

ANEJO 8
ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD Y
RIESGO

Índice

ÍNDICE	1
1. INTRODUCCIÓN	3
2. VULNERABILIDAD Y RIESGO	4
3. ZONIFICACIÓN DEL TERRITORIO	5
3.1. Daños.....	5
3.2. Curvas de vulnerabilidad	5
3.2.1. Costes unitarios	7
4. MODELACIÓN HIDRÁULICA	8
4.1. Modelo digital del Terreno	8
4.2. Modelación Bidimensional: Iber	8
4.3. Rugosidad	10
4.4. Condiciones iniciales y de contorno.....	11
4.5. Resultados	13
5. RIESGO EN SITUACIÓN ACTUAL.....	15
6. RIESGO CON PRESA CONSTRUIDA	16
7. COMPARATIVA	17
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18
APÉNDICE 1. COSTES UNITARIOS PARA LA VALORACIÓN DEL DAÑO	19
APÉNDICE 2. MAPAS	23

1. Introducción

En este anejo se procede a la descripción del proceso empleado para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo aguas abajo de la infraestructura propuesta. En él se ha realizado una modelación hidráulica de la llanura de inundación y posteriormente una estimación del riesgo con los calados obtenidos en la misma.

La modelación hidráulica se ha realizado en 2 dimensiones mediante la aplicación Iber en su versión 2.2 y posteriormente se han tratado los datos obtenidos mediante SIG con ArcMap 10.1 para finalmente realizar el análisis de daños y riesgo con ayuda de una hoja de cálculo.

2. Vulnerabilidad y riesgo

Se define como vulnerabilidad a la inundación, a los daños que potencialmente se pueden producir en cualquier punto del territorio y en una determinada época del año. En este sentido, la vulnerabilidad depende del uso del suelo y varía con la magnitud de la inundación.

La variable de magnitud más importante en la determinación de la vulnerabilidad frente a una inundación es el calado máximo alcanzado por las aguas, de tal forma que para cualquier uso del suelo se puede determinar una curva de porcentaje de daño sobre el valor total en función de ese calado del tipo representado en la siguiente figura:

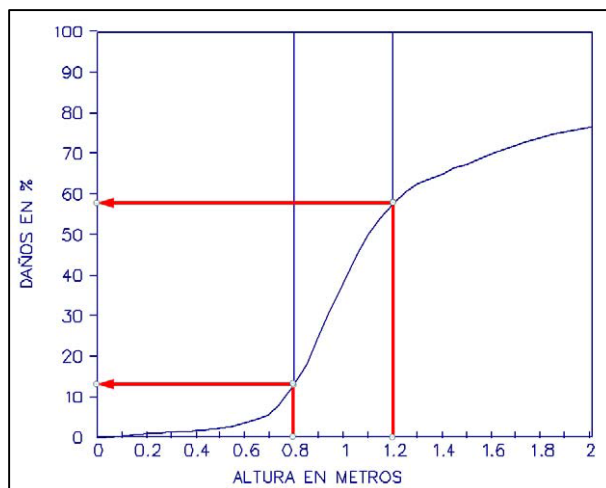


Gráfico 1: Evolución de los daños por inundación en función del calado de agua alcanzado para un uso del suelo genérico.

La magnitud de la inundación depende de la cantidad de precipitación, de las características de la cuenca vertiente al punto considerado (fundamentalmente sus dimensiones y la capacidad de infiltración del terreno), y por último de las condiciones de drenaje de ese punto concreto.

La peligrosidad vendrá dada a su vez, por la combinación de la frecuencia y magnitud de la inundación.

El riesgo que provocan las inundaciones en una zona concreta del territorio se obtiene por la combinación en el espacio de la peligrosidad y la vulnerabilidad, tal y como se esquematiza en la figura siguiente:

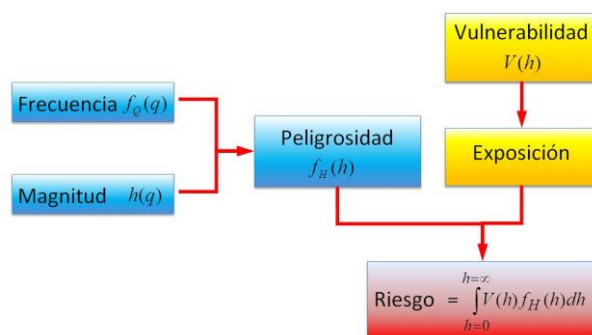


Figura 1: Esquema conceptual del riesgo de inundación.

El riesgo es, por tanto, el daño medio que potencialmente pueden producir las inundaciones, y será mayor en la medida en que la vulnerabilidad y la peligrosidad también lo sean.

3. Zonificación del territorio

Tal y como se establece en el punto anterior, la vulnerabilidad del territorio depende de la tipología de uso del suelo y la magnitud de la inundación.

El objetivo de este punto es la división del territorio en distintos usos homogeneizados tipificados desde el punto de vista de la vulnerabilidad. Los usos empleados son los siguientes:

- Usos urbanizados: Estos usos son los que mayor vulnerabilidad presentan. Se subdividen en: Residencial, Industrial, Infraestructuras y terciario.
- Usos agrícolas: Estos usos generalmente presentan una menor vulnerabilidad, pero en términos de superficie suelen ser los más afectados.

En el Mapa nº 1 se muestra la distribución de los usos del suelo a lo largo de la zona estudiada.

3.1. Daños

Los daños provocados por una inundación se pueden agrupar en distintas categorías, en el caso que nos ocupa se dividirán en daños tangibles y daños intangibles:

- Daños Tangibles: Medibles en términos económicos
 - Daños directos.
 - Los daños físicos sobre los bienes de propiedad privada e infraestructuras de Titularidad Pública.
 - Los costes de las medidas de emergencia adoptadas.
 - Coste de limpieza de calles, casas, etc.
 - Daños Indirectos: Son de difícil determinación, debido a su gran variabilidad.
 - Pérdidas por paralización estructuras viarias, centros de producción y servicios.
 - Desaparición de puestos de trabajo.
 - Los sobrecostes financieros.
 - La desvalorización de los terrenos inundados.
- Daños Intangibles

El presente estudio únicamente valora los daños tangibles causados por la inundación, dejando de lado los daños intangibles, que son difícilmente evaluables por su propia entidad, aunque no por ello menos importantes.

Los daños directos van a ser obtenidos por aplicación de curvas de vulnerabilidad para los diversos tipos de usos del suelo, mientras que los indirectos serán calculados mediante un coeficiente del 25% de los daños directos.

3.2. Curvas de vulnerabilidad

Las curvas de vulnerabilidad frente a inundaciones representan la relación entre los daños en porcentaje y el calado existente para un determinado uso del suelo.

En este punto se presentan las distintas curvas obtenidas, basadas en las que se obtienen en el análisis de vulnerabilidad del Plan Director de defensa contra avenidas de la Marina Alta y las recomendaciones de la Guía para la Inspección y Evaluación de daños en edificios por inundaciones.

Residencial

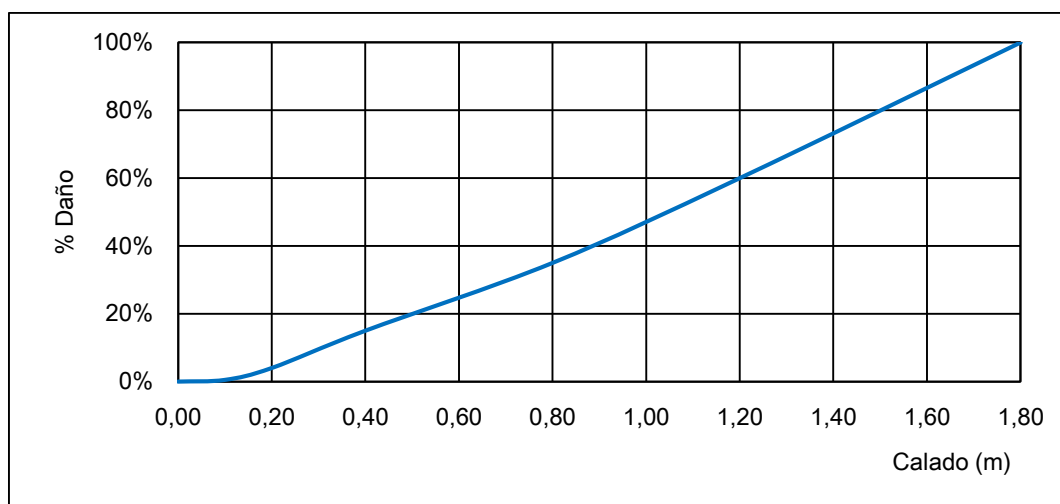


Gráfico 2: Curva de vulnerabilidad para uso Residencial.

Industrial

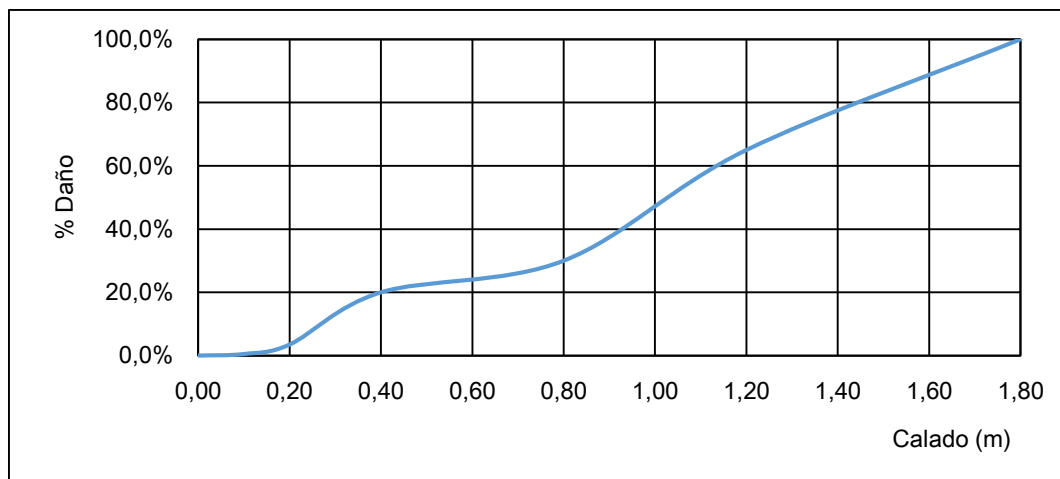


Gráfico 3: Curva de vulnerabilidad para uso Industrial.

