial y Orientaciones para el diseño y la evaluación ambiental de nuevas vías*. Tesis doctoral no publicada, Universidad de Navarra, Pamplona.

SAUNDERS, D. A. Y HOBBS, R. J. (1991). The role of corridors in conservation: what do we know and where do we go? En Saunders, D. A. y Hobbs, R. J., (Eds.) *Nature Conservation 2: The role of corridors*, pp. 421-427. Chipping Norton: Surrey Beatty & Sons.

SCHAEFER, M. Y TISCHLER, W. (1983). *Wörterbuch der Ökologie. 2. Auflage*. Stuttgart: UTB, Gustav Fischer Verlag.

SEGOVIA PEREZ, S.(2003). El origen de la expansión del corzo en España. *Hunters*, num. 76, agosto 2003, pp 60-61.

SEILER, A. (2004). Trends and spatial pattern in ungulate-vehicle collisions in Sweden *Wildlife Biology* 10, 301-313.

SHAFFER, J.A. & PENLAND, S.T. 1985. Efectiveness of swareflex reflectors in reducing deer-vehicle accidents. *Journal of Mangement* 49: 774-776.

SILVOSA TALLÓN, J. M. (2010). "Los accidentes ocasionados por atropello de especies cinegéticas", *La Ley 2233/2010, Actualidad Civil* N° 8 Sección A Fondo, tomo 1, pág. 872.

SOCIEDAD COOPERATIVA LAS MATAS, 2002. Plan de actuaciones para la disminución de la accidentalidad causada por atropello de animales silvestres en la red de carreteras de la provincia de Soria. Análisis y valoración de medidas. No publicado.

SORIGUER, R. C., FANDOS, P., BERNALDEZ, E. y DELIBES, J. R. (1994). *El ciervo en Andalucía*. Servicio de Publicaciones y Divulgación. Dirección General de

Investigación. Tecnología y Formación Agroalimentaria y Pesquera. Junta de Andalucía.

SORIGUER, R.C.; FANDOS, P. y MARTÍNEZ, T. 1994. Alimentación del corzo. En: *El corzo andaluz* ( F. Braza, S. Aragón, C. San José y J.R. Delibes) p. 156. Sevilla: Junta de Andalucía

SOULÉ, M.E. (1987) *Viable populations for conservation*. Cambridge: Cambridge University Press.

STAINES, B.W., LANGBEIN, J. Y PUTMAN, R.J. (2001). *Road Traffic Accidents and Deer in Scotland*. Report to the Deer Commission, Scotland.

STEIOF, K. (1996). Roadside vegetation - a death-trap for birds. (Verkehrsbegleitendes Grünals Todesfalle für Vögel). *Natur und Landschaft* 71, 527-532.

STOUT, R.J., STEDMAN, R.C., DECKER, D.J. & KNUTH, B.A. (1993) Perceptions of risk from deer-related vehicle accidents: implications for public preferences for deer herd size. *Wildlife Society Bulletin*, 21, 237-249.

SUAREZ, F. (2001). *Estudio de los accidentes producidos por colisiones con ungulados en la provincia de Soria*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Medio ambiente, Madrid 19 de Septiembre de 2001.

T.C. (2011, 18 de junio). Los atropellos de animales se incrementan un 16,5%. *Diario de Soria*, p.9.

TELLERÍA, J.C. Y SÁEZ-ROYUELA, C. 1985.L'évolution démographique du sanglier (*Sus scrofa*) en Espagne. *Mammalia* 49:195-202.

ÜCKERMANN, E. (1964) Erhebung über die Wildverluste durch den Strassenverkehr und die Verkehrsunfälle durch Wild. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 10, 142-168.

UJVÁRI, M.; BAAGOE, H.J. & MADSEN, A.B. 1998. Effectiveness of wildlife warning reflectors in reducing deer-vehicle collisions: a behavioral study. *Journal of Wildlife Management* 62: 1094-1099.

VAN DER ZEE, F.F., WIERTZ, J., TERBRAAK, C.J. Y VAN APELDOORN, R.C. (1992). Landscapechange as a possible cause of the badger *Meles meles* L. decline in the Netherlands. *Biol.Conserv.* 61, 17-22.

VELASCO, J.M.; YANES, M. & SUAREZ, F. 1995. *El efecto barrera en vertebrados. Medidas correctoras en las vías de comunicación*. Madrid: CEDEX, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.

VERKAAR, H. J. Y BEKKER, G. J. (1991). The significance of migration to the ecological quality of civil engineering Works and their surroundings. En: van Bohemen, H. D., Buizer, D. A. G. y Little, D., (Eds.) Nature engineering and civil engineering Works, Wageningen, The Netherlands: Pudoc.

VICENTE DOMINGO, E. (2006a). «Los daños causados por animales», en *Tratado de responsabilidad civil*, coord. L.F. Reglero Campos, 3.ª ed., Cizur Menor, Navarra, pp. 1605-1628.

VICENTE DOMINGO, E. (2006b). "Accidentes de circulación causados por la caza", *La Ley 39/2006 Actualidad Civil*, Nº 3, Sección A Fondo, tomo 1, pág. 261.

WARING, G.H.; GRIFFS, J.L. & VAUGHN, M.E. 1991. White tailed deer roadside behavior, wildlife warning reflectors, and highway mortality. *Applied Animal Behavioral Science* 29: 215-223.

