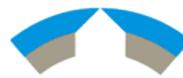


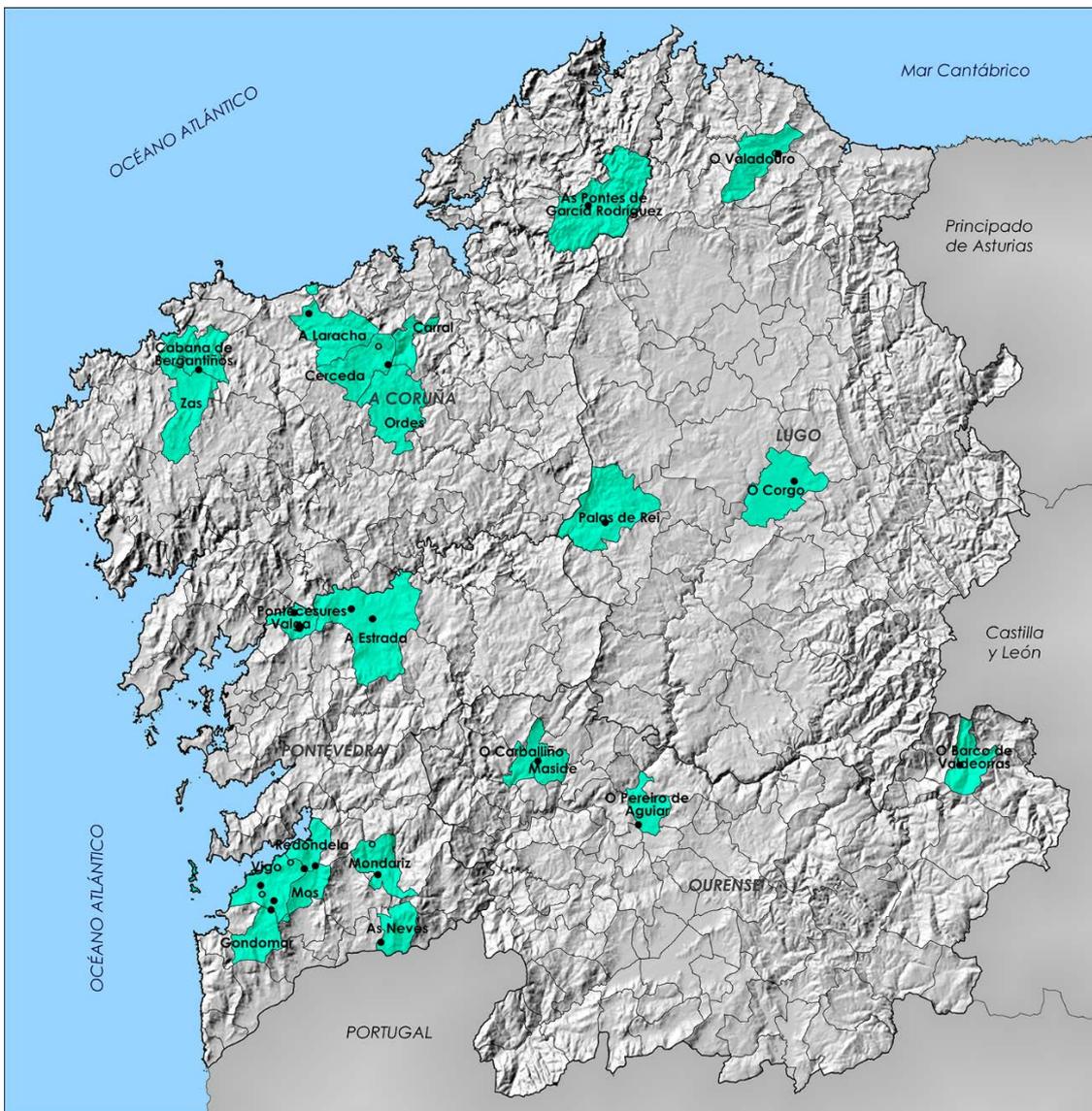


MONTEOLIVA ARQUITECTURA, S.L.P.



INSTITUTO GALEGO
DA VIVENDA E SOLO

MODIFICACIÓN PUNTUAL Nº 2 PLAN SECTORIAL DE ÁREAS EMPRESARIAIS DE GALICIA (PSOAEG)



MD. ANEXO 03: ESTUDO DO INUNDABILIDADE

FASE: APROBACIÓN DEFINITIVA

DECEMBRO DE 2023





MONTEOLIVA ARQUITECTURA, S.L.P.



INSTITUTO GALEGO
DA VIVENDA E SOLO

ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES Y OBJETO.....	3
2.- NORMATIVA DE REFERENCIA.....	6
3.- ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	8
3.1. CUENCAS	8
3.2. PERIODO DE RETORNO.....	12
3.3. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	12
3.4. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN.....	13
3.5. COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	20
3.6. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Kt.....	24
3.6. CAUDAL DE CÁLCULO	25
4.- ESTUDIO HIDRÁULICO.....	27
4.1. GEOMETRÍA	27
4.2. CAUDALES	32
4.3. CONDICIONES DE CONTORNO	33
4.3. RÉGIMEN DE FLUJO	33
4.5. RESULTADOS	33
4.6. PROCESAMIENTO DE RESULTADOS.....	33
5.- ANÁLISIS DEL CAMBIO DE USOS DEL SUELO.....	35
5.1. PARQUE EMPRESARIAL DE O CARBALLIÑO (AMPLIACIÓN)	35
5.2. PARQUE EMPRESARIAL DE O PEREIRO DE AGUIAR – FASE III.....	38
5.2. PARQUE EMPRESARIAL DE LOUREDO	41
6.- CONCLUSIONES.....	44
APÉNDICE 1.- PLANOS.....	45



1.- ANTECEDENTES Y OBJETO

En el marco de la elaboración de la “*Modificación puntual N°2 Plan sectorial de áreas empresariais de Galicia (PSOATEG)*” se ha identificado la necesidad de realizar estudios de inundabilidad en aquellos polígonos industriales ubicados en el entorno de cursos fluviales. Estos estudios tienen como objetivo determinar las llanuras de inundación asociadas a distintos periodos de retorno, que permitan definir las zonas de protección de los ríos en el ámbito de actuación. Para ello, se realiza un estudio hidrológico que tiene como resultado la obtención de los caudales circulantes por dichos cursos, asociados a distintos periodos de retorno.

A continuación, se elabora un estudio hidráulico que, mediante un modelo de simulación, permite la obtención de la extensión de las láminas de inundación para los distintos caudales calculados.

Por último, partiendo de estos resultados y en base a la legislación vigente, se determinan las zonas de protección asociadas a cada uno de los cursos estudiados.

Además, se realiza un estudio del efecto que podría tener sobre los caudales la implantación de las nuevas áreas empresariales debido al cambio en los usos del suelo, en aquellos cursos que cuentan con Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs) aguas abajo.

El presente documento constituye la memoria de cálculo y resultados de los siguientes estudios:

1. Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Carballiño (Ampliación)

El estudio afecta a los siguientes ríos:

- Rego Varón: aguas abajo de la zona de actuación este río está clasificado como Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI), lo que indica que es una zona sensible en términos de inundabilidad
- Afluente de Rego Varón (sin nombre)

2. Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Pereiro de Aguiar – Fase III

El estudio afecta a los siguientes ríos:

- Rego de Loy: clasificado como ARPSI aguas abajo de la zona de actuación.

3. Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de Louredo

El estudio afecta a los siguientes ríos:

- Río Louro: clasificado como ARPSI aguas abajo de la zona de actuación.

4. Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial Cidade do Moble



El estudio afecta a los siguientes ríos:

- Río Liñares
- Afluente del río Liñares (sin nombre)

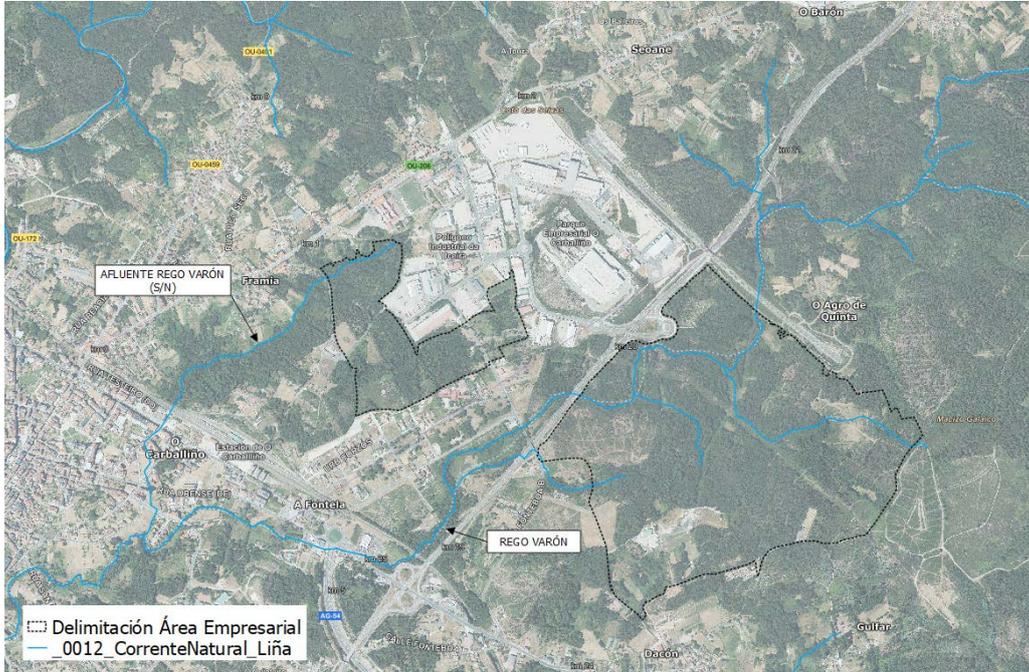


Ilustración 1 Zona de actuación – Parque Empresarial de O Carballiño - Ampliación

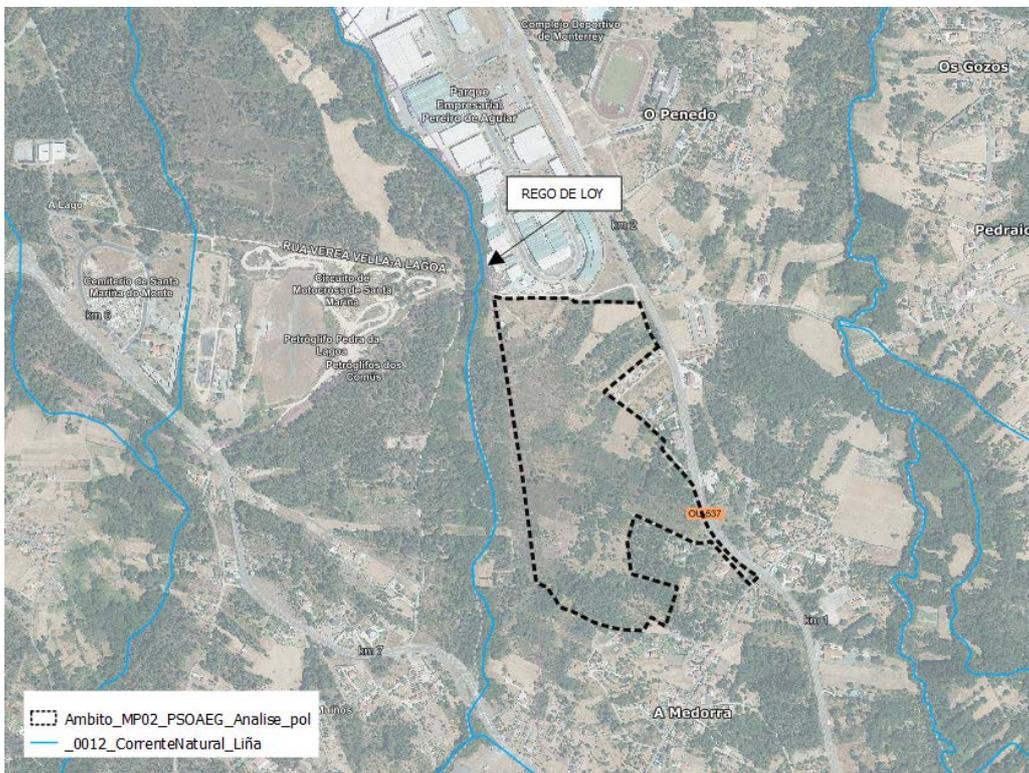


Ilustración 2 Zona de actuación – Parque Empresarial de O Pereiro de Aguiar – Fase III



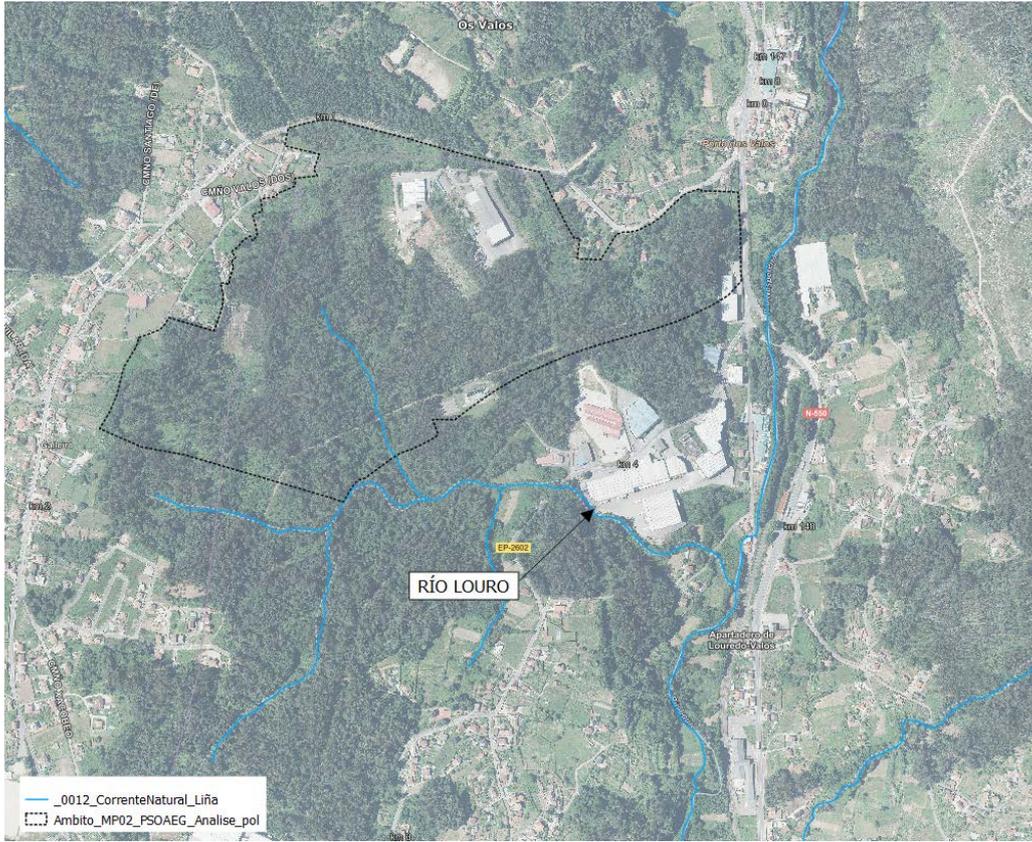
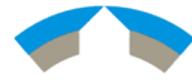


Ilustración 3 Zona de actuación – Parque Empresarial de Louredo

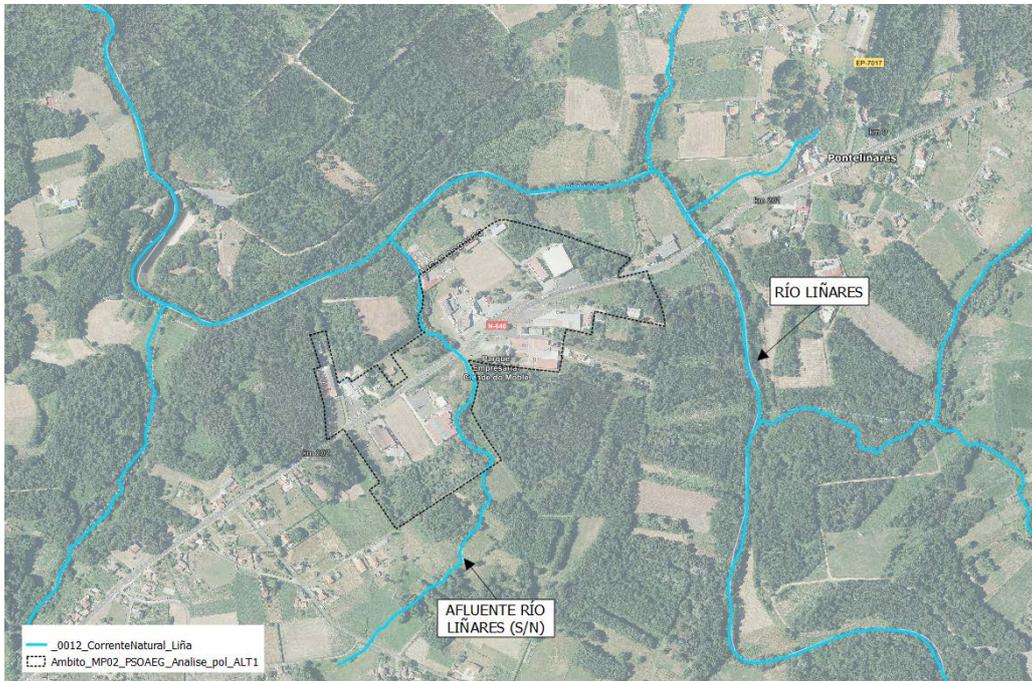


Ilustración 4 Zona de actuación – Parque Empresarial Cidade do Moble



2.- NORMATIVA DE REFERENCIA

Para la elaboración de los trabajos se ha tenido en cuenta la siguiente normativa.

Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH)

Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

Artículo 2

Constituyen el dominio público hidráulico del Estado, con las salvedades expresamente establecidas en la Ley:

- a) Las aguas continentales, tanto las superficiales como las subterráneas renovables, con independencia del tiempo de renovación.
- b) Los cauces de corrientes naturales, continuas o discontinuas.
- c) Los lechos de los lagos y lagunas y los de los embalses superficiales en cauces públicos
- d) Los acuíferos subterráneos, a los efectos de los actos de disposición o de afección de los recursos hidráulicos (art. 2 del TR de la LA).

Artículo 4.

1. Álveo o cauce natural de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias (artículo 4 del texto refundido de la Ley de Aguas). La determinación de ese terreno se realizará atendiendo a sus características geomorfológicas, ecológicas y teniendo en cuenta las informaciones hidrológicas, hidráulicas, fotográficas y cartográficas que existan, así como las referencias históricas disponibles.

2. En los tramos de cauce donde exista información hidrológica suficiente, se considerará caudal de la máxima crecida ordinaria la media de los máximos caudales instantáneos anuales en su régimen natural, calculada a partir de las series de datos existentes y seleccionando un período que incluirá el máximo número de años posible y será superior a diez años consecutivos. Dicho período será representativo del comportamiento hidráulico de la corriente y en su definición se tendrá en cuenta las características geomorfológicas, ecológicas y referencias históricas disponibles.

En los tramos de cauce en los que no haya información hidrológica suficiente para aplicar el párrafo anterior, el caudal de la máxima crecida ordinaria se establecerá a partir de métodos hidrológicos e hidráulicos alternativos, y, en especial, a partir de la simulación hidrológica e hidráulica de la determinación del álveo o cauce natural y teniendo en cuenta el comportamiento hidráulico de la corriente, las características geomorfológicas, ecológicas y referencias históricas disponibles.

Artículo 6.

1. Se entiende por riberas las fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas y por márgenes los terrenos que lindan con los cauces.

2. La protección del dominio público hidráulico tiene como objetivos fundamentales los enumerados en el artículo 92 del texto refundido de la Ley de Aguas. Sin perjuicio de las técnicas específicas dedicadas al cumplimiento de dichos objetivos, las márgenes de los terrenos que lindan con dichos cauces están sujetas en toda su extensión longitudinal:

- a) A una zona de servidumbre de cinco metros de anchura para uso público, que se regula en este reglamento.
- b) A una zona de policía de cien metros de anchura, en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen.

Artículo 9.

1. En la zona de policía de 100 metros de anchura medidos horizontalmente a partir del cauce quedan sometidos a lo dispuesto en este Reglamento las siguientes actividades y usos del suelo:

- a) Las alteraciones sustanciales del relieve natural del terreno.
- b) Las extracciones de áridos.
- c) Las construcciones de todo tipo, tengan carácter definitivo o provisional.



d) *Cualquier otro uso o actividad que suponga un obstáculo para la corriente en régimen de avenidas o que pueda ser causa de degradación o deterioro del estado de la masa de agua, del ecosistema acuático, y en general, del dominio público hidráulico.*

2. *Sin perjuicio de la modificación de los límites de la zona de policía, cuando concurra alguna de las causas señaladas en el artículo 6.2 del Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA), la zona de policía podrá ampliarse, si ello fuese necesario, para incluir la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo, al objeto específico de proteger el régimen de corrientes en avenidas, y reducir el riesgo de producción de daños en personas y bienes. En estas zonas o vías de flujo preferente sólo podrán ser autorizadas aquellas actividades no vulnerables frente a las avenidas y que no supongan una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dichas zonas, en los términos previsto en los artículos 9 bis, 9 ter y 9 quáter.*

La zona de flujo preferente es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.(...)

A los efectos de la aplicación de la definición anterior, se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios: a) Que el calado sea superior a 1 m. b) Que la velocidad sea superior a 1 m/s. c) Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m²/s. Se entiende por vía de intenso desagüe la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. La sobreelevación anterior podrá, a criterio del organismo de cuenca, reducirse hasta 0,1 m cuando el incremento de la inundación pueda producir graves perjuicios o aumentarse hasta 0,5 m en zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos.

Artículo 14.

1. *Se considera zona inundable los terrenos que puedan resultar inundados por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas cuyo período estadístico de retorno sea de 500 años, atendiendo a estudios geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos, así como de series de avenidas históricas y documentos o evidencias históricas de las mismas en los lagos, lagunas, embalses, ríos o arroyos. Estos terrenos cumplen labores de retención o alivio de los flujos de agua y carga sólida transportada durante dichas crecidas o de resguardo contra la erosión. Estas zonas se declararán en los lagos, lagunas, embalses, ríos o arroyos.*



3.- ESTUDIO HIDROLÓGICO

Para determinar los caudales máximos de avenida se siguen los criterios de la “*Guía metodológica para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas inundables*” publicada por el Ministerio de Medio Ambiente en el año 2011 y la “*Memoria técnica de mapas de caudales máximos*” publicada por el CEDEX en el año 2011.

La determinación de los caudales de avenida se realiza en base a la Norma 5.2.- IC “Drenaje superficial” del Ministerio de Fomento, que permite obtener los caudales máximos de avenida en las cuencas de estudio.

La Norma establece como método de cálculo el método racional modificado de Témez, recogido en el “Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas”. En él, se establece que el máximo caudal anual Q_T , correspondiente a un período de retorno T , se calcula mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Donde,

- Q_T (m³/s): caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T en el punto de desagüe de la cuenca.
- $I(T, t_c)$ (mm/h): intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T considerado, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c de la cuenca.
- C : coeficiente medio de escorrentía de la cuenca
- A (km²): área de la cuenca considerada
- K_t : coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación, que depende del tiempo de concentración.

3.1. CUENCAS

Para definir las cuencas de aportación se ha utilizado el software HEC-HMS y su extensión para GIS que permite, a partir del análisis de un Modelo de Elevación del Terreno (MDT), determinar las cuencas y cauces en la zona de estudio.

Para realizar esta operación se ha empleado el modelo digital del terreno 2ª cobertura (2015-Actualidad) con paso de malla de 2 metros, obtenido del Centro de Descargas del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Como resultado de esta operación se han obtenido las cuencas que se recogen en las siguientes imágenes:



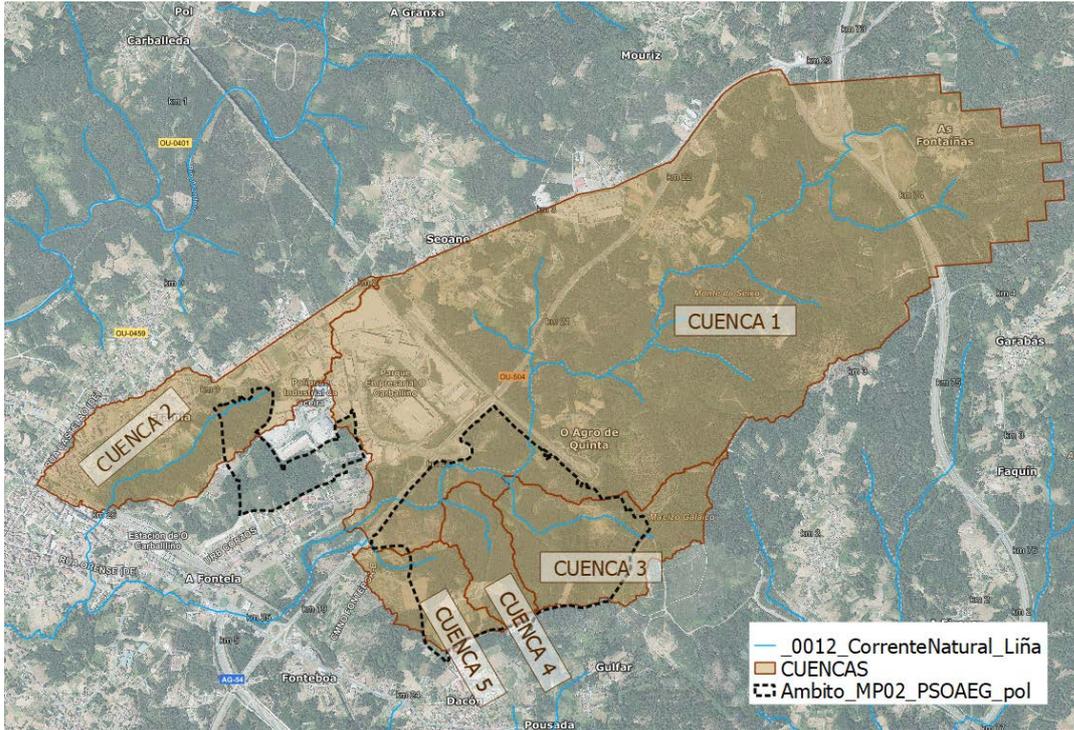
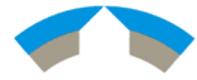


Ilustración 5 Cuencas en la zona de actuación – Parque Empresarial de O Carballiño – Ampliación

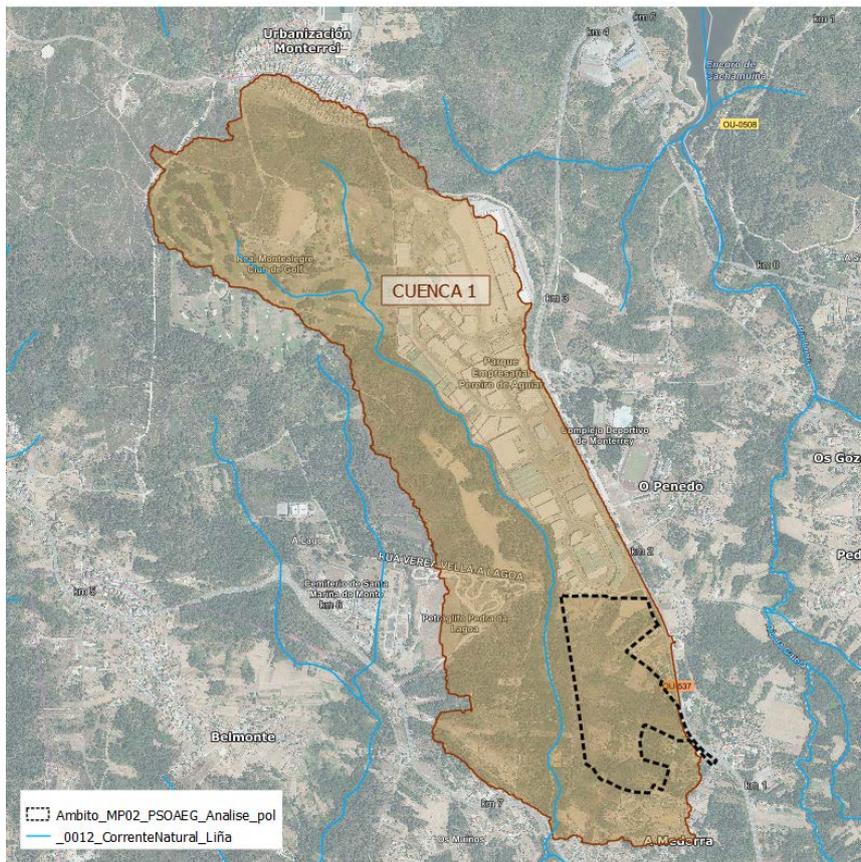


Ilustración 6 Cuencas en la zona de actuación – Parque Empresarial de O Pereiro de Aguiar – Fase III