Terciario

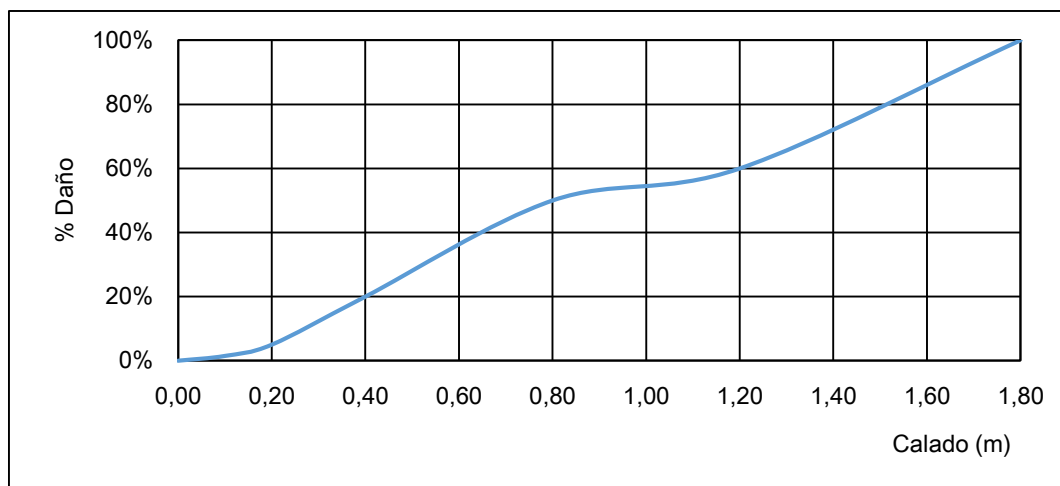


Gráfico 4: Curva de vulnerabilidad para uso Terciario.

Infraestructuras

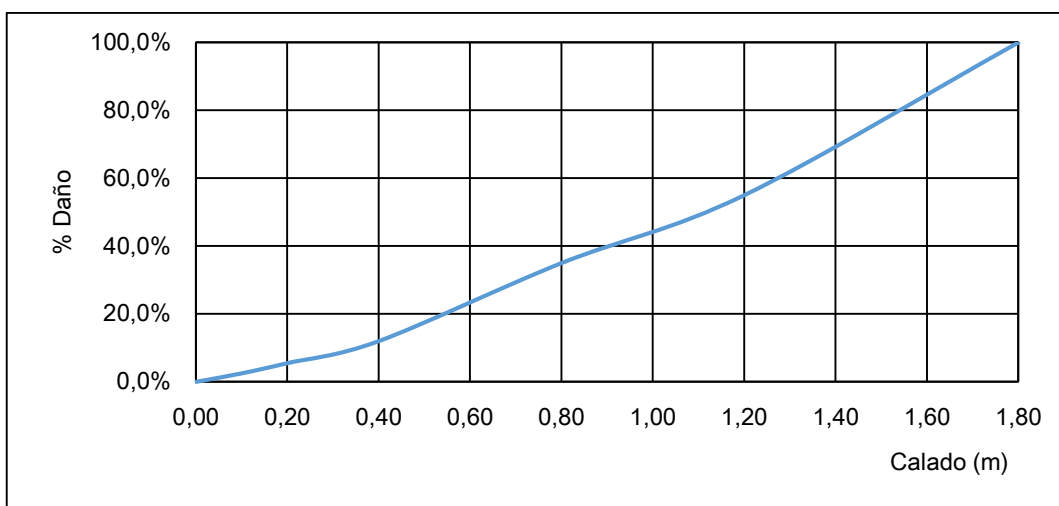


Gráfico 5: Curva de vulnerabilidad para Infraestructuras.

Agrícola

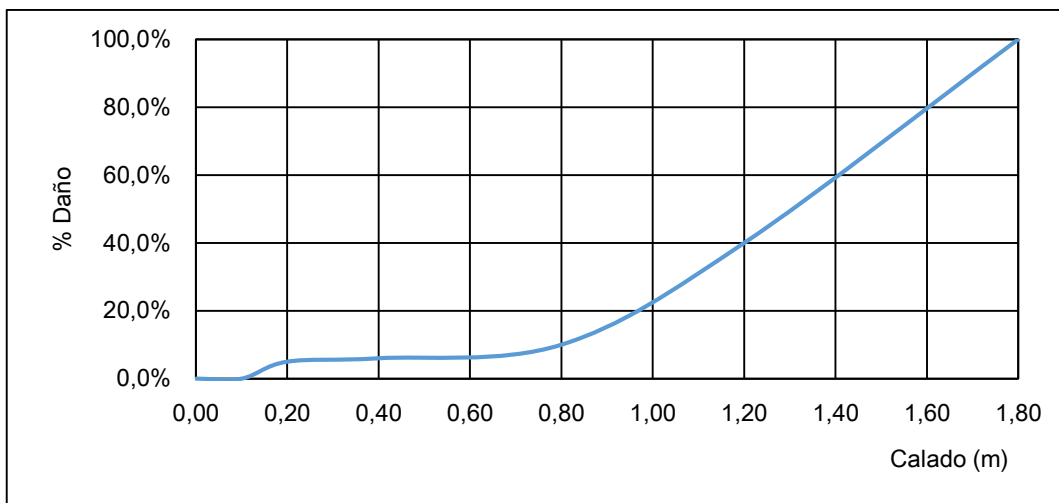


Gráfico 6: Curva de vulnerabilidad para uso agrícola.

3.2.1. Costes unitarios

El establecimiento de módulos de daño es un paso sensible pues se trata de valorar los daños máximos que pueden producirse sobre cada uno de los bienes afectados por una inundación. En función de esos daños máximos, se obtienen los daños para el resto de calados por aplicación de las curvas de vulnerabilidad anteriores.

Los costes unitarios utilizados para la valoración de los daños (MAGRAMA, 2013) pueden verse en la siguiente tabla:

Tabla 1: Costes unitarios máximos para cada uno de los usos del suelo.

Uso	Residencial	Industrial	Terciario	Dotacional	Infraestructuras	Agrícola
Daño (€/m ²)	170,00	170,00	380,00	200,00	250,00	3,00

4. Modelación hidráulica

Las hipótesis de flujo unidimensional no son adecuadas cuando el fenómeno hidráulico se presenta sobre una zona de gran extensión como es el caso de la llanura de inundación que nos ocupa, lo que obliga a la aplicación de hipótesis similares a las de Saint Venant enunciadas en el caso unidimensional.

El flujo bidimensional transitorio en canales abiertos, suponiendo la densidad y la viscosidad del agua constante, puede describirse mediante dos variables dependientes del espacio y del tiempo. Estas variables son el calado y la velocidad según las dos direcciones horizontales de un punto del plano que caracteriza a una columna de agua. Se necesitan por tanto tres ecuaciones obtenidas a partir de dos leyes físicas: la ley de conservación de la masa y la ley de conservación de la cantidad de movimiento, esta última aplicada según las dos direcciones del plano horizontal.

Para resolver el problema completo, además de tener formuladas la ecuación de continuidad y las ecuaciones dinámicas según los dos ejes del plano horizontal, es necesario conocer las condiciones iniciales del sistema y las condiciones de contorno.

4.1. Modelo digital del Terreno

Los modelos digitales del terreno utilizados han sido los proporcionados por el Instituto Geográfico Nacional consistentes en un modelo de paso de malla de 5 m y obtenido por estereocorrelación automática de vuelos fotogramétricos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) con resolución de 25 a 50cm/píxel, revisada e interpolada con líneas de ruptura y por interpolación a partir la clase terreno de vuelos LIDAR del PNOA.

4.2. Modelación Bidimensional: Iber

Iber es un modelo numérico de simulación de flujo turbulento en lámina libre en régimen no permanente, y de procesos medioambientales en hidráulica fluvial. El rango de aplicación de Iber abarca la hidrodinámica fluvial, la simulación de rotura de presas, la evaluación de zonas inundables, el cálculo de transporte de sedimentos y el flujo de marea en estuarios.

Las características principales del software son las siguientes:

- Utilización del método de volúmenes finitos para resolver las ecuaciones de flujo de aguas someras.
- Utilización de mallas triangulares, rectangulares e irregulares para modelar el terreno lo cual permite una alta flexibilidad para describir geometrías complejas. La malla se genera automáticamente, sin tener en cuenta la morfología del terreno, pudiendo seleccionar zonas de mayor precisión, zonas donde no se desea mallar como en los edificios (voids), líneas de rotura para modelar con mayor precisión zonas de cambios bruscos de pendiente, muros con una altura o cota dada, muros porosos que permiten el paso parcial del agua y muros infinitos. La cota de cada triángulo se calcula a partir de las cotas de cada uno de sus vértices.
- Rugosidad variable dentro de la malla.
- Múltiples posibilidades de condiciones de contorno.
- Se obtiene como resultado los calados en el centro de cada celda de la malla y las velocidades en las caras.

El módulo hidrodinámico resuelve las ecuaciones de aguas someras promediadas en profundidad, también conocidas como 2D Shallow Water Equations (2D-SWE) o ecuaciones de St. Venant bidimensionales. Dichas ecuaciones asumen una distribución de presión hidrostática y una distribución relativamente uniforme de la velocidad en profundidad. La hipótesis de presión hidrostática se cumple razonablemente en el flujo en ríos, así como en las corrientes generadas por la marea en estuarios. Asimismo, la hipótesis de distribución uniforme de velocidad en profundidad se cumple habitualmente en ríos y estuarios.

Las ecuaciones a resolver con las hipótesis adoptadas son las siguientes:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h U_x}{\partial x} + \frac{\partial h U_y}{\partial y} = M_s$$

$$\frac{\partial h U_x}{\partial t} + \frac{\partial h U_x^2}{\partial x} + \frac{\partial h U_x U_y}{\partial y} = -gh \frac{\partial Z_s}{\partial x} + \frac{\tau_{s,x}}{\rho} - \frac{\tau_{b,x}}{\rho} - \frac{g}{\rho} \frac{h^2}{2} \frac{\partial \rho}{\partial x} + 2\Omega \sin \lambda U_y + \frac{\partial h \tau_{xx}^e}{\partial x} + \frac{\partial h \tau_{xy}^e}{\partial y} + M_x$$

$$\frac{\partial h U_y}{\partial t} + \frac{\partial h U_x U_y}{\partial x} + \frac{\partial h U_y^2}{\partial y} = -gh \frac{\partial Z_s}{\partial y} + \frac{\tau_{s,y}}{\rho} - \frac{\tau_{b,y}}{\rho} - \frac{g}{\rho} \frac{h^2}{2} \frac{\partial \rho}{\partial y} - 2\Omega \sin \lambda U_x + \frac{\partial h \tau_{xy}^e}{\partial x} + \frac{\partial h \tau_{yy}^e}{\partial y} + M_y$$

en donde h es el calado, U_x , U_y son las velocidades horizontales promediadas en profundidad, g es la aceleración de la gravedad, Z_s es la elevación de la lámina libre, τ_s es la fricción en la superficie libre debida al rozamiento producido por el viento, τ_b es la fricción debido al rozamiento del fondo, ρ es la densidad del agua, Ω es la velocidad angular de rotación de la tierra, λ es la latitud del punto considerado, τ_{xx}^e , τ_{xy}^e , τ_{yy}^e son las tensiones tangenciales efectivas horizontales, y M_s , M_x , M_y son respectivamente los términos fuente/sumidero de masa y de momento, mediante los cuales se realiza la modelización de precipitación, infiltración y sumideros.

