

Document downloaded from:

<http://hdl.handle.net/10251/137015>

This paper must be cited as:

Gallego Salguero, AC.; Calafat Marzal, MC.; Marina Segura; ISRAEL QUINTANILLA (2019). Land planning and risk assessment for livestock production based on an outranking approach and GIS. *Land Use Policy*. 83:606-621.  
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.10.021>



The final publication is available at

<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.10.021>

Copyright Elsevier

Additional Information

1           **Identificación mediante SIG de áreas problemáticas de ganadería intensiva por**  
2           **incumplimiento de las normativas vigentes: el caso de la Comunidad Valenciana**

3                           C. Calafat Marzal<sup>1(\*)</sup>, A. Gallego Salguero<sup>2)</sup> y I. Quintanilla García<sup>3)</sup>  
4

5           1) Departamento de Economía y Ciencias Sociales. Universitat Politècnica de Valencia. Camino de Vera, s/n 46002 Valencia.

6           2) Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría de la Universitat Politècnica de Valencia.

7           3)Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría de la Universitat Politècnica de Valencia.

8           \*Autor para correspondencia: [macamar3@esp.upv.es](mailto:macamar3@esp.upv.es)

9  
10  
11           **RESUMEN**

12           Las reformas de las políticas europeas han evolucionado en busca de un modelo que permita a  
13           la agricultura y ganadería en las zonas rurales reconocer funciones como la conservación del  
14           medioambiente y el paisaje rural y la contribución de las zonas rurales al desarrollo de un  
15           territorio equilibrado. Sin embargo, para que el sector ganadero contribuya a estas funciones,  
16           debe corregir los riesgos sectoriales y ambientales que genera. Uno de los elementos clave  
17           para corregirlo es la planificación espacial de la ganadería. En áreas con mayor concentración  
18           ganadera, el riesgo potencial es alto y la detección de riesgos es más compleja.

19           El objetivo de este estudio es proponer y validar un procedimiento mediante Sistemas de  
20           Información Geográfica (SIG) que permita evaluar el riesgo de las explotaciones ganaderas  
21           teniendo en cuenta los criterios sectoriales, sociales y ambientales. Asimismo, se ha aplicado  
22           a la Comunidad Valenciana (CV), una región con áreas de alta densidad de ganado con  
23           sistemas de producción intensiva, compuesta por 4984 granjas de las distintas especies  
24           ganaderas. Los resultados han identificado las áreas más problemáticas por incumplimiento  
25           de la legislación vigente. En la CV se han detectado principalmente dos áreas sensibles. En el

26 área más problemática el 40% de las explotaciones están incumpliendo las normas vigentes,  
27 ninguna de las explotaciones respeta la distancia a otras explotaciones y, además, la mitad de  
28 estas no cumplen la distancia a los núcleos urbanos. La otra área problemática, el 33% de las  
29 explotaciones incumple las distancias mínimas a los núcleos urbanos y otras explotaciones.  
30 Estos resultados proporcionan información valiosa para diseñar y aplicar mejores políticas  
31 sectoriales, sociales y ambientales por parte de las administraciones públicas, responsables de  
32 la gestión de las actividades pecuarias y del territorio, a fin de reducir los riesgos para la  
33 población cercana a las explotaciones ganaderas.

34 **PALABRAS CLAVE:** Política Agraria Común; Riesgos medioambientales; Riesgos para la  
35 salud pública, distancia entre granjas; densidad ganadera.

36

37 **GIS detection of problematic areas of intensive livestock farming for non-compliance**  
38 **with the regulations in force: the case of the Valencian Community**

39

40 **ABSTRACT**

41 European policy reforms have evolved in search of a model that allows agriculture and  
42 livestock in rural areas to recognize functions such as the conservation of the environment and  
43 the rural landscape and the contribution of rural areas to the development of a balanced  
44 territory. However, for the livestock sector to contribute to these functions, it must correct the  
45 sectoral and environmental risks it generates. One of the key elements to correct it is the  
46 spatial planning of livestock. In areas with greater livestock concentration, the potential risk is  
47 high and the detection of risks is more complex.

48 The objective of this study is to propose and validate a procedure using Geographic  
49 Information Systems (GIS) to assess the risk of livestock farms taking into account sectoral,  
50 social and environmental criteria. Likewise, it has been applied to the Valencian Community

51 (VC), a region with areas of high density of livestock with intensive production systems,  
52 composed of 4984 farms of different livestock species In the VC, two main sensitive areas  
53 were detected. In the most problematic area, 40% of farms are not in compliance with  
54 regulations, none of the farms respect the distance to other farms, and half of the farm do not  
55 comply with the required distance to urban centres. In the other problem area, 33% of farms  
56 violate the minimum distance to urban centres and distances to other farming operations. The  
57 results have identified the most problematic areas due to non-compliance with current  
58 legislation. These results provide valuable information for designing and applying better  
59 sectoral, social and environmental policies on the part of public administrations, responsible  
60 for the management of livestock and territory activities, in order to reduce the risks for the  
61 population close to the livestock farms.

62 **KEYWORDS:** Common Agricultural Policy; Environmental risks; Risks to public health,  
63 distance between farms; Livestock density.

64

65

## 66 **1. Introducción**

67 La reestructuración del sector agrario, debida a la aplicación de las políticas agrarias y de  
68 cohesión territorial, ha producido cambios en la actividad agraria y cambios en los usos del  
69 suelo, en los paisajes y sociedades rurales (Brady *et al.*, 2012; Pérez *et al.*, 2016; Ruiz-  
70 Urrestarazu y Galdós-Urrutia, 2013; Tzanopoulos *et al.*, 2012). Existe, una correlación, de  
71 forma progresiva y explícita, entre las políticas y la transformación del territorio.

72 Las actuaciones a nivel europeo sobre el medio rural son el resultado de dos políticas  
73 principalmente: una agraria, la Política Agraria Común (PAC), y otra de cohesión territorial  
74 (económica y social). Los efectos territoriales de la PAC, aun siendo una política sectorial,  
75 son innegables y, por tanto, junto con las políticas de cohesión económica y social, señalan  
76 que la componente territorial es fundamental para la obtención de los resultados propuestos  
77 por estas iniciativas. Esta evidencia se expone en la Estrategia Territorial Europea (ETE),  
78 aprobada en 1999 en Alemania, donde se presenta la posibilidad de superar la perspectiva de  
79 las políticas sectoriales para observar la situación global del territorio europeo y tener en  
80 cuenta las oportunidades de desarrollo que presentan (Plaza, 2006). Esta perspectiva se  
81 plasma en las reformas de la PAC, que profundizan en aspectos territoriales (Herviu, 1996;  
82 Serrano, 2012; Sumpsi, 1996). La última reforma de la PAC (Hacia la PAC 2020) se basa,  
83 entre otras medidas, en la gestión sostenible de los recursos naturales y el desarrollo territorial  
84 equilibrado. En el caso de la ganadería estas reformas inciden directamente en la  
85 determinación de los riesgos que genera su actividad. Estos riesgos no dependen solamente  
86 del propio sector (problemas sectoriales por riesgo de seguridad sanitaria) sino que están muy  
87 influenciados por las características territoriales en las que se ubican las explotaciones  
88 ganaderas (Boender *et al.*, 2014). Estos riesgos sectoriales son debidos, principalmente, a la  
89 transmisión de enfermedades entre explotaciones (seguridad sanitaria). Además generan  
90 riesgos sobre la salud pública, debido a que las explotaciones cercanas a núcleos de población

91 generan molestias y riesgo de transmisión de enfermedades (Lupindu *et al.*, 2015; Mahin,  
92 2001; Richter *et al.*, 2015; Schauberger *et al.*, 2013; Van Boeckel *et al.*, 2012), y sobre el  
93 medio ambiente, por la ubicación de explotaciones en usos del suelo no apropiados, como son  
94 usos protegidos (Cejudo y Maroto, 2010; Centner, 2004; Deunert *et al.*, 2007; Kros *et al.*,  
95 2015; Palomo *et al.*, 2013; Perez, 2006), o en zonas con elevado riesgo de aguas subterráneas  
96 (Bartelt-Hunt *et al.*, 2011; Friedrich y Kassam, 2016).

97 En el estudio de la ordenación del territorio, en cualquier aspecto que se aborde, la  
98 componente geográfica es fundamental, y los Sistemas de Información Geográfica (SIG)  
99 intervienen de forma destacada en multitud de estudios de investigación territorial con  
100 diversos objetivos, como son, resolver problemas de planificación y gestión del territorio  
101 (Amador y Dominguez, 2005; Baban y Parry, 2001; Salvà *et al.*, 2004), proporcionar la  
102 capacidad de predecir y evaluar su impacto (Molina-Ruiz *et al.*, 2011) y para una adecuada  
103 gestión del uso del suelo (Pettit, 2005).

104 La aplicación de los SIG para la realización de estudios relacionados con la agronomía ha  
105 tenido aplicaciones muy diversas, como por ejemplo en la predicción de modificaciones de la  
106 PAC en los servicios de uso de la tierra, la biodiversidad y los ecosistemas (Brady *et al.*,  
107 2012; Tzanopoulos *et al.*, 2012). En el caso de la ganadería también se han utilizado  
108 ampliamente, algunos ejemplos son los estudios relacionados con la planificación de la  
109 ganadería (Calafat *et al.*, 2015); con la identificación de zonas adecuadas para la aplicación de  
110 residuos animales (Basnet *et al.*, 2002); o los estudios referidos a los residuos ganaderos y su  
111 utilización en la generación de energías renovables, donde existen aplicaciones para estimar la  
112 producción de biogás a partir del estiércol de todas las principales especies ganaderas (Batzias  
113 *et al.*, 2005).

114 El objetivo de estudio es analizar espacialmente el sector ganadero de la Comunidad  
115 Valenciana (CV), deteniéndose en las explotaciones intensivas por ser más generadoras de

116 riesgos sobre propio sector, el medio ambiente y los núcleos de población, e identificar,  
117 mediante técnicas SIG, aquellas explotaciones que no cumplen con los criterios definidos en  
118 las distintas legislaciones que afectan al sector. Se parte de la hipótesis que todas las  
119 explotaciones ganaderas de la CV no se cumplen actualmente las normativas para reducir los  
120 riesgos que genera su actividad. Sigue habiendo instalaciones ganaderas ubicadas en áreas en  
121 las que actualmente está restringida la actividad, generando riesgos tanto para el propio sector,  
122 como para la salud pública y el medioambiente.