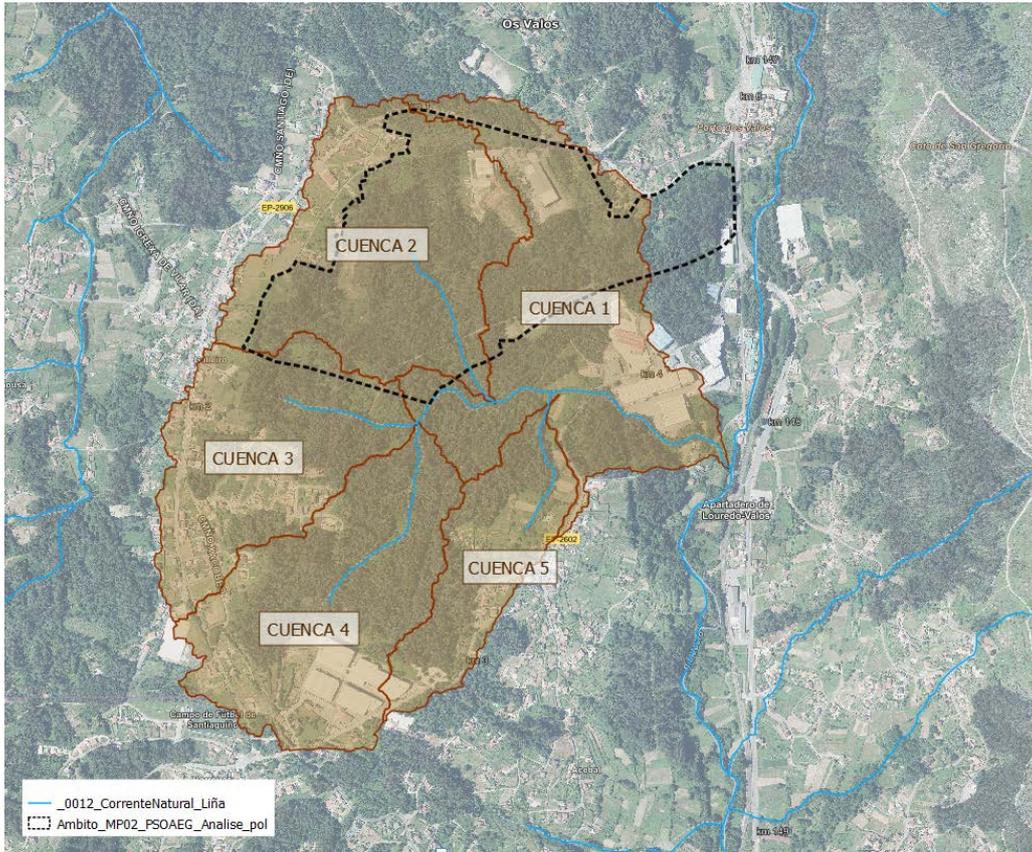


Ilustración 7 Cuencas en la zona de actuación – Parque Empresarial de Louredo

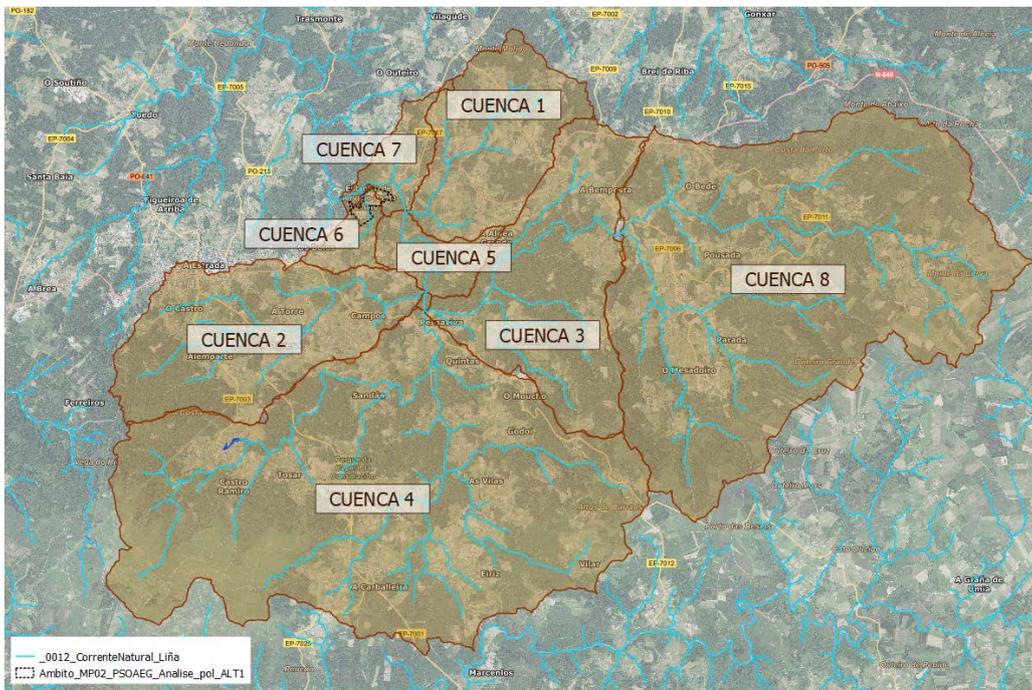


Ilustración 8 Cuencas en la zona de actuación – Parque Empresarial de Cidade do Moble

Las características físicas de las cuencas se indican a continuación:



Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Carballiño (Ampliación)

Subcuenca	A	L	Cota máxima	Cota mínima	Desnivel	J
	Km ²	Km	m	m	m	m/m
1 – Rego Varón	5.050	5.59	554.4	395.6	158.80	0.028
2 – Afluente Rego Varón (S/N)	0.730	1.70	459.9	396.2	63.66	0.037
3 – Rego Varón	0.520	1.67	477.5	413.4	64.13	0.038
4 – Rego Varón	0.200	0.85	444.2	405.8	38.39	0.045
5 – Rego Varón	0.240	0.37	444.1	413.4	30.67	0.084

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Pereiro de Aguiar – Fase III

Subcuenca	A	L	Cota máxima	Cota mínima	Desnivel	J
	Km ²	Km	m	m	m	m/m
1 – Rego de Loy	2.190	3.25	454.5	321.0	133.51	0.041

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de Louredo

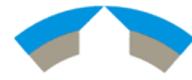
Subcuenca	A	L	Cota máxima	Cota mínima	Desnivel	J
	Km ²	Km	m	m	m	m/m
1 – Río Louro	0.400	1.45	188.3	117.9	70.38	0.049
2 – Río Louro	0.364	0.89	189.5	147.1	42.42	0.048
3 – Río Louro	0.267	1.04	228.4	160.6	67.75	0.065
4 – Río Louro	0.331	0.93	229.14	160.66	68.48	0.074
5 – Río Louro	0.153	1.01	233.78	141.00	92.77	0.092

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial Cidade do Moble

Subcuenca	A	L	Cota máxima	Cota mínima	Desnivel	J
	Km ²	Km	m	m	m	m/m
1 – Río Liñares	5.150	3.91	328.8	175.0	153.73	0.039
2 – Río Liñares	7.850	5.58	435.6	187.9	247.73	0.044
3 – Río Liñares	8.080	5.16	281.3	191.8	89.46	0.017
4 – Río Liñares	27.070	8.85	570.3	191.8	378.50	0.043
5 – Río Liñares	1.440	2.45	184.2	174.8	9.45	0.004
6 – Afluente Río Liñares	0.830	1.87	253.6	169.3	84.36	0.045
7 – Río Liñares	1.310	2.61	259.5	170.0	89.46	0.034
8 – Río Liñares	24.380	6.57	697.1	279.1	418.02	0.064

Las cuencas estudiadas tienen consideración de cuenca principal. Estas son cuencas cuyo punto de desagüe es un puente o una obra de drenaje transversal de la carretera. Una cuenca principal se compone de la cuenca topográfica o





natural del cauce correspondiente al puente u obra de drenaje transversal más las cuencas secundarias que comprenda.

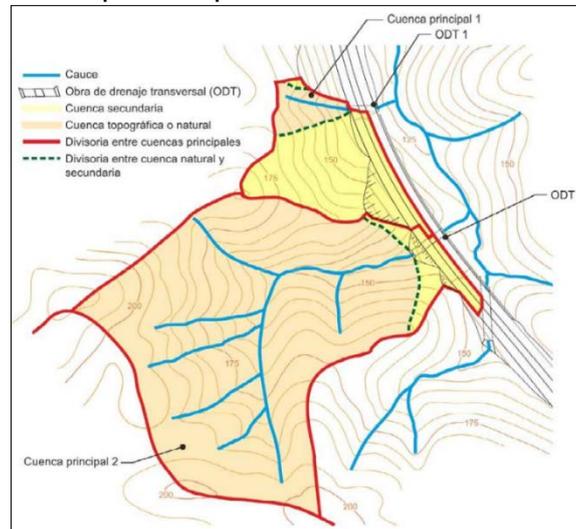


Ilustración 9 Cuencas principales y secundarias. Fuente: Norma 5.2-1.C.

3.2. PERIODO DE RETORNO

El período de retorno T es el periodo de tiempo expresado en años, para el cual el caudal máximo anual tiene una probabilidad de ser excedido igual a $1/T$. Se estudiarán los caudales para los periodos de retorno

- $T=2.33$ años
- $T=100$ años
- $T=500$ años

3.3. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración t_c es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. Para cuencas principales el tiempo de concentración se puede determinar utilizando la siguiente fórmula:

$$t_c = 0.3 * L_c^{0.76} * J_c^{-0.19}$$

donde:

- t_c (horas) Tiempo de concentración
- L_c (Km) Longitud del cauce
- J_c (adimensional) Pendiente media del cauce

Los valores de t_c obtenidos son los siguientes:



Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Carballiño (Ampliación)

Subcuenca	L_c	J_c	t_c	t_c
	<i>Km</i>	<i>m/m</i>	<i>h</i>	<i>min</i>
1	5.59	0.028	2.18	130.85
2	1.70	0.037	0.84	50.32
3	1.67	0.038	0.82	49.32
4	0.85	0.045	0.48	28.59
5	0.37	0.084	0.22	13.47

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Pereiro de Aguiar – Fase III

Subcuenca	L_c	J_c	t_c	t_c
	<i>Km</i>	<i>m/m</i>	<i>h</i>	<i>min</i>
1 – Rego de Loy	3.25	0.041	1.35	80.95

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de Louredo

Subcuenca	L_c	J_c	t_c	t_c
	<i>Km</i>	<i>m/m</i>	<i>h</i>	<i>min</i>
1 – Río Louro	1.45	0.049	0.71	42.35
2 – Río Louro	0.89	0.048	0.49	29.40
3 – Río Louro	1.04	0.065	0.52	31.10
4 – Río Louro	0.93	0.074	0.46	27.84
5 – Río Louro	1.01	0.092	0.47	28.47

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial Cidade do Mobile

Subcuenca	L_c	J_c	t_c	t_c
	<i>Km</i>	<i>m/m</i>	<i>h</i>	<i>min</i>
1 – Río Liñares	3.91	0.039	1.56	93.86
2 – Río Liñares	5.58	0.044	2.00	120.09
3 – Río Liñares	5.16	0.017	2.26	135.33
4 – Río Liñares	8.85	0.043	2.86	171.78
5 – Río Liñares	2.45	0.004	1.70	102.14
6 – Afluente Río Liñares	1.87	0.045	0.87	52.19
7 – Río Liñares	2.61	0.034	1.18	70.94
8 – Río Liñares	6.57	0.064	2.12	127.04

3.4. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

La intensidad de precipitación I (T , t_c) correspondiente a un período de retorno T y una duración de aguacero t_c se determina mediante la fórmula siguiente:

$$I(T, t_c) = I_d * F_{int}$$

Donde:



I_d (mm/h): intensidad media diaria de precipitación corregida
 F_{int} : factor de intensidad

Intensidad media de precipitación

La intensidad media diaria de precipitación corregida I_d se obtiene de la fórmula:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Donde,

- P_d : precipitación diaria correspondiente al período de retorno T , su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del mapa de la siguiente imagen
- K_A : factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.
 - o Para $A < 1 \text{ km}^2$, $K_A = 1$
 - o Para $A > 1 \text{ km}^2$, $K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$

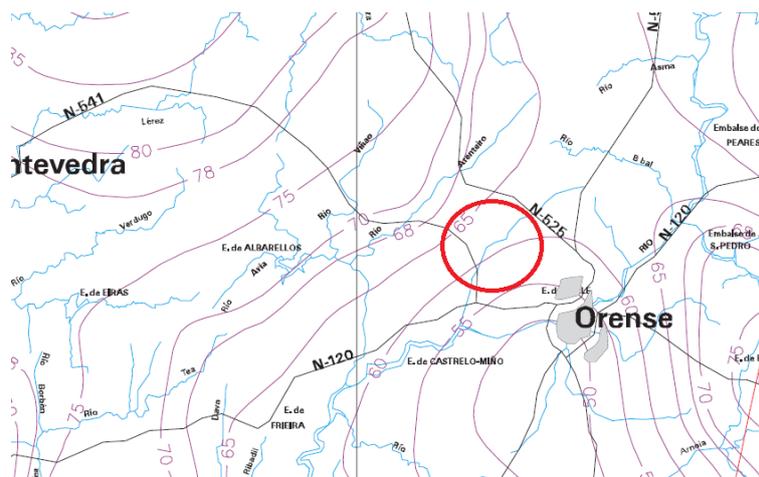


Ilustración 10 Determinación de P_d . Fuente: Máximas lluvias diarias en la España Peninsular – PE Carballiño



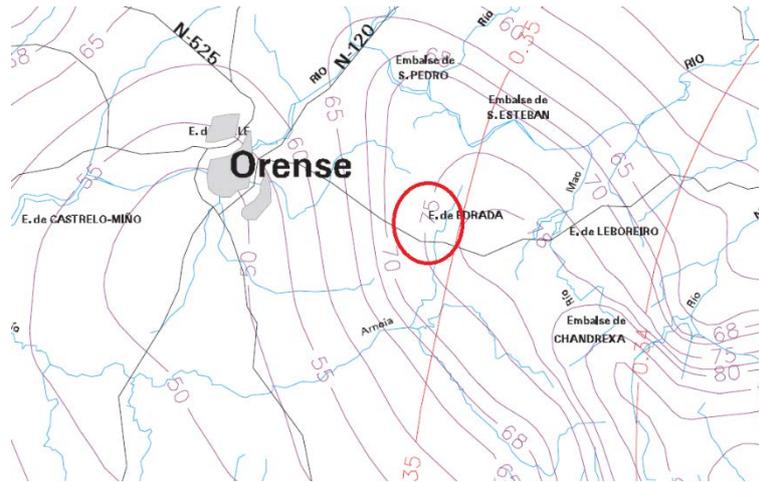


Ilustración 11 Determinación de Pd. Fuente: Máximas llluvias diarias en la España Peninsular – PE O Pereiro de Aguiar

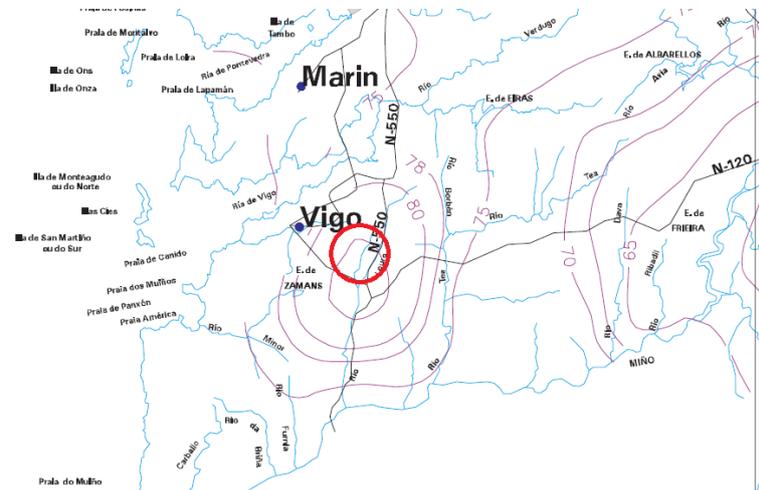


Ilustración 12 Determinación de Pd. Fuente: Máximas llluvias diarias en la España Peninsular – PE Louredo

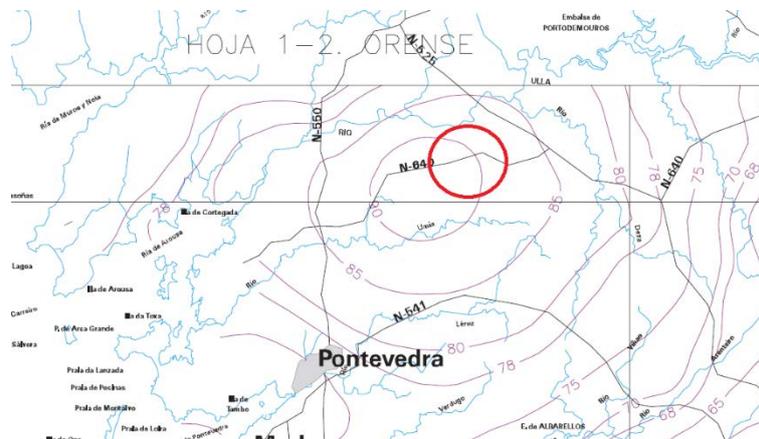


Ilustración 13 Determinación de Pd. Fuente: Máximas llluvias diarias en la España Peninsular – PE Cidade do Moble



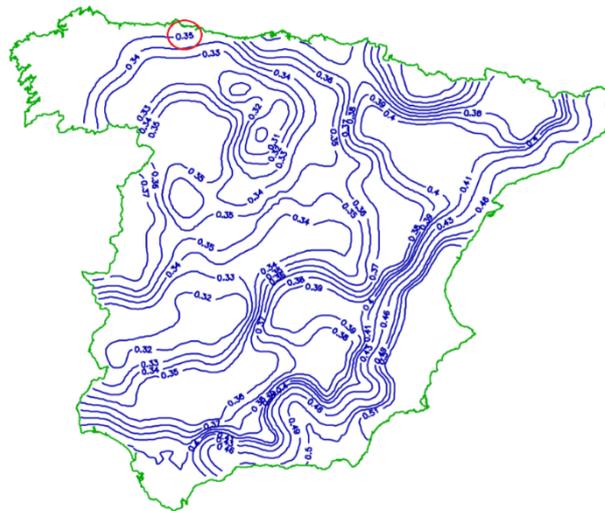


Ilustración 14 Determinación de C_v . Fuente: Máximas llluvias diarias en la España Peninsular

Identificando en el mapa las zonas de estudio se determinan las siguientes precipitaciones máximas diarias:

- Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Carballiño (Ampliación) → $P_{max}=65.0$ mm
- Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Pereiro de Aguiar – Fase III → $P_{max}=75.0$ mm
- Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de Louredo → $P_{max}=85.0$ mm
- Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de Cidade do Moble → $P_{max}=90.0$ mm

Para todas ellas se emplea un coeficiente $C_v=0,35$. Con estos parámetros, para los periodos de retorno considerados, se obtienen los factores de amplificación K_t entrando en la siguiente tabla:

C_v	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953

Ilustración 15 Factores de amplificación K_t . Fuente: Máximas llluvias diarias en la España Peninsular



Los resultados obtenidos son los siguientes:

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Carballiño (Ampliación)

T (años)	P_{max}	K_t	P_d
	<i>mm</i>	-	<i>mm</i>
2.33	65	0.954	59.9
100	65	2.220	144.3
500	65	2.831	184.0

Subcuenca	K_a	Id (T=2.33)	Id (T=100)	Id (T=500)
	-	<i>mm/h</i>	<i>mm/h</i>	<i>mm/h</i>
1	0.9531	2.46	5.73	7.31
2	1.0000	2.58	6.01	7.67
3	1.0000	2.58	6.01	7.67
4	1.0000	2.58	6.01	7.67
5	1.0000	2.58	6.01	7.67

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Pereiro de Aguiar – Fase III

T (años)	P_{max}	K_t	P_d
	<i>mm</i>	-	<i>mm</i>
2.33	75	0.954	71.5
100	75	2.220	166.5
500	75	2.831	212.3

Subcuenca	K_a	Id (T=2.33)	Id (T=100)	Id (T=500)
	-	<i>mm/h</i>	<i>mm/h</i>	<i>mm/h</i>
1 – Rego de Loy	0.98	2.91	6.78	8.65

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de Louredo

T (años)	P_{max}	K_t	P_d
	<i>mm</i>	-	<i>mm</i>
2.33	85	0.954	81.1
100	85	2.220	188.7
500	85	2.831	240.6

Subcuenca	K_a	Id (T=2.33)	Id (T=100)	Id (T=500)
	-	<i>mm/h</i>	<i>mm/h</i>	<i>mm/h</i>
1 – Río Louro	1.0000	3.38	7.86	10.03
2 – Río Louro	1.0000	3.38	7.86	10.03
3 – Río Louro	1.0000	3.38	7.86	10.03
4 – Río Louro	1.0000	3.38	7.86	10.03





Subcuenca	Ka	Id (T=2.33)	Id (T=100)	Id (T=500)
	-	mm/h	mm/h	mm/h
5 – Río Louro	1.0000	3.38	7.86	10.03

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial Cidade do Mobile

T (años)	P _{max}	K _t	P _d
	mm	-	mm
2.33	90	0.954	85.8
100	90	2.220	199.8
500	90	2.831	254.8

Subcuenca	Ka	Id (T=2.33)	Id (T=100)	Id (T=500)
	-	mm/h	mm/h	mm/h
1 – Río Liñares	0.9525	3.41	7.93	10.11
2 – Río Liñares	0.9403	3.36	7.83	9.98
3 – Río Liñares	0.9395	3.36	7.82	9.97
4 – Río Liñares	0.9045	3.23	7.53	9.60
5 – Río Liñares	0.9894	3.54	8.24	10.50
6 – Afluente Río Liñares	1.0000	3.58	8.33	10.62
7 – Río Liñares	0.9922	3.55	8.26	10.53
8 – Río Liñares	0.9075	3.25	7.56	9.63

Factor de intensidad (Fint)

El factor de intensidad F_{int} introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de:

- La duración del aguacero t
- El periodo de retorno T

Se tomará el mayor valor de los obtenidos de entre los dos que se indican a continuación:

$$F_{int} = \max(F_a, F_b)$$

Donde,

- F_a (adimensional): Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_1/I_d)
- F_b (adimensional): Factor obtenido a parte de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo. Al no disponer de dichas curvas IDF, se adopta $F_{int} = F_a$.



- **Obtención de F_a**

$$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{3.5287 - 2.5287t^{0.1}}$$

Donde,

- I_1/I_d (adimensional) Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria recogida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del mapa de la siguiente imagen. Para los casos estudiados $I_1/I_d=8$.

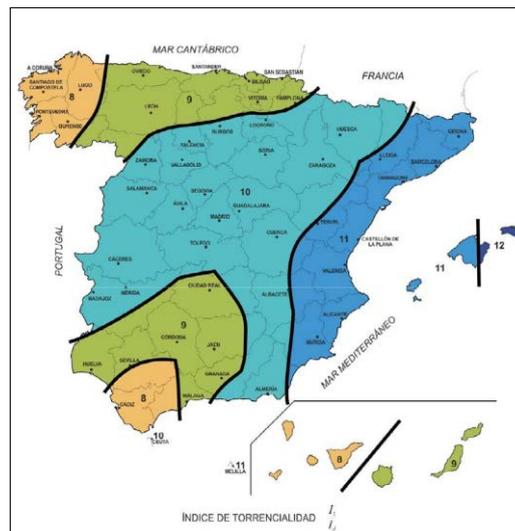


Ilustración 16 Índice de torrencialidad I_1/I_d . Fuente: Instrucción 5.2-I.C.

- t (horas) Duración del aguacero. Para el cálculo de F_a se debe particularizar la expresión para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración $t=t_c$.

Los valores obtenidos para las cuencas son los siguientes:

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Carballiño (Ampliación)

Subcuenca	F_a	F_{int}
	-	-
1	5.22	5.22
2	8.77	8.77
3	8.86	8.86
4	11.65	11.65
5	16.60	16.60



Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Pereiro de Aguiar – Fase III

Subcuenca	Fa	Fint
	-	-
1 – Rego de Loy	6.82	6.82

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de Louredo

Subcuenca	Fa	Fint
	-	-
1 – Río Louro	9.58	9.58
2 – Río Louro	11.49	11.49
3 – Río Louro	11.18	11.18
4 – Río Louro	11.80	11.80
5 – Río Louro	11.67	11.67

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial Cidade do Moble

Subcuenca	Fa	Fint
	-	-
1 – Río Liñares	6.29	6.29
2 – Río Liñares	5.48	5.48
3 – Río Liñares	5.12	5.12
4 – Río Liñares	4.46	4.46
5 – Río Liñares	6.00	6.00
6 – Afluente Río Liñares	8.60	8.60
7 – Río Liñares	7.32	7.32
8 – Río Liñares	5.31	5.31

3.5. COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

El coeficiente de escorrentía C define la parte de la precipitación de intensidad I(T,t_c) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca. Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$- \text{ Si } P_d \cdot K_A > P_0: \quad C = \frac{\left(\frac{P_d K_A}{P_0} - 1\right) \left(\frac{P_d K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

$$- \text{ Si } P_d \cdot K_A \leq P_0: \quad C = 0$$

Donde,

- C: Coeficiente de escorrentía
- P_d (mm): Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno T considerado



- $K_A = 1$ Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca
- P_0 (mm): Umbral de escorrentía

El umbral de escorrentía P_0 representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se determina mediante la fórmula:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

Donde,

- P_0^i (mm) Valor inicial del umbral de escorrentía.
- β (adimensional) Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

Para la obtención de P_0^i se consulta la tabla 2.3 de la instrucción 5.2-IC. Se ha considerado que el suelo de las cuencas de los 3 ámbitos de estudio es de tipo hidrológico B, como se indica en el *Mapa de grupos hidrológicos de suelo*.

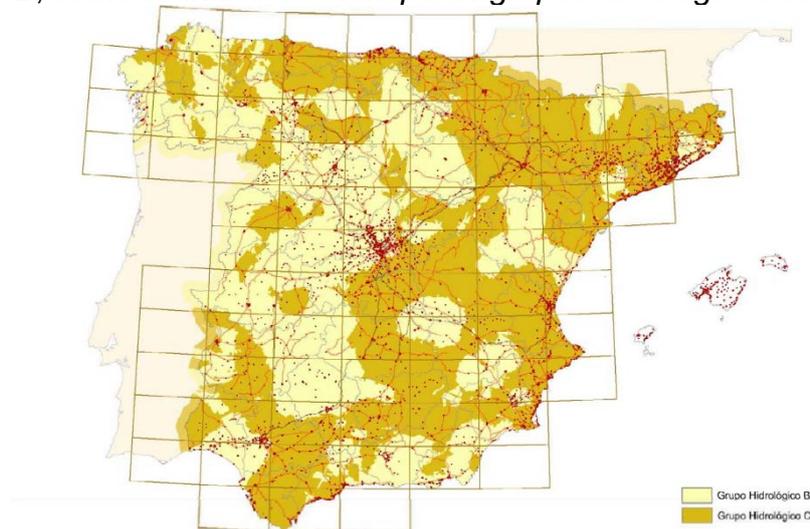


Ilustración 17 Mapa de grupos hidrológicos de suelo

Para determinar el uso de suelo en la cuenca de estudio, se utilizan los mapas de usos de suelo Corine Land Cover 2000, intersecando dicha información con las cuencas de estudio.

Con estos dos datos, se consulta la tabla 2.3, valor inicial del umbral de escorrentía de la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 – IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras, y se obtienen los siguientes valores iniciales de escorrentía.

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Carballiño (Ampliación)

Subcuenca	Poi - Actual
	<i>mm</i>
1	36.62
2	22.69
3	41.77



Subcuenca	Poi - Actual
	<i>mm</i>
4	43.84
5	40.16

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Pereiro de Aguiar – Fase III

Subcuenca	Poi - Actual
	<i>mm</i>
1 – Rego de Loy	36.62

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de Louredo

Subcuenca	Poi - Actual
	<i>mm</i>
1 – Río Louro	39.50
2 – Río Louro	41.28
3 – Río Louro	29.58
4 – Río Louro	33.93
5 – Río Louro	37.31

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial Cidade do Moble

Subcuenca	Poi - Actual
	<i>mm</i>
1 – Río Liñares	32.04
2 – Río Liñares	32.90
3 – Río Liñares	36.93
4 – Río Liñares	36.14
5 – Río Liñares	35.83
6 – Afluente Río Liñares	27.63
7 – Río Liñares	33.44
8 – Río Liñares	34.56

Para el cálculo de β se emplea la siguiente fórmula

$$\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T$$

- β_m (adimensional) Valor medio en la región del coeficiente corrector umbral de esorrentía. Este valor se obtiene de la Tabla 2.5 de la instrucción 5.2-IC, previa identificación en el mapa siguiente de la región estudiada (región 11).
- F_T (adimensional) Factor función del periodo de retorno T. Se obtiene de la Tabla 2.5.





Ilustración 18 Mapa de regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía. Fuente: 5.2 IC

Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Periodo de retorno T (años), F_T				
		50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{90}	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90

Ilustración 19 Extracto de la Tabla 2.5 Coeficiente corrector del umbral de escorrentía: Valores correspondientes a calibraciones regionales. Fuente: Instrucción 5.1-IC

Los valores obtenidos son los siguientes:

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Carballiño (Ampliación)

Subcuenca	Poi	Po corregido			C		
		T=2.33	T=100	T=500	T=2.33	T=100	T=500
	mm	mm	mm	mm	-	-	-
1	36.62	26.73	44.17	52.41	0.175	0.277	0.300
2	22.69	16.56	27.37	32.47	0.337	0.456	0.482
3	41.77	30.49	50.38	59.77	0.152	0.251	0.273
4	43.84	32.00	52.88	62.74	0.140	0.236	0.258
5	40.16	29.31	48.43	57.47	0.163	0.263	0.286

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Pereiro de Aguiar – Fase III

Subcuenca	Poi	Po corregido			C		
		T=2.33	T=100	T=500	T=2.33	T=100	T=500
	mm	mm	mm	mm	-	-	-
1 – Rego de Loy	26.08	19.04	31.45	37.32	0.331	0.449	0.475



Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de Louredo

Subcuenca	Poi	Po corregido			C		
		T=2.33	T=100	T=500	T=2.33	T=100	T=500
	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	-	-	-
1 – Río Louro	39.50	28.83	47.64	56.53	0.245	0.357	0.381
2 – Río Louro	41.28	30.13	49.78	59.07	0.232	0.342	0.366
3 – Río Louro	29.58	21.59	35.67	42.33	0.339	0.457	0.483
4 – Río Louro	33.93	24.76	40.92	48.55	0.293	0.409	0.434
5 – Río Louro	37.31	27.23	45.00	53.39	0.263	0.376	0.401

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial Cidade do Moble

Subcuenca	Poi	Po corregido			C		
		T=2.33	T=100	T=500	T=2.33	T=100	T=500
	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	-	-	-
1 – Río Liñares	32.04	23.39	38.64	45.85	0.315	0.432	0.458
2 – Río Liñares	32.90	24.02	39.68	47.09	0.302	0.418	0.444
3 – Río Liñares	36.93	26.96	44.54	52.85	0.264	0.378	0.403
4 – Río Liñares	36.14	26.38	43.59	51.72	0.259	0.372	0.397
5 – Río Liñares	35.83	26.15	43.21	51.27	0.291	0.406	0.432
6 – Afluente Río Liñares	27.63	20.16	33.32	39.53	0.381	0.502	0.527
7 – Río Liñares	33.44	24.41	40.33	47.86	0.314	0.431	0.457
8 – Río Liñares	34.56	25.22	41.68	49.45	0.274	0.389	0.414

3.6. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD K_t

El coeficiente K_t tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación, se obtiene mediante la expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1.25}}{t_c^{1.25} + 14}$$

Los valores obtenidos para las cuencas son los siguientes:

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Carballiño (Ampliación)

Subcuenca	K_t
	-
1	1.159
2	1.054
3	1.053
4	1.028
5	1.011



Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Pereiro de Aguiar – Fase III

Subcuenca	K _t
	-
1 – Rego de Loy	1.094

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de Louredo

Subcuenca	K _t
	-
1 – Río Louro	1.044
2 – Río Louro	1.028
3 – Río Louro	1.030
4 – Río Louro	1.027
5 – Río Louro	1.027

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial Cidade do Moble

Subcuenca	K _t
	-
1 – Río Liñares	1.111
2 – Río Liñares	1.145
3 – Río Liñares	1.165
4 – Río Liñares	1.210
5 – Río Liñares	1.122
6 – Afluente Río Liñares	1.057
7 – Río Liñares	1.081
8 – Río Liñares	1.154

3.6. CAUDAL DE CÁLCULO

Siguiendo la fórmula indicada al inicio se obtienen los siguientes caudales de cálculo:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Carballiño (Ampliación)

Subcuenca	Q _T		
	T=2.33	T=100	T=500
	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>
1 – Rego Varón	3.65	13.49	18.64
2 – Afluente Rego Varón (S/N)	0.97	5.14	6.92
3 – Rego Varón	0.31	2.03	2.83
4 – Rego Varón	0.11	0.94	1.32
5 – Rego Varón	0.15	1.77	2.45



Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Pereiro de Aguiar – Fase III

Subcuenca	Q _T		
	T=2.33	T=100	T=500
	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>
1 – Rego de Loy	4.38	13.83	18.63

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de Louredo

Subcuenca	Q _T		
	T=2.33	T=100	T=500
	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>
1 – Río Louro	0.92	3.12	4.25
2 – Río Louro	0.78	3.21	4.39
3 – Río Louro	0.84	3.07	4.13
4 – Río Louro	0.89	3.58	4.85
5 – Río Louro	0.37	1.50	2.04

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial Cidade do Moble

Subcuenca	Q _T		
	T=2.33	T=100	T=500
	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>
1 – Río Liñares	10.72	34.26	46.25
2 – Río Liñares	15.94	44.85	60.65
3 – Río Liñares	14.61	39.60	53.83
4 – Río Liñares	48.00	113.89	154.96
5 – Río Liñares	2.90	9.02	12.21
6 – Afluente Río Liñares	2.09	8.75	11.72
7 – Río Liñares	2.76	10.26	13.86
8 – Río Liñares	43.80	121.99	165.60



4.- ESTUDIO HIDRÁULICO

En el presente apartado se describe el procedimiento que se ha llevado a cabo para la realización de la modelización hidráulica. Para ello, se ha utilizado el software HEC-RAS. Este software (desarrollado por el *Hydrologic Engineering Center* del *US Army Corps of Engineers*) permite llevar a cabo la modelización hidráulica 1D de un río o de un tramo de río, facilitando la entrada de datos y posibilitando la visualización gráfica de los resultados, lo que favorece su interpretación.