Se incluyen, por tanto, los siguientes términos fuente en las ecuaciones hidrodinámicas:

- Presión hidrostática.
- Pendiente del fondo.
- Tensiones tangenciales viscosas y turbulentas.
- Rozamiento del fondo.
- Rozamiento superficial por viento.
- Precipitación.
- Infiltración

Se modelan asimismo los frentes seco-mojado, tanto estacionarios como no estacionarios, que puedan aparecer en el dominio. Dichos frentes son fundamentales en la modelización de zonas inundables en ríos. De esta forma se introduce la posibilidad de evaluar la extensión de zonas inundables en ríos.

4.3. Rugosidad

Se define dentro del área de simulación los valores de rugosidad que presenta cada celda a partir de una matriz con el número de Manning correspondiente a cada tipo de terreno y aprovechamiento según el Corine de 2006.

Los valores de número de Manning establecidos son los que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2: Rugosidades máximas aplicadas en función de aprovechamiento del terreno.

Descripción	Rugosidad Máxima
Bosque de coníferas	0.0700
Espacios orófilos altitudinales con vegetación es	0.0250
Estructura urbana abierta	0.0600
Formaciones de matorral denso	0.1000
Frutales en regadío	0.0450
Frutales secoano	0.0450
Instalaciones deportivas	0.0250
Mar	0.0020
Marjal	0.0050
Matorral	0.0750
Matorral boscoso de coníferas	0.0850
Campo de golf	0.0280
Playas y dunas	0.0200
Salinas	0.0050
Tejido urbano continuo	0.0600
Urbanizaciones ajardinadas	0.0500
Vegetación de ribera	0.0550
Viñedos en secoano	0.0400
Zona de extracción de Bidos	0.0250
Zona industrial	0.0600
Zona portuaria	0.0130
Zonas de extracción de áridos	0.0250
Carretera pavimentada	0.0130
Zonas en construcción	0.0250
	0.0280
Cauce ancho en estado natural	0.0250
Cauce estrecho en estado natural	0.0350
Cultivos abandonados	0.0400
Cultivos permanentes en secoano	0.0450
Cítricos	0.0450
Encauzamiento artificial	0.0180

En el caso de los cauces y las zonas urbanas, para la estimación de la rugosidad se ha hecho uso de la corrección presentada por Chow V.T. (1982) donde se establecen una serie de factores en función de la irregularidad de la sección recta, las variaciones, obstrucciones, vegetación y sinuosidad.

4.4. Condiciones iniciales y de contorno

Se define para la simulación dos tipos de condiciones de contorno, una de entrada del río a modelar donde se introduce el hidrograma correspondiente al periodo de retorno a simular, y otra de Salida a lo largo de todo el perímetro del polígono de simulación con la condición de calado normal lo cual hace que el calado y la velocidad se mantienen constantes cuando el caudal llega al borde, por lo que fluye fuera sin pérdidas.

Para seleccionar un evento de inundación a utilizar como condición de contorno en la modelación hidráulica se han empleado los siguientes criterios:

- Un hidrograma se caracteriza principalmente por su caudal pico, su volumen, su tiempo al pico y su duración. En el caso de estudio del río Girona, la característica más importante es sin duda el caudal pico, dada la particular geomorfología de las zonas inundables.
- Se seleccionan eventos que tengan un periodo de retorno de 10, 25, 50, 100 y 500 años en el punto de control de la zona de simulación, que suele ser la desembocadura del curso de agua principal, es decir, el punto con la mayor área drenada de la zona de simulación.

Los hidrogramas seleccionados para cada periodo de retorno son los siguientes:

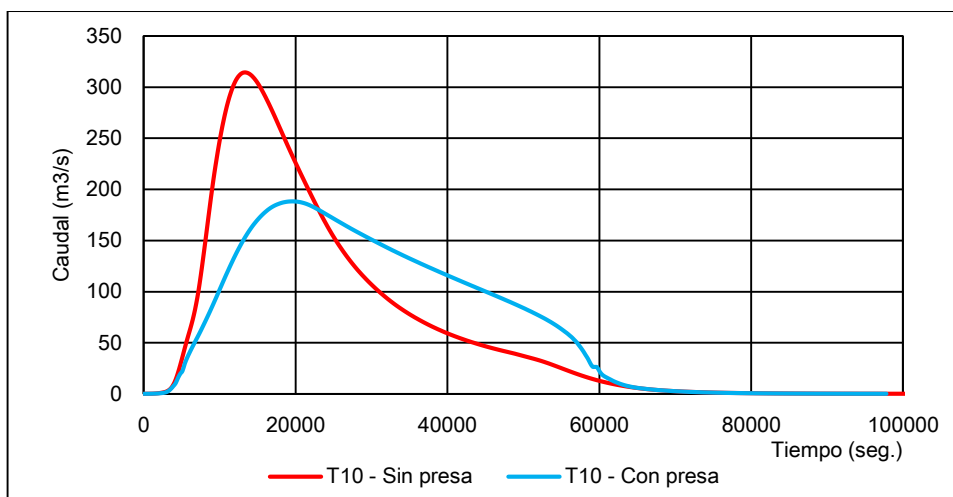


Gráfico 7: Hidrogramas para periodo de retorno 10 años.

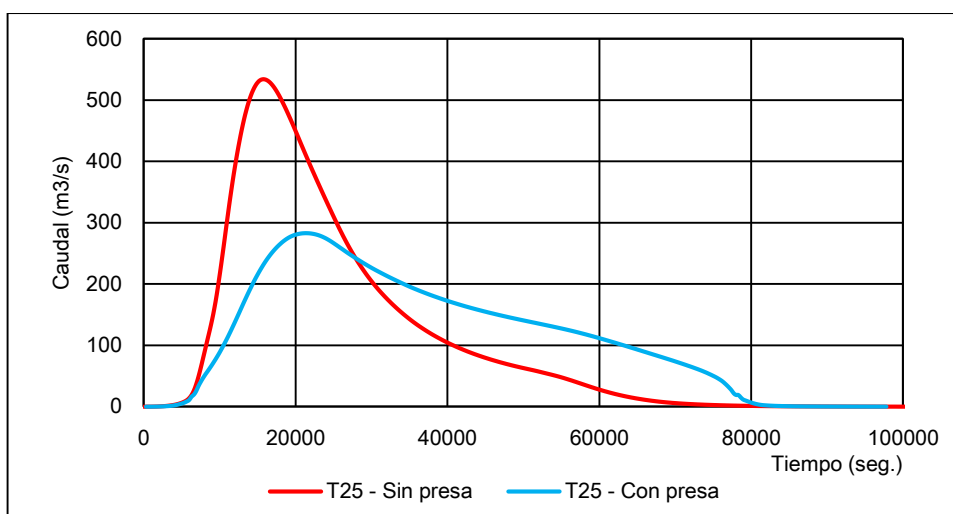


Gráfico 8: Hidrogramas para periodo de retorno 25 años.

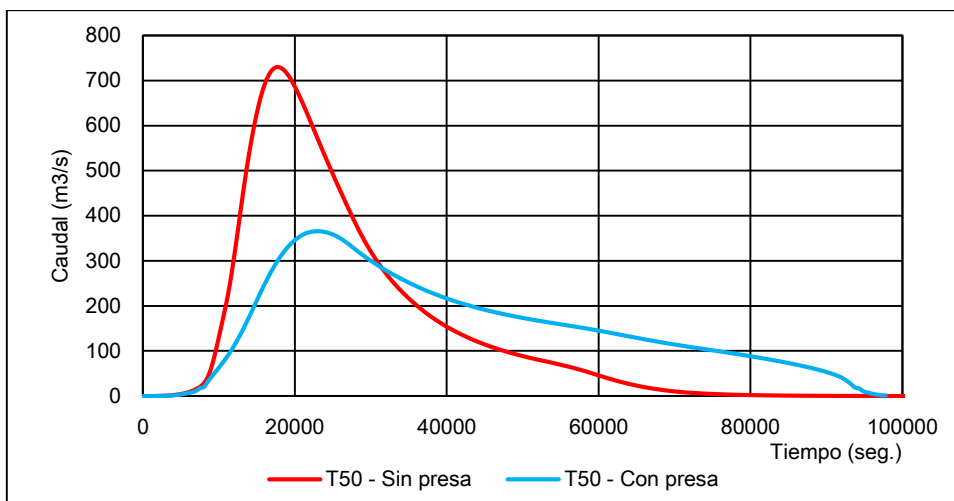


Gráfico 9: Hidrográmas para periodo de retorno 50 años.

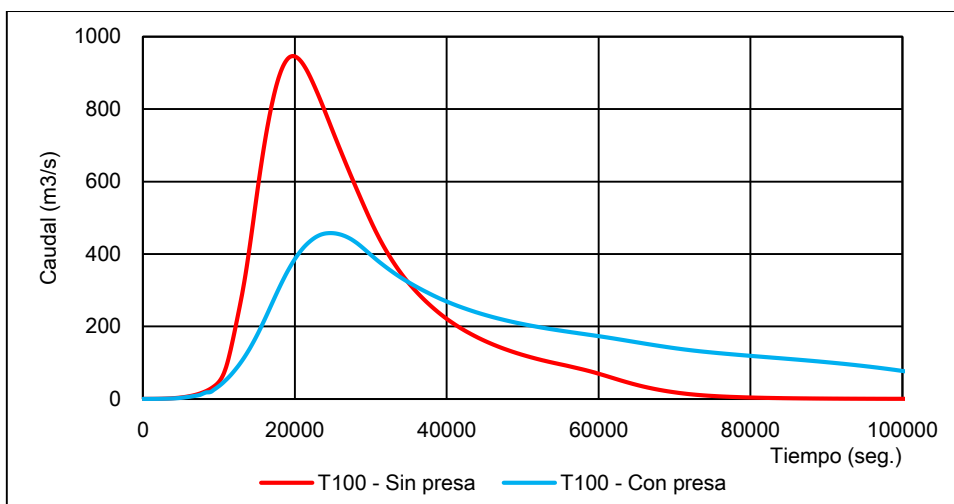


Gráfico 10: Hidrográmas para periodo de retorno 100 años.