123 La aportación novedosa de este artículo se centra en la localización geográfica de las  
124 explotaciones ganaderas e identificar los riesgos asociados a las explotaciones mediante  
125 técnicas SIG. Para ello, se considera no sólo las distancias entre explotaciones y a los núcleos  
126 de población, sino también la ubicación de las explotaciones según las distintas  
127 clasificaciones del suelo, debido a que algunas explotaciones ganaderas pueden estar  
128 localizadas en calificaciones de usos del suelo no apropiadas.

129 La unificación de criterios nos permite evaluar el grado de la problemática territorial ganadera  
130 al delimitar áreas con mayor concentración de explotaciones ganaderas problemáticas y, por  
131 tanto, considerarlas como áreas de actuación prioritarias.

132 El artículo se estructura de la siguiente forma. En la sección 2 en primer lugar se describe el  
133 área de estudio y las características de las explotaciones ganaderas, seguidamente se explica la  
134 implementación de las normativas vigentes mediante técnicas de los SIG. En la sección 3 se  
135 exponen los resultados obtenidos y en la sección 4 la discusión planteada en la investigación.  
136 Por último, la sección 5 resume las principales conclusiones del estudio.

137

## 138 **2. Metodología**

### 139 ***2.1 Área de estudio y características de sus explotaciones ganaderas***

140 El área de estudio es una región situada al este de España, perteneciente a la zona  
141 mediterránea de Europa Occidental: la Comunidad Valenciana (Figura 1). Tiene una  
142 superficie de 23.250 km<sup>2</sup>, cuenta con una población de más de 4 millones de habitantes.  
143 Aproximadamente el 44% de su superficie terrestre se utiliza para fines agrícolas, mientras  
144 que aproximadamente el 52% de la CV es superficie forestal.

145 El sector ganadero es principalmente intensivo y concentrado. Intensivo al concentrar en una  
146 área pequeña un elevado número de animales. Concentrado en referencia a que las especies  
147 ganaderas se agrupan en áreas cercanas (Calafat *et al.*, 2015). En el estudio se analiza toda la  
148 superficie de esta región y considera el total de las explotaciones ganaderas de producción  
149 intensiva de más de una Unidad Ganadera Mayor (UGM) de las principales especies  
150 ganaderas (4984 explotaciones), como son del sector porcino y aves de engorde, conejos,  
151 caballos, bovino, ovino y caprino (Tabla 1). Se han eliminado las explotaciones de  
152 autoconsumo, es decir, las de menos de 1 UGM (es el equivalente en tamaño a un bovino  
153 adulto, y a un tercio en el resto de especies cuando no se supere dicha capacidad). En la  
154 Figura 1 se incluyen distribución de las explotaciones ganaderas a lo largo del territorio de la  
155 CV y la concentración de las explotaciones en el territorio (UGM/km<sup>2</sup>).

156 Tabla 1. Número de granjas por especies en la Comunidad Valenciana

157 La topografía de esta zona delimita entornos regionales que difieren sustancialmente,  
158 estableciéndose tres áreas orográficas: zona interior, intermedia y costera. En cada una de  
159 ellas las políticas agrarias y sectoriales han repercutido de modo distinto. La zona interior se  
160 caracteriza por pastizales, bosques, matorrales, maleza, la producción extensiva de madera,  
161 abandono de tierras y terrazas. La zona intermedia incluye las ciudades, la producción  
162 intensiva de madera, usos de la tierra seca, la urbanización y los cultivos de riego. En la zona  
163 litoral caracterizada como regiones industrializadas, se producen más conflictos por el uso del

164 suelo y, el efecto de las actividades turísticas y el fenómeno residencial han reducido el sector  
165 agrario (Recatalá *et al*, 2000).

166 Figura 1: Mapa de explotaciones por especies y mapa de concentración ganadera de la CV  
167 Las zonas más interiores (caracterizadas como regiones rurales principalmente, a excepción  
168 de zonas turístico-recreativas como las estaciones de esquí), las políticas se han diseñado para  
169 dinamizar las sociedades rurales, preservando los valores y potencialidades de estas áreas,  
170 frenando el deterioro de sus paisajes y corrigiendo los efectos negativos que sobre estas áreas  
171 han generado prácticas poco respetuosas con el medioambiente.

172 Las normativas aplicables a las explotaciones ganaderas provienen de cuatro ámbitos  
173 distintos: La Unión Europea, el Estado Español, la Comunidad Valenciana y los municipios.  
174 En el ámbito europeo, las regulaciones normativas establecen las obligaciones que deben  
175 cumplir las actividades industriales y agrícolas con un elevado potencial de contaminación, a  
176 través de la Directiva 2010/75/UE sobre emisiones industriales, orientada a la necesidad de  
177 obtener mejoras ambientales y en la salud pública, asegurando la rentabilidad y fomentando la  
178 innovación técnica, y de la de contaminación por nitratos (Directiva 91/676/CEE). Estas  
179 Directivas tienen su trasposición a niveles nacionales (En España: Ley 5/2013; Real Decreto  
180 261/96) y regionales (en la Comunidad Valenciana: Ley 6/2014, Decreto 13/2000 y 11/2004).  
181 Además, algunos estados miembros han elaborado normativas de ordenación de las  
182 explotaciones porcinas, por ser la especie más contaminante, como es el caso de España.  
183 Siguiendo estas normativas se estudiará la situación de la ganadería en la CV teniendo en  
184 cuenta el emplazamiento de cada una de las explotaciones.

185

## 186 **2.2 Criterios restrictivos utilizados**

187 En la Ley de la Ganadería (Ley 6/2003, de 4 de marzo, de la Generalitat, de Ganadería de la  
188 Comunidad Valenciana) se establecen como criterios de ordenación las distancias entre las

189 explotaciones ganaderas y a los núcleos urbanos. Además, se especifica la calificación  
190 urbanística del suelo en la que deben situarse las explotaciones ganaderas, determinando  
191 como única ocupación adecuada el suelo no urbanizable común. Estas normativas han sido de  
192 inmediato cumplimiento para las nuevas instalaciones, mientras que a las que ya estaban  
193 operativas, se les ha permitido el mantenimiento temporal de la actividad durante quince años  
194 desde la aprobación de la Ley. Por tanto, esta Ley de la Ganadería establece los criterios para  
195 corregir los riesgos de seguridad sanitaria y sobre la salud pública. Pero se desconoce el  
196 estado actual de los riesgos potenciales de las explotaciones ganaderas, dado que no se ha  
197 realizado un diagnóstico de la situación actual.

198 Además, las explotaciones ganaderas pueden generar riesgos de contaminación de aguas  
199 subterráneas, y por ello, se estudiará ubicación de cada explotación ganadera y su grado de  
200 vulnerabilidad de los acuíferos de la zona.

### 201 **2.3 Datos de inicio y fuentes cartográficas iniciales**

202 En la Figura 2 se describe el flujo de trabajo para analizar los riesgos de seguridad  
203 sanitaria, de salud pública y sobre el medio ambiente de cada una de las explotaciones  
204 ganaderas, acorde a la legislación vigente. Para ello se utilizan como datos iniciales (*inputs*) la  
205 ubicación de las explotaciones ganaderas y las fuentes cartográficas iniciales de datos  
206 descritas en la tabla 2.

207 **Figura 2. Flujo de trabajo para la implementación de los criterios restrictivos en SIG**

208 Las explotaciones se georreferenciaron con un receptor GNSS (Global Navigation  
209 Satellite System) de posicionamiento absoluto, que realizaba observaciones sobre el sistema  
210 GNSS de EEUU, denominado GPS (Global Position System). El proceso de definición de la  
211 posición geográfica de un elemento, o georreferenciación, consiste en atribuir valores de  
212 latitud y longitud a dicho elemento. Para el estudio de la ganadería, las coordenadas  
213 registradas con el GPS se corresponden con la ubicación de la granja. Estos protocolos

214 permiten georreferenciar elementos dentro de un sistema de referencia geodésico unificado y  
215 estandarizado (Joost *et al.*, 2010). Tanto las explotaciones, como todas las capas de datos  
216 geográficos utilizadas, se proyectaron en el sistema Universal Transversa de Mercator (UTM),  
217 en el huso 30, tomando como datum geodésico espacial el Sistema de Referencia Terrestre  
218 Europeo de 1989 (ETRS89), que, a efectos de precisión para este análisis, es compatible con  
219 el sistema de referencia oficial del GPS, el WGS-84 (World Geodetic System 1984).

220 Tabla 2: Datos y fuentes cartográficas utilizadas

221 A partir de las fuentes cartográficas de la Tabla 2 se han implementado las normativas  
222 vigentes, determinando en cada uno de los riesgos los criterios restrictivos (Figura 3):

- 223 - Riesgos sectoriales (o de seguridad sanitaria entre explotaciones): se establecen las  
224 distancias mínimas entre instalaciones ganaderas, distinguiendo entre explotaciones de la  
225 misma o distinta especie ganaderas y el tamaño de las explotaciones.
- 226 - Riesgos sobre la salud pública: se establecen las distancias mínimas a núcleos de población  
227 dependiendo del número de habitantes.
- 228 - Riesgos medioambientales: se analizará el riesgo para las aguas subterráneas  
229 (vulnerabilidad de contaminación de acuíferos) y para la biodiversidad (considerando la  
230 ubicación de las explotaciones en calificaciones urbanísticas del suelo no apropiadas, como  
231 son las zonas cercanas a áreas urbanas, urbanizables y rurales protegidas o de dominio  
232 público).

233 Figura 3. Riesgos de las explotaciones ganaderas debido a su localización geográfica y  
234 criterios utilizados para su determinación

235 Los criterios utilizados se describen a continuación, teniendo en cuenta los estudios que lo  
236 demuestran y la legislación vigente que los considera:

- 237 1. Distancias de seguridad sanitaria entre explotaciones ganaderas de la misma especie.

238 En el análisis realizado por Boender *et al.* (2014) se demuestra como el tamaño de las  
239 explotaciones y la distancia entre explotaciones de porcino influyen en el riesgo de  
240 transmisión del virus de la peste porcina clásica entre granjas. Determinando que cuanto  
241 mayor sea el tamaño de la explotación y menor sea la distancia mayor será el riesgo de  
242 transmisión.

243 La Ley de Ganadería de la CV, en prevención de transmisión de enfermedades, indica que  
244 las granjas ganaderas guardarán una distancia mínima de 1000 metros con respecto a otras  
245 instalaciones de la misma especie ganadera. Esta distancia se reducirá a la mitad en el caso  
246 de explotaciones porcinas, avícolas y cunícolas con una capacidad inferior a 120 UGM, y a  
247 la tercera parte en el resto de las especies cuando no se alcance dicho tamaño.

