

*PLAN PROVINCIAL DE PROTECCION CIVIL ANTE EL
RIESGO DE INUNDACIONES EN TOLEDO*

AUTOR: INÉS DE EUSEBIO RUBIO

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	3
III. ANTECEDENTES	5
III.1. DIRECTRIZ BÁSICA DE PLANIFICACIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL ANTE EL RIESGO DE INUNDACIONES	5
III.1.1. ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA PLANIFICACIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL ANTE EL RIESGO DE INUNDACIONES	5
III.1.1.1. TIPOLOGÍA DE LAS INUNDACIONES OBJETO DE LA DIRECTRIZ	5
III.1.1.2. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS Y ZONIFICACION TERRITORIAL	5
III.1.3. ESTRUCTURA GENERAL DE LA PLANIFICACIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL ANTE EL RIESGO DE INUNDACIONES	6
III.2. PLAN ESPECIAL DE EMERGENCIAS ANTE EL RIESGO DE INUNDACIONES DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO	7
III.2.1. ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE LAS ZONAS DE INUNDACIÓN POTENCIAL	7
IV. OBJETIVOS	9
IV.1. OBJETIVOS GENERALES	9
IV.2. OBJETIVOS PARTICULARES	9
V. DESCRIPCIÓN	11
V.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DE LA 1ª PARTE: <i>La provincia de Toledo</i>	11
V.1.1. CONTEXTO GEOGRÁFICO	11
V.1.2. CONTEXTO GEOLÓGICO	11
V.1.3. HIDROLOGÍA	12
V.1.4. INFORMACIÓN ADMINISTRATIVA	13
V.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DE LA 2ª PARTE: <i>El municipio de Toledo</i>	13
V.2.1. DESCRIPCIÓN BREVE DEL MUNICIPIO	13
V.2.1. EL TAJO Y SUS INUNDACIONES HISTÓRICAS A SU PASO POR TOLEDO	13
VI. METODOLOGÍA	15
VI.1. METODOLOGÍA 1ª PARTE - ANÁLISIS PROVINCIAL DEL RIESGO DE INUNDACIONES	15
VI.1.1. VALORACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO -16	16
VI.1.1.1. FACTORES DE PELIGROSIDAD O INUNDABILIDAD - 16	
VI.1.1.2. FACTORES DE VULNERABILIDAD (V)	17
VI.1.1.3. FACTOR DE EXPOSICIÓN (E)	18
VI.1.1.4. FACTORES EMPÍRICOS (E _m)	19
VI.1.2. PESO DE LOS FACTORES DE RIESGO	20

VI.1.3. MÉTODO DEL PROCESO	21
VI.2. METODOLOGÍA 2ª PARTE - ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE NÚCLEOS DE POBLACIÓN CON VALORES DE RIESGO ELEVADOS	22
VI.2.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO	22
VI.2.1.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CAUDALES	22
VI.2.1.2. PROCESO Y APLICACIÓN	24
VI.2.2. ESTUDIO HIDRÁULICO	25
VII. RESULTADOS	28
VII. 1. RESULTADOS 1ª PARTE - ANÁLISIS PROVINCIAL DEL RIESGO DE INUNDACIONES	28
VII.1.1. ESTUDIO DE LOS FACTORES DE RIESGO	28
VII.1.2. ZONIFICACIÓN DE LA PROVINCIA SEGÚN RIESGO DE INUNDACIONES	40
VII.2. RESULTADOS 2ª PARTE - ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE NÚCLEOS DE POBLACIÓN CON VALORES DE RIESGO ELEVADOS	43
VII.2.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO	43
VII.2.2. ESTUDIO HIDRÁULICO	45
VII.2.2.1. SALIDAS GRÁFICAS DE LAS ETAPAS DEL ESTUDIO	45
VII.2.2.2. RESULTADOS DEL PROCESO HEC-RAS	49
VII.2.2.2.1. SECCIONES TRANSVERSALES	50
VII.2.2.2.2. BLOQUES TRIDIMENSIONALES	53
VII.2.2.2.3. PERFILES LONGITUDINALES DE LA LÁMINA DE AGUA (WS), LÍNEAS DE ENERGÍA (EG), CALADO CRÍTICO (CRIT) Y LECHO (GROND)	54
VII.2.2.2.4. VELOCIDAD DE LA CORRIENTE	55
VII.2.2.3. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE ÁREAS INUNDABLES Y PARÁMETROS DE PELIGROSIDAD	56
VIII. DISCUSION	65
VIII.1. DISCUSIÓN 1ª PARTE - ANÁLISIS PROVINCIAL DEL RIESGO DE INUNDACIONES	65
VIII.2. DISCUSIÓN 2ª PARTE - ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE NÚCLEOS DE POBLACIÓN CON VALORES DE RIESGO ELEVADOS	65
IX. CONCLUSIONES	67
XI.1. COCLUSIONES 1ª PARTE - ANÁLISIS PROVINCIAL DEL RIESGO DE INUNDACIONES	67
IX. 2. CONCLUSIONES 2ª PARTE - ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE NÚCLEOS DE POBLACIÓN CON VALORES DE RIESGO ELEVADOS	67
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
XI. ANEXO	72

I. INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

Las inundaciones son el riesgo geológico con mayor capacidad destructiva. Pueden acarrear numerosas pérdidas de vidas humanas e ingentes daños económicos. El desarrollo de las actividades humanas en las cuencas hidrográficas ocasiona importantes efectos en el drenaje, en la generación de inundaciones y en la erosión.

Constituyen un caso un tanto peculiar, puesto que a diferencia de otros riesgos naturales resultan necesarias para el correcto funcionamiento de muchos ecosistemas fluviales, donde el desbordamiento de los cauces asegura abastecimiento hídrico suficiente a las zonas húmedas adyacentes, al tiempo que fertiliza y repone los suelos de las cuencas bajas (Nuhfer et al., 1993).

En la definición del concepto de **riesgo**, la presencia del hombre y su margen de tolerancia al exceso de agua juega un papel importante. En principio, las crecidas fluviales constituyen un caso extraordinario de escorrentía caracterizada por una gran cantidad de flujo que se genera y evacua con relativa rapidez. Cuando el flujo supera la capacidad de evacuación del cauce, el agua ocupa la llanura de inundación, construida a lo largo de los años por el propio sistema fluvial, precisamente para absorber el impacto de las avenidas. El problema surge cuando el hombre se instala en las zonas inundables.

Históricamente, las llanuras aluviales constituyen el sustrato idóneo para la ocupación humana, tanto por la disponibilidad de agua, como por la fertilidad de sus tierras y su topografía llana.

En principio, estos asentamientos se dieron en zonas resguardadas y seguras de los márgenes de los ríos, pero el crecimiento demográfico ha conllevado el establecimiento en zonas más peligrosas. En Europa, desde finales del siglo XIX y principios del XX, se produjo una invasión de las cuencas bajas de los ríos estimulada por la industrialización. Poco a poco, las inundaciones pasaron de fenómeno hidrometeorológico natural al riesgo de mayores dimensiones para el continente.

En la balanza del riesgo natural, durante la segunda mitad del siglo XX, se ha producido una inclinación hacia el lado de la acción del hombre, debido al cambio de percepción social hacia los riesgos naturales; pasándose de la adaptación al medio de las poblaciones, al intento de sometimiento de aquél por parte del hombre (Camarasa, 2002).

El control de las crecidas está últimamente relacionado con los derechos de uso del recurso hídrico, lo que hace del control de las inundaciones una de las cuestiones más importante y politizada de la Ordenación del Territorio y la gestión del Medio Ambiente.

Según una publicación de la Agencia Europea del Medio Ambiente, las grandes inundaciones ya constituyen el tipo de catástrofe natural más habitual en Europa. Se prevé que el cambio climático y, la creciente intensidad de lluvias torrenciales, aumentará la frecuencia de grandes inundaciones fluviales en algunas zonas de Europa.

En España, las inundaciones son el fenómeno natural que con mayor frecuencia se manifiesta, dando lugar a situaciones de grave riesgo, tanto para población como para bienes, y originando efectos destructivos en extensas áreas del territorio, dañando infraestructuras básicas e interrumpiendo servicios esenciales. Obsérvese que entre 1990 y 2000, las inundaciones supusieron casi el 20 % de las víctimas mortales por peligros

naturales, superado sólo este porcentaje las víctimas por temporales marítimos (Ver Ilustración 1).

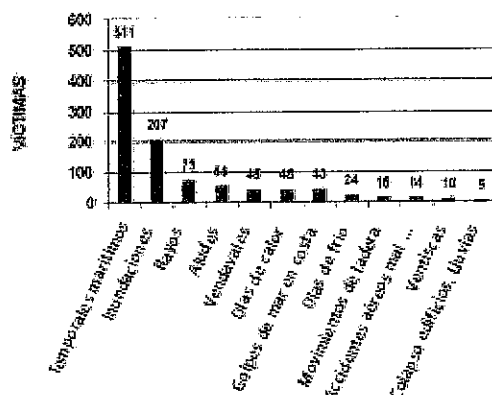


Ilustración I.1 - Víctimas mortales por peligros naturales en España, 1990-2000 (Total = 1046)

Es importante considerar las abundantes pérdidas económicas que conllevan las inundaciones. Según el Consorcio de Compensación de Seguros del Ministerio de Economía y Hacienda, la cuantía total de las indemnizaciones entre 1971 y 1997 asciende a 282.429 millones de pesetas.

La lucha contra el riesgo de inundación pasa por el conocimiento profundo de las cuencas fluviales y los procesos que generan las avenidas, siempre que la dotación de sistemas de previsión y alarma funcionen en tiempo real y en colaboración con los servicios de Protección Civil (Camarasa, 2002).

II. JUSTIFICACIÓN

II. JUSTIFICACIÓN

España es un país con un importante riesgo de inundaciones, como indica el registro histórico del territorio peninsular e insular. En un informe elaborado en 1984 por la Comisión Técnica de Inundaciones de la Comisión Nacional de Protección Civil, se detectaron 1400 puntos negros en la red fluvial española, repartidos por todas las grandes cuencas hidrográficas peninsulares (Nuhfer et al., 1993). La cuenca del Tajo cuenta con 25 puntos conflictivos; siendo una de los episodios más importantes sucedidos dentro del territorio español, la inundación de Consuegra (Toledo) en 1891, que produjo 359 víctimas mortales y destruyó parte del municipio. (*Ver Ilustraciones XI.1 y XI.2 del Anexo*)

En los últimos cuarenta años se ha producido en el territorio español una avenida grave cada 5 años. Anualmente se producen inundaciones menos severas, pero que ocasionan pérdidas económicas significativas. Los peligros por inundación afectan prácticamente a toda la geografía española, centrándose de forma especial en las costas mediterránea y cantábrica y en los espacios fluviales de los grandes ríos peninsulares (Pujadas, 2002).

Los hechos citados, derivan en la necesidad de medios y recursos de las Administraciones Públicas que aseguren la protección bienes y personas. La Norma Básica de Protección Civil, aprobada por Real Decreto 407/1992, de 24 de abril, la cual determina en su apartado 6 que el riesgo de inundación será objeto de Planes Especiales en aquellos ámbitos territoriales que lo requieran, señala en el apartado 7.2 de la misma Norma, que dichos Planes Especiales se elaborarán de acuerdo con las Directrices Básicas relativas al riesgo. El Consejo de Ministros aprobó en su reunión del 9 de diciembre de 1994, a propuesta del Ministro de Justicia e Interior y previo informe de la Comisión Nacional de Protección Civil, el acuerdo por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación De Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones.

El análisis de riesgos ha permitido comprobar la tendencia de los últimos cincuenta años en lo relativo a inundaciones: las víctimas -más del 95 % del total- no se producen en los ríos grandes y medios, sino en arroyos y torrentes, a menudo con régimen esporádico, como las ramblas o riberas, y que, por tanto, la mitigación de este riesgo -en el cual España ostenta el récord de la Unión Europea en este Decenio- pasa necesariamente por la Ordenación del Territorio apoyada en mapas de riesgos (IGME, 2002). El análisis de riesgo incorpora la visión preventiva, es decir, su función es justamente prevenir los riesgos, mitigarlos racionalmente antes de que se produzcan los sucesos (Camarasa, 2002).

Al ser el territorio el escenario del suceso o posible suceso de inundación, se hace necesario precisar, matizar y establecer jerarquía sobre la posibilidad de que un espacio geográfico registre un evento natural de rango extraordinario, lo que debe conducir al establecimiento de ámbitos o grados de riesgo (Olcina y Ayala, 2002).

La cartografía de riesgo de inundación constituye uno de los instrumentos básicos para el conocimiento y gestión de las avenidas de fluviales. Además de ofrecer una delimitación de las zonas inundables de las cuencas y su nivel de peligro; pone de manifiesto el grado de vulnerabilidad de las personas.

El desarrollo del Plan aportará una cartografía de áreas de riesgo aplicable en la planificación territorial, ya que supondrá una herramienta que pueda emplearse junto a otras para restringir los usos del suelo en determinadas zonas del territorio, y no exponer ni a la población ni bienes vulnerables al riesgo de inundación.

Como se ha comentado, será necesaria de igual modo una adecuada ordenación del territorio, que permita minimizar los daños si se dan sucesos adversos. Los mapas de riesgo constituyen un instrumento básico para decidir sobre la ubicación de zonas residenciales, sobre el diseño de servicios y de infraestructuras, así como la base fundamental para los Planes de Emergencia de Protección Civil.

III. ANTECEDENTES

III. ANTECEDENTES

Dado el contexto del proyecto, es necesario hacer referencia a algunos documentos relevantes:

- La *Directriz Básica de Planificación De Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones*, mencionada anteriormente, que pretende homogeneizar los criterios para la elaboración de Planes Especiales de Protección Civil.
- El *Plan Especial de Emergencias ante el Riesgo de Inundaciones de la Comunidad Autónoma del País Vasco*, caso concreto de elaboración de cartografía de riesgo a escala regional.

III.1. DIRECTRIZ BÁSICA DE PLANIFICACIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL ANTE EL RIESGO DE INUNDACIONES

Esta Directriz establece los requisitos mínimos que han de cumplir los diferentes Planes de Protección Civil frente al riesgo de inundaciones. Fue aprobada por el Consejo de Ministros en su reunión del 9 de diciembre de 1994, el cual acordó, además, que los análisis de riesgos y zonificación territorial especificados en los Planes Especiales elaborados, aprobados y homologados conforme a la Directriz, serán tenidos en cuenta por los órganos competentes en el proceso de planificación territorial y de los usos del suelo.

III.1.1. ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA PLANIFICACIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL ANTE EL RIESGO DE INUNDACIONES

III.1.1.1. TIPOLOGÍA DE LAS INUNDACIONES OBJETO DE LA DIRECTRIZ

Se consideran todas aquéllas que representen riesgo para la población y los bienes, produzcan daños a las infraestructuras básicas o interrumpan servicios esenciales, y que puedan ser encuadradas en los siguientes tipos:

- Inundaciones por precipitación "in situ".
- Inundaciones por escorrentía, avenida o desbordamiento de cauces, provocada o potenciada por:
 - o Precipitaciones
 - o Deshielo o fusión de nieve
 - o Obstrucción de cauces naturales o artificiales
 - o Invasión de cauces, aterramientos o dificultades de avenamiento
 - o Acción de las mareas
- Inundaciones por rotura o la operación incorrecta de obras de infraestructura hidráulica.

III.1.1.2. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS Y ZONIFICACION TERRITORIAL

Estos análisis pretenden identificar y clasificar las áreas inundables del territorio de estudio en el Plan, y clasificar las zonas inundables en función del riesgo.

A. *Análisis de las zonas de inundaciones potenciales o afectadas por fenómenos asociados*

Clasificación de zonas en:

- Zona de inundación frecuente: Zonas inundables para avenidas de periodo de retorno de cincuenta años.
- Zona de inundación ocasional: Zonas inundables para avenidas de periodo de retorno entre cincuenta y cien años.
- Zona de inundación excepcional: Zonas inundables para avenidas de periodo de retorno entre cien y quinientos años.

B. *Análisis de riesgo por inundaciones*

La clasificación de las zonas por razón del riesgo será la siguiente:

Zonas A, de riesgo alto: Zonas en las que las avenidas de cincuenta, cien o quinientos años producirán graves daños a núcleos de población importante. Se consideraran zonas de riesgo máximo aquellas en las que las avenidas de cincuenta años producirían impactos a viviendas aisladas, o daños importantes a instalaciones comerciales o industriales y/o a los servicios básicos. A efectos de emergencias, se considerarán las subzonas:

- o **Zonas A-1:** Zona de riesgo alto frecuente: aquellas zonas inundables en las que la avenida de cincuenta años producirían graves daños a núcleos urbanos.
- o **Zonas A-2:** Zona de riesgo alto ocasional: aquellas zonas inundables en las que la avenida de cincuenta años producirían graves daños a núcleos urbanos.
- o **Zonas A-3:** Zona de riesgo alto excepcional: aquellas zonas inundables en las que la avenida de cincuenta años producirían graves daños a núcleos urbanos.

Zonas B, de riesgo significativo: Zonas no coincidentes con las zonas A, en las que las avenidas de cien años producirían impactos a viviendas aisladas, y las avenidas con un periodo de retorno igual o superior a los cien años, daños significativos a instalaciones comerciales o industriales y/o a los servicios básicos.

Zonas C, de riesgo bajo: Zonas no coincidentes con las zonas A ni zonas B, en las que las avenidas de quinientos años producirían impactos en viviendas aisladas, y las avenidas consideradas en los mapas de inundación, daños pequeños a instalaciones comerciales o industriales y/o a los servicios básicos.

III.1.3. ESTRUCTURA GENERAL DE LA PLANIFICACIÓN DE PROTECCIÓN CIVIL ANTE EL RIESGO DE INUNDACIONES

Para asegurar una respuesta eficaz de las Administraciones Públicas ante situaciones de emergencias, se requiere que los planes elaborados se conciban como parte de una estructura capaz de hacer frente a los supuestos que puedan presentarse. Se consideraran dos niveles de planificación: Plan Estatal y Planes de Comunidades Autónomas; estableciendo sus conceptos, las funciones básicas y unos contenidos mínimos.

III.2. PLAN ESPECIAL DE EMERGENCIAS ANTE EL RIESGO DE INUNDACIONES DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO

Plan elaborado por el Departamento de Interior de la Administración de la Comunidad Autónoma del País Vasco, con la colaboración del Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del mismo Gobierno, siendo presentado a mediados de 1999.

El objeto fundamental del Plan, fue establecer la organización y procedimientos de actuación de los recursos y servicios propios de la Comunidad Autónoma Vasca en los casos de emergencias por inundaciones, asegurando la necesaria coherencia operativa entre los mismos, al objeto de que no puedan darse en ningún caso situaciones de las funciones. Una de las funciones básicas desarrolladas por el Plan, fue el análisis de los factores geomorfológicos, hidrológicos, físicos, estructurales, forestales, demográficos y urbanos, que determinan los riesgos potenciales de las inundaciones del País Vasco, así como la definición de zonas del territorio en función del riesgo de inundación.

III.2.1. ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE LAS ZONAS DE INUNDACIÓN POTENCIAL

Para definir la magnitud de las inundaciones, y consecuentemente las zonas expuestas a las mismas, el Plan ha empleado dos análisis distintos que en conjunto definen de forma real las zonas inundables de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Son los siguientes:

1. *Análisis de inundaciones históricas*
Se definen directamente las zonas inundables, a partir de las referencias históricas, como aquellas frecuentemente castigadas por las inundaciones y/o con mayor intensidad, estableciéndose las causas principales que las produjeron, los daños principales y su magnitud relativa.

2. *Análisis hidrometeorológico de cuencas*
Mediante modelización hidrológica de cuenca, se calculan los caudales máximos de avenida para determinados periodos de retorno y en cada uno de sus perfiles transversales de la misma establecidos, determinando los niveles de inundación alcanzados por estos caudales máximos.

Análisis de inundaciones históricas

Con el fin de observar la problemática de las inundaciones en el territorio, se realizó una recopilación de inundaciones ocurridas en el último milenio, con un inventario de puntos y lugares más conflictivos.
De la información de inundaciones históricas se han establecido zonas con diferentes niveles de riesgo para las cuencas hidrográficas del País Vasco:

- Zonas de riesgo histórico alto
- Zonas de riesgo histórico medio
- Zonas de riesgo histórico significativo

Análisis hidrometeorológico de cuencas

Cálculo de los caudales máximos de avenida en puntos significativos mediante la transformación de precipitación en escorrentía a través de una aplicación (HEC1) para la obtención de líneas de inundación para periodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100, 500 y 1000 años. Posteriormente, cálculo de los niveles de inundación para esos caudales máximos, asociados a distintos periodos de retorno, a partir de la geometría del cauce definida topográficamente.

Tras este análisis fue posible elaborar un mapa de riesgos, zonificando el territorio en función de su riesgo potencial de inundación con el siguiente resultado:

- Zonas A-1 de riesgo ALTO FRECUENTE
- Zonas A-2 de riesgo ALTO OCASIONAL
- Zonas A-3 de riesgo ALTO EXCEPCIONAL
- Zonas B de riesgo SIGNIFICATIVO
- Zonas C de riesgo BAJO

IV. OBJETIVOS

IV. OBJETIVOS

IV.1. OBJETIVOS GENERALES

1. Analizar la peligrosidad o inundabilidad de núcleos habitados de la provincia de Toledo y categorizar los municipios en función del riesgo de inundación.
2. Seleccionar un municipio con un valor elevado de riesgo y realizar una zonación en clases de riesgo a partir de los datos obtenidos en un estudio hidrológico-hidráulico.

IV.2. OBJETIVOS PARTICULARES

1. Experimentar distintas metodologías para la evaluación del riesgo de inundación a escala municipal.
2. Elegir diversos factores condicionantes del riesgo y valorar el grado de incidencia:
 - Tipología del cauce
 - Proximidad al cauce
 - Litología
 - Población expuesta
 - Población especialmente vulnerable
 - Inundaciones históricas
3. Representar cartográficamente la zonas de riesgo resultado del estudio con cuatro categorías de riesgo:
 - Riesgo muy bajo
 - Riesgo bajo
 - Riesgo medio
 - Riesgo alto
 - Riesgo muy alto
4. Clasificar los municipios de la provincia en función de las zonas de riesgo obtenidas.
5. Seleccionar un municipio de valor elevado de riesgo y elaborar un análisis de inundabilidad detallado.
6. Aplicar métodos de análisis estadísticos para la modelación hidrológica del cauce y establecer los caudales con periodo de retorno establecidos por la Directriz Básica de Planificación De Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones.
7. Aplicar modelos hidráulicos de estimación de altura de la lámina de agua para los caudales calculados.
8. Representar cartográficamente los resultados: áreas inundables y parámetros de peligrosidad.

9. Extraer conclusiones derivadas de los estudios realizados.

V. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

V. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

V.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DE LA 1ª PARTE: La provincia de Toledo

V.1.1. CONTEXTO GEOGRÁFICO

La provincia de Toledo se sitúa aproximadamente en el centro geográfico de la Península, en el intervalo de latitudes entre 40° 19' y 39° 16' Norte, y de longitudes 5° 24' y 2° 54'.

Su altitud media es de 600-700 metros, con una distribución altimétrica bastante bien zonada. Los elementos más elevados se localizan en la mitad meridional con las plataformas de la Mesa de Ocaña-Tarancón, la meseta cristalina de Toledo y las elevaciones de los Montes de Toledo (el relieve de la provincia culmina en el pico Rocigalgo, con 1.451 metros). Los terrenos de menor cota corresponden a la mitad septentrional, donde aparecen las llanuras de la depresión del Tajo constituida por las campiñas, terrazas y vegas de los principales ríos: Tajo, Guadarrama, Alberche y Tietar. Las distribuciones altimétrica se completa con los terrenos llanos de la mitad meridional, correspondientes a las Llanuras de La Mancha, y las elevaciones montañosas de la mitad septentrional (Sierra de San Vicente) (Caballero, Carrasco y Díez, 2003).

V.1.2. CONTEXTO GEOLÓGICO

Los terrenos toledanos forman parte de las tres grandes regiones físico-geológicas de la Península: el Macizo Hespérico o Ibérico, las cuencas o depresiones cenozoicas y las coberturas mesozoicas.

El *Macizo Hespérico o Ibérico* esta constituido por las formaciones que se organizaron en torno al ciclo hercínico. En esta provincia, los materiales correspondientes a esas etapas evolutivas aparecen localizados en los dominios de los Montes de Toledo y sus rampas y plataformas septentrionales, como el Sistema Central, representado por el Bloque del Piélagu y sus plataformas y rampas occidentales.

La provincia de Toledo pertenece a la denominada Zona Centrobética, cuyos rasgos distintivos son la presencia de rocas plutónicas y materiales metamórficos de grado de transformación variable, y el carácter discordante de la cuarcita del Ordovícico inferior sobre su sustrato, es decir, entre las formaciones del ciclo hercínico (paleozoicas en general) y las previas o sustrato prehercínico (preordovícicas).

Las *cuencas o depresiones cenozoicas* están constituidas por la Fosa del Tajo, y las plataformas de transición entre esta y las planicies de la Mancha (plataforma y depresiones de los valles del río Algodor y Ciguñuela). Las depresiones están rellenas por los sedimentos coetáneos a la elevación de los relieves de la Meseta (es el caso Sistema Central, Montes de Toledo y Sierra de Altamira). Se trata de materiales depositados por cursos fluviales que emergían de los relieves y se expandían por la llanura (abánicos aluviales) y que en ocasiones llegaban a formar lagunas efímeras en el centro de la cuenca.

Las facies correspondientes a estos ambientes de sedimentación presentan una progresión granulométrica desde los bordes hacia el centro de la cuenca [...]. En la zona de contacto entre el Macizo Hespérico y la Fosa del Tajo, se diferencian unas arenas líticas (arcosas) de granulometría gruesa [...]. Hacia el interior de la cuenca las arenas disminuyen rápidamente de tamaño y comienzan a tener importantes niveles de depósitos de arcillas y limos propios de las llanuras de inundación [...]. En el interior de la cuenca, los niveles se hallan bien diferenciados, pudiendo establecer tres unidades: *unidad inferior o salina*, *unidad intermedia* y *unidad superior*. Es en ésta última sobre la que aparecen depósitos detríticos asociados a procesos recientes de génesis de rañas (largas y suaves pendientes) y de terrazas fluviales (costras y series arcillo-arenosas o Series Rojas de la Mesa de Ocaña).

Las *coberteras mesozoicas* más importantes aparecen en el extremo suroriental de la provincia. Se trata de relieves predominantemente calcáreos que forman plataformas y lomas. Son formaciones fundamentalmente carbonáticas correspondientes a facies marinas, y representan el límite oriental del Macizo Hespérico, dando paso a los relieves alpinos. Presenta una estructura de plegamiento apretado (anticlinales, sinclinales, pliegues-falla, etc.) de orientación general norte-sur, que hacia la Mancha se transforman en relieves de plataforma.