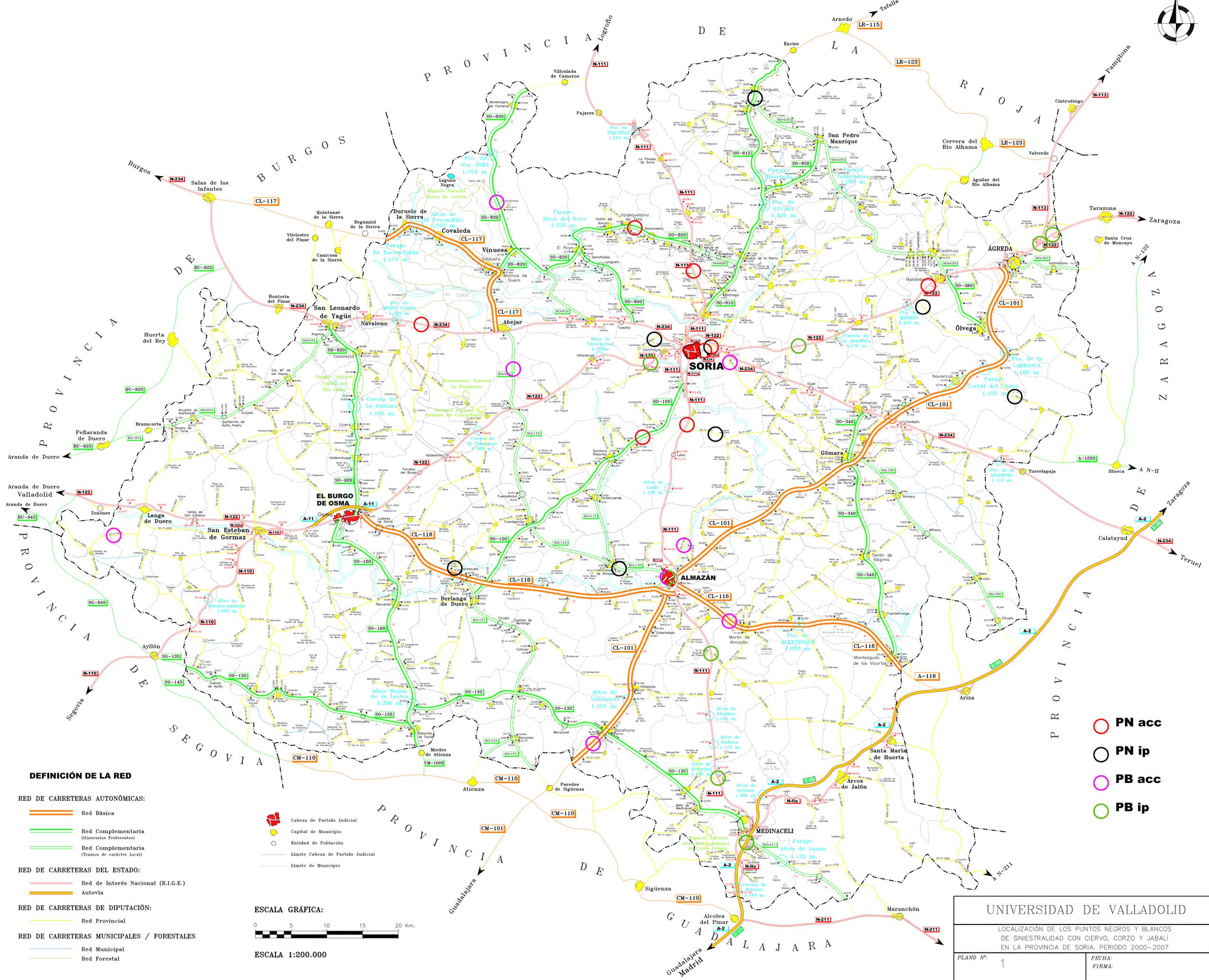
WHITTAKER, R.H., LEVIN, S.A. Y ROOT, R.B. (1973). Niche, habitat and ecotope. *Am. Nat.* 107, 321-338.

WOOD, P. & WOLFE, M.L. 1988. Intercept feeding as a means of reducing deer-vehicle collisions. *Wildlife Society Bulletin* 16: 376-380.

**ANEXOS**



# PROVINCIA DE SORIA



## DEFINICIÓN DE LA RED

### RED DE CARRETERAS AUTONÓMICAS:

- Red Básica
- Red Complementaria (Itinerarios Preferentes)
- Red Complementaria (Tramos de carácter Local)

### RED DE CARRETERAS DEL ESTADO:

- Red de Interés Nacional (R.I.G.E.)
- Autovía

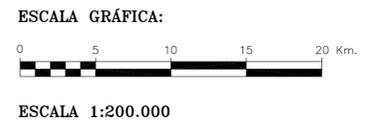
### RED DE CARRETERAS DE DIPUTACIÓN:

- Red Provincial

### RED DE CARRETERAS MUNICIPALES / FORESTALES

- Red Municipal
- Red Forestal

- Cabeza de Partido Judicial
- Capital de Municipio
- Entidad de Población
- Límite Cabeza de Partido Judicial
- Límite de Municipio



- PN acc
- PN ip
- PB acc
- PB ip

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS NEGROS Y BLANCOS DE SINISTRALIDAD CON CIERVO, CORZO Y JABALÍ EN LA PROVINCIA DE SORIA. PERIODO 2000-2007

PLANO Nº: 1

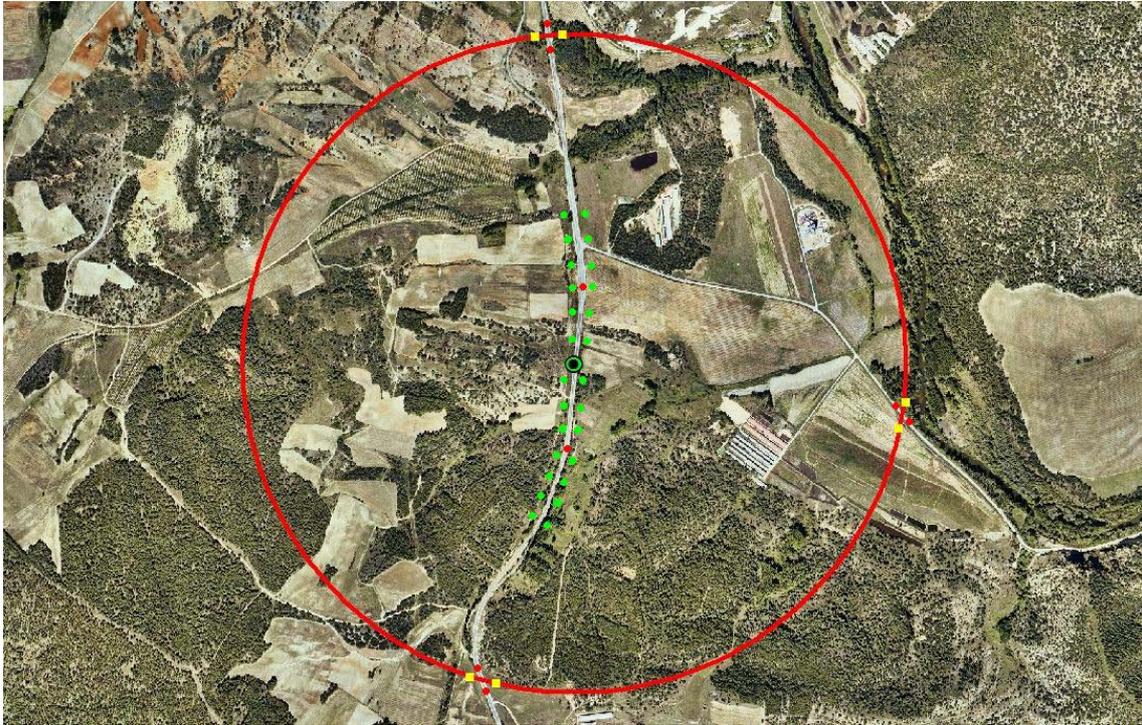
FECHA: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_

