

**Aplicación del método geomorfológico-
histórico en la elaboración de cartografía de
inundabilidad de Piña de Esgueva**



**Cartografía del riesgo. Sistemas de información geográfica
para el diagnóstico y gestión de los riesgos naturales.**

Trabajo Fin de Grado

Autor: Isaac Gurdiel Pérez

Tutor: Carlos G. Morales Rodríguez

Año 2014

Grado en Geografía y Ordenación del Territorio

Universidad de Valladolid

I. BLOQUE INTRODUCTORIO	4
1. Introducción.....	4
2. Objetivos.....	5
3. Metodología.....	6
3.1. Método geomorfológico-histórico	7
3.1.1. Antecedentes y marco jurídico	7
3.1.2. Estructura del método geomorfológico-histórico	9
II. LA INUNDABILIDAD EN PIÑA DE ESGUEVA	10
1. Ámbito de estudio.....	10
1.1. Piña de Esgueva.....	10
1.2. Características de la cuenca hidrográfica del río Esgueva	15
2. Análisis geomorfológico.....	16
2.1. Análisis cartográfico.....	16
2.1.1. Modelo Digital del Terreno	17
2.1.2. Mapa Geológico Nacional	18
2.1.3. Ortofotografías y fotografías aéreas	20
2.2. Trabajo de campo	25
3. Análisis histórico	27
3.1. Municipios del Valle del Esgueva en la provincia de Valladolid	27
3.2. Fuentes documentales y tratamiento de la información	29
3.2.1. Catálogo de Inundaciones Históricas de la Confederación Hidrográfica del Duero	30
3.2.2. Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias.....	31
3.2.3. Hemeroteca	32
3.2.4. Revista Eria.....	33
3.2.5. Entrevistas a la población afectada	33
3.3. Catálogo de Inundaciones Históricas constatadas.....	33

3.4. Red Oficial de Estaciones de Aforos	39
3.4.1 Estaciones de aforos utilizadas y tratamiento de la información.....	40
3.4.2. Episodios de inundación deducidos	43
3.5. Características de los episodios de inundación registrados.....	45
3.5.1. Intensidad de los episodios de inundación constatados	46
3.5.2. Duración de los episodios de inundación registrados	47
3.5.3. Distribución de los episodios de inundación registrados.....	49
4. Análisis geomorfológico-histórico	53
4.1. Resultados del análisis geomorfológico	53
4.2. Resultados del análisis histórico	56
4.2.1. Peligrosidad de los episodios de inundación constatados en el término municipal de Piña de Esgueva	57
4.2.2. Cartografía general de los episodios de inundación constatados.....	62
4.3. Resultados del análisis geomorfológico-histórico: Cartografía final de inundabilidad del término municipal de Piña de Esgueva	63
III- CONCLUSIONES	65
IV- FUENTES CONSULTADAS.....	67
1. Bibliografía.....	67
2. Fuentes estadísticas	67
3. Fuentes cartográficas	67

I. BLOQUE INTRODUCTORIO

El bloque introductorio presenta la introducción al presente trabajo con las principales razones por las que he escogido este tema y los objetivos primordiales a la hora de desarrollar el trabajo. Este primer bloque también presenta la metodología seguida durante el desarrollo del trabajo con su justificación jurídica y una introducción acerca de las principales fases presentes en el mismo.

1. Introducción

El presente documento comprende la aplicación del método geomorfológico-histórico para la elaboración de cartografía de inundación del término municipal de Piña de Esgueva, en concreto incluido en la metodología de elaboración de cartografía de zonas inundables y en particular incluido en el abanico de posibilidades que ofrece la utilización de los sistemas de información geográfica para el diagnóstico y la gestión de los riesgos naturales. Todo ello se corresponde con la consecución de los objetivos marcados para la elaboración del Trabajo Fin de Grado perteneciente al cuarto curso del Grado en Geografía y Ordenación del Territorio (2013-2014) de la Universidad de Valladolid.

Con la elaboración de este trabajo pretendo conocer las diferentes fases de la aplicación del método geomorfológico-histórico en la elaboración de cartografía de zonas inundables de un territorio y además pretendo aplicar los conocimientos, tanto teóricos como prácticos, adquiridos durante los cuatro años de formación del grado que me permitan llevar a cabo una investigación sobre un aspecto concreto de un territorio utilizando las herramientas necesarias para llegar a la consecución de los objetivos planteados.

La elección de este tema para elaborar mi Trabajo de Fin de Grado responde a una serie de razones académicas, científicas y personales.

Las razones académicas que justifican la elección de este tema son principalmente tres. En primer lugar este tema permite la consecución de los objetivos que se persiguen con la elaboración de los Trabajos de Fin de Grado y la aplicación de los contenidos, la metodología y las técnicas adquiridas durante los años de formación en el Grado en Geografía y Ordenación del Territorio¹. En segundo lugar este tema permite desarrollar un trabajo metodológico que cumple con los objetivos y competencias del Plan de Estudios del Grado en Geografía y Ordenación del Territorio, siendo estos objetivos los siguientes²:

1. Capacitar para la aplicación de los conocimientos teóricos, metodológicos e instrumentales al análisis integrado y a la interpretación de elementos, agentes,

¹ El trabajo fin de carrera deberá verificar la adquisición por el estudiante de estas competencias generales incluyendo prácticas integradas que comprendan el análisis, diagnóstico y propuestas en relación a un ámbito o problema territorial. En su realización, el estudiante deberá adquirir competencias ligadas a la búsqueda y organización de documentación, y a la presentación de su trabajo de manera adecuada a la audiencia. (Plan de Estudios del Grado en Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Valladolid).

² Plan de Estudios del Grado en Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Valladolid.

procesos y problemas espaciales, así como a la elaboración de diagnósticos territoriales.

2. Interpretar la diversidad y complejidad de los territorios y de las interrelaciones a distintas escalas de fenómenos de naturaleza medioambiental con otros de tipo económico, social y cultural.

3. Habilitar para la actuación e intervención en el territorio y en su gestión, reforzando el carácter experimental y aplicado de la formación geográfica

4. Proporcionar las habilidades específicas relacionadas con el conocimiento de técnicas de trabajo, en especial de las relacionadas con la obtención, análisis, tratamiento y representación de información geográfica y cartográfica, así como con el trabajo de campo.

La tercera razón académica está justificada debido al carácter práctico y aplicado del tema escogido que permite contribuir a la formación del geógrafo.

Las razones científicas que justifican la elección de este tema son principalmente tres. En primer lugar este tema permite conocer, desarrollar y adecuar una metodología de trabajo geográfico. En segundo lugar permite proponer un resultado práctico y aplicado en una zona o territorio de interés particular y en tercer y último lugar se trata de un tema de actualidad y con mucho interés social debido a su utilidad en la gestión y ordenación del territorio.

La elaboración de cartografía de zonas inundables es un recurso muy útil a la hora de diagnosticar y gestionar episodios de inundación de cara a mitigar sus posibles efectos sobre el territorio. Este recurso por lo tanto resulta de gran interés para la ordenación del territorio porque permite gestionar de forma eficaz la ocupación de los espacios territoriales susceptibles de sufrir episodios de inundación. En muchos casos hemos sido testigos de grandes catástrofes y tragedias derivadas de una mala planificación y ordenación del territorio ante posibles episodios de inundación y al igual que la planificación ante otros riesgos naturales, la planificación ante posibles episodios de inundación es primordial a la hora de gestionar un territorio.

La principal razón personal que justifica mi elección de este tema responde al interés personal por la temática unido al interés por llevarlo a cabo sobre el ámbito de estudio escogido. El territorio escogido para el desarrollo del trabajo es el municipio de Piña de Esgueva, provincia de Valladolid, con el cual tengo una estrecha relación que me ha permitido tener disponibilidad de información en cuanto al trabajo de campo y a las encuestas realizadas a la población. Por lo tanto teniendo en cuenta que el tema escogido está justificado con las razones académicas y científicas, las razones personales únicamente responden a la elección del ámbito de estudio para llevarlo a cabo.

2. Objetivos

El presente documento tiene el objetivo de aplicar de forma eficaz el método geomorfológico-histórico de cara a determinar la inundabilidad del río Esgueva en el término municipal de Piña de Esgueva a través de la elaboración de cartografía de zonas inundables siguiendo las directrices planteadas por la Confederación Hidrográfica del

Duero en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables en la demarcación hidrográfica del Duero. Además este documento comprende la aplicación del método geomorfológico-histórico siguiendo la metodología planteada por el Grupo Natrisk de investigación de la Universidad de Valladolid, basada en la metodología del SNCZI con ligeras variaciones.

Por lo tanto este trabajo pretende combinar ambas metodologías en función de las necesidades específicas del ámbito de estudio. Como objetivos principales de este trabajo de investigación figuran los siguientes:

- Aplicar el método geomorfológico-histórico en sus distintas fases, teniendo en cuenta la posibilidad de aplicar cambios en el mismo en función de sus necesidades a la hora de ser aplicado sobre el ámbito de estudio.
- Determinar la inundabilidad del término municipal de Piña de Esgueva y mostrar los resultados mediante la elaboración de cartografía de la peligrosidad del riesgo de inundación.
- Aplicar y manejar las herramientas y los conocimientos adquiridos durante los años de formación del Grado en Geografía y Ordenación del Territorio que me permitan analizar los factores necesarios para la consecución del trabajo sobre el ámbito de estudio escogido.
- Desarrollar una metodología planteada para llegar a la consecución de unos resultados respondiendo a los objetivos del Trabajo de Fin de Grado y del Plan de Estudios del Grado en Geografía y Ordenación del Territorio³.

3. Metodología

Para llevar a cabo la consecución de los objetivos planteados en el presente documento he utilizado una metodología basada en la aplicación del **método geomorfológico-histórico** planteado en la Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (*Guía metodológica para el desarrollo del SNCZI*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2011, Madrid).

En concreto he utilizado la metodología planteada por la Confederación Hidrográfica del Duero en el marco del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables en la demarcación hidrográfica del Duero con la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) y la delimitación de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs), ya que el ámbito de estudio pertenece a la cuenca hidrográfica del Duero y esta metodología se acerca más a las necesidades del ámbito de estudio. (*Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables en la demarcación hidrográfica del Duero*. Confederación Hidrográfica del Duero, 2010).

Además he tenido en cuenta la metodología de aplicación del método geomorfológico-histórico planteada por el Grupo de investigación Natrisk de la Universidad de Valladolid, basada en la guía metodológica del SNCZI aunque con

³ Los objetivos del Trabajo de Fin de Grado y del Plan de Estudios están expuestos en el primer punto de este bloque (1. Introducción).

algunas modificaciones. (Morales Rodríguez, C. G. y Ortega Villazán, M^a T. Grupo Natrisk, Universidad de Valladolid).

3.1. Método geomorfológico-histórico

Este apartado contiene en primer lugar la justificación jurídica de la metodología utilizada y los antecedentes legales relacionados con la misma, y en segundo lugar contiene una introducción al método geomorfológico-histórico con la justificación de su estructura básica y la explicación de las diferentes fases llevadas a cabo en la aplicación del método.

3.1.2. Antecedentes y marco jurídico

El 23 de octubre de 2000 entró en vigor la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo que establecía un marco comunitario de actuación en cuanto a la política de aguas (Directiva Marco del Agua). Su transposición al derecho español se produjo mediante el Texto refundido de la Ley de Aguas y la nueva Directiva 2007/60/CE Europea de “Evaluación y Gestión del Riesgo de Inundación”, entrada en vigor el 26 de noviembre de 2007. Esta directiva introdujo nuevos criterios relevantes en la protección del dominio público hidráulico y nuevos criterios para el diagnóstico y gestión del riesgo de inundaciones para la protección de personas y bienes. (*Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables en la demarcación hidrográfica del Duero*. Confederación Hidrográfica del Duero, 2010).

La Directiva 2007/60/CE establece las siguientes actuaciones:

- Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI).
- Elaboración de Mapas de Peligrosidad por Inundaciones.
- Elaboración de Mapas de Riesgo de Inundación.

Los países miembros de la Unión Europea, en respuesta a los criterios de la Directiva, están llevando a cabo estas tareas con una determinación similar a la llevada a cabo en la Cuenca Hidrográfica del Duero, coordinada en este caso con el resto de las Cuencas del Estado Español. En un principio la aplicación de los criterios de la directiva obligó a cambiar aspectos del Reglamento del dominio público hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/1986 del 11 de abril, como la definición de cauce, la regulación de zonas de servicio y policía que lo protejan y la regulación de las zonas inundables. Esto se realizó con el objetivo de llevar a cabo una mejora de la protección ambiental y de la protección de bienes y personas. (*Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables en la demarcación hidrográfica del Duero*. Confederación Hidrográfica del Duero, 2010).

Para llevar a la práctica estas directrices se lleva a cabo la creación de un Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), con el objeto de determinar la zonificación de zonas inundables a raíz de lo establecido en el Real Decreto 9/2008 del 11 de enero y en el Real Decreto 903/2010 del 9 de julio de “Evaluación y gestión de inundación”, ambos aplicados para todo el territorio español. El primer decreto modifica el Reglamento de Dominio Público Hidráulico hasta ese

momento establecido, y el segundo decreto regula los procedimientos para llevar a cabo la Evaluación Preliminar de Riesgo de Inundación (EPRI), los Mapas de Riesgo y Peligrosidad y los Planes de Gestión de Riesgos de Inundación. (*Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables en la demarcación hidrográfica del Duero*. Confederación Hidrográfica del Duero, 2010).

El Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, cita en el artículo 14 lo siguiente: «1. Se consideran zonas inundables las delimitadas por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas cuyo período estadístico de retorno sea de quinientos años, atendiendo a estudios **geomorfológicos**, hidrológicos e hidráulicos, así como de series de **avenidas históricas y documentos o evidencias históricas** de las mismas, a menos que el Ministerio de Medio Ambiente, a propuesta del organismo de cuenca fije, en expediente concreto, la delimitación que en cada caso resulte más adecuada al comportamiento de la corriente.

El desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) está regido, además de por las leyes nombradas en los párrafos anteriores de este apartado, por las siguientes normativas:

- Real Decreto 927/1988 del 29 de julio, que aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, en relación al desarrollo de los títulos II y III de la Ley de Aguas.
- Ley 4/1999, de modificación de la Ley 30/1992 del 26 de noviembre, que determina el Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y de Procedimiento Administrativo Común.
- Texto Refundido de la Ley de aguas aprobado mediante el Real Decreto 1/2001 del 20 de junio.
- Real Decreto 606/2003 del 23 de mayo, que modifica el Real Decreto 849/86 del 11 de abril que aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico y desarrolla los Títulos Preliminar I, IV, VI y VIII de la Ley 29/85 del 2 de agosto.

En relación a estas normativas y legislaciones, la Confederación Hidrográfica del Duero plantea una metodología para llevar a cabo la elaboración de cartografía de zonas inundables dentro del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), con la realización de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI), los Mapas de Peligrosidad por Inundaciones y los Mapas de Riesgo por Inundación, con el objetivo de identificar y preseleccionar las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs). (*Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables en la demarcación hidrográfica del Duero*. Confederación Hidrográfica del Duero, 2010).

En el año 2008, con la creación del SNCZI para recopilar la cartografía de zonas inundables ya existente y para generar nueva cartografía de inundación de todas las áreas susceptibles de sufrirlas en la red fluvial española, se crea también una Comisión Técnica para elaborar una Guía Metodológica de aplicación del método geomorfológico-histórico. En este marco se seleccionan tres zonas piloto de aplicación: Río Nalón (ríos cantábricos), río Palancia (ríos mediterráneos) y río Carrión (río meseteños atlánticos). La aplicación del método geomorfológico-histórico sobre la zona

piloto del río Carrión la lleva a cabo, entre otros, el Grupo Natrisk de investigación de la Universidad de Valladolid con la aplicación de una metodología basada en el SNCZI aunque con ligeras modificaciones (Morales Rodríguez, C. G. y Ortega Villazán, M^a T. Grupo Natrisk, Universidad de Valladolid).

3.1.2. Estructura del método geomorfológico-histórico

El método geomorfológico-histórico se divide principalmente en dos fases de análisis independientes y una fase común de unión de las otras dos: Análisis de información histórica y análisis de información geomorfológica del ámbito de estudio.

La primera consiste en un análisis histórico basado en la recopilación y el análisis de información existente sobre episodios de inundación sucedidos en el ámbito de estudio. Esta información está reflejada en los diferentes catálogos de inundaciones históricas existentes como el Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH) de la Dirección General de Protección Civil o el Catálogo de Inundaciones Históricas de la cuenca hidrográfica del Duero de la Confederación Hidrográfica del Duero. En muchos casos la información de estos catálogos resulta incompleta para un ámbito de estudio concreto y por lo tanto hay que complementarla con datos de otros catálogos de inundaciones, datos de las hemerotecas y encuestas a la población afectada en el área de estudio.

Dentro de la fase del análisis histórico también conviene recopilar la información disponible en la Red de Estaciones de Aforos sobre la estación correspondiente o más cercana al ámbito de estudio para contrastar los datos de caudal con los episodios de inundación registrados con el objetivo de asegurar esos registros. Además esto facilita la localización de episodios ausentes de los registros de los catálogos, llamados episodios de inundación deducidos.

La segunda fase consiste en el análisis geomorfológico del área de estudio con la recopilación de información geológica y geomorfológica que permita identificar las zonas aluviales y torrenciales. También hay que tener en cuenta los datos de la topografía de la cuenca y su red hidrográfica, junto con los usos del suelo. Esta fase se lleva a cabo mediante el análisis cartográfico de fotografías aéreas verticales y ortofotografías, el tratamiento de Modelos Digitales del Terreno procedentes de imágenes LIDAR, el análisis de cartografía geomorfológica y geológica existente, y el trabajo de campo con observaciones en el cauce y en las márgenes del río. El principal objetivo del análisis de toda esta información es la búsqueda de evidencias físicas de episodios de inundación producidos en el ámbito de estudio. (Morales Rodríguez, C. G. y Ortega Villazán, M^a T. Grupo Natrisk, Universidad de Valladolid).

La última fase de la aplicación del método geomorfológico-histórico consiste en juntar la información obtenida en el análisis histórico y en el análisis geomorfológico para poder determinar las zonas inundables del ámbito de estudio y posteriormente, si fuera preciso, determinar la peligrosidad de inundación de esas zonas.

II. LA INUNDABILIDAD EN PIÑA DE ESGUEVA

Este segundo bloque del trabajo comprende el análisis de la inundabilidad en el término municipal de Piña de Esgueva a través del desarrollo del método geomorfológico-histórico sobre este territorio. El primer punto comprende la delimitación del ámbito de estudio con un primer análisis de las principales características del municipio y de la cuenca hidrográfica del río Esgueva. El segundo punto comprende el análisis geomorfológico del área de estudio para determinar evidencias de episodios de inundación o encontrar ciertas características del terreno que ayuden a la hora de determinar las zonas de inundación más probables. El tercer punto de este segundo bloque del trabajo comprende el análisis de la información histórica disponible sobre episodios de inundación de cara encontrar ciertas características que ayuden en la posterior determinación de la inundabilidad del término municipal de Piña de Esgueva. El cuarto y último punto abarca el análisis geomorfológico-histórico conjunto con toda la información obtenida en los análisis geomorfológico e histórico y contrastada entre sí para poder determinar de forma conjunta la cartografía final de zonas inundables del término municipal de Piña de Esgueva.

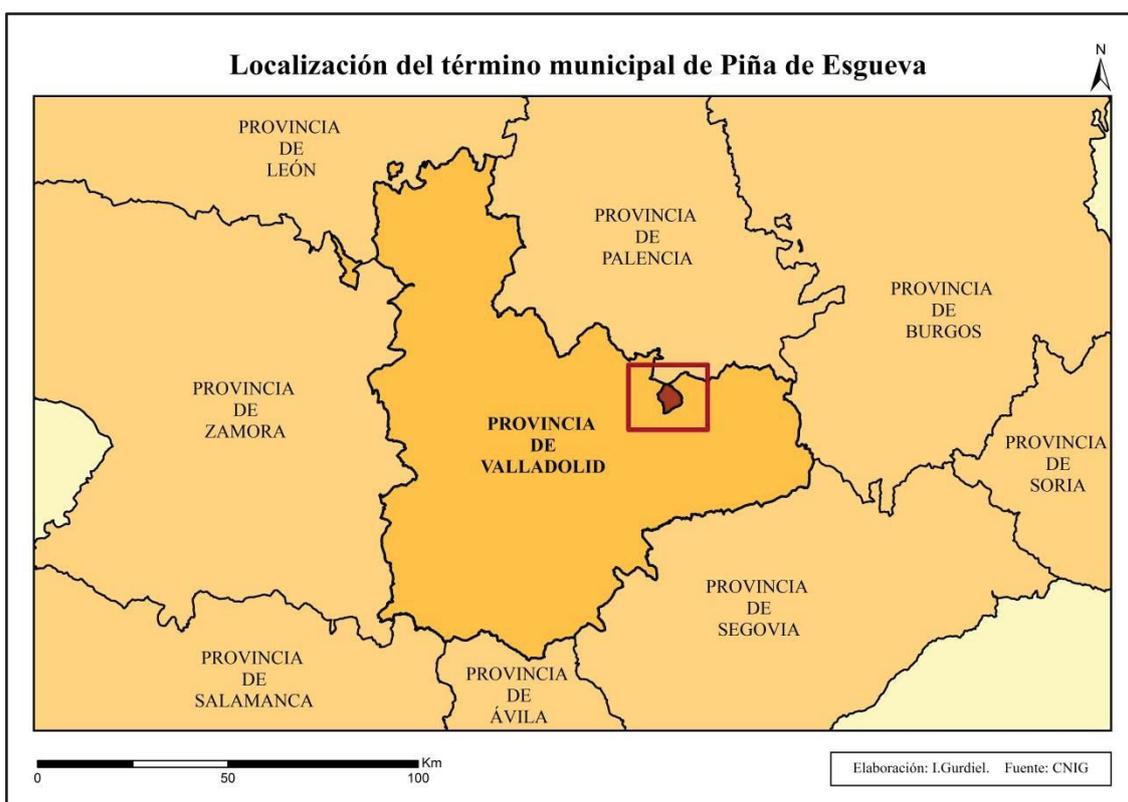
1. Ámbito de estudio

Este primer apartado contiene la caracterización del ámbito de estudio sobre el que se ha desarrollado la aplicación del método geomorfológico-histórico en cuanto a su situación y sus características geomorfológicas y de aprovechamiento y ocupación del territorio. Este apartado también contiene una caracterización de la cuenca hidrográfica del río Esgueva porque en este tipo de trabajos no sólo hay que caracterizar el ámbito de estudio sino que es importante caracterizar también la cuenca hidrográfica del río que lo atraviesa.