Completan el conjunto de materiales presentes en la provincia las formaciones superficiales o depósitos recientes del Cuaternario y Plioceno. Destacan, entre otros, los aluviones de las redes fluviales constituyentes de las artesas de aterramiento y fondos de valles (Caballero, Carrasco y Díez, 2003).

V.1.3. HIDROLOGÍA

Desde este punto de vista, la provincia de Toledo pertenece en su mayoría a la cuenca hidrográfica del Tajo, y en menor proporción a la del Guadiana. En la primera, junto al río principal, destacan el Guadarrama, Alberche, Algodor, Torcón, Pusa, Sangrera, entre otros. A la cuenca del Guadiana pertenecen los ríos Cigüela, Riansares y Amarguillo, que drenan la Mancha toledana, y varios arroyos de las cuencas del Bullaque y Estena, que drenan la vertiente meridional de los Montes de Toledo.

A continuación, se muestran características de algunos de los cauces citados:

El **río Tajo**, con sus 1.200 kilómetros, es la corriente fluvial más larga de la Península Ibérica y el río más caudaloso de la submeseta meridional. Tiene su nacimiento en varias surgencias próximas a las Muelas de San Juan (Montes Universales, Cordillera Ibérica), y circula en sentido general E-O hasta su desembocadura en el océano Atlántico. Su régimen hidrológico presenta una alta variabilidad natural inter e intra-anual, algo atenuada artificialmente como consecuencia de las infraestructuras de regulación.

La cuenca hidrográfica del **río Alberche** se sitúa en la zona central, ligeramente centro-occidental, de la Península Ibérica, a caballo entre dos grandes unidades geográficas: el Sistema Central y la submeseta meridional o Cuenca del Tajo. Con una extensión en planta de 4.195 Km², presenta una morfología en planta compacta semilunar, elongada O-E.

El río **Amargullo** es un afluente del Cigüela y pertenece a la cuenca del Guadiana. Tiene una longitud de 55 Km y una cuenca de 563 Km² elongada en dirección O-E siguiendo las últimas estratificaciones de Montes de Toledo (Potenciano, 1996).

V.1.4. INFORMACIÓN ADMINISTRATIVA

Con una superficie de 15.368 Km², la provincia de Toledo ocupa el tercer lugar en extensión dentro de la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha. Aparece limitada al norte por Ávila y Madrid, Cuenca al este, Ciudad Real al sur y Cáceres al oeste.

La provincia está dividida en nueve comarcas, pudiendo establecerse diferencias entre las comarcas del oeste, centro y este de la misma. La zona oeste encierra cuatro comarcas: La Jara, la Sierra de San Vicente, la Campaña de Oropesa y las Cuatro Villas y Talavera. Talavera de la Reina es el centro económico y geográfico de esta zona, con 82975 habitantes (Datos INE, 2005).

La zona centro cuenta con la ciudad de Toledo como centro neurálgico, y se divide también en cuatro comarcas: La Sagra, Torrijos, los Montes de Toledo y Toledo capital, con 75533 habitantes (Datos INE, 2005).

La zona este es la comarca de La Mancha, cuyo liderazgo social y económico es compartido por Madriddejos, Consuegra, Quintanar de la Orden y Ocaña.

V.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DE LA 2ª PARTE: El municipio de Toledo

V.2.1. DESCRIPCIÓN BREVE DEL MUNICIPIO

Capital y sede del Gobierno de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, se encuentra situada en el centro del país a unos 71 Km al sur de Madrid. A 529 metros de altitud sobre el nivel del mar, cuenta con una población aprox. de 75533 habitantes. La ciudad histórica está emplazada en lo alto de un promontorio granítico que el río Tajo, con un cauce profundamente encajado, rodea y aísla por los lados este, sur y oeste, mientras que por el norte se une con la meseta castellana a través de la comarca de La Sagra.

V.2.1. EL TAJO Y SUS INUNDACIONES HISTÓRICAS A SU PASO POR TOLEDO

El Tajo es un río de sinuosidad alta, en algunos tramos meandriformes, con carga mixta de arenas y gravas y una pendiente media de 0.0005 m m⁻¹. Al igual que la mayoría de los ríos peninsulares, se caracteriza por la irregularidad interanual del caudal.

Este río está sujeto a una extrema variabilidad anual y estacional, con crecidas extraordinarias de caudales punta superiores a 30 veces el caudal medio. El régimen de inundaciones del Tajo, está influenciado por el paso de frentes atlánticos por la Península, principalmente en invierno y a principios de la primavera.

La Ciudad de Toledo no presenta un extenso registro de inundaciones pretéritas. Ello es debido a que buena parte del recinto histórico amurallado se sitúa sobreelevado en la Peña, varias decenas de metros por encima del cauce del río.

No obstante, la existencia a cotas próximas al agua de fincas agrícolas en las márgenes del río (Huerta del Rey, Palacio de Galiana, Vegas Alta y Baja), así como la presencia de construcciones (puertas del recinto amurallado y puentes) e instalaciones industriales (molinos, fábricas, saltos y azudes), hace que haya quedado constancia de los eventos de crecida importantes.

El registro de inundaciones históricas del río Tajo en Toledo, está compuesto por cuatro fuentes de información: registro documental (manuscritos, libros...), registro de marcas (de nivel y placas), registro sistemático (estación de aforos de la Confederación Hidrográfica del Tajo) y registro geológico-morfológico (depósitos detríticos dejados durante las crecidas). En la tabla 3 del Anexo, pueden consultarse los resultados de estos registros.

La crecida reciente más importante, de la que aún se conserva memoria en la población toledana, tuvo lugar el 6 de marzo de 1947, produciendo la inundación extensa y duradera de amplios sectores del Vega Alta (Huerta del Rey, Palacio de Galiana, estación de ferrocarril...) y la Vega Baja (Fábrica de Armas). También se produjeron inundaciones a lo largo del Torno, en la margen derecha de las inmediaciones de la Torre del Hierro, y en diversos tramos de la actual senda ecológica y parques colindantes. De estas inundaciones se dispone de fotografías en el Archivo Municipal (*Ver Ilustración 2*).

Posteriormente, han sucedido eventos con efectos de inundación menores dados en 1968, 1989, 1996, 1997, 1998 y 2001 (Uribelarrea et al., 2004).

VI METODOLGIJA

VI. METODOLOGÍA

El proyecto consta del desarrollo de dos partes diferenciadas, coincidentes con los objetivos principales establecidos:

1. Análisis provincial del riesgo de inundaciones en Toledo y clasificación de los municipios en función del riesgo de inundación.
2. Estudio hidrológico e hidráulico de núcleos de población con valores de riesgo elevados.

VI.1. METODOLOGÍA 1ª PARTE - ANÁLISIS PROVINCIAL DEL RIESGO DE INUNDACIONES

El análisis del riesgo de inundaciones de la provincia se ha realizado a través de técnicas de evaluación multicriterio (MCE), teniendo en cuenta diferentes factores ponderados condicionantes del riesgo.

Se han utilizado los núcleos de población de los municipios de Toledo obtenidos de la base de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE). No se han incluido las pedanías o aldeas por no estar georreferenciadas en la base de datos digital empleada.

La clasificación final obtenida será una zonificación espacial de la provincia con diferentes niveles de riesgo.

VALOR	NIVEL
1	Riesgo muy bajo
2	Riesgo bajo
3	Riesgo medio
4	Riesgo alto
5	Riesgo muy alto

Tabla VI.1 – Nivel de Riesgo

La UNESCO propone la siguiente ecuación del riesgo (1978), aplicada en la evaluación de riesgos naturales:

$$\text{RIESGO} = P \times V \times E$$

Donde:

P: peligrosidad

V: vulnerabilidad

E: exposición

El análisis del riesgo de inundación para la provincia de Toledo se ha realizado con una modificación de dicha ecuación, para ajustarse a los datos de partida y conseguir un análisis más completo, introduciendo la "ocurrencia empírica" para tener en cuenta el dato de las inundaciones históricas. La valoración final es el resultado de una suma ponderada de todos los factores implicados:

$$\text{RIESGO} = \Sigma [p_i \times \text{valor del factor (I, V, E, E}_m)]$$

Donde:

PLAN PROVINCIAL DE PROTECCIÓN CIVIL

p: peso del factor
I: inundabilidad o peligrosidad de inundación
V: vulnerabilidad
E: exposición
E_m: ocurrencia empírica

Esta modificación se debe a que los factores de peligrosidad, vulnerabilidad o exposición de la ecuación de UNESCO evalúan el riesgo como una situación *potencial* (por ocurrir) de pérdidas sociales o económicas, mediante la valoración de las condiciones reales existentes. La inclusión del factor empírico permite introducir una valoración de situaciones ya ocurridas, a partir de datos reales (*empíricos*). La razón de introducir estos datos se debe a que si en el pasado se alcanzaron determinados niveles por el agua, es probable que se vuelvan a alcanzar.

VI. 1.1. VALORACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO

Se han establecido diferentes rangos de valor para otorgar mayor o menor peligrosidad, vulnerabilidad y exposición a cada núcleo de población, en función de su comportamiento ante cada criterio estudiado dentro de los factores.

VI.1.1.1. FACTORES DE PELIGROSIDAD O INUNDABILIDAD

A. Tipo de cauce

- Arroyo = valor 5
- Río = valor 3
- Cañada o canal = valor 1

Cabría esperar que las clases o rangos de valor para el tipo de cauce fuesen en aumento desde las cañadas y canales hasta los ríos, en función de su carácter (permanente o temporal) y su magnitud. Pero dado el punto de vista del estudio y el enfoque del análisis de riesgos hacia la protección civil, se justifica darle un mayor peso a los arroyos, corrientes fluviales normalmente con un carácter más temporal que los ríos y asociados a inundaciones relámpago, producidas de forma natural cuando algunas tormentas, más o menos ocasionales, vierten grandes cantidades de lluvia sobre pequeñas cuencas vertientes. Son de una duración muy corta, pero sus efectos son devastadores para los residentes del entorno (Núñez et al., 1993).

Tanto crecidas como avenidas provocan igualmente graves inundaciones, pero los sistemas de alarma asociados a avenidas de grandes ríos, son más eficaces que para pequeños arroyos, habitualmente cercanos a pequeños municipios con fuertes avenidas repentinas y difíciles de prever.

B. Proximidad al cauce

- 0 metros (el cauce atraviesa el municipio) = valor 5
- De 0 a 500 metros = valor 4
- De 500 a 1000 metros = valor 3
- De 1000 a 2500 metros = valor 2
- Más de 2500 metros = valor 1

Se ha tenido en cuenta la proximidad de los núcleos de población a los cauces, de modo que exista mayor peligrosidad en función de la cercanía a la corriente.

C. Litología

- Depósitos aluviales, terrazas, coluviones y litologías indiferenciadas (Holoceno) = valor 5
- Terrazas, pie de monte, depósitos diluviales, cantos, gravas, arenas, arcillas, limos y yesos (Pleistoceno) = valor 2
- Resto de litologías = valor 1

Dentro de este factor se valora la presencia de litologías del Cuaternario de carácter aluvial. La clasificación se justifica con la "edad" de los materiales. Los sedimentos relacionados con inundaciones recientes pertenecen al Cuaternario, ya que son depósitos de la dinámica fluvial actuales, en términos geológicos. Los valores no son secuenciales (5→3→1) para otorgarle más peso a los sedimentos del Holoceno.

VI.1.1.2. FACTORES DE VULNERABILIDAD (V)

D. Población especialmente vulnerable (niños y ancianos)

- Mayor de 50% = valor 5
- De 15% a 50% = valor 3
- De 0% a 15% = valor 1

Con la suma de la proporción de población de 0 a 4 años y mayores de 65 años (niños y ancianos) de cada municipio obtenemos el porcentaje de población más vulnerable. Debido a sus edades, presentan mayores problemas, derivados de su limitada movilidad, frente a este tipo de riesgos.

Los límites de los intervalos de porcentaje se han establecido con un análisis de la frecuencia absoluta del número de municipios con un determinado porcentaje de población vulnerable, de tal forma que se establecen los rangos en función de la distribución. Los datos de partida pueden verse en la Tabla XX. El resultado del estudio estadístico se muestra a continuación.

Porcentaje de Población Vulnerable	Nº de municipios
10_15	11
15_20	21
20_25	44
25_30	44
30_35	27
35_40	20
40_45	18
45_50	11
50_55	3
55_60	3
60_65	2
TOTAL = 204	

Tabla VI.2. – Análisis de frecuencia absoluta de población vulnerable

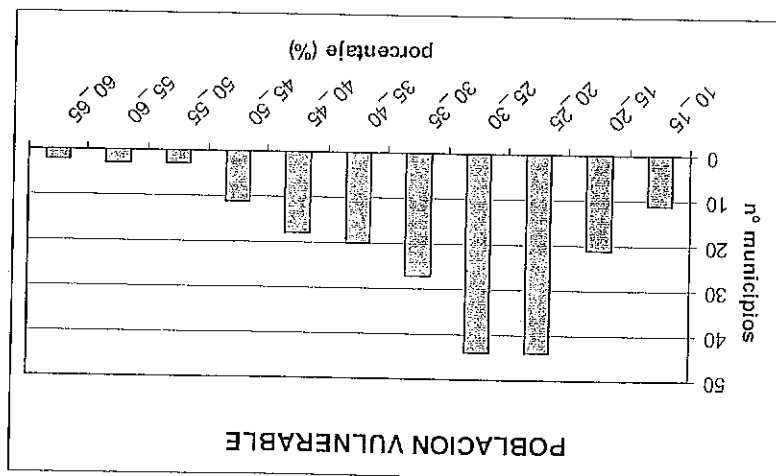


Gráfico VI.1. - Resultado gráfico del análisis de frecuencia de población vulnerable

VI.1.3. FACTOR DE EXPOSICIÓN (E)

- E. Población expuesta
- Mas de 7500 hab. = valor 5
 - De 3000 a 7500 hab. = valor 3
 - De 1500 a 3000 hab. = valor 2
 - De 0 a 1500 hab. = valor 1

Los rangos de este factor se han obtenido del mismo modo que para el factor anterior. El análisis de la frecuencia absoluta aplicado al número de municipios que presentan un determinado número de habitantes, ofrece la posibilidad de dividirlos en categorías de diferente valor.

Los datos de partida pueden consultarse en la siguiente Tabla XX. El resultado del estudio estadístico se muestra a continuación.

Población Expuesta (nº hab.)	Nº de municipios
0 1500	106
1500 3000	51
3000 5000	24
5000 7500	9
7500 10000	5
10000 15000	7
>15000	2
TOTAL = 204	

Tabla VI.3. - Análisis de frecuencia absoluta de población expuesta

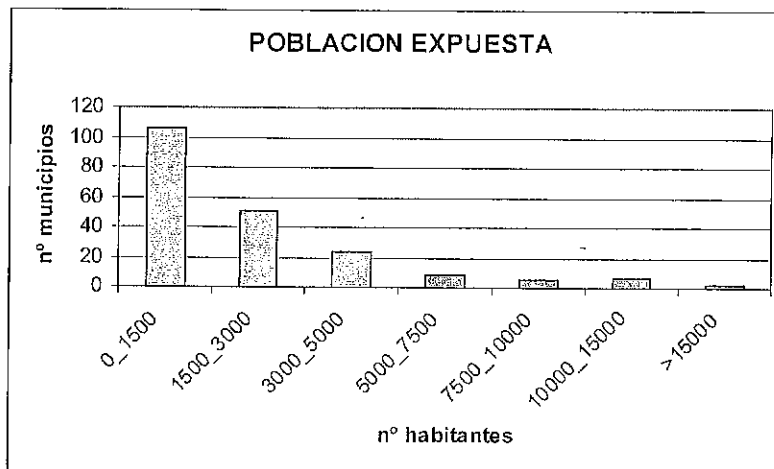


Gráfico VI.2. – Resultado gráfico del análisis de frecuencia de población expuesta

VI.1.1.4. FACTORES EMPÍRICOS (E_m)

F. Inundaciones históricas

- Más de 3 eventos = valor 5
- De 1 a 3 eventos = valor 3
- Ningún evento = valor 1

La construcción de los embalses supone un cambio en la dinámica fluvial, ya que normalmente regulan la oscilación del caudal. En muchos casos, su construcción está relacionada con el control de avenidas.

Si las inundaciones han ocurrido después de la construcción de los embalses, se mantiene la peligrosidad en el tiempo. Es decir, las inundaciones son más peligrosas, puesto que fueron capaces de superar la capacidad de laminación del sistema de embalses.

Por tanto, no cabe otorgarle el mismo valor a una inundación sucedida anterior a la construcción del embalse que a un evento dado después. Se han utilizado unos multiplicadores para otorgarle más peso a las inundaciones según la etapa en la que sucedieron. Si el caudal del cauce no se está regulado por no tener ningún embalse, se le ha otorgado el máximo valor posible, por no influir en el año que se produjeron. Para el intervalo de fechas se ha tenido en cuenta el histórico de construcción de los embalses.

- Fecha del evento anterior a 1900 $\rightarrow$ 1/3
- Fecha del evento entre 1900 y 1945 $\rightarrow$ 2/3
- Fecha del evento posterior a 1945 o cauce sin regulación $\rightarrow$ 1

Después, la suma ponderada de todas las inundaciones ocurridas, se valora con las categorías del factor.

FECHA EVENTO

MUNICIPIO	<1900	1900-1945	>1945	SUMA (sin peso)	FECHA CONSTRUCCION	FECHA EMBALSE	SUMA PONDERADA
AJOFRIN	1	0	0	1			1
ALCAUDETE	1	1	0	2	1969		1
CAMUÑAS	1	0	0	1			1
CARRANQUE	1	0	0	1			1
CAZALEGAS	0	0	2	2	1949		2
CONSUEGRA	2	0	0	2			2
CORRAL DE ALMAGUER	0	0	1	1			1
ESCALONA	2	1	0	3			3
MALPICA	2	0	0	2	1967		0.66666667
MAZARAMBROZ	1	0	0	1			1
MORA	2	0	0	2			2
ORGAZ	1	0	0	1			1
OROPESA	0	3	0	3			3
PEPINO	0	0	1	1			1
SANTA OLLALA	1	0	0	1			1
SONSECA	1	0	0	1			1
TALAVERA DE LA REINA	14	3	7	24	1949, 1967		13.6666667
TEMBLEQUE	2	0	0	2	1947, 1974, 1977		0.66666667
TOLEDO	29	4	9	42	1947		21.33333333
VILLACANA	1	0	2	3			3
VILLAFRANCA DE LOS CABALLEROS	2	0	0	2			2
VILLASEQUILLA DE YEPES	1	0	0	1			1
YEPES	1	0	0	1			1

Tabla VI.4 -- Datos de inundaciones históricas de los municipios de la provincia de Toledo

VI.1.2. PESO DE LOS FACTORES DE RIESGO

- A cada factor estudiado se le otorga un peso en función de la incidencia e importancia sobre la posibilidad de inundación:
- El máximo peso otorgado fue para las inundaciones históricas, debido a que supone una evidencia clara de la posibilidad de que ocurra en evento en ese punto.
 - El segundo valor más alto se le otorga al factor de proximidad al cauce dado que es un factor altamente condicionante. La no presencia de cauces conlleva escasas o nula probabilidad de que ocurra una inundación.
 - La exposición y la vulnerabilidad deben presentar los mismos valores, dado el enfoque del estudio, pero no pesos más elevados, ya que el riesgo de que ocurra un evento de inundación no está ligado al tipo de población expuesta ni al tamaño demográfico de la zona.
 - La tipología del cauce recibe uno de los valores más bajos de ponderación. Como ya se comentó en la *Justificación* (Capítulo II), el análisis de riesgos ha permitido comprobar la tendencia de los últimos cincuenta años en lo relativo a inundaciones: más del 95 % víctimas no se producen en los ríos grandes y medios, sino en arroyos y torrentes, a menudo con régimen esporádico, como las ramblas o riberas (Ayala, 2004). Por tanto, el tipo de cauce no condiciona la inundación ni deriva en mayores o menores daños, es posible un suceso tanto en cauces caudalosos como en pequeños arroyos habitualmente secos.

- A la litología no se le ha dado mayor peso por aparecer litologías indiferenciadas del Cuaternario cercanas a cursos de agua, pudiendo no deberse éstas a la dinámica fluvial.

Los pesos asignados a los diferentes factores fue la siguiente:

	<i>Factor</i>	<i>Peso</i>
<i>Peligrosidad</i>	Tipo de cauce	10 %
	Proximidad al cauce	20 %
	Litología	10 %
<i>Vulnerabilidad</i>	Población vulnerable	15 %
<i>Exposición</i>	Población expuesta	15 %
<i>Ocurrencia empírica</i>	Inundaciones históricas	30 %

Tabla VI.5 – Peso de los factores

VI.1.3. MÉTODO DEL PROCESO

Para realizar el análisis de riesgo en la provincia mediante la evaluación multicriterio ha sido empleado un programa de Sistemas de Información Geográfica (SIG):

ArcView 3.2: Programa de SIG de ESRI (Environment Systems Research Institute). Es una aplicación de elevada capacidad de consulta y análisis de datos espaciales. Existe también el programa de ESRI ArcGIS, que es una versión más actualizada de ArcView, la cual ha sido empleada para la segunda fase.

También se ha empleado la aplicación **CartaLinx**, utilizada para crear datos espaciales digitales a partir de mapas en formato papel, que luego pueden ser empleados en ArcView.

A continuación se presenta un esquema con los pasos seguidos en el análisis:

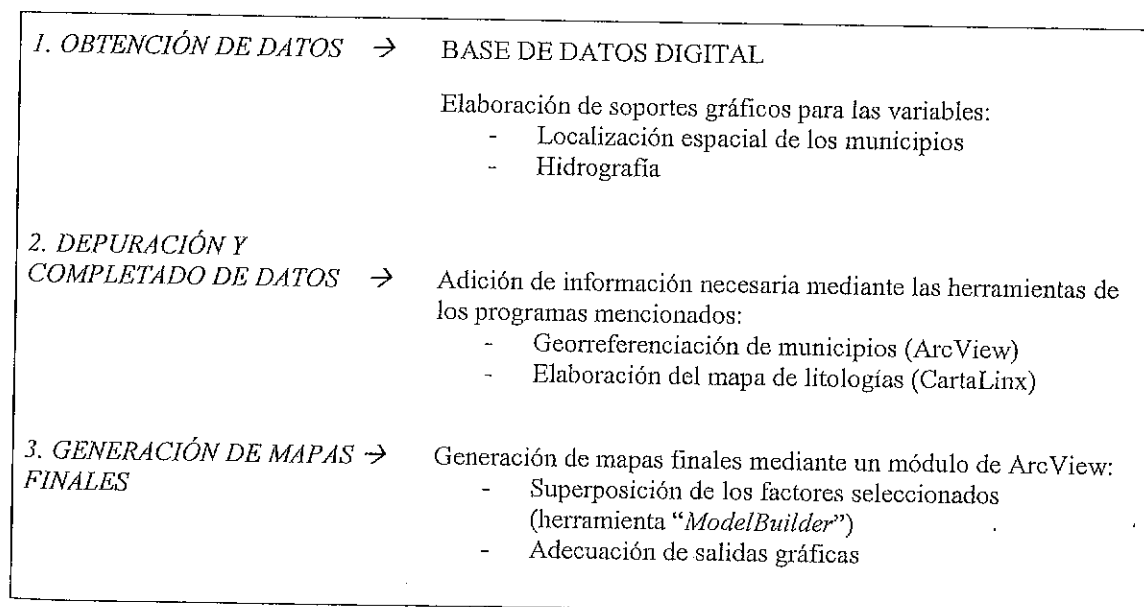


Tabla VI.6 – Esquema de trabajo del análisis de riesgo

VI.2. METODOLOGIA 2ª PARTE - ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE NÚCLEOS DE POBLACIÓN CON VALORES DE RIESGO ELEVADOS

El análisis anterior ha permitido establecer las zonas de riesgo más elevadas dentro de la provincia atendiendo a los diferentes factores condicionantes del riesgo. De dichas zonas, se han extraído los municipios categorizados en clases de riesgo. A partir de este punto podemos seleccionar un municipio con elevado valor de riesgo y proceder al estudio hidrológico-hidráulico.

Debido a la dificultad para obtener información topográfica necesaria para la elaboración del estudio, no ha sido posible la selección del municipio deseado. Es necesaria topografía digital del interior de los cascos urbanos y de su periferia en una escala de elevado detalle, la cual no siempre está elaborada o no se puede disponer de ella en los formatos adecuados.

Se ha conseguido información del tipo requerido del municipio de Toledo, cedida gratuitamente por el Excmo. Ayuntamiento de Toledo.

VI.2.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO

El municipio de Toledo aparece envuelto en el río Tajo, y presenta riesgo alto dentro de la clasificación en niveles de riesgo. Al ser un río de importancia, cuenta con una red de estaciones de aforo en su longitud, existiendo una de ellas aguas arriba a su paso por Toledo (Estación de Aforos Número 14 del Río Tajo - CHT). Ha sido posible, por tanto, completar una serie de datos temporales de los caudales Q_c de crecida y de los caudales Q_{ci} instantáneos. Por ello, el método utilizado para la modelación hidrológica ha sido el análisis estadístico de caudales. A partir de él se obtendrán los caudales para periodos de retorno de 50, 100 y 500 años, como se dictamina en la Directriz.

VI.2.1.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CAUDALES

Considerando una crecida fluvial como un episodio de caudales anormalmente alto en algún punto o tramo de la corriente, es necesario caracterizar temporalmente estos caudales. Por ello, el primer paso consiste en la modelación hidrológica que permita estudiar estas crecidas, precisando series anuales de caudales máximos diarios (Q_c y Q_{ci}). Los datos de estos caudales pueden obtenerse de diversas formas, en función de cómo los obtenemos se procederá de una forma u otra.

Con las series anuales de caudales máximos diarios de una estación de aforos, se puede proceder a un análisis estadístico y estimar los caudales con diferentes frecuencias. Se considera que los datos de estas series son independientes e idénticamente distribuidos y, en consecuencia, que se comportan como una variable aleatoria (Q_{max}); las series de datos disponibles serían muestras de poblaciones distribuidas con arreglo a una función teórica (Diez, 2002).

El objeto del análisis estadístico de una determinada variable X , es la estimación de su valor: x , con una determinada probabilidad F de no ser superada (Ferrer, 1992):

$$Prob (X \leq x) = F(x)$$

En el caso de análisis de avenidas, es común utilizar el concepto de período de retorno T_R de un determinado caudal Q : número de años que han de pasar en promedio para que una determinada Severidad, o Intensidad de inundación, sea igualada o excedida. El período de retorno es igual al inverso de la Probabilidad Anual de Excedencia (P_E) (Ayala y Olcina, 2002):

$$T_R = 1/P_E \quad \text{ó} \quad T_R = 1/(1 - P_{NE})$$

Donde:

P_E : Probabilidad Anual de que una determinada Peligrosidad sea excedida

P_{NE} : Probabilidad Anual de no Excedencia, $P_{NE} = 1 - P_E$

La definición de las relaciones $Q-T_R$ (o estimación de los cuantiles) es el resultado habitual de los análisis estadísticos de caudales de avenidas.