**ANEXO II**

- PUNTO: 01NA- N-111A- LOS RÁBANOS

Del punto kilométrico 216,650 al punto kilométrico 217,150 (500 m).



0 ←→ 500 m

Figura 1: Ortofoto de situación del punto 01NA-N-111A- LOS RÁBANOS y esquema de medidas correctoras propuestas.

Señalización: ■ ■

Bandas rugosas: ● ● ● ●

Limpieza de márgenes: ● ● ● ●

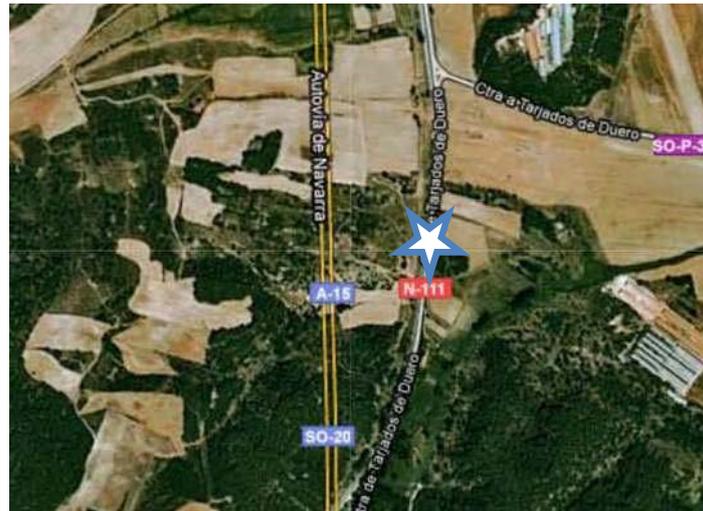


Figura 2: Detalle del trazado de la autovía A-15 a su paso por el punto 01NA-N-111A-LOS RÁBANOS estudiado.



Figura 3: Detalle de localización del punto 01NA-N-111A- LOS RÁBANOS.



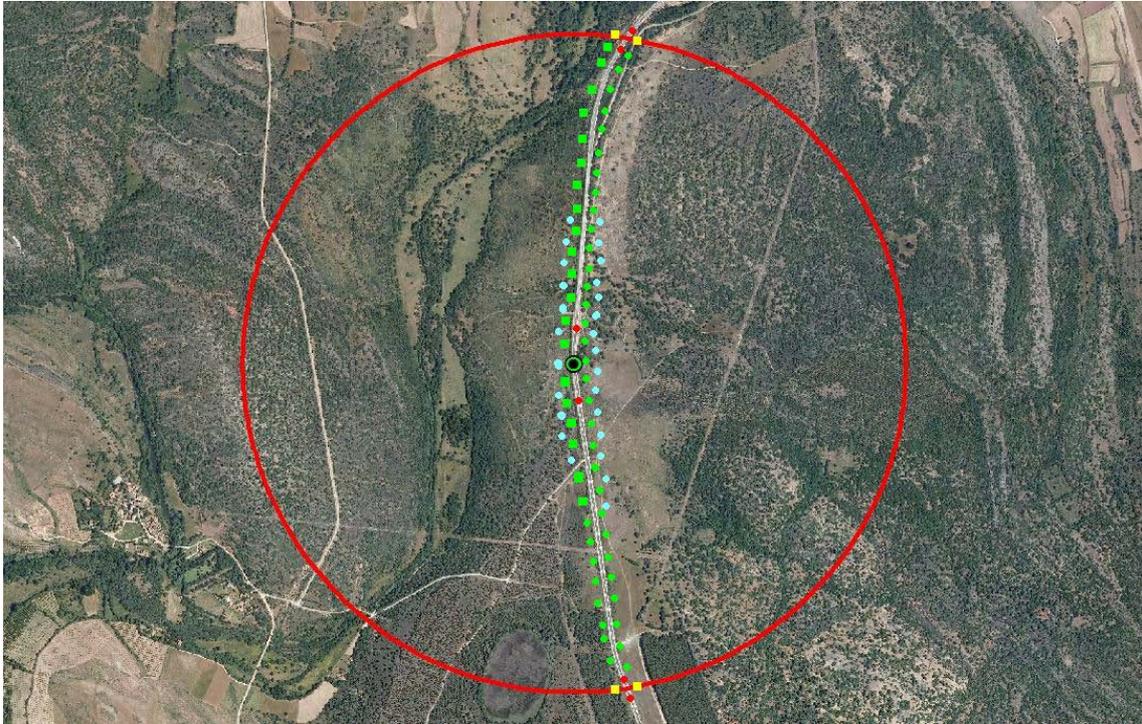
Figura 4: Detalle de localización del punto 01NA-N-111A- LOS RÁBANOS.



Figura 5: Detalle de paso inferior en la A-15 a la altura del punto 01NA-N-111A-LOS RÁBANOS.

- PUNTO: 02NA-N-111B-ESPEJO DE TERA

Del punto kilométrico 241,650 al punto kilométrico 241,850 (200 m).



0 ← → 500 m

Figura 1: Ortofotografía de situación del punto: 02NA-N-111B-ESPEJO DE TERA y esquema de medidas correctoras propuestas.