1.1. Piña de Esgueva

Piña de Esgueva es un municipio enmarcado administrativamente en la provincia de Valladolid, integrada dentro de la Comunidad Autónoma de Castilla y León. Está situado unos 30 km. al este de la capital vallisoletana y pertenece a la comarca Páramos del Esgueva y a la Mancomunidad del Valle del Esgueva. Se encuentra situado exactamente en la mitad del Valle del Esgueva dentro de la provincia de Valladolid ya que también está separado unos 30 km. del término municipal de Encinas de Esgueva, último municipio del Valle del Esgueva en la provincia de Valladolid, fronterizo con la provincia de Burgos. La figura 1 de la página siguiente muestra la localización exacta del término municipal de Piña de Esgueva.

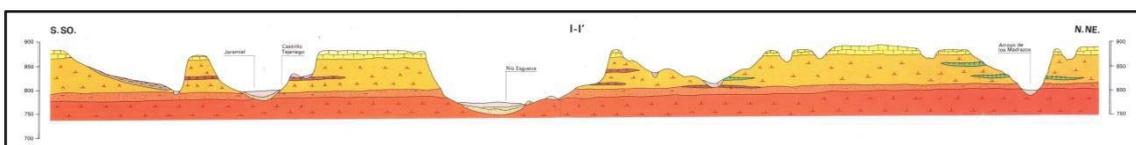
- Figura 1:



El término municipal de Piña de Esgueva presenta las características geomorfológicas del relieve de páramo y campiña tan representativo de la meseta castellana donde se asienta la comarca de Páramos del Esgueva. El páramo es el típico relieve tabular con altitudes comprendidas entre los 800 y los 1000 metros sobre el nivel del mar. Su origen se debe a la fortaleza de su composición calcárea que ha posibilitado la acción erosiva de los cursos fluviales formando valles en artesa unidos con el resalte que supone la superficie del páramo a través de grandes cuestras.

En resumen, el relieve del término municipal de Piña, y de la mayoría de municipios integrantes del Valle del Esgueva, corresponde por un lado a valles generados a través de la acción erosiva del cauce principal del río Esgueva, donde se asienta la población, y por otro a la superficie de monte llano en forma de altiplanicies que conforma el páramo. La figura 2 muestra un corte geológico representativo del relieve tabular que combina la superficie del páramo con valles en artesa de origen fluvial:

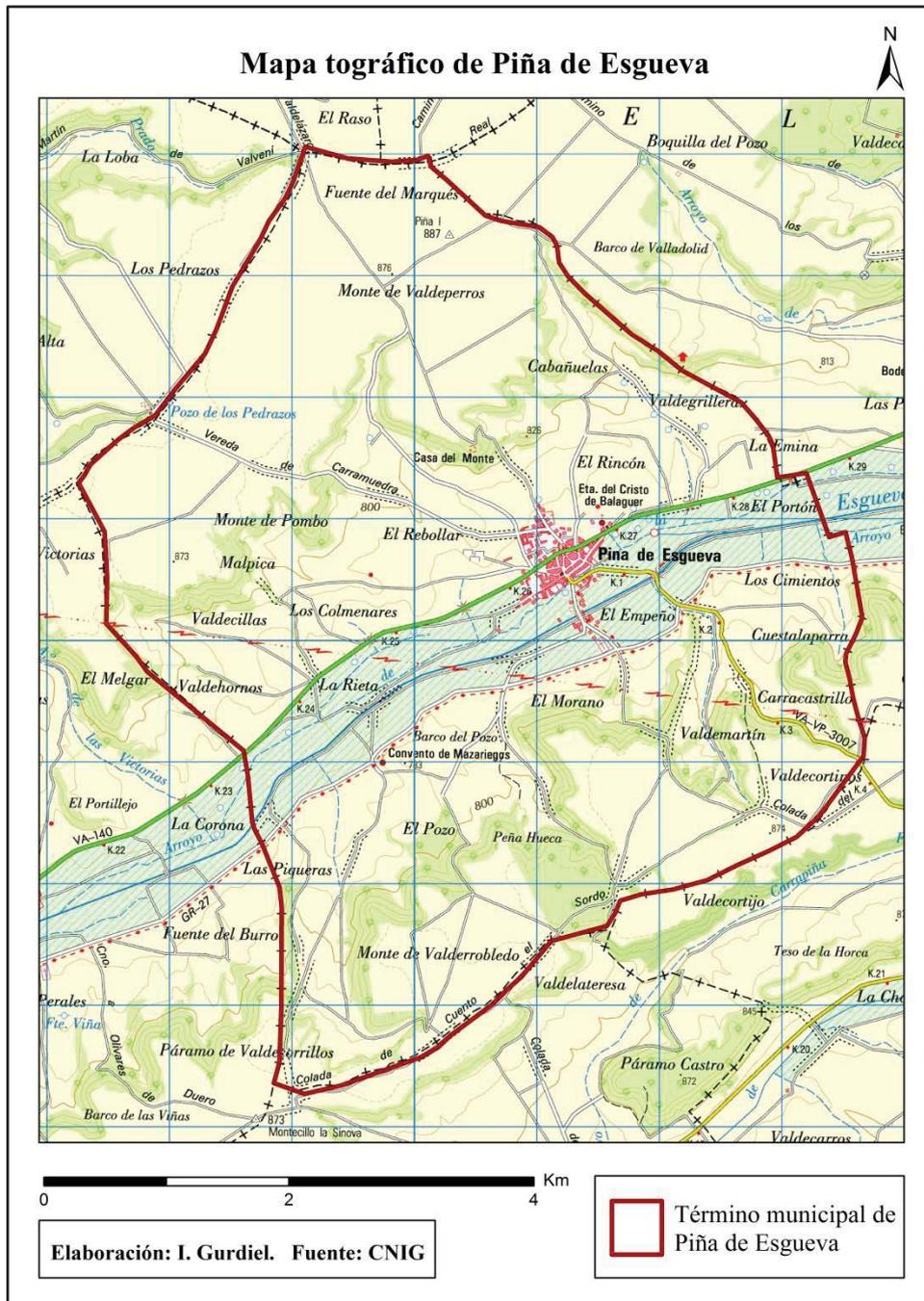
- Figura 2:



Fuente: Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

El núcleo de población de Piña de Esgueva se encuentra a 750 metros de altura sobre el nivel del mar que corresponden a la menor altura del término municipal, exceptuando el cauce del río Esgueva, presente dicha altura de forma semi-continua en el relieve semi-horizontal formado en el fondo del Valle del Esgueva. En el municipio encontramos la mínima altitud a unos 735 metros correspondientes al cauce principal del río Esgueva y la máxima a los 860 metros de la Casa del Monte en la superficie del páramo, como se aprecia en la figura 3 de la página siguiente.

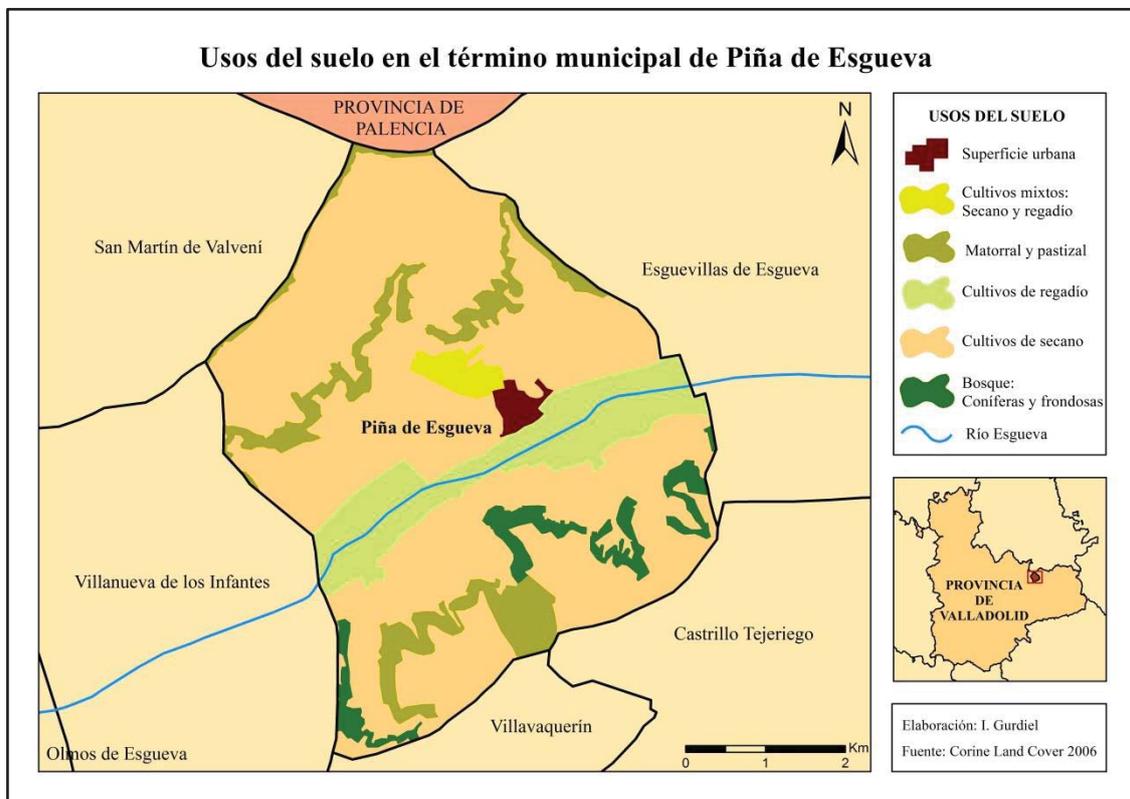
- Figura 3: Mapa topográfico de Piña de Esgueva: Recorte de la hoja 344, Esguevillas de Esgueva, del MTN50 (Mapa Topográfico Nacional, escala 1:50.000).



Como se aprecia en la figura 3 el término municipal de Piña de Esgueva está atravesado por dos cursos fluviales. El primero y principal corresponde al cauce del río Esgueva y el segundo y secundario corresponde al Arroyo de la Vieja Esgueva. El Arroyo de la Esgueva Vieja es un pequeño cauce que atraviesa la localidad y transcurre paralelo al río Esgueva en casi todo su recorrido desde su nacimiento unos 11 kilómetros antes de Piña de Esgueva en el municipio de Amusquillo, hasta su desembocadura unos 5 kilómetros después en el municipio de Villanueva de los Infantes.

El término municipal de Piña de Esgueva tiene una extensión de 29,82 km². Se trata de un municipio de tamaño medio en relación al tamaño de municipios de la provincia de Valladolid. La figura 4 representa la extensión y ocupación en función de los usos del suelo del término municipal.

- Figura 4:



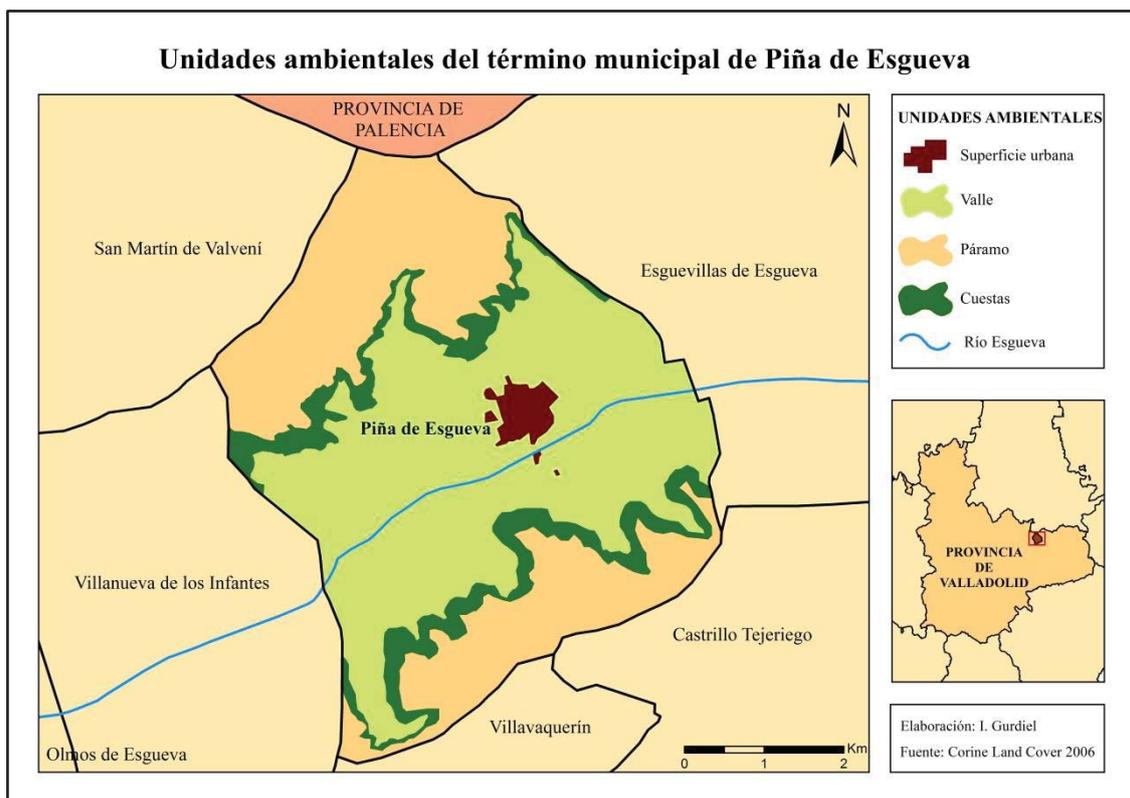
La mayoría de la superficie municipal está ocupada por terrenos dedicados a los cultivos de secano, en su mayoría de cereales como trigo y cebada. La única franja destacable de la superficie del término municipal que no posee cultivos de secano es la que corresponde a la ribera del río Esgueva. Ambas riberas del río están ocupadas por cultivos de regadío, en su mayoría de remolacha aunque también hay huertos particulares aunque sin gran notoriedad en cuanto a superficie ocupada.

En el centro del término municipal está situado el casco urbano y a continuación de este destaca una superficie con cultivos mixtos de secano y regadío aunque de reducido tamaño en comparación a la superficie que ocupan los cultivos de secano y regadío del resto del término municipal.

Al sur del municipio destacan terrenos ocupados por superficie boscosa con el predominio de coníferas y frondosas. Estos terrenos corresponden en su mayoría a las laderas que actúan de nexo de unión entre el valle y el páramo. En esta misma zona también hay terrenos ocupados por matorral y pastizal. Asimismo la mayoría de superficie del término municipal ocupada por matorral y pastizal se encuentra en la parte norte del municipio y corresponde a las laderas que unen la parte del valle correspondiente a la margen derecha del río Esgueva con los páramos del norte del municipio.

El término municipal de Piña de Esgueva no es muy variado en cuanto a unidades ambientales. En la figura 5 se han delimitado las 4 unidades ambientales básicas que se pueden diferenciar en el municipio. La superficie urbana se corresponde con el núcleo poblacional y algunas naves ganaderas a las afueras del mismo. El páramo corresponde a la superficie de mayor altitud del municipio y está unido con el valle a través de las cuestas que se corresponden con las zonas de mayor pendiente del municipio. El valle corresponde a toda la franja delimitada por las cuestas y en cuya parte central está el cauce del río Esgueva.

- Figura 5:

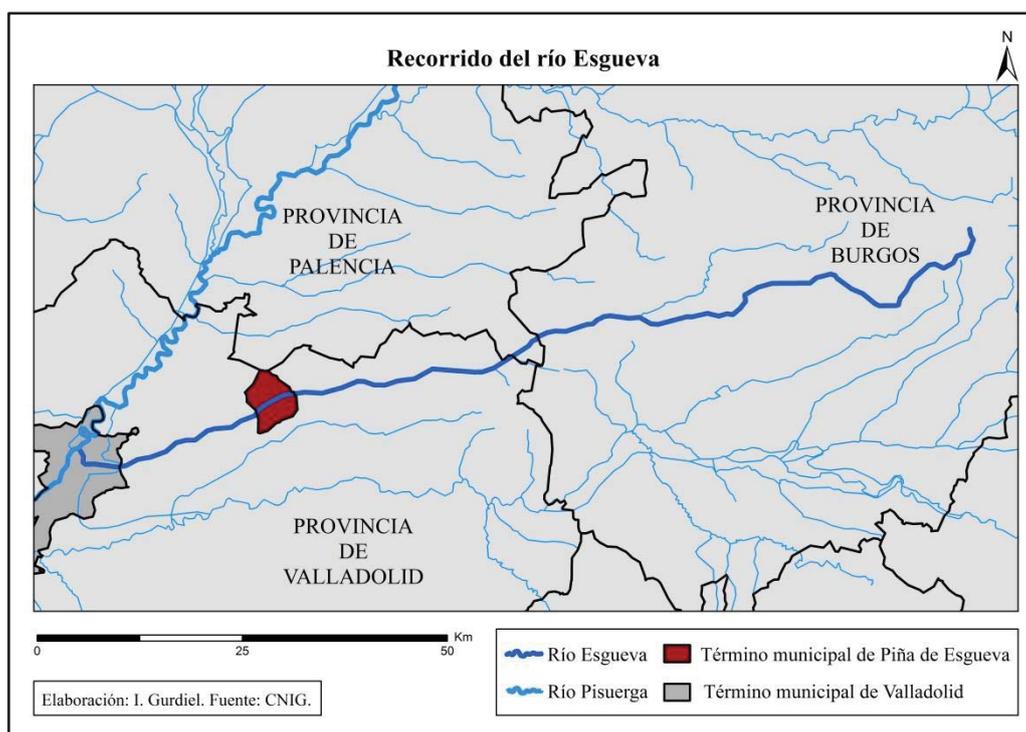


1.1. Características de la cuenca hidrográfica del río Esgueva

El río Esgueva pertenece a la cuenca hidrológica del río Duero y a la subcuenca del río Pisuerga. Su nacimiento se produce en las Peñas de Cervera, en las estribaciones occidentales de la Cordillera Ibérica, en el término municipal de Espinosa de Cervera, al suroeste de la provincia de Burgos, y su desembocadura en el término municipal de Valladolid, concretamente en el núcleo urbano de la capital vallisoletana. Cuenta con un recorrido de 127,37 kilómetros de longitud y el tamaño de la cuenca es de 989 km². Las aguas del río Esgueva tienen una aportación media de 69,8 hm³ al año (Confederación Hidrográfica del Duero).

En su recorrido el río Esgueva atraviesa términos municipales de tres provincias castellanoleonesas: Burgos, Palencia⁴ y Valladolid. En la provincia de Burgos atraviesa la comarca del Valle del Esgueva, subcomarca de la comarca Ribera del Duero, que en la provincia de Valladolid pasa a denominarse comarca Páramos del Esgueva. La figura 6 muestra el recorrido total del río Esgueva desde su nacimiento en tierras burgalesas hasta su desembocadura en el río Pisuerga en la ciudad de Valladolid. Es importante señalar que a lo largo de su recorrido el río Esgueva carece de embalses que regulen su cauce.

- Figura 6:



La cuenca hidrológica del río Esgueva está caracterizada por un cauce principal que trascurre por un valle en artesa de origen fluvial delimitado por cuevas que ascienden hasta la superficie del páramo. Desde su nacimiento hasta su desembocadura el río Esgueva es alimentado por numerosos arroyos, actualmente de poca capacidad hídrica, que circulan en pequeños valles en artesa de origen fluvial similares al valle principal aunque de menor entidad.

⁴ El río Esgueva atraviesa la punta sureste de la provincia de Palencia por el término municipal de Castrillo de Don Juan.

2. Análisis geomorfológico

Este punto del trabajo contiene la primera parte de la aplicación del método geomorfológico-histórico en la elaboración de cartografía de zonas inundables, que consiste en el análisis geomorfológico del ámbito de estudio con el objetivo de encontrar evidencias y formas aluviales asociadas a episodios de inundación y de encontrar características del terreno que favorezcan y aumenten las posibilidades de que se produzcan avenidas e inundaciones.

El análisis geomorfológico está compuesto principalmente de dos partes: Análisis cartográfico y trabajo de campo en el ámbito de estudio. El análisis cartográfico se lleva a cabo a través del análisis de ortofotografías, fotografías aéreas de diversos vuelos, modelos digitales del terreno y mapas geológicos para poder determinar ciertas características del terreno que nos den información de posibles episodios de inundación y sobre todo de las zonas próximas al cauce principal del río con más posibilidades de inundarse en caso de una crecida suficientemente intensa como para producir el desbordamiento del río. En el caso del análisis de ortofotografías, se han utilizado fotografías aéreas generadas en diferentes fechas para determinar, en caso de que los hubiera, cambios notables en el trazado del río. Por otro lado el trabajo de campo consiste en buscar evidencias y formas aluviales asociadas a episodios de inundación inapreciables en el análisis cartográfico además de intentar encontrar evidencias antrópicas de episodios de inundación como marcas o señales de la altura alcanzada por la lámina de agua.

El análisis geomorfológico tiene mucha importancia en la elaboración de cartografía de zonas inundables porque las características geomorfológicas de los terrenos colindantes con el cauce de los ríos facilitan en muchas ocasiones que se produzcan episodios de inundación. Por lo tanto el análisis geomorfológico no permite únicamente determinar elementos o evidencias dejadas por una inundación sino que también permite determinar ciertas características que nos permitan deducir posibles zonas con mayor facilidad para inundarse ante la crecida del río.