En un determinado punto de la red hidrográfica, con datos de caudales máximos a lo largo de un número suficiente N de años, la relación $Q-T_R$ puede abordarse con el empleo de uno de los siguientes tipos de modelos estadísticos (Ferrer, 1992):

- modelos de series anuales de máximos
- modelos de series de valores sobre un umbral o series parciales
- modelos de series de tiempo

En el caso de emplear series anuales de máximos caudales ($Q_1, Q_2, \dots, Q_m$), se asume que estas series constituyen muestras aleatorias de una población cuya variable Q sigue una distribución:

$$Prob (Q < q) = P_{NE} = F(q)$$

Además de la anterior distinción de modelos estadísticos, el estudio de las relaciones $Q-T_R$ puede realizarse con modelos para la predicción de avenidas basados en un único lugar (univariados), multisitio (multivariados), regionales, o información histórica y de paleoavenidas. Dentro de los primeros mediante técnicas no paramétricas, básicamente la comprobación visual de ajuste a graficas de funciones de distribución, o paramétricas que tratan de ajustar a los datos un modelo estadístico.

Por disponer de la aplicación informática adecuada (CHAC), se han empleado métodos paramétricos. La definición de un modelo estadístico con métodos paramétricos implica: elección del tipo de distribución, método de ajuste de parámetros y cuantiles, y procedimiento de utilización de datos locales y regionales (Cunnane, 1987; Díez, 2002).

En los años treinta, Hazen comenzó el uso sistemático de funciones de distribución estadísticas para el ajuste de los datos de frecuencia de crecidas; Gumbel inició la aplicación de las distribuciones extremas a la hidrología de crecidas, con el tipo EVI. Las funciones de distribución actualmente mas utilizadas a nivel internacional (WMO, 1989; Ferrer, 1992; Díez, 2002) son:

- Distribuciones de valores extremos: valores extremos generalizados (GEV), incluyendo como casos particulares Gumbel (EVI), Frechet (EII) y Weibull (EVIII), y valores extremos de dos componentes (TCEV).

- Distribuciones basadas en la función Gamma de dos o tres parámetros en el espacio real o logarítmico: Pearson tipo III (PIII), Log-Pearson III (LPIII) y su caso particular lognormal de dos parámetros.

De entre los métodos de estimación de cuantiles a partir de las series de máximos anuales, tres son los más utilizados (Ferrer, 1992):

- Momentos (MOM) en el espacio real o logarítmico (LMOM). Fácil de usar, no utiliza de forma exhaustiva toda la información de la muestra; es bueno por su menor sensibilidad ante elecciones incorrectas del modelo de distribución.
- Máxima Verosimilitud (ML). Habitualmente es más eficiente (menor varianza en los parámetros estimados), pero es muy sensible a la elección del modelo de distribución.
- Momentos probabilísticamente ponderados (PWM). Confiere mayor peso a los mayores valores de la serie, resultando valores más conservadores.

Así pues, ara cada una de las serie de datos se pueden calcular los cuantiles utilizando al menos nueve combinaciones de función + método:

- Función Gumbel + Estimador de Momentos (MOM)
- Función Gumbel + Máxima Verosimilitud (ML)
- Función SORT-ET_{max} + Máxima Verosimilitud (ML)
- Función valores Extremos Generalizados (GEV) + Estimador de Momentos Ponderados (PWM)
- Función valores Extremos Generalizados (GEV) + Estimador de Momentos (MOM)
- Función valores Extremos Generalizados (GEV) + Máxima Verosimilitud con sesgo fijo
- Función valores Extremos Generalizados (GEV) + Máxima Verosimilitud (ML)
- Función Log-Pearson III (LPIII) + Método Unificado (valores Log, LMOM)

VI.2.1.2. PROCESO Y APLICACIÓN

El programa informático CHAC (Cálculo Hidrometeorológico de Aportaciones y Crecidas) esta siendo desarrollado en el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas de Ministerio de Fomento (España) dentro del Proyecto de Cooperación Técnica, en materia de Medio Ambiente e Infraestructuras, con los países de Centroamérica afectados por el Huracán Mitch (CEDEX, 2002).

Dentro del programa se creó una base de datos, tomando de partida y ejemplo los máximos caudales de crecida de los años hidrológicos comprendidos entre 1972 y 2003 registrados en la Estación de Aforos Número 14 del Río Tajo a su paso por Toledo y publicados por la Confederación Hidrográfica del Tajo en su página web.

En las opciones del menú del programa aparece la de Leyes de Frecuencia. Con esta opción se obtendrá el valor de los caudales para diferentes periodos de retorno y la probabilidad de no excedencia asociada dependiendo de la función de distribución y el

método de ajuste de los parámetros de dicha función que se elijan, dentro de los que el programa ofrece.

Se seleccionaron los archivos creados y se realizaron las siguientes combinaciones de función + método de estimación:

- Función Gumbel + Estimador de Momentos (MOM)
- Función Gumbel + Estimador de Momentos Ponderados (PWM)
- Función Gumbel + Máxima Verosimilitud (ML)
- Función SQRT-ET_{max} + Máxima Verosimilitud (ML)
- Función valores Extremos Generalizados (GEV) + Estimador de Momentos (MOM)
- Función valores Extremos Generalizados (GEV) + Estimador de Momentos Ponderados (PWM)
- Función valores Extremos Generalizados (GEV) + Máxima Verosimilitud (ML)
- Función Log-Pearson III (LPIII) + Método Individual con Sesgo Muestral

El programa calcula los caudales de crecida para los diferentes periodos de retorno de 50, 100 y 500 años, con su probabilidad de no excedencia asociada, ajustándose a la función de distribución según la función y el método seleccionado.

VI.2.2. ESTUDIO HIDRÁULICO

Con los caudales máximos de crecida (Q_c) obtenidos del estudio hidrológico, se realizarán simulaciones para los diferentes periodos de retorno calculados sobre el cauce a su paso por Toledo, desde aguas arriba del lugar de situación de la estación de aforos hasta aguas abajo del Puente de Azarquiel, por haberse dado en esa zona eventos de inundación destacables.



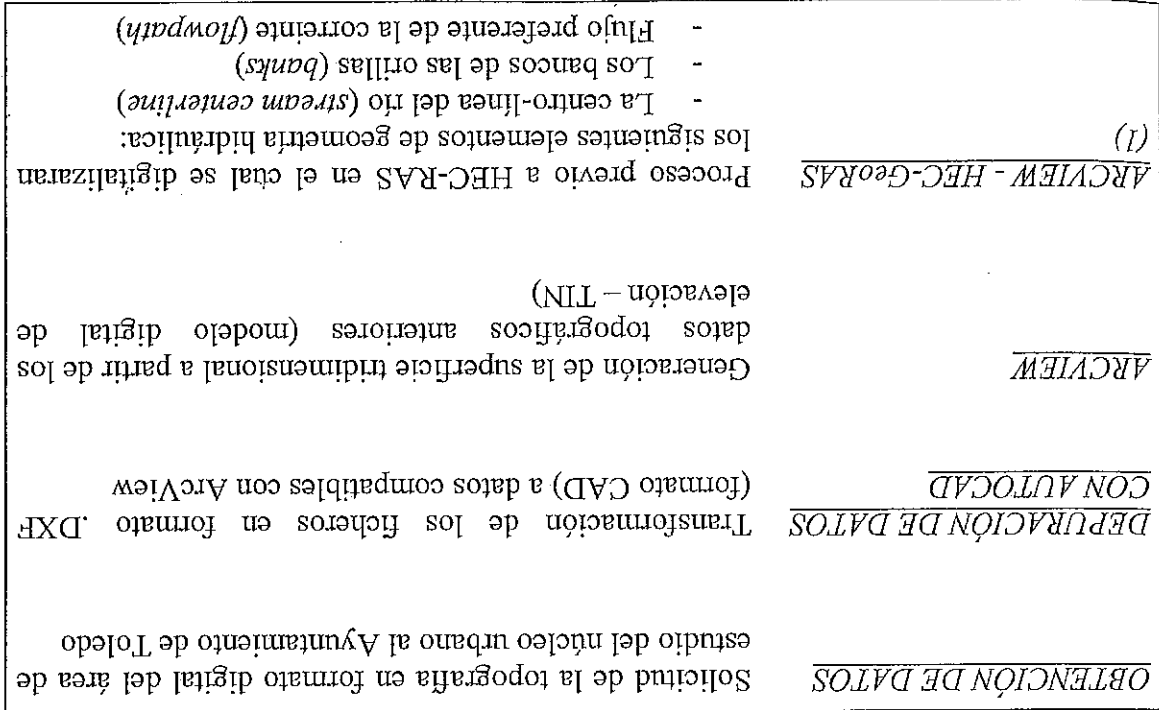
Ilustración VI.1 – Fotografía aérea de la zona de estudio (descarga de Google Earth)

Se pretende establecer una zonificación con las áreas inundables correspondientes a los caudales determinados para los periodos de retorno de 50, 100 y 500 años, así como la altura que alcanzará la lámina de agua en esas zonas.

Se han empleado las siguientes aplicaciones informáticas:

- **ArcView 3.2:** Nombrado en la fase anterior. Dentro de la aplicación se han utilizado unos módulos independientes que funcionan sobre ArcView:
 - o **3D Analyst:** Permite crear modelos de elevación digitales del terreno con estructura TIN (Triangle Irregular Network) y GRID para datos continuos y su visualización tridimensional.
 - o **Spatial Analyst:** Utiliza modelos de datos raster sobre los cuales genera superficies empleadas posteriormente para crear mapas de pendientes o modelar cuencas de drenaje (Lantada y Nuñez, 2002).
- **HEC-RAS 3.0:** desarrollado por el Hydrologic Engineering Center, puede manejar una red completa de canales, un sistema dendrítico, o una situación singular en un río; es capaz de modelizar perfiles en régimen subcrítico, supercrítico o mixto (Díez, 2002).
- **HEC-GeoRAS 3.1.2:** extensión de ArcView, que permite la conexión entre esta aplicación y HEC-RAS, creando ficheros compatibles entre ellos.
- **AutoCad 2006:** Programa de diseño asistido por ordenador desarrollado por Autodesk, ampliamente difundido en el mundo de la arquitectura y topografía.

A continuación se presenta un esquema con los pasos seguidos en el análisis:



- Secciones para el modelo hidráulico (*XS cut line*)
Tras digitalizarlos, se convierten en 3D creando un fichero para exportar los perfiles a HEC-RAS

HEC-RAS

- Se importa el fichero creado e introducimos el resto de la geometría del río, indicando las distancias existentes entre diferentes puntos de las secciones y su posición respecto a las demás.
- Introducción de los valores de Manning para ambas orillas y el centro del río.
- Se introduce el valor de Q_c para cada periodo de retorno.
- Se introducen condiciones de contorno de la localización.
- Se ejecuta el modelo seleccionando el régimen del río.
- Se crea un fichero de exportación de las alturas de la lámina de agua a ArcView.
- **RESULTADOS**

ARCVIEW - HEC-GeoRAS (2)

- Generación de la superficie de la lámina de agua en 3D (MDT).
- Superposición de la lámina de agua en 3D (MDT) con el MDE para obtener las zonas inundables para cada periodo de retorno.
- **RESULTADOS**

VII. RESULTADOS

VII. RESULTADOS

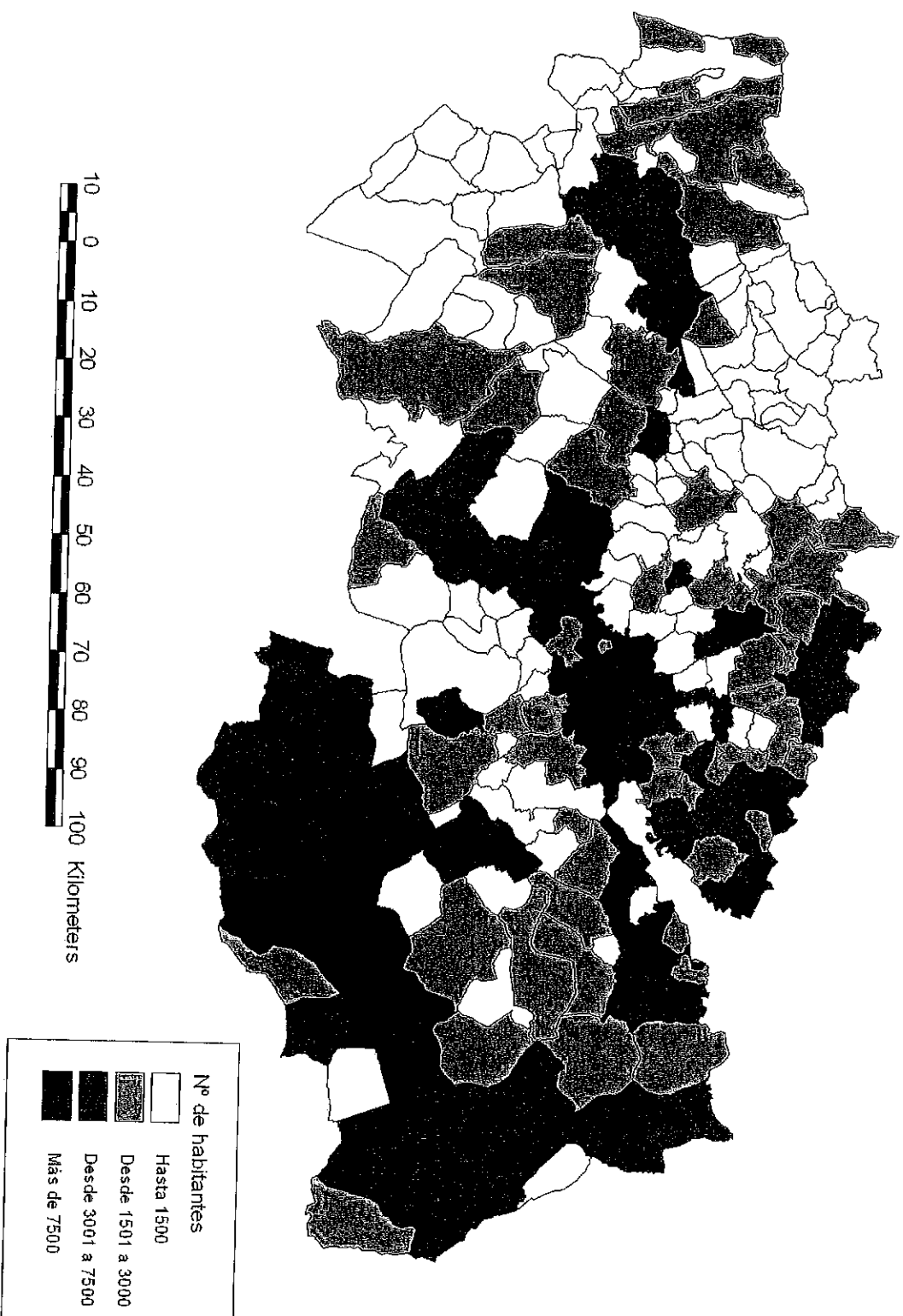
VII. 1. RESULTADOS 1ª PARTE - ANÁLISIS PROVINCIAL DEL RIESGO DE INUNDACIONES

VII.1.1. ESTUDIO DE LOS FACTORES DE RIESGO

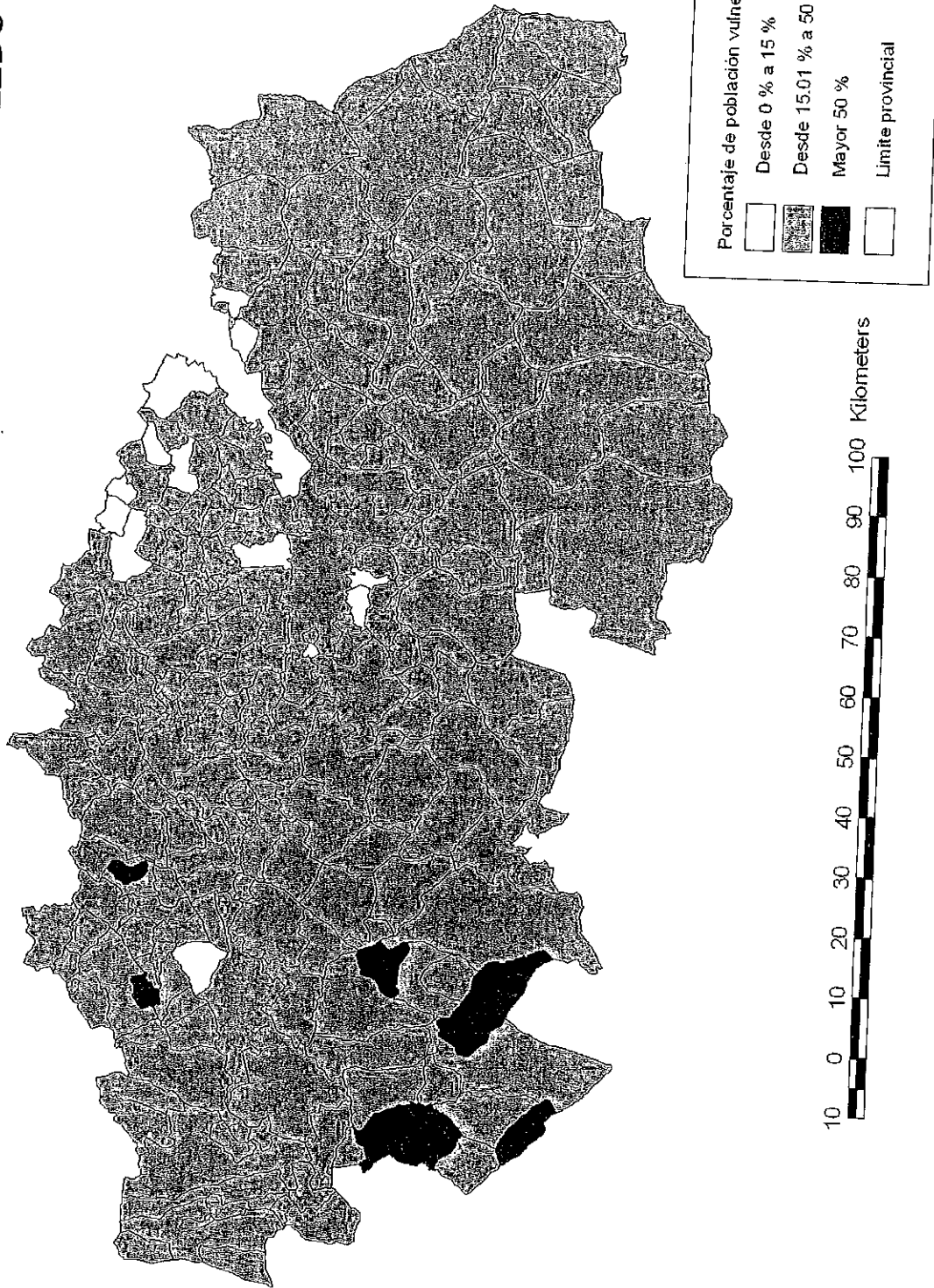
El resultado del estudio de los factores condicionantes del riesgo se muestra como salidas gráficas de la aplicación ArcView 3.2.

- Los factores “Población Expuesta” y “Población Especialmente Vulnerable” se acompañan de una tabla elaborada según los datos censales descargados de la página web del Instituto Nacional de Estadística.
- La “Litología” ha sido obtenida de los Mapas Geológicos de España, escala 1:200.000 de: Ávila, Campo de Criptana, Madrid, Talavera de la Reina y Toledo: a través de su digitalización y con una reclasificación de las zonas obtenidas.
- “Inundaciones históricas”: asignación de los eventos a las entidades donde sucedieron.
- El “Tipo de cauce” y Proximidad al cauce se determinaron con la aplicación informática.

MAPA DEMOGRÁFICO DE LA PROVINCIA DE TOLEDO



MAPA DE POBLACION VUNERABLE DE LA PROVINCIA DE TOLEDO



Cifras de población referidas al 01/01/2005. Real Decreto 1358/2005, de 18 de noviembre

Detalle municipal

Toledo: Población por municipios y grupos de edad

Unidad: Personas

Población vulnerable (%)	ANCIANOS %_niños	TOTAL NIÑOS	ANCIANOS %_niños	TOTAL NIÑOS	ANCIANOS %_niños	TOTAL NIÑOS
45000 Total provincial	4.5374	107543	27145	598256	17.976084	19.5
45001 Ajofrín	1.39	434	31	2226	19.5	20.89
45002 Alameda de la Sagra	4.9	508	153	3120	16.28	21.19
45003 Albarreal de Tajo	3.02	131	20	662	19.79	22.81
45004 Alcábon	4.82	183	33	685	26.72	31.53
45005 Alcañizo	2.2	110	7	318	34.59	36.79
45006 Alcaudete de la Jara	3.95	545	78	1977	27.57	31.51
45007 Alcolea de Tajo	2.68	210	22	822	25.55	28.22
45008 Aldea en Cabo	3.63	72	7	193	37.31	40.93
45009 Aldeanueva de Barbarroja	1.65	344	12	726	47.38	49.04
45010 Aldeanueva de San Bartolomé	0	267	0	517	51.64	51.64
45011 Almendra de la Cañada	1.82	172	7	384	44.79	46.61
45012 Almonacid de Toledo	2.26	286	18	796	35.93	38.19
45013 Almorox	2.59	510	61	2351	21.69	24.29
45014 Añover de Tajo	5.41	778	277	5118	15.2	20.61
45015 Arcicóllar	3.28	170	22	670	25.37	28.66
45016 Argés	4.25	326	160	3763	8.66	12.92
45017 Azután	1.55	88	5	322	27.33	28.88
45018 Barcience	3.16	18	3	95	18.95	22.11
45019 Bargas	5.02	962	388	7726	12.45	17.47
45020 Belvis de la Jara	2.75	709	48	1744	40.65	43.41
45021 Borox	5.42	467	137	2527	18.48	23.9
45022 Buenaventura	2.91	223	15	516	43.22	46.12
45023 Burguillos de Toledo	6.61	167	112	1695	9.85	16.46
45024 Burujón	4.23	269	58	1372	19.61	23.83
45025 Cabañas de la Sagra	5.61	197	97	1729	11.39	17
45026 Cabañas de Yepes	1.82	98	5	274	35.77	37.59
45027 Cabezamesada	1.62	174	8	494	35.22	36.84
45028 Calera y Chozas	3.91	932	159	4071	22.89	26.8
45029 Calzadilla	3.38	121	10	296	40.88	44.26
45030 Calzada de Oropesa	3.08	211	18	585	36.07	39.15
45031 Camarena	4.7	525	128	2726	19.26	23.95
45032 Camarenilla	1.65	131	9	544	24.08	25.74
45033 Campillo de la Jara (El)	1.15	175	5	435	40.23	41.38
45034 Camuñas	3.32	500	60	1805	27.7	31.02
45035 Cardiel de los Montes	0.82	69	2	245	28.16	28.98
45036 Carmona	3.72	282	32	860	32.79	36.51
45037 Carpio de Tajo (El)	3.71	666	80	2157	30.88	34.59
45038 Carranque	4.85	218	122	2517	8.66	13.51
45039 Carriches	3.04	83	9	296	28.04	31.08
45040 Casar de Escalona (El)	1.95	340	27	1386	24.53	26.48
45041 Casarrubios del Monte	4.97	580	199	4006	14.48	19.45

45042 Casasbuenas	223	4	71	1.79	31.84	33.63
45043 Castillo de Bayuela	1060	30	399	2.83	37.64	40.47
45045 Cazalegas	1453	69	325	4.75	22.37	27.12
45046 Cebolla	3308	170	583	5.14	17.62	22.76
45047 Cedillo del Condado	2102	102	270	4.85	12.84	17.7
45048 Cerralbos (Los)	418	11	149	2.63	35.65	38.28
45049 Cervera de los Montes	337	3	136	0.89	40.36	41.25
45050 Ciruelos	423	23	66	5.44	15.6	21.04
45051 Cobeja	1994	143	257	7.17	12.89	20.06
45052 Cobisa	2902	248	94	8.55	3.24	11.78
45053 Consuegra	10497	430	2175	4.1	20.72	24.82
45054 Corral de Almaguer	5904	218	1406	3.69	23.81	27.51
45055 Cuerva	1359	66	353	4.86	25.97	30.83
45056 Chozas de Canales	1764	114	286	6.46	16.21	22.68
45057 Chueca	261	0	65	0	24.9	24.9
45058 Domingo Pérez	493	13	195	2.64	39.55	42.19
45059 Dosbarrios	2219	103	451	4.64	20.32	24.97
45060 Erustes	211	3	72	1.42	34.12	35.55
45061 Escalona	2779	116	561	4.17	20.19	24.36
45062 Escalonilla	1470	63	373	4.29	25.37	29.66
45063 Espinoso del Rey	605	10	247	1.65	40.83	42.48
45064 Esquivias	4577	235	614	5.13	13.41	18.55
45065 Estrella (La)	348	0	201	0	57.76	57.76
45066 Fuensalida	8951	468	1219	5.23	13.62	18.85
45067 Gálvez	3332	164	736	4.92	22.09	27.01
45068 Garciotum	153	2	61	1.31	39.87	41.18
45069 Gerindote	2123	128	337	6.03	15.87	21.9
45070 Guadamur	1746	97	423	5.56	24.23	29.78
45071 Guardia (La)	2330	35	585	1.5	25.11	26.61
45072 Herencias (Las)	744	34	241	4.57	32.39	36.96
45073 Herrerueta de Oropesa	461	15	137	3.25	29.72	32.97
45074 Hinojosa de San Vicente	477	16	205	3.35	42.98	46.33
45075 Hontanar	141	0	51	0	36.17	36.17
45076 Hormigos	505	16	133	3.17	26.34	29.5
45077 Huecas	524	10	111	1.91	21.18	23.09
45078 Huerta de Valdecarábanos	1763	76	420	4.31	23.82	28.13
45079 Iglesuela (La)	419	10	181	2.39	43.2	45.58
45080 Illán de Vacas	7	0	3	0	42.86	42.86
45081 Illescas	14771	827	1391	5.6	9.42	15.02
45082 Lagartera	1621	29	495	1.79	30.54	32.33
45083 Layos	354	17	79	4.8	22.32	27.12
45084 Lillo	2704	40	694	1.48	25.67	27.14
45085 Lominchar	1423	67	238	4.71	16.73	21.43
45086 Lucillos	498	14	176	2.81	35.34	38.15
45087 Madridejos	10987	537	2078	4.89	18.91	23.8
45088 Magán	1662	107	200	6.44	12.03	18.47
45089 Malpica de Tajo	1985	62	485	3.12	24.43	27.56
45090 Manzaneque	482	9	152	1.87	31.54	33.4
45091 Maqueda	552	24	125	4.35	22.64	26.99
45092 Marjaliza	308	10	109	3.25	35.39	38.64
45093 Marrupe	160	4	64	2.5	40	42.5
45094 Mascaraque	491	2	163	0.41	33.2	33.6
45095 Mata (La)	962	37	301	3.85	31.29	35.14
45096 Mazarambroz	1317	68	282	5.16	21.41	26.58