- Señalización: ■ ■
- Bandas rugosas: ● ● ● ●
- Vallado: ● ● ● ●
- Deforestación: ■ ■ ■ ■ ■ ■
- Limpieza de márgenes: ● ● ● ●



Figura 2: Detalle de localización del punto : 02NA-N-111B-ESPEJO DE TERA.



Figura 3: Detalle de localización del punto 02NA-N-111B-ESPEJO DE TERA.



Figura 4: Detalle de localización del punto 02NA-N-111B-ESPEJO DE TERA.

- PUNTO: 03NA-N-122-MATALEBRERAS

Del punto kilométrico 116,950 al punto kilométrico 117,050 (100 m).



0 ←→ 500 m

Figura 1: Ortofoto de situación del punto 03NA-N-122-MATALEBRERAS y esquema de medidas correctoras propuestas.

Señalización: ■ ■

Bandas rugosas: ● ● ● ●

Deforestación: ■ ■ ■ ■ ■ ■



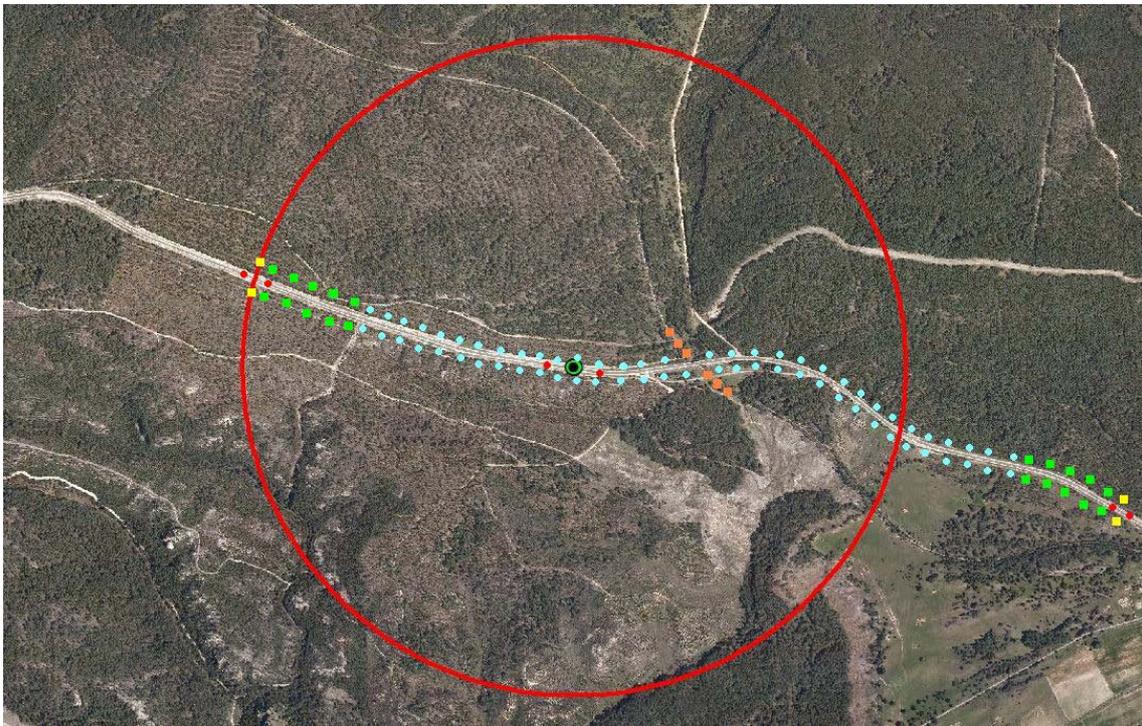
Figura 2: Detalle de localización del punto 03NA-N-122-MATALEBRERAS.



Figura 3: Detalle de localización del punto 03NA-N-122-MATALEBRERAS.

- PUNTO: 04NA-N-234A- MOJÓN PARDO

Del punto kilométrico 388,950 al punto kilométrico 389,050 (100 m).



0 ←→ 500 m

Figura 1: Ortofoto de situación del punto 04NA-N-234A- MOJÓN PARDO y esquema de medidas correctoras propuestas.

- Señalización: ■ ■
- Bandas rugosas: ● ● ●
- Vallado: ● ● ●
- Deforestación: ■ ■ ■
- Paso inferior: ◆ ◆ ◆ ◆



Figura 2: Detalle de localización del punto 04NA-N-234A- MOJÓN PARDO.



Figura 3: Detalle de localización del punto 04NA-N-234A- MOJÓN PARDO.



Figura 4: Detalle de localización del punto 04NA-N-234A- MOJÓN PARDO.

- PUNTO: 05NA-N-234B-SORIA

Del punto kilométrico 347,350 al punto kilométrico 348,250 (900 m).



0 ←→ 500 m

Figura 1: Ortofoto de situación del punto 05NA-N-234B-SORIA y esquema de medidas correctoras propuestas.

- Señalización: ■ ■  
Bandas rugosas: ● ● ● ●  
Vallado: ● ● ● ●  
Paso elevado: ■ ● ● ● ● ■  
                  ■ ● ● ● ● ■



Figura 2: Detalle de localización del punto 05NA-N-234B-SORIA.



Figura 3: Detalle de localización del punto 05NA-N-234B-SORIA.

- PUNTO: 06NA-SO-100-LOS LLAMOSOS

Del punto kilométrico 11,150 al punto kilométrico 11,950 (800 m).



0 ←→ 500 m

Figura 1: Ortofoto de situación del punto 06NA-SO-100-LOS LLAMOSOS y esquema de medidas correctoras propuestas.