2.1. Análisis cartográfico

El método más común de llevar a cabo el análisis cartográfico en la aplicación de la parte geomorfológica dentro del método geomorfológico-histórico, es delimitar sobre cartografía base preexistente las morfologías fluviales y las formas y depósitos generados por los ríos estrechamente relacionadas con episodios de inundación pasados. (*Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables en la demarcación hidrográfica del Duero*. Confederación Hidrográfica del Duero. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010). Esta cartografía base ha sido generada por distintos organismos y entidades a través de mapas y documentos que están a libre disposición en los centros de descargas de cada organismo o entidad.

A lo largo de este epígrafe se analizará la cartografía utilizada en la aplicación de la parte geomorfológica del método geomorfológico-histórico y las diferentes fuentes consultadas para poder obtener toda esta información. También se interpretarán los resultados obtenidos una vez llevado a cabo todo el análisis cartográfico y las dificultades a la hora de encontrar evidencias de episodios de inundación a causa de la

elevada antropización del ámbito de estudio. El análisis de la cartografía ha sido realizado en el sistema de coordenadas ETRS 89 UTM30ZN.

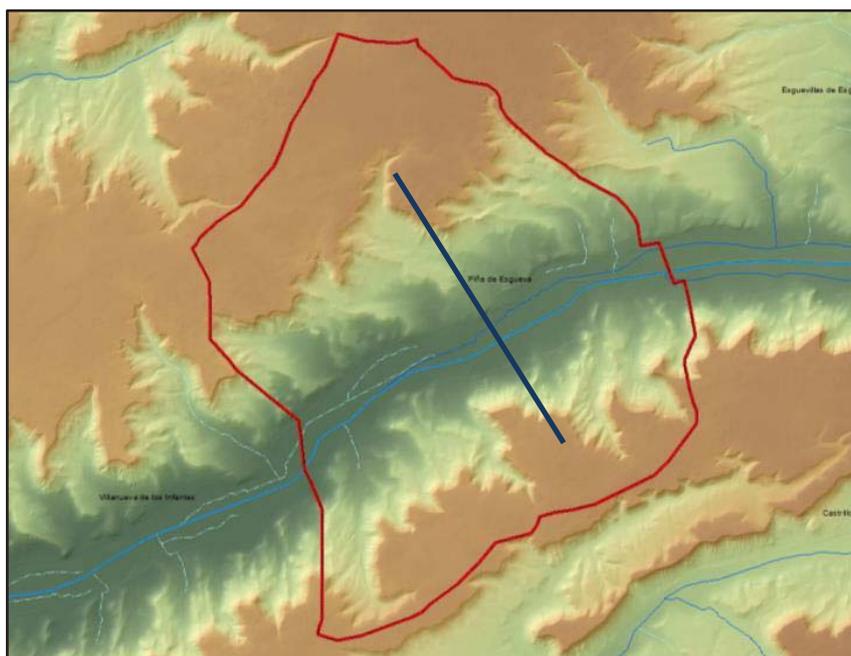
2.1.1. Modelo Digital del Terreno

Los modelos digitales del terreno (MDT) resultan muy útiles a la hora de realizar el análisis geomorfológico de un territorio concreto porque permiten visualizar las formas del relieve que debido a la antropización y a la vegetación en muchos casos no son visibles utilizando ortofotografías o realizando trabajo de campo. Además los modelos digitales del terreno permiten realizar perfiles que ayudan a la hora de delimitar los principales elementos geomorfológicos asociados a la dinámica fluvial como son el cauce, el lecho menor, la llanura de inundación y las terrazas fluviales.

Habría sido conveniente trabajar con imágenes LIDAR de mayor resolución, pero al no estar disponibles y dado su elevado coste, se ha trabajado con la información de mayor precisión posible.

En este caso se ha utilizado un Modelo Digital del Terreno con paso de maya de 5 m., sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM en el huso 30. Ha sido obtenido por estereocorrelación automática de vuelos fotogramétricos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) con resolución de 25 a 50 cm/píxel, en este caso el correspondiente a la hoja 344 de Esguevillas de Esgueva del MTN50 (Mapa Topográfico Nacional 1:50.000) disponible en el Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica. Dado el tamaño del término municipal de Piña de Esgueva en relación a las hojas del MTN50 he cortado el MDT de la hoja 344 del MTN50 adecuándolo al ámbito de estudio para facilitar su tratamiento. La figura 7 muestra el término municipal de Piña de Esgueva con el MDT recortado correspondiente y la localización exacta del perfil trazado sobre el mismo.

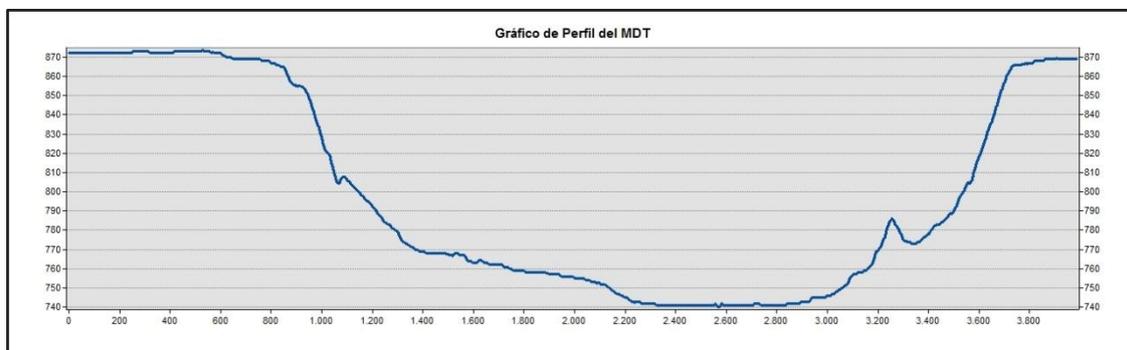
- Figura 7: Término municipal de Piña de Esgueva sobre el Modelo Digital del Terreno:



Fuente: Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).

En la Figura 8 aparece representado el perfil trazado sobre el MDT para ver la morfología del terreno del término municipal de Piña de Esgueva que ayuda como he explicado antes en la delimitación del lecho menor del río, de la llanura de inundación y de las terrazas en el caso de que existan estos elementos de morfología fluvial.

- Figura 8: Perfil del MDT sobre el término municipal de Piña de Esgueva.



Fuente: Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Elaboración: I. Gurdíel.

2.1.2. Mapa Geológico Nacional

El Mapa Geológico Nacional (MAGNA) a escala 1:50.000 elaborado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) recoge toda la información de la cartografía geológica nacional a escala 1:50.000 elaborada desde el año 1970.

Este tipo de cartografía proporciona información muy importante a la hora de realizar el análisis geomorfológico de un territorio porque contiene la estructura geológica del suelo y la distribución de los materiales presentes en el mismo. En este trabajo se ha utilizado la hoja 344, Esguevillas de Esgueva, división 17-14, huso 30, del MAGNA a escala 1:50.000.

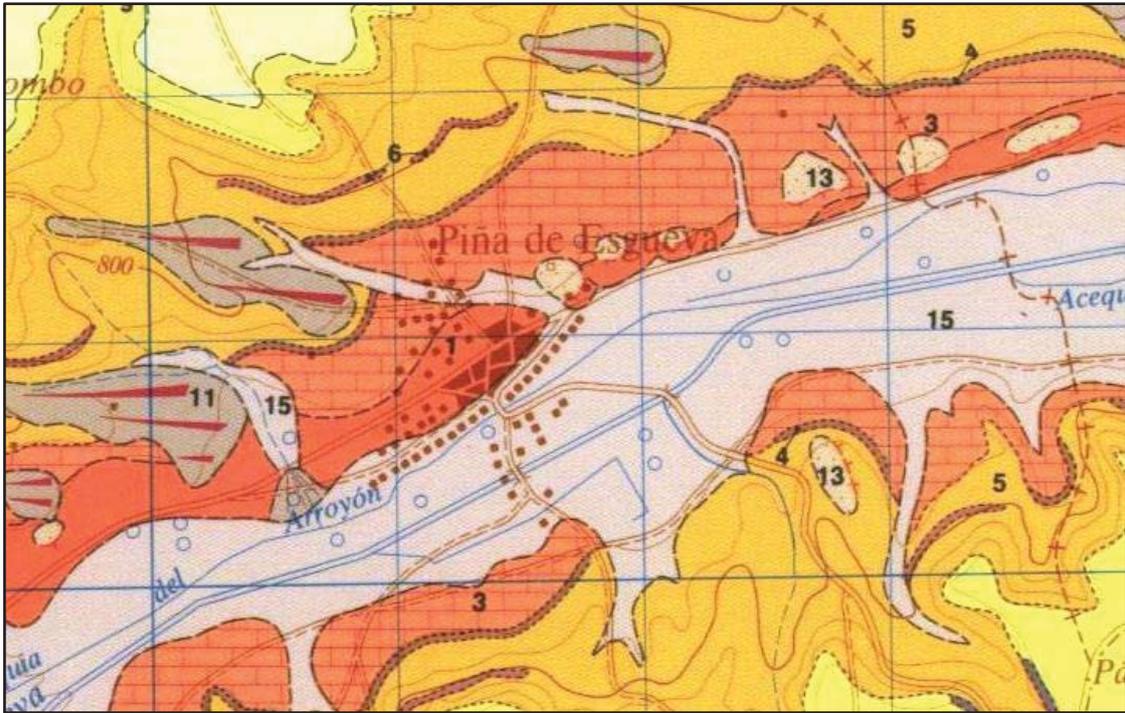
Utilizar el MAGNA en un análisis geomorfológico en la temática del presente trabajo, permite diferenciar los principales materiales presentes en el suelo y las principales formas de origen fluvial a fin de determinar los límites del lecho menor del cauce, de la llanura de inundación y de los diferentes niveles de terraza en el caso de que los hubiera.

En el presente trabajo la utilización de esta cartografía no ha aportado suficiente información relevante porque a pesar de que el ámbito de estudio es el término municipal de Piña de Esgueva, la zona recorrida en el trabajo de campo⁵, que es la zona más próxima a los cauces del río Esgueva y del Arroyo de la Esgueva Vieja, ha sido la zona delimitada para determinar las principales formas aluviales asociadas a episodios de inundación. Esta zona tiene un tamaño bastante reducido respecto al del término municipal y según el MAGNA está compuesta principalmente por limos y arcillas correspondientes al fondo del valle. Por otro lado parte del núcleo urbano se asienta sobre materiales más sólidos como margas calcáreas, dolomitas y calizas donde empieza a intuirse el paso a la superficie del páramo compuesta por calizas principalmente. Este

⁵ Ver apartado 2.2. (Trabajo de Campo) del presente bloque.

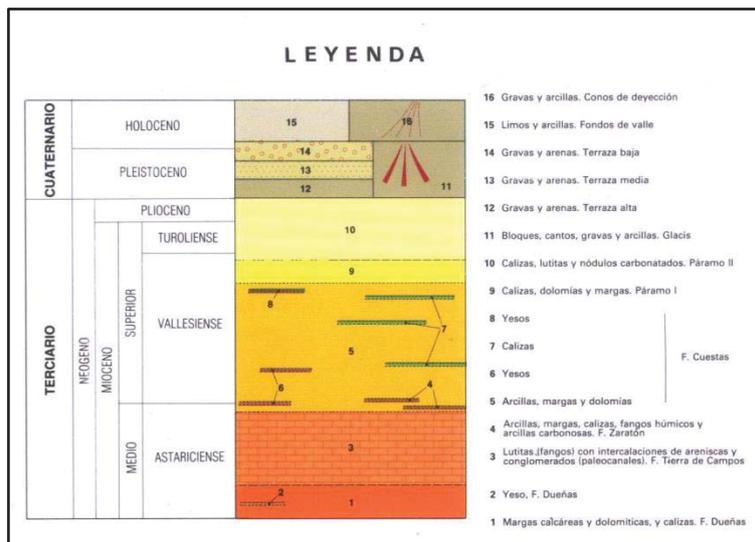
cambio de materiales desde el fondo del valle aporta información sobre los posibles límites de las terrazas fluviales y el límite de la llanura de inundación.

- Figura 9: Recorte de la hoja 344, Esguevillas de Esgueva, del MAGNA 1:50.000.



Fuente: IGME.

- Figura 10: Leyenda del MAGNA 1:50.000.



Fuente: IGME.

2.1.3. Ortofotografías y fotografías aéreas

En el presente trabajo se han utilizado imágenes con una diferencia temporal de 54 años. Por un lado una fotografía aérea del Vuelo Americano de 1956 y por otro lado una ortofotografía del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) del año 2011.

El Vuelo Americano hace referencia a dos vuelos realizados por Estados Unidos en las décadas de 1940 y 1950 sobre toda la Península Ibérica tomando fotografías aéreas de una calidad extraordinaria. A pesar de que está en plena fase de digitalización, lo que impide que todas las fotografías estén disponibles, algunos organismos y entidades públicas han elaborado ortofotografías a partir del escaneado de las fotografías aéreas (*Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables en la demarcación hidrográfica del Duero*. Confederación Hidrográfica del Duero. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010).

El fotograma utilizado es una fotografía aérea tomada para visión estereoscópica que pertenece al segundo vuelo de cobertura nacional en colaboración con el Servicio Geográfico del Ejército (SGE) y el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en 1956-57, conocido como “Serie B”, o “Vuelo americano de 1956”. Las imágenes fueron tomadas a unos 5.000 km. de altitud, los fotogramas abarcan unos 42 km², con aproximadamente 6 km de lado, y tienen una escala de 1:33.000.

Consideraciones Técnicas de los fotogramas del vuelo Americano de 1956-57⁶:

- La superficie que abarca se corresponde con la cuenca del Duero y los fotogramas han sido cedidos por la Confederación Hidrográfica del Duero.
- Han sido georreferenciados a través de las minutas de vuelo, por lo que la precisión de georreferencia es muy grosera, ronda en torno a los +-300 m. aproximadamente
- Están publicadas en Geotiff con compresión JPEG en Datum ETRS89.
- No han sido revisados visualmente uno a uno, aunque sí de forma general.
- No son ortofotografías y por lo tanto en lo que se refiere a su precisión se debe tener en cuenta que son fotogramas de vuelo, por lo que tienen todas las deformaciones propias de la proyección cónica, que proceden de un escaneado doméstico y que su georreferenciación es muy grosera. Sin embargo para consultas temáticas son muy útiles.

De todos los fotogramas aéreos disponibles he seleccionado uno que abarca prácticamente la totalidad del término municipal de Piña de Esgueva y se trata del fotograma 36B-35381-W incluido en la hoja 344, Esguevillas de Esgueva, del MTN50 (Mapa Topográfico Nacional 1:50.000). Este fotograma, imagen 1, fue tomado en el año 1956.

⁶ Información obtenida del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.

- Imagen 1:



Fuente: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL).

El Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) es un proyecto desarrollado entre el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y los organismos competentes en cartografía de cada Comunidad Autónoma que en el caso de Castilla y León es el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL). El objetivo de elaboración del PNOA es conseguir una cobertura completa de ortofotografías de todo el territorio nacional, incluidas las Islas Canarias y las Islas Baleares. El PNOA se inició en el año 2004 y la última actualización disponible en Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) corresponde al año 2011. (*Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables en la demarcación hidrográfica del Duero*. Confederación Hidrográfica del Duero. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010).

- Figura 11: Término municipal de Piña de Esgueva y río Esgueva en la ortofotografía del PNOA.

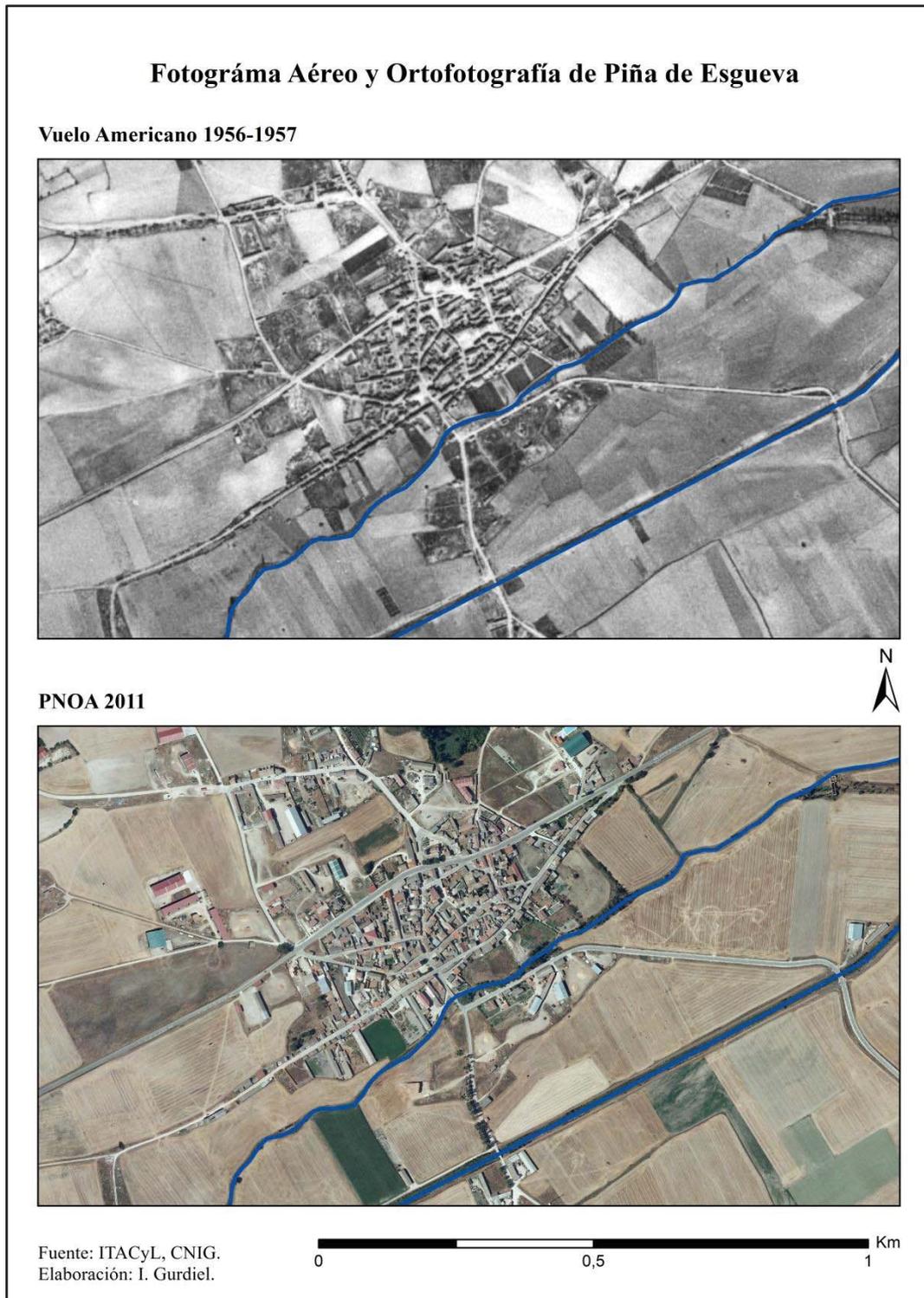


Fuente: Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Elaboración: I. Gurdíel.

El objetivo de la utilización de un fotograma del Vuelo Americano de 1956-1957 y una imagen del PNOA es comparar ambas imágenes para determinar qué cambios haya podido sufrir el cauce del río en el área de estudio y también los cambios que haya podido sufrir la llanura de inundación debido a posibles episodios de inundación en el periodo transcurrido entre los años 1956-1957 y el año 2011 (año de la última actualización del PNOA disponible en el CNIG). La comparación de fotografías áreas tomadas en distintas fechas permite determinar los cambios producidos en el territorio entre esas fechas y ayuda en la identificación de posibles de riesgo, en este caso de zonas inundables.

La figura 12 muestra la comparación del cauce del río Esgueva a su paso por la localidad de Piña de Esgueva entre los años 1957 y 2011. La comparación se ha llevado a cabo sobre una porción del terreno mucho más pequeña que toda la extensión del término municipal, exactamente la que se corresponde con la llanura de inundación. La porción de terreno escogida abarca todo el núcleo poblacional de Piña de Esgueva, el cauce principal del río Esgueva situado a unos 200 metros del pueblo y el cauce secundario del río o Arroyo de la Esgueva Vieja que atraviesa la localidad.