45097 Mejorada	1300	60	288	4.62	22.15	26.77
45098 Menasalbas	3017	131	785	4.34	26.02	30.36
45099 Méntrida	3212	164	458	5.11	14.26	19.36
45100 Mesegar de Tajo	243	8	101	3.29	41.56	44.86
45101 Miguel Esteban	5238	285	833	5.44	15.9	21.34
45102 Mocejón	4503	208	691	4.62	15.35	19.96
45103 Mohedas de la Jara	539	19	210	3.53	38.96	42.49
45104 Montearagón	507	10	144	1.97	28.4	30.37
45105 Montescájaros	409	4	158	0.98	38.63	39.61
45106 Mora	9884	447	2108	4.52	21.33	25.85
45107 Nambroca	2898	119	340	4.11	11.73	15.84
45108 Nava de Ricomallillo (La)	693	6	263	0.87	37.95	38.82
45109 Navahermosa	4261	196	1077	4.6	25.28	29.88
45110 Navalcán	2201	77	669	3.5	30.4	33.89
45111 Navalmoralejo	66	0	39	0	59.09	59.09
45112 Navalmorales (Los)	2745	48	773	1.75	28.16	29.91
45113 Navalucillos (Los)	2727	76	965	2.79	35.39	38.17
45114 Navamorcuende	703	18	284	2.56	40.4	42.96
45115 Noblejas	3287	167	635	5.08	19.32	24.4
45116 Noez	800	34	209	4.25	26.13	30.38
45117 Nombela	994	49	236	4.93	23.74	28.67
45118 Novés	1760	93	368	5.28	20.91	26.19
45119 Numancia de la Sagra	3697	196	259	5.3	7.01	12.31
45120 Nuño Gómez	208	6	101	2.88	48.56	51.44
45121 Ocaña	6923	376	948	5.43	13.69	19.12
45122 Ollas del Rey	5600	260	491	4.64	8.77	13.41
45123 Ontígola	2115	116	153	5.48	7.23	12.72
45124 Orgaz	2762	110	616	3.98	22.3	26.29
45125 Orpesa	2869	97	705	3.38	24.57	27.95
45126 Otero	238	3	67	1.26	28.15	29.41
45127 Palomeque	674	14	126	2.08	18.69	20.77
45128 Pantoja	3065	189	402	6.17	13.12	19.28
45129 Paredes de Escalona	124	1	53	0.81	42.74	43.55
45130 Parrillas	423	11	178	2.6	42.08	44.68
45131 Pelahustán	371	5	141	1.35	38.01	39.35
45132 Pepino	1643	78	164	4.75	9.98	14.73
45133 Polán	3703	155	661	4.19	17.85	22.04
45134 Portillo de Toledo	2129	109	378	5.12	17.75	22.87
45135 Puebla de Almoradiel (La)	5715	269	1223	4.71	21.4	26.11
45136 Puebla de Montalbán (La)	7765	297	1513	3.82	19.48	23.31
45137 Pueblanueva (La)	2126	105	472	4.94	22.2	27.14
45138 Puente del Arzobispo (El)	1447	80	317	5.53	21.91	27.44
45139 Puerto de San Vicente	255	0	150	0	58.82	58.82
45140 Pulgar	1420	76	304	5.35	21.41	26.76
45141 Quero	1269	41	400	3.23	31.52	34.75
45142 Quintanar de la Orden	10581	457	1728	4.32	16.33	20.65
45143 Quismondo	1482	71	345	4.79	23.28	28.07
45144 Real de San Vicente (El)	1068	28	375	2.62	35.11	37.73
45145 Recas	3073	142	499	4.62	16.24	20.86
45146 Retamoso de la Jara	135	0	85	0	62.96	62.96
45147 Rielves	601	28	111	4.66	18.47	23.13
45148 Robledo del Mazo	420	5	258	1.19	61.43	62.62
45149 Romeral (El)	819	21	350	2.56	42.74	45.3
45150 San Bartolomé de las	464	10	168	2.16	36.21	38.36
Abiertas						

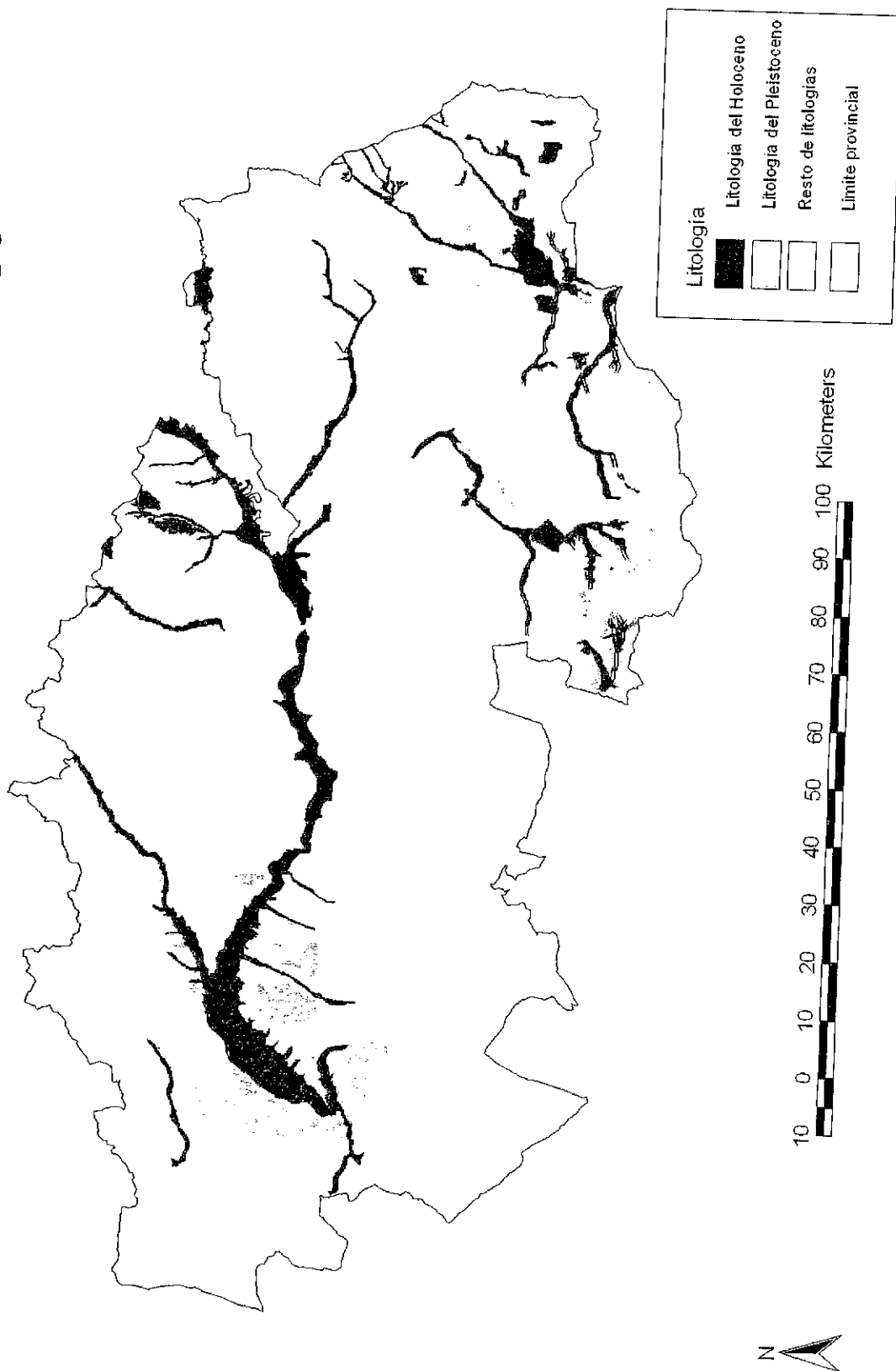
45151 San Martín de Montalbán	730	24	287	3.29	39.32	42.6
45152 San Martín de Pusa	810	11	247	1.36	30.49	31.85
45153 San Pablo de los Montes	2259	33	469	1.46	20.76	22.22
45154 San Román de los Montes	1187	40	164	3.37	13.82	17.19
45155 Santa Ana de Pusa	407	9	185	2.21	45.45	47.67
45156 Santa Cruz de la Zarza	4764	195	973	4.09	20.42	24.52
45157 Santa Cruz del Retamar	2324	110	459	4.73	19.75	24.48
45158 Santa Olalla	2973	123	562	4.14	18.9	23.04
45159 Sartajada	122	1	36	0.82	29.51	30.33
45160 Segurilla	1081	27	267	2.5	24.7	27.2
45161 Seseña	9290	588	583	6.33	6.28	12.6
45162 Sevilleja de la Jara	933	9	429	0.96	45.98	46.95
45163 Sonseca	10132	455	1666	4.49	16.44	20.93
45164 Sotillo de las Palomas	218	2	115	0.92	52.75	53.67
45165 Talavera de la Reina	82975	4284	12096	5.16	14.58	19.74
45166 Tembleque	2227	85	599	3.82	26.9	30.71
45167 Toboso (El)	2134	85	516	3.98	24.18	28.16
45168 Toledo	75533	3485	10380	4.61	13.74	18.36
45169 Torralba de Oropesa	276	5	82	1.81	29.71	31.52
45170 Torrecilla de la Jara	311	5	144	1.61	46.3	47.91
45171 Torre de Esteban Hambrán (La)	1683	75	392	4.46	23.29	27.75
45172 Torrico	851	20	283	2.35	33.25	35.61
45173 Torrijos	11285	493	1433	4.37	12.7	17.07
45174 Totanés	409	14	104	3.42	25.43	28.85
45175 Turleque	949	20	308	2.11	32.46	34.56
45176 Ugena	3267	200	140	6.12	4.29	10.41
45177 Urda	3129	128	794	4.09	25.38	29.47
45179 Valdeverdeja	735	12	329	1.63	44.76	46.39
45180 Valmojado	3024	124	465	4.1	15.38	19.48
45181 Velada	2491	116	512	4.66	20.55	25.21
45182 Ventas con Peña Aguilera (Las)	1405	15	421	1.07	29.96	31.03
45183 Ventas de Retamosa (Las)	1546	63	196	4.08	12.68	16.75
45184 Ventas de San Julián (Las)	254	6	108	2.36	42.52	44.88
45185 Villacañas	10090	539	1726	5.34	17.11	22.45
45186 Villa de Don Fadrique (La)	4159	196	1008	4.71	24.24	28.95
45187 Villafranca de los Caballeros	5236	181	1062	3.46	20.28	23.74
45188 Villaluenga de la Sagra	3049	141	548	4.62	17.97	22.6
45189 Villamiel de Toledo	704	33	125	4.69	17.76	22.44
45190 Villaminaya	594	7	185	1.18	31.14	32.32
45191 Villamuelas	756	28	167	3.7	22.09	25.79
45192 Villanueva de Alcardete	3726	183	826	4.91	22.17	27.08
45193 Villanueva de Bogas	810	11	234	1.36	28.89	30.25
45194 Villarejo de Montalbán	77	0	37	0	48.05	48.05
45195 Villarrubia de Santiago	2868	93	774	3.24	26.99	30.23
45196 Villaseca de la Sagra	1614	57	338	3.53	20.94	24.47
45197 Villasequilla	2500	104	514	4.16	20.56	24.72
45198 Villatobas	2443	80	601	3.27	24.6	27.88
45199 Viso de San Juan (El)	2092	97	152	4.64	7.27	11.9
45200 Yébenes (Los)	6298	320	1216	5.08	19.31	24.39
45201 Yeles	2766	135	259	4.88	9.36	14.24
45202 Yepes	4661	205	839	4.4	18	22.4
45203 Yuncler	2464	120	411	4.87	16.68	21.55
45204 Yuncillos	671	53	159	7.9	23.7	31.59

45205 Yuncos	5592	366	530	6.55	9.48	16.02
45901 Santo Domingo-Caudilla	790	16	238	2.03	30.13	32.15

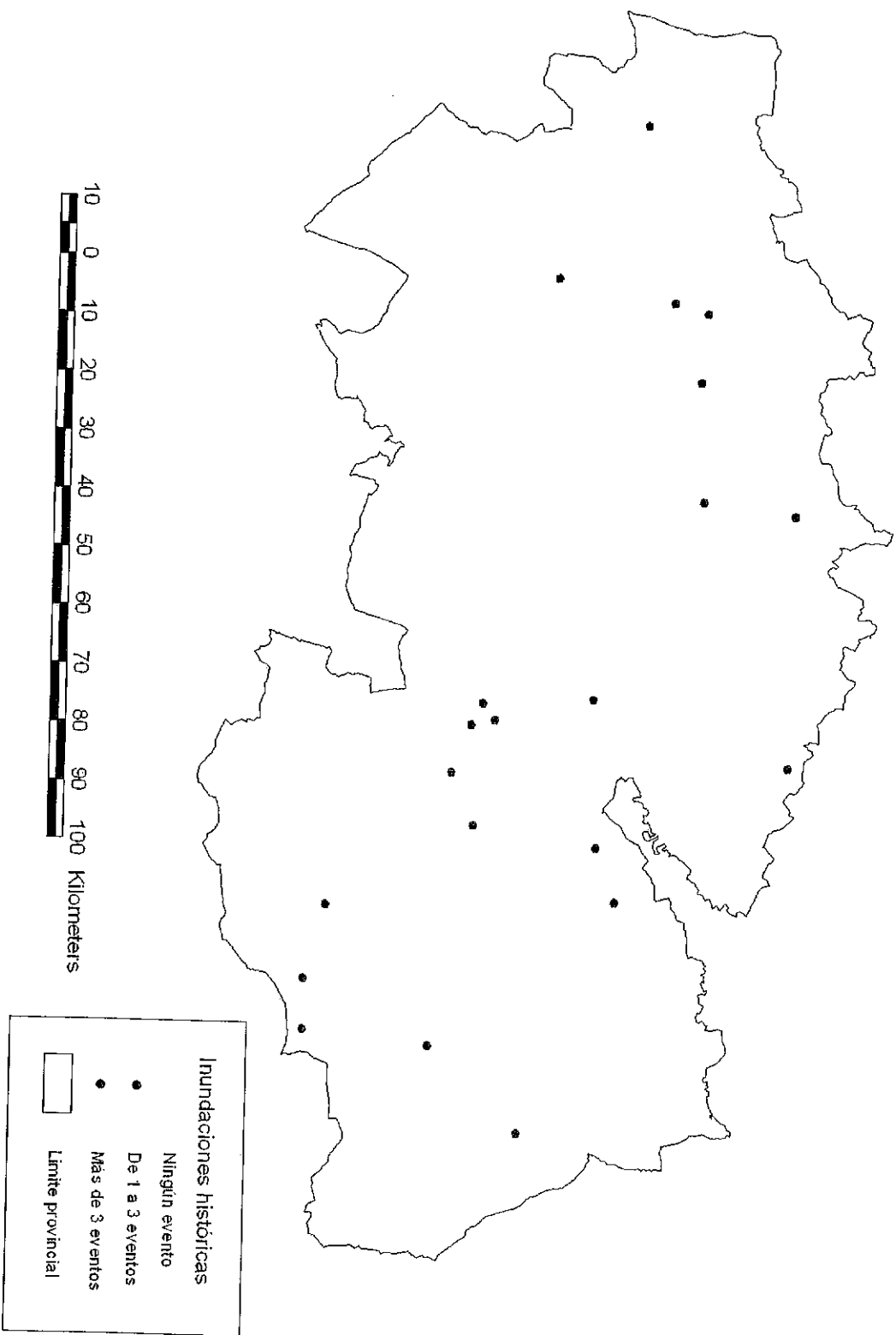
Fuente: Instituto Nacional de Estadística
 Contacto: INE e-mail: www.ine.es/info/ine
 Copyright INE 2005

Tabla VII.1 – Datos censales de los municipios de Toledo (INE)

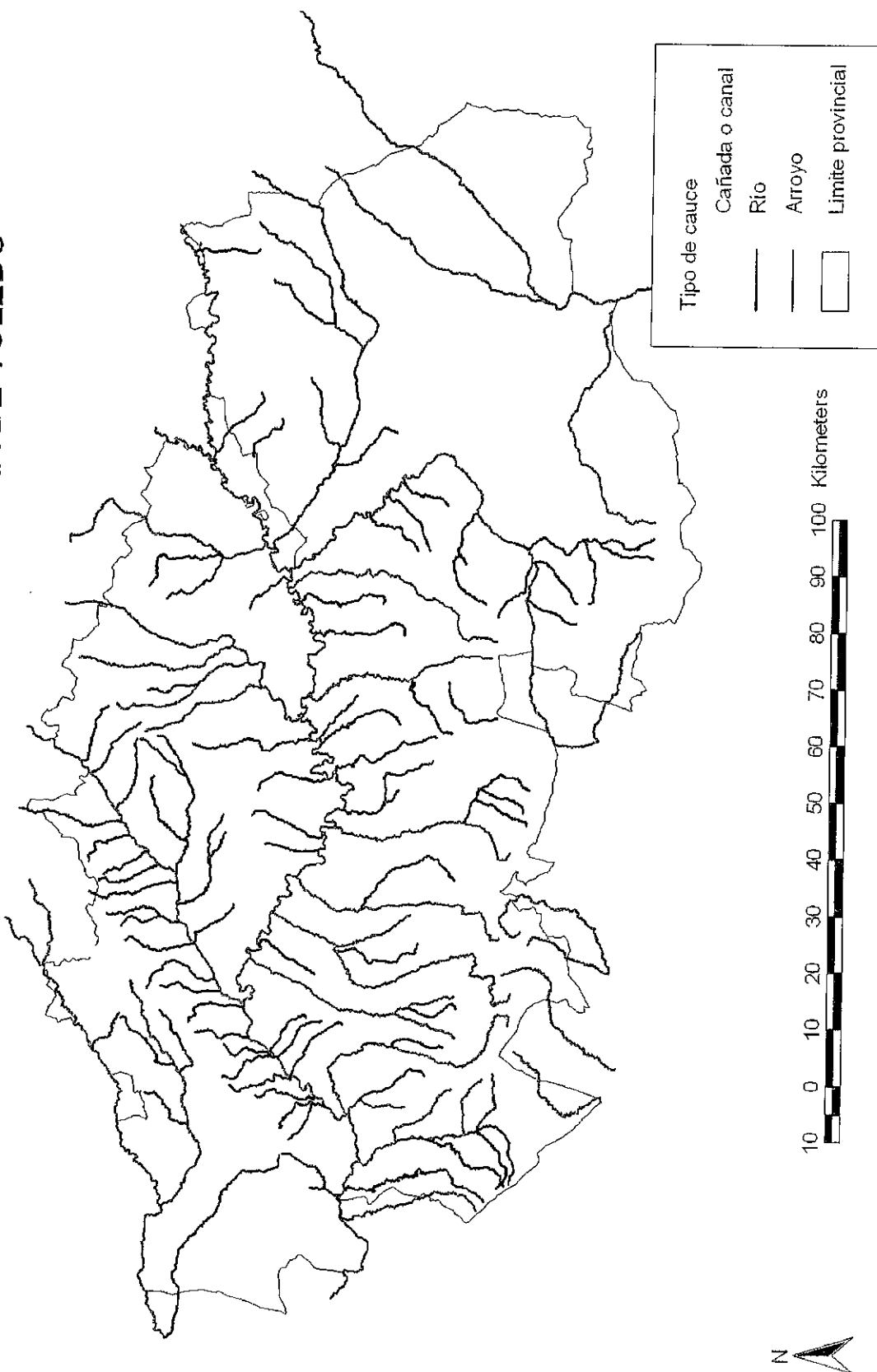
MAPA LITOLÓGICO DE LA PROVINCIA DE TOLEDO



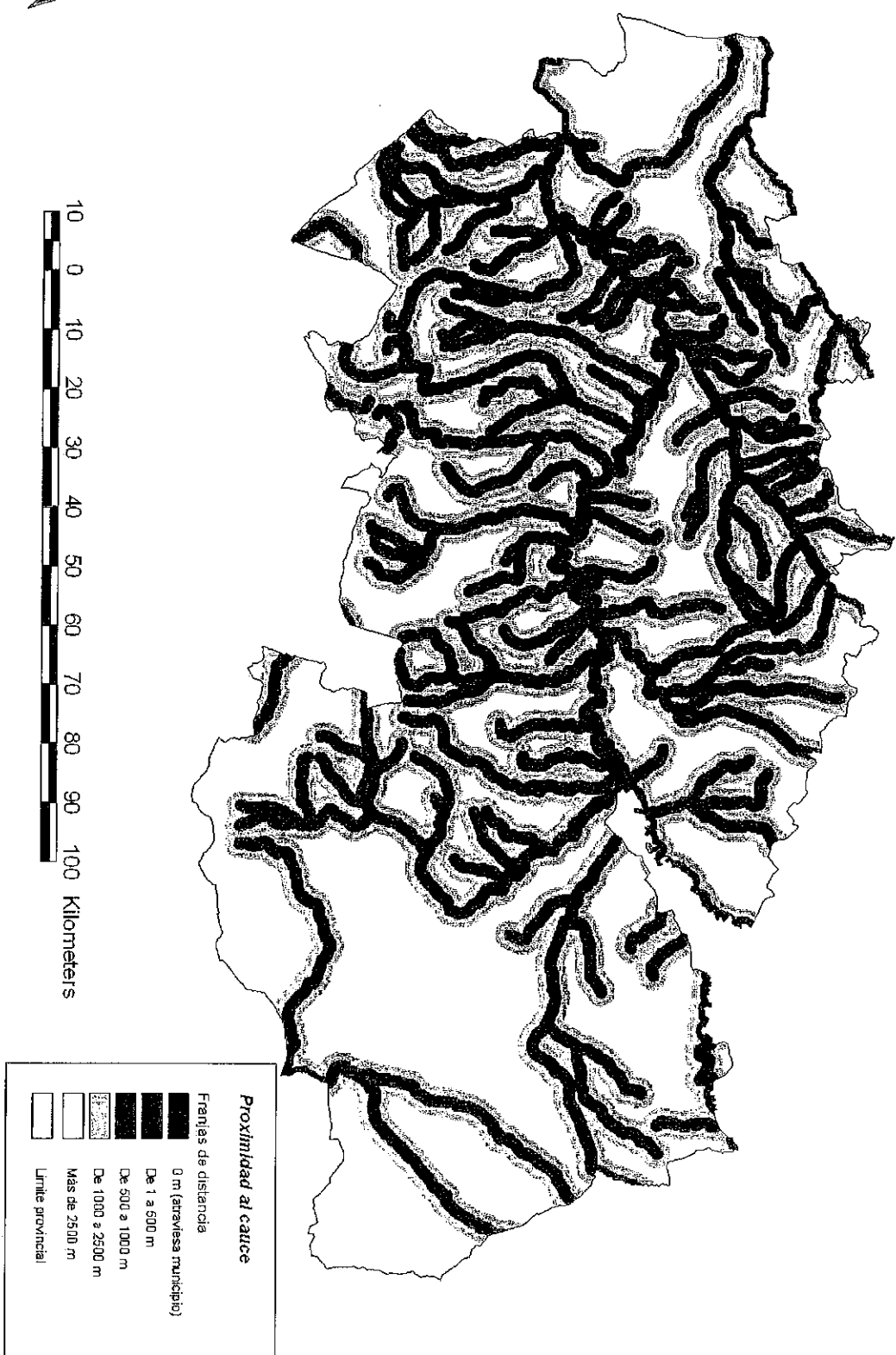
MAPA DE INUNDACIONES HISTÓRICAS DE LOS MUNICIPIOS DE TOLEDO



MAPA DE HIDROGRAFÍA DE LA PROVINCIA DE TOLEDO



MAPA DE DISTANCIAS A LOS CAUCES DE LA PROVINCIA DE TOLEDO



VII.1.2. ZONIFICACIÓN DE LA PROVINCIA SEGÚN RIESGO DE INUNDACIONES

El resultado de la superposición de todos los factores se muestra como un mapa con categorías de riesgo. Se aporta otro mapa con los municipios categorizados en función de su riesgo de inundación.

A continuación se muestra un gráfico que refleja la frecuencia acumulada de los resultados.