- Señalización: ■ ■
- Bandas rugosas: ● ● ● ●
- Deforestación: ■ ■ ■ ■
- Limpieza de márgenes: ● ● ● ●
- Banda sin cultivo: ■ ■ ■ ■



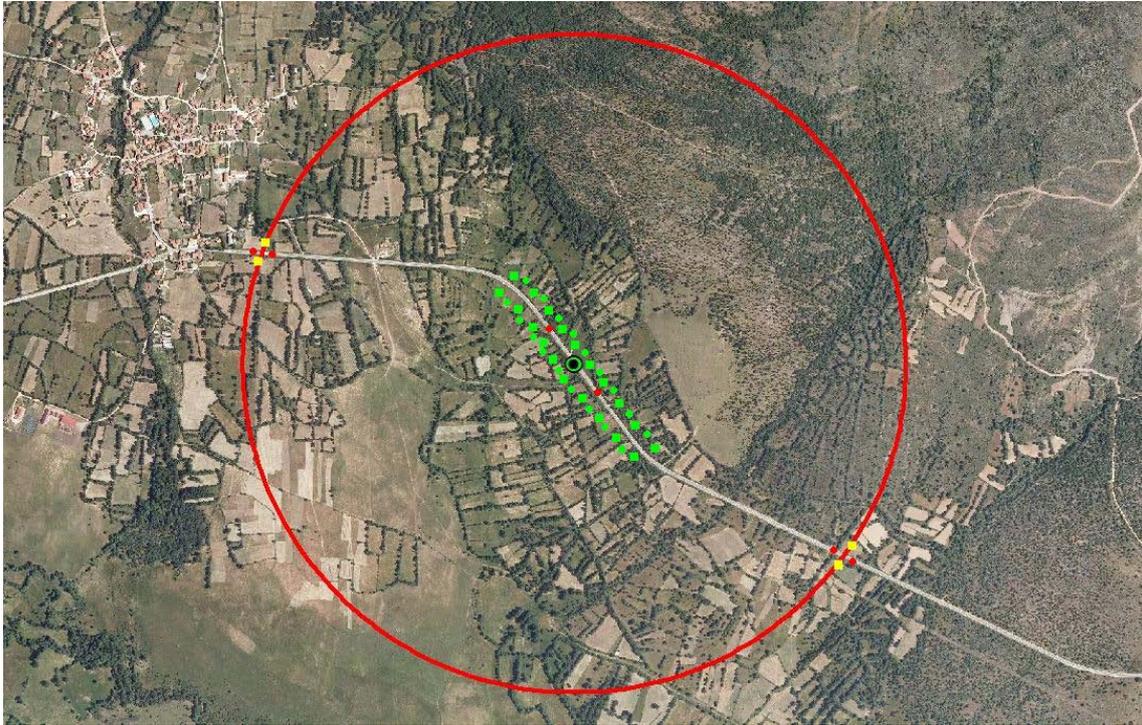
Figura 2: Detalle de localización del punto 06NA-SO-100-LOS LLAMOSOS.



Figura 3: Detalle de localización del punto 06NA-SO-100-LOS LLAMOSOS.

- PUNTO: 07NA- SO-820- VALDEAVELLANO DE TERA

Del punto kilométrico 8,750 al punto kilométrico 8,950 (200 m).



0 ← → 500 m

Figura 1: Ortofoto de situación del punto 07NA- SO-820- VALDEAVELLANO DE TERA y esquema de medidas correctoras propuestas.

Señalización: ■ ■

Bandas rugosas: ● ● ● ●

Deforestación: ■ ■ ■ ■

Limpieza de márgenes: ● ● ● ●



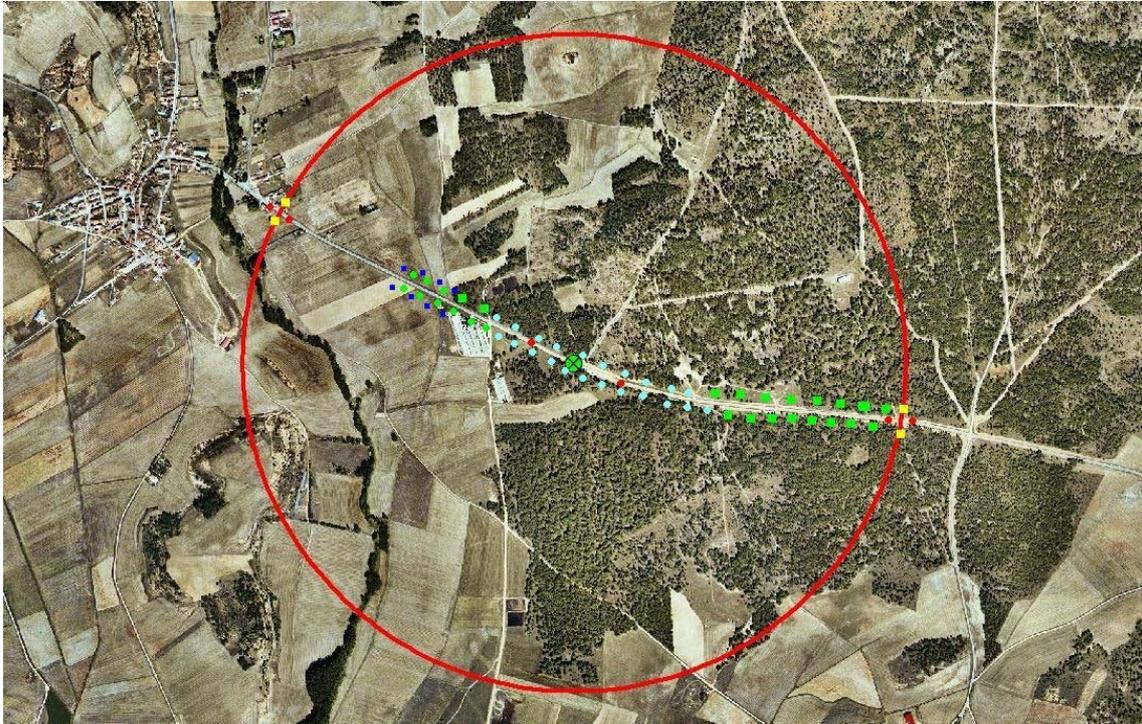
Figura 2: Detalle de localización del punto 07NA- SO-820-VALDEAVELLANO DE TERA.



Figura 3: Detalle de localización del punto 07NA- SO-820-VALDEAVELLANO DE TERA.

- PUNTO: 11NP- SO-110- MATAMALA DE ALMAZÁN

Del punto kilométrico 7,728 al punto 8,028 (300 m).



0 ← → 500 m

Figura 1: Ortofotografía de situación del punto 11NP- SO-110- MATAMALA DE ALMAZÁN y esquema de medidas correctoras propuestas.

