



**ANTEPROXECTO FIN DE GRAO:**  
*Solución ás inundacións en época de choivas no entorno de Lourenzá (Lugo)*

Autora: Rocío Barro Prieto

Titor: Gonzalo Mosqueira Martínez

Grao en Tecnoloxía da Enxeñaría Civil

Xuño 2016

**DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA**



## ÍNDICE XERAL

### **DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA**

Memoria descriptiva

Anexos:

- Anexo nº1: situación actual
- Anexo nº2: reportaxe fotográfico
- Anexo nº3: lexislación e normativa
- Anexo nº4: estudo xeolóxico
- Anexo nº5: estudo xeotécnico
- Anexo nº6: cartografía e modelos dixitais do terreo
- Anexo nº7: estudo hidrolóxico
- Anexo nº8: estudo hidráulico
- Anexo nº9: estudo de alternativas
- Anexo nº10: definición da alternativa escollida
- Anexo nº11: catastro
- Anexo nº12: expropiacións
- Anexo nº13: compatibilidade coa planificación actual

### **DOCUMENTO Nº 2: PLANOS**

Situación e emplazamento

Situación actual

Planta xeral

Limpeza e desbroce

Expropiacións

Seccións transversais

Sección lonxitudinal muros

Usos do solo

### **DOCUMENTO Nº 3: PRESUPOSTO**

Medicións auxiliares

Medicións

Cadro de prezos nº 1

Presuposto

Resumo do presuposto





# ÍNDICE

## DOCUMENTO N° 1: MEMORIA

Memoria descriptiva

Anexos:

- Anexo nº1: situación actual
- Anexo nº2: reportaxe fotográfico
- Anexo nº3: lexislación e normativa
- Anexo nº4: estudo xeolóxico
- Anexo nº5: estudo xeotécnico
- Anexo nº6: cartografía e modelos dixitais do terreo
- Anexo nº7: estudo hidrolóxico
- Anexo nº8: estudo hidráulico
- Anexo nº9: estudo de alternativas
- Anexo nº10: definición da alternativa escollida
- Anexo nº11: catastro
- Anexo nº12: expropiacións
- Anexo nº13: compatibilidade coa planificación actual





# MEMORIA DESCRIPTIVA





## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. SITUACIÓN E PROBLEMÁTICA ACTUAL
3. OBXECTIVOS
4. LEXISLACIÓN E NORMATIVA
5. ESTUDOS XEOLÓXICO E XEOTÉCNICO
6. CARTOGRAFÍA E MODELOS DIXITAIS DO TERREO
7. ESTUDO HIDROLÓXICO
8. ESTUDO HIDRÁULICO
9. ESTUDO DE ALTERNATIVAS
10. DEFINICIÓN DA ALTERNATIVA ESCOLLIDA
11. CATASTRO E EXPROPIACIÓNS
12. COMPATIBILIDADE COA PLANIFICACIÓN ACTUAL
13. PRESUPOSTO
14. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN O ANTEPROXECTO





## 1. INTRODUCCIÓN

A redacción deste anteproxecto pretende completar os requisitos da asignatura Tránsito de Fin de Grao do 4º curso do Grao en Tecnoloxía da Enxeñaría Civil que se imparte na Escola Técnica Superior de Enxeñeiros de Camiños, Canais e Portos da Universidade da Coruña.

Debido ao carácter académico deste anteproxecto, hai que destacar que está sometido a limitacións e simplificacións. Non obstante, procurouse en todo momento manter o formalismo e os aspectos técnicos fundamentais e característicos dun documento deste tipo.

O presente anteproxecto leva por título “Solución ás inundacións en época de choivas no entorno de Lourenzá (Lugo)” e consta de tres documentos: Memoria, Planos e Presuposto.

<b>Autora</b>	Rocío Barro Prieto
<b>Título PFG</b>	<i>Solución ás inundacións en época de choivas no entorno de Lourenzá (Lugo)</i>
<b>Title PFG</b>	<i>Solutions to flooding during rainy season in the surrounding areas of Lourenzá (Lugo)</i>
<b>Data</b>	Xuño de 2016
<b>Titor</b>	Gonzalo Mosqueira Martínez

## 2. SITUACIÓN E PROBLEMÁTICA ACTUAL

As obras deste anteproxecto sitúanse no municipio de Lourenzá, situado no norte da provincia de Lugo. A zona de estudo está situada na parroquia de Vilanova de Lourenzá, núcleo principal de dito concello.

Durante períodos de fortes choivas, en Vilanova de Lourenzá prodúcense importantes crecidas do río Batán, que cruza o núcleo desta poboación, e que afectan a unha serie de vivendas, terreos pertencentes a algunha industria e tamén de particulares e vías de comunicación.

Realizáronse os correspondentes estudos hidrolóxicos e hidráulicos para poder simular o comportamento do río e ver cal é a zona de fluxo preferente afectada.

## 3. OBXECTIVOS

Buscouse encontrar medidas que permitiran reducir a zona de fluxo preferente no núcleo e minimizar os danos que se están a producir en períodos de choiva. Debido á importancia medioambiental que supón o río en si, intentouse que as obras afectasen o menos posible a el, a súa flora e fauna. Pretendeuse ademais acondicionar o espazo afectado polas obras de maneira que se obtivera un espazo dedicado ao ocio e esparcemento da poboación.

Coa finalidade de optimizar a solución, optouse pola separación das distintas alternativas en tres tipoloxías debido ás similitudes entre algunhas delas e para amosar as distintas etapas que se seguiron ata a consecución dunha alternativa adecuada.

## 4. LEXISLACIÓN E NORMATIVA

Para a realización deste anteproxecto, tivéronse en conta distintas leis, normativas e decretos en materia de augas así como tamén se atendeu ao planeamento urbanístico de Lourenzá, como ven detallado no Anexo 3: Lexislación e Normativa.

## 5. XEOLOXÍA E XEOTÉCNIA

No anexo 4, descríbese o estudo xeolóxico deste anteproxecto, obtido a partir da información da folla número 24, Mondoñedo, do mapa xeolóxico de España a escala 1/50000, no noroeste peninsular, na provincia de Lugo.

De igual maneira, no anexo 5, descríbese o estudo xeotécnico, cuxa información foi sacada da folla nº 2-1 do mapa xeotécnico xeral a escala 1/200000 situada no NO da península Ibérica, en Galicia.

## 6. CARTOGRAFÍA E MODELOS DIXITAIS DO TERREO

Para a realización do presente anteproxecto, empregouse a cartografía facilitada pola Escola Técnica Superior de Camiños, Canais e Portos da Universidade da Coruña en formato dixital a escala 1:5000, da folla 0024A – 0602.