Municipios con valor 1 – Valor de riesgo BAJO = 82
Municipios con valor 2 – Valor de riesgo MEDIO = 105
Municipios con valor 3 – Valor de riesgo ALTO = 12
Municipios con valor 4 – Valor de riesgo MUY ALTO = 3

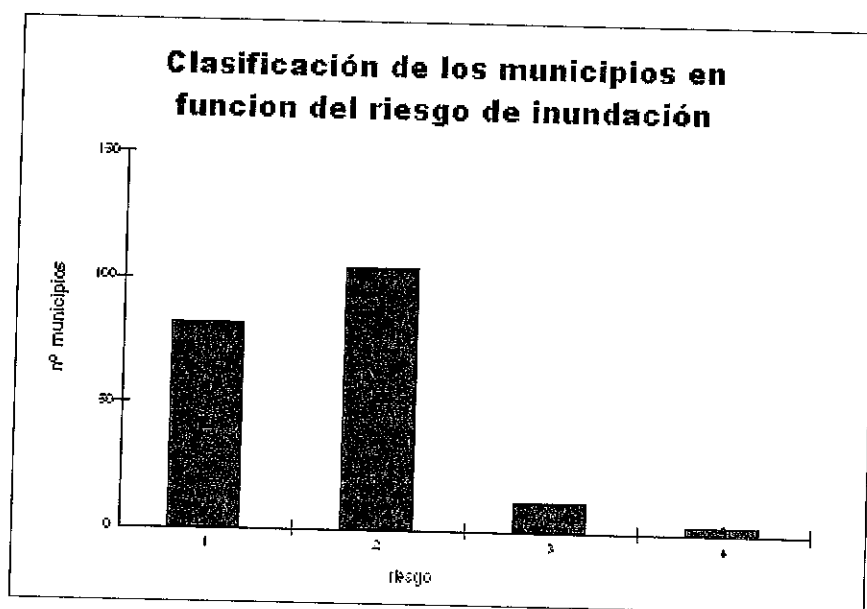
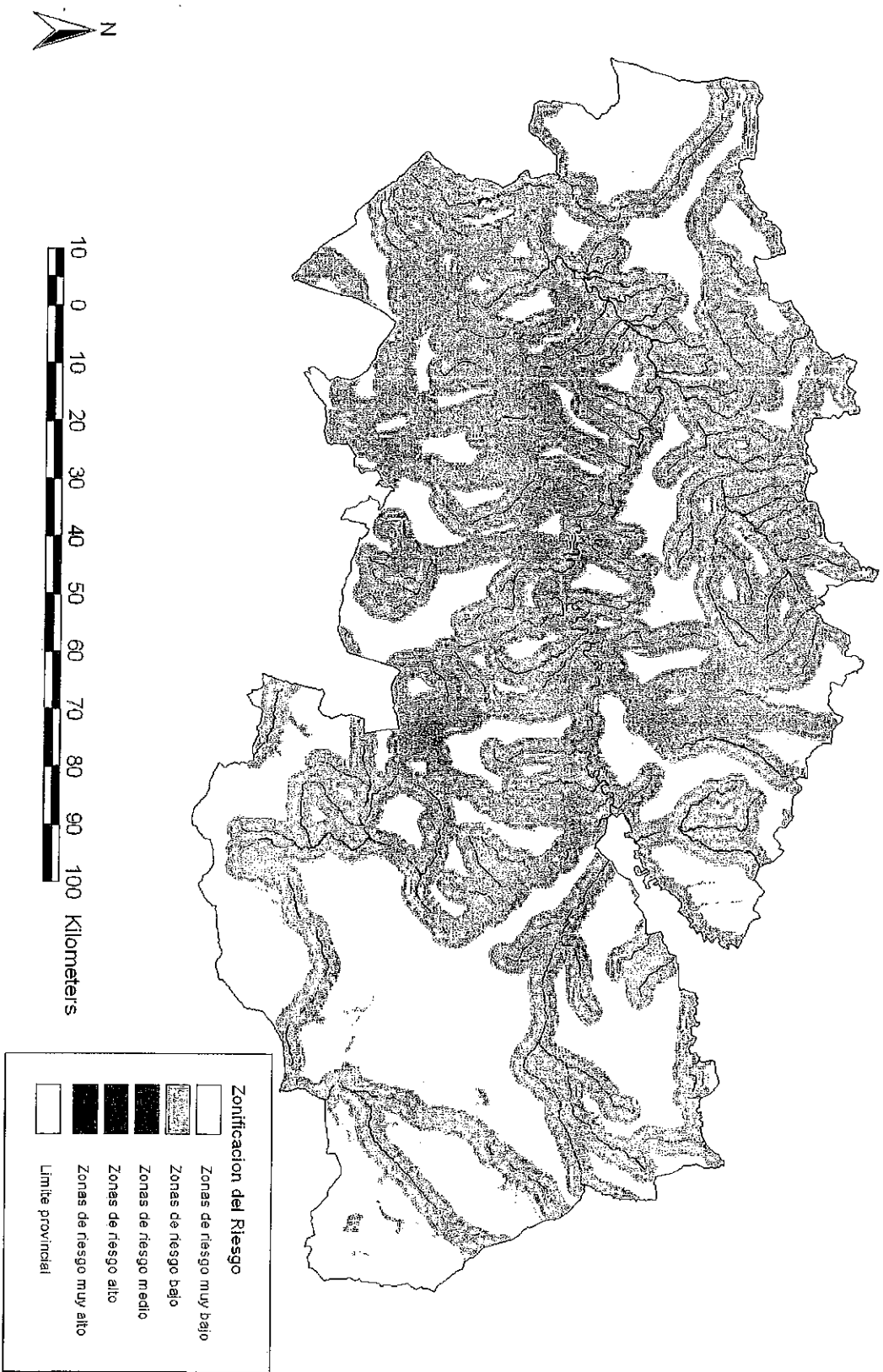


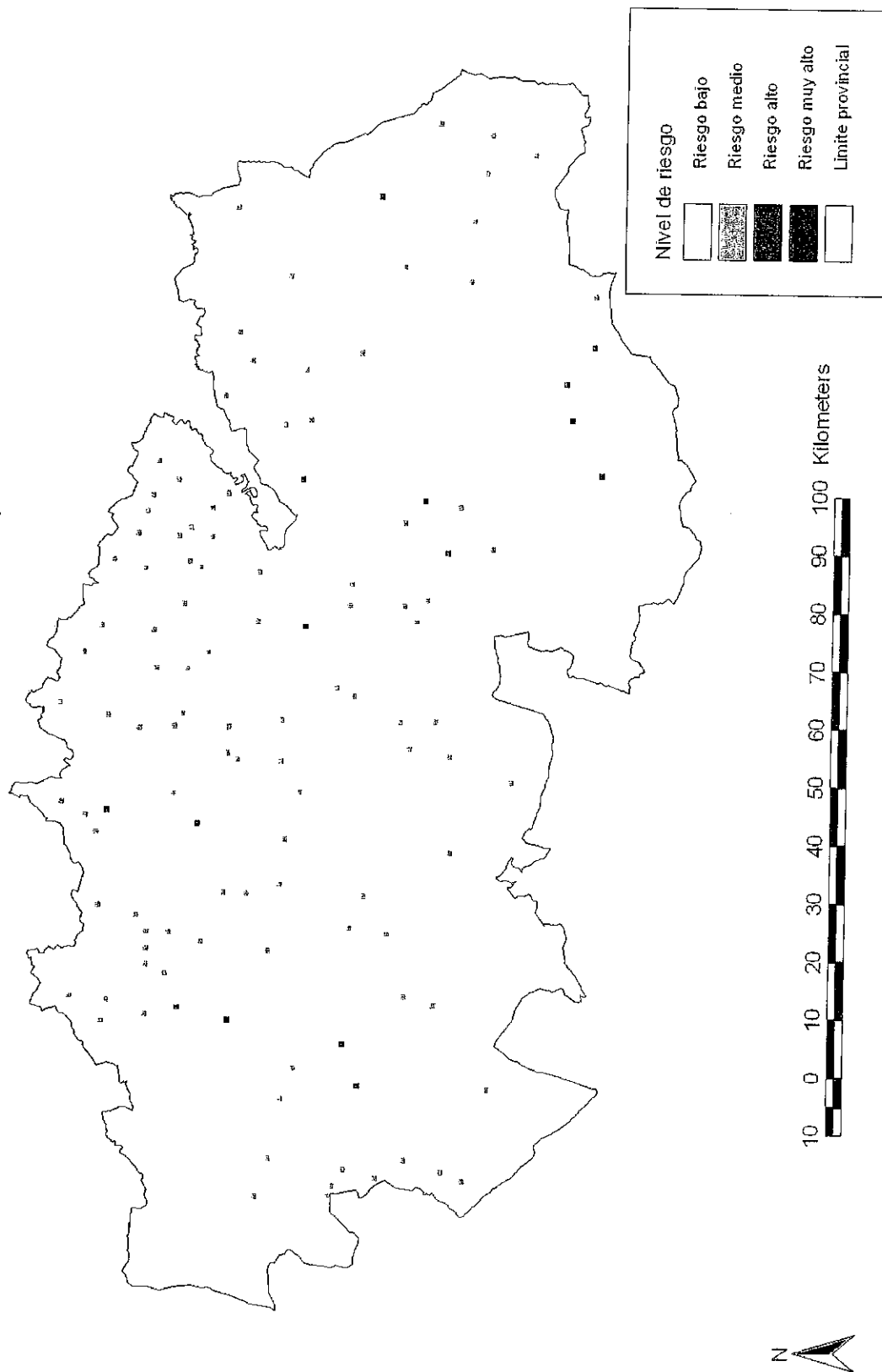
Figura VI.1 – Histograma de los resultados

Los tres municipios con valor de riesgo MUY ALTO son: Talavera de la Reina, Consuegra y Corral de Almaguer.

ZONIFICACION DE RIESGO DE INUNDACIONES EN LA PROVINCIA DE TOLEDO



CLASIFICACION DE LOS MUNICIPIOS SEGUN EL RIESGO DE INUNDACION



VII.2. RESULTADOS 2ª PARTE - ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE NÚCLEOS DE POBLACIÓN CON VALORES DE RIESGO ELEVADOS

Como ya se ha comentado, del resultado anterior se ha elegido el municipio de Toledo. Presenta un valor de riesgo ALTO (valor 3). Se ha elegido por estar disponible la topografía digital.

VII.2.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO

Los resultados obtenidos del análisis estadístico de caudales, mediante la utilización del programa informático CHAC, quedan resumidos en las siguientes tablas, en las cuales se indica el valor del caudal máximo y máximo instantáneo obtenidos de la combinación de distintas funciones de distribución con distintos métodos de estimación de parámetros, para diferentes periodos de retorno (T_p).

$T = 50 \text{ AÑOS}$ $Q_c \text{ (m}^3/\text{s)}$				
MÉTODO	MOM	Máxima Verosimilitud	Momentos Ponderados	Ajuste individual
Gumbel	569	539	586	###
SQRT	###	667	###	###
GEV	552	1248	643	###
LP III	###	###	###	760
$T = 100 \text{ AÑOS}$ $Q_c \text{ (m}^3/\text{s)}$				
MÉTODO	MOM	Máxima Verosimilitud	Momentos Ponderados	Ajuste individual
Gumbel	648	612	668	###
SQRT	###	803	###	###
GEV	616	1896	768	###
LP III	###	###	###	938
$T = 500 \text{ AÑOS}$ $Q_c \text{ (m}^3/\text{s)}$				
MÉTODO	MOM	Máxima Verosimilitud	Momentos Ponderados	Ajuste individual
Gumbel	829	780	856	###
SQRT	###	1167	###	###
GEV	754	4950	1104	###
LP III	###	###	###	1421

Qci (m ³ /s) T = 50 AÑOS		LEY			
MÉTODO		Gumbel	SQRT	GEV	LP III
MOM		617	###	598	###
Máxima Verosimilitud		824	671	1964	###
Momentos Ponderados		631	###	720	###
Ajuste individual		###	###	###	858

Qci (m ³ /s) T = 100 AÑOS		LEY			
MÉTODO		Gumbel	SQRT	GEV	LP III
MOM		702	###	668	###
Máxima Verosimilitud		646	803	3463	###
Momentos Ponderados		719	###	881	###
Ajuste individual		###	###	###	1093

Qci (m ³ /s) T = 500 AÑOS		LEY			
MÉTODO		Gumbel	SQRT	GEV	LP III
MOM		899	###	818	###
Máxima Verosimilitud		824	1157	12938	###
Momentos Ponderados		922	###	1343	###
Ajuste individual		###	###	###	1800

Tabla VII.2 – Valores de Qc y Qci

Como se dijo, las series anuales no estaban completas en los datos obtenidos del Anuario de Aforos de la CHT, a partir de otros estudios y bases de datos se completaron, pero la adición de éstos apenas variaban el resultado de los análisis.

Tras la observación de los gráficos obtenidos de las distintas Leyes de Frecuencia, se determina que las funciones de distribución y método de estimación de parámetros que más se ajustan a la nube de puntos son:

- Función Gumbel + Estimador de Momentos (MOM)
- Función Gumbel + Estimador de Momentos Ponderados (PWM)
- Función valores Extremos Generalizados (GEV) + Estimador de Momentos (MOM)
- Función valores Extremos Generalizados (GEV) + Estimador de Momentos Ponderados (PWM)

Se han seleccionado los valores de caudal para los periodos de retorno de 50, 100 y 500 años de la *Función valores Extremos Generalizados (GEV) + Estimador de Momentos (MOM)*, por ser la que más se aproxima.

Anterior al proceso de HEC-RAS, se obtienen las siguientes figuras:

- Topografía de la zona de estudio de Toledo.
- Superficie tridimensional (modelo digital de elevación en TIN)
- Delimitación de las zonas transversales, bancos y línea central de la corriente.

VII.2.1. SALIDAS GRÁFICAS DE LAS ETAPAS DEL ESTUDIO

Con los caudales obtenidos en el estudio hidrológico, se elabora el estudio hidráulico mediante la aplicación HEC-RAS, realizando una modelación unidimensional, unitária, en régimen gradualmente variado.

VII.2.2. ESTUDIO HIDRÁULICO

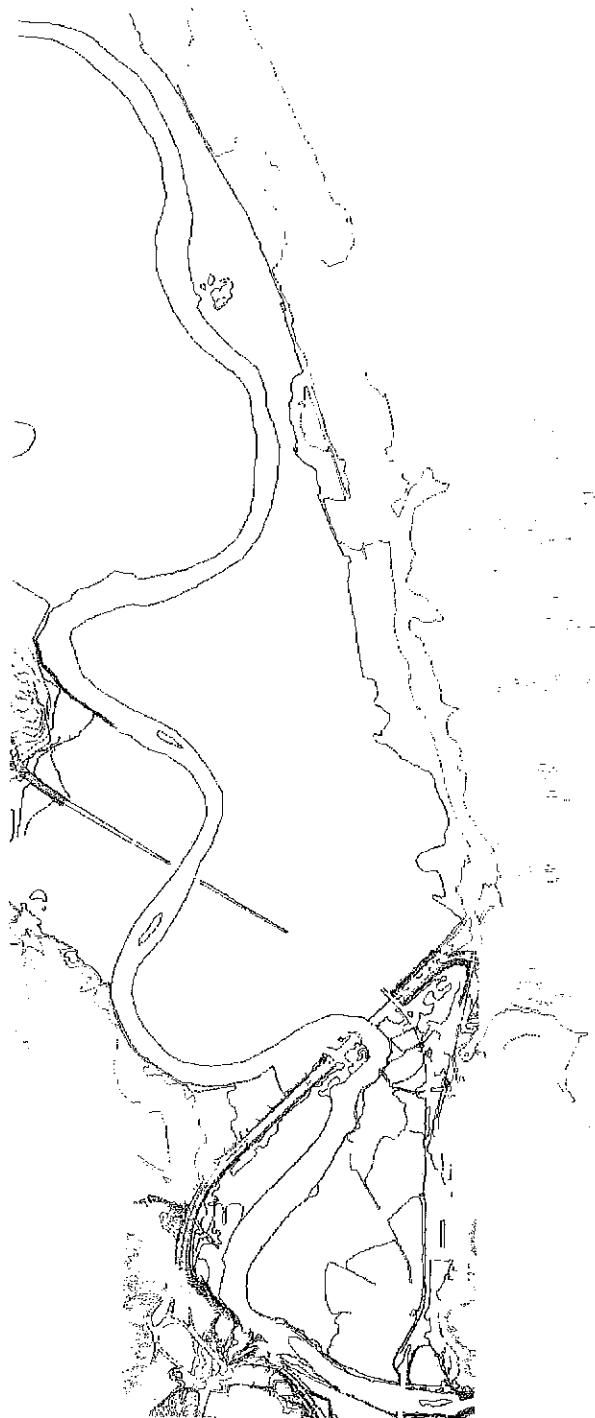
Los gráficos de las leyes de frecuencia pueden consultarse en el Anexo.

Tabla VII.3 – Caudales seleccionados para el estudio hidráulico

Qc (m ³ /s)	T = 50 años	T = 100 años	T = 500 años
552	616	754	

Los resultados, por tanto, de los diferentes caudales para los distintos periodos de retorno requeridos por la Directriz son y que serán empleado para el estudio hidráulico son:

TOPOGRAFÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO



Curvas de nivel (m)

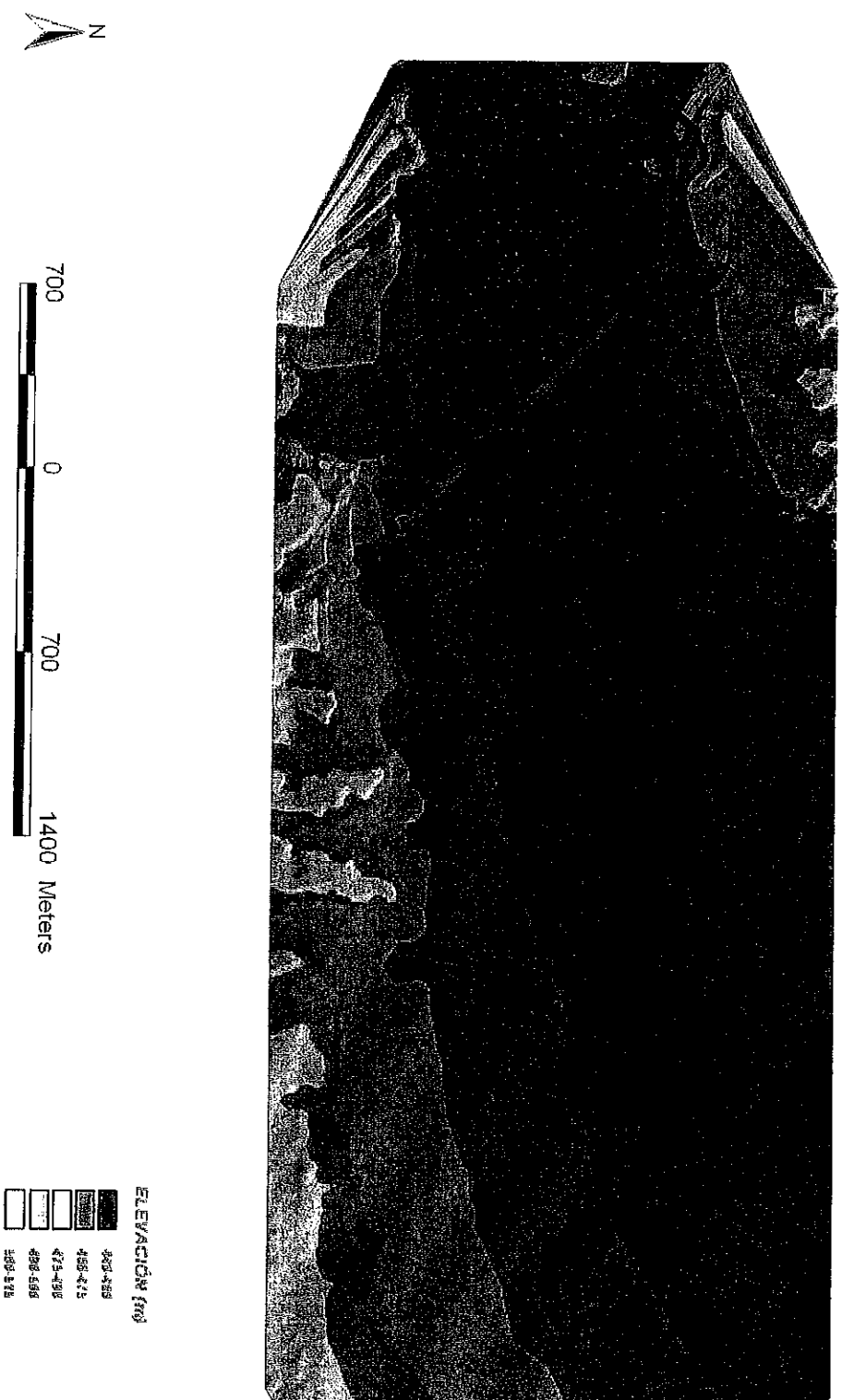
449 - 460
460 - 470
470 - 482
482 - 496
496 - 515



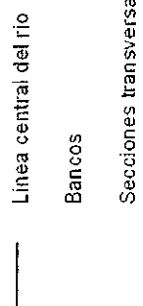
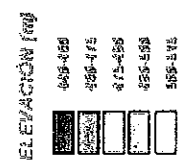
700 0 700 1400 Meters

A horizontal scale bar with alternating black and white segments. It is marked with the numbers 700, 0, 700, and 1400, followed by the word 'Meters'.

MODELO DIGITAL DE ELEVACION DE LA ZONA DE ESTUDIO



DELIMITACIÓN DE SECCIONES TRANSVERSALES, BANCOS Y LÍNEA CENTRAL DEL RÍO



VII.2.2. RESULTADOS DEL PROCESO HEC-RAS

Para la elaboración de este análisis son requeridos ciertos parámetros que vienen determinados por las características del cauce y los anteriores métodos empleados.

- Coeficiente de rugosidad de Manning: es necesario para que el programa tenga en cuenta la influencia de la rugosidad de las orillas y el lecho del río. Los posibles valores se encuentran tabulados para las diferentes tipologías de lechos fluviales, según su rugosidad y la presencia de obstáculos al flujo.
 - o En la parte central del río se ha tomado el valor teniendo en cuenta que el lecho del río son arenas y gravas.
 - o El valor otorgado en las orillas está determinado por la vegetación (cultivo, matorral, arbolado...) y el estado de las riberas (limpio, recto, pedregoso...).
- Los valores del coeficiente no han sido los mismos para todas las orillas, sin embargo, si ha sido el mismo valor en el centro del río.

- Valores de los caudales máximos de crecida establecidos en el método hidrológico.

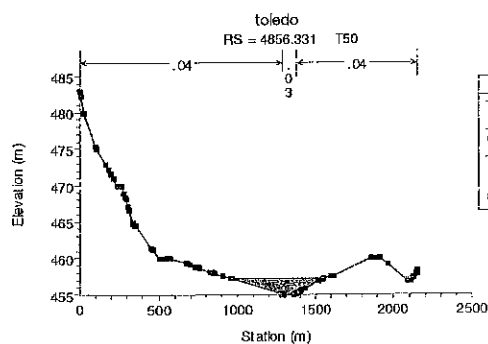
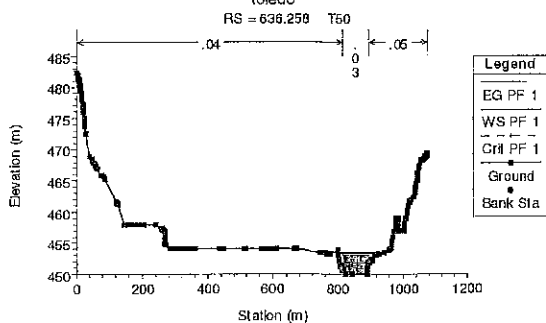
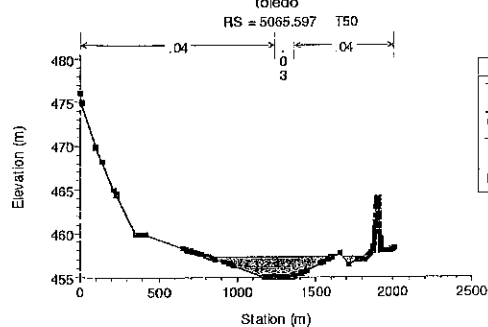
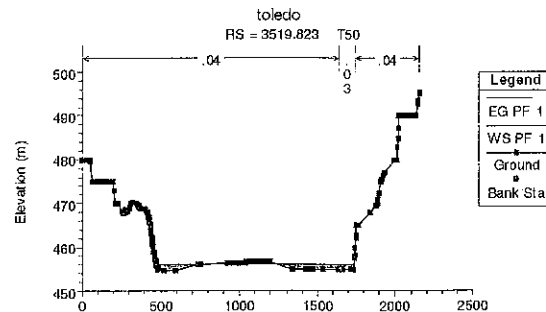
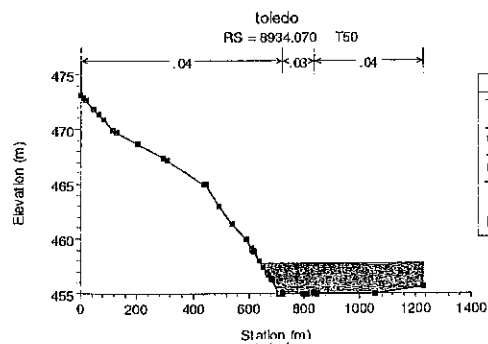
- Las condiciones de contorno deben ser condiciones críticas, por no disponer de valores alcanzados por la lámina de agua en aguas arriba ni aguas debajo de la zona de estudio.

- Como régimen hemos elegido un régimen mixto, por no poseer datos suficientes del comportamiento del río en este u otros tramos. Las posibilidades que se ofrecen como condiciones pueden ser críticas, subcríticas o mixtas.

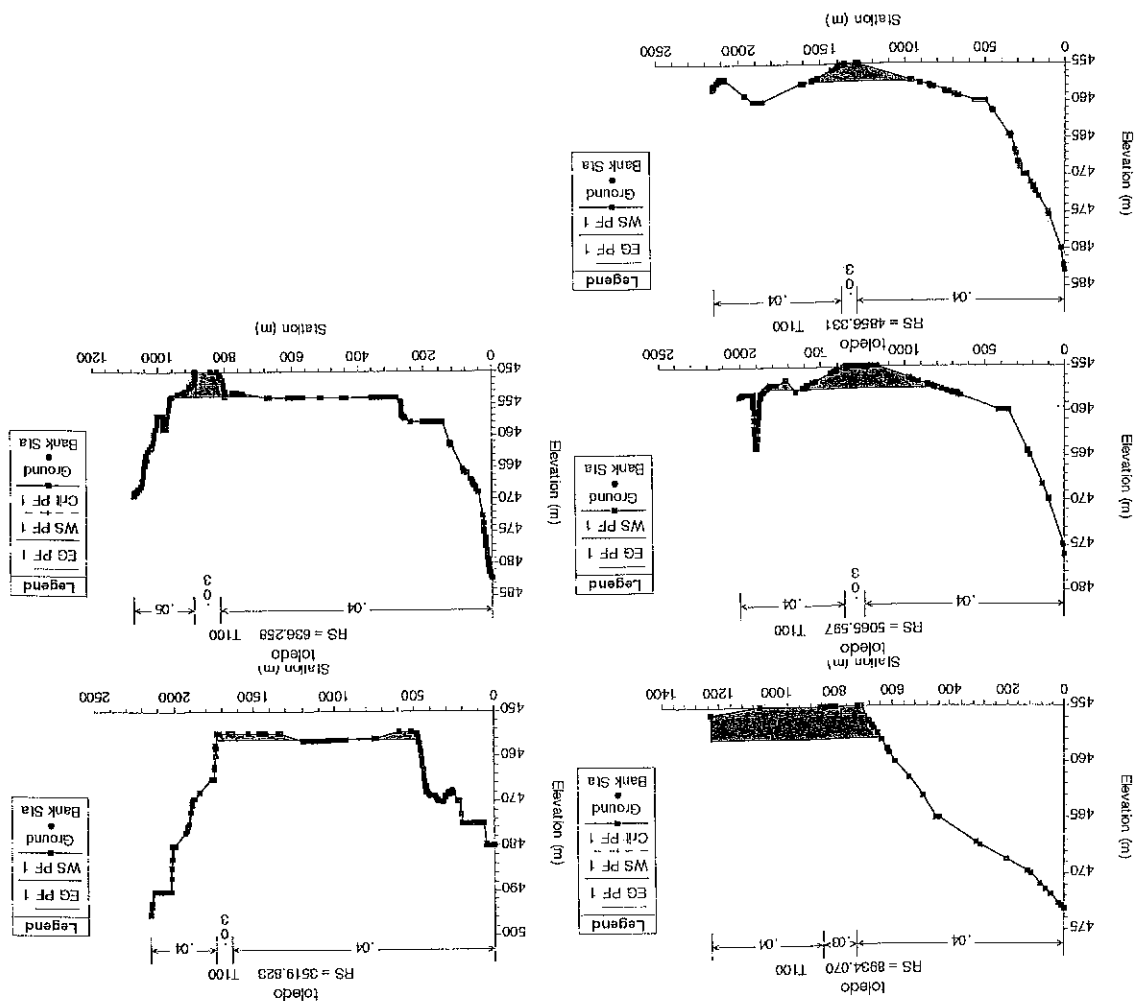
Los resultados obtenidos se ofrecen como gráficos y tablas de datos para los diferentes periodos de retorno: 50, 100 y 500 años.