248

249 2. Distancias de seguridad sanitaria entre explotaciones ganaderas de diferente especie.

250 Según la Ley de Ganadería de la CV, en el caso de instalaciones ganaderas de distinta  
251 especie, con carácter general, la distancia entre ellas será como mínimo de 1000 m.

252

253 3. Distancias de las explotaciones a los núcleos de población.

254 Uno de los motivos de la expansión de la ganadería urbana y peri-urbana es el aumento  
255 creciente de las urbanizaciones y de la demanda de alimentos de origen animal. Esta  
256 práctica supone un riesgo para la salud pública al considerarse el ganado reservorios de  
257 patógenos zoonóticos (Lupindu *et al.*, 2015).

258 En este sentido, la Ley de Ganadería de la CV regula la distancia mínima que debe existir  
259 entre las instalaciones ganaderas y los núcleos de población, estableciendo una distancia de  
260 1000 metros con respecto a los núcleos de población de más de 2000 habitantes, de 500  
261 metros como mínimo para núcleos entre 500 y 1999 habitantes, y de 250 metros para  
262 núcleos de población inferiores a 500 habitantes.

263 A partir de esta información se generaron buffers o áreas de influencia alrededor de cada  
264 núcleo, delimitando las zonas donde no deben ubicarse instalaciones ganaderas. Dentro de  
265 esta área de influencia, se definieron dos zonas más, una zona próxima al núcleo de  
266 población y una zona intermedia.

267 Las distancias, en metros, utilizadas, para generar las tres zonas descritas anteriormente se  
268 presentan en la Figura 3.

#### 269 4. Clasificación urbanística del suelo.

270 La designación de áreas protegidas es uno de los indicadores disponibles más importantes  
271 para la conservación a largo plazo de la biodiversidad (Palomo *et al.*, 2013). Para ello las  
272 áreas protegidas deben estar a salvo de posibles perturbaciones futuras (de Vos *et al.*,  
273 2016). Estas zonas se hallan amenazadas por los efectos negativos de la producción  
274 ganadera, siendo necesario establecer directrices sobre los usos del suelo adecuados para el  
275 establecimiento de las actividades ganaderas.

276 La Ley de Ganadería de la CV específica, en relación a la clasificación del suelo, que las  
277 explotaciones ganaderas deberán situarse en terrenos con suelo no urbanizable.

278 El planeamiento urbanístico (Clasificación) de la CV está confeccionado a partir del  
279 planeamiento aprobado en las Comisiones Territoriales siguiendo el DECRETO 74/2016,  
280 de 10 de junio, del Consell. Siguiendo esta clasificación el suelo no urbanizable (SNU) se  
281 puede clasificar en cuatro categorías: común (SNU común), protegido (SNU protegido), de  
282 dominio público (SNU dominio público) y con otras protecciones (SNU otras  
283 protecciones). Siendo el único conveniente el SNU calificado como común. De esta forma  
284 se ha analizado las explotaciones situadas en zonas no aptas para la actividad ganadera.

285

#### 286 5. Vulnerabilidad de las aguas subterráneas.

287 La agricultura y la ganadería están consideradas como una de las principales actividades  
288 responsables de la contaminación difusa de las aguas subterráneas, y por tanto de las altas  
289 concentraciones de nitratos que contienen (Jarvis y Ledgard, 2002; Nolan *et al.*, 1997), ya  
290 que existe una relación entre la alta densidad ganadera de una zona y los niveles de  
291 eutrofización de las aguas subterráneas (Djordjic *et al.*, 2002). Este riesgo de contaminación  
292 de la ganadería está, especialmente, asociado a ganadería intensiva (Bartelt-Hunt *et al.*,  
293 2011; Friedrich y Kassam, 2016).

294 En esta línea, la Generalitat Valenciana, en el marco de un convenio suscrito, en el año  
295 1998, entre la antigua Consellería de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte y la  
296 Universidad Politécnica de Valencia, realizó la Cartografía sobre la vulnerabilidad de las  
297 aguas subterráneas por actividades urbanísticas en la CV, a escala 1:50.000. En ella se  
298 contempla la división del territorio en zonas homogéneas caracterizadas por el grado de  
299 protección que ofrece el medio a la transmisión y difusión de los agentes contaminantes  
300 hacia las aguas subterráneas, estableciendo una base en los procesos de toma de decisiones  
301 que afectan a los usos del territorio las variables relacionadas con la calidad y la  
302 disponibilidad de los recursos hídricos, lo que permite conocer las aptitudes y limitaciones  
303 del territorio para el uso ganadero.

304 El grado de vulnerabilidad a la contaminación se define por combinación de las clases de  
305 sensibilidad de las variables significativas propuestas (permeabilidad, espesor no saturado  
306 y calidad de las aguas). En la tabla 3 se describe la adecuación de cada categoría de  
307 vulnerabilidad de los acuíferos a las distintas calificaciones urbanísticas del suelo.

308 Tabla 3: Adecuación de cada categoría de la vulnerabilidad de los acuíferos a los usos  
309 urbanísticos

310 Estableciendo las categorías de “Vulnerabilidad muy baja”, que engloba zonas  
311 prácticamente invulnerables para las aguas subterráneas, principalmente por inexistencia

312 de acuíferos, hasta la categoría “Vulnerabilidad muy alta” donde se incluyen las zonas del  
313 territorio especialmente sensibles para las aguas subterráneas.

314

315

#### 316 ***2.4 Implementación de los criterios restrictivos con los SIG***

317 A partir de las capas de datos iniciales del apartado anterior se han implementado los criterios  
318 restrictivos debido a los riesgos de las explotaciones ganaderas. Esta implementación de los  
319 criterios se detalla paso a paso en la Figura 2.

##### 320 Paso 1:

321 Partiendo de las capas de datos iniciales de las explotaciones ganaderas y las áreas urbanas se  
322 generaron áreas de influencia alrededor de cada explotación ganadera y de los núcleos de  
323 población, según las distancias establecidas en la Figura 3. Para los núcleos urbanos se  
324 delimitaron las zonas donde no deben ubicarse instalaciones ganaderas, definiéndose las  
325 zonas de influencia descritas (cercana, intermedia y límite).

326 La capa de las explotaciones se asoció a los datos de la distancia a las áreas urbanas, entre  
327 explotaciones y la planificación urbanística.

##### 328 Paso 2:

329 La determinación de las explotaciones que se encuentran dentro del área de influencia  
330 sanitaria de otra explotación se realizó con una intersección de capas. Con esta operación de  
331 análisis espacial se obtienen las explotaciones que están dentro del área de influencia de otras  
332 explotaciones y, por tanto, se distinguen las explotaciones que cumplen de las que no cumplen  
333 las distancias mínimas reglamentarias.

334 La asignación de la distancia a la que se encuentran las explotaciones con respecto a los  
335 núcleos urbanos, se realizó con una unión espacial de datos entre la capa de las explotaciones  
336 ganaderas y la que contiene las áreas de influencia de los núcleos urbanos.

337 El último factor considerado determina las instalaciones ganaderas que no están ubicadas en  
338 el suelo clasificado como SNU común. Para ello, se han localizado los usos compatibles con  
339 dicha clasificación a partir de la capa disponible de la planificación urbanística de la CV. Para  
340 determinar la calificación del suelo en la ubicación de las explotaciones, se realizó una unión  
341 entre la capa de las explotaciones y la capa que contiene la calificación del suelo.

342 Paso 3:

343 A partir de la información extraída para cada uno de los factores, se obtuvo un valor final  
344 (índice de riesgo) para cada explotación en función del número de factores que no cumplen.  
345 De manera, que una explotación ganadera con riesgo nulo indica que está a una distancia  
346 suficiente para no generar riesgo sanitario a otra explotación, ya sea de la misma o distinta  
347 especie, además, también está a una distancia suficiente de los núcleos de población y es en  
348 una zona de SNU común. En cambio, una explotación con un índice de riesgo muy alto indica  
349 que está a una distancia insuficiente de otra explotación, tanto de la misma como de distinta  
350 especie, y por tanto genera riesgos sanitarios, además está a una distancia insuficiente de los  
351 núcleos de población y es no es de SNU común.

352 Es decir, el riesgo puede tener valor nulo si la explotación cumple todos los criterios, y valor  
353 uno (muy bajo), dos (bajo), tres (alto) o cuatro (muy alto) según el número de criterios que  
354 incumple.

355 A partir del índice de riesgo de cada explotación se generó otro que identifican las zonas con  
356 mayor concentración de explotaciones con riesgo muy alto, y por tanto de explotaciones que  
357 incumplen la legislación vigente (Áreas problemáticas o sensibles). Este mapa se representó  
358 mediante un mapa de densidad. Con el cálculo de la densidad se obtiene, mediante  
359 interpolación a partir de los puntos muestrales, los valores normalizados por unidad de  
360 superficie en todo el área de estudio. En este mapa se ponderó el índice anterior según si la

361 explotación se encontraba en la zona cercana, intermedia o limite, dando mayor peso al área  
362 cercana.

363 Paso 4:

364 Una vez identificadas las zonas más sensibles debido al incumplimiento de la legislación  
365 vigente, se evaluó la vulnerabilidad de dichas zonas con respecto a las aguas subterráneas.  
366 Este riesgo no está explícitamente regulado en la legislación, pero los estudios sobre  
367 contaminación de aguas subterráneas indican que la ganadería es uno de los principales focos  
368 de contaminación. Para ello se realizó una unión espacial de la capa de las áreas sensibles con  
369 la capa de vulnerabilidad de acuíferos.

370

371 **3. Resultados**

372 Los resultados obtenidos mediante la utilización de las técnicas SIG se clasifican en dos  
373 grupos: los mapas con la implementación directa de los criterios (*output1*) y los resultados a  
374 partir de estos (*output2*).

375 En los resultados iniciales (*output1*) se distinguen las explotaciones que cumplen de aquellas  
376 que no cumplen cada uno de los criterios. Así, en el riesgo por seguridad sanitaria se han  
377 establecido las áreas de influencia de cada explotación según este criterio y se han obtenido  
378 las explotaciones que están a una distancia menor de la indicada por la Ley para las  
379 explotaciones de la misma o distinta especie ganadera. Este procedimiento se ha repetido para  
380 cada una de las especies ganaderas. En la Figura 4 se muestra un ejemplo para el caso de las  
381 explotaciones avícolas. En la Figura 4a se presenta el mapa con las áreas de influencia de cada  
382 una de las explotaciones y en la Figura 4b se distingue entre las explotaciones que cumplen  
383 los criterios de las que no lo cumplen. En el detalle de esta figura se aprecian las  
384 explotaciones en color verde porque respetan las distancias de estos criterios de riesgo de  
385 seguridad sanitaria y en rojo las explotaciones que no siguen estos criterios normativos.