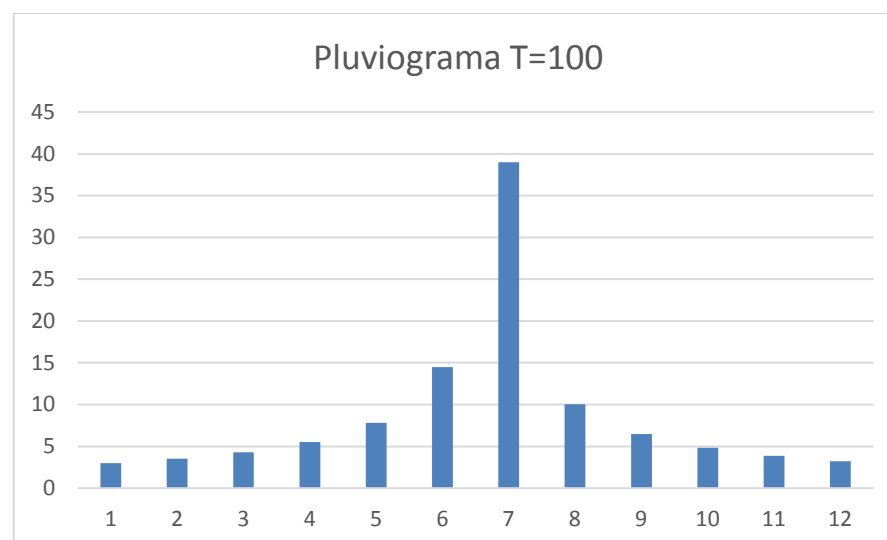
Ademais de dita cartografía, precisouse empregar para a simulación en Iber un Modelo Dixital do Terreo (MDT) en formato ascii, o cal, para a situación actual, se conseguiu mediante o centro de descargas do Centro Nacional de Información Xeográfica (CNIG). Non obstante, como algunhas das alternativas plantexadas non responden a ese modelo, xa que supoñen certas variacións no terreo, débéronse realizar unha serie de modificacións, as cales veñen reflexadas no anexo 6 de cartografía e modelos dixitais do terreo.

## 7. ESTUDO HIDROLÓXICO

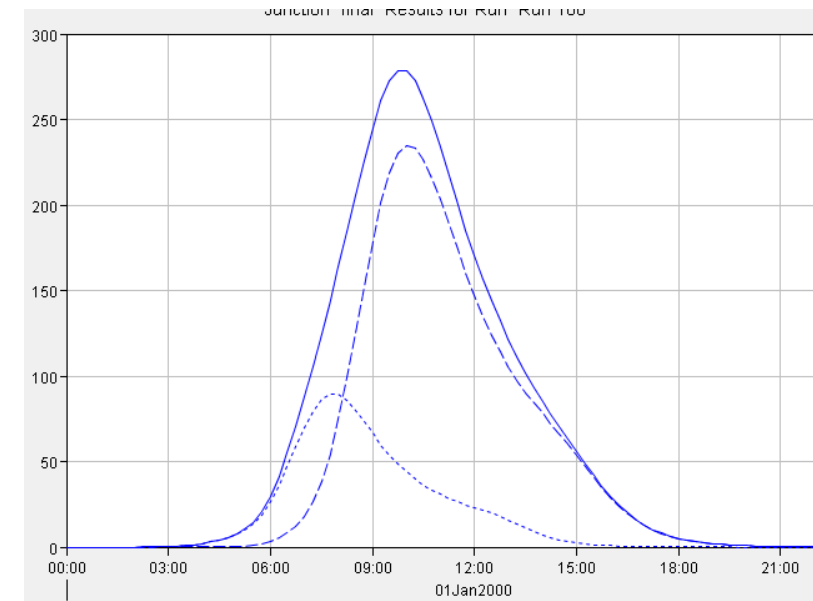
No anexo correspondente ao estudo hidrolóxico, anexo 7, descríbese de maneira pormenorizada o estudo de caudais realizado, calculando o caudal máximo de avenida para distintos períodos de retorno así como do hidrograma xerado no punto baixo da cunca que estamos a analizar. Para obter estes resultados, empregouse o programa HEC-HMS, que permitiu obter os hidrogramas de saída en unha cunca ou varias subcuncas (como é este caso) a partir dunhas condicións de choiva determinadas.

Para realizar esta simulación, tívose en conta que o núcleo de Vilanova de Lourenzá se encontra cruzado polo río Batán así como polos seus dous afluentes, Recemil e Arroxo, que conflúen nel neste tramo de núcleo urbano.

Primeiro precisouse obter os pluviogramas para os distintos períodos de retorno que HEC-HMS precisa para dar un hidrograma como resultado. Móstrase a continuación a gráfica obtida para o pluviograma de período de retorno 100 anos, que é o empregado para a realización da simulación en Iber.



Conseguíronse así os hidrogramas necesarios para a simulación en Iber que se realiza no estudo hidráulico, no anexo 8, os cales, para o período de retorno de 100 anos, e número de curva húmido, e obténdose un caudal punta de  $Q_p = 278.5 \text{ m}^3/\text{s}$  para o río Batán, ao que pertence a gráfica que se mostra a continuación:



Os caudais punta para os ríos Arroxo e Recemil foron, para o río Recemil, para un número de curva húmido e un período de retorno de 100 anos,  $6.1 \text{ m}^3/\text{s}$ , e para o río Arroxo, para as mesmas condicións, o caudal punta obtido foi de  $8.4 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 8. ESTUDO HIDRÁULICO

Para a realización deste anteproxecto, procedeuse ao modelizado do tramo do río Batán e os seus afluentes ao seu paso por Lourenzá, para ver a evolución da avenida para un período de retorno de 100 anos. Para elo, realizouse un modelo hidráulico do río por medio do programa informático Iber, que ven detallado no anexo correspondente ao estudo hidráulico deste anteproxecto.

Ademais de empregar este programa para realizar o estudo de inundabilidade da zona, a eficacia e os efectos das obras proxectadas ao longo do anteproxecto obteranse por medio da análise dos resultados obtidos a partir do modelo que se vai realizar.



O obxectivo principal deste estudo é a obtención da zona de fluxo preferente, de maneira que ao obtela, se observa cales son as consecuencias da chegada de avenidas: inundación de parte do viario, vivendas e terreos afectados nas proximidades do río así como terreos pertencentes a algunha industria. Desta maneira maniféstase a necesidade de realizar un anteproxecto conforme se podan minimizar os danos ocasionados por ditas inundacións en época de choivas no núcleo de Lourenzá mediante a redución da zona de fluxo preferente e outras medidas de protección.