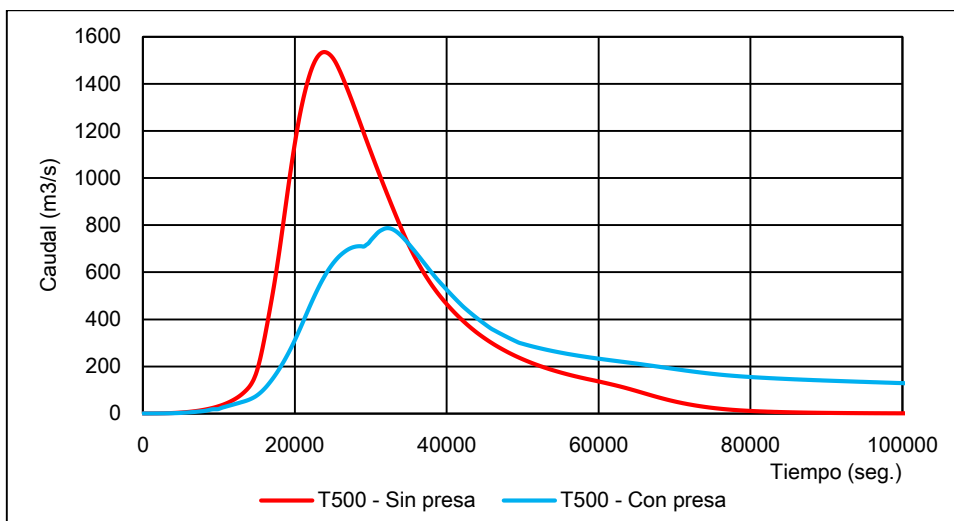


Gráfico 11: Hidrográmas para periodo de retorno 500 años.

Como condición inicial del río y de todo el ámbito de modelación se considera que el terreno está seco.

4.5. Resultados

En los siguientes apartados se describirán las simulaciones realizadas para los períodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 500 años.

T10 – Situación actual

El río Girona tiene capacidad suficiente hasta cruzar el puente de la carretera nacional N-332 donde se producen desbordamientos por la margen izquierda inundando los campos y algunas urbanizaciones. Luego parte de los desbordamientos vuelven a encauzarse al río y otros continúan por los campos y las urbanizaciones de Els Poblets hasta llegar al mar afectando a las viviendas que atraviesa con calados inferiores a 40 cm.

T10 – Con presa

El río Girona tiene capacidad suficiente hasta cruzar El Verger donde se producen desbordamientos por la margen izquierda inundando urbanizaciones. Después parte de los desbordamientos vuelven a encauzarse al río y otros continúan por los campos y las urbanizaciones de Els Poblets hasta llegar al mar afectando a las viviendas que atraviesa con calados inferiores a 10 cm.

T25 – Situación actual

En el río Girona se detectan dos zonas donde se producen los desbordamientos principales. La primera es en la zona del paleocauce de margen izquierda llamada Clot del Francés y la segunda es a la altura del Verger donde se producen inundaciones generalizadas inundando el Verger, Mirarrosa, Setla, Els Poblets y las urbanizaciones de la costa. En la desembocadura del Girona se producen afecciones a la carretera CV730, los desbordamientos comienzan a partir de 200 m³/s.

T25 – Con presa

En el río Girona se detectan dos zonas donde se producen los desbordamientos principales. La primera es en la zona del paleocauce de margen izquierda llamada Clot del Francés y la segunda es a la altura del Verger donde se producen pequeñas inundaciones que afectan a las urbanizaciones de la zona con calados inferiores a 40 cm.

T50 – Situación actual

Al igual que en el anterior período de retorno analizado las dos zonas con mayores problemas son los desbordamientos de margen izquierda hacia el Clot del Francés y a partir del Verger donde se producen desbordamientos generalizados tanto por margen derecha como izquierda buscando antiguos cauces que conducen las aguas al mar. En la zona más alta del río por Beniarbeig comienzan los desbordamientos por margen derecha del río Girona.

T50 – Con presa

Al igual que en el anterior período de retorno analizado las dos zonas con mayores problemas son los desbordamientos de margen izquierda hacia el Clot del Francés y a partir del Verger donde se producen desbordamientos generalizados tanto por margen derecha como izquierda buscando antiguos cauces que conducen las aguas al mar. En la zona más alta del río por Beniarbeig comienzan los desbordamientos por margen derecha del río Girona, aunque con calados inferiores a 20 cm.

T100 – Situación actual

El río Girona se producen desbordamientos por margen derecha al inicio del modelo dirigiéndose hacia el barranco de la Alberca uniéndose con los caudales provenientes de su cuenca. Se ven afectadas las viviendas ubicadas en la margen derecha del río en Beniarbeig.

Aguas abajo de la autovía AP7 se generan desbordamientos hacia el paleocauce del Clot del Francés llegando a un caudal máximo de 210 m³/s uniéndose luego con los desbordamientos del Portelles.

A partir del paso del río Girona por el Verger se producen inundaciones generalizadas con calados que superan los 40 cm afectando a toda la zona dels Poblets.

T100 – Con presa

El río Girona se producen pequeños desbordamientos por margen derecha al inicio del modelo dirigiéndose hacia el barranco de la Alberca uniéndose con los caudales provenientes de su cuenca.

Aguas abajo de la autovía AP7 se generan desbordamientos hacia el paleocauce del Clot del Francés llegando a un caudal máximo de 160 m³/s uniéndose luego con los desbordamientos del Portelles.

A partir del paso del río Girona por el Verger se producen inundaciones generalizadas con calados que no superan los 40 cm afectando a toda la zona dels Poblets.

T500 – Situación actual

Se observa, al igual que para T100, que la zonas principales de inundación siguen las direcciones de los paleocauces del río Girona. Se producen inundaciones generalizadas en la zona afectando gran parte de los pueblos cercanos a los cauces y las urbanizaciones costeras.

T500 – Con presa

Al igual que sin la infraestructura, se producen desbordamientos hacia los paleocauces del río Girona, aunque en cuanto a las zonas pobladas los calados son inferiores a 80 centímetros.

En los “Mapas de peligrosidad” que se muestran en los apéndices se muestran los calados máximos para las diez simulaciones realizadas.

5. Riesgo en situación actual

Para proceder a la evaluación del riesgo en situación actual por aplicación de las curvas de vulnerabilidad se procede en primer lugar a evaluar los daños para los diversos periodos de retorno considerados (T10, T25, T50, T100 y T500). Para ello se combina en un único mapa ráster los calados procedentes de la modelación hidráulica con la zonificación realizada para los usos del suelo y las zonas modeladas. Mediante una hoja de cálculo se procede a calcular los daños en cada una de las celdas del mapa ráster por aplicación de la ecuación matemática de la curva de vulnerabilidad correspondiente al uso del suelo de la celda y en base al calado obtenido en el modelo hidráulico.

Los daños estimados con la metodología expuesta son los siguientes:

Tabla 3: Daños estimados por las inundaciones con la situación actual para distintos periodos de retorno.

T = 10	T = 25	T = 50	T = 100	T = 500
28.132.544,22 €	45.415.530,53 €	65.925.189,68 €	71.181.403,82 €	140.829.142,48 €

A continuación se procede a la evaluación del Riesgo. Se define riesgo como el daño medio en cada punto del territorio, cuya densidad espacial vendrá dada por la fórmula:

$$D = \int_{F=0}^{F=1} V(h) dF_H = \int_{h=0}^{h=\infty} V(h) f_H(H) dh$$

Ecuación que puede aproximarse mediante la siguiente expresión:

$$D \approx \frac{V_{10}}{2} \cdot \left[\frac{1}{T_{min}} - \frac{1}{10} \right] + \frac{V_{10} + V_{25}}{2} \cdot \left[\frac{1}{10} - \frac{1}{25} \right] + \frac{V_{25} + V_{50}}{2} \cdot \left[\frac{1}{25} - \frac{1}{50} \right] + \frac{V_{50} + V_{100}}{2} \cdot \left[\frac{1}{50} - \frac{1}{100} \right] + \frac{V_{100} + V_{500}}{2} \cdot \left[\frac{1}{100} - \frac{1}{500} \right] + V_{500} \left[\frac{1}{500} \right]$$

donde V_i es el valor del daño obtenido por aplicación de las curvas de vulnerabilidad y reflejado en la tabla 3 y T_{min} el Periodo de Retorno mínimo para el que no se produce desbordamiento del cauce.

El valor de T_{min} ha sido obtenido mediante la modelación hidráulica, observando el caudal para el que se inicia el desbordamiento y obteniendo el periodo de retorno asociado a dicho caudal, en el caso del río Girona se establece en 6 años.

Con esta metodología y con los daños calculados, se establece un Riesgo de 6.072.834,36 €/año.

Para obtener la evaluación del riesgo por daños tangibles, es decir, incluyendo tanto los daños directos como los indirectos, se debe aplicar el coeficiente de daños indirectos, el cual adoptamos igual al propuesto en el Plan Director de defensa contra Avenidas y se obtiene un Riesgo por daños tangibles de 7.591.042,95 €/año.

6. Riesgo con presa construida

Se procede en este punto a la evaluación del riesgo para la situación con la presa construida y funcionando correctamente. La metodología en este punto es idéntica a la del punto anterior, pero en este caso los caudales introducidos para cada uno de los periodos de retorno tienen en cuenta la laminación producida por la infraestructura.

Los daños estimados una vez construida la presa son los siguientes:

Tabla 4: Daños estimados por las inundaciones con la situación actual para distintos periodos de retorno con la presa construida.

T = 10	T = 25	T = 50	T = 100	T = 500
17.952.983,77 €	26.118.923,76 €	33.254.524,89 €	41.904.670,60 €	72.976.534,75 €

Con estos daños y aplicando la metodología expuesta anteriormente, se obtiene un Riesgo de 3.495.598,37 €/año. Si se tienen en cuenta los daños tangibles, el Riesgo asciende a 4.369.497,97 €/año.

7. Comparativa

Con objeto de cuantificar el beneficio que presenta la construcción y por tanto, si es rentable su construcción, se compara la situación de vulnerabilidad que existe en la actualidad y la que existiría con la construcción de la infraestructura.

A nivel de daños, y para los cinco periodos de retorno considerados, se observa en el siguiente gráfico cómo se produce una importante disminución en éstos por aplicación de las medidas correctoras. La reducción es tanto mayor cuanto mayor es el periodo de retorno.