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Carballiño (Ampliación)

En este caso ha sido necesario realizar 2 modelizaciones hidráulicas, una para cada uno de los cursos identificados en la zona, el *Rego do Varón* y el denominado *Afluente de Rego do Varón (S/N)*

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Pereiro de Aguiar – Fase III

En este caso ha sido necesario realizar 1 modelización hidráulica para el *Rego de Loy*.

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de Louredo

En este caso ha sido necesario realizar 1 modelización hidráulica para el Río Louro.

Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial Cidade do Moble

En este caso ha sido necesario realizar 1 modelización hidráulica para el Río Liñares y su afluente.

4.1. GEOMETRÍA

Para definir la geometría del modelo se ha partido del Modelo Digital del Terreno (MDT-02). Una vez introducido el terreno en HEC-RAS se ha trazado manualmente el eje, así como las secciones transversales maestras. Se han dispuesto también los puntos que determinan los *bank lines* (división entre cauce y llanura de inundación). Cabe destacar que el hecho de utilizar el MDT02 para definir la geometría limita el alcance de los resultados. Por lo tanto, los resultados derivados de estos modelos deben ser tenidos en cuenta como una primera aproximación en cuanto a afecciones relativas a la inundabilidad en las propuestas de desarrollo de los parques empresariales. Para obtener unos resultados más precisos (por ejemplo, de cara a la obtención del deslinde de *Dominio Público Hidráulico*) sería necesario contar con un levantamiento de detalle del cauce y de las llanuras de inundación, así como de las infraestructuras existentes en el entorno del cauce (puentes, obras de paso, obras de drenaje transversal...etc.), según se detalla en las recomendaciones de la *Guía Metodológica para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas inundables*.



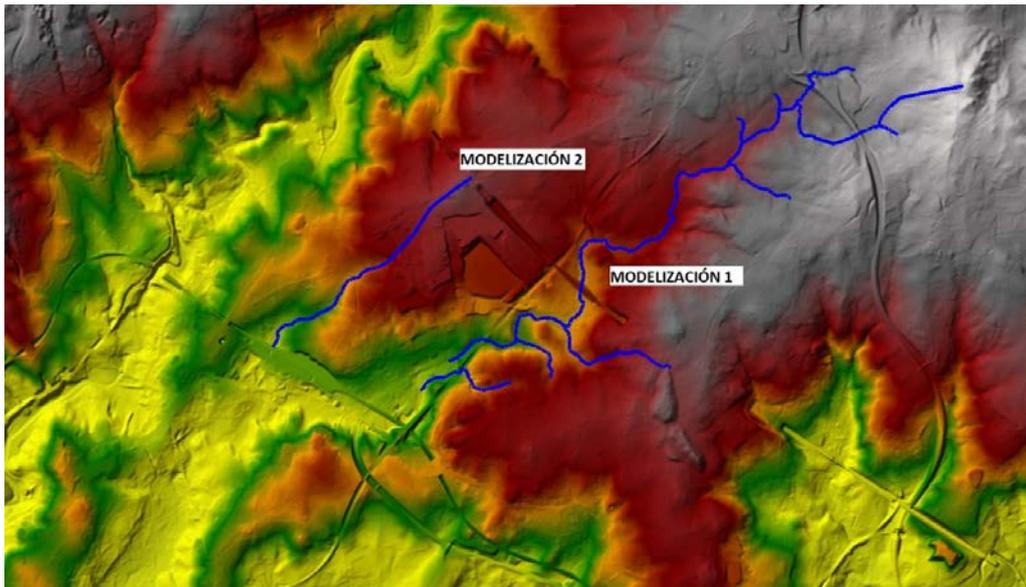


Ilustración 20 MDT02 Ámbito de actuación – PE O Carballiño

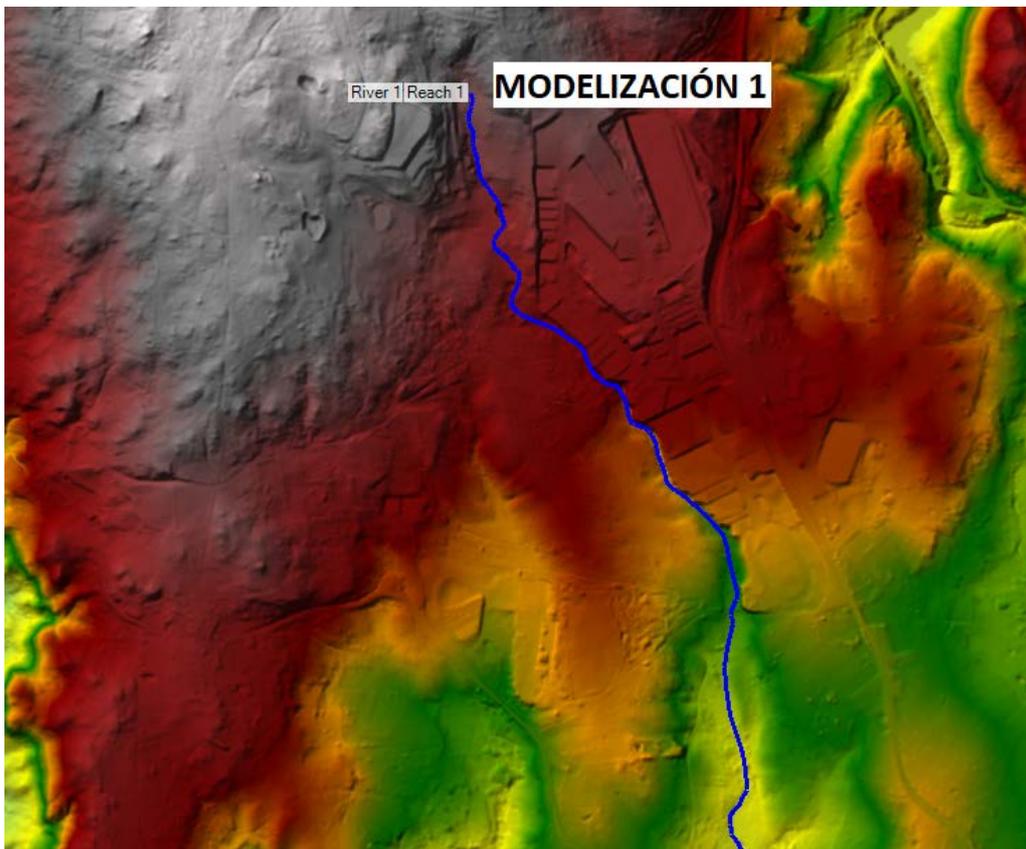


Ilustración 21 MDT02 Ámbito de actuación – O Pereiro de Aguiar



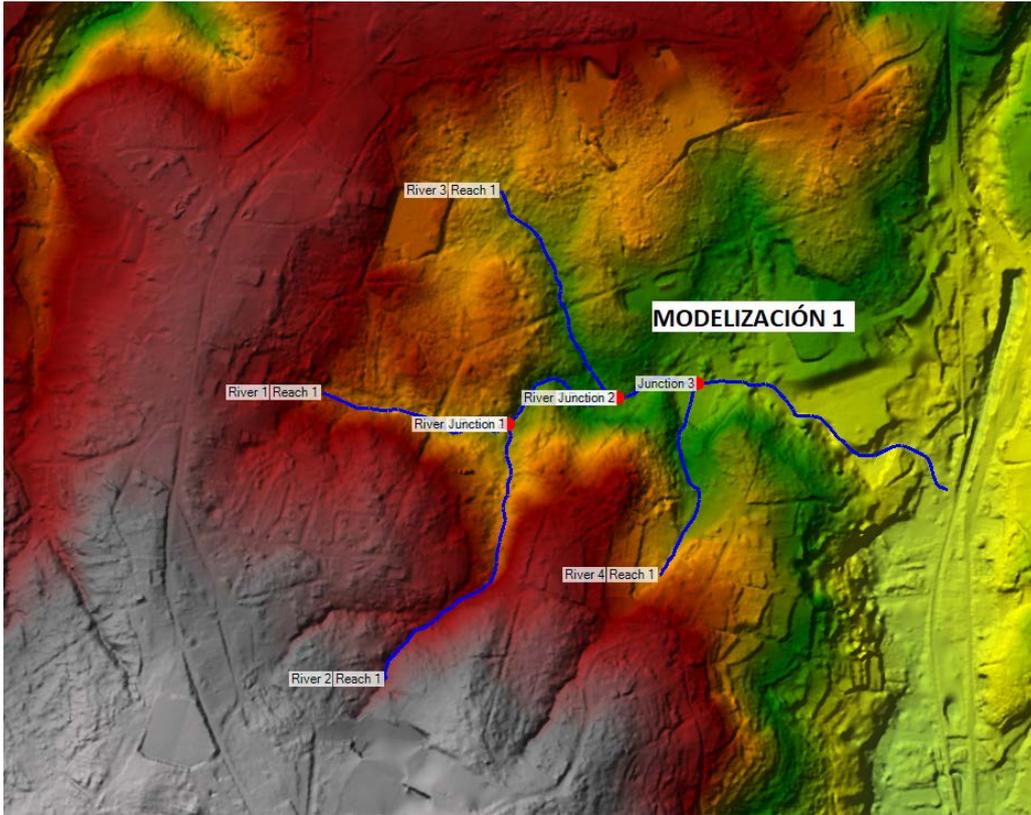
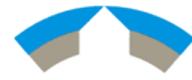


Ilustración 22 MDT02 Ámbito de actuación– PE Louredo

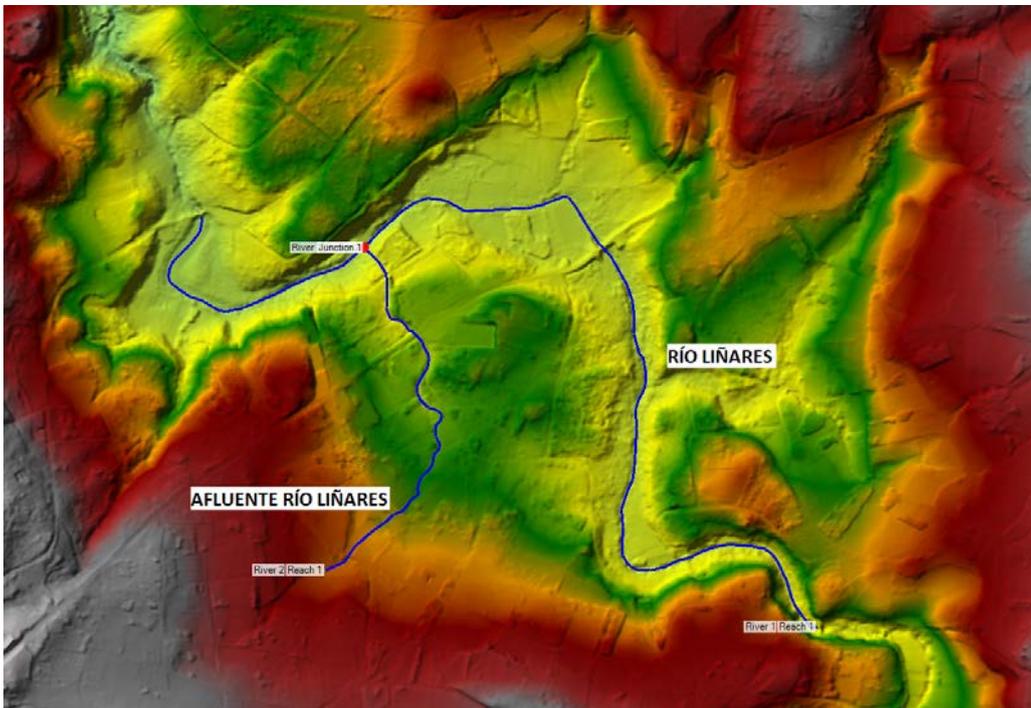
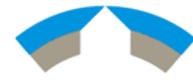


Ilustración 23 MDT02 Ámbito de actuación– PE Cidade do Moble

En base a los usos del suelo identificados en el entorno se han asignado los siguientes coeficientes de rugosidad:





1. Main Channels

a. Clean, straight, full, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
d. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
e. Same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.040	0.048	0.055
f. Same as "d" but more stones	0.045	0.050	0.060
g. Sluggish reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
h. Very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stands of timber and brush	0.070	0.100	0.150

d. Trees

1. Cleared land with tree stumps, no sprouts	0.030	0.040	0.050
2. Same as above, but heavy sprouts	0.050	0.060	0.080
3. Heavy stand of timber, few down trees, little undergrowth, flow below branches	0.080	0.100	0.120
4. Same as above, but with flow into branches	0.100	0.120	0.160
5. Dense willows, summer, straight	0.110	0.150	0.200

En las zonas pavimentadas se ha asignado un coeficiente de Manning de $n=0.015$.

A continuación, se ha procedido a interpolar las secciones transversales. Una vez definidas en planta se les asigna la cota del terreno en base al MDT.