A zona de fluxo preferente é aquela zona constituída pola unión de zona ou zonas onde se concentra preferentemente o fluxo de auga durante as avenidas, ou vía de intenso desaugue, e da zona onde, para a avenida de período de retorno 100 anos, se podan producir graves danos sobre as persoas e os bens, quedando delimitado o seu límite exterior mediante a envolvente de ambas zonas. Considérase que poden producirse graves danos sobre as persoas e os bens cando as condicións hidráulicas durante a avenida satisfagan un ou máis dos seguintes criterios:

- Que o calado sexa superior a 1 metro
- Que a velocidade sexa superior a 1 m/s.
- Que o produto de ambas variables sexa superior a 0.5 m<sup>2</sup>/s

E enténdese por vía de intenso desaugue a zona pola que pasaría a avenida de 100 anos de período de retorno sen producir unha sobreelevación maior que 0.3 metros respecto a cota da lámina de auga que se produciría con esa mesma avenida, considerando toda a chaira de inundación existente.

Realizáronse diferentes modelos hidráulicos, ademais da situación actual, para analizar a eficacia dos distintos métodos propostos para a consecución dos obxectivos deste anteproxecto, os cales se detallan tanto no anexo correspondente ao estudo hidráulico como ao estudo de alternativas.

## 9. ESTUDO DE ALTERNATIVAS

### 9.1. INTRODUCCIÓN

Preténdese con este estudo buscar a mellor tipoloxía de actuación que consiga, reducindo a zona de fluxo preferente, minimizar os danos que se están a producir en períodos de choiva.

As tres tipoloxías de alternativas nas que se clasificaron son:

- Tipoloxía 1: desvío
- Tipoloxía 2: actuacións augas arriba do núcleo
- Tipoloxía 3: ensanches

### 9.2. DESCRICIÓN DAS ALTERNATIVAS

#### 9.2.1. TIPOLOXÍA 1: DESVÍO

A primeira tipoloxía de alternativas que se presenta consiste no desvío do cauce do río principal, que dote a esa zona de maior capacidade e que, en época de choivas, o río vexa aliviada a súa carga de auga, tendo esta outro camiño alternativo polo que circular. A lonxitude aproximada deste novo cauce é duns 800 metros cun ancho de 7 metros.

Ao comparar os resultados obtidos ao realizar a simulación en Iber co que ocorre na actualidade, a redución da zona de fluxo preferente é moi notoria, especialmente no núcleo da vila, que era a zona que interesaba protexer.

#### 9.2.2. TIPOLOXÍA 2: ACTUACIÓNS AUGAS ARRIBA

A segunda tipoloxía consiste en realizar unha serie de modificacións augas arriba do núcleo que teñen por obxectivo a creación dun parque de inundabilidade, o cal serviría durante a época de choivas para acumular a auga de maneira que non se perturbe demasiado a natureza do cauce, e que á vez teña unha dobre funcionalidade ao dotar durante o resto do ano á poboación do municipio cunha zona recreativa e de ocio.

Propuxéronse dúas alternativas: a primeira, a creación deste parque mediante o rebaixe da cota do terreo para que de maneira natural a auga se introducese no parque cando chegase a avenida, e a segunda, mediante a disposición dun azud, intentouse que a auga se acumulase na zona do parque tamén durante este período de choivas. Non obstante, tras realizar as correspondentes simulacións en Iber, os resultados obtidos non amosaron ningún cambio relevante na zona de fluxo preferente no núcleo da vila, zona obxecto deste anteproxecto.

#### 9.2.3. TIPOLOXÍA 3: ENSANCHES

Esta última tipoloxía inclúe a simulación de 3 alternativas consistentes na variación das marxes do río ao seu paso polo núcleo, zona máis gravemente afectada durante as inundacións.

A primeira das alternativas, baseouse na realización dun ensanche de dimensións bastante elevadas (14 metros de ancho) e lonxitude aproximada de 1500 metros, así como un revestimento de formigón, co obxectivo de que se producira unha redución do número de Manning e por tanto que o curso da auga se vira facilitado.

Co obxectivo de reducir o impacto que unha modificación desa magnitude provocaría, buscáronse alternativas que diminuíran a variación do estado natural do río, así surxíu a segunda alternativa desta tipoloxía, unha modificación das marxes de menores dimensións (9 metros de ancho) e tamén reducida en lonxitude, 950 metros, que tras ser simulada en Iber, aportaba uns resultados bastante bos en canto a redución da zona de fluxo preferente no núcleo.

A terceira alternativa plantexada, consiste nunha redución da lonxitude de río afectada con respecto á anterior, de maneira que se evite a afección a vivendas e terreos industriais que as outras alternativas sí perturbaban. A lonxitude aproximada desta terceira alternativa é duns 500 metros, sendo a sección transversal das mesmas dimensións á anterior. Tras realizar a simulación en Iber, observouse que a redución da zona de fluxo preferente é moi similar á segunda, e que por tanto os resultados obtidos con unha alteración máis leve do río son igualmente favorables.

### 9.3. VALORACIÓN DAS ALTERNATIVAS

Os criterios empregados son os seguintes:

- Criterio económico (Peso 20%)
  - Metros de cauce de río artificial
  - Metros de cauce de río modificado
  - Lexislación
  - Afección a flora e fauna
  - Efecto barreira para a fauna
- Criterio social (Peso 20%)
  - Afeccións a edificacións e a terreos urbanizados
  - Terreos rurais a expropiar
  - Viario afectado e reposicións a realizar
  - Función recreativa e social
- Criterio técnico (Peso 30%)

### 9.4. AVALIACIÓN FINAL

Na seguinte táboa recóllense as distintas puntuacións que se obtiveron para os anteriores criterios e subcriterios así como a puntuación final obtida, observándose que é a tipoloxía 3 a máis favorable das tres estudadas.