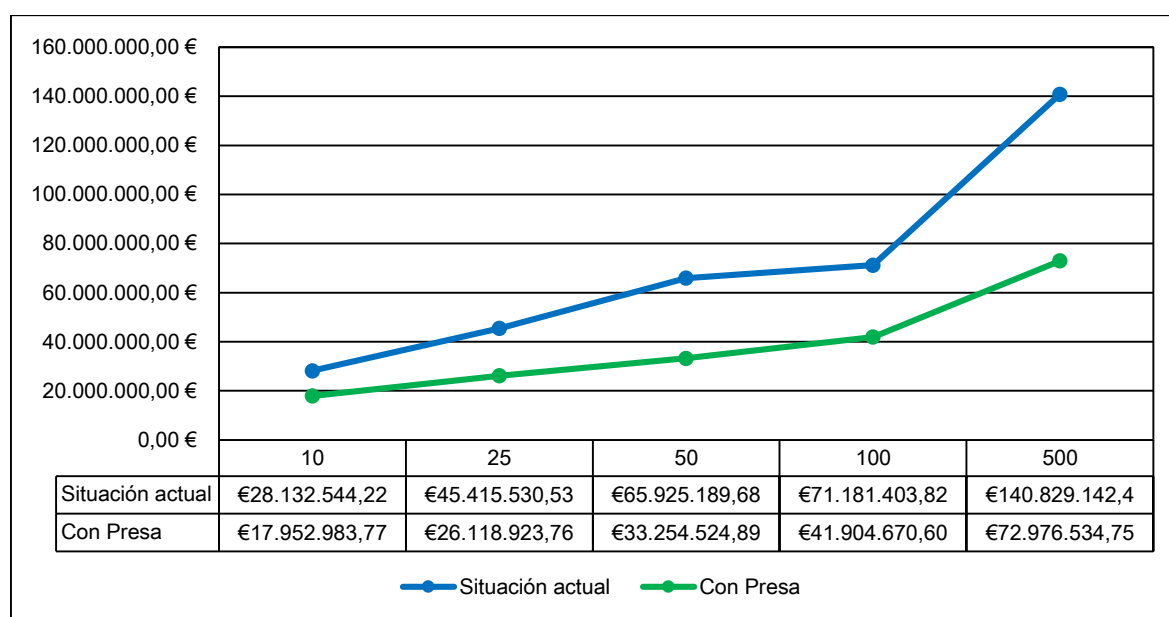


Gráfico 12: Comparativa de daños en las dos situaciones estudiadas para distintos periodos de retorno.

En cuanto al riesgo, como se observa en los puntos anteriores pasa de 7.591.042,95 €/año a 4.369.497,97 €/año, es decir, presenta una disminución de 3.221.544,98 €/año. Por tanto, la construcción de la presa es una medida adecuada para la reducción del riesgo de la zona estudiada.

Referencias bibliográficas

BLADÉ, E., CEA, L., CORESTEIN, G., ESCOLANO, E., PUERTAS, J., VÁZQUEZ-CENDÓN, M.E., DOLZ, J., COLL, A. (2014). "Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos". *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, Vol. 30(1) pp.1-10

CHOW, VEN TE. (1982). *Hidráulica de canales abiertos*. McGraw Hill.

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR. MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2013). "Estudio de daños y vulnerabilidad". *Plan Director de Defensa contra las Avenidas Comarca de la Marina Alta*. Alicante.

INSTITUTO VALENCIANO DE EDIFICACIÓN (2009) *Guía para la Inspección y Evaluación de daños en edificios por inundaciones*. Generalitat Valenciana.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2013) *Propuesta de mínimos para la metodología de realización de los mapas de riesgo de inundación*.

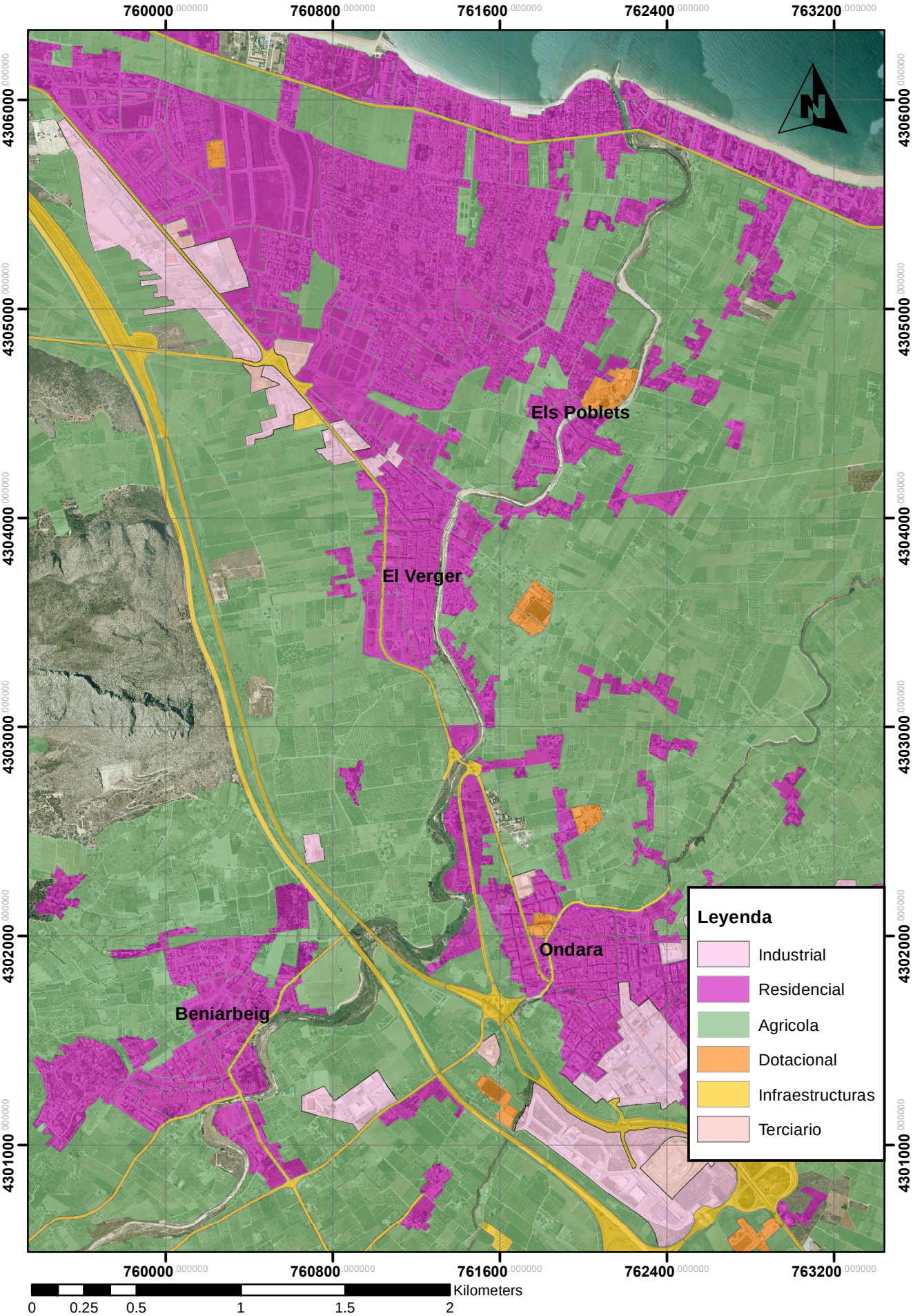
Apéndice 1. Costes unitarios para la valoración del daño

CATEGORÍA	P. UNITARIO (€)	OCUPACIÓN (%)	COSTE (€/m²)
Residencial sin desagregar			170
Edificaciones	200	40,00%	80
Garajes	25	30,00%	7,5
Vehículo en garaje	3000	1,00%	30
Viales	20	30,00%	6
Urbanización	20	40,00%	8
Vehículos viales	3000	1,00%	30
Jardines	20	40,00%	8
Terciario			380
Edificaciones	250	100,00%	250
Parking	40	100,00%	40
Vehículo en garaje	3000	3,00%	90
Dotacional			200
Edificaciones	200	100,00%	200
Parking	40	100,00%	40
Vehículo en garaje	3000	3,00%	90
Industrial sin desagregar			170
Edificaciones	300	30,00%	90
Parking	40	15,00%	6
Vehículo en parking	3000	1,00%	30
Viales	20	30,00%	6
Urbanización	20	40,00%	8
Vehículos viales	3000	1,00%	30
Zona sin riesgo	0	40,00%	0
Agricultura sin desagregar			3
Infraestructura			250