- Figura 12:



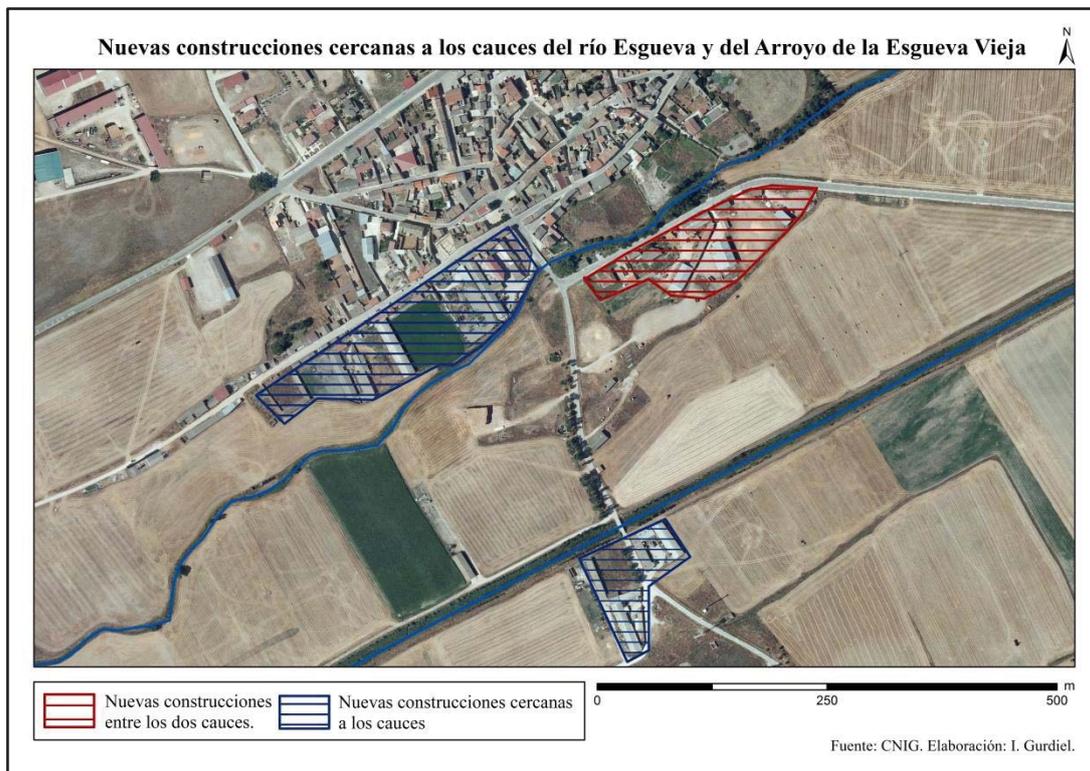
Como se aprecia en la comparación de la ortofotografía del Vuelo Americano de 1956-1957 y la ortofotografía del PNOA del año 2011, el cauce principal del río Esgueva, situado al sur del núcleo poblacional, no ha sufrido cambios en su trazado a lo largo de estos 54 años. Esto se debe principalmente a la rectitud del trazado del río, la ausencia de meandros y la escasa capacidad erosiva del río. En este tiempo el cauce

principal del río ha mantenido su trazado y no ha erosionado lo suficiente las orillas del cauce como para que se aprecien cambios notables.

En el caso del cauce del río Esgueva o Arroyo de la Esgueva Vieja que atraviesa el núcleo poblacional, ocurre lo mismo que con el cauce principal. No se aprecian cambios en el trazado del cauce secundario a pesar de la presión urbanística ejercida sobre el mismo debido a la aparición de casas y naves ganaderas en su margen izquierda al lado de la carretera. La causa del mantenimiento del trazado es la misma que con el cauce principal y es que el cauce secundario tiene aún menos capacidad erosiva sobre sus orillas que el principal, debido principalmente a la escasez de caudal.

La principal diferencia notable entre ambas ortofotografías es el ligero aumento urbanístico del pueblo aunque la mayoría de nuevas viviendas o infraestructuras agrícolas y ganaderas se encuentran lejos de los dos cauces del río Esgueva que atraviesan el término municipal. No es el caso de las viviendas y naves ganaderas citadas en el párrafo anterior y construidas en el periodo transcurrido entre la toma de ambas ortofotografías. Estas viviendas y naves ganaderas están construidas unas entre los dos cauces del río y se sitúan en plena llanura de inundación, y otras están situadas en la margen derecha del Arroyo de la Esgueva Vieja. En ambas zonas aumenta el riesgo de inundación debido a estar unas situadas en la llanura de inundación y otras muy cercanas al cauce secundario.

- Figura 13: Nuevas construcciones entre 1956 y 2011.



La conclusión extraída después de comparar la fotografía aérea del Vuelo Americano de 1956-1957 y la ortofotografía del PNOA de 2011 es que no existen cambios notables del trazado de ninguno de los dos cauces del río Esgueva que ayuden en la identificación de evidencias de episodios de inundación pasados. Por otro lado con

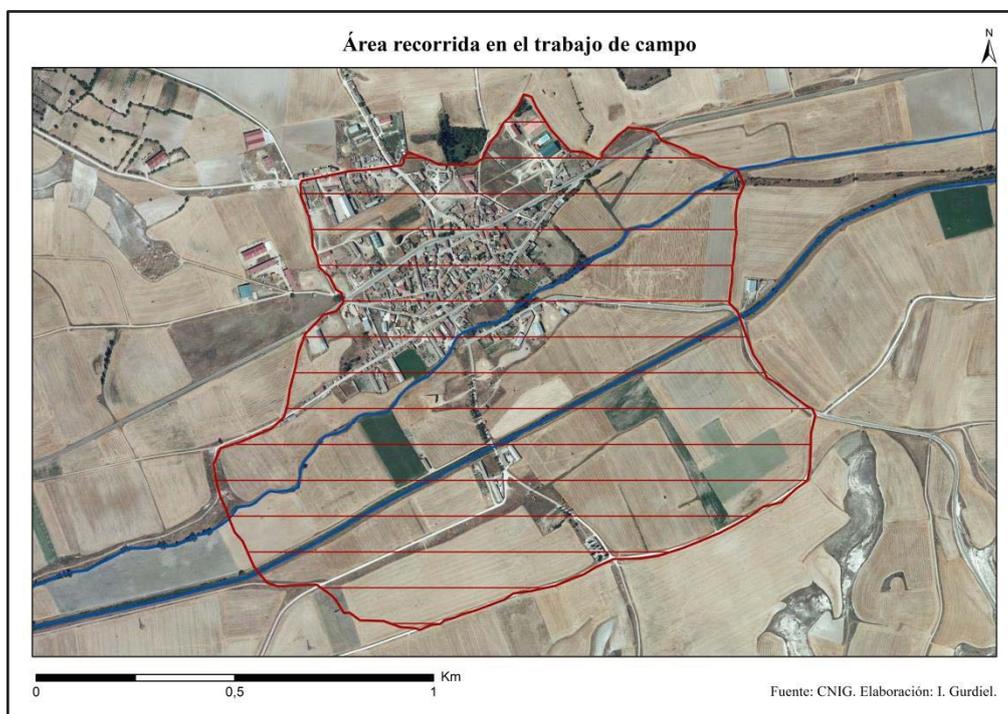
la comparación de ambas imágenes se aprecia el aumento urbanístico del pueblo con nuevas construcciones cercanas al cauce del Arroyo de la Esgueva Vieja y al cauce del río Esgueva y por lo tanto situadas en una zona con más riesgo de sufrir inundaciones que el resto de la localidad.

2.2. Trabajo de campo

El objetivo de llevar a cabo trabajo de campo en la aplicación del método geomorfológico-histórico para la elaboración de cartografía de zonas inundables es encontrar evidencias tanto geomorfológicas como antrópicas de episodios de inundación pasados que no sean visibles mediante el análisis de las ortofotografías o el modelo digital del terreno. Además recorrer el ámbito de estudio permite en muchos casos comprobar y verificar los resultados obtenidos durante el análisis cartográfico.

Dado el tamaño del municipio a la hora de realizar trabajo de campo en busca de evidencias geomorfológicas de episodios de inundación se ha reducido el ámbito de trabajo a las zonas más cercanas a los cauces, tanto el principal del Río Esgueva como el secundario del Arroyo de la Esgueva Vieja que atraviesa el pueblo. Por lo tanto en la búsqueda he descartado los páramos y las cuestas y he centrado el trabajo de campo en recorrer las zonas cercanas a los cauces donde según datos de episodios de inundación constatados en el Catálogo de Inundaciones Históricas habría llegado la lámina de agua, y las zonas más cercanas al núcleo de población.

- Figura 14:



La Confederación Hidrográfica del Duero establece los siguientes elementos morfológicos generados por procesos fluviales (geomorfológicos) como elementos esenciales a la hora de determinar los niveles de peligro de inundación en un territorio

concreto. (*Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables en la demarcación hidrográfica del Duero*. Confederación Hidrográfica del Duero. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010).

- Lecho del cauce.
- Barra/diques naturales - levees.
- Depósitos de meandro.
- Fondos endorreicos.
- Fondo de valle.
- Llanura de inundación.
- Canal fluvial abandonado, meandro abandonado.
- Coluviales y Aluviales.
- Cono de deyección.
- Abanico fluvial.
- Terrazas bajas.
- Terrazas medias.

Estos elementos, por lo tanto, son indicadores y evidencias de posibles episodios de inundación pasados ya que algunos de ellos determinan el lugar exacto donde llegó la lámina de agua en una inundación o marcan antiguos trazados del río por donde en la actualidad no circula el agua.

Durante el trabajo de campo llevado a cabo la localización de estos elementos en la zona de estudio para poder determinar puntos exactos hasta donde llegó la lámina de agua de posibles episodios de inundación o para poder encontrar antiguos trazados del río. Además mediante el trabajo de campo he determinado, teniendo en cuenta el análisis cartográfico, el lecho de los cauces (tanto el principal como el secundario que atraviesa el pueblo), la llanura de inundación y las terrazas como expongo y explico en el apartado 4.1. (Resultados del análisis geomorfológico) de este segundo bloque del trabajo.

3. Análisis histórico

Una de las partes más importantes en la aplicación del método geomorfológico-histórico para la elaboración de cartografía de inundación es el análisis de la información histórica disponible. En este caso para llevar a cabo dicho análisis he elaborado un **Catálogo de Inundaciones Históricas** que contenga toda la información disponible acerca de episodios de inundación ocurridos en el área de estudio así como de sus principales características.

La obtención de toda esta información permite conocer la cuantía de episodios de inundación sucedidos en el ámbito de estudio, conocer las causas que originaron dichos episodios y analizar las consecuencias derivadas de los mismos. Una vez completado el catálogo con toda la información disponible se puede realizar una valoración de los resultados y determinar las principales coincidencias y evidencias entre cada uno de los episodios de inundación para posteriormente poder utilizar dicha información en la elaboración de la cartografía de inundación, teniendo en cuenta los resultados del análisis geomorfológico dentro de la metodología utilizada.

Una vez elaborado, el Catálogo de Inundaciones Históricas de la zona de estudio contiene los **episodios de inundación constatados** a través de las fuentes de información consultadas. En el caso de este tipo de estudios pueden existir episodios de inundación no constatados en la información proporcionada por estas fuentes. Para determinar estos episodios se analizan los caudales del cauce principal del área de estudio en el periodo analizado en el Catálogo de Inundaciones Históricas para poder correlacionar las cuantías de los caudales con las inundaciones detectadas. En el caso de encontrar caudales tan elevados y referencias a inundaciones aguas arriba o abajo del término que puedan llevar a la conclusión de la existencia de episodios de inundación derivados, nos permitirá completar el análisis definiendo los **episodios de inundación deducidos**. El conjunto de episodios de inundación tanto constatados como deducidos se denominan **episodios de inundación registrados**.

El resultado final del análisis histórico comprende un Catálogo de Inundaciones Históricas constatadas y, en caso de haber sido determinados, también contendrá episodios de inundación deducidos.

3.1. Municipios del Valle del Esgueva en la provincia de Valladolid

En la elaboración del Catálogo de Inundaciones Históricas he determinado como ámbito de estudio los municipios situados en el Valle del Esgueva en la provincia de Valladolid.

El término municipal de Piña de Esgueva abarca un territorio de 29,82 km² y por lo tanto es necesario añadir información de episodios de inundación ocurridos tanto aguas arriba como aguas abajo del ámbito concreto de estudio. Por otro lado, dado el tamaño del municipio tanto en superficie como en población (329 hab. en 2013), es conveniente recoger episodios de inundación registrados aguas arriba o aguas abajo del ámbito de estudio ante la posibilidad de la existencia de episodios de inundación ocurridos en Piña de Esgueva que no hayan sido registrados.

La características hidrográficas en este tramo final del río Esgueva permiten determinar indicios de episodios de inundación en un punto concreto cuando unos pocos

kilómetros aguas arriba o aguas debajo de dicho punto hay registrados episodios de inundación con la suficiente magnitud como para poder considerar que el río también se desbordó en nuestro punto de análisis.

A pesar de que el río Esgueva atraviesa tres provincias (Burgos, Palencia y Valladolid) desde su nacimiento hasta su desembocadura, no han sido tenidos en cuenta en la elaboración del catálogo los episodios de inundación registrados en el río Esgueva fuera de la provincia de Valladolid. La principal explicación para determinar el área abarcada por el catálogo es que el principal punto de análisis del presente trabajo, el término municipal de Piña de Esgueva, se encuentra exactamente a mitad de camino entre la desembocadura del río Esgueva en el río Pisuerga, en la ciudad de Valladolid, y el último municipio bañado por las aguas del río Esgueva perteneciente a la provincia de Valladolid, Encinas de Esgueva. Entre la desembocadura del río y Piña de Esgueva hay en torno a 30 km. de distancia y entre Piña de Esgueva y Encinas de Esgueva también hay una distancia en torno a 30 km.

En la elaboración del catálogo también han sido descartados los episodios de inundaciones provocados por el río Esgueva en el término municipal de Valladolid dada la poca similitud del trazado a su paso por la capital vallisoletana comparado con el trazado a su paso por el área principal de estudio. En esta exclusión también ha sido tenida en cuenta la similitud de áreas urbanizadas atravesadas por el río Esgueva, es decir, la similitud de los pueblos del Valle del Esgueva en contra del tejido urbano de la ciudad de Valladolid atravesado por el río Esgueva en sus últimos kilómetros antes de su desembocadura en el río Pisuerga. Por lo tanto en la elaboración del catálogo únicamente han sido tenidos en cuenta los episodios de inundación localizados en los pueblos del Valle del Esgueva de la provincia de Valladolid.

El Valle del Esgueva en la provincia de Valladolid está compuesto por quince municipios, estando situado el municipio del área de estudio en décimo lugar:

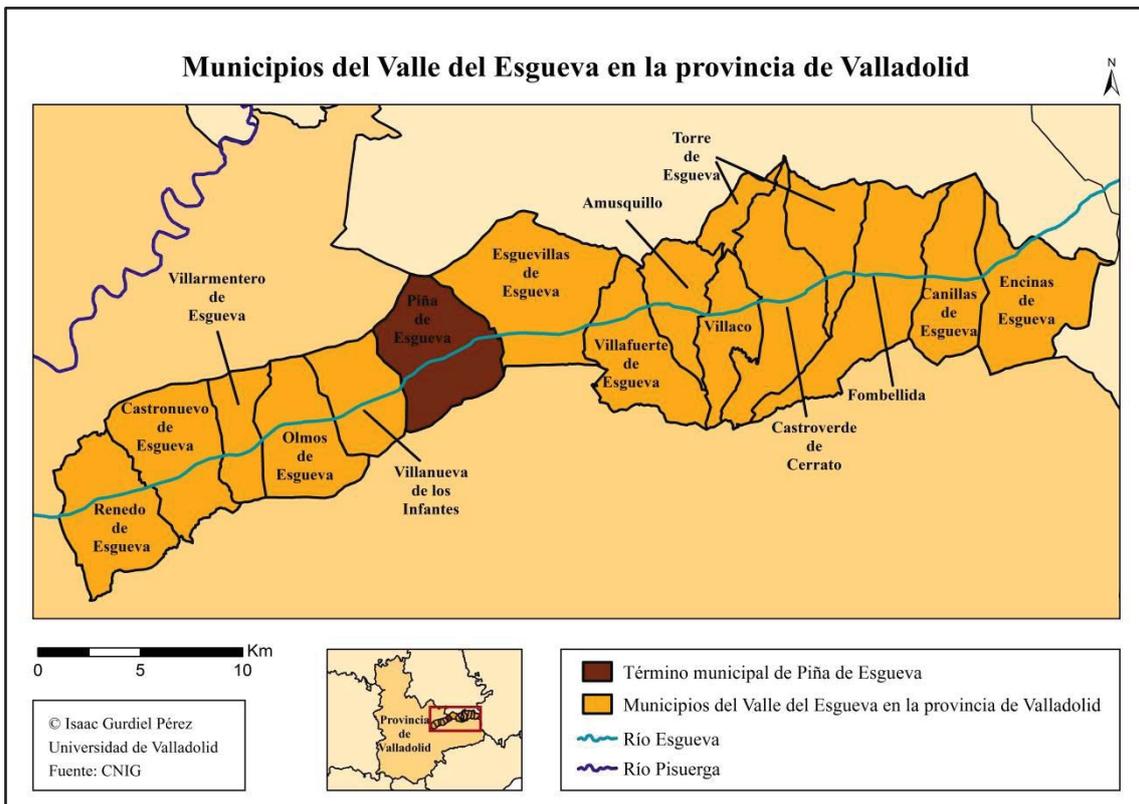
- 1.- Encinas de Esgueva
- 2.- Canillas de Esgueva.
- 3.- Fombellida
- 4.- Torre de Esgueva
- 5.- Castroverde de Cerrato
- 6.- Villaco
- 7.- Amusquillo
- 8.- Villafuerte de Esgueva
- 9.- Esguevillas de Esgueva
- 10.- **Piña de Esgueva** (área de estudio)
- 11.- Villanueva de los Infantes
- 12.- Olmos de Esgueva
- 13.- Villarmentero de Esgueva

14.- Castronuevo de Esgueva

15.- Renedo de Esgueva

La figura 15 representa los 15 municipios del Valle del Esgueva en la provincia de Valladolid, exceptuando el término municipal de Valladolid, sobre los cuales se ha elaborado el Catálogo de Inundaciones Históricas.

- Figura 15:



3.2. Fuentes documentales y tratamiento de la información

La elaboración de un Catálogo de Inundaciones Históricas requiere la recopilación de información sobre episodios de inundación en el ámbito de estudio de numerosas fuentes documentales. En este catálogo la información obtenida procede de las siguientes fuentes documentales:

- Confederación Hidrográfica del Duero.
- Dirección General de Protección Civil y Emergencias.
- Hemeroteca: Diario El Norte de Castilla y Revista Eria.
- Encuestas a la población afectada.

3.2.1. Catálogo de Inundaciones Históricas de la Confederación Hidrográfica del Duero

La Confederación Hidrográfica del Duero (CHD) tiene elaborado un Catálogo de Inundaciones Históricas de la cuenca del río Duero con información sobre episodios de inundación ocurridos desde el siglo XIII hasta el año 2011. Además el catálogo cuenta con información relevante de cada uno de los episodios como las consecuencias derivadas de cada uno de los mismos y un código de daños que determina la gravedad del suceso.

El código de daños del Catálogo de la CHD se basa en un número asociado a cada episodio de inundación dependiendo de los daños sufridos a causa de la inundación, expuesto a continuación:

- 01-00: Zonas naturales: General.
- 01-01: Zonas naturales: Praderas y bosques.
- 01-02: Zonas seminaturales: Dehesas.
- 02-00: Cultivos: General.
- 02-01: Cultivos en barbecho o sin datos.
- 02-02: Cultivos de secano.
- 02-03: Cultivos de regadío: Hortalizas, cultivos herbáceos, cultivos industriales.
- 02-04: Viñedos y frutales: Viñedos, otros cultivos permanentes, cultivos leñosos.
- 02-05: Explotaciones forestales: Olivos, madereras.
- 03-00: Ganadería: General.
- 03-01: Explotaciones ganaderas: Aves, porcino.
- 03-02: Ganadería extensiva: Caprino, equino, bovino, ovino.
- 04-00: Construcciones: General.
- 04-01: Urbano residencial: Viviendas, locales comerciales.
- 04-02: Equipamiento urbano: Servicios básicos.
- 04-03: Industriales
- 04-04: Patrimonio cultural
- 05-00: Infraestructuras: General.
- 05-01: Red estratégica: Autovías, autopistas, ferrocarriles de alta velocidad, carreteras nacionales.
- 05-02: Red complementaria: Carreteras comarcales y locales, autonómicas, ferrocarriles ancho normal y vía estrecha.
- 05-03: Infraestructuras hidráulicas: Presas, azudes, estaciones de bombeo.

06-00: Daños personales.

06-01: Fallecidos.

06-02: Heridos.

06-03: Evacuados.

06-04: Alarma en poblaciones.

00-00: Inundación sin daños registrados.

A partir de la información del Catálogo de Inundaciones Históricas de la CHD he procedido a extraer la información necesaria para elaborar el catálogo del área de estudio aplicando los siguientes filtros a la información:

- En primer lugar se ha extraído la información sobre episodios de inundación ocurridos en el río Esgueva en la provincia de Valladolid, descartando los episodios del río Esgueva en las provincias de Burgos o Palencia.
- En segundo lugar se han descartado los episodios de inundación acontecidos en el término municipal de Valladolid debido a las diferencias de trazado del río Esgueva existentes entre la capital vallisoletana y el resto de poblaciones del Valle del Esgueva en la provincia de Valladolid.

El resultado una vez aplicados los filtros es un catálogo de episodios de inundación constatados del río Esgueva en los municipios del Valle del Esgueva de la provincia de Valladolid, en total 15 términos municipales. Esta lista ha sido cotejada mediante un código de identificación que posee cada uno de los episodios de inundación con una lista de daños provocados por cada uno de los episodios y con una lista de los costes económicos de cada episodio. Es importante señalar que no todos los episodios de inundación registrados en el Catálogo de la CHD tienen asociados daños o costes económicos derivados del fenómeno y por lo tanto ha sido necesario obtener esta información consultando otras fuentes documentales.

Una vez revisada y cotejada toda la información relevante del Catálogo de la CHD para la elaboración del Catálogo de Inundaciones históricas del ámbito de estudio, obtengo un catálogo en el que cada episodio de inundación posee la siguiente información:

Fecha inicial	Fecha final	TM ⁷	Causa ⁸	Daños	Coste económico	Observaciones	Fuente
---------------	-------------	-----------------	--------------------	-------	-----------------	---------------	--------

3.2.2. Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias

La Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior está elaborando desde el año 1.995 un Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH) en varias cuencas hidrográficas del territorio español. Dado el ámbito

⁷ Término municipal.

⁸ En el catálogo final no aparecen las causas de origen de todos los episodios de inundación debido a que el Catálogo de Inundaciones Históricas de la CHD no recoge la causa de las inundaciones.

de estudio del presente trabajo se ha tenido en cuenta el CNIH de la cuenca del Duero recopilando la información referente a los quince municipios del Valle del Esgueva seleccionados. El CNIH de la cuenca del Duero recoge los episodios de inundación acaecidos entre el año 1229 y el año 2001, aunque los episodios con referencias más constatables son los sucedidos entre 1959 y 2001. Esto es debido a que en 1959 ya se habían construido las grandes obras hidráulicas (presas, embalses...) que regulan muchos de los ríos de la cuenca del Duero, aunque en el caso del área de estudio de este trabajo no influye ya que el río Esgueva no tiene embalses o presas regulando su cauce en cabecera ni en ningún tramo de su recorrido.