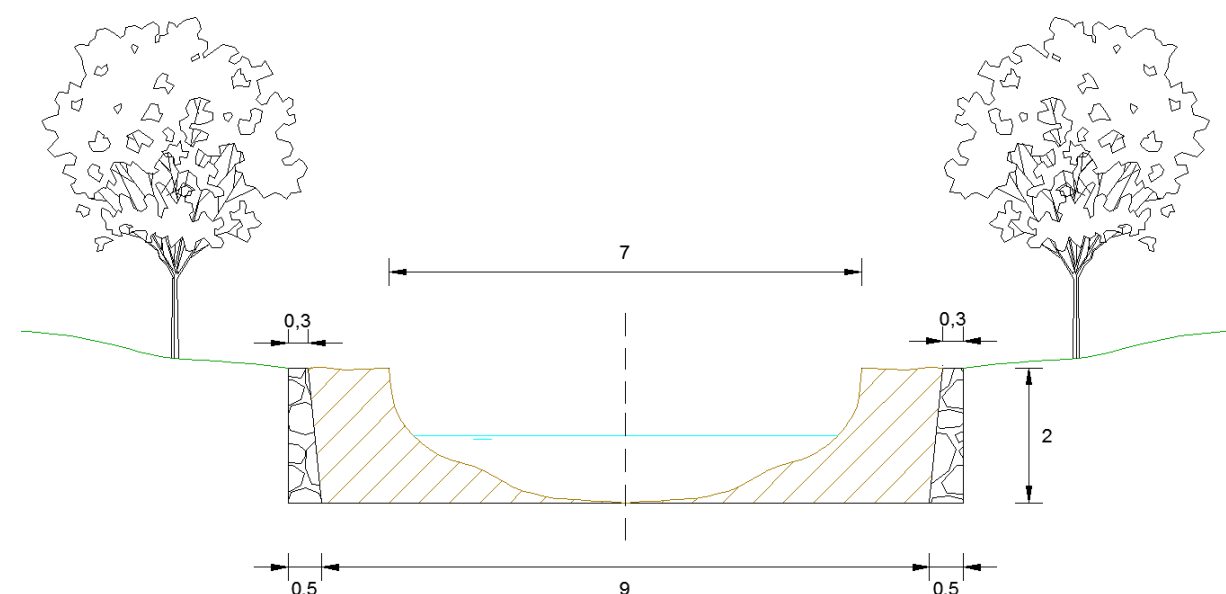
	Tipoloxía 1	Tipoloxía 2	Tipoloxía 3
<b>Avaliación do coste económico</b>	10	37	90
<b>Avaliación do impacto ambiental</b>	46	82	59
<b>Avaliación do impacto social</b>	52.5	84.91	63.75
<b>Avaliación dos criterios técnicos</b>	90	10	72
Puntuación final	<b>53.3</b>	<b>51.98</b>	<b>70.05</b>

## 10. DEFINIÇÃO DA ALTERNATIVA ESCOLLIDA

Tras a elaboración do estudo de alternativas, conclúese que a mellor opción para dar solución aos problemas causados polas inundacións no núcleo de Lourenzá é a tipoloxía 3, que consiste en modificar o ancho do río, dentro da cal se decidiu que a mellor das alternativas era a terceira proposta.

### 10.1. ENSANCHE DO RÍO

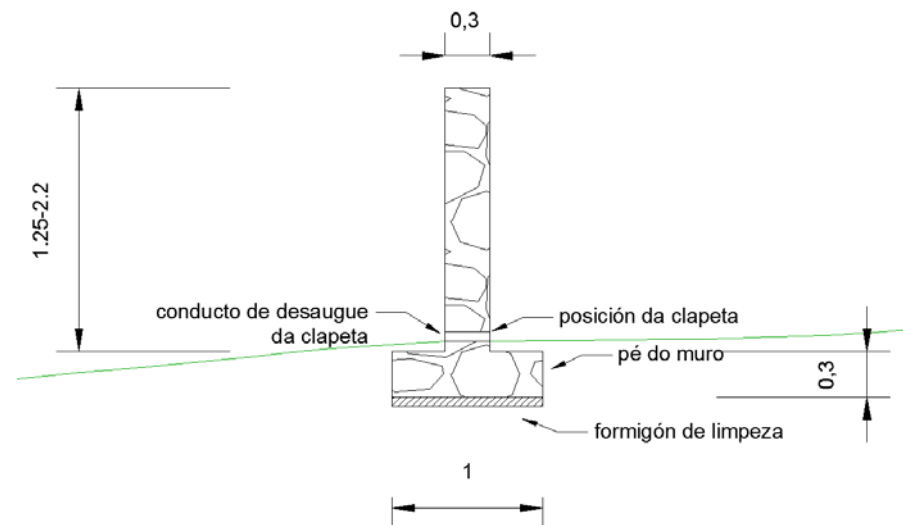
Proponse un ensanche das marxes do río ao cal se chegou tras diversas probas realizadas no estudo de alternativas, mediante o cal se reduce a zona de fluxo preferente dunha forma bastante considerable. O tamaño e lonxitude desta solución final realizouse pensando en evitar que este ensanche das marxes afecte a vivendas ou industrias da zona para que non supoña unha gran influencia á poboación así como un coste excesivo de expropiacións e reposicións de elementos, resultando finalmente dunha lonxitude aproximada de 500 metros e sección tipo a que aparece na seguinte imaxe:



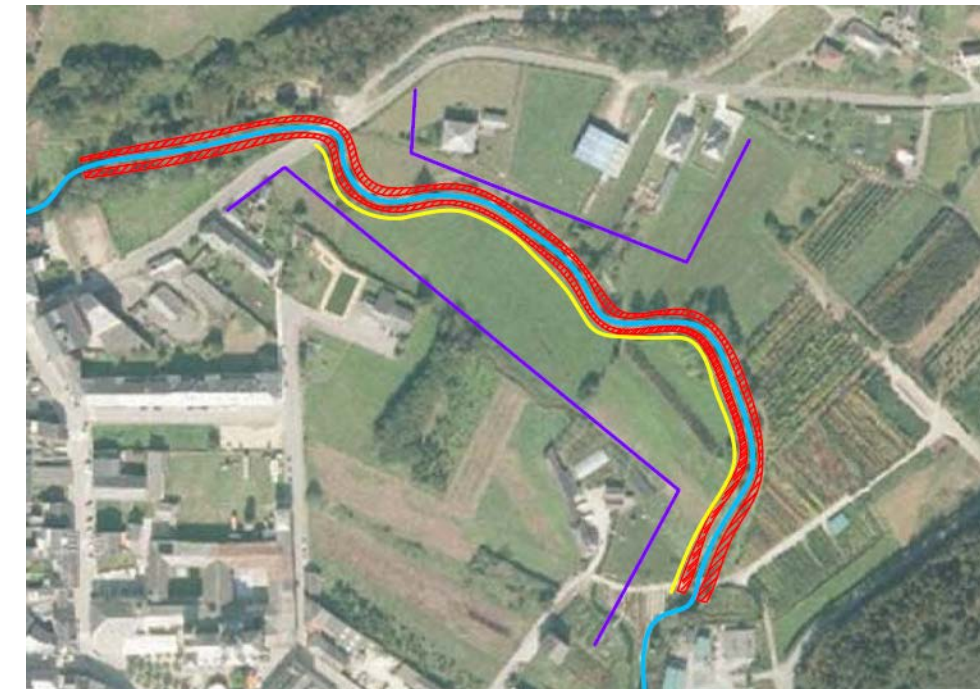


## 10.2. OBRA DE PROTECCIÓN

Debido a que a pesar da realización do ensanche existen unha serie de vivendas e terreos que seguirían a ser afectados polas inundacións durante época de choivas, propúxose a realización dunhas obras de protección que eviten o paso da auga. Proponse, ao ser a nivel de anteproxecto, unha sección tipo esquematizada dun muro de mampostería hormigonada, cun sistema de clapetas que evite a acumulación de auga durante a caída de precipitacións habituais.