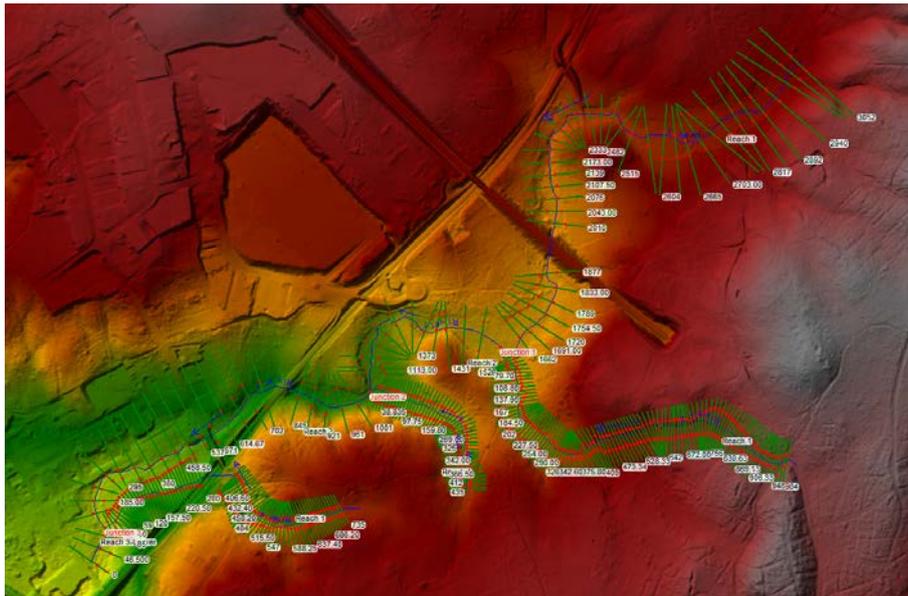


Ilustración 24 Geometría del modelo en planta – PE O Carballiño Modelo 1



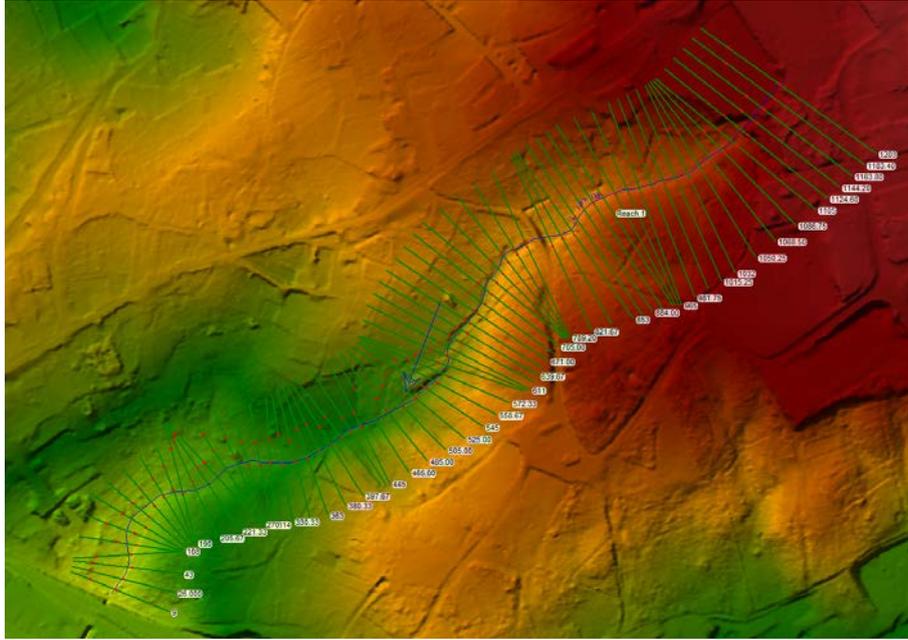


Ilustración 25 Geometría del modelo en planta – PE O Carballiño Modelo 2

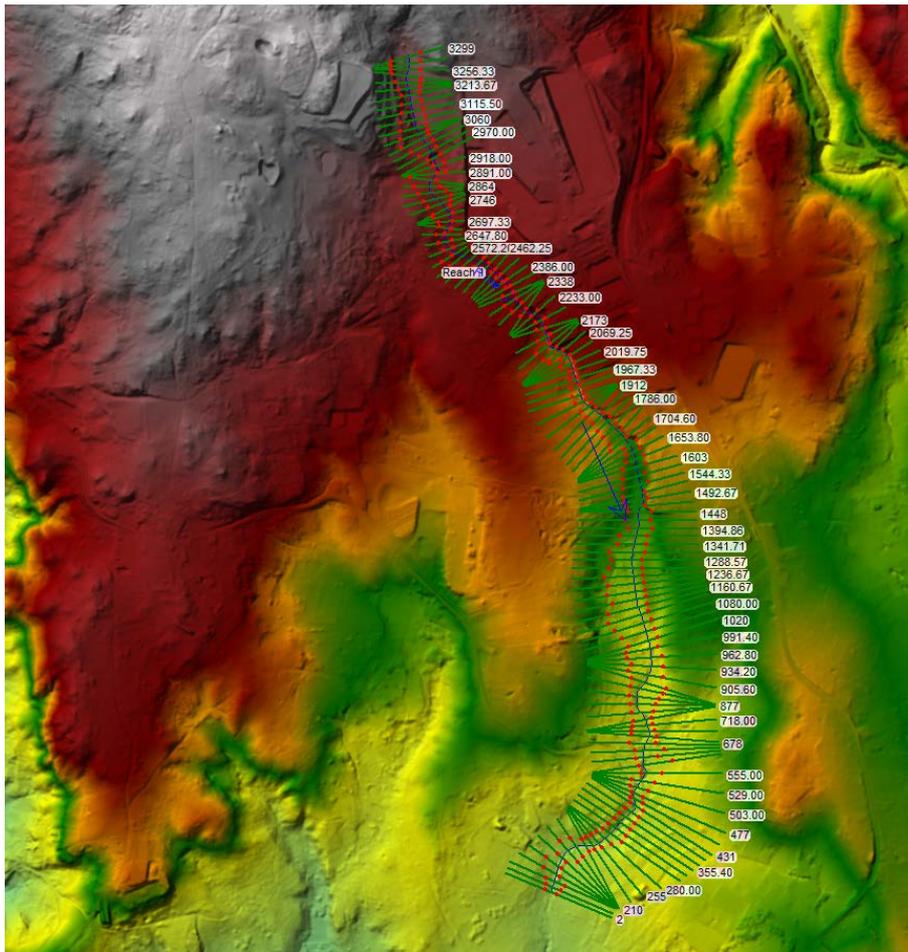


Ilustración 26 Geometría del modelo en planta – PE O Pereiro de Aguiar Modelo 1



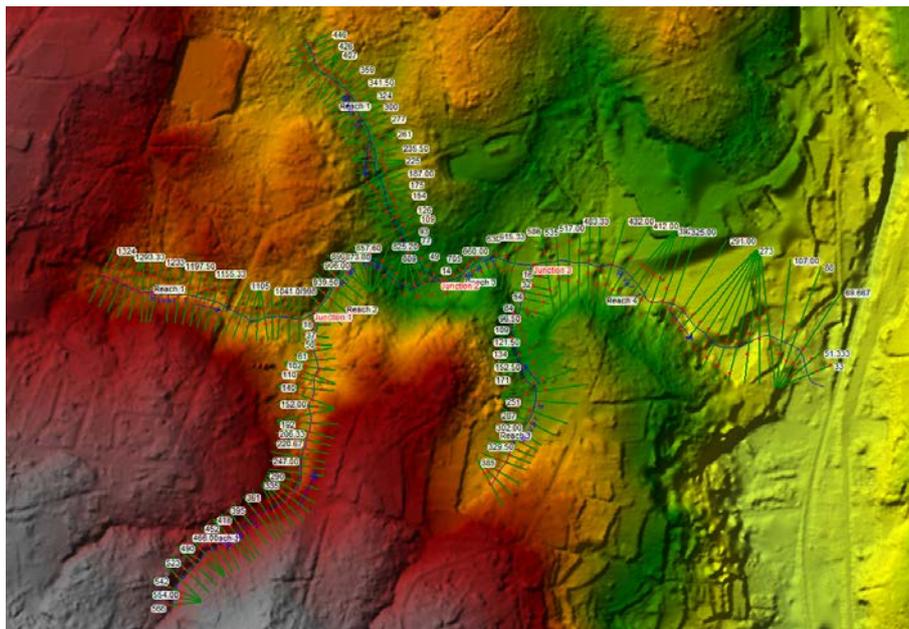


Ilustración 27 Geometría del modelo en planta – PE Louredo

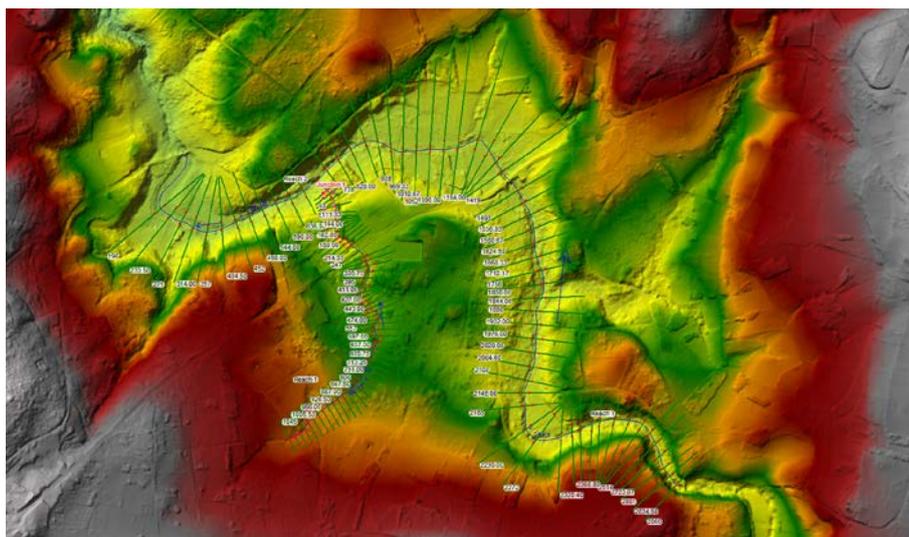


Ilustración 28#Geometría del modelo en planta – PE Cidade do Moble

En las localizaciones de puentes y obras de drenaje transversal (ODT) se han eliminado las secciones transversales para que el modelo no las tenga en cuenta a la hora de computar los resultados. Esta aproximación se considera suficientemente adecuada dado el alcance del estudio comentado anteriormente.

4.2. CAUDALES

Se han introducido los caudales calculados en el apartado *Estudio Hidrológico*, para los distintos periodos de retorno considerados en la situación actual para cada una de las subcuencas.



4.3. CONDICIONES DE CONTORNO

Se consideran condiciones de contorno de calado normal, tanto aguas arriba como aguas abajo de los cauces, teniendo en cuenta las pendientes que se determinaron en el apartado de *Estudio Hidrológico*.

4.3. RÉGIMEN DE FLUJO

Se ha realizado el cálculo en régimen mixto.

4.5. RESULTADOS

Una vez introducidos todos los parámetros se computa el modelo, obteniendo las láminas de inundación para T=2.33 años, T=100 años y T=500 años

4.6. PROCESAMIENTO DE RESULTADOS

Partiendo de los resultados de la modelización hidráulica se han definido las zonas de DPH y servidumbre del río de acuerdo con lo indicado en el RDPH 849/1986.

- Dominio Público Hidráulico (DPH): Llanura de inundación correspondiente con la *Máxima Crecida Ordinaria*, es decir, con la lámina de inundación generada a partir de caudal de avenida de T=2.33 años (Art. 4 RDPH)
- Servidumbre: Franja de 5 metros a partir de la línea exterior del Dominio Público Hidráulico (Art.6 RDPH).

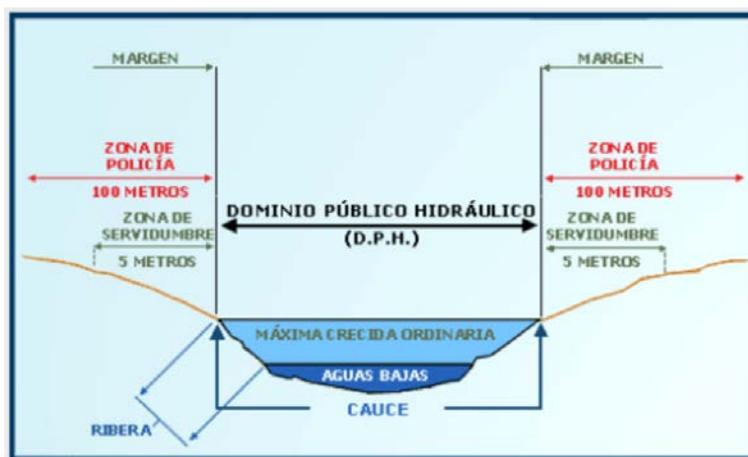


Ilustración 29 Zonas de protección asociadas a un cauce

- Lámina de inundación de T=100 años, a partir de la cual se puede determinar la Zona de Flujo preferente (Art.6 RDPH). A efectos de este





MONTEOLIVA ARQUITECTURA, S.L.P.



INSTITUTO GALEGO
DA VIVENDA E SOLO

estudio se asimilará la zona de flujo preferente (ZFP) a lámina de inundación de T=100 años. Aunque esta puede parecer una simplificación excesiva, teniendo en cuenta el alcance de los trabajos se considera suficientemente aproximada, ya que por su propia definición la ZFP siempre se encuentra incluida dentro de la lámina de T=100 años.

- Teniendo en cuenta el alcance de los trabajos realizados se asimilará a efectos del presente estudio la lámina de inundación de T=100 años a la Zona de Flujo Preferente.
- Zona inundable: correspondiente con la lámina de inundación para T=500 años (Art.14 RDPH).



5.- ANÁLISIS DEL CAMBIO DE USOS DEL SUELO

Como se indicó al inicio del documento, la implantación de las nuevas áreas empresariales tiene consecuencias a nivel hidrológico asociadas a la generación de caudales en la cuenca. Esto se debe a que el cambio en los usos del suelo, ligado a la impermeabilización que se produce debido a la urbanización del espacio, puede provocar la reducción de la infiltración en el terreno, lo que tendría como consecuencia un incremento en los caudales circulantes.

Para realizar este análisis se realiza el cálculo de caudales según el procedimiento detallado en el apartado 3. *Estudio hidrológico*, pero considerando el cambio en los usos del suelo. El único parámetro que varía es el valor inicial del umbral de escorrentía P_o^i que afecta directamente al coeficiente de escorrentía C en aquellas zonas en las que se realiza la urbanización de los espacios.

A continuación, se comparan los caudales obtenidos para la situación de proyecto VS la situación actual

5.1. PARQUE EMPRESARIAL DE O CARBALLIÑO (AMPLIACIÓN)

Subcuenca	Poi Actual	Poi Proyecto	C Actual			C Proyecto		
			T=2.33	T=100	T=500	T=2.33	T=100	T=500
	<i>mm</i>	<i>mm</i>	-	-	-	-	-	-
1 – Rego Varón	36.62	35.61	0.175	0.277	0.300	0.183	0.286	0.310
2 – Afluente Rego Varón (S/N)	22.69	20.80	0.337	0.456	0.482	0.367	0.487	0.512
3 – Rego Varón	41.77	26.62	0.152	0.251	0.273	0.285	0.400	0.425
4 – Rego Varón	43.84	24.61	0.140	0.236	0.258	0.310	0.428	0.453
5 – Rego Varón	40.16	27.88	0.163	0.263	0.286	0.270	0.384	0.409

Caudales generados en el punto de desagüe

Punto de desagüe	Q - ACTUAL			Q - PROY		
	T=2.33	T=100	T=500	T=2.33	T=100	T=500
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Rego Varón (subcuencas 1+3+4+5)	4.22	18.23	25.24	4.89	21.46	29.43
Afluente Rego Varón (S/N) (subcuenca 2)	0.97	5.14	6.92	1.06	5.49	7.36

Punto de desagüe	ΔQ			ΔQ		
	T=2.33	T=100	T=500	T=2.33	T=100	T=500
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	%	%	%
Rego Varón (subcuencas 1+3+4+5)	0.67	3.23	4.19	15.8%	17.7%	16.6%
Afluente Rego Varón (S/N) (subcuenca 2)	0.09	0.35	0.44	9.1%	6.8%	6.4%



Según los MAPRI, los caudales en la ARPSI del rego Varón en la actualidad son:

Punto de desagüe	Q ARPSI	
	T=100 m ³ /s	T=500 m ³ /s
Inicio ARPSI	19	26
Fin ARPSI	31	43

Añadiendo el incremento de caudales que supone el cambio en los usos del suelo estos caudales ascenderían a:

Punto de desagüe	Q ARPSI + ΔQ	
	T=100 m ³ /s	T=500 m ³ /s
Inicio ARPSI	22.23	30.19
Fin ARPSI	35.58	47.63

Para analizar cómo varían los calados en la ARPSI debido a este incremento de caudal se estudian dos secciones del río, una al inicio y otra al final.

Se consideran los siguientes parámetros para cada una de las secciones:

Parámetros geométricos de las secciones analizadas		
Ubicación	Inicio ARPSI	Fin ARPSI
Forma	Trapezoidal	Trapezoidal
Ancho b	2.1	2.0
Cauce - Talud izdo	6.5H:1V	6.5H:1V
Cauce - Talud dcho	9.6H:1V	9H:1V
Pendiente canal	0.0131	0.057
Manning	0.045	0.045

Se calculan los calados en dichas secciones mediante la fórmula de Manning para los periodos de retorno de T=100 y T=500.