386           Figura 4: Mapa de las áreas de influencia de cada explotación (a) y mapa de  
387 identificación de las explotaciones según los criterios de seguridad sanitaria (b). Ejemplo del  
388 caso de las explotaciones avícolas.

389           Los resultados del riesgo de salud pública se representan en la Figura 5. En el mapa de  
390 la Figura 5a se presenta el área de influencia cercana, intermedia y límite a los núcleos  
391 urbanos. En el mapa de la figura 5b se distinguen las explotaciones que no están dentro de  
392 estas áreas de influencia, y por tanto no presentan este riesgo, de las que sí están ubicadas en  
393 estas áreas.

394           Figura 5: Mapas de las áreas de influencia de los núcleos urbanos (a) y mapa de la  
395 identificación de las explotaciones que cumplen el criterio de salud pública (b).

396           El riesgo medioambiental por incumplimiento del planeamiento se representa en la  
397 Figura 6. La Figura 6a corresponde con el mapa de la CV según las distintas planificaciones  
398 urbanísticas. Se puede observar que en la zona costera se concentra la mayor parte de los  
399 núcleos urbanos y, además, los de mayor población (regiones industriales). En cambio, la  
400 distribución ganadera concentra las zonas con mayor densidad en la zona intermedia e interior  
401 (regiones rurales). Siendo estas últimas donde existe mayor cantidad de suelo calificado como  
402 SNU común. Por tanto, si analizamos la relación entre la distribución de la ganadería y los  
403 núcleos urbanos, encontramos que las principales zonas ganaderas se sitúan en áreas en las  
404 que existe una baja densidad de habitantes y más SNU común. En el mapa de la Figura 6b se  
405 distinguen las explotaciones que están en SNU común de las que no los están.

406           Figura 6: Mapas de la planificación urbanística de la CV (a) y mapa de identificación  
407 de las explotaciones en calificaciones urbanísticas adecuadas e inadecuadas (b).

408           Los resultados obtenidos a partir de la clasificación de las explotaciones según los  
409 criterios (*Output2*) se presentan en las figuras siguientes. En la Figura 7a se representa el

410 mapa según el índice de riesgo de cada explotación ganadera, es decir, el índice de  
411 inadecuación de la ubicación de las explotaciones.

412 En la figura 7b se identifican las áreas con mayor concentración de explotaciones con  
413 mayores riesgos, destacando la zona del norte de la CV (áreas con color azul), con áreas  
414 sensibles o problemáticas para la ganadería.

415 Figura 7: Mapa de riesgo de las explotaciones (a) y áreas sensibles respecto a los criterios (b).

416 Los datos obtenidos indican que el 10,67% de las explotaciones tiene riesgo nulo y  
417 menos del 4% riesgo muy alto. El 32,42% incumplen uno de los criterios y el 53% restante  
418 más de uno. El criterio que más explotaciones incumplen es el de la distancia a explotaciones  
419 de distinta especie.

420 En estas áreas sensibles se ha analizado el riesgo medioambiental de contaminación de  
421 aguas subterráneas. En la figura 8a se incorpora el mapa de vulnerabilidad de los acuíferos de  
422 la CV. En la Figura 8b se muestran las áreas sensibles según el grado de vulnerabilidad de los  
423 acuíferos. Se identifican dos zonas en las que, siendo áreas muy sensibles (riesgo muy alto), la  
424 vulnerabilidad de los acuíferos es baja.

425 Figura 8: Mapa de vulnerabilidad de acuíferos en la CV (a) y mapa de identificación de áreas  
426 sensibles según la vulnerabilidad de los acuíferos (b).

427 De esta forma se valida la metodología utilizada, ya que se han determinado dos zonas  
428 principales donde se concentran explotaciones que incumplen la mayor parte de los factores  
429 estudiados, y se pueden analizar, en cada una de estas zonas, los principales riesgos que  
430 presentan. La zona más sensible se caracteriza porque el 38% de las explotaciones incumplen  
431 todos los factores, un 19% no respetan las distancias a núcleos urbanos y entre explotaciones,  
432 y que todas incumplen la distancia mínima entre explotaciones de distinta especie. En la  
433 siguiente zona más sensible, el 33% de las explotaciones incumplen las distancias mínimas  
434 que deben guardar con respecto a los núcleos urbanos y otras explotaciones, un 34%

435 incumplen las distancias mínimas entre explotaciones tanto de la misma especie como de  
436 cualquier otra, y además, todas incumplen la distancia mínima entre explotaciones de distinta  
437 especie.

438

#### 439 **4. Discusión**

440 La importancia de la planificación del sector ganadero es el paso previo a la correcta  
441 definición de las políticas sectoriales y medioambientales para la regulación del sector,  
442 especialmente en áreas con fuertes conflictos por el uso del suelo. La realización de  
443 predicciones ante distintos escenarios de las políticas (*Kros et al.*, 2015; *Louwagie et al.*,  
444 2012) puede llevar a conclusiones erróneas si no se conocen con exactitud los riesgos a los  
445 que se enfrenta el sector, provocados por la incorrecta ubicación de las explotaciones y  
446 originado por la inexistencia de planificación territorial de la ganadería.

447 En la literatura se encuentran distintas metodologías sobre la planificación territorial de la  
448 ganadería, basada en la distribución de las explotaciones. Una de las más utilizadas es el  
449 enfoque estadístico empírico (*Aspinall*, 2004; *Mertens et al.*, 2002; *Neumann et al.*, 2009;  
450 *Verburg y Overmars*, 2009) en los que se utilizan las probabilidades específicas para la  
451 distribución del ganado según el uso del suelo agrario, con el fin de determinar las fuerzas  
452 motrices espaciales de la dinámica de uso del suelo. Este enfoque es muy intensivo de datos y  
453 sólo podía aplicarse en áreas geográficas que tuvieran información suficiente, quedando en  
454 caso contrario, un gran número de espacios territoriales donde no puede ser aplicado.  
455 Adicionalmente, y sobre esta base de información utilizada en el enfoque estadístico  
456 empírico, se aplican normas de idoneidad basadas en la opinión de expertos o relaciones  
457 estadísticas, con el fin de jerarquizar las relaciones del ganado con el uso del suelo (*Neumann*  
458 *et al.*, 2009). Estas relaciones basadas en la opinión de expertos solo se pueden aplicar en el  
459 caso de explotaciones ganaderas extensivas, debido a que utilizan mucho suelo agrario, y no

460 en explotaciones intensivas que prácticamente no utilizan suelo agrario. En estos estudios no  
461 pueden reducir la escala a la propia explotación en la determinación de riesgos asociados.

462 En este estudio se propone una metodología, en la que utilizando la información cartográfica  
463 del área de estudio y georreferenciando la posición de las explotaciones, se puede reducir la  
464 escala hasta la explotación y determinar con exactitud los riesgos sectoriales y  
465 medioambientales asociados a cada una de ellas, tanto para explotaciones ganaderas  
466 extensivas como para las intensivas, y de esta forma, poder localizar las zonas más  
467 problemáticas.

468 Los riesgos sectoriales han sido ampliamente estudiados, especialmente el riesgo de  
469 transmisión de enfermedades entre especies y el riesgo para la salud pública (Lupindu *et al.*,  
470 2015; Richter *et al.*, 2015; Van Boeckel *et al.*, 2012). En cambio, en estos estudios solo se  
471 analizan las distancias entre explotaciones y núcleos urbanos.

472 La calificación urbanística en la que se encuentran las explotaciones ganaderas es tenida en  
473 cuenta a la hora de ubicar una nueva instalación, pero los planes urbanísticos han ido  
474 cambiando, y actualmente, se pueden encontrar granjas en calificaciones que no son idóneas,  
475 todo esto, unido a la expansión de la ganadería intensiva puede ser un riesgo de  
476 contaminación de espacios o reservas naturales (Kros *et al.*, 2015). En la mayoría de los  
477 estudios de planificación de la ganadería no se tiene en cuenta esta variable.

478 En este estudio se propone una metodología, en la que utilizando la información cartográfica  
479 del área de estudio y georreferenciando la posición de las explotaciones, se puede reducir la  
480 escala hasta la explotación y determinar con exactitud los riesgos sectoriales y  
481 medioambientales asociados a cada una de ellas. Además, se pueden detectar zonas en las que  
482 existen un elevado número de granjas que pueden ocasionar riesgos sanitarios sobre la salud  
483 pública, o bien, están en calificaciones urbanísticas inapropiadas, y de esta forma, poder  
484 localizar las zonas más problemáticas.

## 485 **5. Conclusión**

486 La presión social hacia el cumplimiento de las nuevas exigencias legislativas ha provocado  
487 que el sector ganadero esté inmerso en una profunda modificación estructural. Esta  
488 reestructuración del sector no afecta del mismo modo en todas las regiones y a todas las  
489 especies ganaderas, siendo más sensibles las zonas rurales con ganadería intensiva.

490 La CV es una región con elevados conflictos por el uso del suelo, especialmente en las zonas  
491 costeras, en donde la actividad agraria y ganadera se ha trasladado a zonas intermedias y de  
492 interior.

493 En este estudio se han evaluado espacialmente los riesgos de todas las explotaciones  
494 ganaderas en actividad de la CV, según las normativas vigentes, tanto las referentes al  
495 cumplimiento de las normas de seguridad sanitarias del sector como sobre la salud pública  
496 (distancias sanitarias entre explotaciones y núcleos de población), y el medioambiente, debido  
497 a la ubicación de las explotaciones en calificaciones del suelo no apropiadas, ya que pueden  
498 ser más sensibles a ser contaminadas

499 Esta metodología permite determinar los riesgos de cada explotación ganadera y, además,  
500 localizar las áreas con mayor número de explotaciones ganaderas problemáticas y, por tanto,  
501 áreas muy sensibles.

502 Además, es una metodología transportable a cualquier área geográfica y permite obtener una  
503 imagen precisa de los riesgos actuales en el sector ganadero y, por tanto, ser el punto de  
504 partida para que la definición de los instrumentos de política en este sector se adecúe a las  
505 dificultades de cada área problemática.