A altura destes muros determinouse a partir dos máximos calados que se producen na simulación de Iber. Co obxectivo de diminuír o impacto visual e de evitar afeccións ás vivendas que protexen, propúxose unha separación mínima con respecto ás vivendas así como a variación da súa altura en función das necesidades de cada zona. Móstranse en morado na imaxe seguinte a colocación destas obras de protección:



## 10.3. ACONDICIONAMENTO DA ZONA

Xa que a afección ao ancho dun río sempre supón un gran impacto a natureza deste, primeiramente, propúxose a realización dun sistema de desbroce que permita a replantación da vexetación de ribeira nas novas marxes do río. Posteriormente, proponse a realización dunha senda na marxe do río unha vez modificado, así como a creación de zonas axardinadas nas súas marxes, ocupando o terreo que ocupará a zona de fluxo preferente, de maneira que se dote esta zona dun espazo de recreo e ocio, tendo sempre en conta para futuros usos que é un espazo que será ocupado polas augas na chegada da avenida.

## 11. CATASTRO E EXPROPIACIÓNS

Os terreos que se precisaron para a realización do ensanche son de dominio privado, e, segundo o catastro, de calificación rústica. Debido ao carácter de anteproxecto deste traballo, supúxose que se van expropiar todos os terreos que quedan contidos na zona de fluxo preferente dese tramo tras a realización do ensanche e a colocación dos muros. A zona a expropiar está representada no correspondente plano de expropiacións.

Para valorar as expropiacións, e por falta de datos máis precisos debido a que este é un proxecto académico, suponse un prezo de expropiación de solo rústico de 4.5 €/m<sup>2</sup>.



	Área (m <sup>2</sup> )	Coste (€/m <sup>2</sup> )	Total (€)
Solo rústico	35000	4.5	157500

- Anexo nº2: reportaxe fotografico
- Anexo nº3: lexislación e normativa
- Anexo nº4: estudo xeolóxico
- Anexo nº5: estudo xeotécnico
- Anexo nº6: cartografía e modelos dixitais do terreo
- Anexo nº7: estudo hidrolóxico
- Anexo nº8: estudo hidráulico
- Anexo nº9: estudo de alternativas
- Anexo nº10: definición da alternativa escollida
- Anexo nº11: catastro
- Anexo nº12: expropiacións
- Anexo nº13: compatibilidade coa planificación actual

Documento nº 2: Planos

Documento nº 3: Presuposto

## 12.COMPATIBILIDADE COA PLANIFICACIÓN ACTUAL

O obxectivo inicial deste anteproxecto é a protección da zona do núcleo de Lourenzá das inundacións existentes durante as épocas de fortes choivas, obxectivo tamén perseguido pola planificación actual, que considera a devandita zona como ARPSIs de risco alto.

Este anteproxecto consiste fundamentalmente nunha alteración da morfoloxía do cauce do río, mediante un ensanche das súas marxes. Segundo a planificación así como a lexislación vixente, isto supón unha afección importante, a cal debe ser sometida aos correspondentes análises medioambientais e autorizacións pertinentes para ver se realmente as afeccións provocadas son asumibles para o entorno. Malia iso, pretendeuse ao longo deste anteproxecto o cumprimento da normativa así como da planificación existente para a realización das diferentes actuacións plantexadas e da alternativa finalmente escollida.

## 13.PRESUPOSTO

O presuposto de execución material ascende á cantidade de 333,371.76 €

O presuposto base de licitación sen iva (21%) ascende á cantidade de 396,712.39 €

O presuposto base de licitación con iva (21%) ascende á cantidade de 480,021.98 €

O presuposto para o coñecemento da administración ascende á cantidade de **637,521.98 €** (SEISCENTOS TRINTA E SETE MIL CINCOCENTOS VINTE E UN EUROS con NOVENTA E OITO CÉNTIMOS)

A Coruña, 20 de Xuño de 2016

Rocío Barro Prieto

## 14.DOCUMENTOS QUE INTEGRAN O ANTEPROXECTO

Documento nº 1: Memoria

- Anexo nº1: situación actual





**ANEXO N° 1:**  
**SITUACIÓN ACTUAL E**  
**OBXECTIVOS**



# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. EMPLAZAMIENTO DAS OBRAS
3. SITUACIÓN ACTUAL
4. OBXECTIVOS





### 1. INTRODUCCIÓN

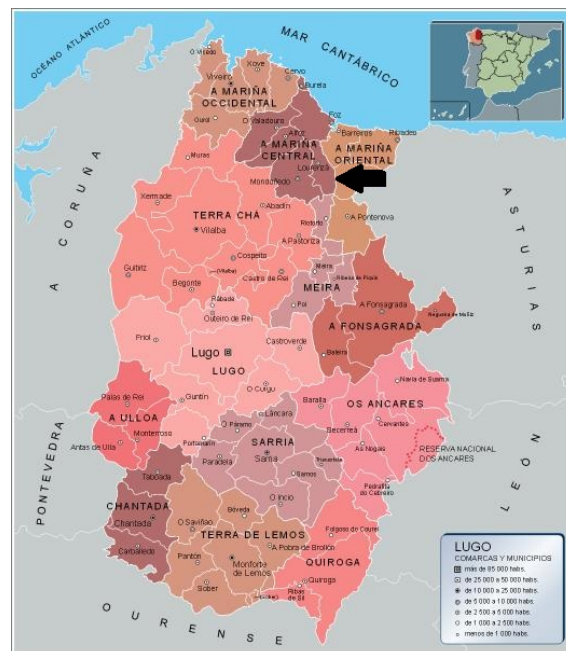
O presente anteproxecto ten como obxectivo a obtención do título de Grao en Tecnoloxía da Enxeñaría Civil impartido na Escola Técnica Superior de Enxeñeiros de Camiños, Canais e Portos da Universidade Da Coruña. Realízase para a superación da asignatura Traballo Fin de Grao do cuarto curso de dita titulación.

Pretendeuse definir, a nivel de anteproxecto, as características técnicas, constructivas e económicas que se presentan nas obras que se van describir no presente anteproxecto: "Solución ás inundacións en época de choivas no entorno de Lourenzá (Lugo)". A súa definición está comprendida nos seguintes documentos que integran o Anteproxecto: memoria, planos e presuposto.

Debido ao carácter académico do anteproxecto, simuláronse e simplificáronse algúns datos que non terían cabida nun proxecto real, pretendéndose aínda así a máxima aproximación posible á realidade.

### 2. EMPLAZAMENTO DAS OBRAS

Lourenzá é un municipio da provincia de Lugo, Galicia, pertencente á comarca da Mariña Central, o cal limita ao norte cos concellos de Foz e Barreiros, ao oeste con Mondoñedo, ao sur con Riotorto e A Pontenova e ao este con Trabada.