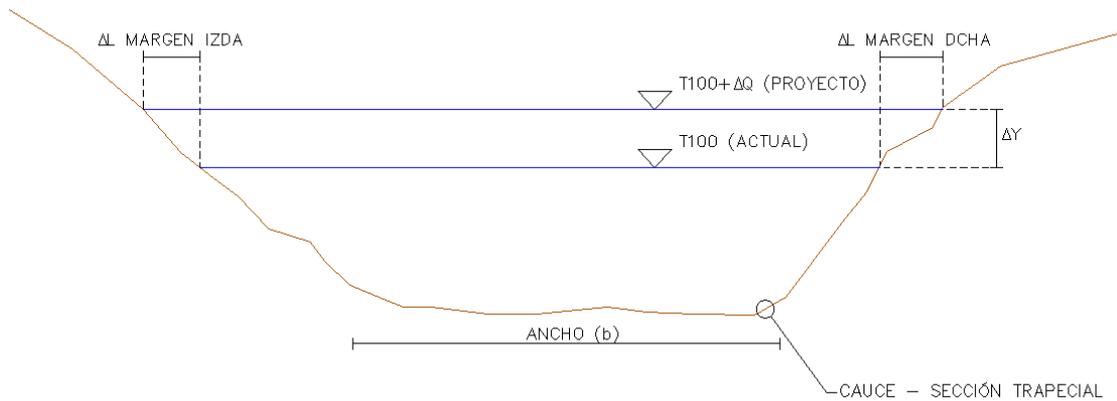
T=100 años					
	Q _{actual} m ³ /s	Y _{actual} m	Q _{proy} m ³ /s	Y _{proy} m	ΔY m
Inicio ARPSI	19	1.04	22.23	1.11	+0.07
Fin ARPSI	31	1.53	35.58	1.61	+0.08

T=500 años					
	Q _{actual} m ³ /s	Y _{actual} m	Q _{proy} m ³ /s	Y _{proy} m	ΔY m
Inicio ARPSI	26	1.18	30.19	1.26	+0.08
Fin ARPSI	43	1.74	47.63	1.81	+0.07

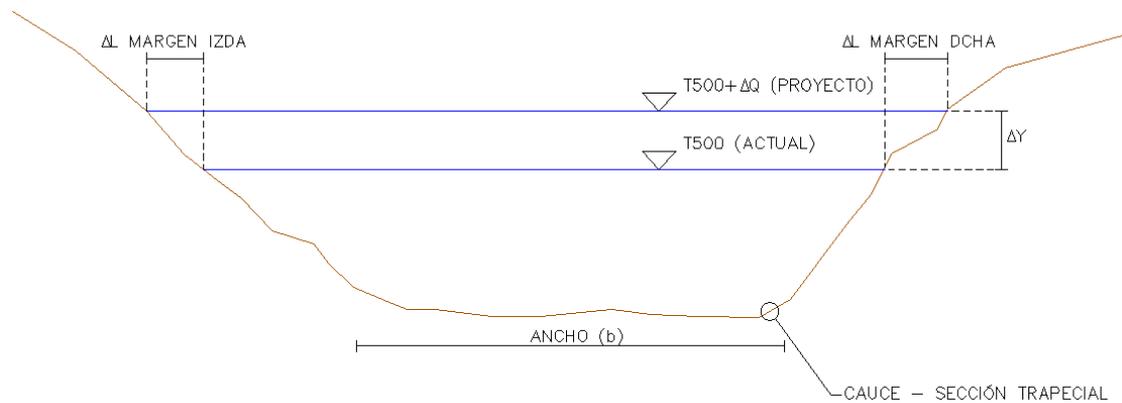
Para calcular cuánto aumenta en planta la extensión de la lámina de inundación se realiza una estimación considerando la pendiente de las llanuras de inundación de las secciones y el incremento en los calados, obteniéndose los siguientes resultados:

T=100 años					
	ΔY m	I margen izda m/m	ΔL margen izda m	I margen dcha m/m	ΔL margen dcha m
Inicio ARPSI	+0.07	0.051	+1.40	0.047	+1.50
Fin ARPSI	+0.08	0.031	+2.60	0.079	+1.00





T=500 años					
	ΔY	I margen izda	ΔL margen izda	I margen dcha	ΔL margen dcha
	m	m/m	m	m/m	m
Inicio ARPSI	+0.08	0.051	+1.60	0.047	+1.70
Fin ARPSI	+0.07	0.031	+2.30	0.079	+0.90



Análisis de resultados

Según se ha podido comprobar, en incremento de caudales producido por el cambio en los usos de suelo derivado de la ampliación del Parque Empresarial tiene como consecuencia las siguientes variaciones en la lámina de inundación de la ARPSI del Rego Varón, situada aguas abajo de la zona de actuación:

T=100 años

- Se produce un incremento máximo de la elevación de la lámina de agua de +0.08m.
- Se produce un incremento máximo de la extensión en planta de la lámina de inundación de +2.60m en la margen izquierda y de +1.50m en la margen derecha

T=500 años

- Se produce un incremento máximo de la elevación de la lámina de agua de +0.08m.



- Se produce un incremento máximo de la extensión en planta de la lámina de inundación de +2.30m en la margen izquierda y de +1.70m en la margen derecha

Teniendo en cuenta la envergadura de la lámina de inundación, **las variaciones producidas por la implantación de la ampliación del PE no se consideran significativas.**

5.2. PARQUE EMPRESARIAL DE O PEREIRO DE AGUIAR – FASE III

Subcuenca	Poi Actual	Poi Proyecto	C Actual			C Proyecto		
			T=2.33	T=100	T=500	T=2.33	T=100	T=500
	mm	mm	-	-	-	-	-	-
1 – Rego de Loy – Modelo 1	26.08	24.25	0.331	0.449	0.475	0.356	0.475	0.501

Caudales generados en el punto de desagüe

Punto de desagüe	Q - ACTUAL			Q – PROY		
	T=2.33	T=100	T=500	T=2.33	T=100	T=500
	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s
1 – Rego de Loy – Modelo 1	4.38	13.83	18.63	4.70	14.62	19.64

Punto de desagüe	ΔQ			ΔQ		
	T=2.33	T=100	T=500	T=2.33	T=100	T=500
	m³/s	m³/s	m³/s	%	%	%
1 – Rego de Loy – Modelo 1	+0.32	+0.79	+1.01	7.3%	5.7%	5.4%

Según los MAPRI, los caudales en la ARPSI del rego de Loy en la actualidad son:

Punto de desagüe	Q ARPSI	
	T=100	T=500
	m³/s	m³/s
Inicio ARPSI	16.3	22.5
Fin ARPSI	20.7	28.5

Añadiendo el incremento de caudales que supone el cambio en los usos del suelo estos caudales ascenderían a:

Punto de desagüe	Q ARPSI + ΔQ	
	T=100	T=500
	m³/s	m³/s
Inicio ARPSI	17.1	23.5
Fin ARPSI	21.5	29.5

Para analizar cómo varían los calados en la ARPSI debido a este incremento de caudal se estudian dos secciones del río, una al inicio y otra al final.



Se consideran los siguientes parámetros para cada una de las secciones:

Parámetros geométricos de las secciones analizadas		
Ubicación	Inicio ARPSI	Fin ARPSI
Forma	Triangular	Trapezoidal
Cauce - Talud izdo	9.5H:1V	3.0H:1V
Cauce - Talud dcho	7.0H:1V	3.8H:1V
Pendiente canal	0.0072	0.0209
Manning	0.045	0.045

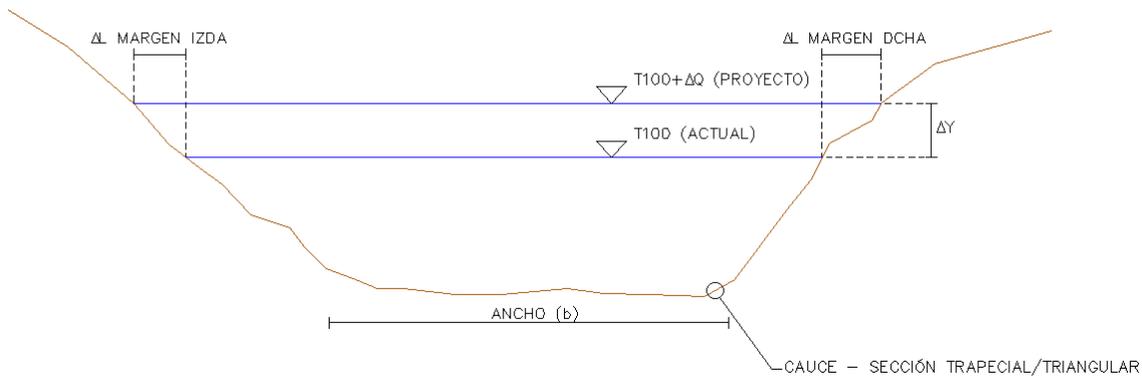
Se calculan los calados en dichas secciones mediante la fórmula de Manning para los periodos de retorno de T=100 y T=500.

T=100 años					
	Q _{actual} m ³ /s	Y _{actual} m	Q _{proy} m ³ /s	Y _{proy} m	ΔY m
Inicio ARPSI	16.3	1.21	17.1	1.23	+0.02
Fin ARPSI	20.7	1.21	21.5	1.23	+0.02

T=500 años					
	Q _{actual} m ³ /s	Y _{actual} m	Q _{proy} m ³ /s	Y _{proy} m	ΔY m
Inicio ARPSI	22.5	1.37	23.5	1.39	+0.02
Fin ARPSI	28.5	1.40	29.5	1.42	+0.02

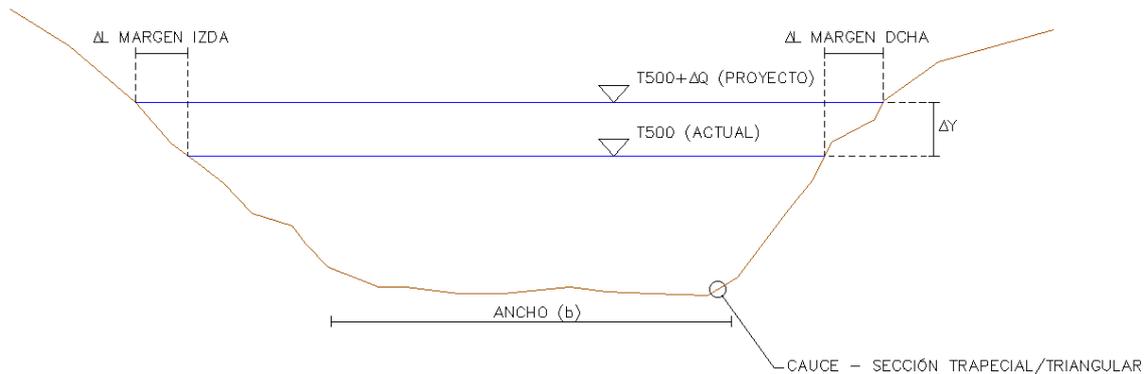
Para calcular cuánto aumenta en planta la extensión de la lámina de inundación se realiza una estimación considerando la pendiente de las llanuras de inundación de las secciones y el incremento en los calados, obteniéndose los siguientes resultados:

T=100 años					
	ΔY m	I margen izda m/m	ΔL margen izda m	I margen dcha m/m	ΔL margen dcha m
Inicio ARPSI	+0.02	0.013	+1.50	0.106	+0.20
Fin ARPSI	+0.02	0.117	+0.20	0.183	+0.10



T=500 años					
	ΔY m	I margen izda m/m	ΔL margen izda m	I margen dcha m/m	ΔL margen dcha m
Inicio ARPSI	+0.02	0.013	+1.50	0.106	+0.20
Fin ARPSI	+0.02	0.117	+0.20	0.183	+0.10





Análisis de resultados

Según se ha podido comprobar, en incremento de caudales producido por el cambio en los usos de suelo derivado de la ampliación del Parque Empresarial tiene como consecuencia las siguientes variaciones en la lámina de inundación de la ARPSI del Rego de Loy, situada aguas abajo de la zona de actuación:

T=100 años

- Se produce un incremento máximo de la elevación de la lámina de agua de +0.02m.
- Se produce un incremento máximo de la extensión en planta de la lámina de inundación de +1.50m en la margen izquierda y de +0.20m en la margen derecha

T=500 años

- Se produce un incremento máximo de la elevación de la lámina de agua de +0.02m.
- Se produce un incremento máximo de la extensión en planta de la lámina de inundación de +1.50m en la margen izquierda y de +0.20m en la margen derecha

Teniendo en cuenta la envergadura de la lámina de inundación, **las variaciones producidas por la implantación de la ampliación del PE no se consideran significativas.**



5.2. PARQUE EMPRESARIAL DE LOUREDO

Subcuenca	Poi Actual	Poi Proyecto	C Actual			C Proyecto		
			T=2.33	T=100	T=500	T=2.33	T=100	T=500
	<i>mm</i>	<i>mm</i>	-	-	-	-	-	-
1 – Río Louro	39.50	28.06	0.245	0.357	0.381	0.340	0.458	0.484
2 – Río Louro	41.28	21.84	0.232	0.342	0.366	0.443	0.563	0.588
3 – Río Louro	29.58	27.63	0.339	0.457	0.483	0.362	0.481	0.507
4 – Río Louro	33.93	33.93	0.293	0.409	0.434	0.293	0.409	0.434
5 – Río Louro	37.31	37.31	0.263	0.376	0.401	0.263	0.376	0.401

Caudales generados en el punto de desagüe

Punto de desagüe	Q - ACTUAL			Q - PROY		
	T=2.33	T=100	T=500	T=2.33	T=100	T=500
	m ³ /s					
Río Louro	3.80	14.48	19.66	4.92	17.61	23.66

Punto de desagüe	ΔQ			ΔQ		
	T=2.33	T=100	T=500	T=2.33	T=100	T=500
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	%	%	%
Río Louro	1.12	3.13	4.00	29.6%	21.6%	20.4%

Según los MAPRI, los caudales en la ARPSI del río Louro en la actualidad son:

Punto de desagüe	Q ARPSI	
	T=100	T=500
	m ³ /s	m ³ /s
Fin ARPSI	11.4	15.6

Añadiendo el incremento de caudales que supone el cambio en los usos del suelo estos caudales ascenderían a:

Punto de desagüe	Q ARPSI + ΔQ	
	T=100	T=500
	m ³ /s	m ³ /s
Fin ARPSI	14.53	19.60

Para analizar cómo varían los calados en la ARPSI debido a este incremento de caudal se estudian dos secciones del río, una al inicio y otra al final.

Se consideran los siguientes parámetros para cada una de las secciones:

Parámetros geométricos de las secciones analizadas		
Ubicación	Inicio ARPSI	Fin ARPSI
Forma	Trapezoidal	Trapezoidal
Ancho b	5.6	2.4
Cauce - Talud izdo	5.3H:1V	6.6H:1V
Cauce - Talud dcho	7.7H:1V	12.2H:1V
Pendiente canal	0.0349	0.024
Manning	0.045	0.045



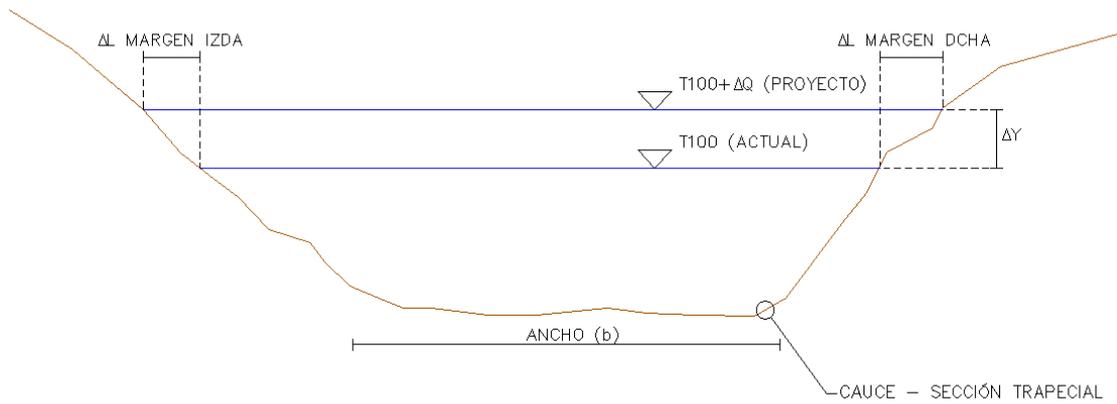
Se calculan los calados en dichas secciones mediante la fórmula de Manning para los periodos de retorno de $T=100$ y $T=500$.