- Señalización: ■ ■
- Bandas rugosas: ● ● ● ●
- Vallado: ● ● ● ●
- Deforestación: ■ ■ ■ ■ ■ ■
- Limpieza de márgenes: ● ● ● ●
- Banda sin cultivo ■ ■ ■ ■ ■ ■



Figura 2: Detalle de localización del punto 11NP- SO-110- MATAMALA DE ALMAZÁN.



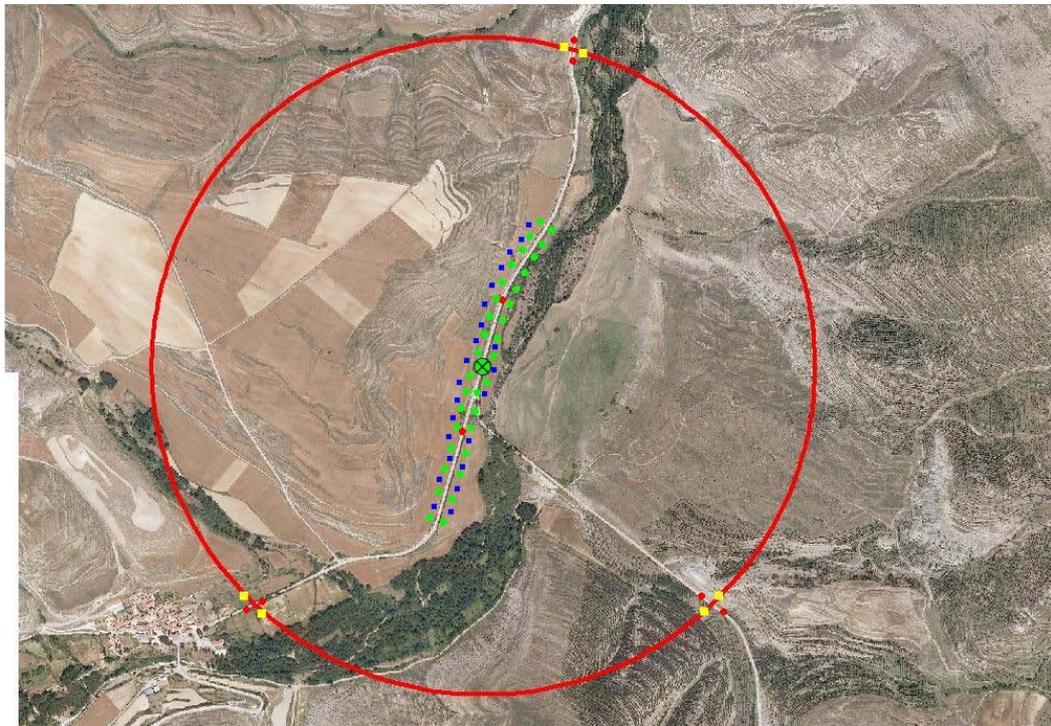
Figura 3: Detalle de localización del punto 11NP- SO-110- MATAMALA DE ALMAZÁN .



Figura 4: Detalle medida correctora (espejo reflectante) sin mantenimiento en el punto11NP- SO-110- MATAMALA DE ALMAZÁN.

- PUNTO: 12NP-SO-615-YANGUAS

Del punto kilométrico 37,750 al punto kilométrico 38,150 (400 m).



0 ← → 500 m

Figura 1: Ortofoto de situación del punto 12NP-SO-615-YANGUAS y esquema de medidas correctoras propuestas.

- Señalización: ■ ■
- Bandas rugosas: ● ● ● ●
- Vallado: ● ● ● ●
- Limpieza de márgenes: ● ● ● ●
- Banda sin cultivo ■ ■ ■ ■



Figura 2 : Detalle de localización del punto12NP-SO-615-YANGUAS.



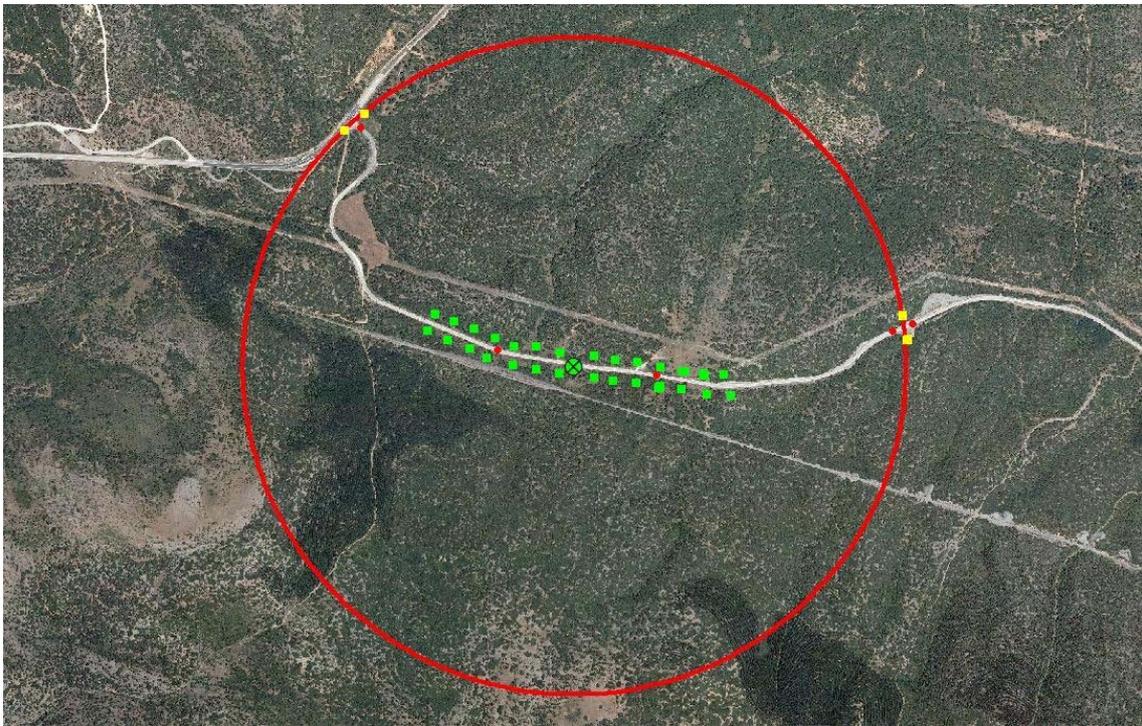
Figura 3: Detalle de localización del punto12NP-SO-615-YANGUAS.