Conta con unha extensión de 63,4 km<sup>2</sup> abarcando as parroquias de San Adriano de Lourenzá, Santo Tomé de Lourenzá, San Xurxo de Lourenzá e Vilanova de Lourenzá (onde se sitúan as obras de este proxecto). Ten unha poboación de 2301 habitantes e unha densidade de 37.32 hab/km<sup>2</sup>.

O seu núcleo principal é Vilanova de Lourenzá, o cal se atopa cruzado por tres ríos: río do Batán, de Recemil e do Arroxo; estes dous últimos acaban por desembocar no primeiro de eles, o cal é un afluente do río Masma, que desemboca na ría de Foz, na Praia da Rapadoira. Outro afluente do río Batán é o río Lourido, que desemboca nel antes de entrar na vila. O río Batán nace no entorno da parroquia de San Adriano do Concello de Lourenzá, a partir da confluencia do río Arqueixa e Costal.

As principais vías de comunicación de Lourenzá son a A8 (Autovía do Cantábrico) e a N-634, encontrándose atravesada tamén pola LU 132, que a comunica co municipio de Trabada e con Vegadeo, así como pola LU 122 que a comunica con outro dos principais núcleos do concello de Lourenzá, Santo Tomé de Lourenzá.

### 3. SITUACIÓN ACTUAL

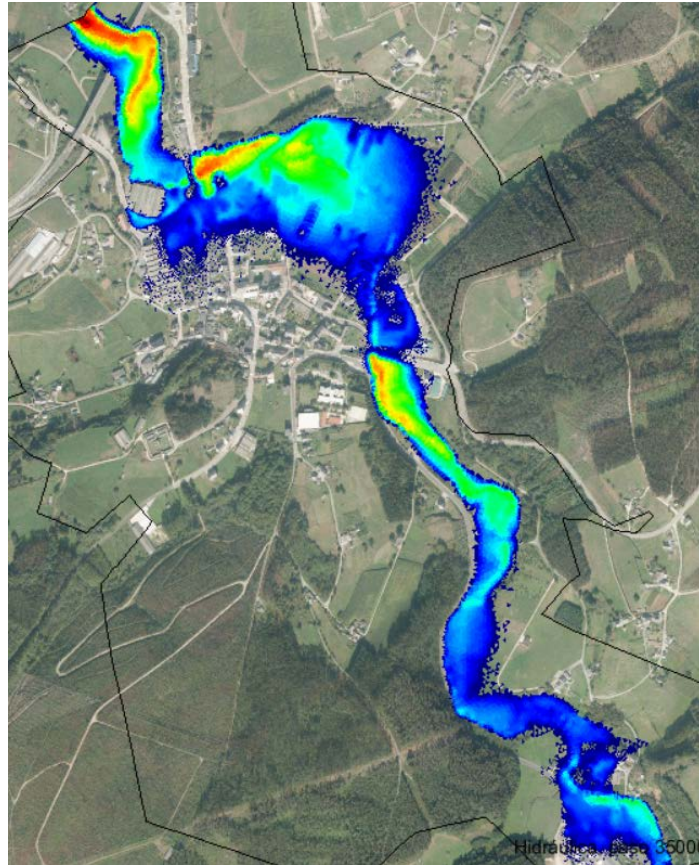
Durante períodos de fortes choivas, no núcleo de Vilanova de Lourenzá, prodúcense importantes crecidas do río Batán, as cales provocan graves afeccións a unha serie de vivendas, campos de cultivo e terreos pertencentes a algunha industria importante da zona así como o anegamento dunha parte do viario.

A zona de estudo deste anteproxecto comprende o tramo máis urbano do río así como unha parte de terreo e vivendas augas arriba da vila, debido á posibilidade de realizar alternativas nesa zona que permitan dar solución ao problema de inundacións plantexado.

Tras a simulación do comportamento hidráulico do río Batán ao seu paso por Lourenzá (que se desenvolverá nos seus correspondentes anexos), obtivéronse os seguintes resultados para a zona de fluxo preferente:







Coa finalidade de optimizar a solución aos problemas plantexados, optouse pola separación das distintas alternativas en 3 tipoloxías debido ás similitudes entre algunhas delas e para amosar as distintas etapas que se seguiron ata a consecución de unha alternativa adecuada.

Como pode observarse, prodúcese o anegamento de unha parte importante do núcleo, así como tamén de vivendas illadas e de terreos rurais e industriais importantes da zona.

Augas de Galicia detectou esta problemática expoñéndoa no seu Programa de Medidas do “Plan de Xestión do risco de inundación”, catalogándoa como área con risco potencial significativo de inundación (ARPSIs) de nivel alto e plantexándose como obxectivos reducir, na medida do posible, o risco e a peligrosidade así como a vulnerabilidade dos elementos situados nas zonas inundables.

#### 4. OBXECTIVOS

Buscouse por tanto encontrar medidas que permitiran reducir a zona de fluxo preferente no núcleo e minimizar así os danos que se están a producir en períodos de choiva. Debido á importancia medioambiental que supón o río en si, intentouse que as obras afectaran o menos posible a el, a súa flora e fauna. Pretendeuse ademais acondicionar o espazo afectado polas obras de maneira que se obteña un espazo dedicado ao ocio e esparcemento da poboación.



## ANEXO N° 2: REPORTAXE FOTOGRÁFICO



## ÍNDICE

1. OBXECTIVO

2. REPORTAXE FOTOGRÁFICO





## 1. OBXECTIVO

O obxectivo deste anexo é o de presentar unha serie de fotografías que mostren a situación actual do presente anteproxecto.

Desta forma pretende mostrarse e xustificar graficamente a solución para as inundacións producidas no río Batán ao seu paso polo núcleo de Vilanova de Lourenzá.

## 2. REPORTAXE FOTOGRÁFICO



*Fotografía nº1: Río Batán ao seu paso por Lourenzá*



*Fotografía nº2: Parte do viario principal afectado polas inundacións durante a época de choivas*





Fotografías nº 3 e 4: Vivendas e terreos situado na zona de fluxo preferente, afectado durante as inundacións



Fotografía nº 5: Río Batán durante a crecida do río en época de choivas.