El CNIH presenta la información sobre cada episodio de inundación con un código del episodio, un código de la cuenca a la que pertenece, las fechas de inicio y finalización del episodio y su denominación.

Cada episodio tiene asociada información con datos generales (bibliografía), datos climáticos (precipitaciones y su intensidad), datos hidrológicos (caudales máximos, altura máxima del agua en el cauce y altura máxima en la zona inundada) y datos significativos (víctimas, viviendas, infraestructuras y equipamientos afectados y demás daños sufridos en el área afectada).

Una vez revisada toda la información de los episodios de inundación del CNIH referentes al área de estudio analizada en el presente trabajo, he incluido los episodios no reflejados en el catálogo elaborado a partir de la información de la Confederación Hidrográfica del Duero y he incluido los datos a mayores de episodios de inundación ya catalogados en mi catálogo.

Todos los episodios incluidos en el catálogo a partir de la información de la Confederación Hidrográfica del Duero estaban también catalogados en el CNIH, pero como el Catálogo de Inundaciones Históricas de la CHD no recoge la causa de las inundaciones, la información del CNIH ha resultado muy útil para aportar las causas de algunos episodios de inundación del catálogo que carecían de ellas. A pesar de esta nueva información incluida en el catálogo, varios episodios de inundación registrados carecen de información sobre sus causas de origen y sus consecuencias.

3.2.3. Hemeroteca

La información obtenida del Catálogo de Inundaciones Históricas de la Confederación Hidrográfica del Duero y del Catálogo Nacional de Inundaciones históricas de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias (DGPC) ha sido complementada con información obtenida en la consulta de la hemeroteca.

La utilización de la hemeroteca ha permitido añadir nuevos episodios de inundación ausentes en los catálogos de la CHD y de la DGPC, y también determinar detalles desconocidos de episodios de inundación ya registrados en los catálogos.

En este caso, dado que el ámbito de estudio es a nivel local, he consultado hemeroteca del diario **El Norte de Castilla** para complementar el catálogo. Como tanto el Catálogo de Inundaciones Históricas de la CHD como el Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas de la DGPC están basados, entre otros registros, en información obtenida de la hemeroteca, he revisado la hemeroteca entre los años 2001 y 2013 porque en estos años aparecían muy pocos episodios de inundación registrados en

los dos catálogos revisados. Por otro lado he utilizado la hemeroteca para comprobar algunos de los registros de los catálogos tanto de la CHD como de la DGPC revisando únicamente la hemeroteca asociada a las fechas de dicho episodio.

3.2.4. Revista Eria

Además de consultar la información del Catálogo de Inundaciones Históricas de la CHD, el CNIH de la DGPC y el diario El Norte de Castilla, he tenido en cuenta la información registrada en el Catálogo de Inundaciones en la Cuenca del Duero publicado en la revista cuatrimestral de geografía Eria (Morales Rodríguez, C. G. y Ortega Villazán, M^a T. Las inundaciones en Castilla y León. *Eria*. 2002, nº 59, p. 305-332.).

Este artículo presenta información detallada de episodios de inundación en la Cuenca del Duero desde el año 1959 hasta el año 2001. Esta información abarca la fecha inicial y final de cada episodio, las causas de origen y los principales ríos y provincias afectadas. Para incluir ésta información en el catálogo, se ha cotejado con los episodios de inundación en el ámbito de estudio ya conocidos y ha sido añadida la causa de origen de alguno de ellos que era la información que faltaba para completar el catálogo.

3.2.5. Entrevistas a la población afectada

La información obtenida de los catálogos de la Confederación Hidrográfica del Duero y de la Dirección General de Protección Civil junto con la consulta de las hemerotecas ha sido complementada con entrevistas a la población afectada residente en el término municipal de Piña de Esgueva.

El objetivo principal de entrevistar a la población afectada ha sido el de recopilar información sobre episodios de inundación en el ámbito de estudio ausentes de los catálogos de la CHD y de la DGPC, añadir información relevante a los episodios de inundación ya catalogados y conocer de primera mano los daños causados por las inundaciones ya que en general no suelen estar perfectamente catalogados todos los daños sufridos en un episodio de inundación. Estas entrevistas han permitido conocer el punto exacto hasta donde llegó la lámina de agua en alguno de los episodios catalogados y algunas de las viviendas y naves ganaderas que se inundaron en ciertos episodios, en concreto en los episodios de los años 1997, 2001 y 2013.

3.3. Catálogo de Inundaciones Históricas constatadas

Una vez recopilada toda la información de las fuentes consultadas el resultado final es el Catálogo de Inundaciones Históricas de la página siguiente que contiene un registro de los **episodios de inundación constatados** en los quince términos municipales del ámbito de estudio en el período comprendido entre 1880 y 2013.

CATÁLOGO DE INUNDACIONES HISTÓRICAS DEL VALLE DEL ESGUEVA EN LA PROVINCIA DE VALLADOLID¹. PERÍODO 1880 - 2013.

FECHA INICIAL	FECHA FINAL	TÉRMINO MUNICIPAL	CAUSA	DAÑOS ²	COSTE ECONÓMICO	OBSERVACIONES	FUENTE
14/01/1881	20/01/1881	-	-	Red complementaria.	-	La crecida del río provoca inundaciones y el corte de la carretera de Esguevillas	CNIH
28/03/1924	02/04/1924	Castroverde de Cerrato Renedo de Esgueva	-	Urbano residencial. Industriales.	-	La crecida del río provoca el derrumbamiento de 3 casas aunque se pudo desalojar las paneras y salvarse gran cantidad de trigo. Inundaciones en todo el pueblo y se temió que varias viviendas fueran arrastradas por el agua.	CHD CNIH
20/12/1955	-	Encinas de Esgueva Canillas de Esgueva Fombellida Torre de Esgueva Castroverde de Cerrato Villaco Amusquillo Villafuerte de Esgueva Esguevillas de Esgueva Piña de Esgueva Villanueva de los Infantes Olmos de Esgueva Villarmentero de Esgueva Castro nuevo de Esgueva Renedo de Esgueva	-	Urbano residencial. Industriales.	-	Desbordamiento del río en una longitud de 53 km. y una anchura de 600 m. afectando a 14 pueblos.	CHD

FECHA INICIAL	FECHA FINAL	TÉRMINO MUNICIPAL	CAUSA	DAÑOS ²	COSTE ECONÓMICO	OBSERVACIONES	FUENTE
10/12/1959	16/12/1959	Encinas de Esgueva Canillas de Esgueva Fombellida Torre de Esgueva Castroverde de Cerrato Villaco Amusquillo Villafuerte de Esgueva Esguevillas de Esgueva Piña de Esgueva Castrouevo de Esgueva Renedo de Esgueva	-	Cultivos de regadío.	-	Pérdida en cosechas, la mayoría de remolacha. Pérdida en cosechas, la mayoría de semillas, abonos, cereales y remolacha.	CHD
		Olmos de Esgueva			2.000.000 ptas.	Pérdida en cosechas, la mayoría de remolacha. Quedaron anegadas 300 ha fertilísimas, casi la quinta parte de la extensión total del término municipal.	
		Villanueva de los Infantes					
		Villarmentero de Esgueva		Cultivos de regadío. Red complementaria.	-	Pérdidas en cosechas, la mayoría de remolacha. Las comunicaciones quedaron interrumpidas con las localidades de alrededor.	
27/12/1959	29/12/1959	Villanueva de los Infantes	Temporal de lluvias	Cultivos de regadío.	2.000.000 ptas.	300 ha afectadas.	CHD CNIH <i>Ería</i>

FECHA INICIAL	FECHA FINAL	TÉRMINO MUNICIPAL	CAUSA	DAÑOS ²	COSTE ECONÓMICO	OBSERVACIONES	FUENTE
17/02/1960	27/02/1960	Olmos de Esgueva		Cultivos de regadío. Urbano residencial. Industriales. Red complementaria.		El río inundó 550 ha de cultivo, se hundieron varias casas y los caminos de salida del pueblo estuvieron cortados en una gran extensión. Fue el pueblo más afectado por este episodio.	
		Villarmentero de Esgueva		Urbano residencial. Industriales.		Las aguas del río llegaron hasta la fuente pública instalada en el medio del pueblo.	
17/02/1960	27/02/1960	Renedo de Esgueva	Temporal de lluvias	Cultivos de regadío. Urbano residencial. Industriales. Red complementaria.	-	Crecida en la margen derecha del río Esgueva aislando a la población e inundando 7 has. La carretera con dirección a Peñafiel fue rebasada por las aguas aunque por la tarde el agua comenzó a descender.	CHD CNIH <i>Ería</i>
		Encinas de Esgueva Canillas de Esgueva Fombellida Torre de Esgueva Castroverde de Cerrato Villaco Amusquillo Villafuerte de Esgueva Esguevillas de Esgueva Piña de Esgueva Villanueva de los Infantes Castronuevo de Esgueva				Se inundaron todos pueblos desde Bahabón de Esgueva hasta Valladolid	

FECHA INICIAL	FECHA FINAL	TÉRMINO MUNICIPAL	CAUSA	DAÑOS ²	COSTE ECONÓMICO	OBSERVACIONES	FUENTE
25/12/1961	06/01/1962	Esguevillas de Esgueva	Temporal de Lluvias	Cultivos de regadío.	-	600 ha de remolacha y cereales anegadas.	CHD CNIH <i>Ería</i>
		Piña de Esgueva				400 ha afectadas.	
25/12/1961	06/01/1962	Villaco	Temporal de Lluvias	Cultivos de regadío. Urbano residencial. Industriales.	-	Afectados aunque no se produjeron daños de consideración.	CHD CNIH <i>Ería</i>
		Amusquillo Villafuerte de Esgueva				80 has anegadas y el puente hacia Villavaquerín quedó destruido.	
		Renedo de Esgueva				El pueblo quedó totalmente inundado y unas 150 has de tierra anegadas.	
05/03/1962	11/03/1962	Piña de Esgueva	Temporal de Lluvias.	Red complementaria.	-	El río se desbordó inundando los campos de las vegas y cortando la carretera local entre Piña de Esgueva y Castrillo Tejeriego. Inundación de la carretera: NIVEL BAJO.	CHD CNIH <i>Ería</i>
01/02/1985	19/02/1985	Olmos de Esgueva	Temporal de Lluvias. Deshielo.	-	-	El río se desbordó a su paso por la localidad aunque no causó excesivos daños.	CHD CNIH <i>Ería</i>
24/12/1995	31/12/1995	Castronuevo de Esgueva	Temporal de Lluvias. Deshielo.	Urbano residencial Industriales. Equipamiento urbano.	5.200.000 ptas.	Una vivienda afectada en la localidad.	CHD <i>Ería</i>
06/11/1997	14/11/1997	Castronuevo de Esgueva	-	Equipamiento urbano. Red complementaria.	60.000 ptas.	Carretera C-612 en el km 32'6: NIVEL BAJO.	CHD
		Villafuerte de Esgueva		Urbano residencial. Industriales.	-	Inundaciones en la localidad.	

FECHA INICIAL	FECHA FINAL	TÉRMINO MUNICIPAL	CAUSA	DAÑOS ²	COSTE ECONÓMICO	OBSERVACIONES	FUENTE
16/12/1997	23/12/1997	Castronuevo de Esgueva	Temporal de nieve y lluvias. Deshielo.	Red complementaria.	-	Inundaciones en la localidad.	CHD CNIH <i>Ería</i> Entrevistas
		Piña de Esgueva	Temporal de nieve y lluvias. Deshielo.	Cultivos en barbecho o sin datos. Cultivos de secano. Cultivos de regadío. Explotaciones ganaderas. Evacuados.	1.287.000 ptas.	Una vivienda desalojada por la gran crecida del cauce y varias naves ganaderas inundadas.	
		Castronuevo de Esgueva		Urbano residencial.	332.000 ptas.	Una vivienda afectada.	
25/01/2001	31/01/2001	Piña de Esgueva	Temporal de nieve y lluvias.	Red complementaria. Urbano residencial. Industriales. Equipamiento urbano.	3.000.000 ptas.	Carretera VA-VP 3007 de Piña de Esgueva a Castrillo Tejeriego: NIVEL BAJO. Una vivienda inundada. Se juntaron los dos ramales del río Esgueva. Carretera VA-101 de Pesquera de Duero a Villafuerte de Esgueva: NIVEL BAJO.	CHD CNIH <i>El Norte de Castilla</i> Entrevistas
28/07/2001	-	Fombellida	Temporal de lluvias y granizo.	Viñedos y frutales.	-	-	CHD
18/06/2013	-	Piña de Esgueva	Temporal de lluvias y granizo.	Red complementaria. Urbano residencial. Industriales. Equipamiento urbano.	-	Tres granizadas arrasan los cultivos de la localidad y provocan inundaciones en las calles del pueblo con numerosas viviendas y naves afectadas.	<i>El Norte de Castilla</i> Entrevistas

¹ Exceptuado el término municipal de Valladolid

² El apartado de daños está elaborado a partir del código de daños de la Confederación Hidrográfica del Duero

Fuentes: - CHD: Confederación Hidrográfica del Duero.

- CNIH: Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias.

- Morales, C.G. y Ortega, M^a T. (2002): "Las inundaciones en Castilla y León". *Revista Eria*, nº 59.

- Diario *El Norte de Castilla*.

- Entrevistas a la población afectada.

Elaboración: I. Gurdíel.

3.4. Red Oficial de Estaciones de Aforos

Los organismos encargados del control de las cuencas hidrográficas tienen dos funciones principales en cuanto al estudio de la hidrometría: medir y controlar los caudales (aforos) de los ríos principales de la cuenca y controlar el nivel de las reservas de aguas superficiales y subterráneas (piezometría). Según el Real Decreto 984/1989, del 28 de julio, que determina la organización y funciones de las Confederaciones Hidrográficas, las funciones de control de los aforos y la piezometría es tarea de la Comisaria de Aguas de cada Confederación Hidrográfica. (Red de estaciones de aforos. Confederación Hidrográfica del Duero).

En la Confederación Hidrográfica del Duero el control de aforos y de la piezometría lo realiza el Servicio de Aforos y Estadísticas de la Comisaria de Aguas, que en todo momento tiene conocimiento de los datos de caudal de los principales ríos de la cuenca hidrográfica del Duero con el objetivo de poder realizar estudios de hidrología y de poder aportar datos de caudales extraordinarios a la Dirección General de Protección Civil y Emergencias. Para llevar a cabo esta tarea la Confederación Hidrográfica del Duero posee una serie de estaciones de aforo distribuidas por toda la cuenca hidrográfica del Duero llamada Red Oficial de Estaciones de Aforos. (R.O.E.A.), originada en el año 1911. (Red de estaciones de aforos. Confederación Hidrográfica del Duero).

De las 167 estaciones de aforos de la Red Oficial de Estaciones de Aforos de la cuenca del Duero, 123 son estaciones operativas propias y 42 son estaciones de aforos históricas con información pero actualmente fuera de servicio. Además la Confederación Hidrográfica del Duero tiene 5 estaciones de aforos agregadas (construidas por otra empresa u organismo y cedidas a la Confederación) y 4 estaciones de aforos situadas en minicentrales. (Red de estaciones de aforos. Confederación Hidrográfica del Duero).

El objetivo a la hora de tomar información de la Red Oficial de Estaciones de Aforos es determinar los caudales máximos y medios diarios del cauce principal del río Esgueva de cada uno de los episodios de inundación contrastados y recogidos en mi Catálogo de Inundaciones Históricas. Una vez determinados estos caudales, se establece un umbral máximo de caudal medio diario a partir del cual he el río habría rebasado su cauce y valorar si puede establecerse que fuese suficiente para que el río se desbordara en el ámbito de estudio. Los resultados obtenidos corresponden a **episodios de inundación deducidos**.

Además, los datos de las estaciones de aforos también sirven para descartar un caudal excesivo como causa principal de un episodio de inundación, la que se tendría como causa exclusiva al desbordamiento del río por el aumento de sus caudales. De nuevo la similitud del trazado del río Esgueva en el Valle del Esgueva en la provincia de Valladolid juega un papel muy importante ya que si hay un episodio de inundación constatado y registrado que no tiene un caudal suficiente podemos suponer que ese episodio de inundación no se ha producido por la crecida y el desbordamiento del río. Por lo tanto podríamos deducir que la inundación seguramente podría deberse a un episodio de precipitaciones intensas que podría estar asociado a un episodio de tormentas.

De los 15 episodios de inundación constatados recogidos en mi Catálogo de Inundaciones Históricas hay 11 episodios en cuya fecha de ocurrencia no hay registrados datos de caudal en ninguna de las dos estaciones de aforos:

- Los episodios de 1881, 1924, 1955, 1959, 1960, 1961, 1962, 1977 y 2013 carecen de datos debido a que hasta 1977 no estaba operativa la estación de aforos de Castroverde de Cerrato, y en 1997 no existen datos disponibles muy posiblemente debido al cambio de estación operativa en el Valle del Esgueva al empezar a funcionar la de Villanueva de los Infantes. El año 2013 carece de datos de caudal debido, como he dicho antes, a que sólo hay datos disponibles hasta el año 2011.
- Los años 1985, 1995 y 2001 correspondientes a los otros 4 episodios de inundación constatados restantes sí que tienen datos diarios de caudales registrados.

La valoración de la cuantía de los caudales para establecer su posible relación con episodios de inundación no se debe realizar a partir exclusivamente de considerar si los registros son elevados o no en términos absolutos. Es necesario trabajar con los valores de anomalías positivas para detectar la variación existente durante el episodio, en relación a los valores medios. Así, variaciones importantes (grandes anomalías) pueden permitir deducir la posible ocurrencia de una inundación pues evidencian una clara diferencia con los valores de aguas medias. A la hora de tener en cuenta los datos de una estación de aforos es necesario calcular los caudales medios mensuales del periodo con datos registrados a fin de determinar las **anomalías de caudal** registradas respecto a ese dato de caudal medio. Por lo tanto en primer lugar se han calculado las medias mensuales (en m³/s) de caudal de cada una de las dos estaciones de aforos del ámbito de estudio con los siguientes resultados:

- Cuadro 1:

Caudal medio mensual (m ³ /s)		
Mes*	Castroverde de Cerrato (1977-1997)	Villanueva de los Infantes (1997-2011)
Octubre	0,75	0,53
Noviembre	0,94	0,73
Diciembre	1,34	1,14
Enero	1,75	2,32
Febrero	2,11	2,05
Marzo	1,73	2,17
Abril	1,80	1,58
Mayo	1,77	1,34
Junio	1,21	0,81
Julio	0,82	0,41
Agosto	0,55	0,27
Septiembre	0,55	0,42
*El calendario hidrológico es distinto al calendario convencional y empieza en Octubre. Fuente: R.O.E.A. Elaboración: I. Gurdíel.		

Una vez calculadas las medias mensuales (en m³/s) de caudal de cada una de las dos estaciones de aforos analizadas, en la siguiente tabla he obtenido el caudal medio

diario y el caudal máximo diario de la duración total del episodio de inundación. A partir del caudal medio diario he hallado las anomalías de caudal de cada uno de los 4 episodios de inundación del cuadro 2 respecto al caudal medio mensual en los periodos registrados en cada una de las dos estaciones de aforos.

- Cuadro 2:

Caudales y anomalías de caudal de cada episodio de inundación del Catálogo de Inundaciones Históricas						
Estación de aforos	Fecha inicial	Fecha final	Término municipal	Caudal medio (m³/s)*	Caudal máximo (m³/s)**	Anomalías de caudal (m³/s)***
Castroverde de Cerrato (1977-1997)	01/02/1985	19/02/1985	Olmos de Esgueva	1,52	3,1	0,59
	24/12/1995	31/12/1995	Castroverde de Esgueva	9,04	10,31	7,7
Villanueva de los Infantes (1997-2011)	25/01/2001	31/01/2001	Castroverde de Esgueva Piña de Esgueva Villafuente de Esgueva	0,69	0,71	-1,63
	28/07/2001	-	Fombellida	0,08	0,08	-0,33
* Caudal medio diario de la duración total del episodio de inundación.						
** Caudal máximo diario de la duración total del episodio de inundación.						
*** Anomalías de caudal medio de cada episodio.						
Fuente: CHD y R.O.E.A. Elaboración: I. Gurdiel.						

Como se aprecia en el cuadro 2, de los 4 episodios de inundación analizados ante la falta de datos de caudal de los demás episodios, solo los episodios de febrero de 1985 y de diciembre de 1995 en Olmos de Esgueva y en Castroverde de Esgueva respectivamente, tienen una anomalía de caudal positiva. Esto quiere decir que son los únicos episodios constatados en los que el caudal medio de la duración total del episodio superó el caudal medio mensual registrado en las dos estaciones de aforos del Valle del Esgueva. Es importante señalar que la estación de aforos de Castroverde de Cerrato se encuentra a 34 km. de Castroverde de Esgueva aunque la similitud del trazado del río a lo largo de todo el Valle del Esgueva en la provincia de Valladolid supone que un caudal medio registrado a tanta distancia del episodio de inundación nos indique que seguramente se haya producido un caudal similar en el cauce del río a la altura del término municipal donde se registró el episodio de inundación.

Los otros dos episodios de inundación constatados en el Catálogo de Inundaciones Históricas con datos de caudal medio registrados en sus fechas de ocurrencia, tienen anomalías de caudal negativas respecto del caudal medio mensual registrado en las dos estaciones de aforos del Valle del Esgueva. Esto quiere decir que estos tres episodios de inundación seguramente no se debieron a un caudal excesivo del río Esgueva en ese punto, sino que se debieron a temporales de lluvia que provocaron el desbordamiento del río. Esto no descarta del todo el caudal excesivo del río como principal causa de la inundación, pero sí que determina que la causa del desbordamiento del río no fue debido a un caudal excesivo del río.