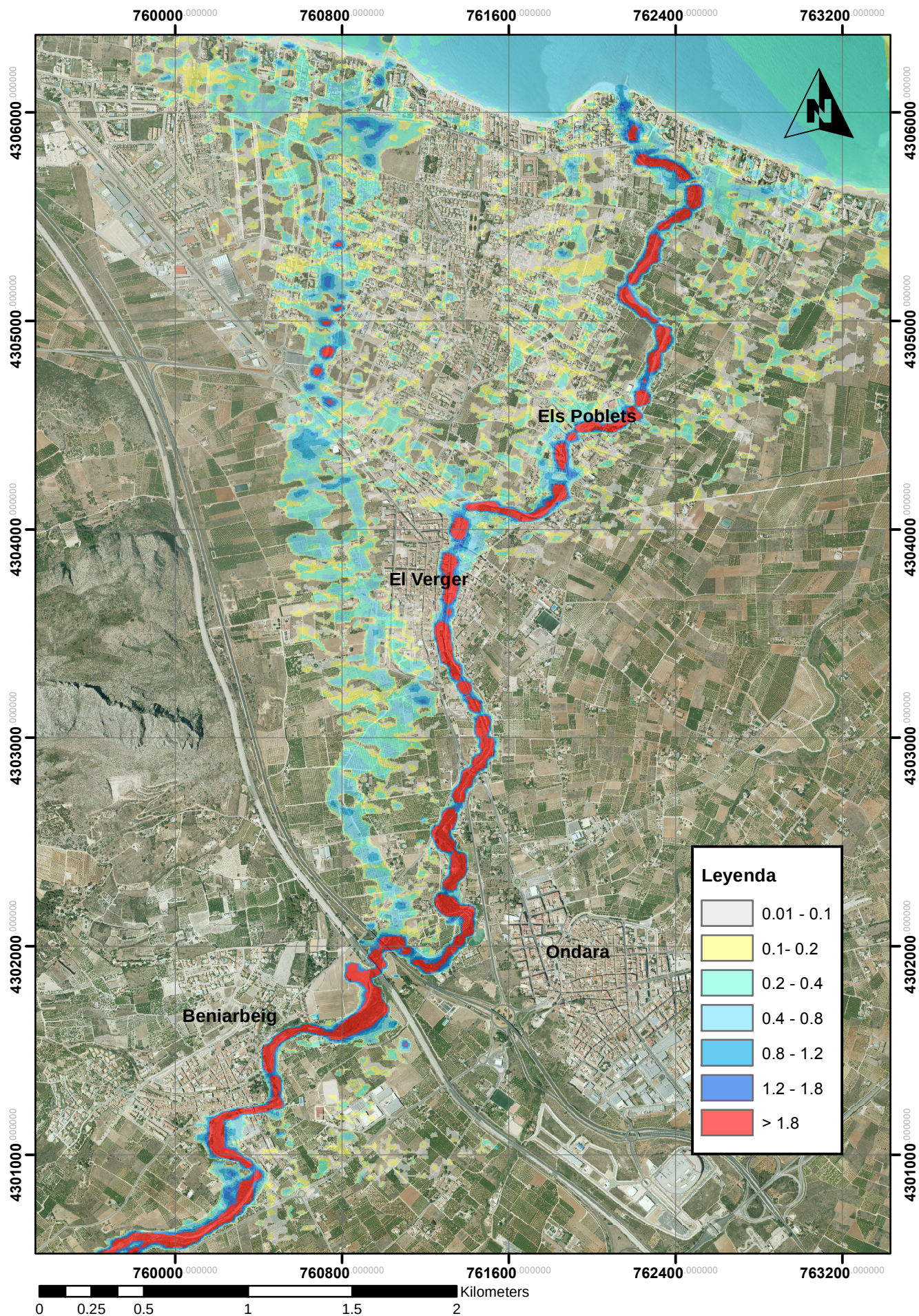
Apéndice 2. Mapas

Mapa 1. Zonificación de los usos del suelo

ESCALA: 1:25 000

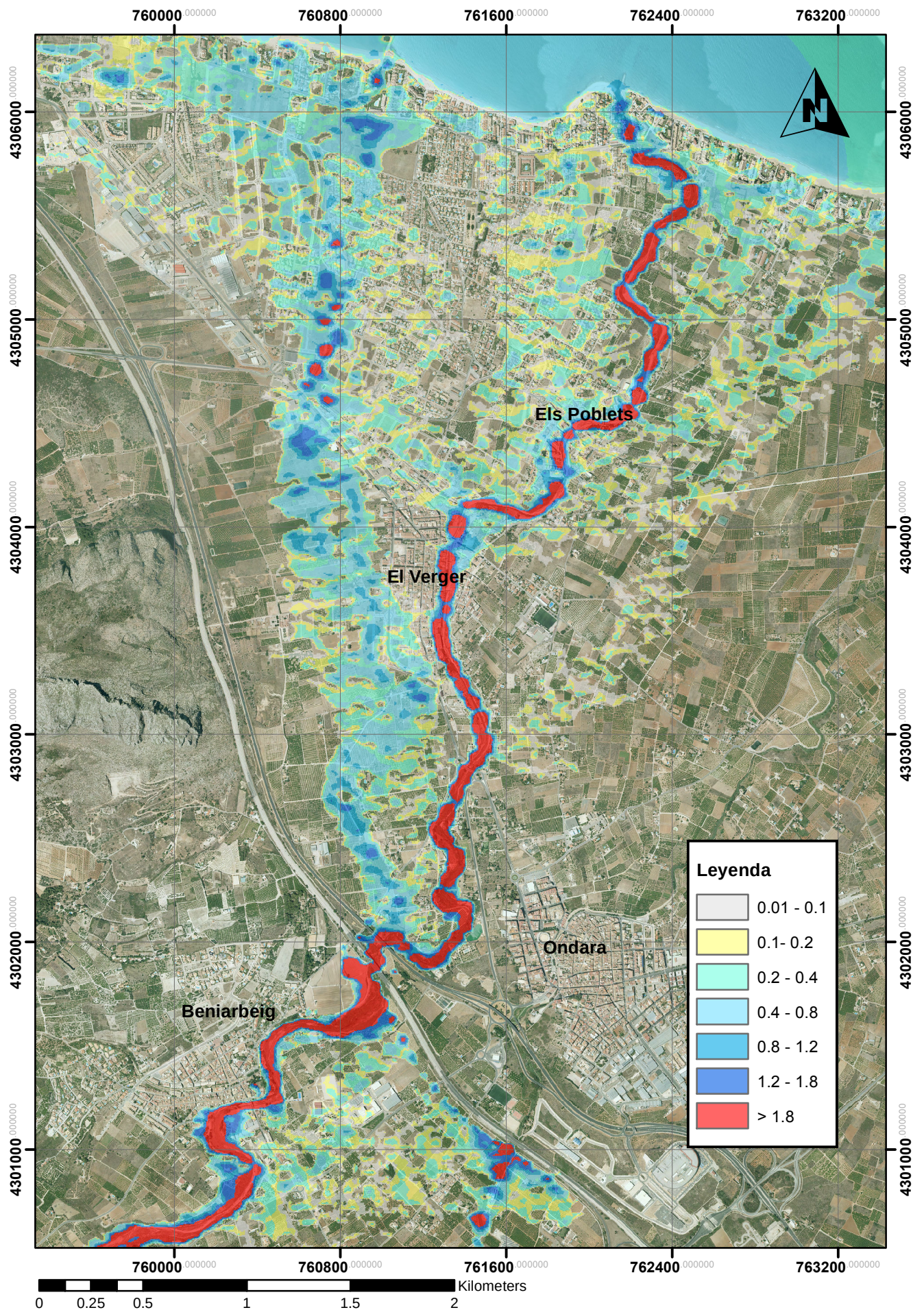


Mapa 2.1. Mapa de peligrosidad. Situación actual T = 10 años.
ESCALA: 1:25 000

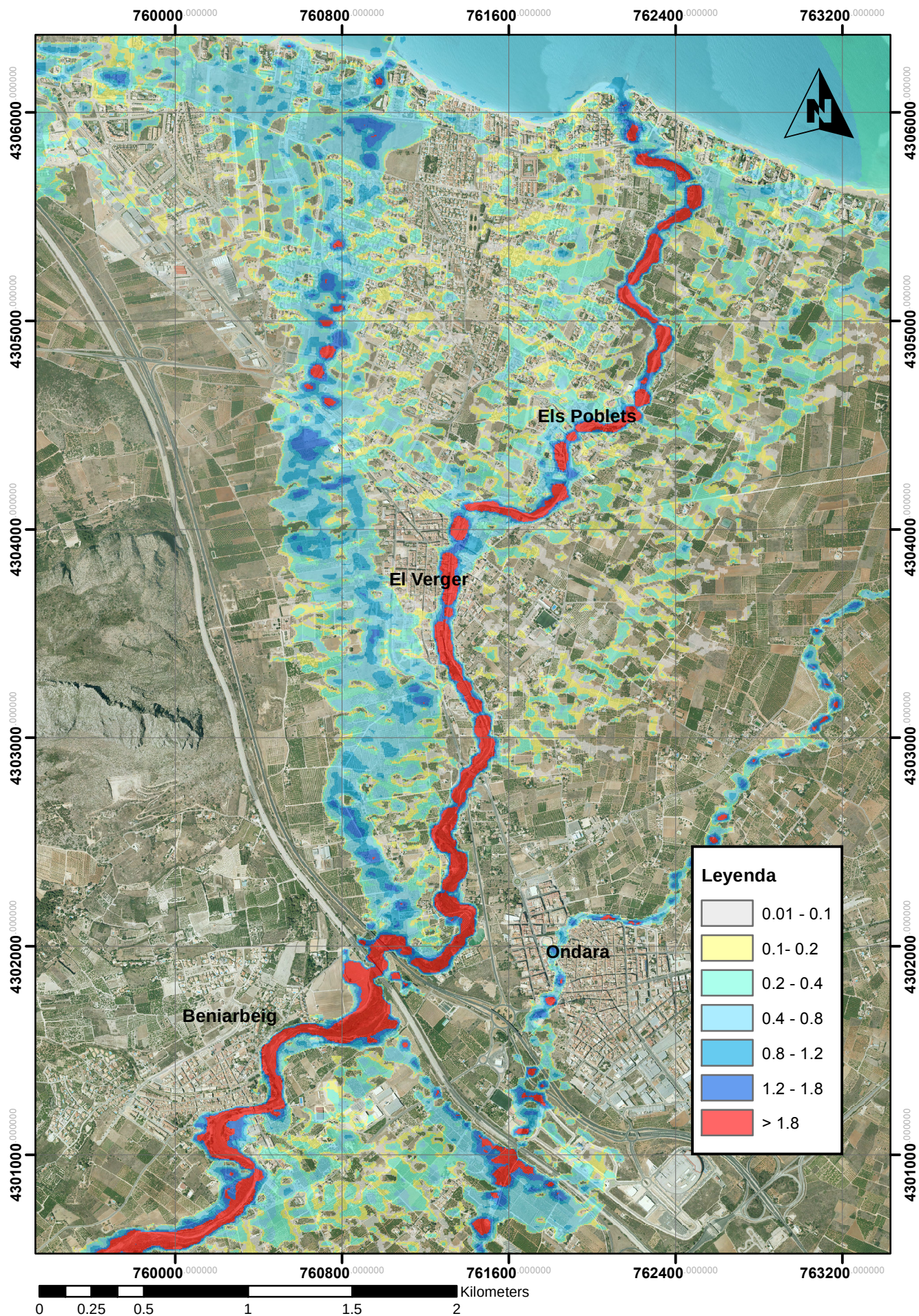


Mapa 2.2. Mapa de peligrosidad. Situación actual T = 25 años.