VII.2.2.2.1. SECCIONES TRANSVERSALES:

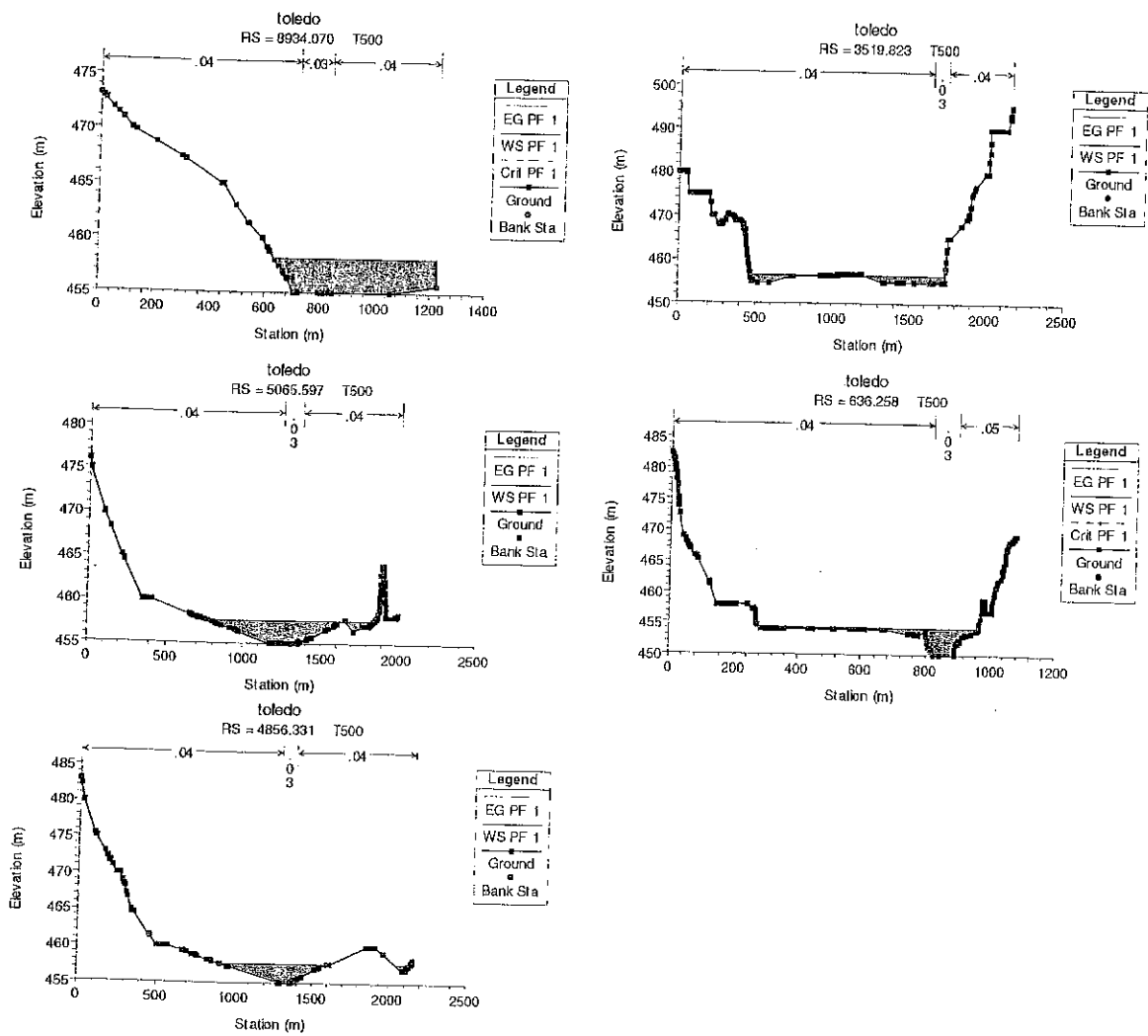
Secciones Transversales para T50



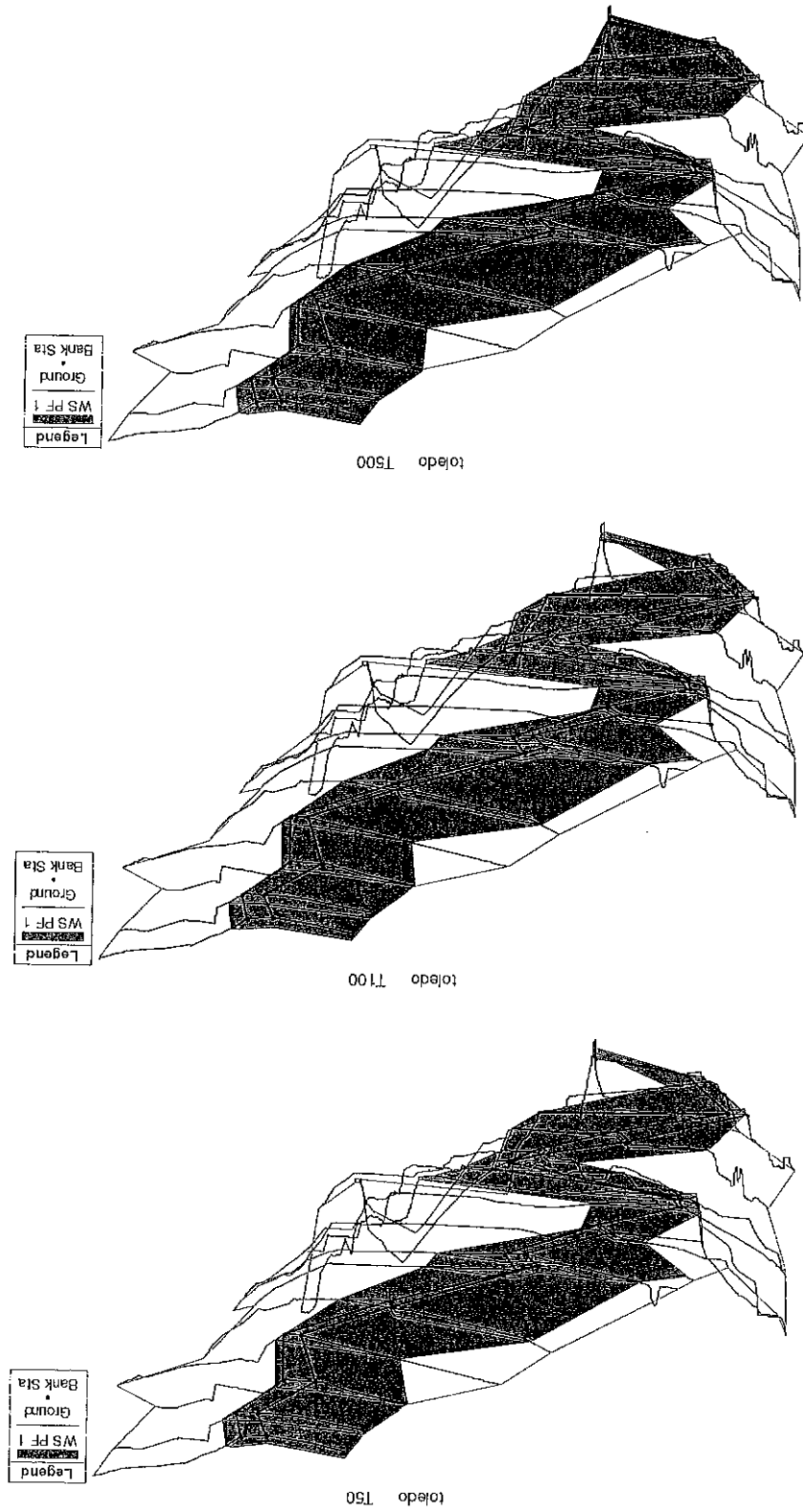
Secciones Transversales para T100



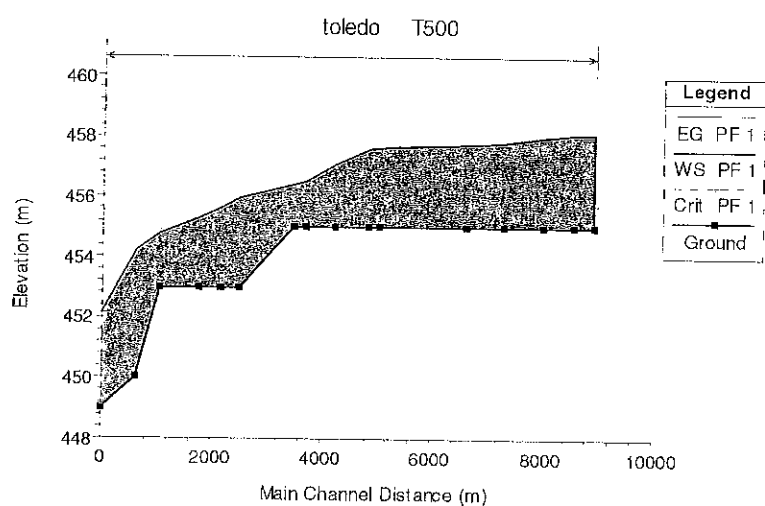
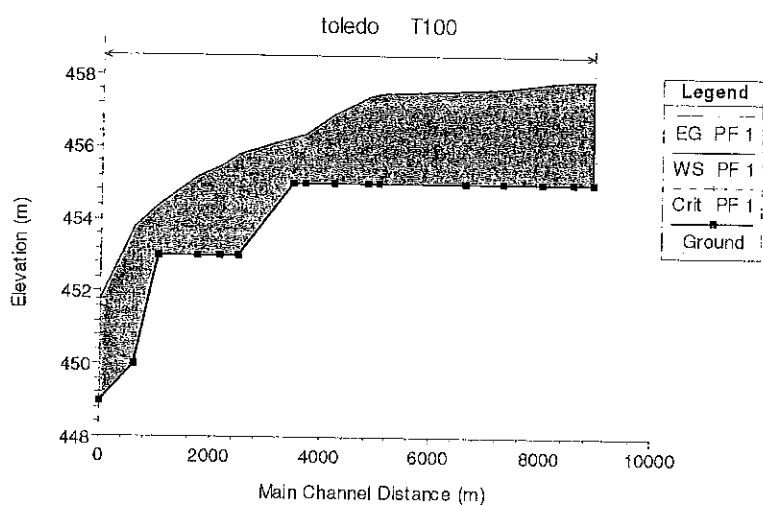
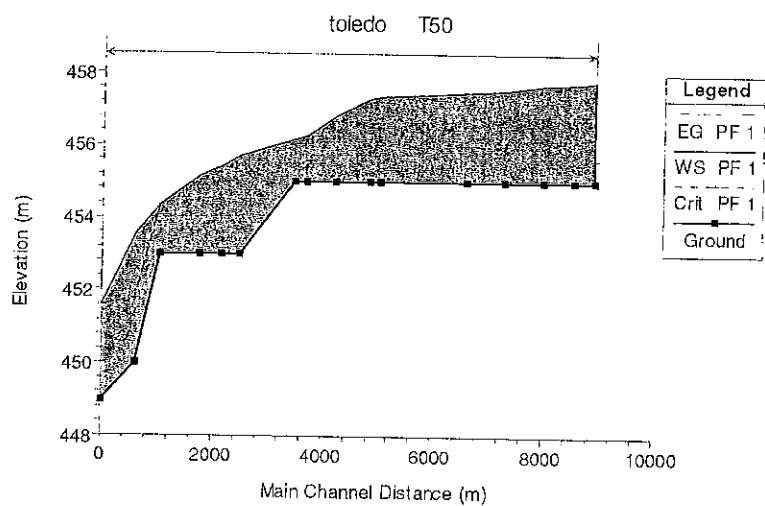
Secciones Transversales para T500



VII.2.2.2. BLOQUES TRIDIMENSIONALES

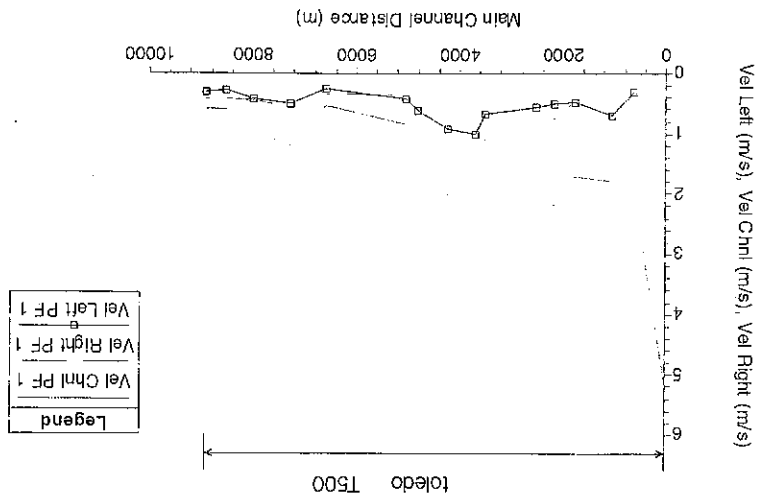
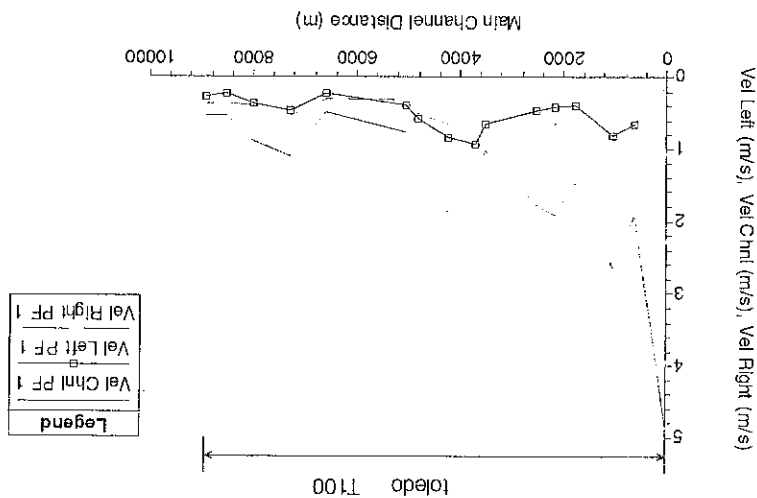
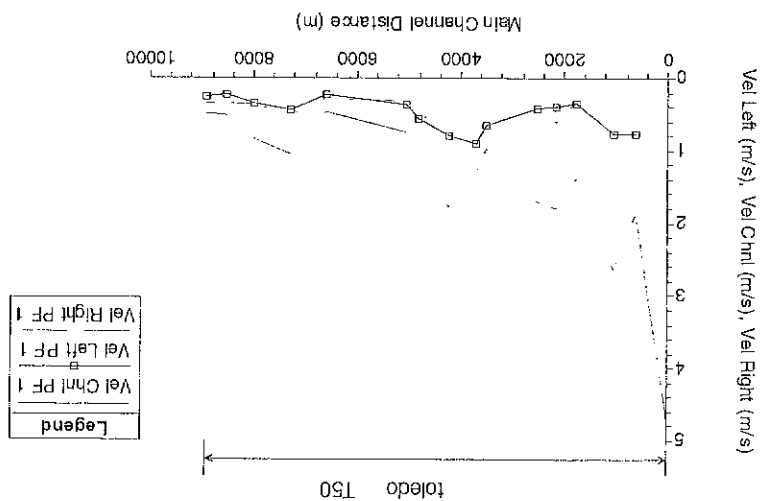


VII.2.2.2.3. PERFILES LONGITUDINALES DE LA LÁMINA DE AGUA (WS), LÍNEAS DE ENERGÍA (EG), CALADO CRÍTICO (CRIT) Y LECHO (GROND)



VII.2.2.2.4. VELOCIDAD DE LA CORRIENTE

Se estima que cuando la velocidad de la corriente es superior a 1 m/s, es capaz de arrastrar a una persona. En las siguientes gráficas se pueden observar las velocidades alcanzadas en ambas orillas y en el centro de la corriente.



VII.2.2.3. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE ÁREAS INUNDABLES Y PARÁMETROS DE PELIGROSIDAD

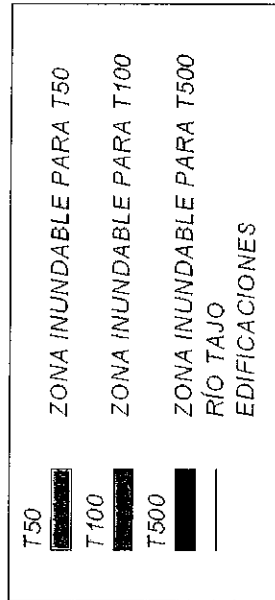
Los datos hidráulicos obtenidos son llevados a ArcView para poder establecer las áreas inundables del tramo del río Tajo de la zona de estudio en Toledo.

Se obtienen mapas de las zonas inundables para los diferentes periodos de retorno, mapas de batimetría (profundidades de la lámina de agua) y mapas de peligrosidad de las personas en las zonas inundadas para los diferentes periodos de retorno.

ESTUDIO DE INUNDABILIDAD DE LA VEGA ALTA DEL RIO TAJO TÉRMINO MUNICIPAL DE TOLEDO



ESTUDIO DE INUNDABILIDAD DE LA VEGA ALTA DEL RIO TAJO TÉRMINO MUNICIPAL DE TOLEDO



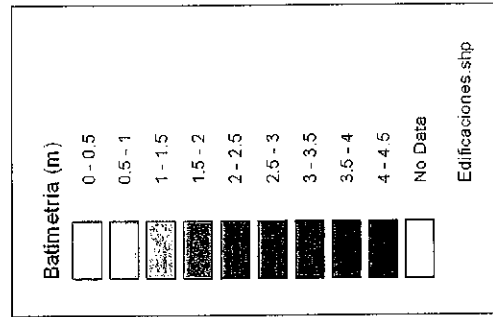
BATIMETRÍA PARA PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS



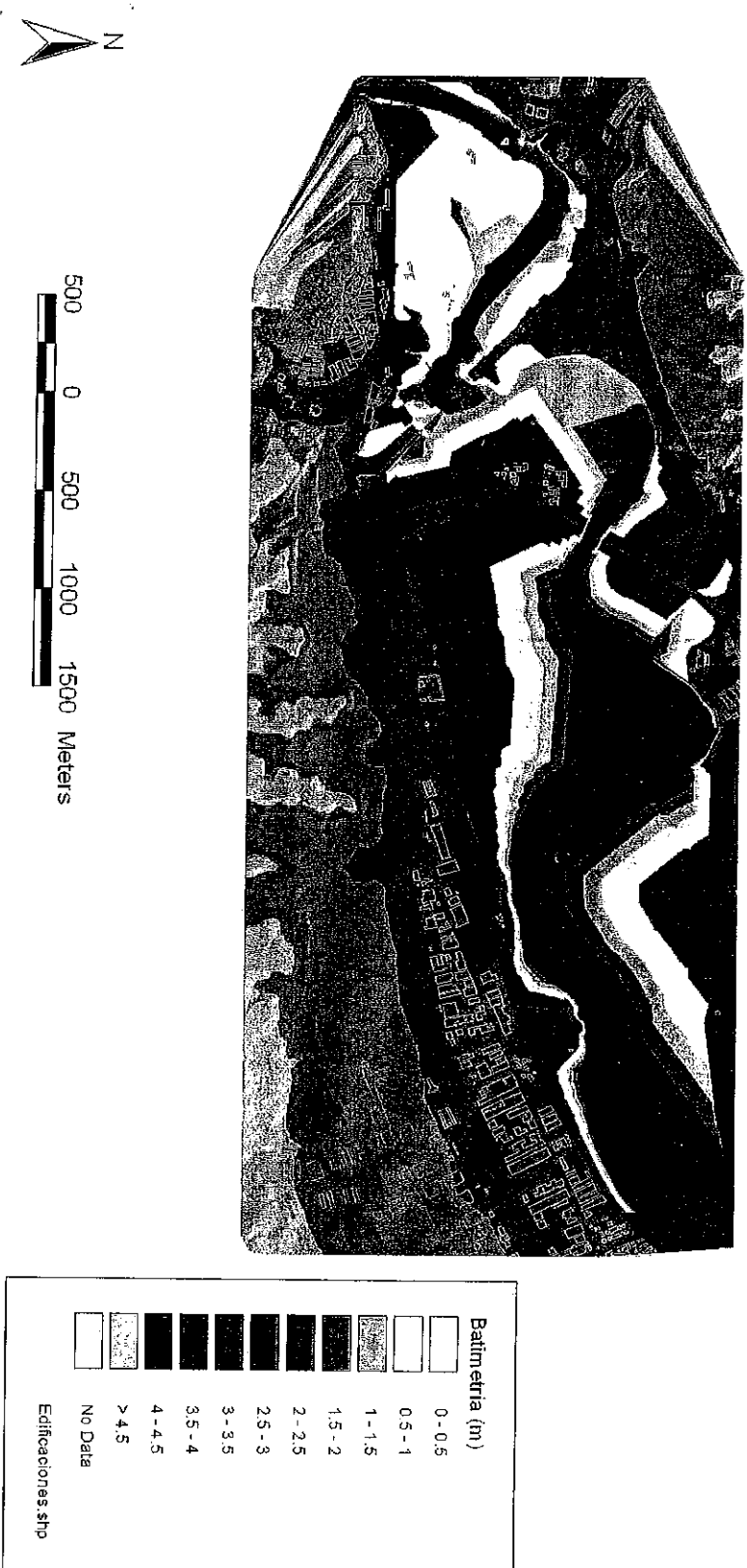
BATIMETRÍA PARA PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS



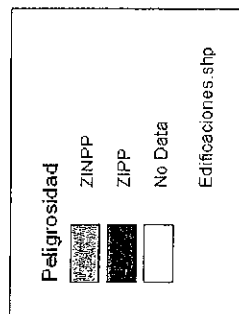
500 0 500 1000 1500 Meters



BATIMETRÍA PARA PERIODO DE RETORNO DE 500 AÑOS



MAPA DE PELIGROSIDAD PARA LAS PERSONAS PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS



ZINPP : zonas de inundación no peligrosas para las personas (prof. < 1 m)
ZIPP: zonas de inundación peligrosas para las personas (prof. $\geq$ 1 m)



MAPA DE PELIGROSIDAD PARA LAS PERSONAS PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS



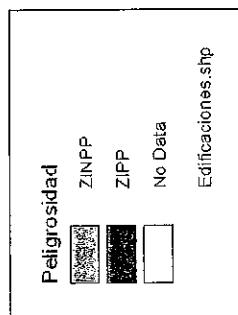
500 0 500 1000 1500 Meters



Peligrosidad
 ZINPP
 ZIPP
 No Data
 Edificaciones.shp

ZINPP : zonas de inundación no peligrosas para las personas (prof. < 1 m)
 ZIPP: zonas de inundación peligrosas para las personas (prof. $\geq$ 1 m)

MAPA DE PELIGROSIDAD PARA LAS PERSONAS PERIODO DE RETORNO DE 500 AÑOS



ZINPP : zonas de inundación no peligrosas para las personas (prof. < 1 m)
ZIPP: zonas de inundación peligrosas para las personas (prof. $\geq$ 1 m)

VIII. DISCUSION

VIII.1. DISCUSION 1ª PARTE - ANÁLISIS PROVINCIAL DEL RIESGO DE INUNDACIONES

La clasificación de los municipios en función del riesgo de inundación se realizó a partir de la superposición de diferentes factores. Estos fueron escogidos por su elevada relevancia y por su facilidad de estudio.

Podrían añadirse muchos más factores de igual importancia, pero el estudio de algunos es de una elevada dificultad. Se muestra uno ejemplo:

- Estado de conservación de los cauces: las características de los cauces respecto a su estado de conservación (riberas limpias, naturalidad...) otorgan a los terrenos colindantes una seguridad añadida frente a los eventos de inundación. Estudiar el estado de los cauces debería realizarse directamente en cada caso particular, por lo que presenta un problema para adquirir toda la información.

Los factores evaluados pueden sufrir variaciones y con ello variar la valoración del riesgo. Las inundaciones históricas son un condicionante claro de la probabilidad de ocurrencia de un evento de similares características, pero la construcción de los embalses a conseguido laminar los caudales punta de las crecidas, por lo que las consecuencias de una inundación similar a un suceso histórico podrían verse mermaid. Con la ponderación respecto a las fechas de suceso (teniendo en cuenta la construcción de los embalses) el factor queda bastante corregido.

Destacar en este punto, que los datos censales de población municipal fueron asignados al núcleo de población principal, incluyendo la población de las pedanías. La base de datos digital no tenía información georreferenciada de las pedanías y aldeas, por ello se asignó el valor total de población (total, % de niños y % de ancianos) a los núcleos principales.

Si se hubiera podido diferenciar, probablemente habríamos obtenido valores diferentes de riesgo en dos entidades de población pertenecientes al mismo término municipal.

Ha tenido que eliminarse una categoría en los niveles de riesgo obtenidos, debido a que ningún municipio presentaba el valor más elevado establecido en las categorías.

Cabe esperar un margen de error, debido al carácter cualitativo del análisis de los factores aun habiendo sido justificada cualquier decisión.

VIII.2. DISCUSION 2ª PARTE - ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE NÚCLEOS DE POBLACIÓN CON VALORES DE RIESGO ELEVADOS

La elección del municipio ha estado muy condicionada por la obtención y disponibilidad de la cartografía urbana necesaria. Se pretendía realizar un estudio a partir de series foronómicas (el caso estudiado) y otro utilizando un método hidrometeorológico y poder establecer comparaciones entre ambos métodos de estudio.

Una vez más queda un estudio limitado al acceso a la información.

Dentro del estudio hidráulico, comentar nuevamente que el embalsamiento de los ríos, en general, y del Tajo, en particular, tiene una serie de consecuencias (disminución de la descarga media anual y de la variabilidad estacional...) pero, de todas ellas, el efecto más importante se refleja en la laminación de las crecidas. Esta laminación consiste en la disminución de la magnitud e intensidad de las inundaciones, aunque para ello implique un aumento del tiempo y duración de la crecida. Los embalses de laminación de avenidas modifican la ley estadística de caudales punta aguas abajo, reduciendo por tanto la Probabilidad de Excedencia del desbordamiento aguas abajo o su Severidad. Un embalse convencional almacena la crecida o parte de ella sin desagüar y funciona de acuerdo con su capacidad de almacenamiento del volumen del hidrograma de la crecida, siendo éste dependiente tanto del caudal punta como de la duración de la misma. La capacidad disponible para laminar la avenida depende también del grado de llenado del embalse (Ayala-Carcedo, 2002).

Respecto al modelo hidráulico empleado en HEC-RAS apuntar que es un modelo unifásico y unidimensional, considerando que la lámina de agua lleva una sola dirección cuando se produce una avenida. Es por ello que los perfiles transversales del río previos al análisis hidráulico han sido trazados teniendo en cuenta la dirección del agua en su crecida.

En arroyos de pocas dimensiones, los perfiles se trazan perpendicularmente a la línea central del río y la circulación de la corriente es paralela a esta línea central. En un río caudaloso como lo es el Tajo, y además meandriforme, debe tenerse en cuenta el sentido del flujo, que no siempre coincidirá con la línea central.

Respecto a la figuración de flujo unifásico, conlleva que el flujo no lleva carga de sedimentos en las avenidas, supuesto alejado de la realidad, puesto que siempre aparecen obstáculos arrastrados por la corriente y se arrastra lodo del fondo.