506 En la CV se han detectado principalmente dos áreas sensibles. En el área más problemática el  
507 40% de las explotaciones están incumpliendo las normas vigentes, ninguna de las  
508 explotaciones respeta la distancia a otras explotaciones y, además, la mitad de estas no  
509 cumplen la distancia a los núcleos urbanos. En la otra área problemática, el 33% de las

510 explotaciones incumple las distancias mínimas a los núcleos urbanos y otras explotaciones.  
511 Además, se ha comprobado que la ubicación de las explotaciones es preferentemente en los  
512 usos del suelo adecuados, no encontrando riesgos potenciales de contaminación en áreas  
513 protegidas.

514 Se ha conseguido detectar las áreas problemáticas en una zona de ganadería intensiva y con  
515 elevados conflictos por el uso del suelo, facilitando que la adopción de medidas políticas se  
516 pueda adecuar a la problemática del sector en la CV, permitiendo una mejora sobre el propio  
517 sector, sobre el medio ambiente y la salud pública, con el fin de acercar más el concepto de  
518 multifuncionalidad de las áreas agrarias más conflictivas.

519

## 520 **6. Referencias bibliográficas**

521 Amador J, Dominguez J (2005). Application of geographical information systems to rural  
522 electrification with renewable energy sources. *Renewable Energy*, 30, 1897–1912.  
523 <https://doi.org/10.1016/j.renene.2004.12.007>

524 Aspinnall R (2004). Modelling land use change with generalized linear models - A multi-  
525 model analysis of change between 1860 and 2000 in Gallatin Valley, Montana. *Journal*  
526 *of Environmental Management*, 72(1-2), 91-103.  
527 <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2004.02.009>

528 Baban SMJ, Parry T (2001). Developing and applying a GIS-assisted approach to locating  
529 wind farms in the UK. *Renewable Energy*, 24, 59-71.

530 Bartelt-Hunt S, Snow DD, Damon-Powell T, Miesbach D (2011). Occurrence of steroid  
531 hormones and antibiotics in shallow groundwater impacted by livestock waste control  
532 facilities. *Journal of Contaminant Hydrology*, 123(3–4), 94–103.  
533 <https://doi.org/10.1016/J.JCONHYD.2010.12.010>

534 Basnet B, Apan A, Raine S (2002). Geographic information system based manure application

535 plan. *Journal of Environmental Management*, 64(2), 99-113.  
536 <https://doi.org/10.1006/jema.2001.0484>

537 Batzias FA, Sidiras DK, Spyrou EK (2005). Evaluating livestock manures for biogas  
538 production: a GIS based method. *Renewable Energy*, 30(8), 1161-1176.  
539 <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2004.10.001>

540 Boender GJ, Van Den Hengel R, Van Roermund HJW, Hagenars T J (2014). The influence  
541 of between-farm distance and farm size on the spread of classical swine fever during the  
542 1997-1998 epidemic in the Netherlands. *PLoS ONE*, 9(4).  
543 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095278>

544 Brady M, Sahrbacher C, Kellermann K, Happe K (2012). An agent-based approach to  
545 modeling impacts of agricultural policy on land use, biodiversity and ecosystem services.  
546 *Landscape Ecology*, 27(9), 1363–1381. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9787-3>

547 Calafat C, Gallego A, Quintanilla I (2015). Integrated geo-referenced data and statistical  
548 analysis for dividing livestock farms into geographical zones in the Valencian  
549 Community (Spain). *Computers and Electronics in Agriculture*, 114, 58-67.  
550 <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.03.005>

551 Cejudo García E, Maroto Martos JC (2010). La reforma de la PAC 2003: Desacoplamiento,  
552 condicionalidad, modulación, desarrollo rural. *Scripta Nova. Revista Electrónica de*  
553 *Geografía y Ciencias Sociales*, XIV(318), 1-14. Recuperado a partir  
554 de [https://www.researchgate.net/profile/Eugenio\\_Cejudo/publication/43692857\\_La\\_refor](https://www.researchgate.net/profile/Eugenio_Cejudo/publication/43692857_La_reforma_de_la_PAC_2003_desacoplamiento_condicionalidad_modulacion_desarrollo_rural/links/564d999d08ae1ef9296ab766.pdf)  
555 [ma\\_de\\_la\\_PAC\\_2003\\_desacoplamiento\\_condicionalidad\\_modulacion\\_desarrollo\\_rural/l](https://www.researchgate.net/profile/Eugenio_Cejudo/publication/43692857_La_reforma_de_la_PAC_2003_desacoplamiento_condicionalidad_modulacion_desarrollo_rural/links/564d999d08ae1ef9296ab766.pdf)  
556 [inks/564d999d08ae1ef9296ab766.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Eugenio_Cejudo/publication/43692857_La_reforma_de_la_PAC_2003_desacoplamiento_condicionalidad_modulacion_desarrollo_rural/links/564d999d08ae1ef9296ab766.pdf)

557 Centner TJ (2004). New regulations to minimize water impairment from animals rely on  
558 management practices. *Environment International*, 30(4), 539-545.  
559 <https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2003.10.010>

560 de Vos A, CummingGS, CummingDHM, Ament JM, Baum J, Clements HS, ... Moore C  
561 (2016). Pathogens, disease, and the social-ecological resilience of protected areas.  
562 Ecology and Society, 21(1). <https://doi.org/10.5751/ES-07984-210120>

563 Deunert F, Lennartz B, Tiemeyer B (2007). Legislative effects on the development of surface  
564 water quality in rural areas in Northern Germany. Journal of Cleaner Production, 15(16),  
565 1507-1513. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2006.07.035>

566 Djodjic F, Montas H, Shirmohammadi A, Bergström L, Ulén B (2002). A Decision Support  
567 System for Phosphorus Management at a Watershed Scale. Journal of Environmental  
568 Quality, 31, 937-945. <https://doi.org/10.2134/jeq2002.9370>

569 Friedrich, T, Kassam A (2016). Food security as a function of Sustainable Intensification of  
570 Crop Production. AIMS Agriculture and Food, 1(2), 227-238.  
571 <https://doi.org/10.3934/agrfood.2016.2.227>

572 Herviu B (1996). Agricultura y territorio : nuevas orientaciones para la política agraria.  
573 Revista española de economía agraria, 176, 167-192.

574 Jarvis SC, Ledgard S (2002). Ammonia emissions from intensive dairying: A comparison of  
575 contrasting systems in the United Kingdom and New Zealand. Agriculture, Ecosystems  
576 and Environment, 92(1), 83-92. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00283-3](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00283-3)

577 Joost S, Colli L, Baret PV, Garcia JF, Boettcher PJ, Tixier-Boichard M, Ajmone-Marsan P  
578 (2010). Integrating geo-referenced multiscale and multidisciplinary data for the  
579 management of biodiversity in livestock genetic resources. Animal Genetics, 41(SUPPL.  
580 1), 47-63. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2010.02037.x>

581 Kros J, Bakker MM, Reidsma P, Kanellopoulos A, Jamal Alam S, de Vries W (2015).  
582 Impacts of agricultural changes in response to climate and socioeconomic change on  
583 nitrogen deposition in nature reserves. Landscape Ecology, 30(5), 871-885.  
584 <https://doi.org/10.1007/s10980-014-0131-y>

585 Louwagie G, Northey G, Finn JA, Purvis G (2012). Development of indicators for assessment  
586 of the environmental impact of livestock farming in Ireland using the Agri-  
587 environmental Footprint Index. *Ecological Indicators*, 18, 149-162.  
588 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.11.003>

589 Lupindu AM, Dalsgaard A, Msoffe PL M, Ngowi HA, Mtambo MM, Olsen JE (2015).  
590 Transmission of antibiotic-resistant *Escherichia coli* between cattle, humans and the  
591 environment in peri-urban livestock keeping communities in Morogoro, Tanzania.  
592 *Preventive Veterinary Medicine*, 118(4), 477-482.  
593 <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.12.005>

594 Mahin TD (2001). Comparison of different approaches used to regulate odours around the  
595 world. *Water Science and Technology*, 44(9).

596 Mertens B, PocardChapuis R, Piketty MG, Lacques AE, Venturieri A (2002). Crossing  
597 spatial analyses and livestock economics to understand deforestation processes in the  
598 Brazilian Amazon: The case of São Félix do Xingú in South Pará. *Agricultural  
599 Economics*, 27(3), 269–294. [https://doi.org/10.1016/S0169-5150\(02\)00076-2](https://doi.org/10.1016/S0169-5150(02)00076-2)

600 Molina-Ruiz J, Martínez-Sánchez MJ, Pérez-Sirvent C, Tudela-Serrano ML, García Lorenzo  
601 ML (2011). Developing and applying a GIS-assisted approach to evaluate visual impact  
602 in wind farms. *Renewable Energy*, 36(3), 1125–1132.  
603 <https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.08.041>

604 Neumann K, Elbersen BS, Verburg PH, Staritsky I, Pérez-Soba M, de Vries W, Rienks WA  
605 (2009). Modelling the spatial distribution of livestock in Europe. *Landscape Ecology*,  
606 24(9), 1207-1222. <https://doi.org/10.1007/s10980-009-9357-5>

607 Nolan BT, Ruddy BC, Hitt KJ, Helsel D R (1997). Risk of nitrate in groundwaters of the  
608 United States - A national perspective. *Environmental Science and Technology*, 31(8),  
609 2229-2236. <https://doi.org/10.1021/es960818d>

610 Palomo I, Martín-López B, Potschin M, Haines-Young R, Montes C (2013). National Parks,  
611 buffer zones and surrounding lands: Mapping ecosystem service flows. *Ecosystem*  
612 *Services*, 4, 104-116. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.09.001>

613 Perez Espejo R (2006). Costs of the Wastewater Standard in Pig Production in Mexico.  
614 *Environment, Development and Sustainability*, 8(3), 391-411.  
615 <https://doi.org/10.1007/s10668-005-8349-0>

616 Pérez Yruela M, Sumpsi JM, Lopez Iglesias E, Bardaji I (2016). El enfoque territorial del  
617 desarrollo en zonas rurales : de la teoría a la práctica. En A. E. Campinas (Ed.),  
618 *Desarrollo en territorios rurales. Estudios comparados en Brasil y España* (pp. 25–74).

619 Pettit CJ (2005). Use of a Collaborative GIS-Based Planning-Support System to Assist in  
620 Formulating a Sustainable-Development Scenario for Hervey Bay, Australia.  
621 *Environment and Planning B: Planning and Design*, 32(4), 523-545.  
622 <https://doi.org/10.1068/b31109>

623 Plaza Gutiérrez JI (2006). Territorio, Geografía Rural Y Políticas Públicas. *Desarrollo Y*  
624 *Sustentabilidad En Las Áreas Rurales*. *Boletín de la A.G.E.*, 41, 69–95.