3.4.2. Episodios de inundación deducidos

Una vez analizadas las anomalías de caudal asociadas a los episodios de inundación registrados en el Catálogo de Inundaciones Históricas, teniendo en cuenta que sólo había datos de caudal disponibles en las fechas de ocurrencia de 4 de los 15 episodios de inundación del Catálogo y dado que sólo el episodio registrado en diciembre de 1995 en el término municipal de Castronuevo de Esgueva tiene una anomalía de caudal positiva de 7,7 m³/s, he procedido a determinar el **umbral de caudal** que marce la posibilidad de la existencia de un **episodio de inundación deducido**.

Analizando las anomalías de caudal diarias de las dos estaciones de aforos utilizadas respecto de las medias mensuales de caudal de todos los años registrados, se ha determinado como **umbral de caudal** las anomalías de caudal registradas que superen los **10 m³/s** diarios, es decir, los caudales diarios registrados que superen en 10 m³/s las medias mensuales de caudal de todos los años registrados.

- Cuadro 3:

Umbral de caudal por encima de las medias mensuales de caudal	10 m³/s
Fuente: R.O.E.A. Elaboración: I. Gurdiel	

El cuadro 4 contiene los **episodios de inundación deducidos** a partir de las anomalías de caudal, es decir, los datos de caudal que superen en 10 m³/s los caudales medios mensuales de cada una de las dos estaciones analizadas.

- Cuadro 4:

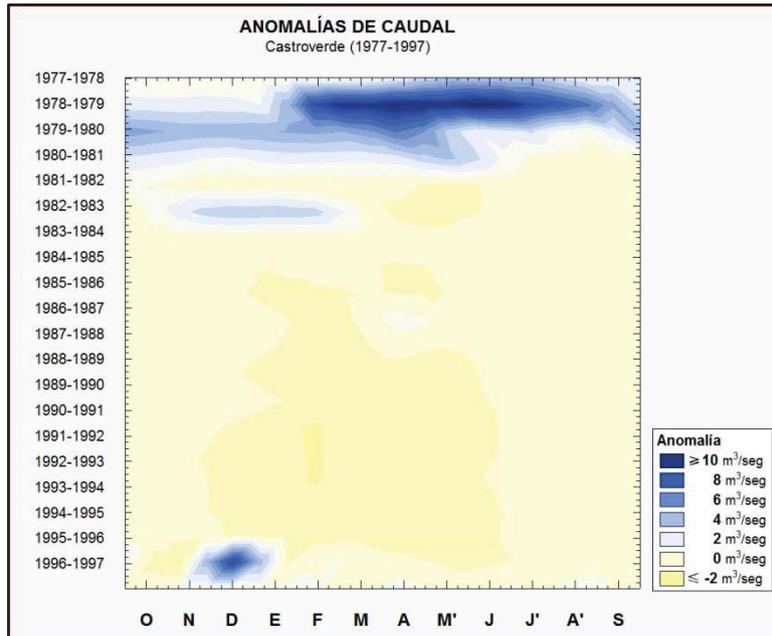
Episodios de inundación deducidos				
Estación de aforos	Fecha inicial	Fecha final	Anomalías de caudal medio (m³/s)*	Anomalías de caudal máximo (m³/s)**
Castroverde de Cerrato (1977-1997)	28/01/1978	31/01/1978	11,97	13,98
	03/02/1978	15/02/1978	17,01	22,86
	19/02/1978	23/02/1978	11,83	12,24
	24/03/1978	19/04/1978	11,03	12,62
	31/05/1978	18/06/1978	10,43	10,80
	13/05/1979	16/05/1979	13,28	15,33
	31/12/1981	-	11,71	11,71
Villanueva de los Infantes (1997-2011)	09/12/2000	-	11,16	11,16
	07/01/2000	08/01/2000	19,53	19,78
	12/01/2000	14/01/2000	19,75	26,28
	25/01/2000	31/01/2000	15,64	24,58
	08/02/2000	09/02/2000	13,50	15,15
	03/03/2000	13/03/2000	14,71	30,03
* Anomalía de caudal medio de la duración total del episodio de inundación.				
** Anomalía de caudal máximo de la duración total del episodio de inundación.				
Fuente: R.O.E.A. Elaboración: I. Gurdiel.				

Una vez analizadas las anomalías de caudal respecto a los caudales mensuales medios obtengo 13 tramos temporales donde el caudal supera en más de 10 m³/s la

media mensual y por lo tanto estos 13 tramos temporales definen **13 episodios de inundación deducidos** a partir del análisis de datos de caudales.

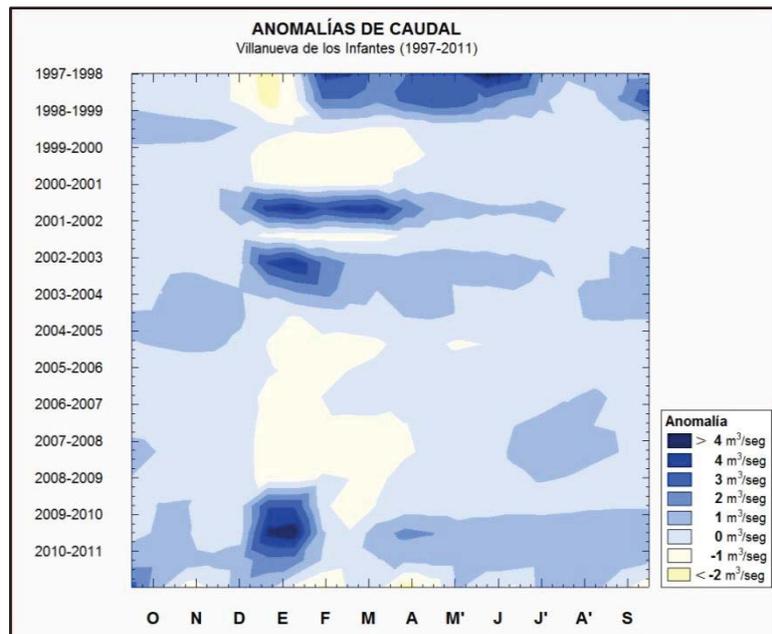
Las figuras 15 y 16 muestran los gráficos secuenciales con la representación de las anomalías de caudal registradas en las estaciones de aforo de Castroverde de Cerrato en el periodo 1977-1997 (figura 15) y en la de Villanueva de los Infantes en el periodo 1997-2011 (figura 16). Los tonos más oscuros ($>10\text{m}^3/\text{s}$) determinan los periodos en los que han sido obtenidos los 13 episodios de inundación deducidos.

- Figura 15:



Elaboración: C. Morales. Fuente: R.O.E.A.

- Figura 16:



Elaboración: C. Morales. Fuente: R.O.E.A.

Dentro de estos 13 episodios de inundación deducidos, 7 episodios los he deducido a partir de los datos de caudal de la estación de aforos de Castroverde de Cerrato y los 6 restantes los he deducido de la de Villanueva de los Infantes. A pesar de que se ha elaborado el Catálogo de Inundaciones Históricas de los quince municipios del Valle del Esgueva situados en la provincia de Valladolid exceptuando el término municipal de Valladolid, a la hora de tener en cuenta los episodios de inundación deducidos me centro en el término municipal de Piña de Esgueva que es el área principal de estudio del presente trabajo y el término municipal donde quiero elaborar la cartografía final de zonas inundables.

Los 7 episodios de inundación deducidos a partir de los datos de la estación de aforos de Castroverde de Cerrato tienen menos importancia sobre el término municipal de Piña de Esgueva ya que a ambos municipios les separan 34 km. A pesar de la similitud de trazado del río Esgueva entre ambos municipios, los 34 km. de separación suponen la suficiente distancia como para que pierda importancia en favor de los episodios de inundación localizados a partir de los datos de la estación de la otra estación. La estación de aforos de Villanueva de los Infantes está situada a 5 km. del núcleo poblacional de Piña de Esgueva y por lo tanto los episodios de inundación deducidos a partir del caudal de esta estación tienen mucha más verosimilitud sobre el área principal de estudio del presente trabajo y sobre los objetivos marcados en el mismo.

3.5. Características de los episodios de inundación registrados

En primer lugar es importante recordar la diferencia que he establecido entre los distintos episodios de inundación catalogados en el presente trabajo. En primer lugar están los **episodios de inundación constatados** y obtenidos a partir de información de diferentes organismos. En segundo lugar están los **episodios de inundación deducidos** a partir de los datos de caudal del río Esgueva disponibles en la Red Oficial de Estaciones de Aforos. Por último a lo largo del trabajo me refiero al conjunto de los episodios de inundación constatados y deducidos como **episodios de inundación registrados**.

En la catalogación de episodios de inundación se pueden observar parámetros que muestran cómo no todos los episodios catalogados han adquirido el mismo grado de peligrosidad ni han producido los mismos efectos. Para caracterizar cada episodio de inundación catalogado, tanto constatado como deducido, he utilizado los siguientes parámetros con el objetivo de diferenciar cada uno de los episodios de inundación catalogados en función de sus principales características y determinar la menor o mayor intensidad de los episodios:

- Días de duración del episodio de inundación.
- Distribución mensual de los episodios de inundación.
- Daños producidos en función de las áreas afectadas por el episodio de inundación y los efectos producidos en dichas áreas.

Generalmente en la caracterización de episodios de inundación catalogados se utilizan otros parámetros, a parte de los anteriores, como el caudal medio registrado en

el episodio y el caudal máximo registrado durante la duración del episodio⁹. En el presente trabajo no he podido utilizar estos parámetros debido a la falta de información disponible sobre los mismos.

En el caso del parámetro del caudal medio y máximo registrado en cada episodio únicamente hay datos de caudal disponibles para 4 de los 15 episodios de inundación constatados. Por lo tanto caracterizar en función de sus caudales el total de los 27 episodios registrados (constatados y deducidos) no tiene sentido si no hay datos de caudal disponibles de 11 de los 27 episodios.

3.5.1. Intensidad de los episodios de inundación constatados

Normalmente para determinar la intensidad de episodios de inundación en trabajos de este ámbito, se tienen en cuenta en primer lugar los datos de caudales. Como he explicado anteriormente no voy a tener cuenta este parámetro debido a la falta de información disponible sobre el caudal del río Esgueva en el momento en que se produjeron alguno de los episodios citados en el Catálogo de Inundaciones Históricas.

Para clasificar los episodios de inundación en función de su intensidad he tenido en cuenta los efectos y daños producidos por cada uno de los episodios. La Confederación Hidrográfica del Duero tiene un código de daños que determina el tipo de área afectada por cada episodio de inundación catalogado. Además cotejar la descripción dada sobre un episodio de inundación concreto en otra de las fuentes consultadas me ha permitido determinar los daños sufridos aplicando el código de la CHD. Dentro del código de áreas de la CHD estas son las áreas afectadas por los episodios de inundación del Catálogo de Inundaciones Históricas del Valle del Esgueva:

- Urbano residencial: Viviendas y locales comerciales
- Industriales.
- Equipamiento urbano: Servicios básicos.
- Red complementaria: Carreteras comarcales y locales, autonómicas, y ferrocarriles ancho normal y vía estrecha.
- Cultivos de regadío: Hortalizas, cultivos herbáceos y cultivos industriales.
- Cultivos de secano.
- Viñedos y frutales: Viñedos, otros cultivos permanentes y cultivos leñosos.
- Cultivos en barbecho o sin datos.
- Explotaciones ganaderas: Aves y porcino.
- Evacuados.

⁹ Morales Rodríguez, C. G. y Ortega Villazán, M^a T. “Aspectos geomorfológicos en la Cartografía de Inundabilidad del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables: Zona piloto del Carrión (Palencia)”. Grupo Natrisk, Universidad de Valladolid, 2010.

Teniendo en cuenta los municipios afectados, los daños ocasionados por cada episodio de inundación y la descripción de sus efectos sobre el territorio que aparece en el Catálogo de Inundaciones Históricas del Valle del Esgueva, se han clasificado los episodios de inundación en función de su intensidad en **poco intensos**, **intensos** y **muy intensos**.

Esta clasificación de intensidad únicamente clasifica los **episodios de inundación constatados** ya que los deducidos han sido determinados a partir de datos de caudal y por lo tanto no tienen información asociada sobre daños y efectos producidos.

- Cuadro 5:

Intensidad de los episodios de inundación constatados del Valle del Esgueva		
Poco intensos	Intensos	Muy intensos
14-20/01/1881	28/03-02/04/1924	20/12/1955
05-11/03/1962	27-29/12/1959	10-16/12/1959
01-19/02/1985	24-31/12/1995	17-27/02/1960
06-14/11/1997		25/12/1961-/06/01/1962
28/07/2001		16-23/12/1997
		25-31/01/2001
		18/06/2013
Elaboración: I. Gurdíel, a partir del Catálogo de Inundaciones Históricas.		

Como se aprecia en el cuadro 5, los episodios de inundación constatados del Valle del Esgueva tienden a tener un alto grado de intensidad. De los quince episodios constatados un 46,6% son muy intensos mientras que únicamente un 20% son intensos y un 33,3% tienen poco grado de intensidad. A pesar de tratarse de una serie de episodios de inundación muy corta debido a que sólo cuenta con quince eventos, existe una clara tendencia de los episodios a tener una gran intensidad con casi la mitad de los eventos caracterizados como muy intensos.

3.5.2. Duración de los episodios de inundación registrados

La duración de los episodios de inundación la he obtenido a través de la información presente en las fuentes consultadas. En la mayoría de los episodios de inundación constatados la duración del episodio coincidía en la mayoría de fuentes consultadas, pero se ha dado el caso de otros episodios constatados con ligeras variaciones de duración entre alguna de las fuentes consultadas y por eso he tenido que determinar la duración con exactitud teniendo en cuenta la información de la fuente más fiable, en este caso la del Catálogo de Inundaciones Históricas de la CHD.

Para conocer con exactitud la duración exacta de un episodio de inundación una de las fuentes de consulta más fiables ha sido la hemeroteca ya que los periódicos locales suelen recoger las noticias que hacen referencia a estos fenómenos a lo largo de toda su duración. Sin embargo en el presente trabajo presenta un problema ya que el

ámbito de estudio es de reducido interés en cuanto a las noticias que suelen recoger los periódicos de la zona y, por lo tanto en el Catálogo de Inundaciones Históricas elaborado existen episodios de inundación contrastados a través del Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas de la DGPC o del Catálogo de Inundaciones Históricas de la CHD que no están reflejados en la hemeroteca porque en su momento no fue cubierta la noticia.

Una vez determinada la duración exacta de cada episodio de inundación registrado he marcado tres niveles de duración en función de los días que duró el episodio:

- **Cortos:** Episodios de inundación con menos de cinco días de duración.
- **Medios:** Episodios de inundación con una duración de entre cinco y nueve días (ambos inclusive).
- **Largos:** Episodios de inundación con más de nueve días de duración.

- Cuadro 6:

Duración de los episodios de inundación registrados (1881-2013)		
Cortos (menos de 5 días)	Medios (entre 5 y 9 días)	Largos (más de 9 días)
20/12/1955	14-20/01/1881	17-27/02/1960
27-29/12/1959	28/03-02/04/1924	25/12/1961-06/01/1962
28-31/01/1978	10-16/12/1959	03-15/02/1978
19-23/02/1978	05-11/03/1962	24/03-19/04/1978
13-16/05/1979	24-31/12/1995	31/05-18/06/1978
31/12/1981	06-14/11/1997	01-19/02/1985
07-08/01/2000	16-23/12/1997	
12-14/01/2000	03-12/03/2000	
08-09/02/2000	25-31/01/2001	
09/12/2000		
28/07/2001		
18/06/2013		
- Las casillas azules son de episodios de inundación constatados. - Las casillas blancas son de episodios de inundación deducidos. - Los tonos azul oscuro marcan episodios de inundación muy intensos. - Los tonos azul medio marcan episodios de inundación intensos. - Los tonos azul claro marcan episodios de inundación poco intensos.		
Elaboración: I. Gurdíel, a partir del Catálogo de Inundaciones Históricas (constatadas y deducidas).		

Como se aprecia en el cuadro, hay notables diferencias en cuanto al número de episodios en cada intervalo de duración. La mayoría de episodios son de corta duración con un total de doce, de los cuales ocho son episodios deducidos. Los episodios de duración media son nueve en total y únicamente uno de ellos es un episodio deducido. Por último hay seis episodios de larga duración de los cuales tres son deducidos. No existe una relación exacta entre la duración de los episodios y sí son constatados o

deducidos sin embargo sí que hay una tendencia clara de los episodios deducidos a ser de poca duración aunque el 50% de los episodios de larga duración también son deducidos.

En cuanto a la intensidad, no hay una clara relación entre ésta y la duración de los episodios. Los episodios muy intensos se localizan repartidos entre los tres intervalos de duración con dos episodios de inundación de corta duración, tres de duración media y dos de larga duración. Los episodios intensos son únicamente tres teniendo dos de ellos duración media y el restante corta duración. Por último los episodios poco intensos se localizan principalmente en el intervalo de duración media con tres eventos y los otros dos se reparten entre larga y corta duración.

A pesar de la falta de relación entre la duración de los episodios de inundación en el Valle del Esgueva y su grado de intensidad, es muy importante conocer la duración exacta de los episodios de inundación de un territorio concreto porque en ríos con más entidad y más disponibilidad de datos (precipitaciones, caudales, características de los episodios...) aporta mucha información sobre el grado de severidad del episodio y las causas que lo han originado.

3.5.3. Distribución de los episodios de inundación registrados

Los episodios de inundación del Valle del Esgueva registrados no se distribuyen de forma homogénea a lo largo del año. Los meses de invierno (Diciembre, Enero y Febrero) concentran la mayoría de episodios de inundación con un 66,7% de los eventos. Con un porcentaje mucho menor se sitúan los meses de primavera (Marzo, Abril y Mayo) con un 20,3% de los eventos. Por otro lado los meses de verano (Junio, Julio y Agosto) y de otoño (Septiembre, Octubre y Noviembre) únicamente tienen el 9,3% y el 3,7% respectivamente.

En cuanto a la distribución mensual sin tener en cuenta las estaciones, destaca la concentración de episodios de inundación en el mes de Diciembre con el 27,7% de los eventos y los meses de Enero y Febrero con el 20,4% y el 18,5% de los episodios sucedidos en el Valle del Esgueva. El resto de meses concentra un porcentaje bastante inferior que los tres meses de invierno y únicamente supera el 10% el mes de Marzo con el 11,1% de los episodios de inundación. En los meses de Mayo y Junio han sucedido un 5,5% de los episodios en cada uno de ellos, siendo los meses de Abril, Julio y Noviembre los que tienen un menor porcentaje con un 3,7% de los episodios cada uno de ellos. Por último es importante señalar la inexistencia de episodios en los meses de Agosto, Septiembre y Octubre.

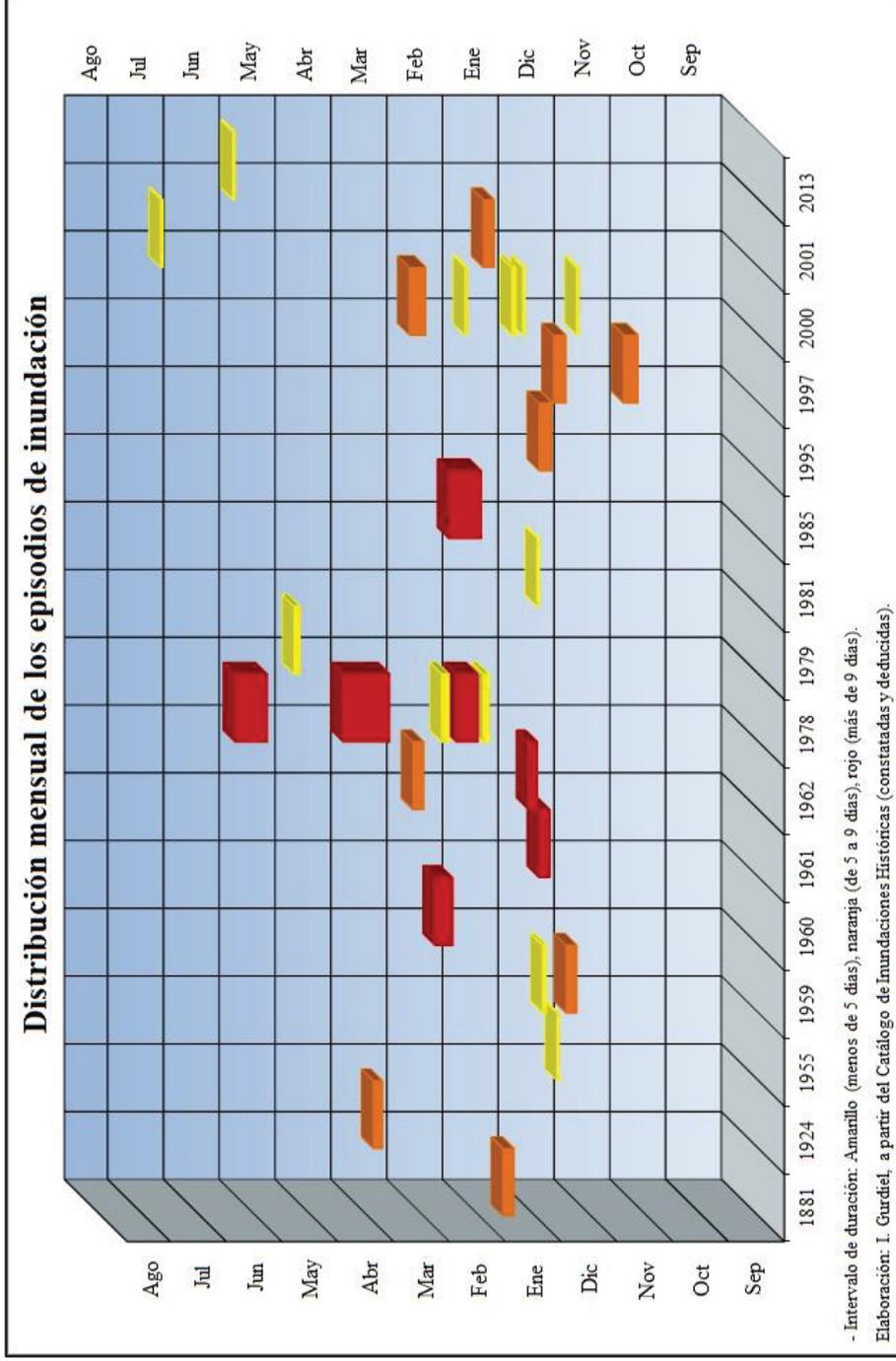
El cuadro 8 muestra la distribución mensual de los episodios de inundación registrados y la gama de colores determina si son constatados (azul oscuro) o deducidos (azul claro).