*Fotografía nº 6: Terreos e vivendas afectados polas inundacións durante a época de choivas.*



# ANEXO N° 3: LEXISLACIÓN E NORMATIVA



# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. LEXISLACIÓN E NORMATIVA



## 1. INTRODUCCIÓN

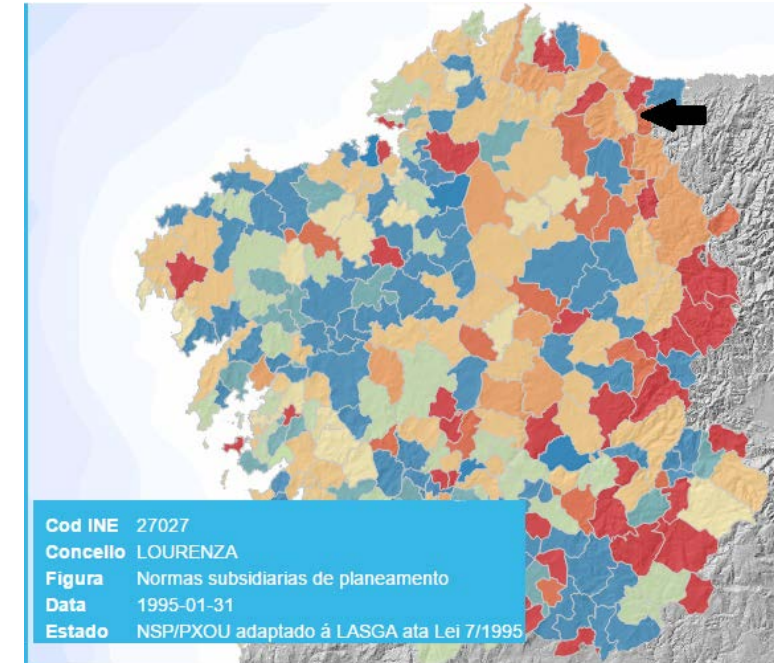
O obxectivo deste anexo é estudar a normativa e lexislación vixente que hai que ter en conta para a realización deste Anteproxecto.

## 2. LEXISLACIÓN E NORMATIVA

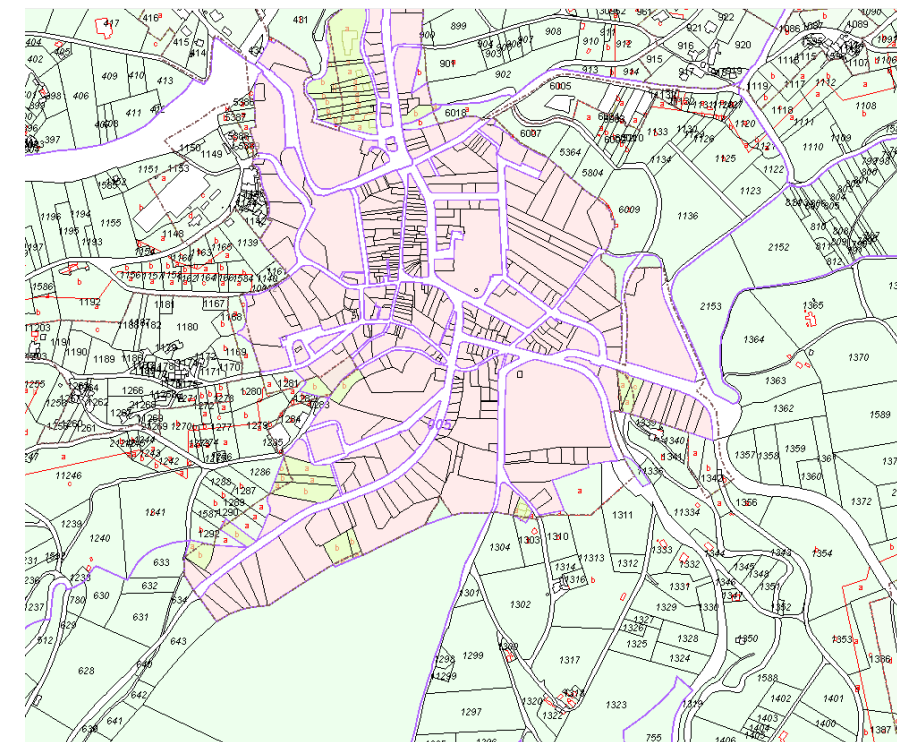
- Demarcación Marco da Auga
- Real Decreto Lexislativo 1/2001, do 20 de xullo, polo que se aproba o texto refundido da Ley de Aguas.
- Lei 9/2010, do 4 de novembro, de Augas de Galicia
- Real Decreto 903/2010, do 9 de xullo, de avaliación e xestión de riscos de inundación.
- Plan de Xestión do Risco de Inundación da Demarcación Hidrográfica de Galicia costa 2015-2021

### 2.1. PLANEAMENTO MUNICIPAL VIXENTE

Co obxectivo de describir a situación urbanística de Lourenzá, consultouse o Mapa do Estado do Planeamento Urbanístico de Galicia, facilitado polo SOTUGA:



Deste mapa determinouse que Lourenzá se encontra baixo unhas Normas subsidiarias de planeamento. Gracias aos documentos proporcionados polo SOTUGA e á sede electrónica do Catastro, tívose acceso ao tipo de calificación dos terreos que se verían afectados por este Anteproxecto.



Imaxe obtida da sede electrónica do catastro



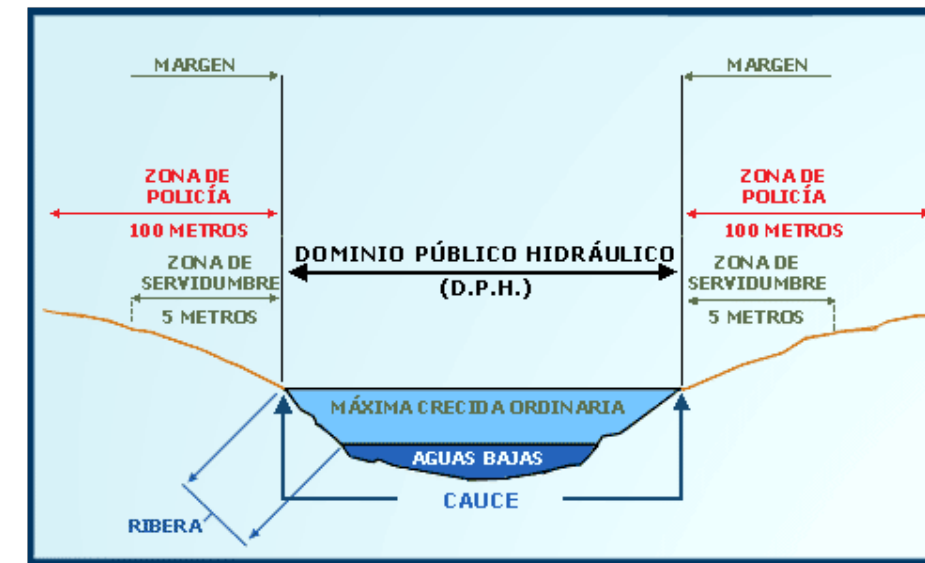
A maior parte dos terreos afectados polas distintas tipoloxías de alternativas son parcelas rústicas, agás algunhas parcelas que sí son urbanas. O cal teremos que ter en conta á hora de valorar as expropiacións.