625 Recatalá L, Ive JR, Baird IA, Hamilton N, Sánchez J (2000). Land-use planning in the  
626 Valencian Mediterranean Region: Using LUPIS to generate issue relevant plans. *Journal*  
627 *of Environmental Management*, 59(3), 169-184. <https://doi.org/10.1006/jema.2000.0350>

628 Richter CH, Custer B, Steele JA, Wilcox BA, Xu J (2015). Intensified food production and  
629 correlated risks to human health in the Greater Mekong Subregion: A systematic review.  
630 *Environmental Health : A global access science source*, 14(1), 1-13.  
631 <https://doi.org/10.1186/s12940-015-0033-8>

632 Ruiz-Urrestarazu E, Galdós-Urrutia R (2013). Actividad Agraria Y Paisaje. *La Ganadería,*  
633 *Clave En La Conservación Del Paisaje Vasco-Atlántico*<sup>1</sup>. *Boletín de la Asociación de*  
634 *Geógrafos Españoles*, 63, 379–398. Recuperado a partir de <http://www.age->

635 [geografia.es/ojs/index.php/bage/article/viewFile/1619/1539](http://geografia.es/ojs/index.php/bage/article/viewFile/1619/1539)

636 Salvà Catarineu M, Panareda Clopés JM, Nuet Badía J (2004). El análisis a gran escala y las  
637 nuevas tecnologías: una nueva interpretación geográfica del espacio para la gestión  
638 territorial. *Scripta nova revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, VIII(170).  
639 Recuperado a partir de <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-170-16.htm>

640 Schauberger G, Lim TT, Ni JQ, Bundy DS, Haymore BL, Diehl CA, ... Heber AJ (2013).  
641 Empirical model of odor emission from deep-pit swine finishing barns to derive a  
642 standardized odor emission factor. *Atmospheric Environment*, 66, 84-90.  
643 <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.05.046>

644 Segrelles Serrano J (2012). La Política Agraria Común de la Unión Europea y la soberanía  
645 alimentaria de América Latina: una interrelación dialéctica. *Scripta Nova. Revista*  
646 *Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 16(0), 75–98. Recuperado a partir de  
647 <http://revistes.ub.edu/index.php/ScriptaNova/article/view/14776>

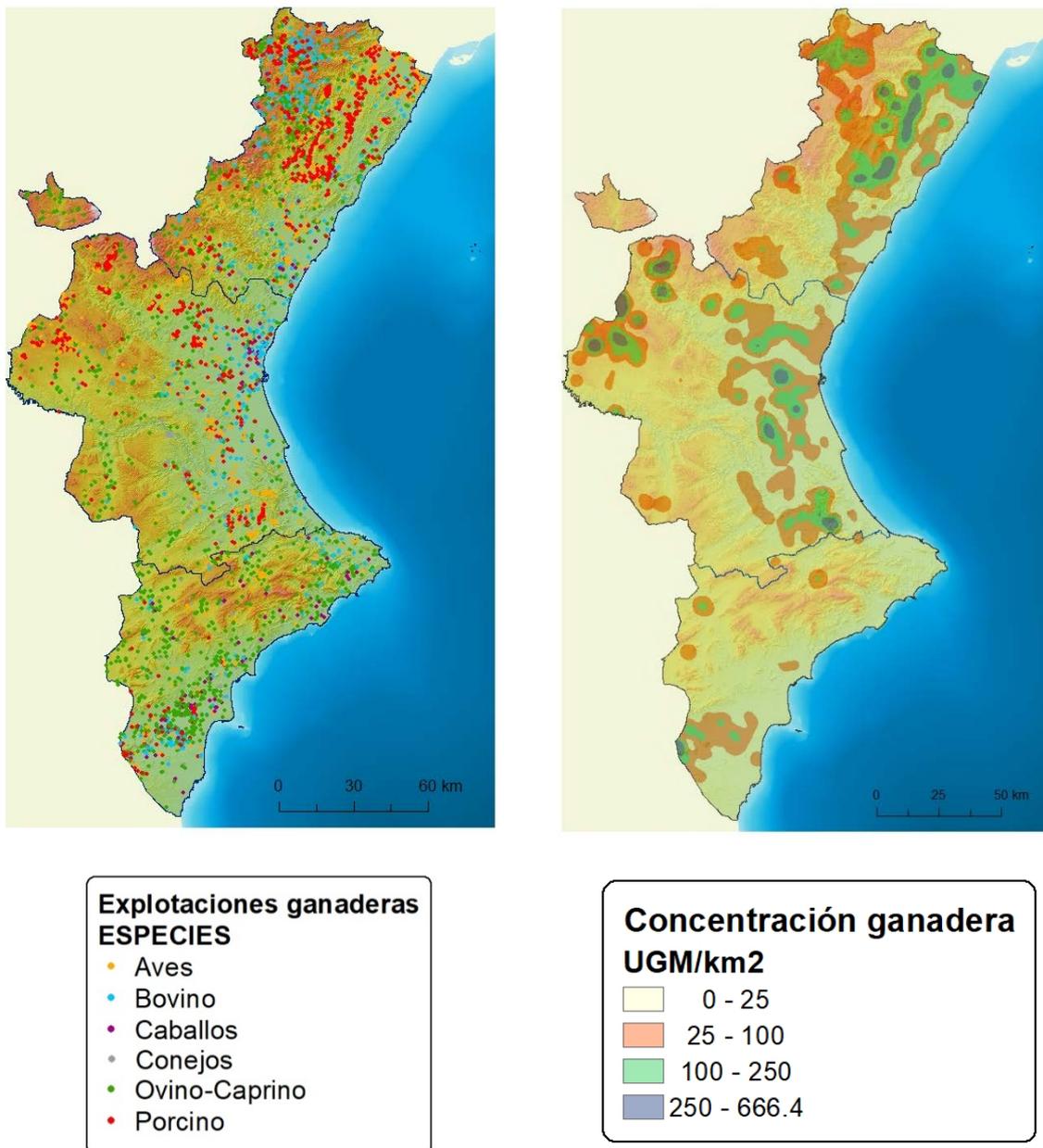
648 Sumpsi Viñas JM (1996). La agricultura española ante los nuevos escenarios de la PAC.  
649 *Revista Española de Economía Agraria*, ISSN 1135-6138, N°. 176-177, 1996, Págs. 265-  
650 304, (176–177), 265-304. Retrieved from  
651 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=758234>

652 Tzanopoulos J, Jones PJ, Mortimer SR (2012). The implications of the 2003 Common  
653 Agricultural Policy reforms for land-use and landscape quality in England. *Landscape*  
654 *and Urban Planning*, 108(1), 39-48. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.07.012>

655 Van Boeckek TP, Thanapongtharm W, Robinson T, D'Aiotti L, Gilbert M (2012). Predicting  
656 the distribution of intensive poultry farming in Thailand. *Agriculture, Ecosystems and*  
657 *Environment*, 149, 144-153. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.12.019>

658 Verburg PH, Overmars KP (2009). Combining top-down and bottom-up dynamics in land  
659 use modeling: Exploring the future of abandoned farmlands in Europe with the Dyna-

660 CLUE model. *Landscape Ecology*, 24(9), 1167-1181. <https://doi.org/10.1007/s10980->  
661 009-9355-7  
662  
663



665 Figura 1: Mapa de explotaciones por especies y mapa de la concentración ganadera de la CV

667

Tabla 1. Número de granjas por especies en la Comunidad Valenciana

<b>Especie ganadera</b>	<b>Numero de granjas</b>	<b>%</b>
<b>Bovino</b>	688	13,80
<b>Caballos</b>	173	3,47
<b>Porcino</b>	1229	24,66
<b>Aves</b>	787	15,79
<b>Conejos</b>	301	6,04
<b>Ovino y caprino</b>	1806	36,24
<b>Total</b>	<b>4984</b>	<b>100,00</b>

668

669

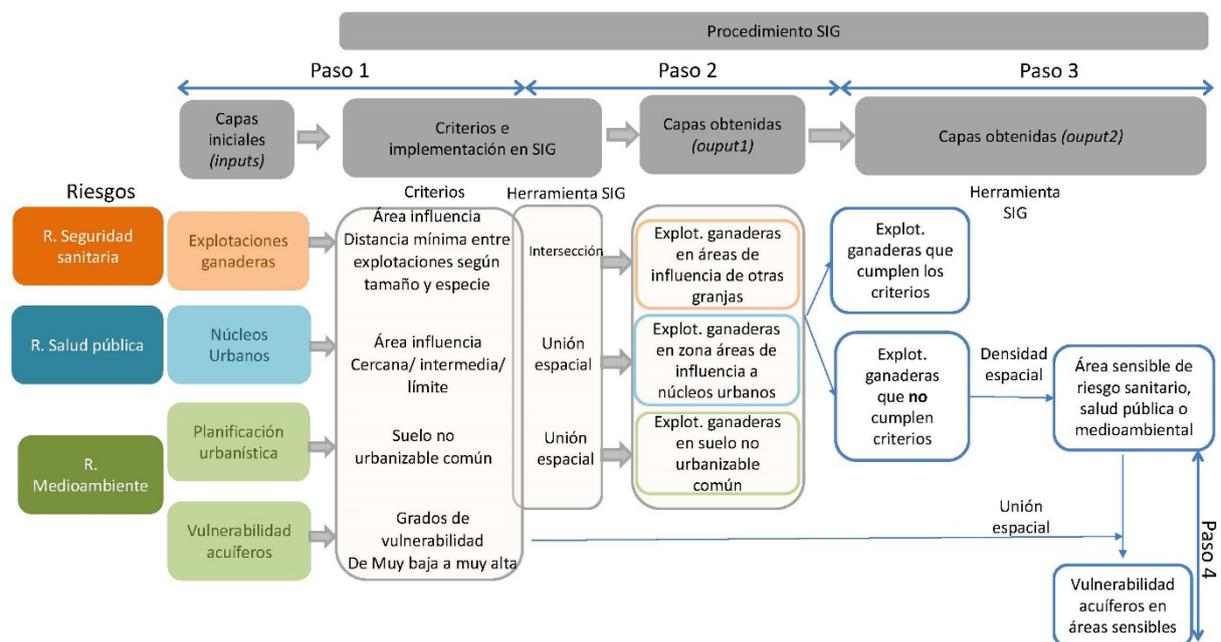
670 Tabla 2: Datos y fuentes cartográficas utilizadas