Figura 4: Detalle de localización del punto 12NP-SO-615-YANGUAS.

- PUNTO: 13NP-SO-P-2001- EL MADERO

Del punto kilométrico 1,050 al punto kilométrico 1,550 (500 m).



0 ←→ 500 m

Figura 1: Ortofoto de situación del punto 13NP-SO-P-2001- EL MADERO y esquema de medidas correctoras propuestas.

Señalización: ■ ■

Bandas rugosas: ● ● ● ●

Vallado: ● ● ● ●

Deforestación: ■ ■ ■ ■ ■ ■



Figura 2: Detalle de localización del punto13NP-SO-P-2001- EL MADERO.



Figura 3: Detalle de localización del punto13NP-SO-P-2001- EL MADERO.

- PUNTO: 14NP-SO-P-2102-BOROBIA

Del punto kilométrico 5,250 al punto kilométrico 5,650 (400 m).



0 ← → 500 m

Figura 1: Ortofotografía de situación del punto 14NP-SO-P-2102-BOROBIA y esquema de medidas correctoras propuestas.

- Señalización: ■ ■
- Bandas rugosas: ● ● ● ●
- Vallado: ● ● ● ●
- Limpieza de márgenes: ● ● ● ●
- Banda sin cultivo: ■ ■ ■ ■



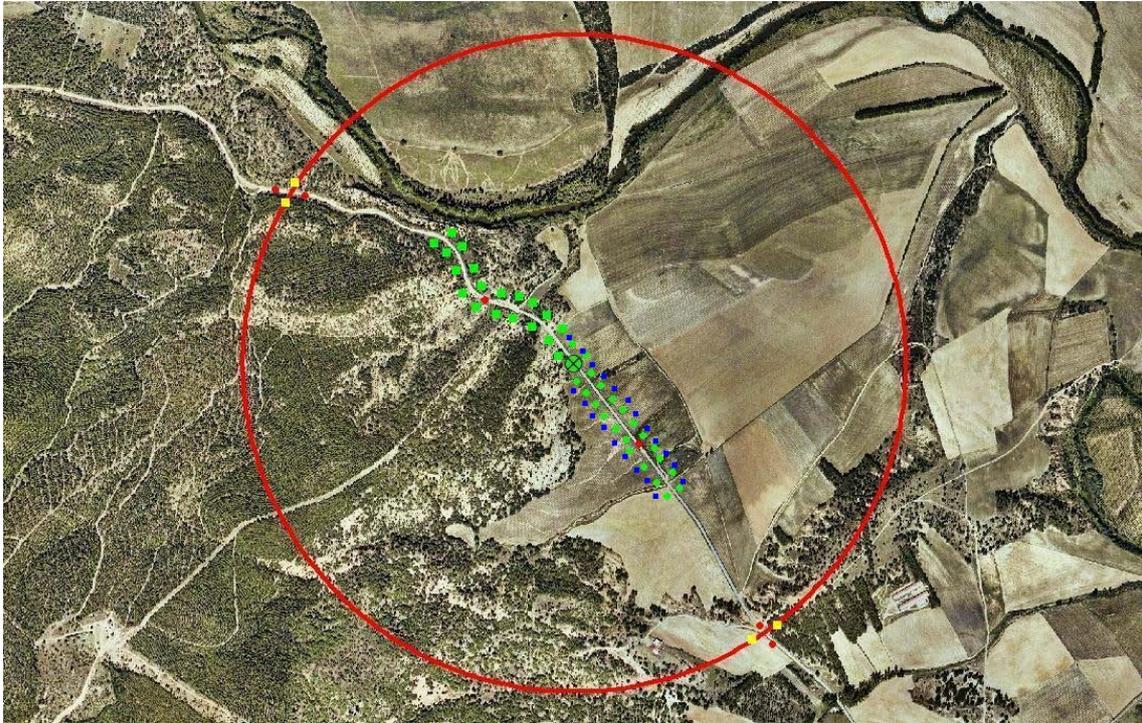
Figura 2: Detalle de localización del punto14NP-SO-P-2102-BOROBIA.



Figura 3: Detalle de localización del punto14NP-SO-P-2102-BOROBIA.

- PUNTO: 15NP-SO-P-3001-TARDAJOS DE DUERO

Del punto kilométrico 4,450 al punto kilométrico 5,050 (600 m).



0 ← → 500 m

Figura 1: Ortofoto de situación del punto 15NP-SO-P-3001-TARDAJOS DE DUERO y esquema de medidas correctoras propuestas.

- Señalización: ■ ■  
Bandas rugosas: ● ● ● ●  
Deforestación: ■ ■ ■ ■ ■ ■  
Limpieza de márgenes: ● ● ● ● ● ●  
Banda sin cultivo: ■ ■ ■ ■ ■ ■



Figura 2: Detalle de localización del punto 15NP-SO-P-3001-TARDAJOS DE DUERO.



Figura 3: Detalle de localización del punto 15NP-SO-P-3001-TARDAJOS DE DUERO.

- PUNTO: 16NP-SO-P-4142-BAYUBAS

Del punto kilométrico 0,650 al punto 0,950 (300 m).



0 ← → 500 m

Figura 1: Ortofotografía de situación del punto 16NP-SO-P-4142-BAYUBAS y esquema de medidas correctoras propuestas.