ESCALA: 1:25 000

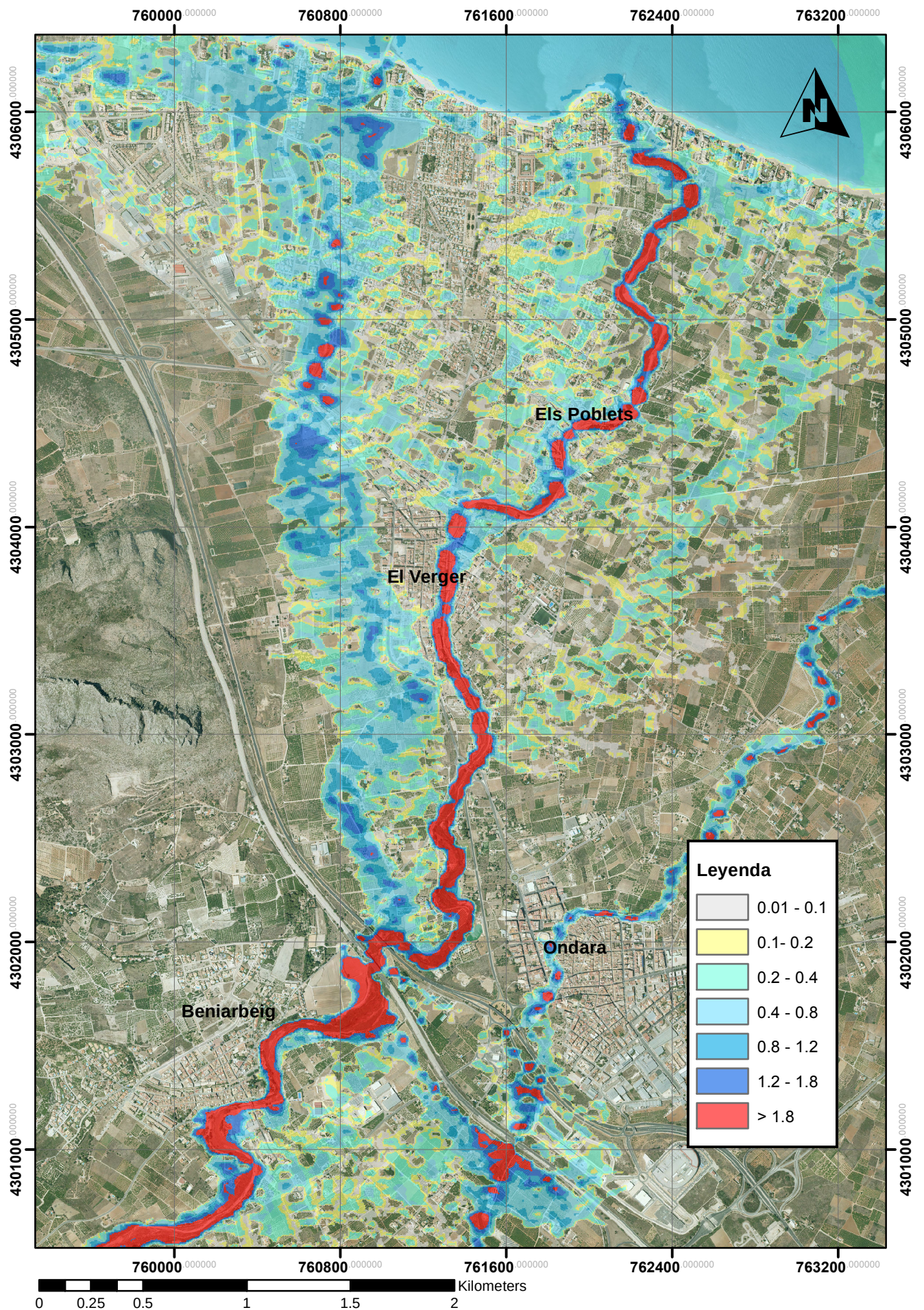


Mapa 2.3. Mapa de peligrosidad. Situación actual T = 50 años.
ESCALA: 1:25 000



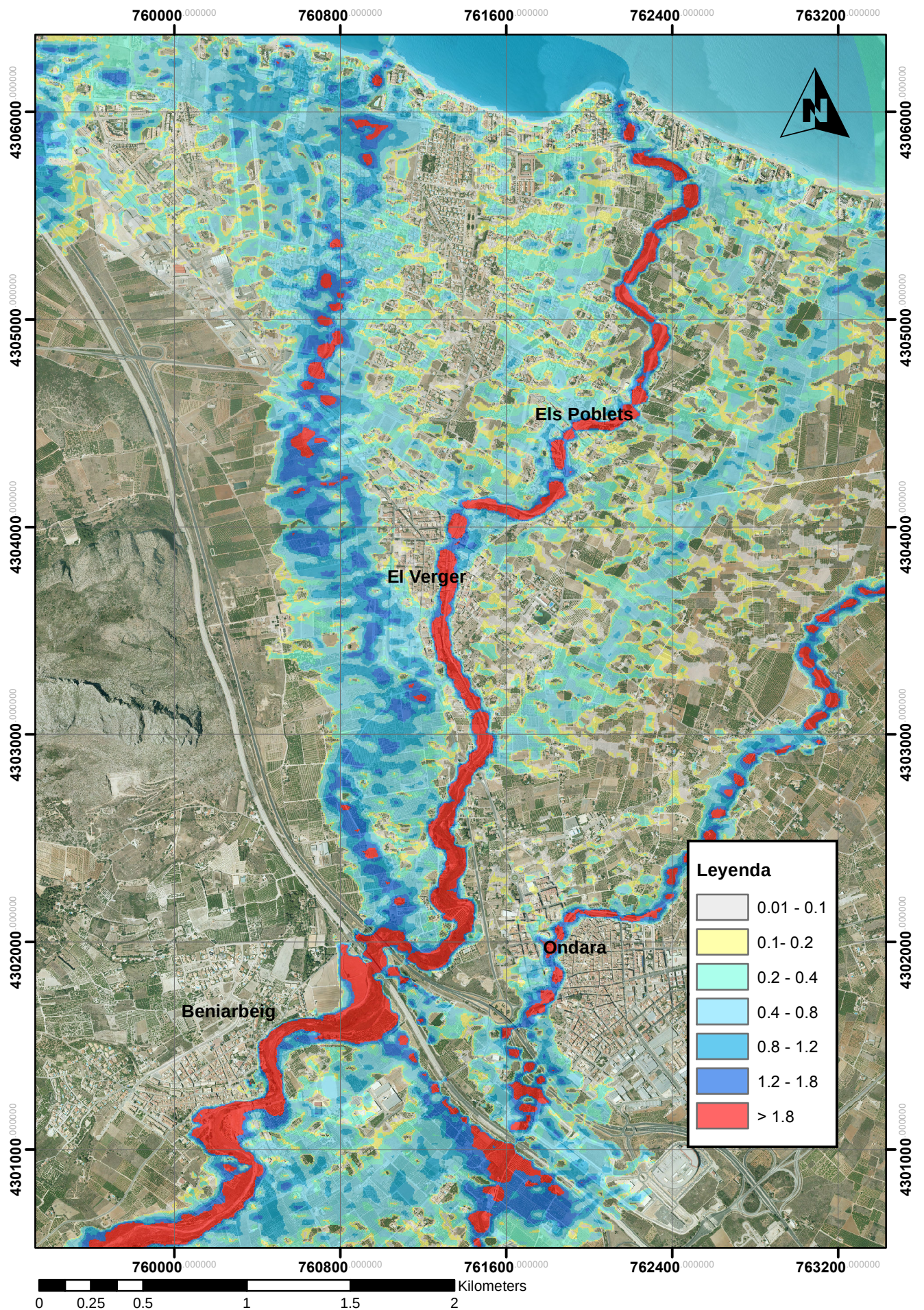
Mapa 2.4. Mapa de peligrosidad. Situación actual T = 100 años.

ESCALA: 1:25 000



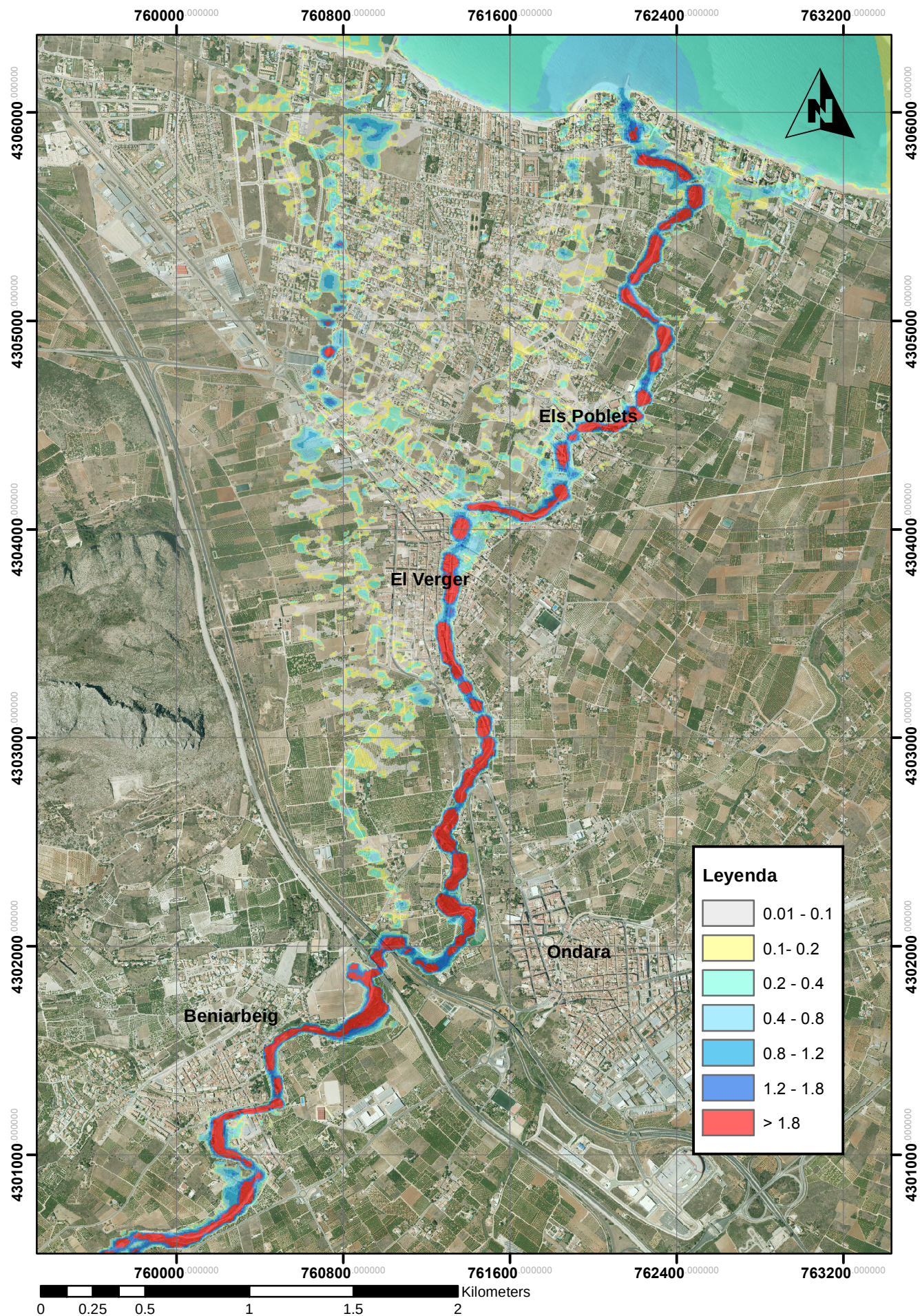
Mapa 2.5. Mapa de peligrosidad. Situación actual T = 500 años.