IX. CONCLUSIONES

XI.1. COCLUSIONES 1º PARTE - ANÁLISIS PROVINCIAL DEL RIESGO DE INUNDACIONES

- La provincia de Toledo cuenta con 204 núcleos de población de los cuales:

3 municipios presentan valor de riesgo MUY ALTO
12 municipios con valor de riesgo ALTO
105 municipios con valor de riesgo MEDIO
82 municipios con valor de riesgo BAJO

- Los tres municipios con valor de riesgo MUY ALTO son: Talavera de la Reina, Consuegra y Corral de Almaguer.
Los municipios que rodean a los de valor más elevado sólo presentan valor alto en el caso de Consuegra, por ser todos atravesados por la cuenca del Amarguillo.

- Del total de núcleos de población, más del 91 % presentan un valor bajo o moderado, por lo que en general, exceptuando casos concretos, la provincia no presenta un riesgo grave frente a inundaciones, como ocurre en el caso de las provincias levantinas.

IX. 2. CONCLUSIONES 2ª PARTE - ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE NÚCLEOS DE POBLACIÓN CON VALORES DE RIESGO ELEVADOS

- Los caudales de crecida obtenidos para los diferentes periodos de retorno en Toledo son:

$Q_c \text{ (m}^3\text{/s)}$	$T = 50 \text{ años}$	$T = 100 \text{ años}$	$T = 500 \text{ años}$
	552	616	754

Tabla IX.1 - Caudales de crecida para lo periodos de retorno

La zona de estudio entre la estación de aforos y el Puente de Azarquiel presenta claramente riesgo de inundación. Aunque en dicha zona no existan muchas viviendas residenciales o servicios, próximamente será aprobado el nuevo Plan de Ordenación Municipal del Ayuntamiento de Toledo, quedando las zonas de la Vega Alta del Tajo calificadas como "urbanizables".

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayala- Carcedo, F.J.; Olcina Cantos, J. (2002): "Crecidas e Inundaciones" en: *Riesgos Naturales*, Capítulo 46, pp. 859-877, Editorial Ariel, Ariel Ciencia. 1ª Edición, 1.512 págs. Barcelona.
- Benito, G.; Díez Herrero (2004): *Itinerarios geomorfológicos por Castilla-La Mancha*. CSIC – Centro de Ciencias del Medio Ambiente. 157 págs.
- Benito, G.; Díez-Herrero, A.; Fernández de Villalta, M. (2003). Magnitude and Frequency of Flooding in the Tagus Basin (Central Spain) over the Last Millenium. *Climatic Change*, 58 (1-2), 171-192, May 2003. Kluwer Academic Publishers.
- Benito, G.; Díez-Herrero, A.; Fernández de Villalta, M. (2004). Flood response to solar activity in the Tagus Basin (Central Spain) over the Last Millennium. Short Response to the Vaquero's Comment to: "Magnitude and Frequency of Flooding in the Tagus Basin (Central Spain) over the Last Millenium". *Climatic Change*. Kluwer Academic Publishers.
- Benito, G.; Fernández de Villalta Compagni, M.; Díez Herrero, A.; Laín Huerta, L. (1999). Base de datos Paleotagus: incorporación de la información paleohidrológica en un SIG para el análisis de riesgos naturales. En: L. Laín Huerta (Ed.), *Los Sistemas de Información Geográfica en los Riesgos Naturales y en el Medio Ambiente*, Capítulo 1, pp. 21-31 ITGE (Ministerio de Medio Ambiente), Madrid.
- Camarasa, A.M. (2002): "Crecidas e Inundaciones" Ayala- Carcedo, F.J.; Olcina Cantos, J. (2002) en: *Riesgos Naturales*, Capítulo 46, pp. 859-877, Editorial Ariel, Ariel Ciencia. 1ª Edición, 1.512 págs. Barcelona.
- Caballero, J.; Carrasco, R. y Díez, A. (2003). "Patrimonio Geológico de Toledo" en Patrimonio Geológico de Castilla-La Mancha. Acaso Deltell, E. et al. Editorial ENRESA, 613 págs., Madrid.
- Departamento de Interior del Gobierno Vasco (1999): *PLAN ESPECIAL DE EMERGENCIAS ANTE EL RIESGO DE INUNDACIONES DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. 1ª Edición.
- Díez Herrero, A. (2001): *Geomorfología e Hidrología Fluvial del río Alberche. Modelos y S.I.G. para la gestión de riberas*. Tesis Doctoral. Departamento de Geodinámica, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid (en edición), Madrid, 584 págs.+Anexo (CD-R).
- Díez Herrero, A. (2003): *Geomorfología e Hidrología Fluvial del río Alberche. Modelos y S.I.G. para la gestión de riberas*. Serie Tesis Doctorales, nº 2. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, 587 págs.+Anexo (CD-R).
- Díez, A. (2004). Geomorfología e Hidrología fluvial del río Alberche. Modelos y SIG para la gestión de riberas. En: DGPC (Ed.), *Premios de Investigación en Ciencias experimentales, técnicas y de la salud sobre Protección Civil para Tesis Doctorales 2003*. Dirección General de Protección Civil, CEISE (Ministerio del Interior, Subsecretaría), Madrid, CD-ROM. NIPO: 126-04-009-9; D.L. M-6373-2004.
- Díez, A. y Laín, L. (1998). Aportaciones de los estudios del ITGE a la prevención del riesgo de inundaciones en España. En: Gómez, A. y Salvador, F. (Eds.),

- *Investigaciones recientes de la Geomorfología española*, págs. 603-612, Universitat de Barcelona y S.E.G., Barcelona.
- Díez-Herrero, A.; Benito, G. & Lain-Huerta, L. (1998): Regional Palaeoflood Databases Applied to Flood Hazards and Palaeoclimate Analysis. In: G. Benito, V.R. Baker & K.J. Gregory (Eds.), *Palaeohydrology and Environmental Change*. Chapter 24, pp. 335-347, John Wiley & Sons Ltd., Chichester (England).
- DGC y DGOH (1985a). *Estudio de Inundaciones Históricas. Mapas de Riesgos Potenciales*. Cuenca del Tajo, Dirección General de Protección Civil y Dirección General de Obras Hidráulicas. 2 vol. pag. var.
- Fernández de Arroyabe Arañes, P. (2003). *Manual Básico de ArcView 3.2 - Desarrollo Metodológico de un Proyecto SIG*. TGD, 255 págs., Santander.
- Fernández de Villalta, M.; Benito, G. y Díez-Herrero, A. (2001): Historical flood data analysis using a GIS: The Palaeotagus Database. In: T. Glade, P. Albini & F. Francés (Eds.), *The Use of Historical Data in Natural Hazard Assessments*, 101-112, Kluwer Book Series, Advances in Natural and Technological Hazards Research, Dordrecht (Netherlands).
- García, L. y Zaragoza, I. (1993). *La inundación de Villacañas 1893-1993. Centenario de una catástrofe*. Ayuntamiento de Villacañas, Madrid, 199 págs.
- Gil Díaz, A. (2001). Comparación del señor Consejero de Obras Públicas para informar sobre el mapa de riesgos en municipios susceptibles de sufrir riadas en Castilla-La Mancha, expediente 05/0403-0159. *Diario de Sesiones de las Cortes de Castilla-La Mancha. Comisiones*, V Legislatura, nº 123 (22-06-2001).
- González Corrochano, B. (2003). *Análisis de la peligrosidad de inundaciones en el Campus de la Fábrica de Armas de Toledo*. Proyecto Fin de Carrera, Universidad de Castilla-La Mancha, Facultad de Ciencias del Medio Ambiente, Toledo, 46 págs. + anexos.
- Lantada, N. y Núñez, M.A. (2002). *Sistemas de Información geográfica, prácticas con ArcView*. Barcelona, ediciones de la UPC, 226 págs.
- López Acosta, A. y Jiménez Sánchez, M. (2002). *Catálogo de inundaciones históricas de la Cuenca del Tajo. Protección Civil*, 11 (marzo 2002), 42-45.
- Ministro de Justicia e Interior (1995). Resolución de 31 de enero, *Directriz Básica de Planificación De Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones*. B.O.E. 38 (14 de febrero), 4846-4858.
- MOPU (1987). *Determinación y delimitación de zonas inundables del río Tajo en Talavera de la Reina (Toledo)*. Dirección General de Obras Hidráulicas. Comisaría de Aguas. PYCSA (Proyecto y Control, S.A.), 5 tomos, inédito.
- Nuffer, E. B.; Proctor, R. J.; Moser, P.H. (1993). *Guía Ciudadana de los Riesgos Geológicos*. Edita el Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España, 131-151.
- Potenciano, A. et al. (1995). *Amargullo*
- Potenciano de las Heras, A.; Martínez Goytre, J.; Durán Valsero, J.J. y Garzón Heydt, G. (1996). Inundaciones en la cuenca del río Amargullo (Toledo) *Geogaceta* 20-5, 1135-1137.

- Potenciano de las Heras, A. (2004). *Las Inundaciones históricas en el Centro-Sur de la Península Ibérica. Condicionantes geomorfológicos y climáticos*. Tesis Doctoral. UCM.

Direcciones web:

Catastro del Ministerio de Economía y Hacienda (2006)- INFORMACIÓN CATASTRAL DISPONIBLE DE MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE TOLEDO.

- www.catastro.meh.es/estadistica/atlas carto/atlas.htm

Centro de estudio y Experimentación de Obras Públicas del Ministerio de Fomento (2006) - DESCARGA DE MANUAL DE PROGRAMA INFORMÁTICO "CHAC".

- <http://hercules.cedex.es/chac/>

Confederación Hidrográfica del Tajo (2006) – DESCARGA DE DATOS DE ANUARIO DE AFOROS.

- www.chtajo.es

Dirección General de Protección Civil (2006) – Vademécum Remer y Legislación.

- www.proteccioncivil.org

Instituto Geológico Minero de España (2006) – Publicaciones elaboradas por el IGME.

- www.igme.es

Instituto Nacional de Estadística (2005) – Datos de las entidades singulares de la provincia de Toledo, censo de 2005

- www.ine.es

Programas y aplicaciones informáticas

- AutoCAD (2006). Developed by Autodesk Inc. Microsoft Corporation. U.S.
- ArcView GIS 3.2 (1992). Developed by Environmental System Research Institute (ESRI), Inc. U.S.
- HEC-RAS 3.0.1 (2001). River Analysis System. Developed by U.S. Army Corps of Engineers. The Hydrologic Engineering Center, Davis (California).
- HEC-GeoRAS 3.1 (2003). Developed by the U.S. Army Corps of Engineers. The Hydrologic Engineering Center, Davis (California).

Cartografía

- Ayuntamiento de Toledo (2006). Cartografía en formato digital (extensión DXF) de la zona de estudio de Toledo.
- MAPA (1974). Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España a escala 1:50.000, hoja nº 629 (Toledo). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- IGME (1972-87). Mapa geológico de España a escala 1:200.000, hojas nº 44, 45, 52, 52 y 54 de Avila, Madrid, Talavera de la Reina, Toledo y Campo de Criptaza. Instituto Geológico Minero de España. Madrid.
- IGN (2003). Mapa Autonómico de Castilla-La Mancha es escala 1:400.000, Instituto Geográfico Nacional, Madrid.
- IGN (1999). Mapa Provincial de Toledo a escala 1:200.000, Instituto Geográfico Nacional, Madrid.
- IGN (2002). Mapa Topográfico Nacional de España a escala 1:50.000, hojas nº 629-IV (Sta. Mª de Benquerencia) y 657-II (Nambroca), Instituto Geográfico Nacional, Madrid.
- IGN (2001). CartoIMAGEN Provincial de Toledo a escala 1:200.000, Instituto Geográfico Nacional, Madrid.

XI. ANEXO

Tabla XI.1 - Inventario de puntos conflictivos de inundaciones históricas en España

INUNDACIONES, PUNTOS CONFLICTIVOS					
CLASE					
CUENCA HIDROGRÁFICA	1ª	2ª	3ª	4ª	TOTAL
Norte	200	-	100	-	300
Duero	7	18	27	20	72
Tajo	5	-	20	-	25
Guadiana	30	12	17	7	66
Guadalquivir	61	32	62	22	177
Sur	23	26	37	35	121
Segura	8	-	1	-	9
Júcar	54	33	60	26	173
Ebro	73	33	47	68	121
Pirineo Oriental	109	20	43	-	172
Islas Canarias	17	2	4	6	29
Islas Baleares	2	-	16	15	33
TOTALES	589	176	434	199	1.398

Clase	Periodo de retorno de la avenida (años)		Daños graves Vidas	Haciendas
	100	500		
1ª	*		*	*
2ª		*		*
3ª	*			*
4ª		*		*

Tabla XI.2 - Inundaciones mas importantes en España. Elaborada por Durán, J.J de datos de diversas publicaciones del ITGE

INUNDACIONES MAS IMPORTANTES EN ESPAÑA

AÑO	LOCALIDAD	DAÑOS	Nº DE VÍCTIMAS MORTALES
1651	Murcia	Graves	1.000
1779	Ribera Baja del Júcar	Importantes	numerosas
1802	Lorca (Murcia)	Destrucción de la ciudad	700
1874	Cataluña	Grandes daños, más de setecientas viviendas destruidas	600
1879	Murcia	Grandes daños	800
1891	Consuegra (Toledo)	Destrucción parcial de la localidad	359
1957	Valencia	Grandes daños, más de trescientos edificios destruidos, 10.000 millones de 1957	86
1962	Cataluña	Grandes daños. Cinco mil viviendas destruidas. 2.700 millones en pérdidas	1.000
1963	Murcia, Almería	Grandes daños	300
1971	Cataluña	Grandes daños. 7.000 millones de pérdidas	400
1972	Valdepeñas	Daños importantes	22
1973	Sureste	Grandes daños en zonas extensas	300
1982	Levante	Grandes daños. 300.000 millones de pérdidas	38
1983	País Vasco y Cantabria	Más de 150.000 millones	40
1989	Malaga y Sureste	200.000 millones	42
1994	Cataluña	30.000 millones	9
1995	Yebrá (Guadalajara)	Daños importantes	10
1996	Biescas (Huesca)	Varios miles de millones	87
1997	Alicante y Sureste	10.000 millones	5

Tabla XI.3 - Inundaciones históricas de Toledo. Elaborada a partir de los datos publicados en Itinerarios geomorfológicos por Castilla-la Mancha – 2004.

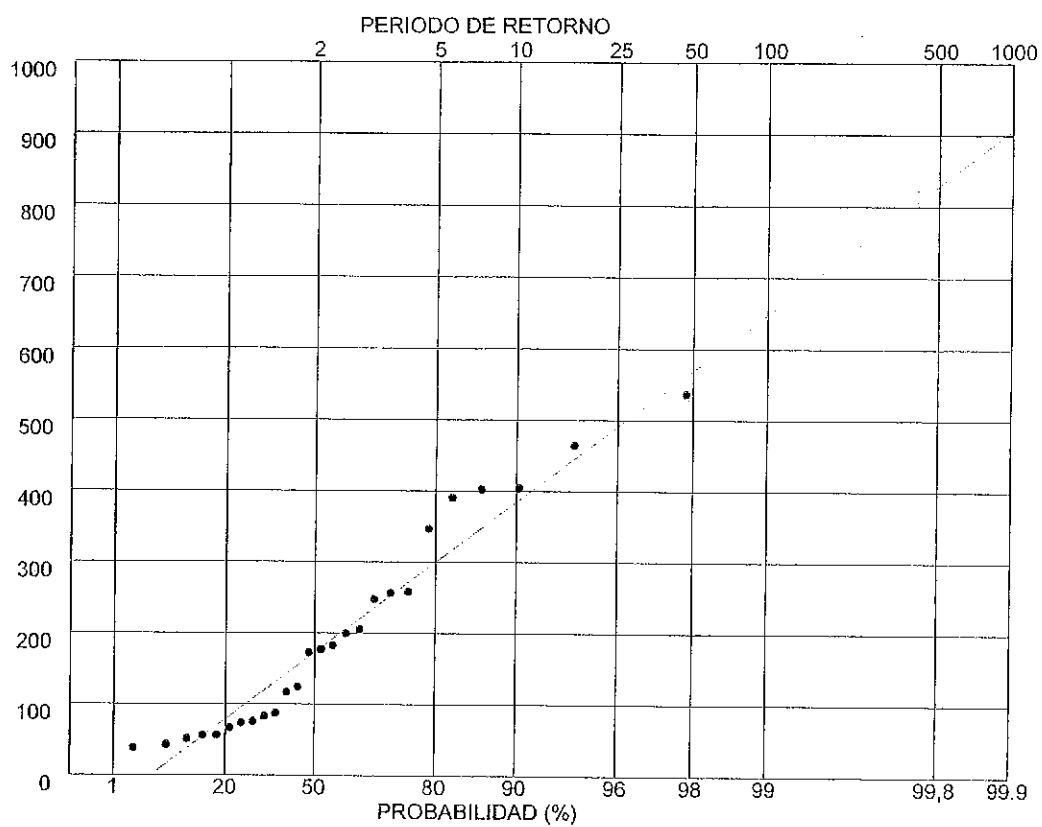
AÑO	MES	DIA	PUNTO SINGULAR
0849	00	00	Toledo.
1113	00	00	Cubrió el arco de la puerta de Almohada.
1138	00	00	
1168	12	20	Se inundó la Iglesia de San Isidoro.
1168	12	20	El agua salvó la muralla de la parte baja de la ciudad, hacia el oriente.
1181	12	00	Llegó hasta San Isidoro.
1185	00	00	
1200	02	00	Toledo
1203	12	27	Arrasó el puente de San Martín. (Los restos se llaman Baños de la Cava)
1205	02	00	Derribó el pilar del puente en Toledo.
1207	12	00	Cubrió la puerta de la Almohada.
1211	02	00	Derriba el puente en Toledo.
1258	12	26	Derrumbó gran parte del puente de Alcántara.
1258	12	26	Inscripción en el puente de Alcántara
1527	01	20	Llegando el agua hasta el lugar llamado de Buena vista.
1543	00	00	
1597	06	00	Inundación de la puerta de Alaytique.
1599	06	07	Inundación de la huerta de Alaytique.
1599	06	29	Inundación de la huerta de Alaytique.
1606	07	00	Las aguas debieron dañar la presa de Alaytique porque el 28 de Julio se trata de repararla.
1611	05	00	"Las lluvias dañaron...la escalera del Alcázar de Toledo"
1778	01	00	

1788	05	00	
1856	01	00	
1876	12	06	Alcanzó un caudal de 15800m ³ /s y una altura de 13.47 m sobre el nivel de estiaje. Faltaron 5m para salvar las cisternas del puente Romano de Alcántara.
1899	08	12	
1910	12	10	El agua arrastraba muchos árboles y maderas.
1924	03	30	El puente de San Martín quedó totalmente cubierto por las aguas.
1947	03	06	Placa que indica la altura que alcanzó el Tajo en esta fecha en la central hidroeléctrica de Satorn.
1996	12	0	Creceda que causó daños en la vegetación de la senda ecológica y en algunas infraestructuras.
1997	12	21	Creceda que causó inundaciones en las riberas con pérdidas de especies vegetales en la senda ecológica y en los parques y paseos.
1998	0	0	Destrozos en los márgenes del río con las obras realizadas para la urbanización de las riberas del Tajo en centro histórico.
2001	1	0	Daños en los parques de los márgenes del río.

Proyecto: tajoqc
Estación: 03014

Ley: Gumbel

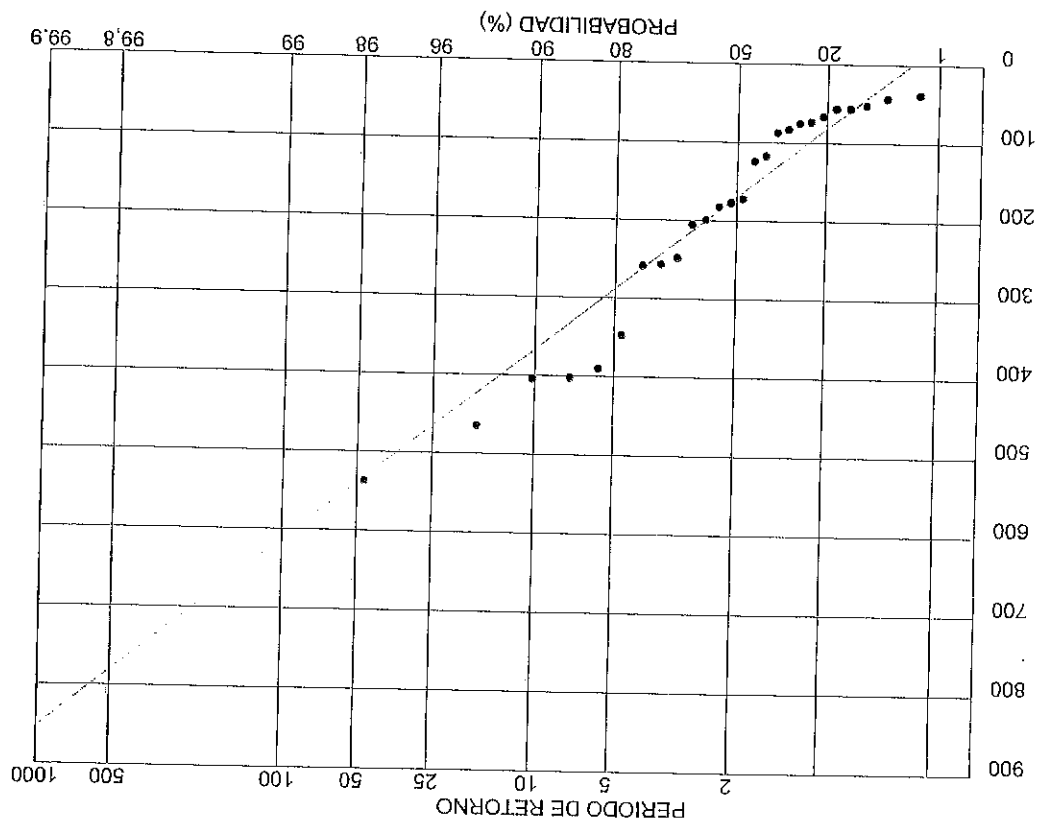
Método: Momentos (MOM)



Proyecto: tajoqc
Estación: 03014

Ley: Gumbel

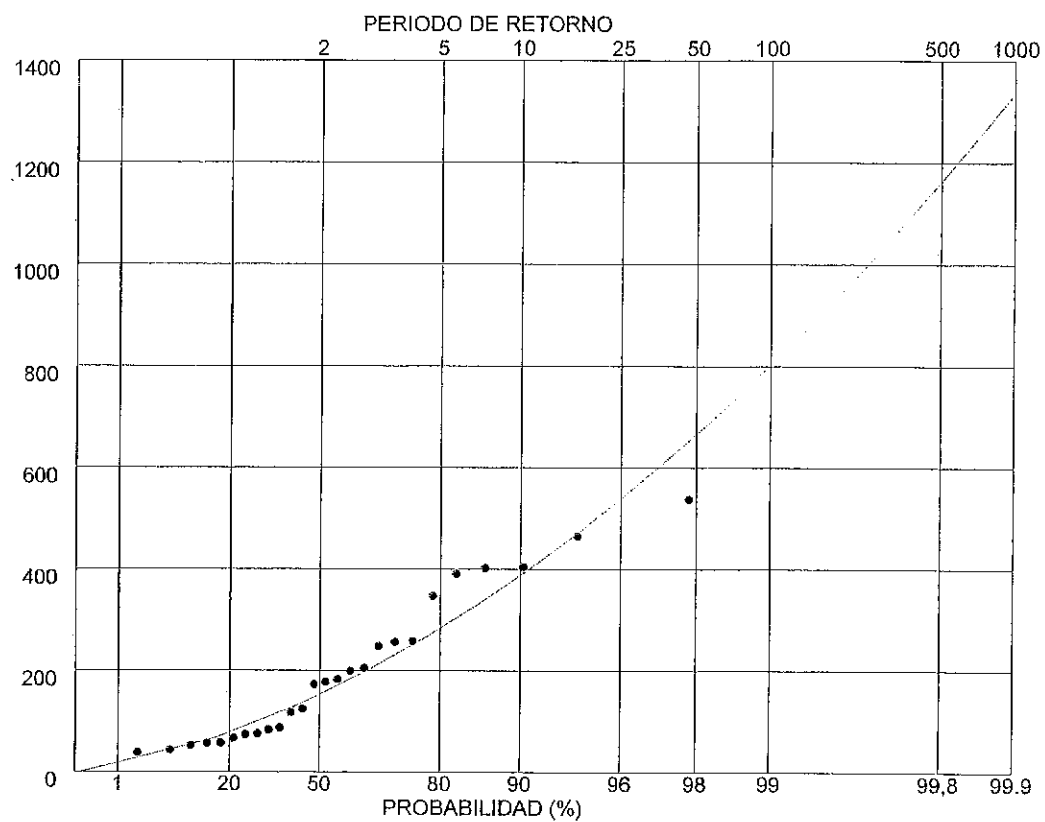
Método: Máxima verosimilitud (ML)



Proyecto: tajoqc
Estación: 03014

Ley: SQRT

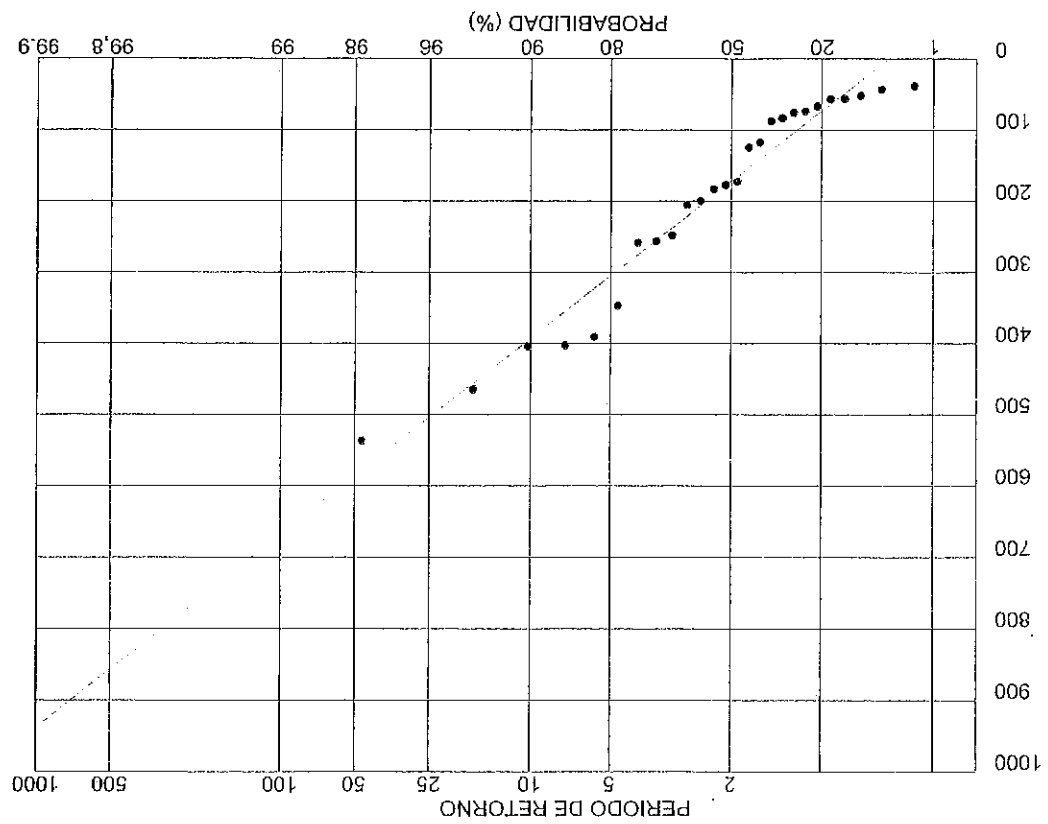
Método: Máxima verosimilitud (ML)



Proyecto: tajoqc
Estación: 03014

Ley: Gumbel

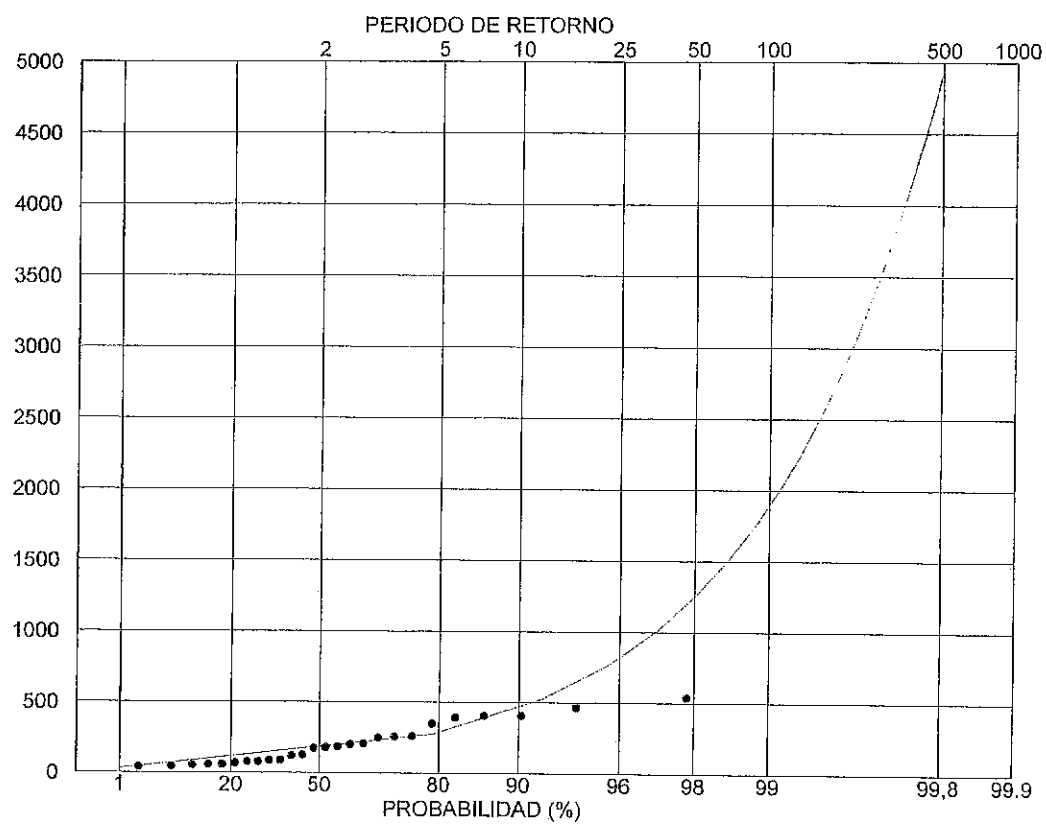
Método: Momentos ponderados (PWM)



Proyecto: tajoqc
Estación: 03014

Ley: GEV

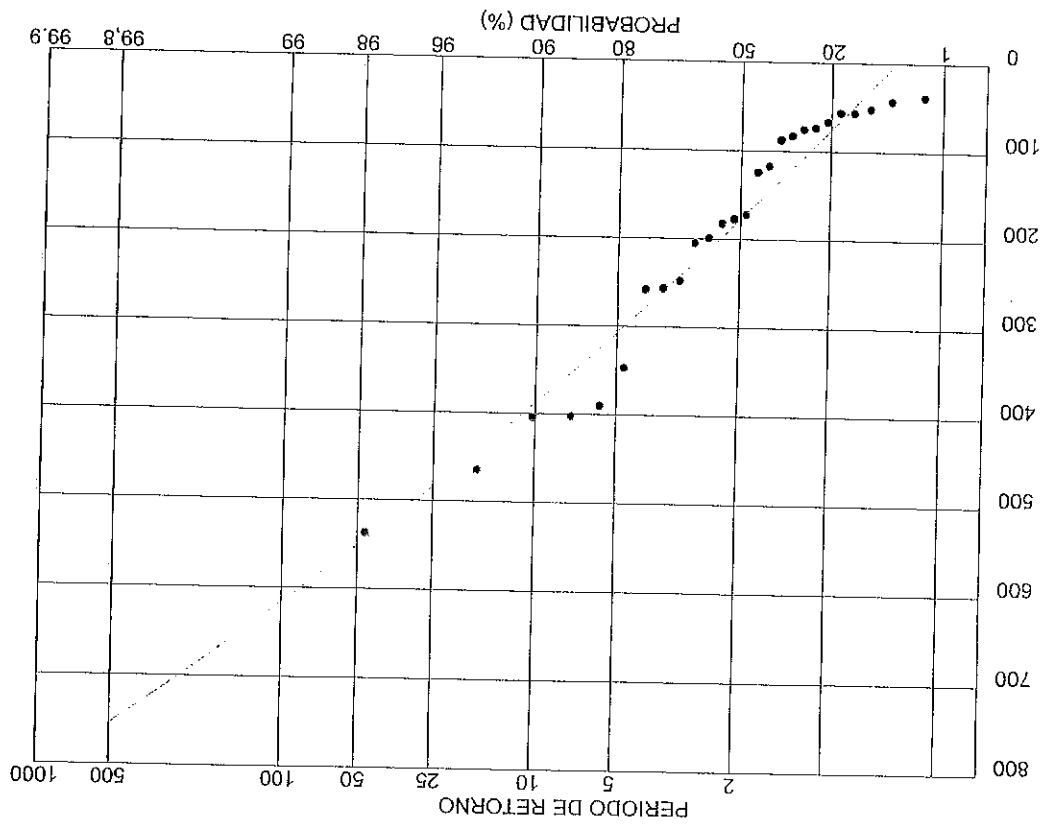
Método: Máxima verosimilitud (ML)



Proyecto: tajoc
Estación: 03014

Ley: GEV

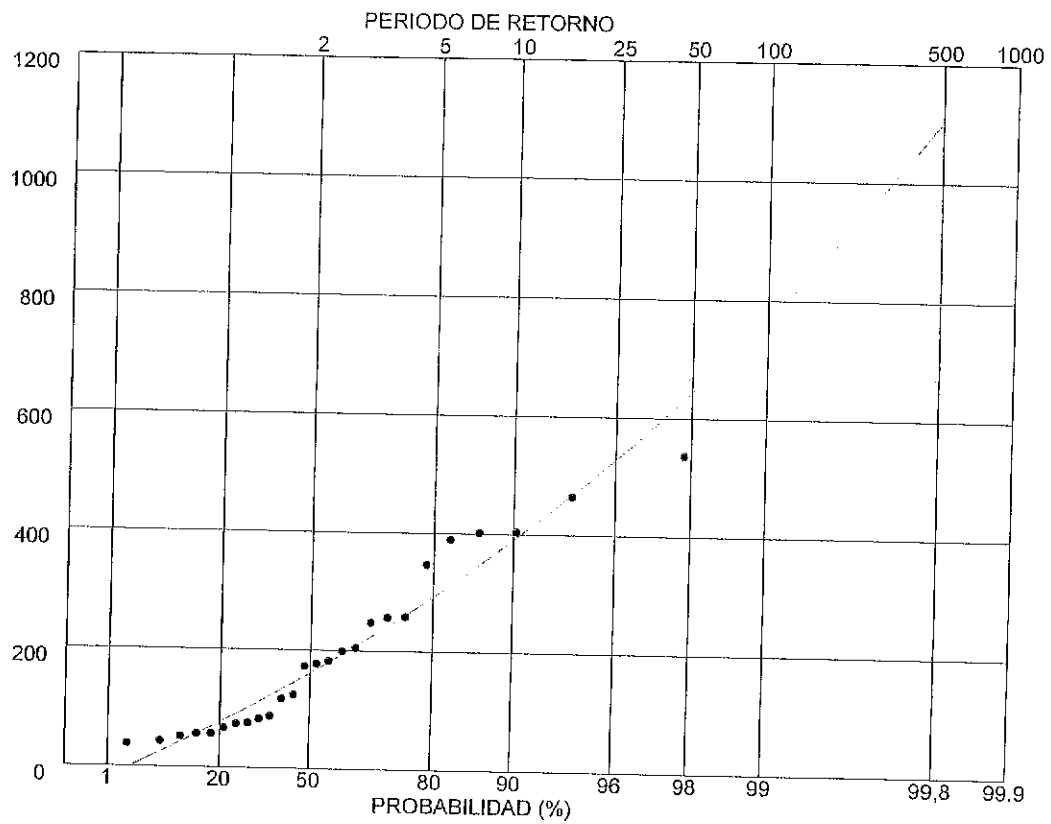
Método: Momentos (MOM)



Proyecto: tajoqc
Estación: 03014

Ley: GEV

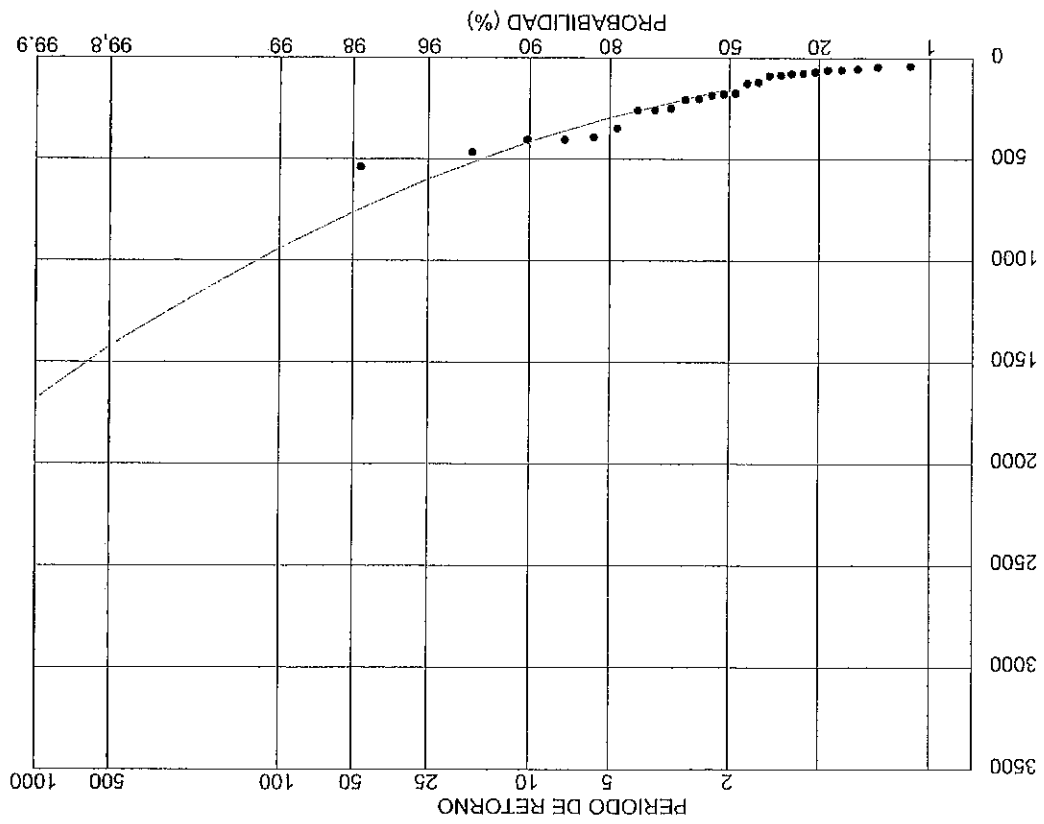
Método: Momentos ponderados (PWM)



Proyecto: tajoc
Estación: 03014

Ley: LP III

Método: Ajuste individual con sesgo muestral



Pro: ALBACETE.

Atendido por RAFA TORRES Fecha de compra 26 / 09 / 05

Nombre INES 1º Apellido DE ENRIQUE 2º Apellido RINBIO.
 Dirección C/ AVD. PORTUGAL Nº 18 Piso / Puerta BLOQUE 1, 2º B.
 Código Postal Población TOLEDO Provincia TOLEDO.
 Indicaciones
 Teléfono 652 83 52 01.1 Nº socio Club Carrefour / DNI

Transporte por: Logística Hiper ☒ Cliente
 Orden de entrega Nº Táchese lo que proceda

Nº: 58NG063619

Código EAN	Cantidad	Artículo	Precio Unitario	Precio Total
27629170035	1	ORDENADOR PORTATIL OKI AMMA 2200	899	899
29832571091	1	ANTIVIRUS PANDA TITANIUM.	0'01.	0'01.
Carrefour - ALBACETE CENTROS COMERCIALES CARREFOUR, S.A. C.I.F. A-28425270 Av. 1º de Mayo, s/n - 02006 Albacete				
Fecha de entrega 26/09/05			Total IVA incluido	899.01
Tipo de ausencia avisar a			Anticipo	
Por artículo antiguo			Pendiente a crédito	
☐ Si ☐ No Táchese lo que proceda			Pagado	

A pagar en domicilio

Garantía de satisfacción

Plazo de 15 días para comprobar el buen funcionamiento de su artículo, excepto para los de uso personal. Para cambios y devoluciones debe presentar el ticket o factura de compra, embalaje, accesorios, manual de instrucciones y garantía sin sellar. Después de los cuales, su artículo se sujeta de la garantía del fabricante que le sellaremos en el Departamento de Información del centro.

Si usted prefiere validar la garantía del fabricante durante los primeros 15 días, no nos será posible cambiarle su artículo en caso de mal funcionamiento, no obstante dispone de la garantía del fabricante.

Si desea Carrefour le retire su artículo antiguo. Solicítelo al vendedor.

Nº de Ticket	Fecha	Marcado por
--------------	-------	-------------

Confirme el Cliente

El Vendedor

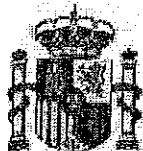
RETIRADA DE ARTICULO
 POR CLIENTE
 EN PERFECTO ESTADO

Observaciones:

XII. JUSTIFICACIÓN DE GASTOS

A continuación se aportan las facturas de los gastos sucedidos durante la ejecución del proyecto. Para los viajes no pueden aportarse facturas, pues se han efectuado en coche propio. Se detallan los kilómetros y el precio establecido Oficial.

LOCALIDAD	KM aprox. Desde TOLEDO	Nº de VIAJES	PRECIO € * KM
Madrid	70	32 (16 ida - 16 vuelta)	425.6
Villacabañas	73	2 (1 ida - 1 vuelta)	30.4
Talavera de la Reina	87	2 (1 ida - 1 vuelta)	30.4
PRECIO KM = 0.19 €			
TOTAL			486.40 €



MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

FACTURA

SUBSECRETARÍA

SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
N.I.F. S-2821004-E

Factura Número : 00618VD2006
Fecha Factura : 23-FEB-2006
Pedido Número 3039

INES DE EUSEBIO RUBIO
CL AVDA. PORTUGAL, 18
45005 - TOLEDO
TOLEDO

CIF : 03903811K

Unid.	Concepto	Precio Unidad	Importe Bruto	Importe Dto.	Importe Neto	% IVA	Imp. IVA	Importe Total
1	MAPA CULT.APROV.- VILLACAÑAS (TOLEDO)	2,60	2,60	0,00	2,60	4	0,10	2,70
1	MAPA CULT.APROV.- TOLEDO	2,60	2,60	0,00	2,60	4	0,10	2,70



Importe Bruto :	5,20
0 % Descuento :	0,00
Importe Neto :	5,20
Total IVA :	0,20
Importe a Pagar :	5,40

Pág. 1 de 1

Modo de pago:
Pago nominativo cruzado a nombre de: S.G.T. - PUBLICACIONES - M.A.P.A.
Cuenta Postal: S.G.T. - PUBLICACIONES - M.A.P.A.
Transferencia a: c/c 0182 2370 45 0201505722
IBAN ES05 0182 2370 4502 0150 5722
Código SWIFT: BBVAESMMXXX
Adjuntar fotocopia de la transferencia o giro postal.

IMPORTANTE: En todos los pagos indicar el número de factura.

CENTRO DE PUBLICACIONES
Pº DE LA INFANTA ISABEL,1
28071-MADRID
Teléfono 91 347 55 51
FAX: 91 347 57 22
E-MAIL: centropublicaciones@mapa.es
WEB: www.mapa.es



BIBLIOTECA IGME
C/ Ríos Rosas, 23 2ª Planta
28003 – Madrid

Esta biblioteca certifica que Doña Ines de Eusebio Rubio con DNI. 3903811-K ha abonado la reprografía de 3 mapas geológicos, a 15,03 euros, con un total de 45,09 euros, según tarifa B.O.E. del 19 de junio de 2001.

Y para que así conste se extiende este certificado.

Madrid, 11 de mayo de 2005

La Biblioteca



CORREO

biblioteca@igme.es

RÍOS ROSAS, 23
28003-MADRID
TEL.: 91 349 5843
FAX: 91 349 5844

OFICINA: 0049 6146 UNIV C-LA MANCHA

FECHA: 10/05/2005

HORA : 12.02.34

INGRESO EN EFECTIVO DE *****45,09 EUR

IMPOSITOR.....: DE EUSEBIO RUBIO INES
EN CONCEPTO DE: INSTITUTO GEOLOGICO MINERO. PAGO FOTOCOPIAS

CODIGO CUENTA CLIENTE(C.C.C.): 0049 3026 80 2114353997

TITULAR(ES):

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

Nº OPERACION.: 0049 6146 642MB 00000634

FIRMA DE QUIEN REALIZA LA ENTREGA





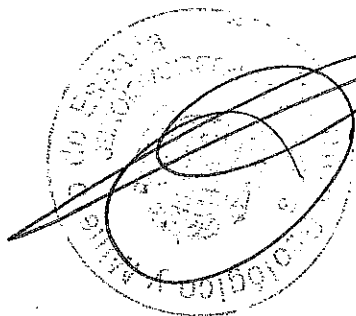
Cristobal Bordiu, 34
28003 MADRID

PUBLICACIONES
C.I.F. Q- 2820007 -I
VAT ESQ- 2820007 -I

INES DE EUSEBIO RUBIO
AVD PORTUGAL, 18
45005 TOLEDO
TOLEDO
N.I.F. 3903811

CHA: 4-05-2005 N.ALBARAN: 37.751 COD.CLIENTE 0
N. FACTURA: 10.032

REF.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	%DCTO.	IMPORTE
001000054	CAMPO DE CRIPTANA	1	9,02	0,00	9,02
001000052	TALAVERA DE LA REINA	1	9,02	0,00	9,02



Observaciones:

IMPORTE	%DCTO.	IMPORTE DESCUENTO	BASE	%IVA	%R.E.	IMPORTE IVA + R.E.	TOTAL FACTURA
18,04	10,00	1,80	16,24	4,00	0,00	0,64	16,88 Euros

Forma de Pago Tarjeta de credito



COPISTERÍA - IMPRENTA RÁPIDA

villaber

Galería Comerc. Ronda Buenavista 29. Local 3C
Telefono y Fax: 925 222857
e-mail: villaber@telefonica.net
Web: www.villaber.net
C.I.F. : B - 45432093
45005 TOLEDO

FACTURA

Nombre: Inés de Eusebio Rubio
Dirección: Avda. Portugal nº 18
Población: _____ Código Postal: 45005
Ciudad: Toledo
e-mail: _____ Telefono: _____
C.I.F. / N.I.F. : 3903811 K

FECHA: **10/02/2006**

Nº Factura: **2572**

Cantidad	CONCEPTO	Precio Und.	TOTAL
1	Fotopias	19,7	19,70
 Copistería villaber IMPRENTA RÁPIDA C.I.F. B-45432093 Galería Comercial Ronda 29 Ronda de Buenavista Nº 29 Local 3C Tel. y Fax: 925 222857 - 45005 TOLEDO e-mail: villaber@telefonica.net Pag. Web: www.villaber.net			
Visita Nuestra Pagina Web: www.villaber.net		B.Imponible €	19,70
Observaciones: PAGADO		16 % I.V.A.	3,15
		TOTAL €	22,85

Copistería Villaber S.L. , Inscrita en el Registro Mercantil de Toledo. En el Folio 5 del Tomo 914, hoja TO-13382, Inscripción 1ª



CASTILLA LA MANCHA

Reprografía, S. L.

Calle Chile, 1
Telf. 925 25 39 11 / 40 68
Fax 925 25 39 91
45004 TOLEDO

FACTURA

Nº: A / 25

Fecha: 04-01-06

Cod. Cliente:

INES DE EUSEBIO RUBIO

AVDA PORTUGAL, 18

45005 TOLEDO

Toledo

03903811K

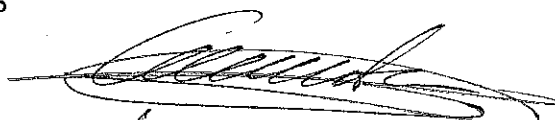
REF.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1	ESCANEOS COLOR	5	8,41	42,05

Forma de pago: CONTADO

Fecha vcto.: 04-01-06

Importe: 48,78

PAGADO

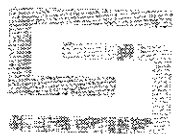

4-1-2006

Neto 42,05
Dto. Esp.
Portes
Base imponible 42,05
16,0 I.V.A. 6,73

TOTAL FACTURA

Euros

48,78



SERVICIO INTEGRADO
A EMPRESAS

SOCOPRINT, S.L.
C/ Doña Urraca, 18 - 28011 Madrid
Tel.: 91 479 20 03 - Fax: 91 221 86 16

Factura TPV

Nombre INES DE EUSEBIO RUBIO

Dirección AVD PORTUGAL,18

Población TOLEDO

45005 TOLEDO

D.N.I./C.I.F. 3903811-K

Page 1 of 1

Número	Fecha	Referencia cliente	Cliente	Nº proveedor	Nº pedido
1 / 738	06/05/2005		999999		

Artículo	Descripción	Unidades	Precio	Dto	Importe
PL000000A1	COPIAS PLANOS B/N A1	4,00	1,4700	0,00	5,88 €
PL000000A0	COPIAS PLANOS B/N A0	1,00	2,0700	0,00	2,07 €
PL000000A2	COPIAS PLANOS B/N A2	1,00	0,9900	0,00	0,99 €
FO00000001	FOTOCOPIAS A-4 B/N	24,00	0,0520	0,00	1,25 €

SOCOPRINT S.L.

c/ Doña Urraca nº 18
Tel.: 91 479 20 03 - Fax: 91 221 86 16
28011 - MADRID
C.I.F.: B-82261165

Total bruto	Dto.	Dto. PP	Base imponible	IVA	Total IVA	Recargo	Total recargo	Total línea
10,19	0,00	0,00	10,19	16,00	1,63	0,00	0,00	11,82
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Factura								11,82

E-mail: socoprint@socoprint.com

Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo: 13.977, Folio: 9, Sección: 8ª, Hoja: M-229060. Inscripción 1ª C.I.F.: B-82261165



MINISTERIO
DE FOMENTO

CENTRO NACIONAL
DE INFORMACION
GEOGRAFICA
C.I.F. : Q 2817024 I

Página 1 de 1

Fecha	Nº Factura	Cod. cliente	Datos Cliente
16/03/2005	FVMC050001058	00016457	INES DE EUSEBIO RUBIO - AVDA DE LOS CIGARRALES, 67 45280 OLIAS DEL REY TOLEDO ESPAÑA A la att.: N.I.F.: 03903811K

Observaciones:

Cod.Articulo	Descripción	Cantidad	Precio Uni.	%Dto.	Total Línea
	Pedido: TIPV050031850 Albarán: TIXV050031857				
8423434117045	Castilla-La Mancha	1,00	7,690	0,00	7,690

PAGADA MEDIANTE: EFECTIVO

TOTAL PAGADO: 8,00 Euros



CORREO ELECTRONICO
consulta@cnig.es
Web : http://www.cnig.es

GENERAL IBAÑEZ DE IBERO, 3
28003 MADRID
TEL : + 34 91 597 95 14
FAX : + 34 91 553 29 13

**LIBRERIA CIENTIFICO-TECNICA:**

DIAZ DE SANTOS, S.A.
Albasanz, 2
28037 MADRID - España
N.I.F. A-28670636

Teléfono: 917434890 - Fax: 917434023
E-mail: librerias@diazdesantos.es
www.diazdesantos.es

10000

SRTA. INES DE EUSEBIO RUBIO
AVDA. PORTUGAL, 18 BLOQUE.1 PLTA.2.B
45005 - TOLEDO

FACTURA LIBROS:
DOC/Nº: c2- 2/1236250

CIF/NIF CLIENTE: 3903811.K

Pág: 1

Factura expedida en
Madrid, 29/Dic/2005

PTD.	REFERENCIA PEDIDO	CANT.	CONCEPTO	IVA	EUROS S/IVA
1		1	Autor: Fernández de Arroyabe Hernández, Pablo Manual Básico de ARCVIEW 3.2. & desarrollo metodológico de un proyecto SIG	4,00%	37,00

Total Neto.....	37,00
Total Bruto....	37,00
Total Iva.....	4,00 % / 37,00
Total.....	38,48
Total Cobrado	38,48

FORMA DE PAGO:

38,48 Tarjeta de credito

artHEMA

EDICIONES DIGITALES, REPROGRAFÍA Y PAPELERÍA

n° cliente

001233

INES DE EUSEBIO RUBIO

nombre

presento

nombre INES DE EUSEBIO RUBIO	
dirección 	
c.p. 45005	población Toledo
provincia Toledo	

	ENCUENADO
CONDICIONES GENERALES:	
La validez del presupuesto es de 5 días para consumibles informáticos y 30 días para papelería y reprografía en general, salvo condiciones especiales especificadas en OBSERVACIONES.	
OBSERVACIONES:	
Conforme el Cliente	
SUBTOTAL (€)	139,68
Descuento especial (%)	
Importe descuento especial (€)	
TOTAL IVA (€)	22,35
TOTAL (€)	162,03

CONFORME EL CLIENTE

IMPORTE NETO

TOTAL I.V.A.

IMPORTE TOTAL

40,51 €

5,59 €

34,92 €

DESCRIPCIÓN	UD	PRECIO	DTO	IMPORTE	I.V.A
Copia BN A4 - 100 g	72,0	0,06		4,32	16,0
Copia color A4 - 100 gr	30,0	0,85		25,50	16,0
Enc. Channel B	1,0	5,10		5,10	16,0
nº albarán 1986 fecha 22 de MAYO de 2006 INES DE EUSEBIO RUBIO cliente C/ Jeronimo de Cevallos, 25 45005 Toledo					