Señalización: ■ ■

Bandas rugosas: ● ● ● ●

Deforestación: ■ ■ ■ ■ ■



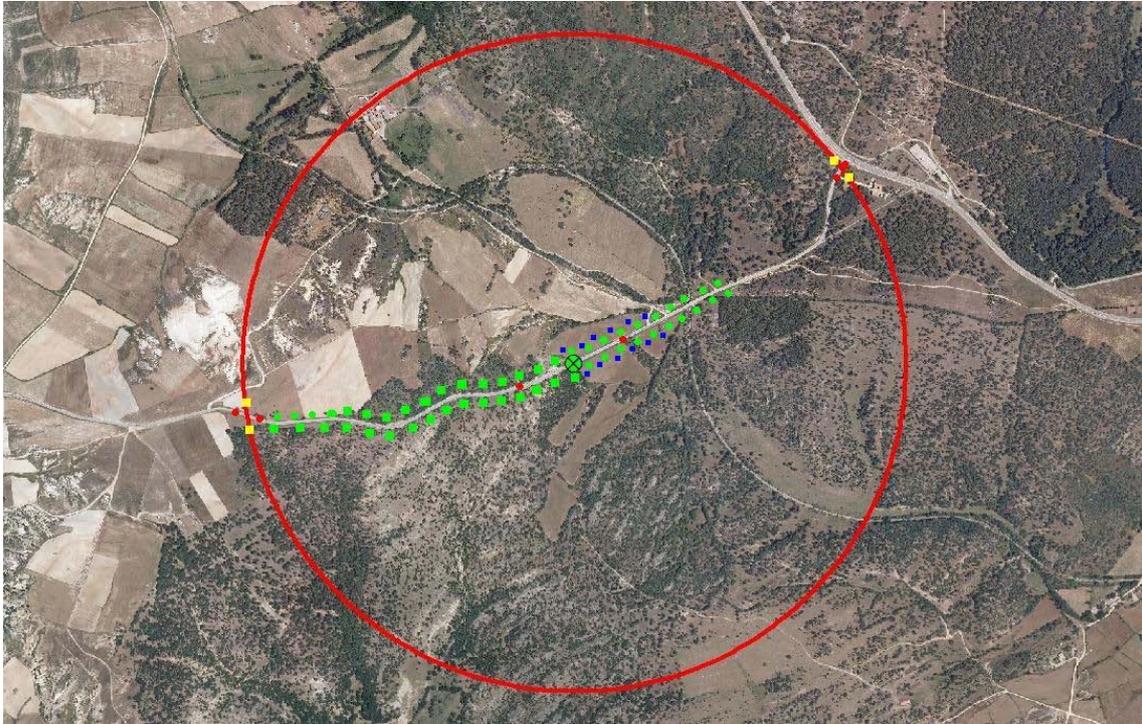
Figura 2: Detalle de localización del punto 16NP-SO-P-4142-BAYUBAS.



Figura 3: Detalle de localización del punto 16NP-SO-P-4142-BAYUBAS.

- PUNTO 17NP-SO-P-5029-FUENTETOBA

Del punto kilométrico 0,950 al punto kilométrico 1,250 (300 m).



0 ← → 500 m

Figura 1: Ortofoto de situación del punto 17NP-SO-P-5029-FUENTETOBA y esquema de medidas correctoras propuestas.

- Señalización: ■ ■
- Bandas rugosas: ● ● ● ●
- Deforestación: ■ ■ ■ ■
- Limpieza de márgenes: ● ● ● ●
- Banda sin cultivo ■ ■ ■ ■



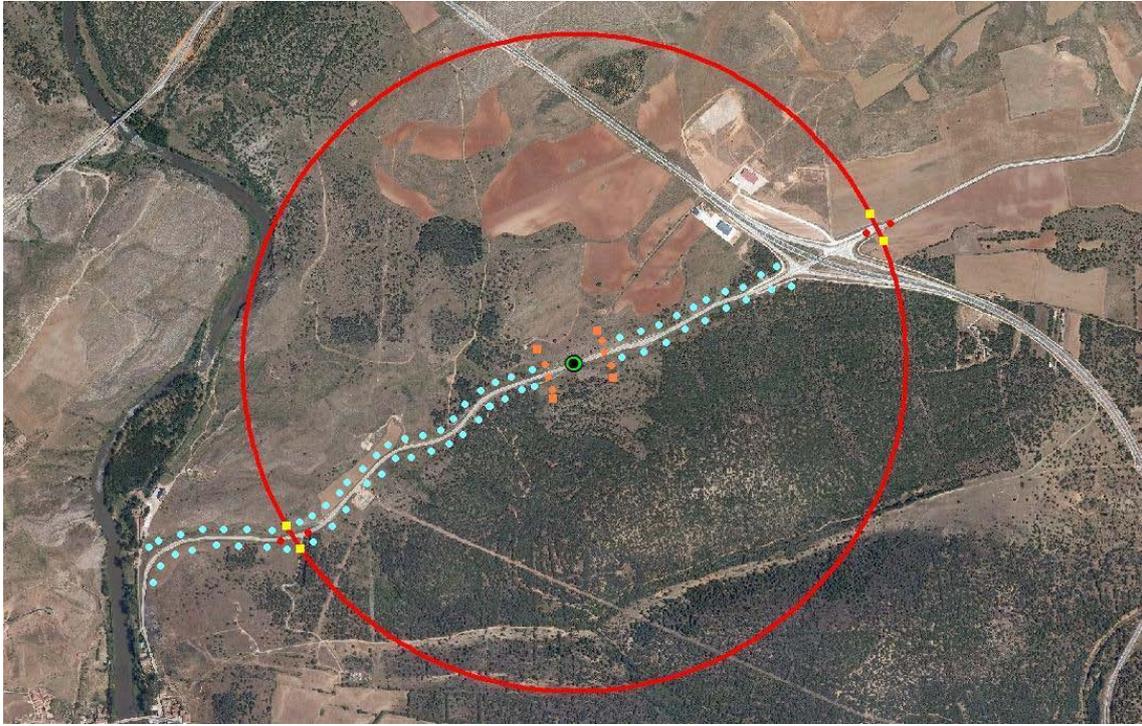
Figura 2: Detalle de localización del punto17NP-SO-P-5029-FUENTETOBA.



Figura 3: Detalle de localización del punto17NP-SO-P-5029-FUENTETOBA.

PUNTO: 018NAP-SO-P-1001-SORIA

Del punto kilométrico 1,750 al punto kilométrico 2,150 (400 m).



0 ←→ 500 m

Figura 1: Ortofoto de situación del punto 018NAP-SO-P-1001-SORIA y esquema de medidas correctoras propuestas.

- Señalización: ■ ■
- Bandas rugosas: ● ● ● ●
- Vallado: ● ● ● ●
- Paso elevado: ■ ● ● ● ● ■  
■ ● ● ● ● ■



Figura 2: Detalle de localización del punto 018NAP-SO-P-1001-SORIA.



Figura 3: Detalle de localización del punto 018NAP-SO-P-1001-SORIA.