Datos	Proveedor/Formato/Escala	Fecha de publicación	Web
Núcleos urbanos	Institut Cartogràfic Valencià / Vectorial en formato Shapefile / 1:5.000	2014	www.icv.gva.es
Edificaciones aisladas			
Límites Administrativos			
Planeamiento urbanístico	Servicio de Coordinación Urbanística y Territorial de la Conselleria d'Habitatge, Obres Públiques i Vertebració del Territori / Vectorial en formato Shapefile / 1/25.000	2008	
Mapa de vulnerabilidad de acuíferos	Antigua Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transport (COPUT) - Generalitat Valenciana / Vectorial en formato Shapefile/	1995	

671

672

673



674

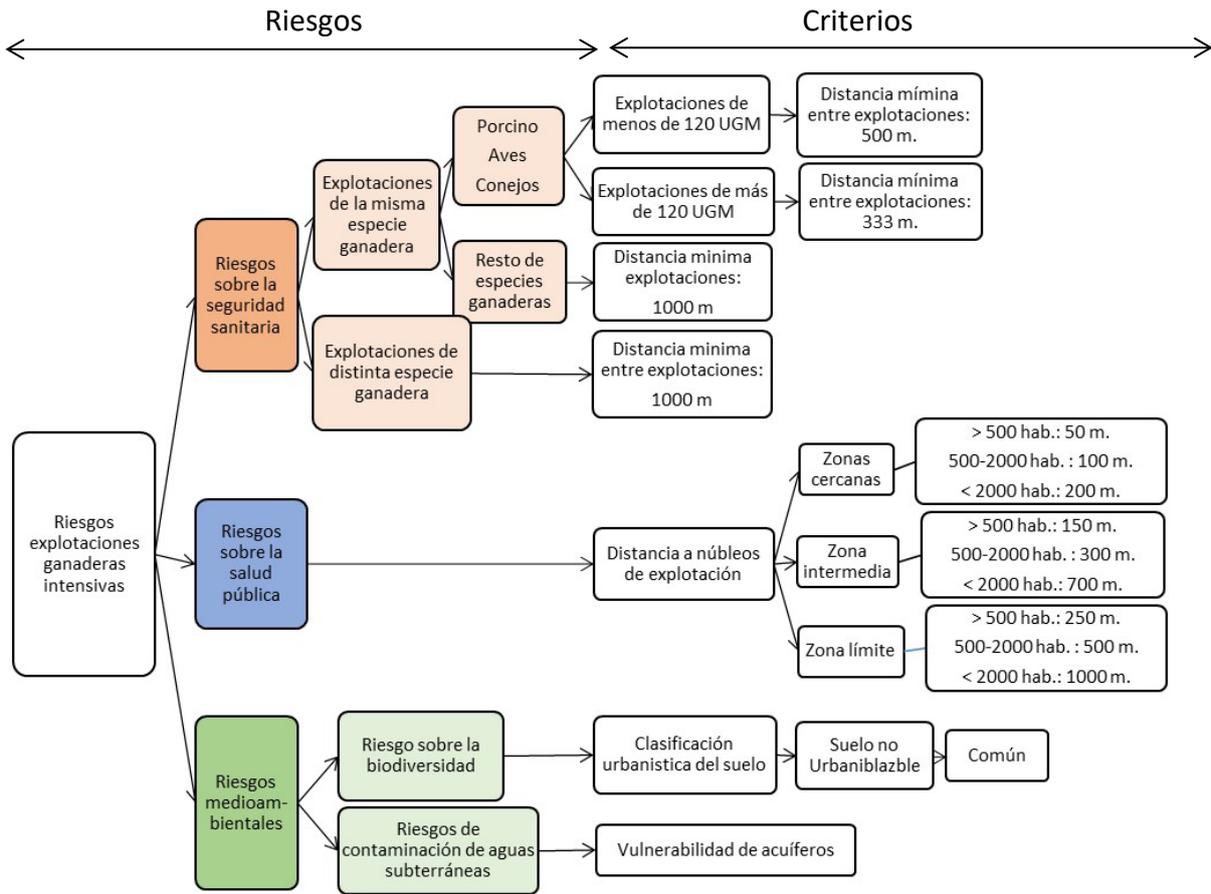
675

Figura 2. Flujo de trabajo para la implementación de los criterios restrictivos en SIG

676

677

678



679

680

Figura 3. Riesgos de las explotaciones ganaderas debido a su localización geográfica y

681

criterios utilizados para su determinación.

682

683

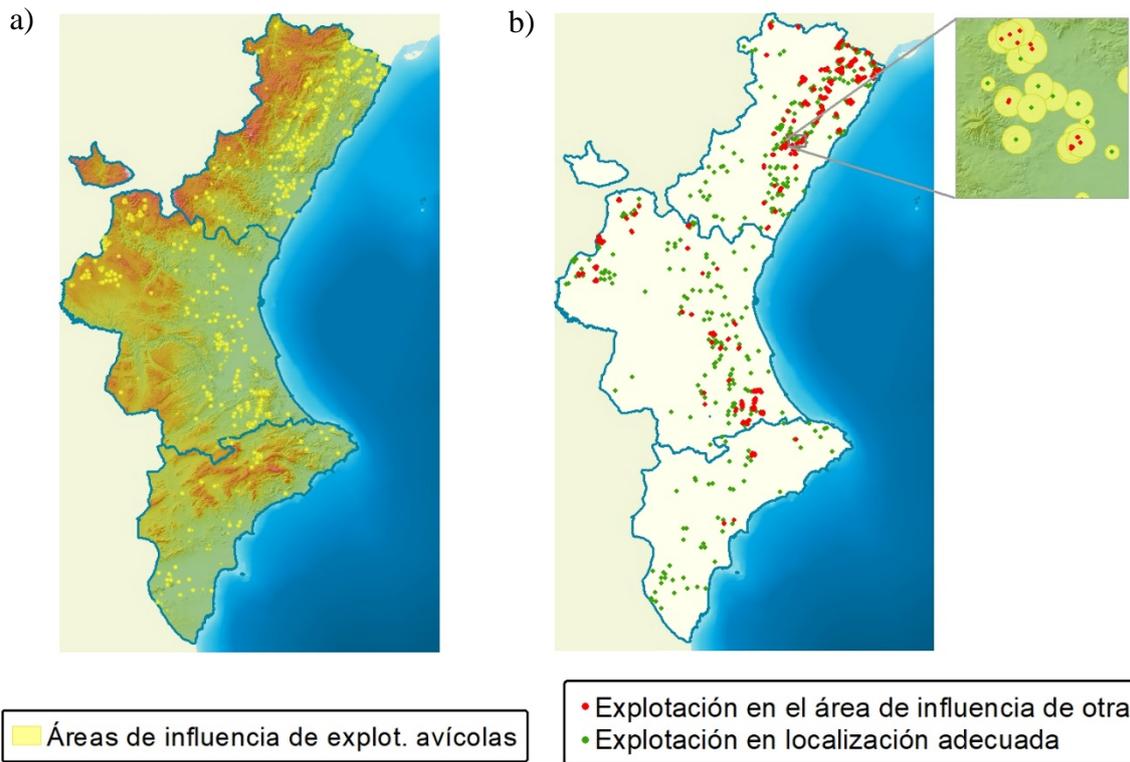
684

685 Tabla 3: Adecuación de usos urbanísticos para cada categoría de la vulnerabilidad de los  
 686 acuíferos

CATEGORIA DE VULNERABILIDAD	ADECUACIÓN DE USO URBANÍSTICO
I MUY BAJA	Todos los usos compatibles
II. BAJA	Compatible con los usos residenciales intensivos y extensivos, presentando limitaciones para los usos industriales intensivos por el riesgo de contaminación físico-química de elevada carga que comportan, aunque pueden ser compatibles usos industriales aislados o industria urbana.
III. MEDIA	Compatible con los usos residenciales intensivos y extensivos desde el punto de vista de contaminación de las aguas subterráneas, presentando limitaciones para los usos industriales intensivos por el riesgo de contaminación físico-química de elevada carga que comportan, aunque pueden ser compatibles usos industriales aislados o industria urbana.
IV. ALTA	Son desaconsejables los usos urbanísticos industriales y residenciales intensivos, así como la protección por interés agrícola intensivo, que facilita las labores de transformación agrícola, generadoras de contaminación extensiva por nitratos lixiviados de los procesos de abonado. Los usos residenciales extensivos pueden ser tolerados siempre que el saneamiento y la depuración efectiva de las aguas queden garantizados.
V. MUY ALTA	Solo compatibles para las zonas de descarga o emergencia de aguas subterráneas, tanto manantiales como zonas húmedas, incluso aquellas en las que la contribución hídrica de la componente subterránea es mínima, pero que tienen valor medioambiental.

687 Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía temática de la Generalitat

688 Valenciana



689

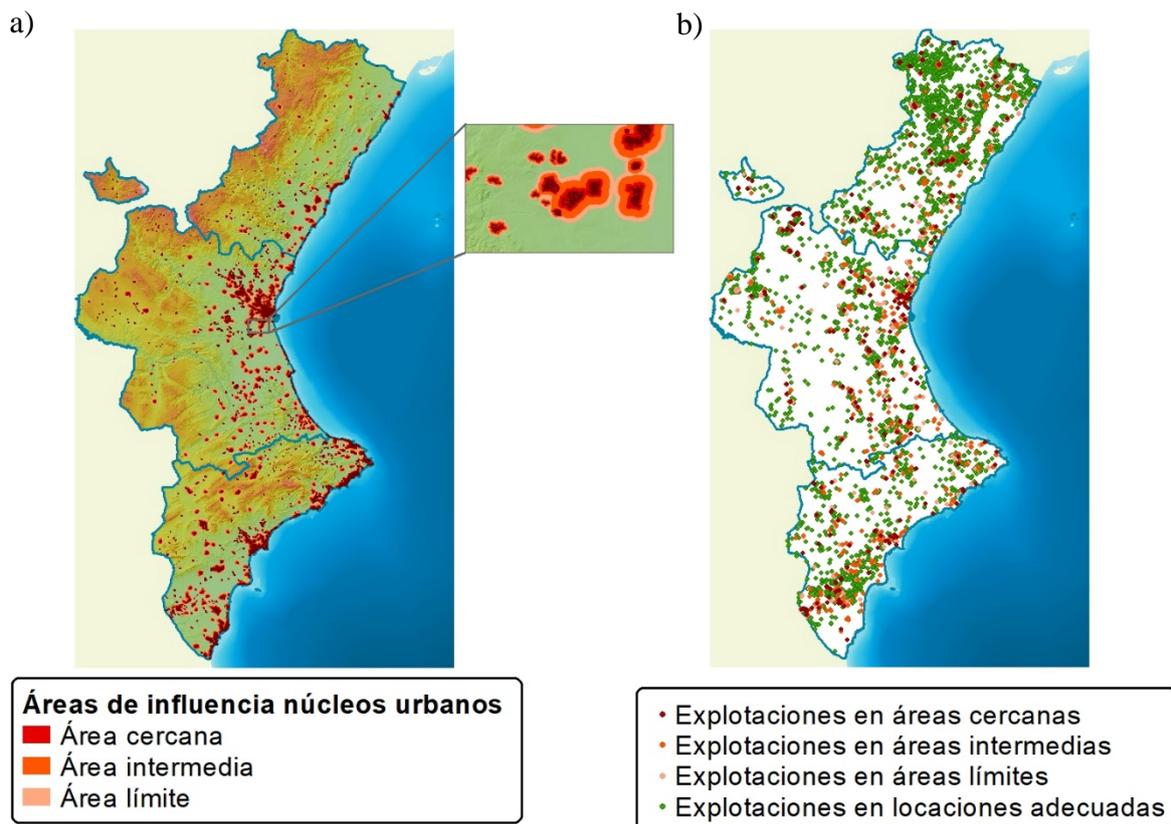
690

691

692

693

Figura 4: Mapa de las áreas de influencia de cada explotación (a) y mapa de identificación de las explotaciones según los criterios de seguridad sanitaria (b). Ejemplo del caso de las explotaciones avícolas.