- Cuadro 8:

Distribución mensual de los episodios de inundación registrados											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Noviembre	Diciembre			
14-20/01/1881											
		28/03/1924...	...02/04/1924								
								20/12/1955			
								10-16/12/1959			
								27-29/12/1959			
	17-27/02/1960										
								25/12/1961...			
...06/01/1962											
		05-11/03/1962									
28-31/01/1978	03-15/02/1978	24/03/1978...	...19/04/1978	31/05/1978...	...18/06/1978						
	19-23/02/1978										
				13-16/05/1979							
								31/12/1981			
	01-19/02/1985										
								24-31/12/1995			
07-08/01/2000	08-09/02/2000	03-12/03/2000						06-14/11/1997			
12-14/01/2000								16-23/12/1997			
25-31/01/2001						28/07/2001		09/12/2000			
					18/06/2013						
Las casillas de color oscuro corresponden a episodios de inundación constatados y las de color claro a episodios de inundación deducidos.											
Elaboración: I. Gurdíel, a partir del Catálogo de Inundaciones Históricas (constatadas y deducidas).											

La figura 19 muestra de forma gráfica la distribución mensual de los episodios de inundación registrados de la tabla 8. Este tipo de representación gráfica se utiliza para visualizar de una forma más clara que en su tabla correspondiente los periodos del año con mayores episodios de inundación en el periodo analizado y así extraer ciertas características y conclusiones.

- Figura 19:



Analizando la distribución mensual de los episodios de inundación registrados presente en la tabla 8 y la figura 19 se aprecia claramente la falta de inundaciones en los meses de Agosto, Septiembre y Octubre (con ningún episodio). La falta de episodios en estos meses es un claro indicador de que las inundaciones en el Valle del Esgueva no suelen estar asociadas a tormentas y temporales de lluvia ya que en esta zona son frecuentes en este periodo del año. Sin embargo ya sea porque son de poca intensidad o porque el río Esgueva tiene caudales muy bajos al final de la época estival, no hay episodios de inundación registrados en este periodo del año.

4. Análisis geomorfológico-histórico

El último apartado del segundo bloque del trabajo comprende el análisis geomorfológico-histórico conjunto del ámbito de estudio. Este tercer análisis contiene los resultados obtenidos tanto en el análisis geomorfológico como en el histórico y contrastada entre sí con el objetivo de identificar las posibles zonas susceptibles de sufrir episodios de inundación en el término municipal de Piña de Esgueva, elaborando así la cartografía final de inundabilidad del ámbito de estudio.

El análisis geomorfológico histórico está dividido en tres apartados. El primer apartado contiene los resultados del análisis geomorfológico con la determinación de las zonas con mayor probabilidad de sufrir episodios de inundación en función de la localización de las principales formas aluviales asociadas a episodios de inundación. El segundo apartado contiene los resultados del análisis histórico y la determinación de la peligrosidad de los episodios de inundación constatados en el término municipal de Piña de Esgueva junto con cartografía asociada que representa la localización de dichos episodios. El tercer y último apartado contiene la puesta en común de los resultados de los dos apartados anteriores y la determinación final de la cartografía de inundabilidad del término municipal de Piña de Esgueva en función de la peligrosidad de los episodios de inundación constatados y de las características geomorfológicas del ámbito de estudio.

Es importante señalar que toda la cartografía está delimitada por el área recorrido en el trabajo y por lo tanto la cartografía con los resultados del análisis geomorfológico (figuras 20 y 21), la cartografía general de los episodios de inundación constatados (figura 22) y la cartografía final de inundabilidad de Piña de Esgueva en función de la peligrosidad (figuras 23 y 24) están delimitadas por el área recorrido en el trabajo de campo.

4.1. Resultados del análisis geomorfológico

Una vez llevado a cabo el análisis cartográfico y el trabajo de campo se ha podido concluir para ambos estudios del análisis geomorfológico: la total **antropización del ámbito de estudio**. La antropización es el principal factor condicionante de los resultados obtenidos debido a la dificultad de obtener información relevante en un medio que ha sufrido tanto impacto antrópico y a la dificultad de encontrar evidencias de episodios de inundación pasados.

En el caso del análisis cartográfico con el análisis del MDT50 y la comparación de la fotografía aérea del Vuelo Americano 1956-1957 y la ortofotografía del PNOA 2011 los resultados han sido muy poco satisfactorios exceptuando el MDT, porque permite apreciar las características topográficas del terreno a fin de determinar el lecho menor, la llanura de inundación y las terrazas, teniendo también en cuenta la información proporcionada por el mapa geológico. Sin embargo la comparación de ortofotografías no ha arrojado resultados relevantes ya que el cauce no ha cambiado en los 54 años que separan a la toma de la fotografía aérea del Vuelo Americano y la ortofotografía del PNOA 2011. Lo único que ha permitido el análisis cartográfico de las mismas ha sido apreciar el crecimiento urbano de Piña de Esgueva y cómo algunas viviendas y naves ganaderas y agrícolas han sido construidas en zonas que a priori

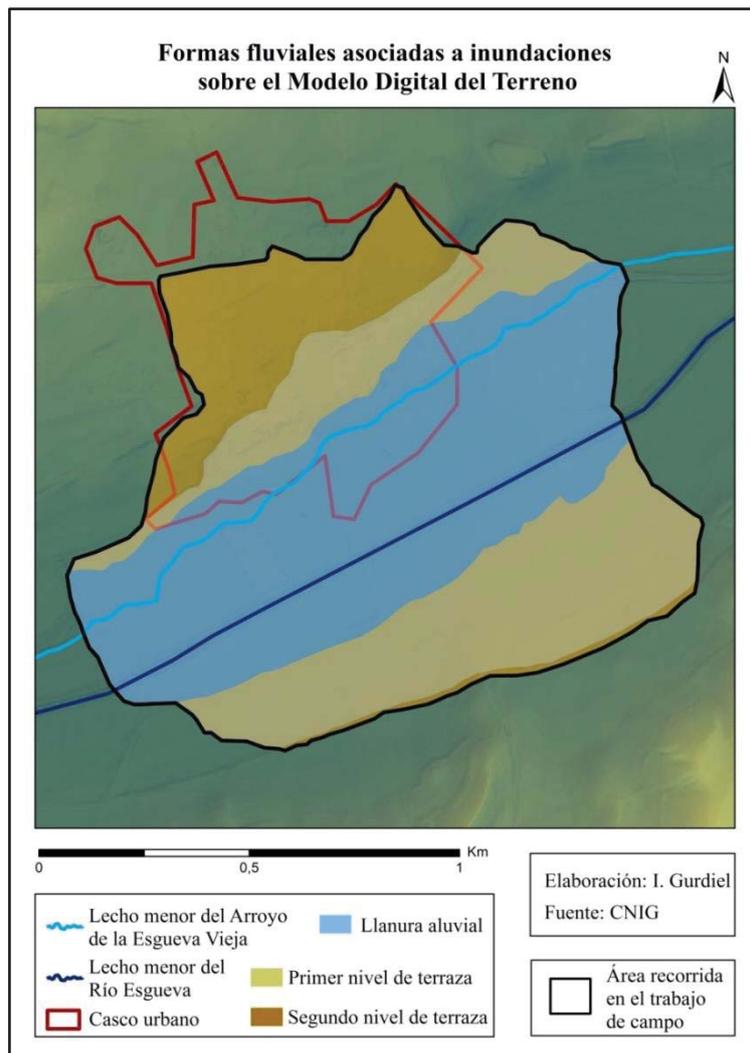
pertenecen a la llanura de inundación del cauce secundario que atraviesa el pueblo, aumentando la exposición al riesgo de inundación.

En el caso del trabajo de campo la antropización ha condicionado totalmente los resultados porque no existen evidencias de episodios de inundación apreciables recorriendo el ámbito de estudio. Ha sido imposible encontrar levees, depósitos de meandro, barras y diques naturales o antiguos canales o trazados del río. Además tampoco ha sido posible encontrar marcas antrópicas o señales de la altura alcanzada por la lámina de agua en algún episodio de inundación pasado.

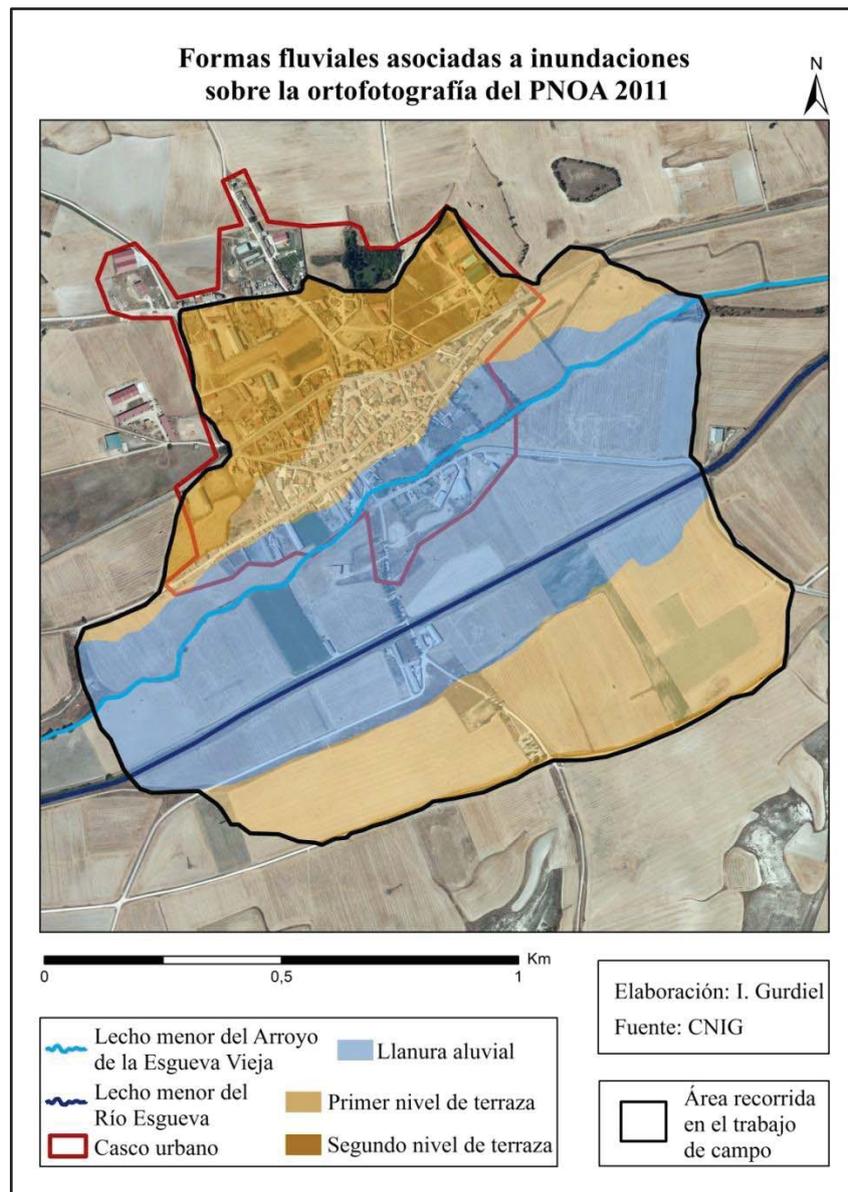
A pesar de la total antropización del término municipal de Piña de Esgueva, el trabajo de campo ha permitido junto con el MDT y el mapa geológico determinar la localización de los lechos menores, orillas, límites de las terrazas y la llanura de inundación de ambos cauces.

Las siguientes figuras contienen la localización de los lechos menores de ambos cauces (Río Esgueva y Arroyo de la Esgueva Vieja), la llanura aluvial o llanura de inundación y los límites del primer y segundo nivel de terraza fluvial, sobre el Modelo Digital del Terreno la figura 20, y sobre la ortofotografía del PNOA del año 2011 la figura 21, ambas delimitadas por el área recorrida en el trabajo de campo.

- Figura 20:



- Figura 21:



Como se aprecia en la figura 19, la llanura aluvial o llanura de inundación ocupa gran parte del área recorrida en el trabajo de campo. La mayoría corresponde a tierras de cultivos de regadío¹⁰ pero una parte del casco urbano se encuentra en plena llanura de inundación debido a que el lecho menor del Arroyo de la Esgueva Vieja atraviesa la localidad. El resto del casco urbano se encuentra en el primer y segundo nivel de terraza, formas aluviales con un menor grado de inundabilidad. Por último, el primer nivel de terraza en la margen izquierda del río Esgueva está ocupado por cultivos de secano¹¹, y el área recorrida en el trabajo de campo apenas llega al segundo nivel de terraza de esta misma margen.

¹⁰ Ver figura 4: Usos del suelo en el término municipal de Piña de Esgueva.

¹¹ Ver figura 4: Usos del suelo en el término municipal de Piña de Esgueva.

4.2. Resultados del análisis histórico

Es importante reiterar que se ha realizado el análisis histórico, expuesto en el tercer punto del segundo bloque del trabajo, sobre los 15 municipios del Valle del Esgueva en la provincia de Valladolid (exceptuando el término municipal de Valladolid) porque dado el tamaño y la entidad de Piña de Esgueva es complicado que hayan sido registrados todos los episodios de inundación ocurridos en el pasado desde que se llevan a cabo estos registros.

El resultado principal del análisis histórico es un Catálogo de Inundaciones Históricas del Valle del Esgueva en la provincia de Valladolid con los episodios de inundación constatados a través de las fuentes de información consultadas, y una lista posterior de episodios de inundación deducidos en función de los datos obtenidos principalmente de la Red Oficial de Estaciones de Aforos y de la información de los municipios aguas arriba y debajo de Piña de Esgueva.

La principal razón para realizar el análisis histórico de todo el Valle del Esgueva ha sido poder determinar episodios de inundación no registrados en Piña de Esgueva en función de episodios sucedidos en los otros municipios del Valle del Esgueva y con la suficiente magnitud como para deducir que también se produjeron inundaciones en el término municipal de Piña de Esgueva.

En el Catálogo de Inundaciones Históricas están registrados en Piña de Esgueva ocho episodios de inundación constatados y repartidos en los años 1955, 1959, 1960, 1961-1962¹², 1962, 1997, 2001 y 2013. Analizando el resto del catálogo no hay registrados episodios de inundación en dos o más municipios anteriores y posteriores a Piña de Esgueva en los que no apareciera registrado el episodio también en Piña de Esgueva. Por lo tanto no se pueden deducir episodios de inundación a partir de episodios de inundación constatados y registrados en otros municipios excepto en Piña de Esgueva.

Al tener en cuenta los episodios de inundación deducidos a partir de las anomalías de caudal del río Esgueva he tenido en cuenta la situación de cada una de las dos estaciones de aforos utilizadas en el análisis histórico. La estación de Castroverde de Cerrato se encuentra a unos 18 km. de Piña de Esgueva pero dada la similitud del trazado del río Esgueva a lo largo del Valle del Esgueva, he tenido en cuenta que sí se producía una anomalía de caudal suficientemente elevada como para que el río se desbordara en Castroverde de Cerrato, también se desbordaría en Piña de Esgueva. Lo mismo ocurre con la otra estación de aforos situada en Villanueva de los Infantes a 5 km. de Piña de Esgueva, distancia mucho menor y por lo tanto, sí se produjo una anomalía de caudal suficiente como para provocar el desbordamiento del río en este punto también se desbordó en Piña de Esgueva.

Por lo tanto a la lista de ocho episodios de inundación constatados en el término municipal de Piña de Esgueva hay que añadir los episodios de inundación deducidos en función de los datos de caudal en el Valle del Esgueva para conformar la lista final (tabla 9) con el total de los 21 episodios de inundación registrados en el término municipal de Piña de Esgueva.

¹² Episodio de inundación producido entre el 25/12/1961 y el 06/01/1962.

- Tabla 9:

Episodios de inundación en el término municipal de Piña de Esgueva		
Fecha inicial	Fecha final	Tipo de episodio
20/12/1955	-	C
10/12/1959	16/12/1959	C
17/02/1960	27/02/1960	C
25/12/1961	06/01/1962	C
05/03/1962	11/03/1962	C
28/01/1978	31/01/1978	D
03/02/1978	15/02/1978	D
19/02/1978	23/02/1978	D
24/03/1978	19/04/1978	D
31/05/1978	18/06/1978	D
13/05/1979	16/05/1979	D
31/12/1981	-	D
16/12/1997	23/12/1997	C
09/12/2000	-	D
07/01/2000	08/01/2000	D
12/01/2000	14/01/2000	D
25/01/2000	31/01/2000	D
08/02/2000	09/02/2000	D
03/03/2000	13/03/2000	D
25/01/2001	31/01/2001	C
18/06/2013	-	C
C: Episodios de Inundación Constatados D: Episodios de Inundación Deducidos Elaboración: I. Gurdiel		

4.2.1. Peligrosidad de los episodios de inundación constatados en el término municipal de Piña de Esgueva

La **peligrosidad** de un riesgo natural como en este caso suponen las inundaciones se define y determina en función de la **severidad** del daño producido por el riesgo natural y de la **probabilidad** de ocurrencia del fenómeno.

En el análisis del riesgo producido por inundaciones la probabilidad de ocurrencia del fenómeno se determina en función de los periodos de retorno de las inundaciones. En el caso del presente trabajo ha sido imposible calcular los periodos de retorno debido a la escasez de episodios en el periodo analizado y por lo tanto a la hora de determinar la peligrosidad no he tenido en cuenta la probabilidad de ocurrencia.

La severidad en el análisis del riesgo producido por inundaciones se determina en función de la **duración** de los episodios de inundación de la **intensidad** de los mismos. Como en el presente trabajo he descartado la probabilidad como un factor determinante en la determinación de la peligrosidad, únicamente he tenido en cuenta la severidad y por lo tanto he determinado la peligrosidad en función de la duración de los episodios y de su intensidad.

La intensidad de cada uno de los episodios se ha tenido en cuenta en función del alcance de la lámina de agua y de los daños ocasionados por el episodio. Una vez conocida la intensidad y la duración de cada uno de los ocho episodios constatados he determinado la peligrosidad generada por los mismos clasificándola en Alta, Media y Baja en función de la tabla 10:

- Tabla 10:

PELIGROSIDAD		Intensidad		
		Poco intenso	Intenso	Muy intenso
Duración	Corta	BAJA	BAJA	MEDIA
	Media	BAJA	MEDIA	ALTA
	Larga	MEDIA	ALTA	ALTA

Elaboración: I. Gurdiel

A continuación está el listado con los ocho episodios de inundación constatados en el término municipal de Piña de Esgueva y caracterizados en función de la intensidad y de la duración del episodio, con la determinación de su peligrosidad en función de estos parámetros. Cada uno de los episodios tiene asociada información cartográfica¹³, obtenida a partir de la información del Catálogo de Inundaciones Históricas elaborado en el presente trabajo, que permite visualizar el alcance de la lámina de agua sobre la superficie municipal. En total aparecen registrados ocho episodios de inundación constatados:

- 20/12/1955:

- **Daños:** Urbano residencial (viviendas, locales comerciales) e industriales.
- **Observaciones:** Desbordamiento del cauce en una longitud de 53 km. y una anchura de 600 m. afectando a 14 pueblos.
- **Duración:** Corto (menos de 5 días).
- **Intensidad:** Muy intenso.
- **Peligrosidad:** **MEDIA.**

¹³ Dicha información cartográfica aparece reflejada en la figura 18 del apartado 4.2.2. de este segundo bloque.

- 10/12/1959 – 16/12/1959:

- **Daños:** Cultivos de regadío (hortalizas, cultivos herbáceos, cultivos industriales).
- **Observaciones:** Pérdida en cosechas, la mayoría de remolacha.
- **Duración:** Medio (entre 5 y 9 días).
- **Intensidad:** Muy intenso.
- **Peligrosidad:** **ALTA.**

- 17/02/1960 – 27/02/1960:

- **Daños:** Cultivos de regadío (hortalizas, cultivos herbáceos, cultivos industriales), urbano residencial (viviendas, locales comerciales), industriales y red complementaria (carreteras comarcales y locales, autonómicas, ferrocarriles ancho normal y vía estrecha).
- **Observaciones:** Se inundaron todos los pueblos desde Bahabón de Esgueva hasta Valladolid a causa de un temporal de lluvias.
- **Duración:** Largo (más de 9 días).
- **Intensidad:** Muy intenso.
- **Peligrosidad:** **ALTA.**

- 25/12/1961 – 06/01/1962:

- **Daños:** Cultivos de regadío (hortalizas, cultivos herbáceos, cultivos industriales).
- **Observaciones:** 400 ha resultaron afectadas por un temporal de lluvias.
- **Duración:** Largo (más de 9 días).
- **Intensidad:** Muy intenso.
- **Peligrosidad:** **ALTA.**

- 05/03/1962 – 11/03/1962:

- **Daños:** Red complementaria (carreteras comarcales y locales, autonómicas, ferrocarriles ancho normal y vía estrecha).
- **Observaciones:** El río se desbordó a causa de un temporal de lluvias inundando los campos de las vegas y cortando la carretera local entre Piña de Esgueva y Castrillo Tejeriego. La inundación de la carretera fue está calificada como de nivel bajo.
- **Duración:** Medio (entre 5 y 9 días).
- **Intensidad:** Poco intenso.

- **Peligrosidad:** **BAJA**.