T=100 años					
	Q _{actual} m ³ /s	Y _{actual} m	Q _{proy} m ³ /s	Y _{proy} m	ΔY m
Inicio ARPSI	11.4	0.55	14.69	0.63	+0.08
Fin ARPSI	11.4	0.69	14.69	0.77	+0.08

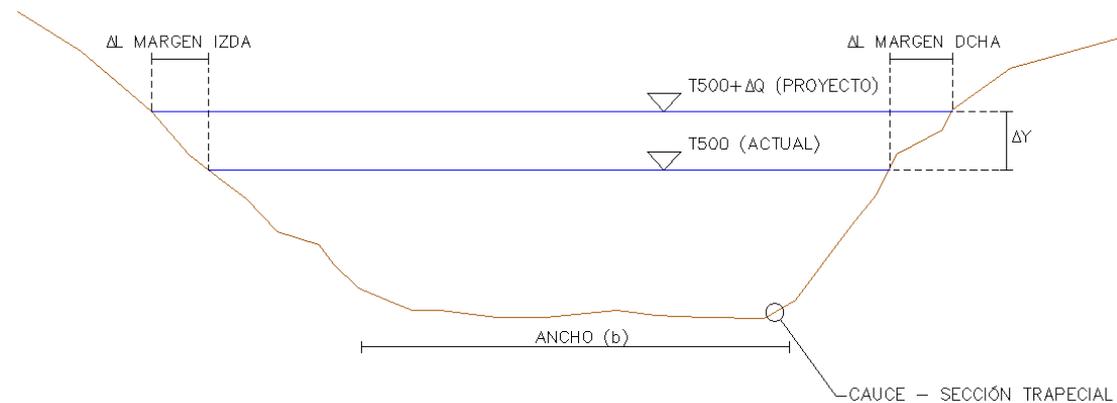
T=500 años					
	Q _{actual} m ³ /s	Y _{actual} m	Q _{proy} m ³ /s	Y _{proy} m	ΔY m
Inicio ARPSI	15.6	0.65	19.8	0.73	+0.08
Fin ARPSI	15.6	0.79	19.8	0.87	+0.08

Para calcular cuánto aumenta en planta la extensión de la lámina de inundación se realiza una estimación considerando la pendiente de las llanuras de inundación de las secciones y el incremento en los calados, obteniéndose los siguientes resultados:

T=100 años					
	ΔY m	I margen izda m/m	ΔL margen izda m	I margen dcha m/m	ΔL margen dcha m
Inicio ARPSI	+0.08	0.138	+0.60	0.120	+0.70
Fin ARPSI	+0.08	0.041	+2.00	0.266	+0.30

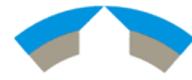


T=500 años					
	ΔY m	I margen izda m/m	ΔL margen izda m	I margen dcha m/m	ΔL margen dcha m
Inicio ARPSI	+0.08	0.138	+0.60	0.120	+0.70
Fin ARPSI	+0.08	0.041	+2.00	0.266	+0.30





MONTEOLIVA ARQUITECTURA, S.L.P.



INSTITUTO GALEGO
DA VIVENDA E SOLO

Análisis de resultados

Según se ha podido comprobar, en incremento de caudales producido por el cambio en los usos de suelo derivado de la ampliación del Parque Empresarial tiene como consecuencia las siguientes variaciones en la lámina de inundación de la ARPSI del Río Louro, situada aguas abajo de la zona de actuación:

T=100 años

- Se produce un incremento máximo de la elevación de la lámina de agua de +0.08m.
- Se produce un incremento máximo de la extensión en planta de la lámina de inundación de +2.00m en la margen izquierda y de +0.70m en la margen derecha

T=500 años

- Se produce un incremento máximo de la elevación de la lámina de agua de +0.08m.
- Se produce un incremento máximo de la extensión en planta de la lámina de inundación de +2.00m en la margen izquierda y de +0.70m en la margen derecha

Teniendo en cuenta la envergadura de la lámina de inundación, **las variaciones producidas por la implantación de la ampliación del PE no se consideran significativas.**





MONTEOLIVA ARQUITECTURA, S.L.P.



INSTITUTO GALEGO
DA VIVENDA E SOLO

6.- CONCLUSIONES

El presente documento constituye el estudio de inundabilidad de los cursos fluviales ubicados en el entorno de actuación de los siguientes parques empresariales:

- **Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Carballiño (Ampliación)**
- **Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de O Pereiro de Aguiar – Fase III**
- **Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial de Louredo**
- **Estudio de Inundabilidad del Parque Empresarial Cidade do Moble**

Para llevar cabo este estudio se han determinado los caudales asociados a la cuenca de aportación de los ríos y se han utilizado dichos caudales como *input* para la modelización hidráulica realizada. En dicha modelización hidráulica, elaborada con el software HEC-RAS, se ha representado el estado actual de la zona con el objetivo de determinar las zonas de protección asociadas a los ríos.

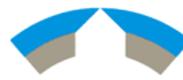
Como resultado se han obtenido planos en los que se reflejan dichas zonas de protección. Además, se incluye en los planos una cuantificación del área de las zonas de protección que se ve afectada.

Por último, se ha realizado un análisis del incremento de caudales que supondría la implantación de los PE en las ARPSI situadas aguas abajo de su ubicación, concluyéndose que las variaciones producidas en la lámina de inundación no son significativas.





MONTEOLIVA ARQUITECTURA, S.L.P.



INSTITUTO GALEGO
DA VIVENDA E SOLO

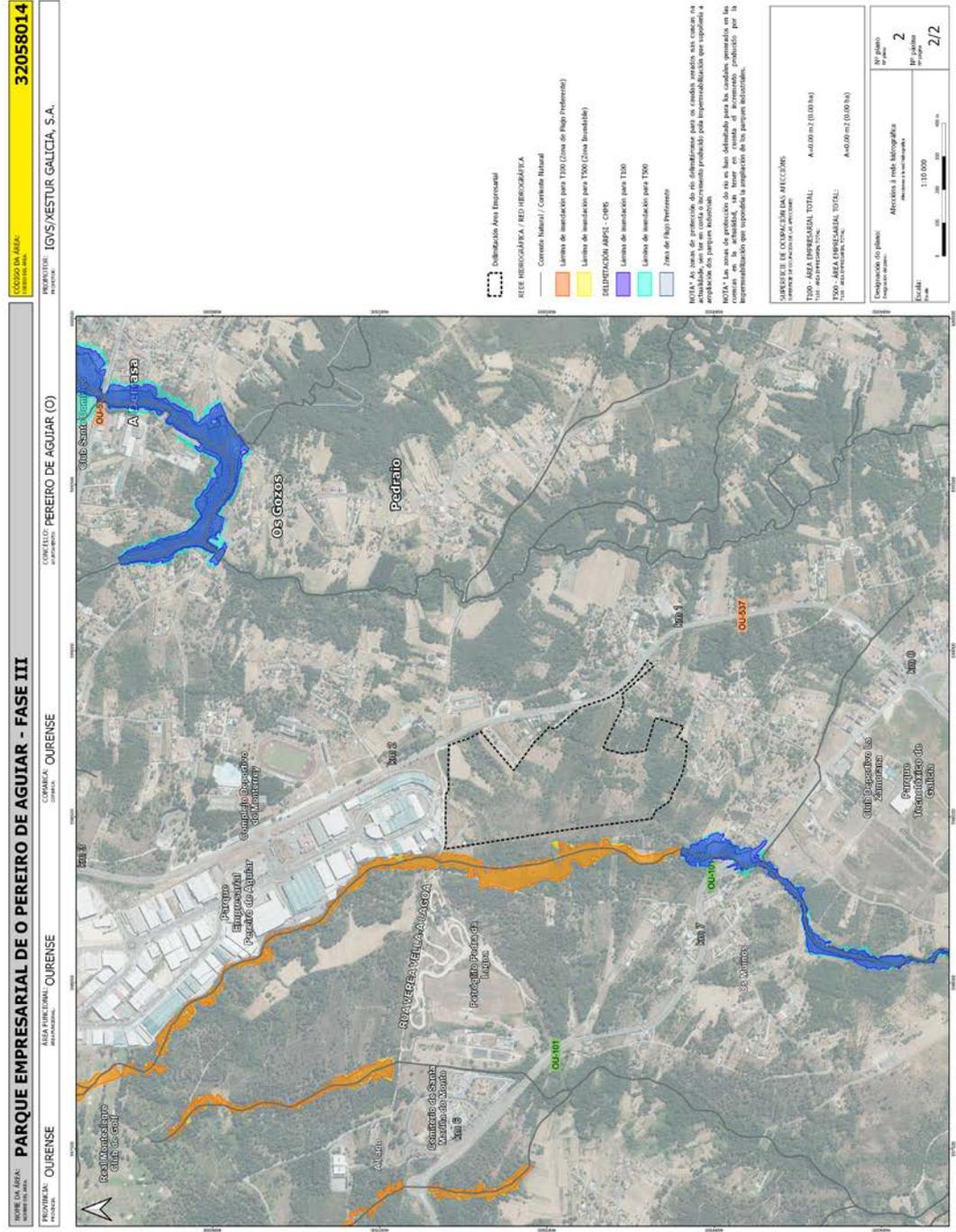
Diligencia pola que se fai constar que o documento cedido co contido no expediente aprobado definitivamente polo Consello da Xunta o 21.12.2023.
Xefe de Servizos de Planificación e Ordenación do Solo
Alberto Feijoo Rodríguez

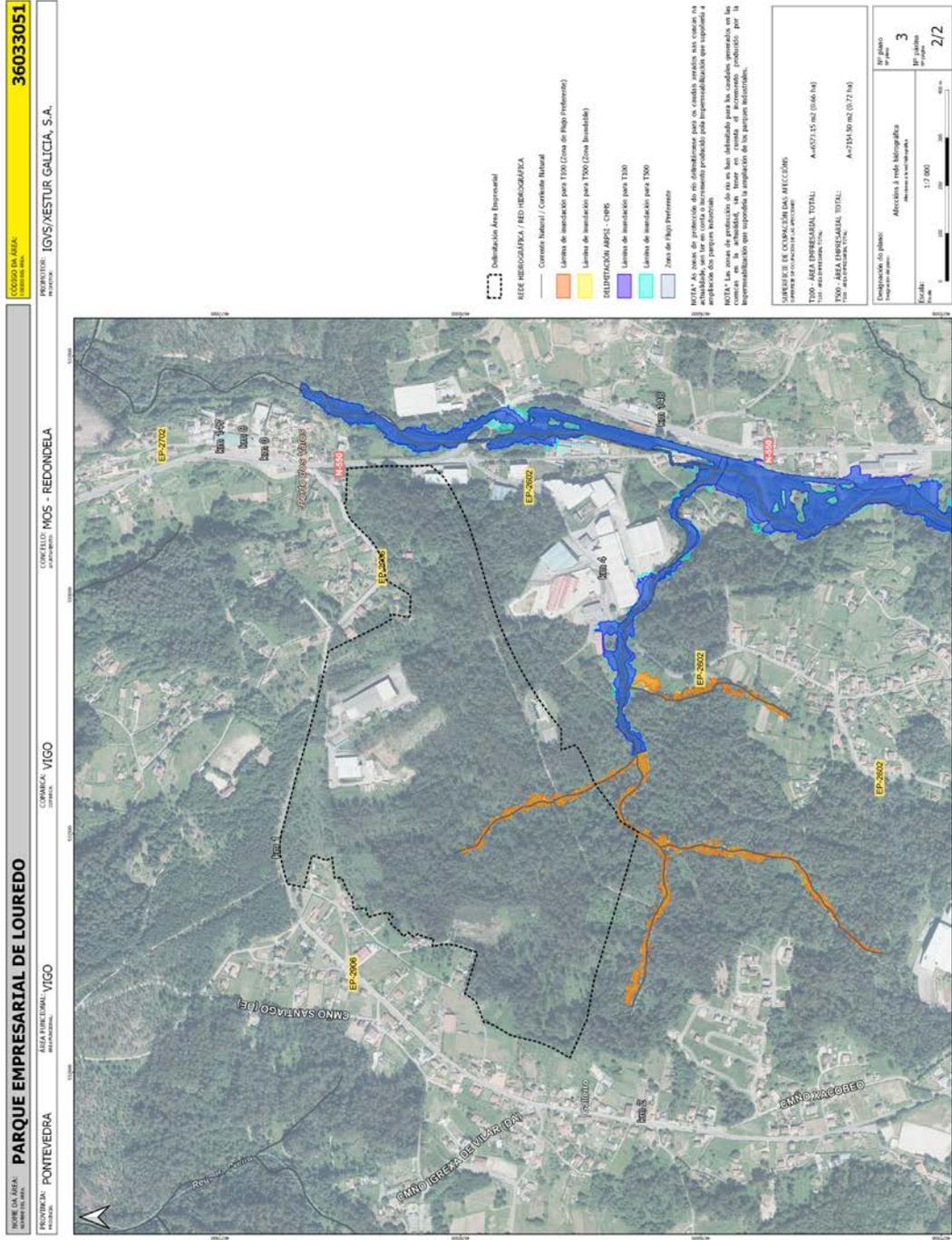
INSTITUTO
GALEGO DA
VIVENDA E SOLO



APÉNDICE 1.- PLANOS







MONTEOLIVA ARQUITECTURA, S.L.P.
 MONTEOLIVA ARQUITECTURA, S.L.P.
36033051
 PROYECTO: IG/S/EXTUR GALICIA, S.A.
 LOCALIDADE: MOS - REDONDELA
 CONCELLO: VIGO
PARQUE EMPRESARIAL DE LOUREDO
 LOCALIDADE: PONTEVEDRA
 CONCELLO: VIGO

Delimitación Área Empresarial
REDE HIDROGRÁFICA / REDE HIDROGRÁFICA
 Corrente Natural
 Límite de instalación para T300 (Zona Inmediata)
 Límite de instalación para T300 (Zona Intermedia)
DELIMITACIÓN APS - CNR
 Límite de instalación para T300
 Límite de instalación para T300
 Zona de Alto Prevalente

NOTA: As zonas de protección do río, delimitadas para os efectos legais, están en azul. As zonas de protección do río, delimitadas para os efectos legais, están en azul. As zonas de protección do río, delimitadas para os efectos legais, están en azul. As zonas de protección do río, delimitadas para os efectos legais, están en azul.

NOTA: As zonas de protección do río, delimitadas para os efectos legais, están en azul. As zonas de protección do río, delimitadas para os efectos legais, están en azul. As zonas de protección do río, delimitadas para os efectos legais, están en azul. As zonas de protección do río, delimitadas para os efectos legais, están en azul.

SUPERFICIE DE OBTENCIÓN DAS AFECTACIÓNS

T300 - ÁREA EMPRESARIAL TOTAL:	A=4071,15 m ² (0,66 ha)
T300 - ÁREA EMPRESARIAL TOTAL:	A=2154,90 m ² (0,32 ha)
T300 - ÁREA EMPRESARIAL TOTAL:	A=2154,90 m ² (0,32 ha)

Escala: 1:7.000

EP plan: 3
 EP plan: 2/2



MONTEOLIVA ARQUITECTURA, S.L.P.
PROXECTO: PARQUE EMPRESARIAL CIDADE DO MOBLE
PROXECTO: TABEIRÓS - TERRA DE MONTES
PROXECTO: ESTRADA (A)
PROXECTO: PONTEVEDRA
PROXECTO: PONTEVEDRA
PROXECTO: IGV/XESTUR GALICIA, S.A.
PROXECTO: 36017021



Delimitación Área Empresarial
 REDE HEREDOMÁTICA / RED HEREDOMÁTICA
 Corrente Natural
 Domínio Público Habitual
 Zona de servidume / Zona de servidume

NOTA 1 - As zonas de protección do río, adxudicadas para os efectos legais, así como as actuacións, van ser de acordo co incremento producido pola impermeabilización que supoñen a ampliación dos parques industriais.
 NOTA 2 - As zonas de protección do río van delimitadas para os efectos legais, así como as actuacións, van ser de acordo co incremento producido pola impermeabilización que supoñen a ampliación dos parques industriais.

SUBSECTORES DE OCUPIZAMENTO AFECCIONADOS (CEN - ÁREA EMPRESARIAL TOTAL) A=4502,71 m ² (61,61 ha) (CEN - ZONA DE PROTECCIÓN DO RÍO) A=10000,00 m ² (140,85 ha) (CEN - ZONA DE PROTECCIÓN DO RÍO) A=10000,00 m ² (140,85 ha)	
Superficie do plan: 1:7 000 Escala: 1:7 000 Projección: Altimétrica / UTM Datum: UTM	Nº parcelas: 4 Nº parcelas: 1/2