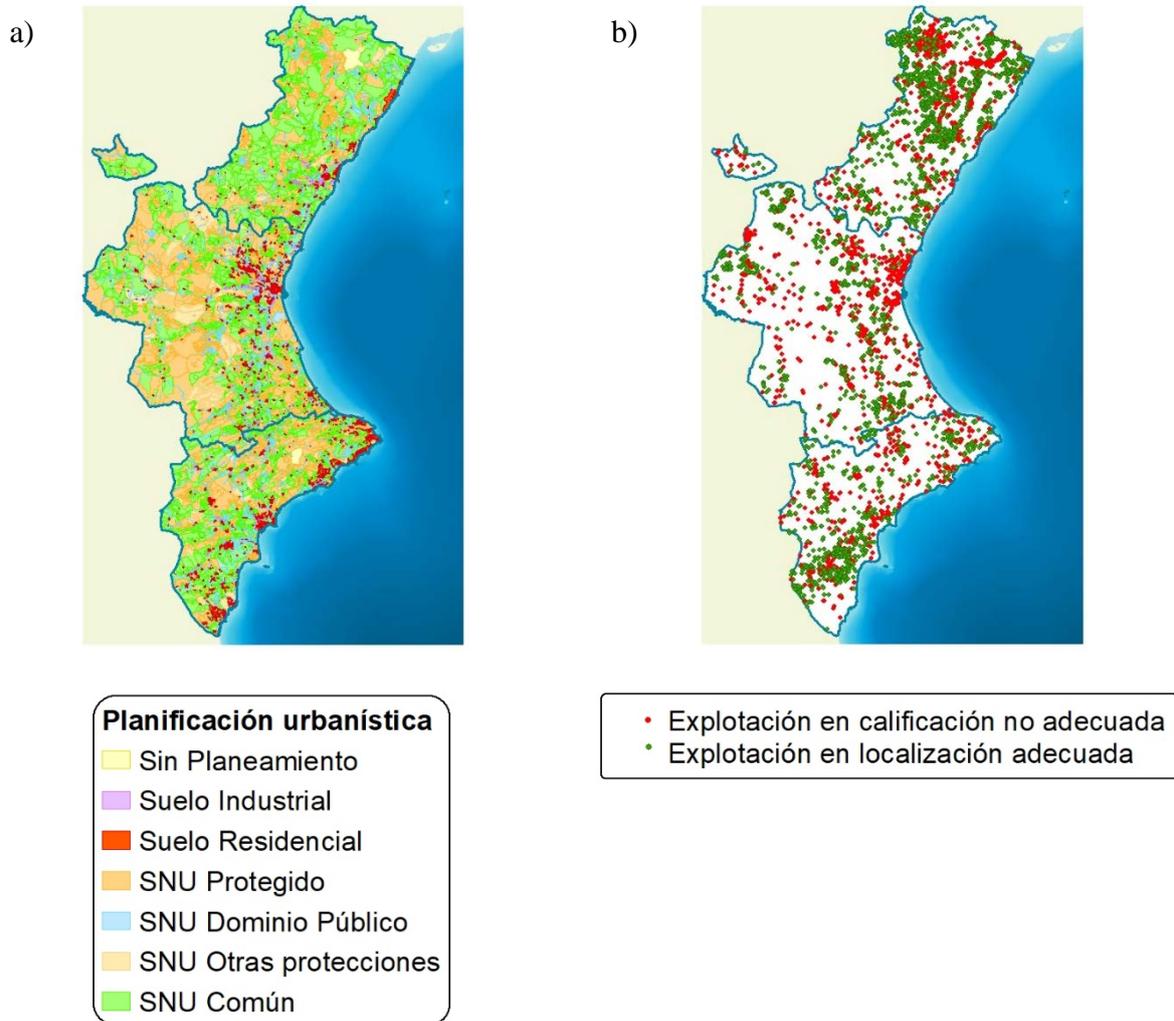
694

695

696

697

Figura 5: Mapas de las áreas de influencia de los núcleos urbanos (a) y mapa de la identificación de las explotaciones que cumplen el criterio de salud pública (b)



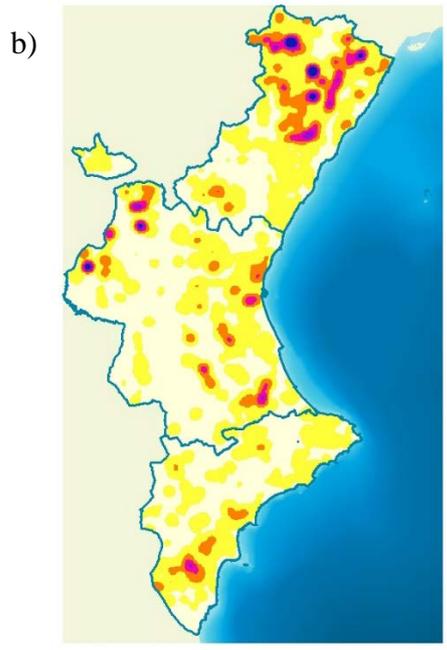
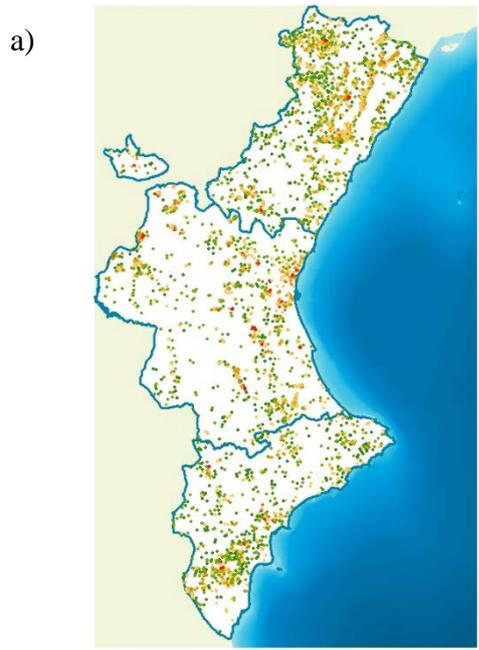
699

700 Figura 6: Mapas de la planificación urbanística de la CV (a) y mapa de identificación de las

701 explotaciones en calificaciones urbanísticas adecuadas e inadecuadas (b).

702

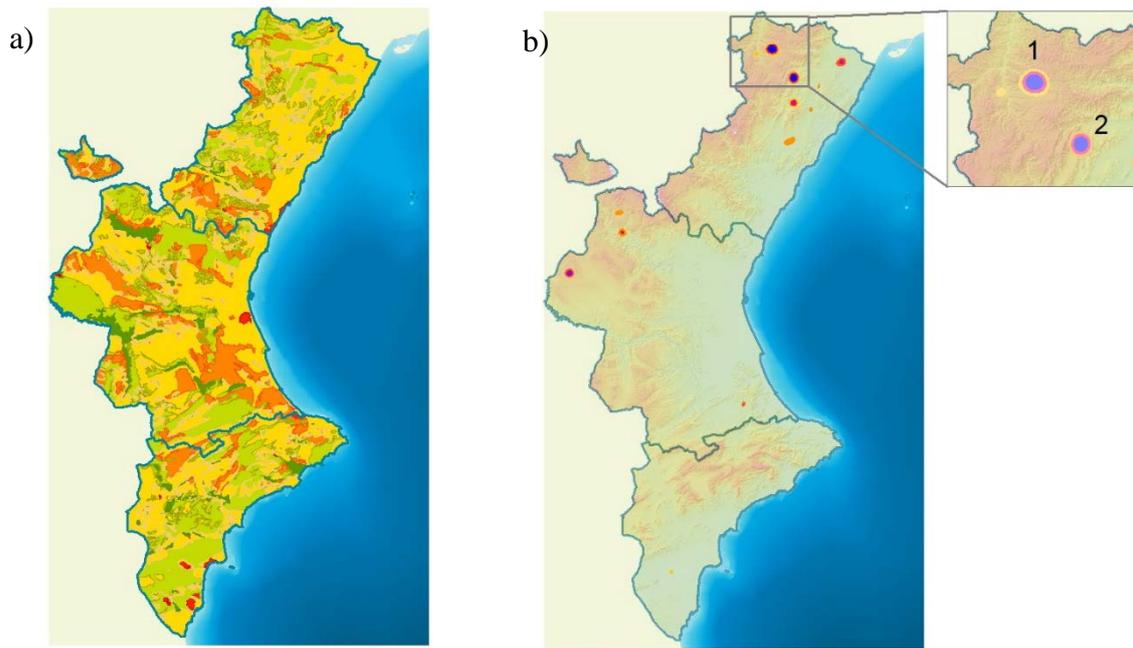
703



704

705 Figura 7: Mapa de riesgo de las explotaciones (a) y áreas sensibles respecto a los criterios (b)

706



707

708 Figura 8: Mapa de vulnerabilidad de acuíferos en la CV (a) y mapa de identificación de áreas

709

sensibles según la vulnerabilidad de los acuíferos (b).

710