ESCALA: 1:25 000

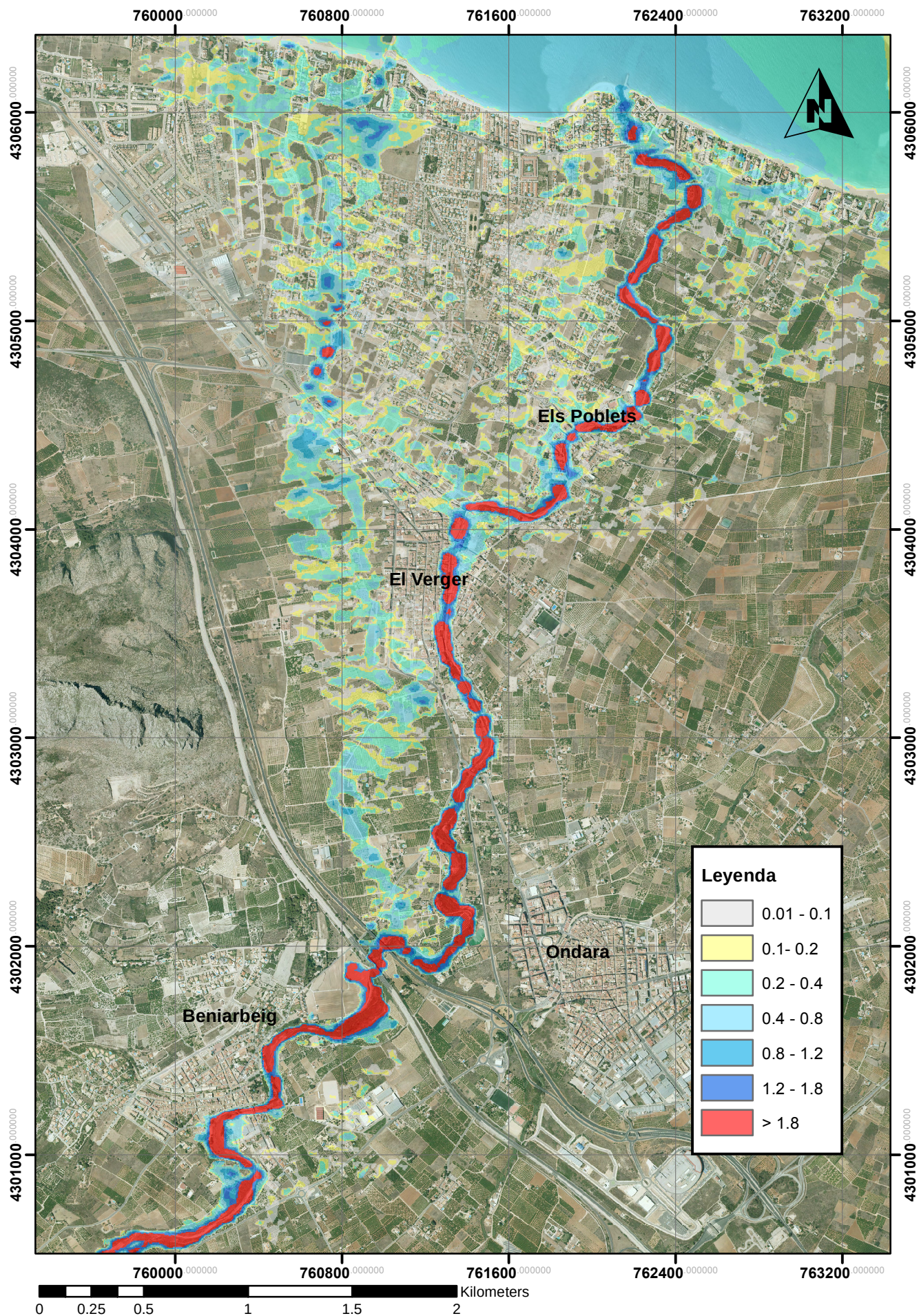


Mapa 3.1. Mapa de peligrosidad. Con Presa T = 10 años.

ESCALA: 1:25 000

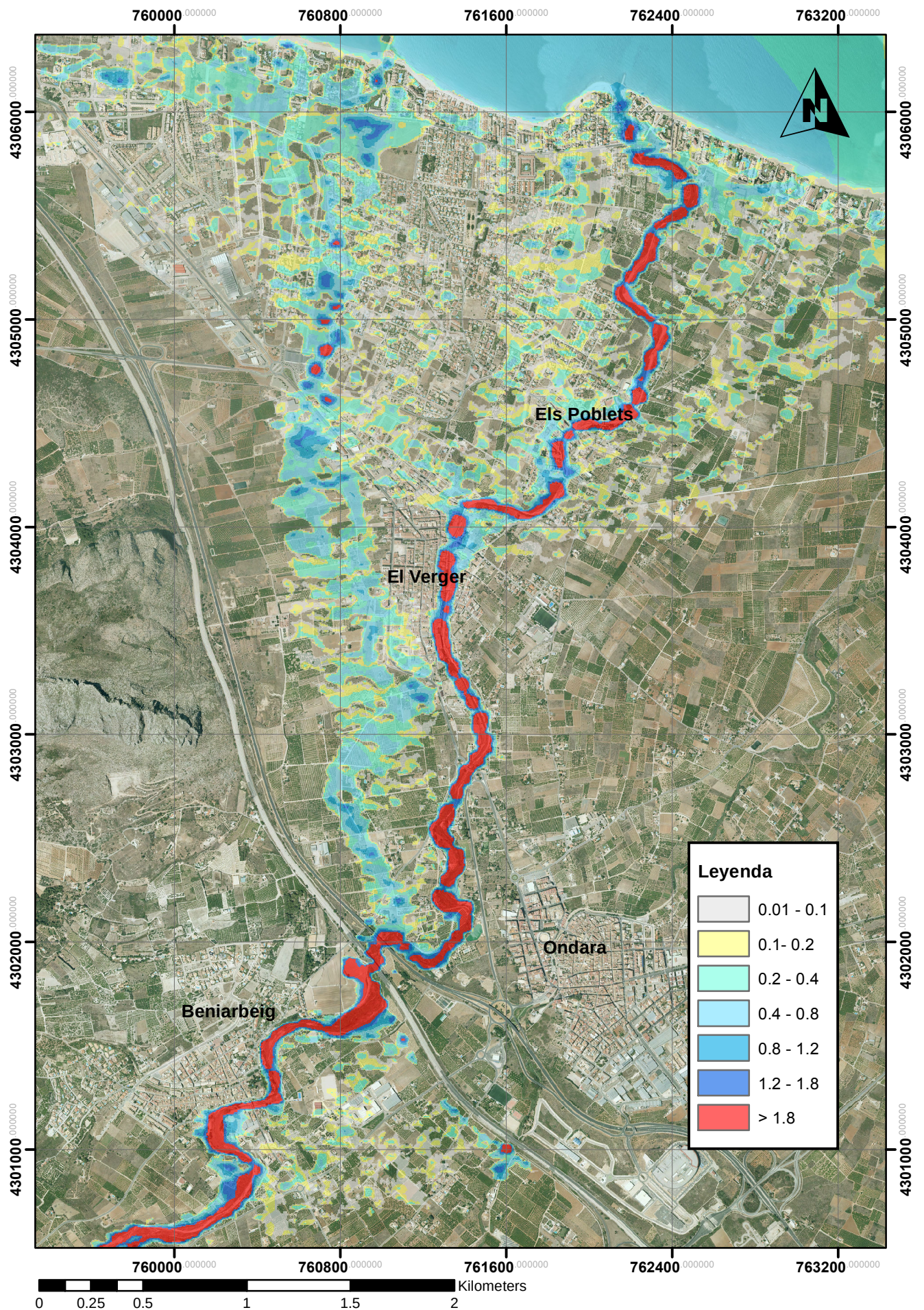


Mapa 3.2. Mapa de peligrosidad. Con Presa T = 25 años.
ESCALA: 1:25 000



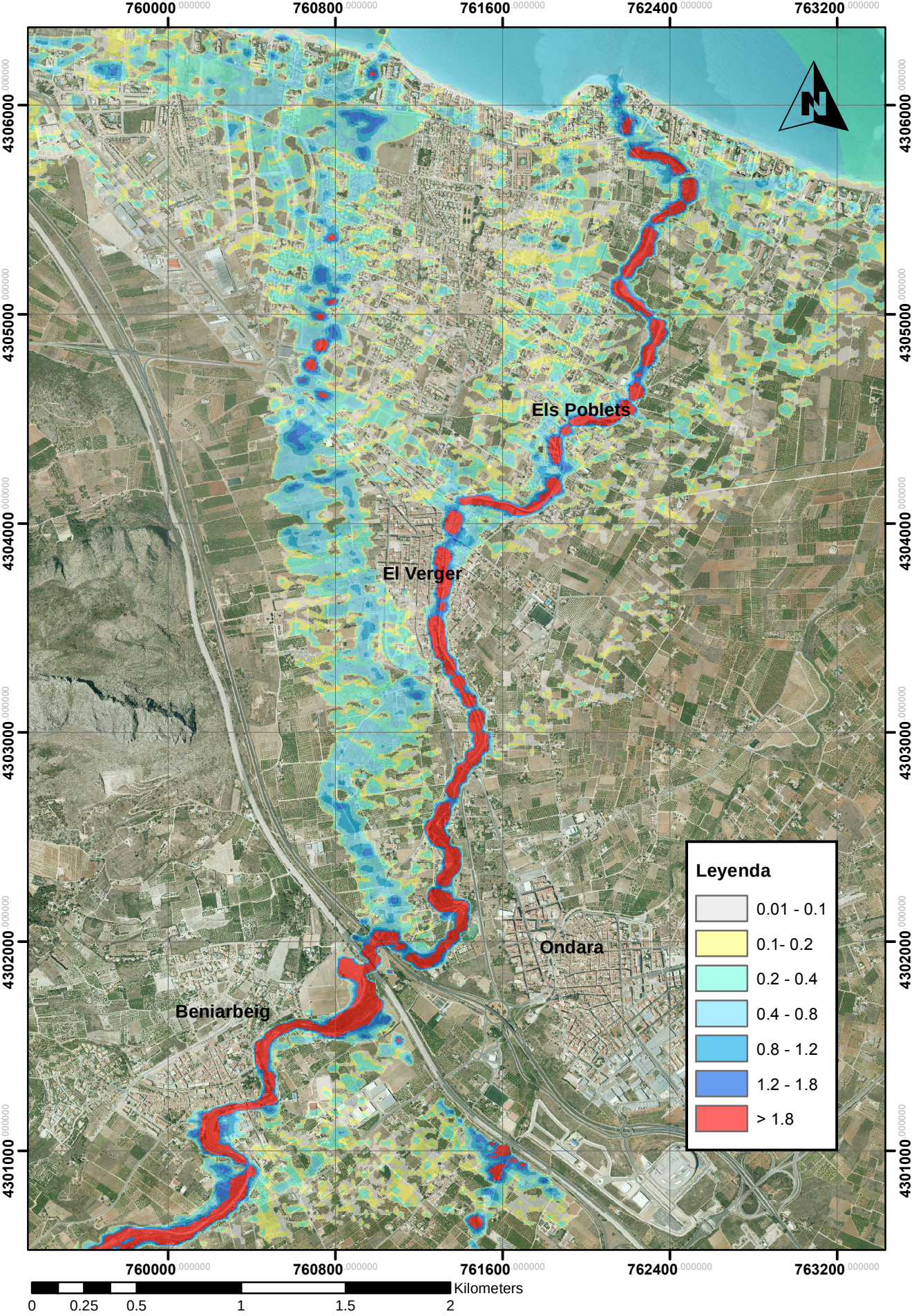
Mapa 3.3. Mapa de peligrosidad. Con Presa T = 50 años.

ESCALA: 1:25 000



Mapa 3.4. Mapa de peligrosidad. Con Presa T = 100 años.

ESCALA: 1:25 000



Mapa 3.5. Mapa de peligrosidad. Con Presa T = 500 años.

ESCALA: 1:25 000