- **16/12/1997 – 23/12/1997:**

- **Daños:** Cultivos en barbecho o sin datos, cultivos de secano, cultivos de regadío (hortalizas, cultivos herbáceos y cultivos industriales), explotaciones ganaderas (aves, porcino), y evacuados.

- **Observaciones:** Una vivienda desalojada por la gran crecida del cauce y varias naves ganaderas inundadas a causa de un temporal de nieve y lluvias y del deshielo en cabecera.

- **Coste económico:** 1.287.000 ptas.

- **Duración:** Medio (entre 5 y 9 días).

- **Intensidad:** Muy intenso.

- **Peligrosidad:** **ALTA**.

- **25/01/2001 – 31/01/2001:**

- **Daños:** Red complementaria (carreteras comarcales y locales, autonómicas, ferrocarriles ancho normal y vía estrecha), urbano residencial (viviendas, locales comerciales), industriales y equipamiento urbano (servicios básicos).

- **Observaciones:** El río Esgueva se desbordó a causa de un temporal de nieve y lluvias inundando una vivienda y la carretera VA-VP 3007 de Piña de Esgueva a Castrillo Tejeriego, calificada la inundación de la carretera como de nivel bajo. Se juntó el río Esgueva con el Arroyo de la Esgueva Vieja.

- **Coste económico:** 3.000.000 ptas.

- **Duración:** Medio (entre 5 y 9 días).

- **Intensidad:** Muy intenso.

- **Peligrosidad:** **ALTA**.

- **18/06/2013:**

- **Daños:** Red complementaria (carreteras comarcales y locales, autonómicas, ferrocarriles ancho normal y vía estrecha), urbano residencial (viviendas, locales comerciales), industriales y equipamiento urbano (servicios básicos).

- **Observaciones:** Tres granizadas arrasaron los cultivos de la localidad y provocaron inundaciones en las calles del pueblo con numerosas viviendas y naves afectadas.

- **Duración:** Corto (menos de 5 días).

- **Intensidad:** Muy intenso.

- Peligrosidad: MEDIA.

La tabla 11 muestra de forma conjunta la peligrosidad de los ocho episodios de inundación constatados en el término municipal de Piña de Esgueva en función del alcance de la lámina de agua y de la intensidad y duración del episodio.

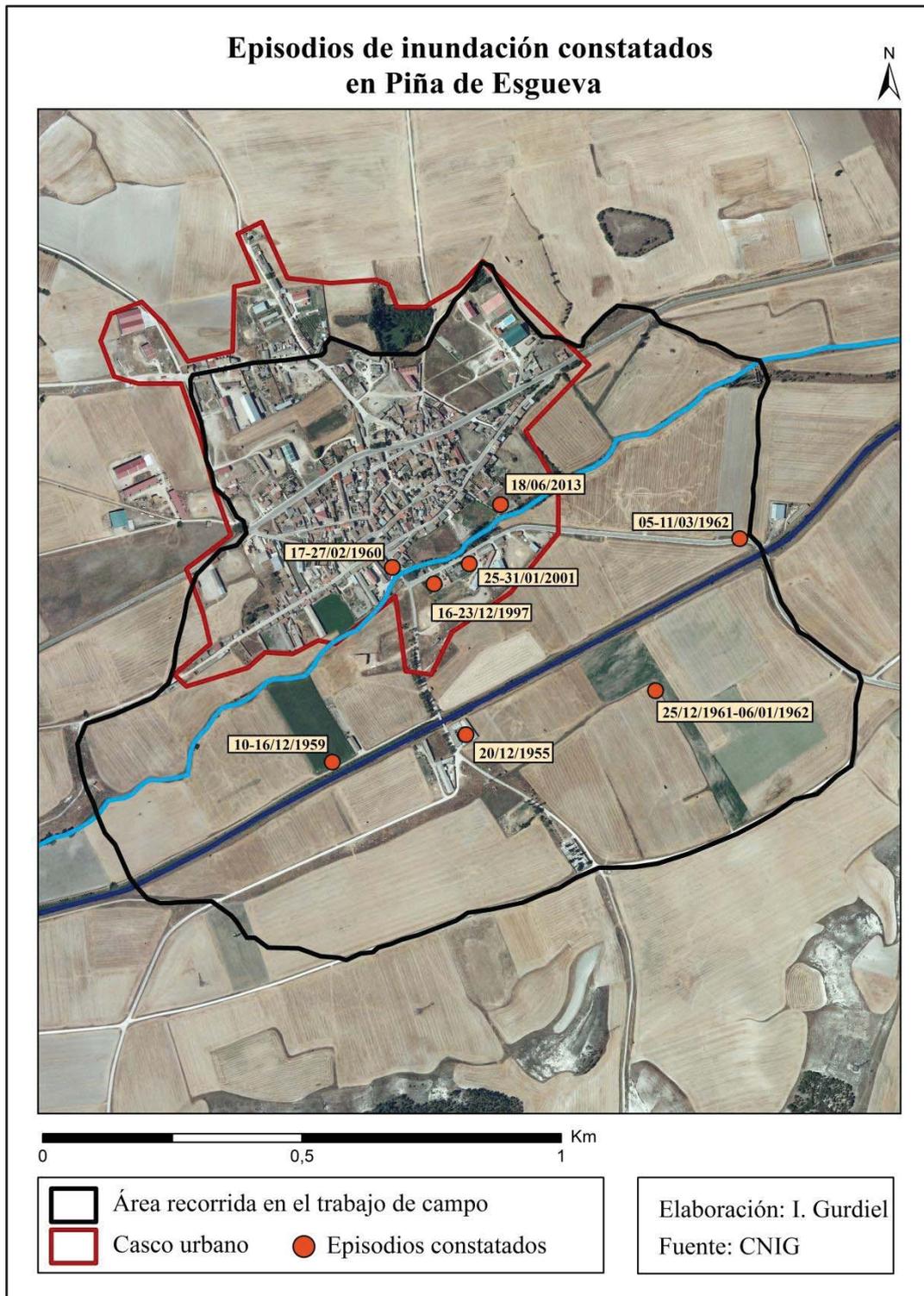
- Tabla 11:

Episodios de inundación constatados en el término municipal de Piña de Esgueva	
Episodio	Peligrosidad
20/12/1955	MEDIA
10-16/12/1959	ALTA
17-27/02/1960	ALTA
25/12/1961-06/01/1962	ALTA
05-11/03/1962	BAJA
16-23/12/1997	ALTA
25-31/01/2001	ALTA
18/06/2013	MEDIA
Elaboración: I. Gurdiel	

4.2.2. Cartografía general de los episodios de inundación constatados

Se ha procedido a la representación cartográfica de los episodios de inundación constatados en el término municipal de Piña de Esgueva. Los puntos exactos que indican la localización de las inundaciones corresponden a zonas hasta las cuales llegó la lámina de agua en cada una de ellas y las viviendas, naves, carreteras o equipamientos que anegó el agua.

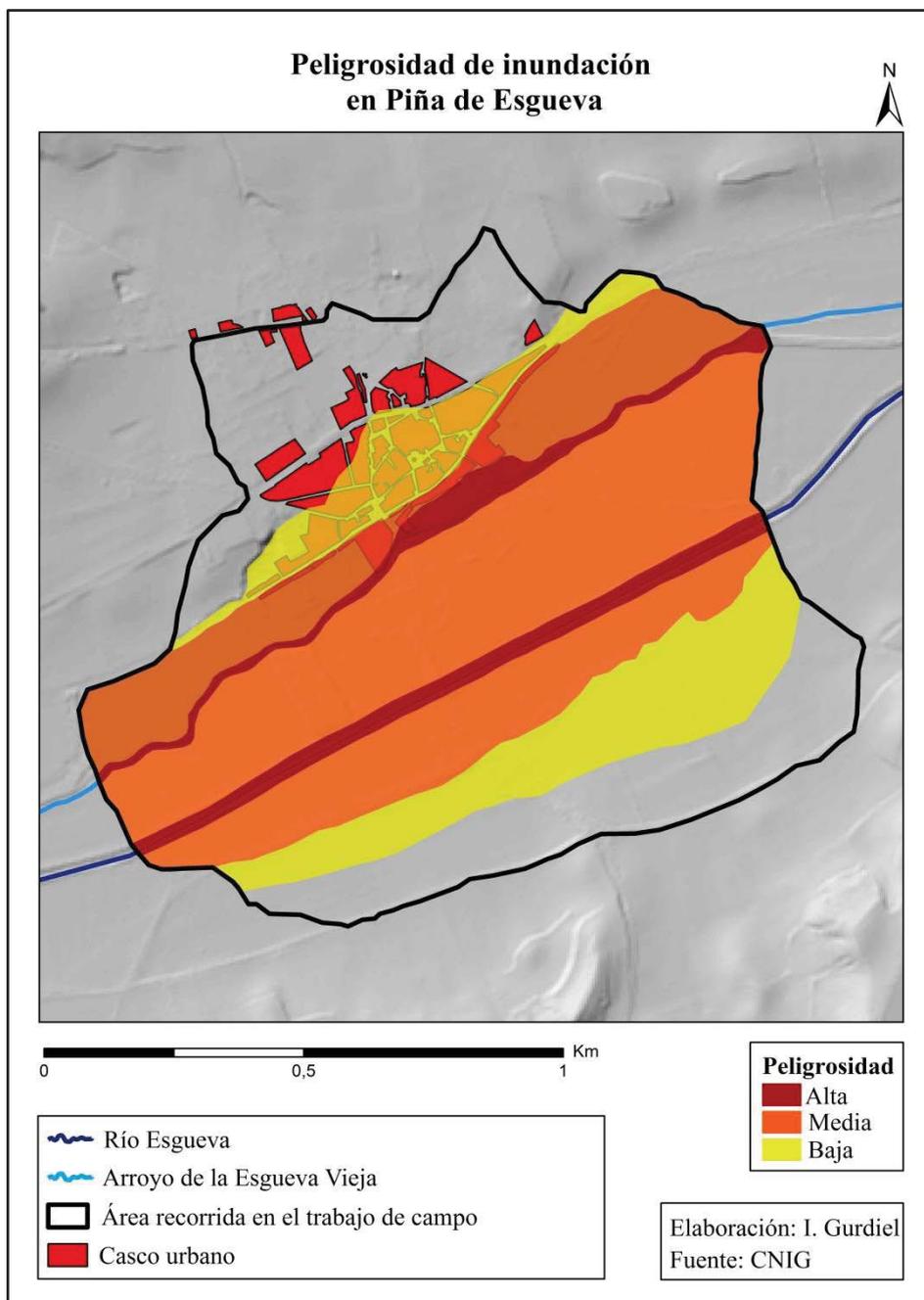
- Figura 22:



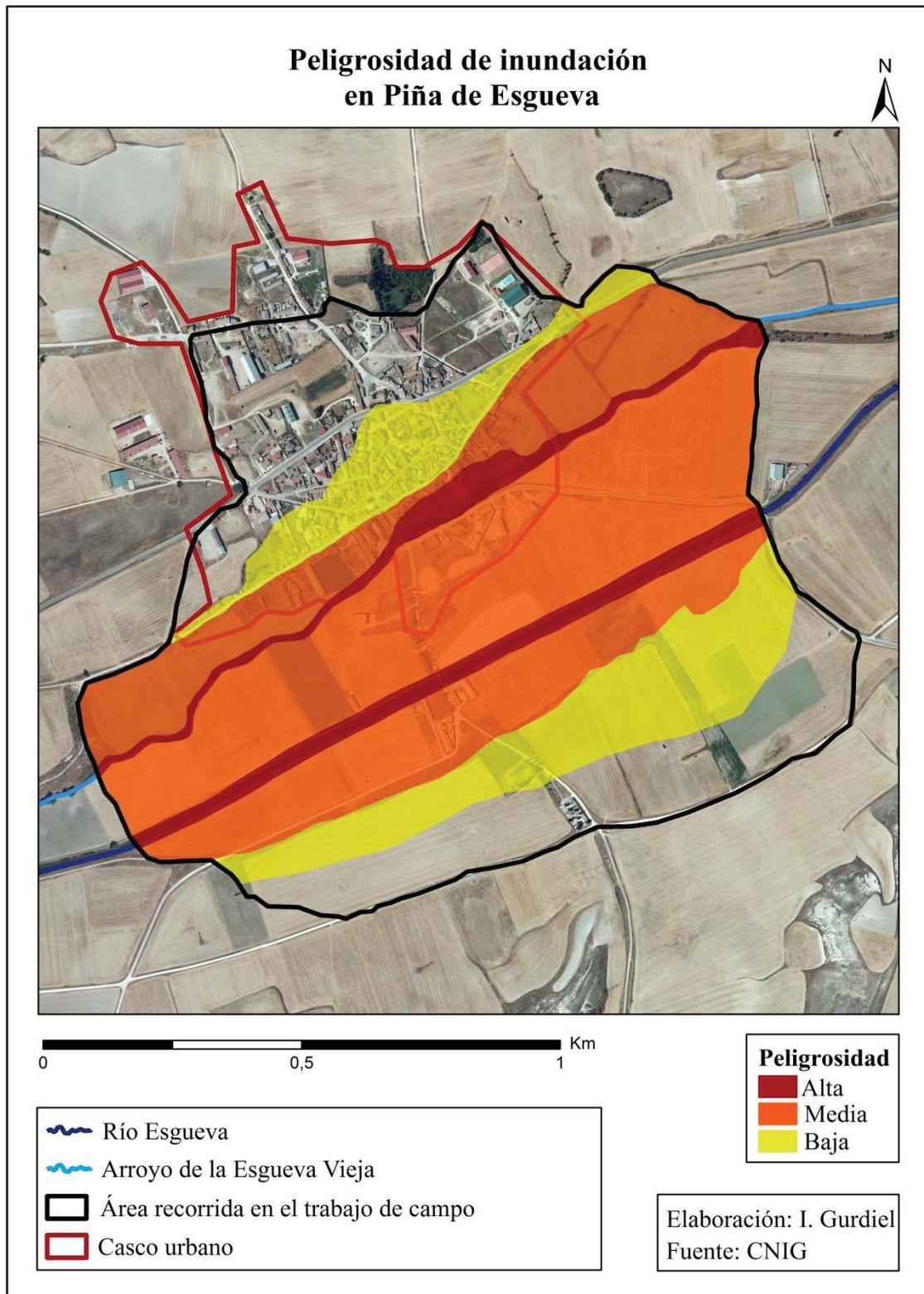
4.3. Resultados del análisis geomorfológico-histórico: Cartografía final de inundabilidad del término municipal de Piña de Esgueva

Una vez expuestos en los apartados 4.1 y 4.2. los resultados del análisis geomorfológico y del análisis histórico respectivamente, se ha elaborado la cartografía final de inundabilidad del de Piña de Esgueva sobre el Modelo Digital del Terreno(figura 23) y sobre la ortofotografía del PNOA 2011 (figura 24). Es importante recordar que esta cartografía está elaborada para el área recorrida por el trabajo de campo y por lo tanto limitada al mismo. Las figura 23 y 24 representan la zonificación de las áreas con riesgos de sufrir episodios de inundación clasificadas en función de su peligrosidad: **ALTA**, **MEDIA**, **BAJA**.

- Figura 23: Peligrosidad de inundación en Piña de Esgueva sobre el Modelo Digital del Terreno.



- Figura 24: Peligrosidad de inundación en Piña de Esgueva sobre la ortofotografía del PNOA 2011.



III- CONCLUSIONES

Una vez realizado todo el proceso de aplicación del método geomorfológico-histórico para la elaboración de cartografía de inundabilidad del término municipal de Piña de Esgueva las conclusiones en función de los resultados obtenidos se expresan a continuación.

En primer lugar en relación a las conclusiones sobre la metodología aplicada, en la aplicación del método geomorfológico-histórico el análisis geomorfológico no ha contado con el mismo peso en los resultados finales que el análisis histórico.

El ámbito de estudio analizado es un territorio caracterizado por un alto grado de antropización que ha dificultado notablemente la obtención de información geomorfológica relevante a través del trabajo de campo, uno de los métodos más fiables en este tipo de investigaciones para encontrar evidencias y formas aluviales asociadas a episodios de inundación. Las zonas lindantes con el cauce del Arroyo de la Esgueva Vieja están totalmente ocupadas puesto que atraviesa el núcleo urbano de Piña de Esgueva. En el caso del cauce del río Esgueva, que está situado a 200 m. del núcleo urbano, las zonas lindantes están totalmente ocupadas por terrenos de cultivos de regadío. El trabajo de campo ha permitido determinar los cauces menores y la llanura de inundación, sin embargo únicamente mediante trabajo de campo no se han podido delimitar los niveles de terraza ni el final límite de la llanura de inundación con la primera terraza. Para determinar los niveles de terraza ha sido necesaria la información aportada por el Modelo Digital del Terreno y por el Mapa Geológico Nacional.

Por lo tanto a la hora de elaborar la cartografía final de inundabilidad de Piña de Esgueva se han tenido más en cuenta los resultados obtenidos en el análisis histórico, como las zonas alcanzadas por la lámina de agua o la peligrosidad asociada a cada episodio de inundación constatado en función de su intensidad y duración, para determinar la caracterización final de la inundabilidad del ámbito de estudio en función de la peligrosidad.

A realizar el análisis histórico la falta de información disponible también ha tenido un papel importante en los resultados finales. La información de caudales de la Red Oficial de Estaciones de Aforo, necesaria para caracterizar los episodios de inundación constatados y para buscar evidencias de caudal que llevaran a determinar episodios de inundación deducidos, ha resultado insuficiente e incompleta. La serie de datos de caudales disponibles en el ámbito de estudio abarca desde el año 1977 hasta el año 2011 pero el año 1997 carece de información debido, previsiblemente, al cambio de estación de aforo entre Castroverde de Cerrato que dejó de estar en funcionamiento y la de Villanueva de los Infantes que comenzó a registrar caudales en esas fechas. Por otro lado no ha podido llevarse a cabo la caracterización de los episodios de inundación constatados en función de los caudales en el momento de ocurrencia, porque varios años de la serie 1977-2011 no tienen información de caudales disponible.

Sin embargo a la hora de obtener información histórica para elaborar el Catálogo de Inundaciones Históricas destaca la disponibilidad de información a través de los distintos catálogos consultados si bien todas las fuentes consultadas tienen registrados pocos eventos en el ámbito de estudio, lo cual puede deberse a la falta de registro del evento en el momento de ocurrencia del episodio, para lo cual se determinan episodios deducidos, o a la inexistencia del mismo.

A pesar del mayor peso del análisis histórico sobre el análisis geomorfológico, el método geomorfológico-histórico responde a una metodología muy completa de cara a la elaboración de cartografía de inundabilidad porque analiza y tiene en cuenta todos los factores influyentes en las inundaciones.

En relación a los resultados obtenidos una vez desarrollado todo el trabajo, el término municipal de Piña de Esgueva no destaca especialmente como una zona con muchos episodios de inundación registrados puesto que en los últimos 60 años sólo ha habido ocho episodios de inundación constatados. Al tratarse de una zona que no suele sufrir episodios de inundación, estos suelen provocar daños importantes en el territorio. La caracterización en función de la peligrosidad de los 8 episodios constatados en el ámbito de estudio denota que predominan los episodios de peligrosidad alta (6 episodios) frente a los de peligrosidad media (2 episodios) y peligrosidad baja (1 episodio). Esto demuestra que los pocos episodios de inundación constatados en el término municipal de Piña de Esgueva suelen ser de muy intensos y de larga duración puesto que son los dos factores que han sido utilizados para determinar la peligrosidad alta de las inundaciones.

Es importante señalar que la zonificación escogida para determinar la peligrosidad de inundación en Piña de Esgueva corresponde al área recorrido por el trabajo de campo porque es la zona donde se tiene constancia de los episodios de inundación constatados (análisis histórico) ya que es la zona más cercana al núcleo urbano y a los cauces del río Esgueva y del Arroyo de la Esgueva Vieja. El resto del territorio del término municipal cercano a los cauces está ocupado por tierras de cultivo y por lo tanto tiene menos importancia que el propio núcleo urbano de cara a delimitar su inundabilidad, y el resto del territorio municipal que no está cercano a los cauces, se encuentra en las cuestas y los páramos, zonas con peligrosidad nula de sufrir inundaciones.

Por otro lado una vez aplicado el método geomorfológico-histórico se puede comprobar que cumple perfectamente con todos los objetivos de elaboración del Trabajo Fin de Grado y permite desarrollar las competencias que ha adquirido el geógrafo durante los años de formación del Grado en Geografía y Ordenación del Territorio.

IV- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y CARTOGRÁFICAS

1. Bibliografía

- Ayala-Carcedo, F. J. y Olcina Cantos, J. (coord.). (2002): *Riesgos Naturales*. Barcelona: Ariel.
- Ministerio del Interior. Dirección General de Protección Civil y Emergencias (2011): *Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas*.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Dirección General del Agua (2011): *Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables: Evaluación Preliminar del Riesgo (EPRI)*. Madrid
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural. Confederación Hidrográfica del Duero, y Marino.
 - (2010). *Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) en la demarcación hidrográfica del Duero: Evaluación Preliminar del Riesgo (EPRI) y Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs)*. Madrid
 - (2011). *Catálogo de Inundaciones Históricas de la Cuenca del Duero*. Inédito
- Morales Rodríguez, C. G. y Ortega Villazán, M^a T.
 - (2002): “Las inundaciones en Castilla y León”. *Revista Ería.*, nº 59, p. 305-332.
 - (2009): *Estudio piloto del río Carrión. Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables*. Grupo de Investigación en Riesgos Naturales (NATRISK), Departamento de Geografía, Universidad de Valladolid. Valladolid,

2. Fuentes estadísticas

- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Servicio de Cartografía y Sistemas de Información Geográfica. Red Oficial de Estaciones de Aforo.
- Diario El Norte de Castilla. *Hemeroteca 2001-2013*.

3. Fuentes cartográficas

- Ministerio de Fomento. Instituto Geográfico Nacional (IGN). Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).
- Junta de Castilla y León. Infraestructura de Datos Espaciales de Castilla y León (IDECyL).
- Junta de Castilla y León. Consejería de Agricultura y Ganadería. Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL).