



universidad
de león



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD

Y EL RIESGO DE INUNDACIÓN EN

EL ÁREA DE VEGAS DEL CONDADO

MEDIANTE LA APLICACIÓN DE

TÉCNICAS DE SIG

STUDY OF VULNERABILITY AND

FLOOD RISK IN THE AREA OF

VEGAS DEL CONDADO THOUHT

THE APPLICATION OF GIS

Autor: Alba Valbuena González

Tutor: Montserrat Ferrer Julià

GRADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

SEPTIEMBRE, 2022

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Riesgos Naturales	1
1.2. Inundaciones.....	1
2. OBJETIVOS	3
3. ÁREA DE ESTUDIO	3
3.1. Climatología	5
3.2. Geología y geomorfología.....	6
3.3. Vegetación.....	7
4. MATERIALES Y MÉTODOS	8
4.1. Datos de partida	8
4.2. Delimitación de la zona de estudio.....	9
4.3. Recogida de datos demográficos	9
4.4. Puesta a punto de las capas en zona urbana	11
4.4.1. Correcciones en la capa de datos demográficos.....	11
4.4.2. Correcciones en las parcelas del catastro	11
4.4.3. Correcciones de los usos del suelo.....	11
4.5. Vulnerabilidad social.....	12
4.6. Vulnerabilidad económica.....	14
4.6.1. Valoración económica.....	14
4.6.2. Estimación de la vulnerabilidad económica.....	16
• Cálculo del valor económico de cada parcela del catastro.....	16
• Asignación del valor potencial máximo de cada parcela de catastro.....	16
4.6.3. Cálculo de vulnerabilidad económica	17
4.7. Vulnerabilidad final.....	18
4.8. Riesgo	18
5. RESULTADOS	18
5.1. Eventos históricos de inundación en el municipio de Vegas del Condado	18
5.2. Análisis de la vulnerabilidad social	19
5.3. Análisis de la vulnerabilidad económica.....	20
5.3.1. Análisis de las infraestructuras y los servicios.....	20
5.3.2. Actividades económicas rurales	21
5.4. Vulnerabilidad total	21
5.5. Análisis de riesgo	22

6. DISCUSIÓN	22
7. CONCLUSIÓN	25
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
ANEXO I	29
ANEXO II	32
ANEXO III	37

Resumen: El objetivo de este trabajo es estudiar la vulnerabilidad y el riesgo de inundación en la localidad de Vegas del Condado debido a que es una zona con riesgo alto de inundación y se encuentra catalogado como Área con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI). Para el análisis, se realizó un trabajo de campo para la obtención de datos georreferenciados actualizados y se trabajó con un SIG. Mediante el análisis de sus datos descriptivos y espaciales, se elaboró una cartografía sobre la vulnerabilidad y el riesgo social, económico y total de la zona. Los resultados muestran que las zonas rurales más vulnerables resultaron ser zonas de huertos, pinares maderables, robledales y árboles de ribera. En cuanto a la población afectada, esta no llega al 1%. A nivel económico, en las zonas con elevada vulnerabilidad destacan dos ganaderías. Así mismo, el centro de salud de la localidad se vería afectado en avenidas con periodos de retorno de 100 y 500 años. La detección de todos estos riesgos permite proponer con tiempo medidas para reducir la vulnerabilidad y el riesgo de la población, creando sociedades resilientes.

Palabras clave: Inundación, Vulnerabilidad, Riesgo, SIG, Catastro, Usos de suelo.

Summary: The aim of this survey is to study the vulnerability and flood-risk in the area of Vegas del Condado, because it has a high risk of flooding and it is listed as area with Significant Potential Risk of Flooding (ARPSI). For the analysis, field work was carried out to obtain updated georeferenced data and a GIS was used. Through the analysis of its descriptive and spatial data, a cartography of the vulnerability and social, economic and total risk of the area was elaborated. The results show that the most vulnerable rural areas were orchards, pinewoods, oak groves and riverside trees. Regarding the affected population does not reach 1%. Economically, two livestock farms stand out in the areas with high vulnerability. Moreover, the local health centre would be affected by floods with return periods of 100 and 500 years. The detection of all these risks makes it possible to propose measures over time to reduce the vulnerability and risk of the population and creating resilient societies.

Keyword: Flood, Vulnerability, Risk, GIS, Cadastre, Land Uses.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Riesgos Naturales

Durante los últimos años se ha incrementado la preocupación por los riesgos naturales en nuestra sociedad. Los riesgos naturales vienen definidos como “la posibilidad de que un territorio y la sociedad que lo habita pueda verse afectado por un fenómeno natural de rango extraordinario” (Francisco Javier Ayala-Carcedo y Jorge Olcina Cantos, 2002, p.55). La problemática de los desastres naturales empieza cuando la sociedad comienza a ocupar zonas en riesgo, se exponen ante él y se hacen más vulnerables. Los riesgos naturales se pueden caracterizar fundamentalmente por tener un origen natural, ser un problema social y repercutir en un territorio.

Para que exista un riesgo es necesario que se den tres factores (Ayala-Carcedo y Olcina-Cantos, 2002; Ministerio para la Transición Ecológica, 2019):

- ✓ Peligrosidad: está compuesta por la severidad y la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno. La probabilidad va asociada a los periodos de retorno, definidos como el número de años promedio para que un suceso ocurra, además, se emplean para crear zonas y niveles de riesgos de inundación para un territorio.
- ✓ Exposición: viene determinada por el conjunto de personas, bienes, servicios y procesos expuestos a la acción de un peligro.
- ✓ Vulnerabilidad: es como la sociedad puede ser de vulnerable ante un evento. Los valores en los que rondarán serán entre 0 y 1.

1.2. Inundaciones

Las inundaciones es el fenómeno natural que tiene mayores pérdidas económicas e impactos sociales en nuestro país, dado que se producen en un corto periodo de tiempo generando grandes pérdidas económicas y gran número de víctimas (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2014). La peligrosidad de las inundaciones empieza cuando el caudal supera el tramo habitual por el que transcurre el río. Una vez el volumen de agua supera la capacidad del cauce, se produce un desbordamiento, y los terrenos se empiezan a inundar (Ayala-Carcedo y Olcina-Cantos, 2002).

En nuestro país, la gestión de este tipo de eventos ha tenido dos fechas importantes. En primer lugar, en el año 1982 se produjeron grandes inundaciones en todo el sudeste, Pirineos y Euskadi, lo que supuso la necesidad de un cambio en la gestión iniciándose

este con los estudios de la Comisión Técnica de Emergencias por Inundaciones (CTEI) (CTEI, 1983). En segundo lugar, para mejorar la gestión ante las avenidas, en octubre de 2007 fue aprobada la *Directiva 2007/60/CE de evaluación y gestión de los riesgos de inundación*, que obliga a todos los países de la Unión Europea a hacer un plan de gestión y saber cuál es el riesgo al que nos enfrentamos.

Posterior a estas fechas, se creó el *Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación* con el que se realizaba la transposición de la Directiva anterior a la legislación española. Fruto de ello, en 2011, se inició una Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) localizando las zonas con grandes problemas de inundación conocidas como Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs). A partir de ellas, se elaboraron los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de Inundaciones (MAPRI). Como resultado, en 2016, se aprobaron los primeros Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI).

La gestión y defensa frente a los efectos que causan las inundaciones afecta a todas las administraciones y es fundamental la coordinación entre ellas para disminuir los daños que producen las inundaciones. Se diferencian cuatro fases de la gestión del riesgo y sus respectivas medidas (MITECO, 2021; Ayala-Carcedo y Olcina-Cantos, 2002):

Tabla 1: Fases, descripción y legislación sobre la gestión del riesgo

Fases	Descripción de medidas	Legislación
Prevención	Ordenación del Territorio y urbanismo. Mejora del conocimiento de las zonas inundables. Mantenimiento y conservación de cauces. Adaptación del planteamiento urbanístico reordenación de usos del suelo.	<i>Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.</i> <i>Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.</i>
Protección	Restauración fluvial, en este aspecto es importante Mejora del drenaje de infraestructuras que supongan obstáculos a la corriente. Medidas estructurales encauzamientos presas diques motas estudios de coste beneficio.	<i>Orden PCM/735/2021, de 9 de julio, por la que se aprueba la Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas.</i>
Preparación	Predicción de avenidas. Generación de alertas meteorológicas e hidrológicas. Mejora protocolos comunicación y aviso. Planes de emergencia protocolos de activación y de comunicación de información autoprotección. Planes de Protección Civil.	<i>Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación.</i> <i>Ley 2/1985, de 21 de enero, sobre protección civil.</i>

Recuperación

Promover los seguros frente inundaciones sobre personas y bienes, incluyendo los seguros agrarios, teniendo presente la importancia del Consorcio de compensación de seguros. Obras de reparación de los daños causados por las inundaciones. Evaluación y lecciones aprendidas

La aplicación de estas medidas disminuirá la vulnerabilidad de los elementos que están sobre las zonas inundables, mejorando la resiliencia a través de instrumentos de planificación como son los planes de Protección Civil y los PGRI.

2. OBJETIVOS

Es importante conocer la vulnerabilidad del territorio para poder hacer una buena gestión y tener una sociedad resiliente ante las inundaciones. Por este motivo, el objetivo principal de este estudio va a ser conocer la vulnerabilidad en la zona de Vegas del Condado ante las inundaciones. Para ellos vamos a presentar varios objetivos secundarios:

- a. Recopilar datos e información almacenados sobre las inundaciones históricas producidas en el área de estudio.
- b. Recoger datos sobre los servicios y habitantes actuales del núcleo de población para determinar la vulnerabilidad del núcleo de población.
- c. Realizar un análisis de la vulnerabilidad y de riesgo a nivel social, económico y total ante inundaciones en Vegas del Condado, mediante el uso de cartografía y análisis con SIG.

3. ÁREA DE ESTUDIO

El área en la que se centra este estudio está localizada en la hoja 130-III del Mapa Topográfico Nacional de España 1:25.000, correspondiente a Vegas del Condado, ubicada en la provincia de León, en el borde norte de la Cuenca Hidrográfica del Duero.

El municipio de Vegas del Condado cuenta con una superficie de 133,90 km² y está situado a una altitud media de 861 metros. Respecto a los datos de población, están registrados 1.149 habitantes en el municipio de Vegas del Condado, compuesto por 13 núcleos de población. El núcleo principal consta únicamente de 230 habitantes (Instituto Nacional de Estadística, 2021). Ver Mapa 1, Anexo III.

El interés por estudiar la vulnerabilidad de inundación de esta zona, es debido a que Vegas del Condado es una zona con alto riesgo de inundación y se encuentra catalogado como ARPSI. La denominación del ARPSI es “ARPSI 08-BERNESGA-TORÍO-PORMA” y se localiza desde Barrio de Nuestra Señora hasta Vegas del Condado contando con una longitud afectada de 6.76 km (Figura 1) (CHD, 2018).



Figura 1. Zonas afectadas dentro del ARPSI 08-BERNESGA-TORÍO-PORMA. Fuente: CHD

Es importante mencionar la existencia de los ríos Porma y Curueño que desde su confluencia situada a unos 5 kilómetros aguas arriba del pueblo de Vegas del Condado, dan lugar a una amplia vega. Por otro lado, también es importante destacar el embalse del Porma, conocido también como embalse de Vegamián. Este embalse, es el segundo más importante en la provincia de León y su principal función es la regulación del río por la que se disminuye el riesgo de muchas avenidas, además de habilitar el riego de alrededor de unas 45.000 hectáreas (Confederación Hidrográfica del Duero, 2019) (Figura 2).



Figura 2. Provincia de León con sus respectivos embalses y ríos, donde al noreste de la zona se encuentra el Embalse de Vegamián, y al sur de la confluencia de los ríos Curueño y Porma, se encuentra la localidad de Vegas del Condado. Fuente: Elperiplo.es

3.1. Climatología

Según Salvador Rivas Martínez (1987), el Piso Bioclimático que define la zona de estudio se corresponde con el Piso Supramediterráneo perteneciente a la Región Mediterránea. Al mismo tiempo presenta un Ombrotipo Subhúmedo inferior caracterizado por presentar un intervalo de precipitaciones medias anuales de entre 601 y 735 mm (Junta Vecinal Vegas del Condado, 2008).

El mes que registra mayores precipitaciones es el mes de octubre con una media de 95 mm, y por el contrario el mes con menor precipitaciones es el de julio, registrando una media de 23 mm (Figura 3). Comparando los meses de mayor humedad y los de mayor sequía, existe una diferencia de precipitación de 72 mm. (Climate-data, 2022)



Figura 3. Climograma de la localidad de Vegas del Condado: Fuente: climate-data.org.

Los valores de temperaturas medias anuales rondan los 10.3°C y la media de temperatura mínimas del mes más frío ronda los -2,5°C. Por otro lado, con relación a los fenómenos meteorológicos, las tormentas destacan por producirse más de 20 días al cabo de un año (Junta Vecinal Vegas del Condado, 2008)

3.2. Geología y geomorfología

El municipio de Vegas del Condado se encuentra ubicado en la Submeseta septentrional (Castilla la Vieja y León) en el borde de la Cuenca del Duero. Respecto al mapa geológico de la zona, el área estudiada se sitúa en facies intermedias que se desarrollan en el abanico de Barrillos, dispuesto discordante y erosivamente sobre sedimentos terciarios. Los elementos clásticos son exclusivamente silíceos y se presentan de dos formas: como conglomerados desorganizados ocupando el dominio más septentrional y como alternancia de capas de conglomerados y arenas con otras de fango. Dicho abanico presenta conglomerados silíceos (<1% carbonatados) en tránsito a capas aisladas en fangos, además de limos, arcillas y capas de conglomerados silíceo no cartografiados.

Las formaciones y los depósitos superficiales del Cuaternario tienen una edad comprendida entre el Pleistoceno y el Holoceno. La localidad se asienta sobre una terraza homogénea formada por gravas cuarcíticas con matriz limoso-arenosa, localmente fangosa y de colores rojizos. Sobre los conos de deyección se asientan fangos pardos con gravas poligénicas y en ocasiones silíceas. Cabe destacar la vega de inundación de los

ríos Curueño y Porma con valle de fondo plano, además de presentan márgenes disimétricas.

Lugar de Interés geológico

Existe un Lugar de Interés Geológico en el área de estudio denominado Estratotipo mioceno de la Formación Barrillos en Vegas del Condado, al que se accede por la parte alta de la Quebrantada. Esta formación se caracteriza por una superposición sucesiva de capas de conglomerados, con limitadas capas de arenas en morfologías lenticulares. Esta formación se sitúa sobre la formación de Mansilla de las Mulas. La disconformidad que las separa y de la cárcava de grandes proporciones donde se sitúan, determinan el interés geológico de este enclave (Instituto Geológico y Minero de España, 2019).

3.3. Vegetación

Con relación a la fitología, la zona de estudio se encuentra dentro de la Región Mediterránea, en la Subprovincia Carpetano-Ibérico-Leonesa (Figura 4) (Alcazar, 2011). Además, a esta zona le corresponde un Piso Bioclimático Supramediterráneo y un Ombrotipo Subhúmedo inferior (Alcazar 2013).

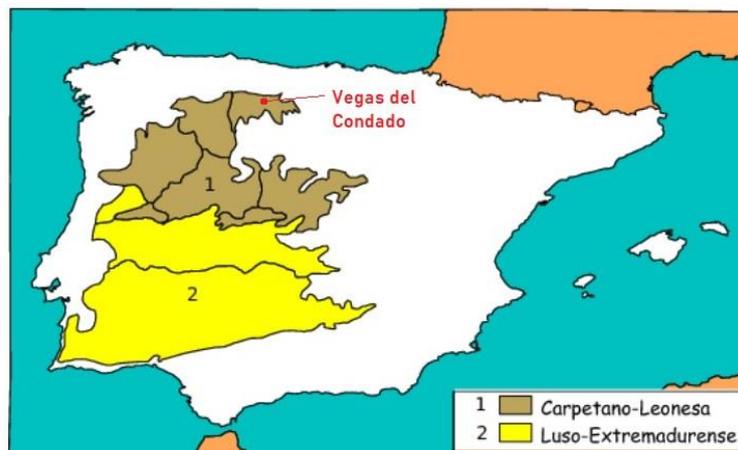


Figura 4. Biogeografía de la provincia Mediterránea-Ibérica-Occidental: 1. Subprovincia Carpetano-Leonesa (donde se localiza nuestra zona de estudio); 2. Subprovincia Luso-Extremadurensis. Fuente: Alcazar, 2011.

Las series de vegetación correspondientes a nuestra zona son:

- **Robledales de melojo (*Holco mollis-Querceto pyrenaicae sigmetum*)**. Serie supramesomediterránea carpetana occidental, orensano-sanabriense y leonesa húmedo-hiperhúmeda silicícola del roble melojo (*Quercus pyrenaica*) (Rivas, 1987).

Como vegetación potencial se presenta un bosque de melojar caracterizado por la aparición de *Festuca heterophylla*. Respecto la primera etapa de sustitución, presenta la existencia de un piornar que pertenece a la asociación de *Cytisoscopani-Genistetum polygaliphyllae lavanduletosum pedunculatae*. El resto de las comunidades vegetales regresivas corresponden con comunidades vegetales de carácter hidrófilo y están presentes en territorios endorreicos (Junta Vecinal Vegas del Condado y Llamazares, 2008).

- **Encinares (*Junipero oxycedri Querceto rotundijoliae sigmetum*)**. Serie supramesomediterránea guadarrámica ibérico-soriana celtibérico-alcarreña y leonesa silicícola de la encina (*Quercus rotundijolia*) (Rivas, 1987).

En esta serie de vegetación se representan especies como *Brachypodium pinnatum subsp. rupestre* y *Saponaria ocymoides* características por tener taxones de carácter basófilo. Además, también están presentes, especies como *Quercus petraea* o *Festuca heterophylla*. El resto de comunidades vegetales regresivas que se presentan es un prebosque de encinas y enebros con formas arbustivas. (Junta Vecinal Vegas del Condado y Llamazares, 2008).

- **Geoseries edafohigrófilas: *Aro maculati-Ulmeto minoris sigmetum*, *Populo nigrae-Saliceto neotrichae sigmetum* y *Saliceto angustifolio-salvifoliae sigmetum***. Pertenecen a la geoserie supramediterránea carpetana occidental, leonesa y castellano duriense de olmedas de *Ulmus minor* y *Populus nigra*, así mismo tenemos presencia de saucedas arbustivas de *Salix neotricha* y *Salix eleagnos subsp. Angustifolia* (Junta Vecinal Vegas del Condado y Llamazares, 2008).

Por último, se destaca en la zona, la presencia de jaras como *Cistus ladanifer* o *Cytisus scoparius* y brezales como *Calluna vulgaris* o *Erica arborea* entre otras (Junta Vecinal Vegas del Condado y Llamazares, 2008).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Datos de partida

Para el análisis se recogieron datos descriptivos y espaciales, y para su gestión se trabajó con un SIG (ArcMap 10.7.1). Los datos espaciales de partida se corresponden con capas disponibles de forma gratuita en distintas webs de las Administraciones del Estado y son los siguientes:

- La ortofoto del año 2014 del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) correspondiente a la Hoja 130 del Mapa Topográfico Nacional 1:50.000 (MTN50), disponible en la página web del Centro Nacional Geográfico del Instituto Geográfico Nacional (IGN) (<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>).
- Las capas vectoriales del catastro, tanto rústico como urbano sin historia, del municipio de Vegas del Condado, disponibles en la página web de la Sede Electrónica del Catastro (<https://www.sedecatastro.gob.es/OVCInicio.aspx>)
- Las capas temáticas vectoriales del municipio de Vegas del Condado, correspondientes al Mapa Topográfico de Castilla y León 1:1.000 (MAPACYL1), disponibles en la página web de la Junta de Castilla y León (<https://cartografia.jcyl.es/web/es/datos-servicios/servicio-descargas.html>).
- Las tres capas vectoriales de zonas inundables asociadas a periodos de retorno de alta, media y baja probabilidad, correspondientes a periodos de retorno de 10 (T10), 100 (T100) y 500 años (T500), disponibles a escala 1:25.000 en la página web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) (<https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/zi-lamina.aspx>).
- El resto de datos espaciales y de atributo fueron obtenidos mediante trabajo de campo en la zona de estudio.

4.2. Delimitación de la zona de estudio

A partir de las capas del mapa topográfico de Vegas del Condado y la ortofoto del PNOA, se digitalizó la zona de estudio en el SIG definiendo sus límites.

Los elementos que se definieron para delimitar el norte fueron el municipio de Vegas del Condado y el Valle de Valdequintana. Al sur se utilizó el límite de la localidad correspondiente con el paraje denominado como El Robledo. Por, último, por el oeste se delimito acorde con la carretera CI-627 y por el este con el paraje de La Quebrantada.

4.3. Recogida de datos demográficos

Para la recopilación de los datos espaciales que quedaban para realizar el análisis del estudio, se utilizó la aplicación móvil “UTMGeoMap” mediante la cual se geolocalizaron un total de 158 puntos (Figura 5). En estos puntos, se representaron con la ayuda de Ceferino Llamazares Sahelices, presidente actual del Ayuntamiento de Vegas del

Condado, las viviendas habitadas en ese momento. Además, se registró manualmente datos descriptivos sobre: el número de hombres, mujeres y el rango de edad de las personas que habitaban la vivienda definiendo si eran menores de 16 años, entre 16 y 65 años, o mayores de 65 años (Figura 6). Posteriormente estos datos se incorporaron en formato vectorial en el SIG.

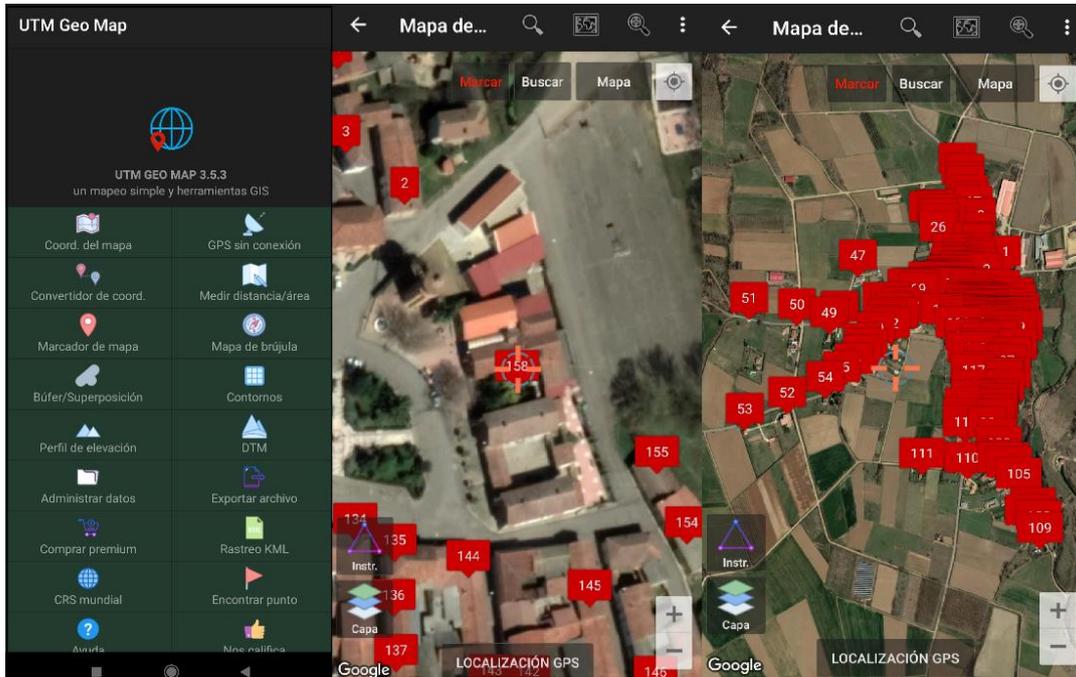


Figura 5. Geolocalización de los 158 puntos en la aplicación UTMGeoMap. Fuente: Elaboración propia.



Figura 6. Anotación manual de los datos respectivos a cada punto geolocalizado en la aplicación móvil. ID, número de personas, hombres, mujeres, menores de 16 años, entre 16 y 65 años y mayores de 65 años. Fuente: Elaboración propia.

4.4. Puesta a punto de las capas en zona urbana

4.4.1. Correcciones en la capa de datos demográficos

En ocasiones, la toma de datos en campo puede conllevar una ligera desviación espacial. Como se observó, había puntos que se registraron fuera de los polígonos de la capa del catastro, por lo que se tuvieron que modificar con la herramienta de edición y situarlos dentro de cada polígono respectivamente (Figura 7).

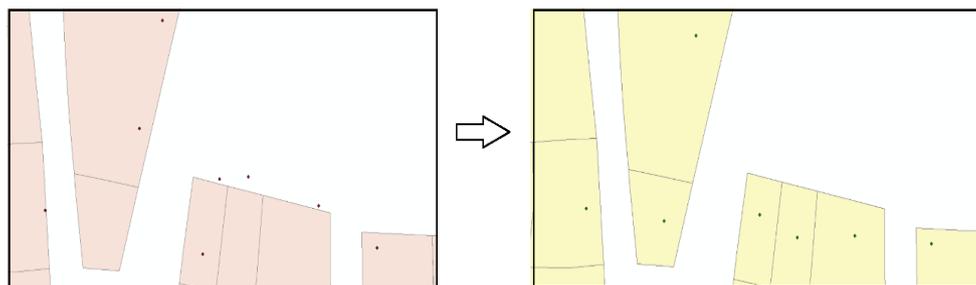


Figura 7. Modificación de la capa de puntos con datos demográficos dentro de las parcelas del catastro. Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Correcciones en las parcelas del catastro

Otro de los datos que se modificaron fue la creación de nuevos polígonos en la capa del catastro urbano, debido a que había casas que estaban subdivididas actualmente y que en el catastro no aparecían. Por este motivo, se realizó la subdivisión del polígono y se crearon concretamente un total de 9 polígonos. Además, había polígonos que no aparecían en ninguno de los dos catastros, tanto rural como urbano, por lo que también se procedió a añadir los polígonos. En total, se crearon un total de 52 polígonos nuevos correspondientes a: viviendas construidas, zonas urbanas sin construcción, una piscifactoría, un depósito de agua, un polideportivo, naves industriales y dos ganaderías.

Una vez realizados los cambios necesarios, mediante una operación de superposición espacial se procedió a unir todos los datos demográficos recogidos en la capa de puntos a los polígonos del catastro que los contenían. De esta manera, se obtuvo una única capa en la que se disponía de información demográfica y del catastro.

4.4.3. Correcciones de los usos del suelo

La información del catastro relativa a los usos de suelo, se encuentra en la capa correspondiente al catastro rural y se divide en una capa vectorial de cultivos a escala subparcela y dos tablas llamadas “rusubparcela” y “rucultivo”. La primera tabla aporta datos codificados de los cultivos y la segunda describe los códigos de los cultivos de la

primera tabla. Ambas tienen un campo en común que permite su unión a la vez que existe un campo común con la tabla asociada a la capa de subparcelas.

Una vez se tiene la capa rural con todos los datos de suelo asociados, el siguiente paso es realizar la unión de las dos capas del catastro (rural y urbano) para obtener una sola capa donde aparezca toda la información de estas dos. Para ello, se realizó una superposición mediante intersección geométrica de las dos capas. Como entidad de entrada se seleccionó la capa rural y se actualizó con la capa de población, ya que la capa urbana tiene que prevalecer sobre la rural. (Figura 8) (ArcGis, 2021).

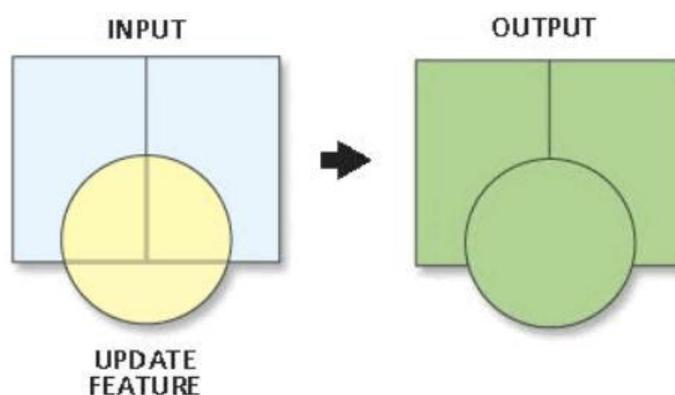


Figura 8. Representación de forma gráfica la intersección geométrica entre las dos capas. Fuente: ArcGis, 2021.

Como resultado obtuvimos una capa final con todos los datos de las dos capas para poder seguir trabajando con la asignación de los valores de vulnerabilidad.

4.5. Vulnerabilidad social

A continuación, se estimó la vulnerabilidad social de cada una de las parcelas del catastro. Para ello se asignaron valores de vulnerabilidad en función de los tres factores (densidad, sexo y edad). Para el primer factor, se asignaron pesos según la Memoria del Plan de Acción Territorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana – PATRICOVA (Generalitat Valenciana, 2015), tal y como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Pesos de la vulnerabilidad por densidad de población.

Denominación por uso (PATRICOVA)	Densidad de población registrada (número de personas por vivienda)	Valoración de la vulnerabilidad (PATRICOVA)	Valoración de la vulnerabilidad bajo criterio propio
Residencia de muy alta densidad	>10	100	100
Residencia de alta densidad	7, 8, 9	75	75
Residencia de media densidad	4, 5, 6	56,3	68,7
Residencia de baja densidad	1, 2, 3	68,7	56,3

Se observó que en la tabla daban una mayor magnitud de vulnerabilidad a residencias de baja densidad que a las de media densidad. Dado que es lógico que ha mayor población se le asigne una mayor vulnerabilidad, además de que en este estudio se tuvo en cuenta la edad de los habitantes, se procedió a intercambiar los valores de densidad, siendo el de densidad media mayor que el de densidad baja.

Por otro lado, según la edad y sexo se asignaron valores en base a Tascón-González *et al.* (2020), considerando solo como personas vulnerables a las personas menores de 16, mayores de 65 años, y a las mujeres según el sexo. En cada vivienda se contabilizó el número de personas que había vulnerables y se sumaron sus valores según sexo y edad. En ningún caso podían superar el valor máximo de 100.

Para finalizar, se generó un nuevo campo en el que se calculó la vulnerabilidad social total asignando distintos pesos a los diferentes tipos de variables que intervenían en el cálculo de la vulnerabilidad social (ec.1).

$$Vul_Social = 0,6 \times Vul_Densidad + 0,3 \times Vul_Edad + 0,1 \times Vul_Sexo \quad (ec.1)$$

4.6. Vulnerabilidad económica

4.6.1. Valoración económica

Se realizó una búsqueda sobre valorización económica de infraestructuras, usos de suelo y ganaderías. En primer lugar, para la valorización de las infraestructuras se utilizó la valoración económica propuesta por Tascón González (2017), tal y como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Valorización económica según el uso de inmuebles.

USOS DE INMUEBLES	Valor económico (€/m²)
Residencial	419,96
Industrial	347,42
Instalaciones deportivas	400,61
Edificios religiosos	781,85
Edificios docentes	845,24
Edificios sanitarios	781,85
Hostelería	683,96
Servicios públicos	727,78

En segundo lugar, para la valorización económica de la zona rural se utilizó la valoración según los datos del año 2021 sobre Vegas del Condado de la Junta de Castilla y León (Junta de Castilla y León, 2021), que se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Valoración económica sobre el uso del suelo en Vegas del Condado según la Junta de Castilla y León en 2021.

USOS DEL SUELO	Precio (€/m2)
Arboles de ribera	0.6
Pinar maderable	0.18
Robledal	0.15
Encinar	0.14
Huerta	1.5
Frutales regadíos	1
Prado seco	0.3
Prado regadío	0.67
Labor seco	0.23
Labor regadío	0.7
Pastos	0.1

Por último, para la valorización de las ganaderías se basó en el documento del Ministerio para la Transición Ecológica (2019). En dicho documento, el valor para 500 cabezas de ganado de ordeño (novillas, terneras y vaca adulta) junto a todas las instalaciones que necesitan es de 1.741.800€. Con este dato, se calculó que el valor por cabeza de ganado junto a sus instalaciones era de 3.483,6€. Para finalizar, dicho número se multiplicó por el número de cabezas de ganado que se tenía de cada ganadería de nuestro estudio, y se obtuvo el precio final, ver tabla 5.

Tabla 5. Valoración económica de las dos ganaderías de nuestra zona de estudio.

GANADERÍAS	Coordenadas	Número de cabezas de ganado	Precio final (€)
Ganadería 1	42°41'09.2"N 5°21'38.5"W	350	1.219.260
Ganadería 2	42°41'12.9"N 5°21'48.7"W	200	696.720

4.6.2. Estimación de la vulnerabilidad económica

Para la estimación de la vulnerabilidad económica, primero se estimó el valor económico de cada parcela del catastro en función de su superficie (m²). Después se asignaron valores potenciales máximos a los diferentes usos, considerando que ese sería el valor potencial máximo que podría adquirir en algún momento cada una de las parcelas del catastro, y por último la vulnerabilidad se obtuvo mediante el valor actual respecto al máximo que podría tener.

- **Cálculo del valor económico de cada parcela del catastro**

En primer lugar, se utilizó el valor económico y se multiplicó por la superficie (m²) que ocupaba cada parcela. La excepción fueron las parcelas con ganaderías, ya que el valor estimado por cabeza ya tenía en cuenta su superficie.

- **Asignación del valor potencial máximo de cada parcela de catastro**

En segundo lugar, la asignación de valores máximos se basó en que los precios más elevados según el uso del suelo eran los más vulnerables y, por tanto, los que marcan el valor máximo de vulnerabilidad. Para ello, los usos del suelo se agruparon y a cada grupo se le asignó el valor máximo de los usos de suelo que integraba (Tabla 6). En el caso de las infraestructuras, se les dio el valor de 845,24€ según la tabla 3.

Tabla 6. Valoración máxima

USOS DEL SUELO	Valor máximo (€)
Huerta, frutales regadíos, prado seco, prado regadío, labor seco, labor regadío y pastos	1,5

Árboles de ribera	0,6
Pinar maderable, robledal y encinar	0,18

Para las ganaderías se calculó el ganado máximo que podía haber por m². Estos valores se basaron en la “Orden APA/4058/2006, de 15 de diciembre, por la que se definen el ámbito de aplicación, las condiciones técnicas mínimas de explotación, precios y fechas de suscripción en relación con el seguro de explotación de ganado vacuno de cebo, comprendido en el Plan Anual de Seguros Agrarios Combinados” en la que se asigna una superficie mínima de 3,5 m² por animal adulto y 1,5 m² como mínimo. Dado que en este estudio carece de datos sobre la edad del ganado, se ha asignado un valor medio por cabeza de ganado de 3 m².

Para estimar el valor máximo, se utilizó la superficie útil del ganado en cada parcela, considerándose que el ganado ocupa la mitad de la extensión de cada una de ellas, ya que la otra parte son instalaciones. Sabiendo dicha superficie se calcula el número máximo de cabezas que podría tener cada ganadería y multiplicándolo por el valor por cabeza de ganado obtenemos el valor máximo. Los resultados se pueden observar en la tabla 7.

Tabla 7. Precios máximos asignados a las ganaderías de nuestra zona de estudio

GANADERÍAS	Número máximo de cabezas de ganado	Valor máximo (€)
Ganadería 1	436	1.518.849,6
Ganadería 2	265	923.154

Para finalizar las valoraciones máximas, los valores obtenidos se multiplican de nuevo por la superficie (m²) para conseguir los valores máximos por superficie, a excepción de las ganaderías porque igual que antes, en la valoración de la cabeza de ganado ya se tiene en cuenta su superficie.

4.6.3. Cálculo de vulnerabilidad económica

Por último, teniendo la valoración económica y la valoración máxima por superficie, se dividió la valoración económica entre la valoración máxima superficial para obtener los valores de la vulnerabilidad económica. Dichos valores estarán dentro del rango de 0 y 1.

4.7. Vulnerabilidad final

Una vez se tuvo la vulnerabilidad social y la vulnerabilidad económica se calculó la vulnerabilidad final, que es el promedio de la vulnerabilidad social y la vulnerabilidad económica (ec.2).

$$Vul_{fin} = \frac{Vul_{soc} + Vul_{eco}}{2} \quad (ec.2)$$

4.8. Riesgo

Una vez se tuvo todo lo relacionado con la vulnerabilidad de inundación y la peligrosidad se obtuvo el riesgo. Para su cálculo se utilizó la siguiente ecuación (ec.3).

$$RIESGO = PELIGROSIDAD \times VULNERABILIDAD \text{ (incluyendo la exposición)} \quad (ec.3)$$

Como peligrosidad, se ha trabajado con las láminas de agua correspondientes a T10, T100 y T500. Como T10 son más frecuentes que los de T100 y T500, para calcular el riesgo se ha asignado un peso más alto a esta capa de peligrosidad. De esta forma, todo lo que cae en la lámina de agua de T10 se multiplica por el peso de 6, la de T100 por 3, y la de T500 por 2. En base a esto, se puede diferenciar mejor lo que tiene mayor o menor riesgo. Para ello, se aplicó la ecuación 4.

Finalmente se realizó un último análisis para un evento extraordinario de rotura de presa, dado que aguas arriba se encuentra la presa del Porma y potencialmente su rotura podría inundar todo el núcleo de Vegas del Condado.

$$Riesgo\ total = (V_{total} * (T10 = 6)) + (V_{total} * (T100 = 3)) + (V_{total} * (T500 = 2)) \quad (ec.4)$$

5. RESULTADOS

5.1. Eventos históricos de inundación en el municipio de Vegas del Condado

La recopilación de datos sobre los eventos históricos recopilados se realizó para conocer la frecuencia de los eventos de inundaciones en nuestra zona de estudio, estos datos se muestran en la tabla 1 de los Anexos I. En dicha tabla se observa que hay una mayor frecuencia de eventos con relación a las estaciones de primavera y otoño, con menor frecuencia en la estación de verano e invierno.

Llama la atención que se hayan registrado varias inundaciones en los meses de verano ya que, según los datos climatológicos, estos meses presentan escasas precipitaciones

(Climate-Data, 2022). Se ha de tener en cuenta, que en verano hay días que ocurren fuertes tormentas puntuales y los climogramas se basan en una media de precipitaciones durante todo el mes. Por otro lado, es lógico que, en primavera y en otoño haya gran número de avenidas. En primavera debido a que las precipitaciones y el deshielo de las nevadas haga que la frecuencia de estos eventos aumente, y en otoño debido a las precipitaciones de tipo convectivo o tormentoso.

5.2. Análisis de la vulnerabilidad social

Respecto a la población, del análisis de campo realizado se han registrado un total de 437 personas que habitan en las viviendas actualmente. La vulnerabilidad social para todo el núcleo de la localidad se vería afectada por la rotura de presa, aunque lógicamente para los distintos periodos de retorno varía según la lámina de agua.

En el caso de rotura de la presa podemos ver los resultados en la siguiente tabla 8 y el mapa 2 del Anexo III.

Tabla 8. Resultados de la vulnerabilidad social sobre todo el área de estudio.

Rango de valores de vulnerabilidad social	Población afectada
1-0,8	Residencia con 26 personas de las cuales 16 son mayores de 65 años, y una vivienda de 10 personas, entre ellos 8 niños menores de 16 años
0,8-0,6	No se presenta ningún caso
0,6-0,4	Viviendas de entre 6 a 2 personas en las que la gran mayoría hay más de 2 personas mayores de 65 años, de 3 a 2 menores de 16 años y entre 2 a 3 mujeres
0,4-0,2	Viviendas entre 3 y 1 personas en las que solo hay 1 persona mayor de 65 años y otra menor de 16 años y entre 2 y 1 mujer
0,2-0	No se presenta ningún caso

Según las láminas de agua para los distintos periodos de retorno, se obtuvo que con alta vulnerabilidad de inundación solo se encontraba una vivienda con tres habitantes que se vería afectada. En zona media de vulnerabilidad nos encontraríamos con 5 viviendas con 15 habitantes. Por último, con baja vulnerabilidad habría 6 viviendas con 17 habitantes. Ver tabla 9, y mapas 3, 4 y 5 en el Anexo III.

Tabla 9. Resultados de las viviendas y personas afectadas por las láminas de agua de T10, T100 y T500.

Láminas de agua	Número de viviendas afectadas	Personas afectadas (Número)
T10	1	3
T100	5	15
T500	6	17

5.3. Análisis de la vulnerabilidad económica

5.3.1. Análisis de las infraestructuras y los servicios

En primer lugar, haciendo referencia a las infraestructuras internas de la zona, se pueden observar los resultados de los servicios que resultan afectados en la siguiente tabla 10, y en los mapas 6, 7 y 8 de los Anexos III

Tabla 10. Resultados de servicios afectados por las láminas de agua de T10, T100 y T500.

Láminas de agua	Servicios afectados	Superficie inundada (%)
T10	Parque infantil	100
	Parque infantil	100
T100	Centro de salud	95
	Piscifactoría	100
T500	Parque infantil	100
	Centro de salud	100
	Piscifactoría	100

En segundo lugar, haciendo referencia a las infraestructuras o comunicaciones externas de la localidad de Vegas del Condado, se ha podido observar que según la “*Guía de respuesta ante episodios de inundaciones de Cerezales del Condado*” y la “*Guía de respuesta ante episodios de inundaciones de Vegas del Condado*” (Junta de Castilla y León, 2020) junto con la cartografía realizada y las diferentes láminas de agua, se observa que la carretera que conecta Vegas del Condado con Cerezales del Condado quedaría inhabilitada.

5.3.2. Actividades económicas rurales

La vulnerabilidad económica de los usos de suelo de la zona con el método propuesto presenta los valores que se muestran en la tabla 11. Su distribución espacial se observa en el mapa 9 del Anexo III.

Tabla 11. Resultados de la vulnerabilidad económica sobre todo el área de estudio.

Valor de vulnerabilidad económica	Zonas más afectadas
1-0,8	Piscifactoría Huerta regadío, pinar maderable, robledal, árboles de ribera
0,8-0,6	Ganaderías Encinar, labor con frutales regadío
0,6-0,4	Viviendas, naves industriales, resto de servicios Labor regadío, praderas de regadío
0,4-0,2	Prados
0,2-0	Labor seco, pastos

Por otro lado, en la tabla 12 se muestran los resultados de las extensiones de las zonas rurales afectadas en cada periodo de retorno. La distribución espacial según dichos periodos se puede observar en los mapas 10, 11 y 12 de Anexo III.

Tabla 12. Superficie de las zonas rurales afectadas según las láminas de agua de T10, T100 y T500.

Láminas de agua	Superficie total inundada (ha)	Superficie total inundada (%)
T10	275,38	40,8
T100	275,44	42,7
T500	334,69	49,6

5.4. Vulnerabilidad total

La vulnerabilidad total más elevada correspondería a las zonas residenciales con mayor número de residentes, como son la residencia de 3º edad y las viviendas de entre 6 y 5 habitantes donde se encuentra mayor población vulnerable (según los factores

establecidos de sexo y edad). Con menor vulnerabilidad se encontrarían las zonas rurales en el mismo orden que se muestran en la tabla 11 pero con menores valores de vulnerabilidad. El mapa de la vulnerabilidad total puede verse en el Anexo III, mapa 13.

5.5. Análisis del riesgo

Para finalizar, el riesgo total con el método propuesto presenta los valores que se muestran en la tabla 13. Su distribución espacial se observa en el mapa 14 del Anexo III.

Tabla 13. Resultados del riesgo sobre todo el área de estudio.

Rango de valores riesgo	Zonas afectadas
1-0,8	6 viviendas habitadas. La piscifactoría. Árboles de ribera, huertos y pinares maderables.
0,8-0,6	Ganadería 1 y Ganadería 2. Zonas de encinares.
0,6-0,4	2 viviendas habitadas. Centro sanitario parque infantil, y zonas de naves industriales. Zonas de labor regadío, árboles de ribera, huertos, pinares maderables y prados de regadío.
0,4-0,2	2 viviendas habitadas. Zonas de prados de regadío y labor regadío.
0,2-0	148 viviendas habitadas. Resto de servicios y zonas de naves industriales. Árboles de ribera, pinares maderables, labor secano, labor regadío, prados de regadío, pastos, prados y encinares.

6. DISCUSIÓN

La problemática de la zona proviene de la confluencia de dos ríos aguas arriba de Vegas del Condado. En primer lugar, está el río Porma regulado desde 1968 por el embalse del Porma (Confederación Hidrográfica del Duero, 2019). Por otro lado, está el río Curueño. Este cauce se regula desde el año 2000 por medio de un trasvase hacia el pantano del

Porma, especialmente en primavera y cuando las tormentas de verano hacen que el caudal aumente consideradamente. A pesar de todo esto, según el registro de los últimos eventos históricos, se siguen registrando inundaciones en nuestra zona de estudio, esto muestra que la zona de confluencia de estos dos ríos es un punto conflictivo relacionado con las inundaciones.

En relación a la problemática expuesta, en los últimos años, se ha producido un incremento del riesgo en la población debido a los riesgos naturales. Este problema social se debe a que es la población la que se expone al riesgo haciendo una ocupación intensiva y ocupando zonas donde no se debería construir. La inestabilidad de recursos económicos y la insuficiencia de legislación del suelo y ambiental impide que se adopten medidas para reducir los factores de desastres (Ayala-Carcedo y Olcina-Cantos, 2002).

Un ejemplo de ello se encuentra en el área de estudio. La vulnerabilidad de la población que resulta afectada por las inundaciones es muy baja, no llega al 1% en las láminas de agua de T10 y como mucho al 4% en las láminas de agua de T500. Pero la única vivienda que se ve afectada en todos los periodos de retorno es una de las viviendas que se tuvo que actualizar después de realizar el trabajo de campo en este estudio debido a que no aparecía en el catastro urbano. Esto significa que, dicha vivienda podría haber pasado a ser residencial sin cumplir con los requisitos, reglamentos y ordenanzas locales, o, por el contrario, que es una vivienda que no se ha actualizado todavía en el catastro. En cualquier caso, se ha producido la ocupación de un área inundable por la población, incumplándose la normativa relativa a la gestión de riesgo de inundaciones.

Así mismo, destaca que uno de los servicios principales, como es el centro de salud se encuentre afectado totalmente con las inundaciones con T100 y T500, aunque con T10 no se vea afectado. Ante fenómenos naturales como las inundaciones este tipo de servicios son necesarios para realizar los primeros auxilios, por lo que se debería promover el traslado del centro sanitario a otro edificio fuera de zonas vulnerables por inundación. En cuanto a las actividades económicas, las dos ganaderías de la zona de estudio tienen una alta vulnerabilidad y riesgo ante una inundación y, además, se encuentran en zonas de flujo preferente. Siguiendo el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH), en casos excepcionales como este, se podrán construir obras de defensa sobreelevadas lateralmente en los cauces donde se sitúen zonas de flujo preferente cuando protejan a la población o infraestructuras públicas ya existentes

(Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2017). Esto significa que desde la Administración local del municipio se debe hacer llegar esta información a la Confederación Hidrográfica del Duero para que en futuros planes puedan incorporar dichas obras.

Una vez que se constata que una zona presenta alta vulnerabilidad y riesgo, se tiene que reducir su exposición y riesgo frente a futuras inundaciones. Para ello, se pueden mitigar los daños mediante la construcción de: terraplenes y movimientos de tierra integrados en el paisaje, barreras anti-inundaciones temporales, diques, muros, etc. Pero no todo son medidas enfocadas a la obra pública. También se pueden y deben llevar a cabo actuaciones a nivel privado como es el reforzamiento de las infraestructuras, que en el caso de las ganaderías de la zona de estudio podría ser mediante: el sellado e impermeabilizaciones de paredes, elevación de los equipamientos y las infraestructuras, etc. Cuando los impactos sean muy graves, las medidas para evitar o reducir la vulnerabilidad no serían suficientes y la opción más segura sería ubicar la ganadería fuera de zonas de alta vulnerabilidad y riesgo de inundación.

Por otro lado, se pueden tomar medidas también en zonas agrícolas con riesgo alto de inundación para reducir su vulnerabilidad. Entre otras, sería la creación de drenajes, creación de bandas de protección natural que frenen la erosión, o la reordenación y rotación de cultivos. (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2017). Se destacar, que a la hora de proteger se debe priorizar a los trabajadores de todas las explotaciones agrícolas o ganaderas y para ellos se debería de disponer de un plan de emergencia según la Norma Básica de Autoprotección (RD 393/2007, de 23 de marzo). (Ministerio para la Transición Ecológica, 2019).

Cabe considerar que, según el método seguido, la vulnerabilidad de los árboles de ribera es muy elevada, pero en realidad este tipo de vegetación es muy resistentes a las inundaciones. Por lo tanto, se debería estudiar en un futuro la reconversión de estos valores, en la que se podría plantear no utilizar el valor de la madera sino la resistencia que realmente tiene la vegetación ante una inundación.

7. CONCLUSIÓN

- ✓ Es necesaria la actualización del catastro y la obtención de datos actualizados de la distribución espacial de la población para poder llevar a cabo una buena gestión y tener una sociedad más resiliente ante las inundaciones.
- ✓ La recopilación histórica constata la peligrosidad que existe en este tramo del río a pesar de la construcción de la presa del Porma desde 1968, la frecuencia de las avenidas ha aumentado en la última década. Por este motivo, es importante destacar que, debido al cambio climático, las tendencias puedan cambiar elevando aún más su frecuencia.
- ✓ La vulnerabilidad y el riesgo social con respecto a los periodos de retorno estudiados es muy bajo. Con referencia a los servicios, el centro sanitario debería cambiarse de ubicación y situarse en una zona donde no se viese afectado, ya que se ve gravemente expuesto a las inundaciones con T100 y T500. En caso de las zonas agrícolas y ganaderas que no se puedan ubicar en otra zona, se podría optar por la instalación de medidas para reducir la vulnerabilidad y el riesgo de las avenidas.
- ✓ El uso de los SIG ha permitido generar una cartografía que muestra a simple vista las zonas con mayores vulnerabilidades y riesgos por inundación sobre la zona de estudio, la cual, podría servir de ayuda para advertir de las consecuencias a las que podrían llegar a enfrentarse la población.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alcaraz Ariza, F. J. (2011) “*Provincias Mediterránea-Ibérica-Occidental, Mediterránea-Ibérica-Central y Catalana-Provenzal-Balear*”. Universidad de Murcia. Disponible en: <https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema31.pdf>. (Accedido: 11 de julio de 2022).

Alcaraz Ariza, F. J. (2013) “*Pisos bioclimáticos y pisos de vegetación*”, Universidad de Murcia. Disponible en: <https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema03.pdf> (Accedido: 11 de julio de 2022).

ArcGIS (2021) ArcMap (Versión 10.7.1) [Programa de ordenador]. León: Servicio de Cartografía de la Universidad de León (SERCAR)

Ayala Carcedo, F. J. y Olcina Cantos, J. Coord. (2002) *Riesgos naturales*. Barcelona: Ariel.

Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (2014) *Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas. Actualización 2014*. Disponible en: https://www.proteccioncivil.es/catalogo/naturales/cnih/cnih2014/B1_Anteced.html (Accedido: 27 de junio de 2022).

Climate-Data (2022) *Clima en Vegas del Condado: Temperatura, Climograma y tabla climática*. Disponible en: <https://es.climate-data.org/europe/espana/castilla-y-leon/vegas-del-condado-278677/> (Accedido: 3 de junio de 2022).

Comisión Técnicas de Emergencias por Inundación (1983) “*Cuenca del Duero. Estudio de Inundaciones Históricas. Mapas de Riesgos Potenciales. CTEI, 1.983*”. Disponible en: https://www.proteccioncivil.es/catalogo/naturales/cnih/cnih2014/PDF/B6/Documenta2/CTEI_DUERO.pdf (Accedido: 5 de julio de 2022).

Confederación Hidrográfica del Duero (2018). *ANEXO III. Fichas ARPSIS. Revisión y actualización de la evaluación del riesgo de inundación (EPRI 2º ciclo)*. Disponible en: <https://www.chduero.es/epri-segundo-ciclo> (Accedido: 14 de julio de 2022).

Confederación Hidrográfica del Duero (2019) *Embalse del Porma*. Disponible en: <https://www.chduero.es/embalse-del-porma#intro> (Accedido: 16 de julio de 2022).

Diario de León (2022). *Noticias de León*. Disponible en: <https://www.diariodeleon.es/> (Accedido: 17 de junio de 2022).

El Periplo (2018). *Los confines del río Porma*. Disponible en: <https://elperiplo.es/los-confines-del-rio-porma/> (Accedido: 10 de julio de 2022).

España (2007) “*Ley 2/1985, de 21 de enero, sobre protección civil*”, *Boletín Oficial del Estado*, 25 de enero de 1985 (22), pp. 2092-2095.

España (2007) “*ORDEN APA/4058/2006, de 15 de diciembre, por la que se definen el ámbito de aplicación, las condiciones técnicas mínimas de explotación, precios y fechas de suscripción en relación con el seguro de explotación de ganado vacuno de cebo, comprendido en el Plan Anual de Seguros Agrarios Combinados*”, *Boletín Oficial del Estado*, 3 de enero de 2007 (3), pp. 404-407.

España (2010) “*Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación*”, *Boletín Oficial del Estado*, 15 julio de 2010 (171), pp. 61954-61967.

España (2015) “*Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana*. *Boletín Oficial del Estado*, 31 de octubre de 2015, (261), pp. 1-56.

España (2021) “*Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética*”, *Boletín Oficial del Estado*, 21 de mayo de 2021, (121), pp.62009-62052.

España (2021) “*Orden PCM/735/2021, de 9 de julio, por la que se aprueba la Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas*”, *Boletín Oficial del Estado*, 13 de julio de 2021, (166), pp. 83217-83470.

Generalitat Valenciana (2015) “*Plan de Acción Territorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA)*”. Disponible en: (<https://politicaterritorial.gva.es/documents/20551069/162377494/01+Memoria.pdf/9938fc0e-3ba8-4829-8524-5d3afa3542eb?t=1446557048110>) (Accedido: 9 de agosto de 2022).

IGN (2014). *Centro de Descargas del CNIG* Disponible en: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp> (Accedido: 10 de junio de 2022).

Instituto Geológico y Minero de España (1982) *Memoria del mapa geológico de España E. 1: 50.000 Vegas del Condado* Madrid: Ministerio de Industria y Energía.

Instituto Geológico y Minero de España (2019) *Estratotipo mioceno de la Formación Barrillos en Vegas del Condado*. Disponible en: <http://info.igme.es/ielig/LIGInfo.aspx?codigo=DU009> (Accedido: 10 de junio de 2022).

Instituto Nacional de Estadística (2021) *INEbase/Nomenclátor: Población del Padrón Continuo por Unidad Poblacional*. Disponible en: <https://www.ine.es/nomen2/index.do?accion=busquedaDesdeHome&nombrePoblacion=Vegas%20del%20Condado&x=5&y=11> (Accedido: 10 de julio de 2022).

Junta de Castilla y León (2020). *Guía de respuesta ante episodios de inundaciones de Vegas del Condado*. Disponible en: <https://www.jcyl.es/web/es/administracionpublica/proteccion-civil/guias-locales-respuesta-ante-inundacion.html> (Accedido: 1 de julio de 2022).

Junta de Castilla y León (2021) *Servicio on-line de valoración de bienes rústicos de la Junta de Castilla y León*. Disponible en: <https://tributos.jcyl.es/web/es/servicios-valoracion/valoracion-online-bienes-rusticos.html> (Accedido: 31 de agosto de 2022).

Junta de Castilla y León (2022). *Servicio de descargas | Infraestructura de Datos Espaciales*. Disponible en: <https://cartografia.jcyl.es/web/es/datos-servicios/servicio-descargas.html> (Accedido: 10 de julio de 2022).

Junta vecinal Vegas del Condado (2008) *Ruta en bicicleta Vegas - Villanueva del Condado*. Disponible en: <https://www.juntavecinalvegasedelcondado.es/ruta-bicicleta-vegas-villanueva/> (Accedido: 5 de julio de 2022).

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (2017) “*Guía técnica de apoyo a la aplicación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico en las limitaciones a los usos del suelo en las zonas inundables de origen fluvial*”. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/guia-tecnica-rdph-usos-suelo-zonas-inundables_tcm30-425866.pdf (Accedido: 1 de julio de 2022).

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2014) *“Cambio Climático: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Guía resumida del quinto informe del IPCC grupo de trabajo II”*. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/guia-resumida-gt2-impactos-adaptacion-vulnerabilidad-ar5_tcm30-177778.pdf (Accedido: 14 de junio de 2022).

Ministerio para la Transición Ecológica (2019) *“Evaluación de la resiliencia de los núcleos urbanos frente al riesgo de inundación redes, sistemas urbanos y otras infraestructuras”*. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/guia-evaluacion-resiliencia-nucleos-urbanos-riesgo-inundacion_tcm30-503725.pdf (Accedido: 7 de junio de 2022).

Ministerio para la Transición Ecológica (2019) *“Guías de adaptación al riesgo de inundación: explotaciones agrícolas y ganaderas”*. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/guia-adaptacion-al-riesgo-inundacion-explotaciones-agricolas-ganaderas_tcm30-503727.pdf (Accedido: 1 de julio de 2022).

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2022) *Zonas Inundables asociadas a periodos de retorno*. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/zi-lamina.aspx> (Accedido: 10 de julio de 2022).

Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea (2007) *“Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación”*, *Diario Oficial de la Unión Europea*, 23 de octubre de 2007, (34), pp. 27-34.

Rivas-Martínez, S. (1987) *Memoria del mapa de series de vegetación de España 1:400.000*. Disponible en: https://floramontiberica.files.wordpress.com/2012/09/mapa_series_vegetacion_1987.pdf. (Accedido: 11 de julio de 2022).

Sede Electrónica del Catastro (2022). *Difusión de datos catastrales*. Disponible en: <https://www.sedecatastro.gob.es/OVCInicio.aspx> (Accedido: 10 de julio de 2022).

Tascón González, L. (2017) *Análisis metodológico para la estimación de la vulnerabilidad por inundaciones. Ejemplo de aplicación en el municipio de Ponferrada (León, España)*. Tesis doctoral. Universidad de León.

Tascón-González, L., Ferrer-Julìà, M., Ruiz, M. y García-Meléndez, E. (2020) "Social vulnerability assessment for flood risk analysis", *Water (Switzerland)*, 12(2). doi:10.3390/w12020558.

Vegas del Condado (2020) *ACTAS DEL AYUNTAMIENTO DESDE 1877* Disponible en: <https://www.vegasdcondado.com/actas.htm> (Accedido: 14 de junio de 2022).

ANEXO I

Tabla 1. Eventos históricos de inundaciones en el municipio de Vegas del Condado.

<i>Fecha</i>	<i>Descripción</i>	<i>Fuente</i>
<i>Años 1799 – 1800</i>	En este periodo se registraron grandes precipitaciones y aguaceros por los que se detuvieron los trabajos agrícolas y se derrumbaron varias casas de adobe.	<i>Comisión Técnica de Emergencias de Inundaciones.</i>
<i>14 de julio de 1886</i>	El presidente de la Junta Vecinal de Cerezales se percató de los daños que ocasionan las avenidas de agua en el valle de Valdeserna.	<i>Actas del Ayuntamiento de Vegas del Condado.</i>
<i>Del 3 al 5 de noviembre de 1929</i>	El río Porma registra avenidas extraordinarias, en el que el caudal alcanza a registrar los 190 m ³ /segundo	<i>Comisión Técnica de Emergencias de Inundaciones</i>
<i>Del 7-8 de marzo de 1931</i>	El río Porma volvió a registrar el mismo caudal que en el año 1929 debido a otra avenida extraordinaria.	<i>Comisión Técnica de Emergencias de Inundaciones</i>
<i>1 de abril de 1937</i>	El río Porma causa daños por las crecidas en el molino y cauce de riego de San Cipriano	<i>Actas del Ayuntamiento de Vegas del Condado</i>
<i>8 de agosto de 1940</i>	El concejal de Cerezales solicita se cambie el arroyo que pasa por el pueblo debido a las tormentas o grandes lluvias se inunda todo el pueblo.	<i>Actas del Ayuntamiento de Vegas del Condado.</i>

<i>Año 1945</i>	Llego el agua hasta el ayuntamiento de Vegas del Condado y todo el campo quedó inundado	<i>Información oral de los vecinos del pueblo.</i>
<i>Año 1948</i>	Se produjeron crecidas del río en los periodos de invierno y como consecuencia de las avenidas se ahogó un pastor.	<i>Información oral de los vecinos del pueblo.</i>
<i>Año 1961 – 1962</i>	Inundación en Vegas del Condado	<i>Información oral de Ayuntamientos</i>
<i>30 de septiembre de 1973</i>	Cerezales solicita ayuda al ayuntamiento de Vegas del Condado para encauzar y derivar hacia el río el arroyo que viene del monte, al norte del pueblo y que pasa por el centro de Cerezales inundándolo con el agua de las tormentas.	<i>Actas del Ayuntamiento de Vegas del Condado.</i>
<i>Diciembre de 1989</i>	Registro de inundación en Vegas del Condado.	<i>Catálogo de Inundaciones Históricas del Duero (CIHD).</i>
<i>Octubre de 2001</i>	Registro de inundación en Vegas del Condado	<i>Catálogo de Inundaciones Históricas del Duero (CIHD).</i>
<i>16 de junio de 2010</i>	Registro de inundación en Vegas del Condado	<i>Catálogo de Inundaciones Históricas del Duero (CIHD).</i>

<i>3 de abril de 2014</i>	Registro de inundación en Vegas del Condado	Periódico Diario de León.
<i>15 de abril de 2016</i>	Registro de inundación en Vegas del Condado	Periódico Diario de León.
<i>20 de diciembre de 2019</i>	<i>Fallecimiento de un hombre de 51 años tras caer al agua mientras trabajaba con una máquina próxima a su ganadería.</i>	<i>Periódico Diario de León.</i>

ANEXO II

REPORTAJE FOTOGRÁFICO DE LA INUNDACIÓN OCURRIDA EN 2019



Imagen 1. Camino próximo al puente de Cerezas del Condado (20/12/19).

Fuente: Elaboración propia



Imagen 2. Río Porma visto desde el puente de Cerezas del Condado (20/12/19).

Fuente: Elaboración propia



Imagen 3. Carretera LE-4610 que conecta Devesa de Curueño con Vegas del Condado (20/12/19).

Fuente: Elaboración propia



Imagen 4. Carretera que conecta Cerezales del Condado con Vegas del Condado (20/12/19).

Fuente: Elaboración propia



Imagen 5. Carretera que conecta Cerezales del Condado con Vegas del Condado (20/12/19).

Fuente: Elaboración propia



Imagen 6. Carretera que conecta Cerezales del Condado con Vegas del Condado (20/12/19).

Fuente: Elaboración propia



Imagen 7. Carretera que conecta Cerezas del Condado con Vegas del Condado, ubicación del polideportivo (20/12/19). Fuente: Elaboración propia



Imagen 8. Camino próximo al complejo lúdico donde falleció un hombre por la riada en Vegas del Condado (20/12/19). Fuente: León Noticias



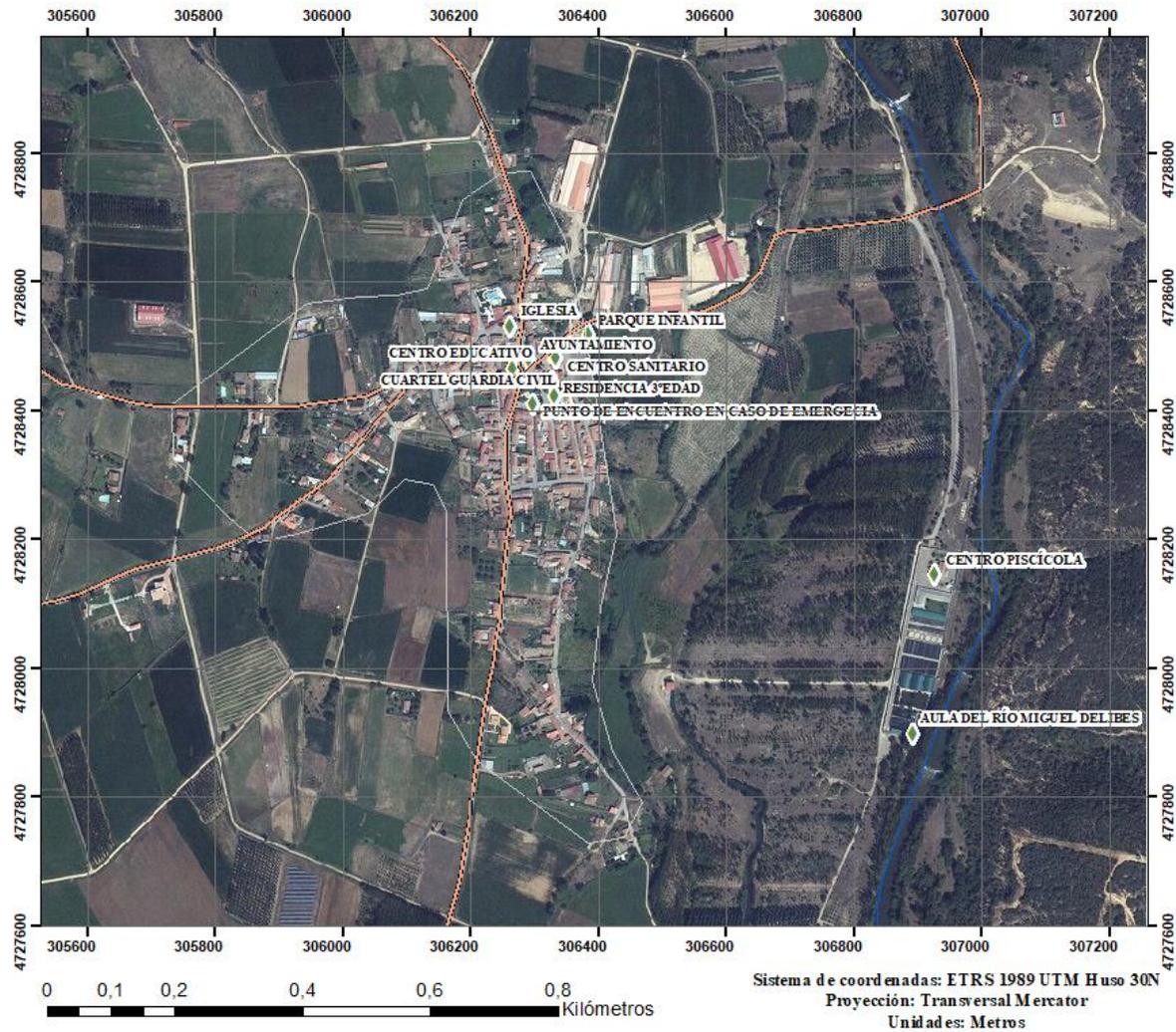
Imagen 9. Accidente en el que falleció un hombre en Vegas del Condado por la riada (20/12/19). Fuente: La Nueva Crónica



Imagen 10. Máquina que manejaba el hombre que falleció mientras trabajaba cerca de una ganadería en Vegas del Condado (20/12/19). Fuente: León Noticias

**ANEXO III
MAPA 1:**

MAPA DEL NÚCLEO DE POBLACIÓN DE VEGAS DEL CONDADO



Localidad: Vegas del Condado
Municipio: Vegas del Condado
Provincia: León

SITUACIÓN DEL MUNICIPIO



Leyenda

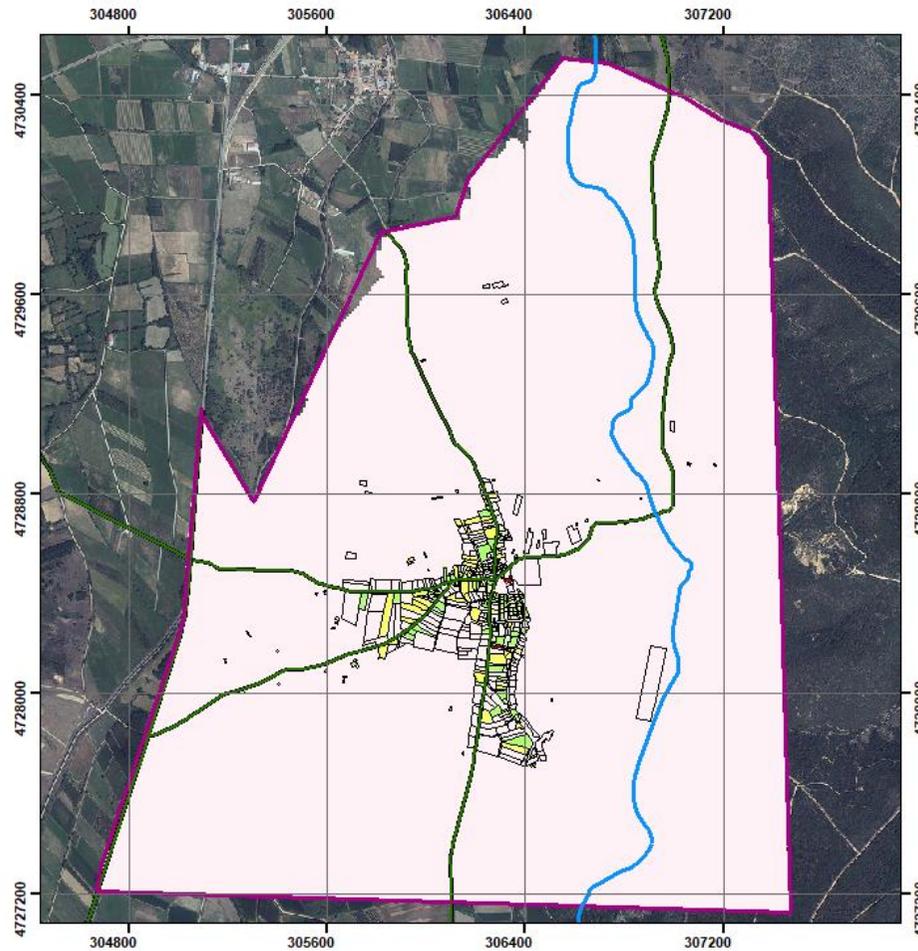
-  Río Porma
-  Núcleos de población
-  Servicios
-  Red de carreteras

Programa utilizado: ArcMap 10.7.1
Autor: Alba Valbuena González
Fecha: 14/08/2022

Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Huso 30N
Proyección: Transversal Mercator
Unidad es: Metros

MAPA 2:

MAPA DE VULNERABILIDAD SOCIAL DE INUNDACIÓN POR ROTURA DE PRESA DE JUAN BENET (EMBALSE DEL PORMA) EN VEGAS DEL CONDADO



SITUACIÓN DEL MUNICIPIO



Leyenda

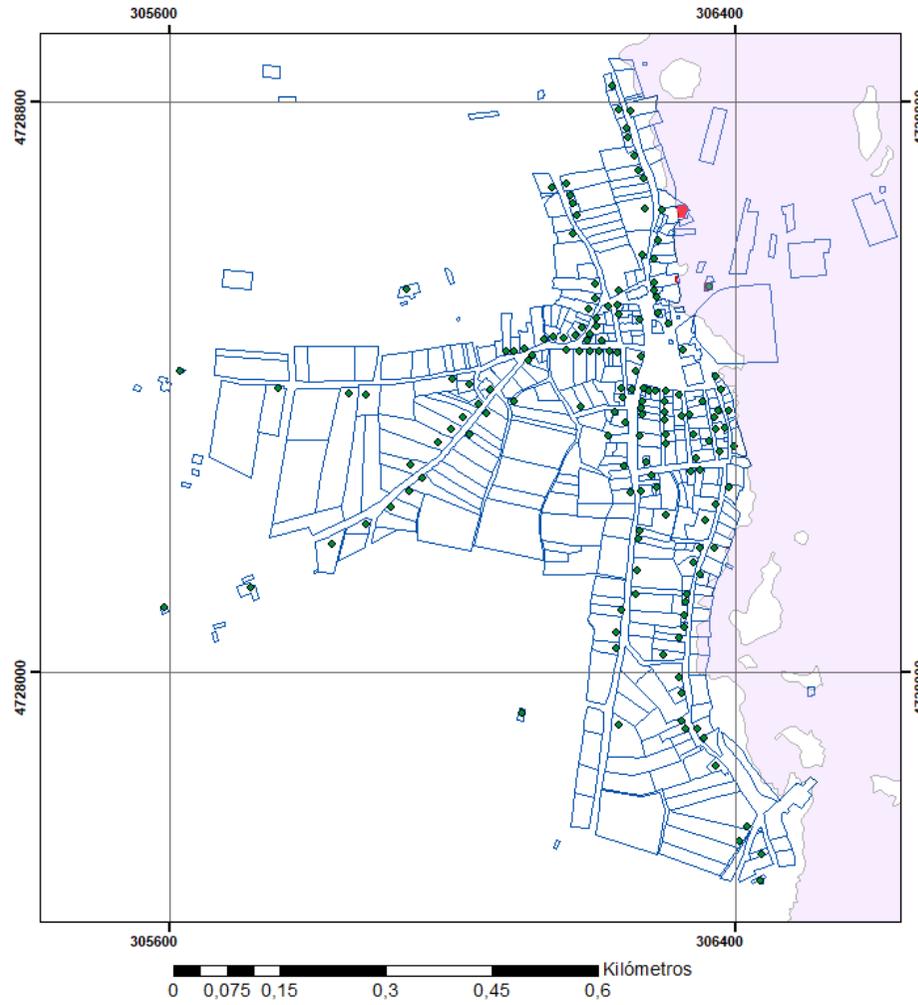
-  Río Porma
 -  Zona de estudio
 -  Carreteras del municipio
 -  Catastro urbano
- #### Vulnerabilidad social
-  0 - 0,2
 -  0,2 - 0,4
 -  0,4 - 0,6
 -  0,6 - 0,8
 -  0,8 - 1

Programa utilizado: ArcMap 10.7.1
Autor: Alba Valbuena González
Fecha: 14/08/2022

Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Huso 30N
Proyección: Transversal Mercator
Unidades: Metros

MAPA 3:

MAPA DE VIVIENDAS AFECTADAS POR INUNDACIÓN EN EL ÁREA CORRESPONDIENTE A LA LÁMINA DE AGUA T10 EN VEGAS DEL CONDADO



SITUACIÓN DEL MUNICIPIO



Leyenda

-  Lámina de agua T10
-  Viviendas habitadas
-  Catastro urbano
- Viviendas afectadas**
-  Sin afecciones
-  Con afecciones

Programa utilizado: ArcMap 10.7.1

Autor: Alba Valbuena González

Fecha: 14/08/2022

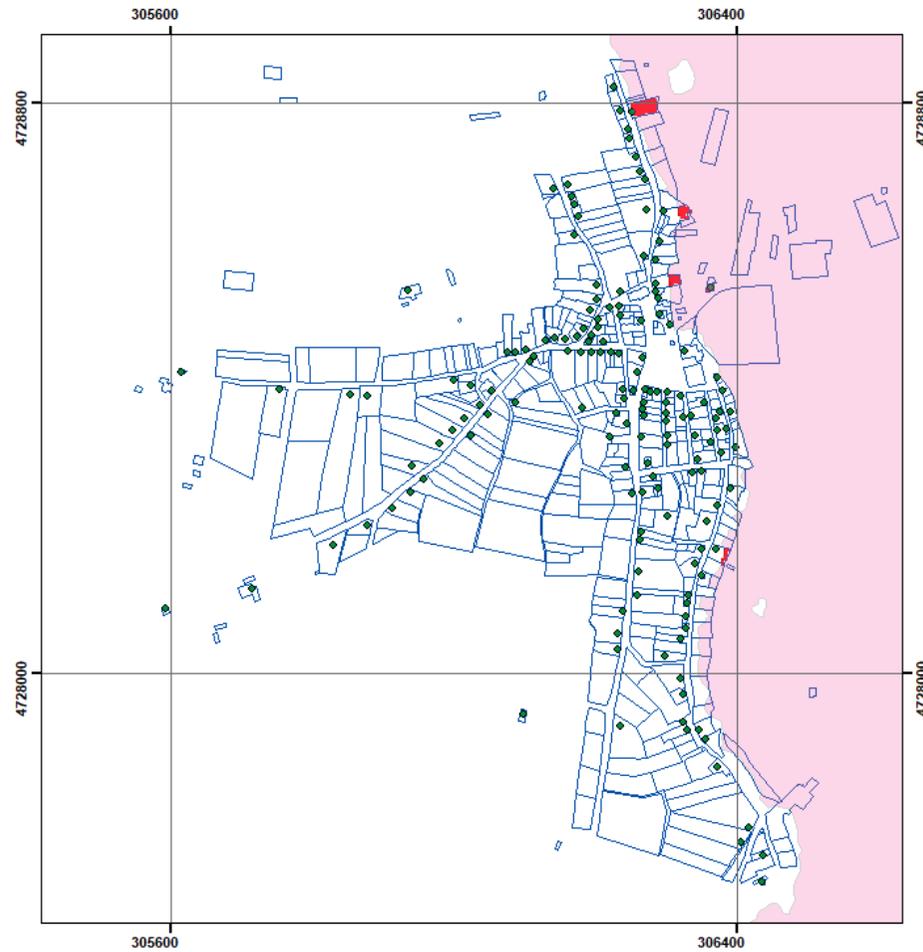
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Huso 30N

Proyección: Transversal Mercator

Unidades: Metros

MAPA 4:

MAPA DE VIVIENDAS AFECTADAS POR INUNDACIÓN EN EL ÁREA CORRESPONDIENTE A LA LÁMINA DE AGUA T100 EN VEGAS DEL CONDADO



SITUACIÓN DEL MUNICIPIO



Leyenda

- Lámina de agua T100
- Viviendas habitadas
- Catastro urbano
- Viviendas afectadas**
 - Sin afección
 - Con afección

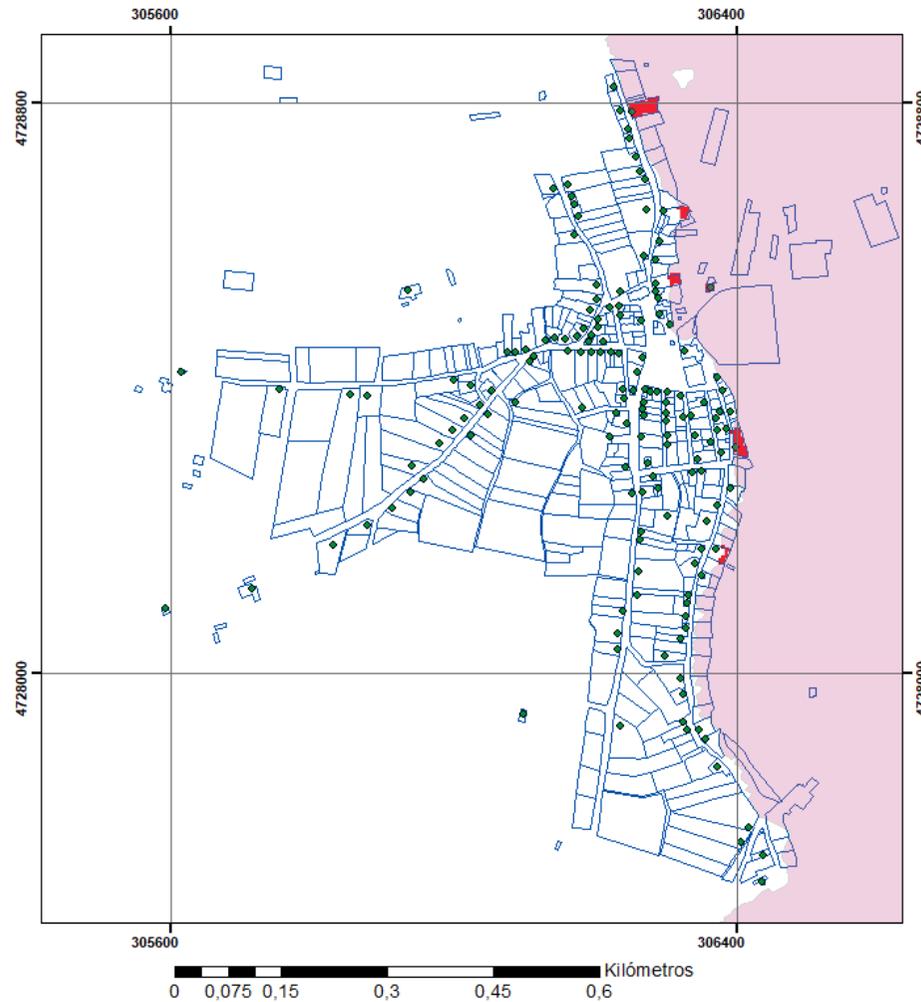
Programa utilizado: ArcMap 10.7.1
Autor: Alba Valbuena González
Fecha: 14/08/2022

Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Huso 30N
Proyección: Transversal Mercator
Unidades: Metros

0 0,075 0,15 0,3 0,45 0,6 Kilómetros

MAPA 5:

MAPA DE VIVIENDAS AFECTADAS POR INUNDACIÓN EN EL ÁREA CORRESPONDIENTE A LA LÁMINA DE AGUA T500 EN VEGAS DEL CONDADO



SITUACIÓN DEL MUNICIPIO



Leyenda

-  Lámina de agua T500
-  Viviendas habitadas
-  Catastro urbano
- Viviendas afectadas**
-  Sin afección
-  Con afección

Programa utilizado: ArcMap 10.7.1

Autor: Alba Valbuena González

Fecha: 14/08/2022

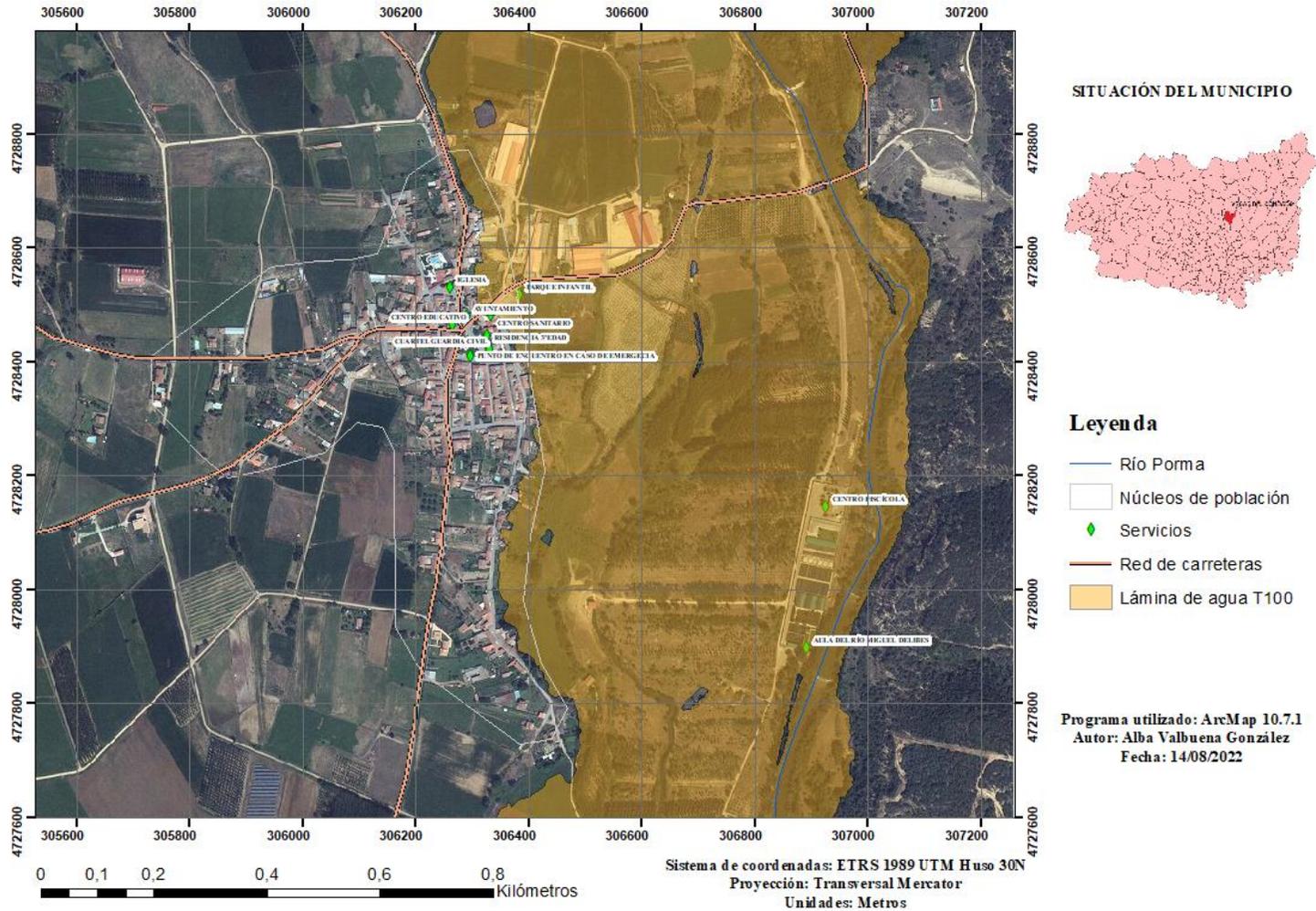
Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Huso 30N

Proyección: Transversal Mercator

Unidades: Metros

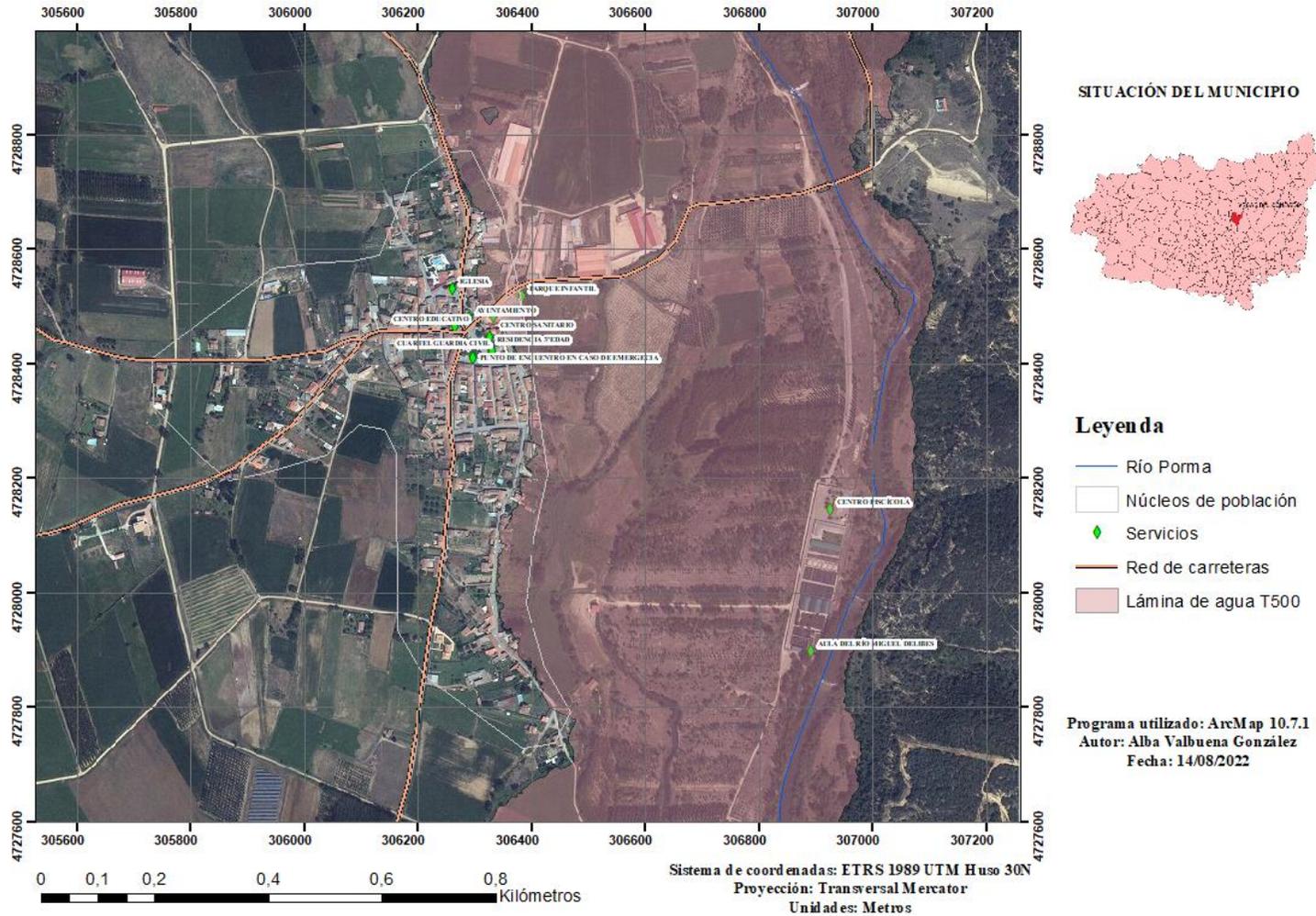
MAPA 7:

MAPA DE LOS SERVICIOS AFECTADOS POR INUNDACIÓN EN EL ÁREA CORRESPONDIENTE A LA LÁMINA DE AGUA T100 EN VEGAS DEL CONDADO



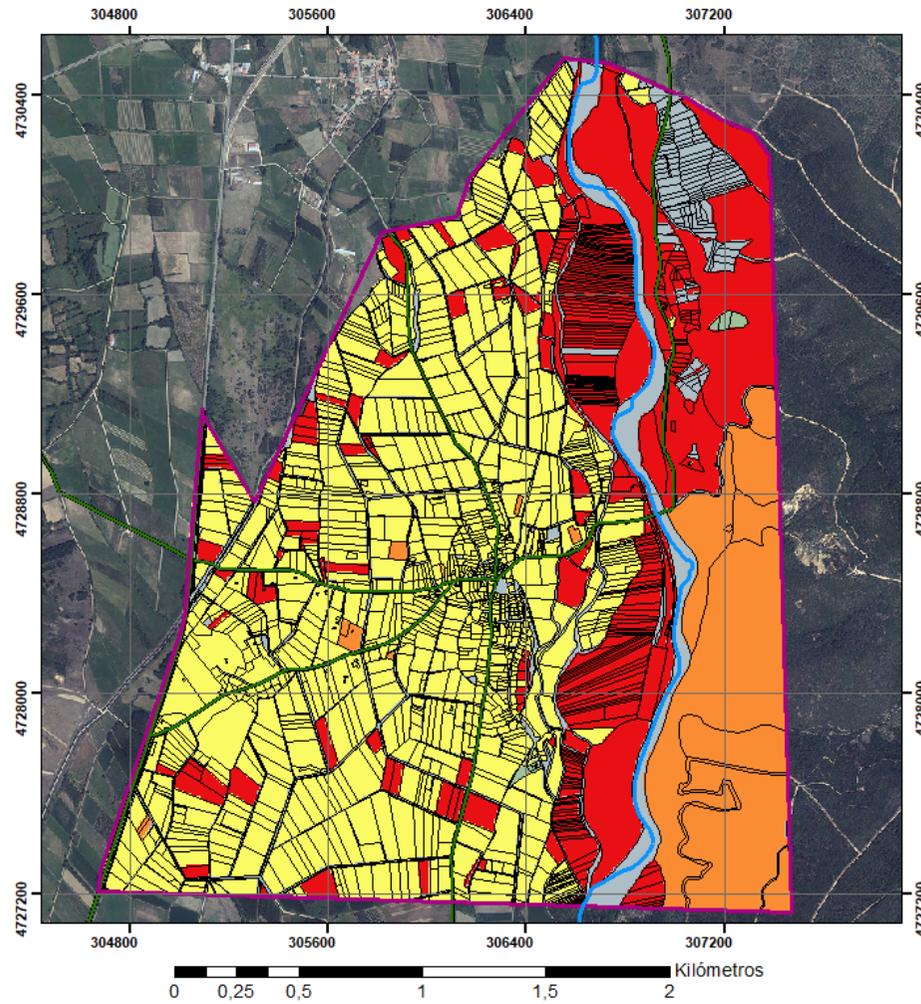
MAPA 8:

MAPA DE LOS SERVICIOS AFECTADOS POR INUNDACIÓN EN EL ÁREA CORRESPONDIENTE A LA LÁMINA DE AGUA T500 EN VEGAS DEL CONDADO



MAPA 9:

MAPA DE VULNERABILIDAD ECONÓMICA DE INUNDACIÓN POR ROTURA DE PRESA DE JUAN BENET (EMBALSE DEL PORMA) EN VEGAS DEL CONDADO



SITUACIÓN DEL MUNICIPIO



Leyenda

- Río Porma
- ▭ Zona de estudio
- Carreteras del municipio
- ▭ Catastro urbano y rural

Vulnerabilidad económica

- ▭ 0 - 0,2
- ▭ 0,2 - 0,4
- ▭ 0,4 - 0,6
- ▭ 0,6 - 0,8
- ▭ 0,8 - 1

Programa utilizado: ArcMap 10.7.1
Autor: Alba Valbuena González
Fecha: 14/08/2022

Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Huso 30N
Proyección: Transversal Mercator
Unidades: Metros

MAPA 10:

MAPA DE LA VULNERABILIDAD ECONÓMICA POR INUNDACIÓN EN EL ÁREA
CORRESPONDIENTE A LA LÁMINA DE AGUA T10 EN VEGAS DEL CONDADO



SITUACIÓN DEL MUNICIPIO



Leyenda

-  Río Porma
-  Lámina de agua T10
-  Zona de estudio
-  Carreteras del municipio
-  Catastro urbano y rural

Vulnerabilidad económica

-  0 - 0,2
-  0,2 - 0,4
-  0,4 - 0,6
-  0,6 - 0,8
-  0,8 - 1

Programa utilizado: ArcMap 10.7.1
Autor: Alba Valbuena González
Fecha: 14/08/2022

Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Huso 30N
Proyección: Transversal Mercator
Unidades: Metros

MAPA 11:

MAPA DE LA VULNERABILIDAD ECONÓMICA POR INUNDACIÓN EN EL ÁREA CORRESPONDIENTE A LA LÁMINA DE AGUA T100 EN VEGAS DEL CONDADO



SITUACIÓN DEL MUNICIPIO



Leyenda

- Río Porma
- Lámina de agua T100
- Zona de estudio
- Carreteras del municipio
- Catastro urbano y rural

Vulnerabilidad económica

- 0 - 0,2
- 0,2 - 0,4
- 0,4 - 0,6
- 0,6 - 0,8
- 0,8 - 1

Programa utilizado: ArcMap 10.7.1
Autor: Alba Valbuena González
Fecha: 14/08/2022

Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Huso 30N
Proyección: Transversal Mercator
Unidades: Metros

MAPA 12:

MAPA DE LA VULNERABILIDAD ECONÓMICA POR INUNDACIÓN EN EL ÁREA
CORRESPONDIENTE A LA LÁMINA DE AGUA T500 EN VEGAS DEL CONDADO



SITUACIÓN DEL MUNICIPIO



Leyenda

- Río Porma
- Lámina de agua T500
- Zona de estudio
- Carreteras del municipio
- Catastro urbano y rural

Vulnerabilidad económica

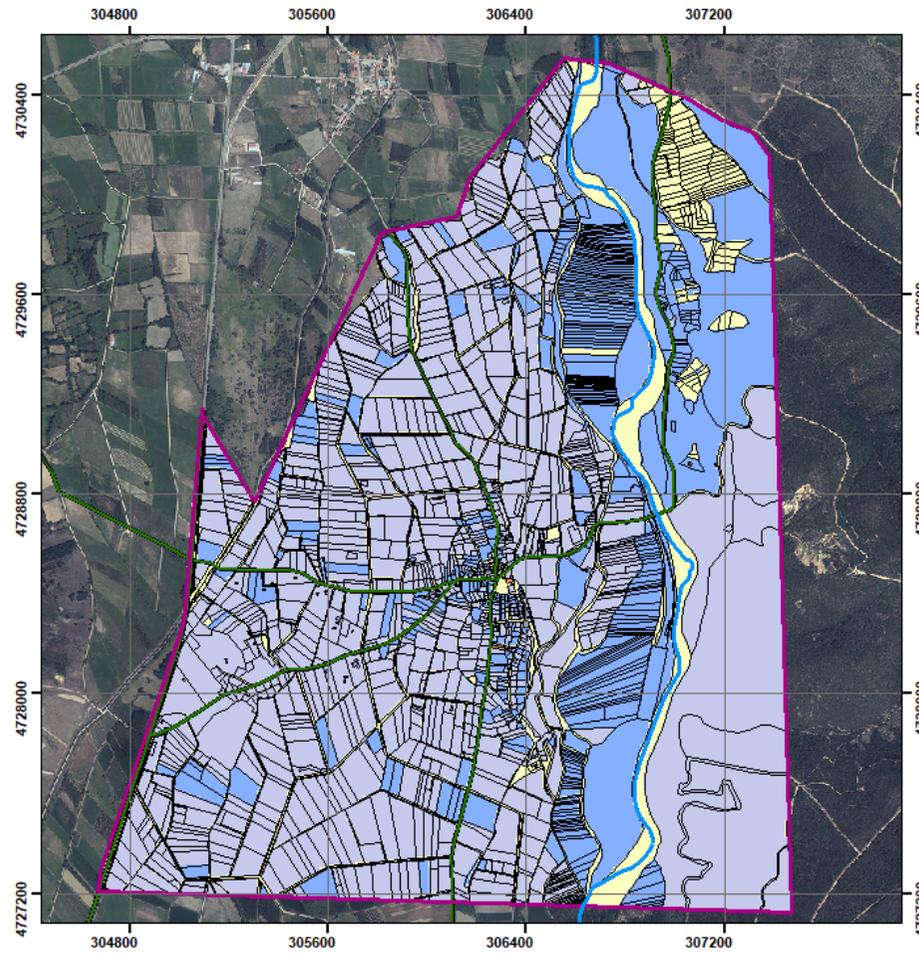
- 0 - 0,2
- 0,2 - 0,4
- 0,4 - 0,6
- 0,6 - 0,8
- 0,8 - 1

Programa utilizado: ArcMap 10.7.1
Autor: Alba Valbuena González
Fecha: 14/08/2022

Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Huso 30N
Proyección: Transversal Mercator
Unidades: Metros

MAPA 13:

MAPA DE VULNERABILIDAD TOTAL DE INUNDACIÓN POR ROTURA DE PRESA DE JUAN BENET (EMBALSE DEL PORMA) EN VEGAS DEL CONDADO



SITUACIÓN DEL MUNICIPIO



Leyenda

-  Río Porma
-  Zona de estudio
-  Carreteras del municipio
-  Catastro urbano y rural

Vulnerabilidad total

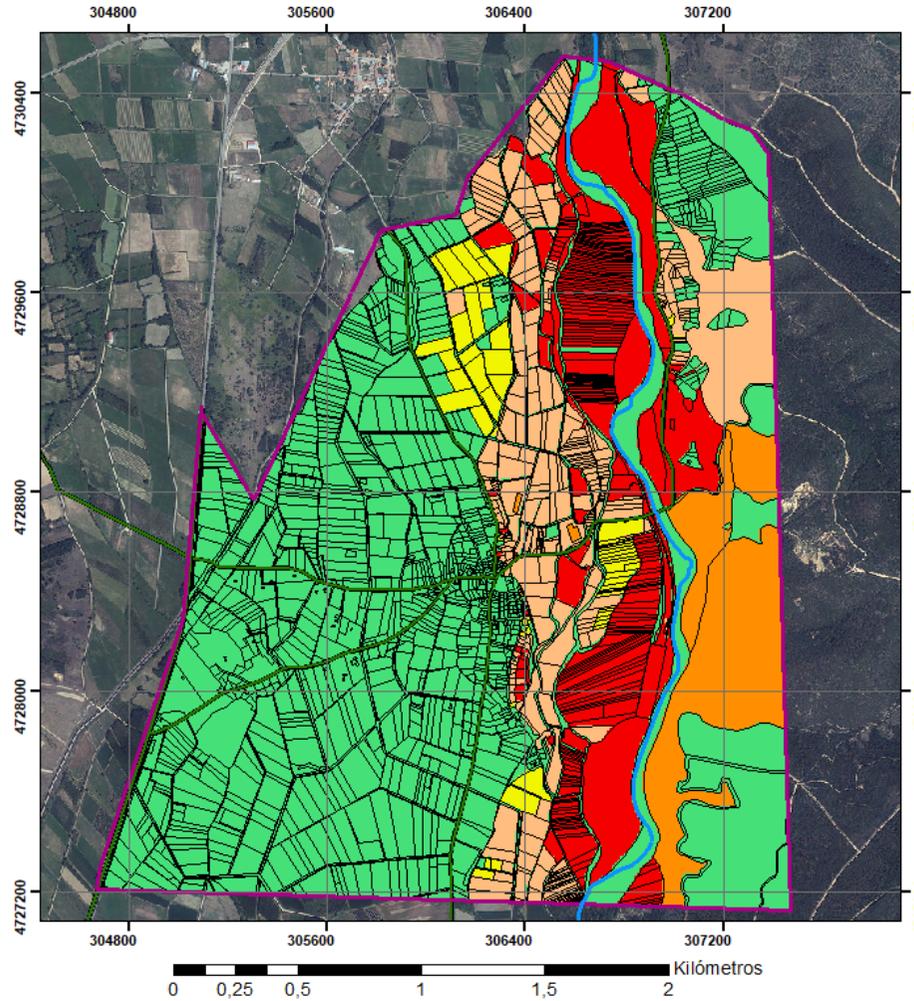
-  0 - 0,2
-  0,2 - 0,4
-  0,4 - 0,6
-  0,6 - 0,8
-  0,8 - 1

Programa utilizado: ArcMap 10.7.1
Autor: Alba Valbuena González
Fecha: 14/08/2022

Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Huso 30N
Proyección: Transversal Mercator
Unidades: Metros

MAPA 14:

MAPA DEL RIESGO TOTAL POR INUNDACIÓN EN LA ZONA DE VEGAS DEL CONDADO



SITUACIÓN DEL MUNICIPIO



Legenda

- Río Porma
- Zona de estudio
- Carreteras del municipio
- Catastro urbano y rural

Riesgo

- 0 - 0,2
- 0,2 - 0,4
- 0,4 - 0,6
- 0,6 - 0,8
- 0,8 - 1

Programa utilizado: ArcMap 10.7.1

Autor: Alba Valbuena González

Fecha: 14/08/2022

Sistema de coordenadas: ETRS 1989 UTM Huso 30N

Proyección: Transversal Mercator

Unidades: Metros