## 2.2. LEXISLACIÓN DE AUGAS

No programa de medidas do Plan de Xestión do Risco de Inundación da Demarcación Hidrográfica de Galicia costa 2015-2021 recóllese a necesidade de buscar solución ao problema de inundacións que acontece no núcleo de Vilanova de Lourenzá, debido ás afeccións que sofren vivendas, industrias e zonas de cultivo.

Establécense nas distintas normativas a estudar as seguintes definicións de elementos do río e do seu entorno que son relevantes para o actual Anteproxecto:

- **Dominio público hidráulico:** é a zona comprendida polo cauce do río, dende o leito deste ata a zona ocupada pola máxima crecida ordinaria, a de período de retorno 10 anos.
- **Zona de policía:** Franxa lateral de cen metros de anchura a cada lado, contados a partir da liña que delimita o cauce, nas que o uso do solo así como as actividades que en él se desenvolvan, están condicionadas. O seu tamaño pode ampliarse ata recoller a zona de fluxo preferente.
- **Zona de fluxo preferente:** é a constituída pola unión da zona na que se concentra preferentemente o fluxo durante as avenidas e a zona onde, para a avenida de período de retorno 100 anos, se podan producir graves danos sobre as persoas e os bens, quedando delimitado o seu límite exterior medinte a envolvente de ambas zonas.
- **Zona de servidume:** é a franxa situada lindante co cauce, dentro da zona de policía, con un ancho de 5 metros que se reserva para usos de vixilancia, pesca e salvamento.



A Lei 9/2010, do 4 de novembro, de Augas de Galicia, define como obra hidráulica *aquelas actuacións necesarias para a restauración e consecución do bo estado ecolóxico das masas de auga, o seu entorno e os ecosistemas asociados, a construción de bens que teñan natureza inmueble destinada á captación, extracción, desalación, almacenamento, regulación, conducción, control e aproveitamento das augas, así como ao saneamento, depuración, tratamento e reutilización das aproveitadas, e as que teñan por obxecto a recarga artificial de acuíferos, a actuación sobre cauces, a corrección do réxime de correntes e a protección fronte a inundacións, así como aquelas outras necesarias para a protección do dominio público hidráulico.*

Segundo a Directiva Marco da Auga, as medidas para reducir o risco de inundación divídense en dous grupos: medidas estruturais e medidas non estruturais.

As medidas estruturais son construcións encamiñadas a reducir ou evitar o impacto da inundación, dentro destas atópanse as estruturas de retención, como presas e azudes; protección, que englobarían actuacións como muros e encauzamentos; e por último medidas menos agresivas co entorno como serían áreas de retención e detención, melloras dos anchos das cunetas...

Dentro das medidas non estruturais están as políticas de concienciación da poboación así como o desenvolvemento de mecanismos de participación pública e información á poboación, de maneira que se reduza o risco existente e os impactos derivados da inundación, buscan a redución da vulnerabilidade da poboación en risco a partir do planeamento e a xestión levados a cabo antes, durante e despois da catástrofe.





Segundo o Real Decreto 903/2010, na realización de este tipo de actuacións, deberase ter en conta o respecto ao medio ambiente, evitando o deterioro inxustificado dos ecosistemas fluviais así como se debe potenciar as medidas de tipo non estrutural contra as inundacións. No caso de empregar medidas de tipo non estrutural, estas deben compatibilizarse coas establecidas pola Directiva Marco Auga, de cara a buscar as mellores opcións medioambientais posibles para xestionar o risco de inundación así como ter en conta o concepto de “Infraestructura Verde”. Baseándose en estas directrices, o que se busca é a realización de medidas que afecten o mínimo posible á natureza do ecosistema fluvial.



# ANEXO N° 4: XEOLOXÍA



# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. SITUACIÓN
3. ESTRATIGRAFÍA
  - 3.1. CÁMBRICO
  - 3.2. CUATERNARIO
4. TECTÓNICA
  - 4.1. FASE I
  - 4.2. FASE II
  - 4.3. FASE III
  - 4.4. DEFORMACIÓN TARDÍA
5. HISTORIA XEOLÓXICA
  - 5.1. PRECÁMBRICO
  - 5.2. CÁMBRICO
  - 5.3. ORDOVÍCI
  - 5.4. SILÚRICO
  - 5.5. OROXENIA HERCÍNICA
  - 5.6. TEMPOS POSTHERCÍNICOS
  - 5.7. CUATERNARIO
6. PETROLOXÍA
  - 6.1. ROCHAS METAMÓRFICAS
  - 6.2. ROCHAS GRANÍTICAS
  - 6.3. ROCHAS FILONIANAS
7. XEOLOXÍA ECONÓMICA

APÉNDICE Nº1: PLANO XEOLÓXICO



## 1. INTRODUCCIÓN

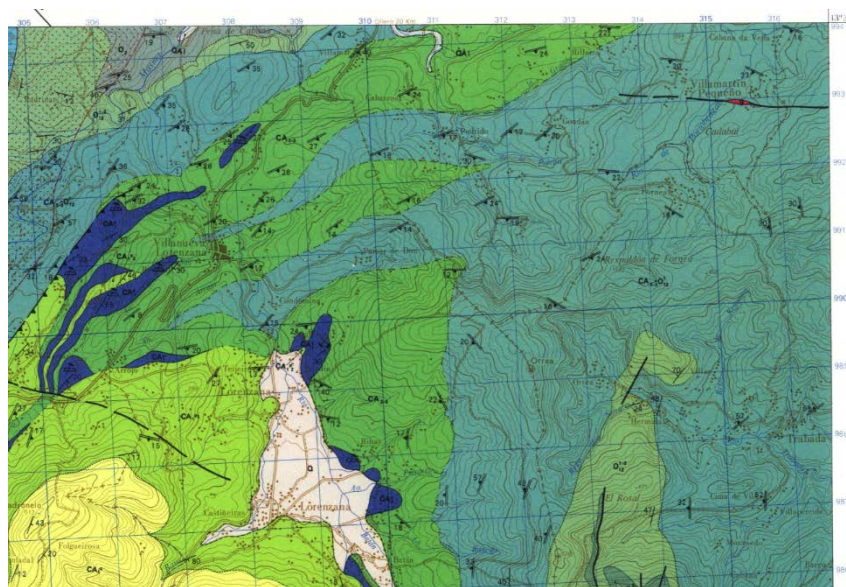
O obxecto deste anexo é a descrición e caracterización da xeoloxía da zona de estudo, co fin de lograr unha primeira aproximación dos solos e rochas existentes na zona e conseguir unha descrición xeral do solo no que terá lugar a obra. Para a elaboración deste anexo empregouse a información proporcionada polos planos xeolóxicos publicados polo instituto Geolóxico y Minero de España (IGME).

A información necesaria obtívose da folia número 24, Mondoñedo, do mapa xeolóxico de España a escala 1/50000, no noroeste peninsular, na provincia de Lugo.

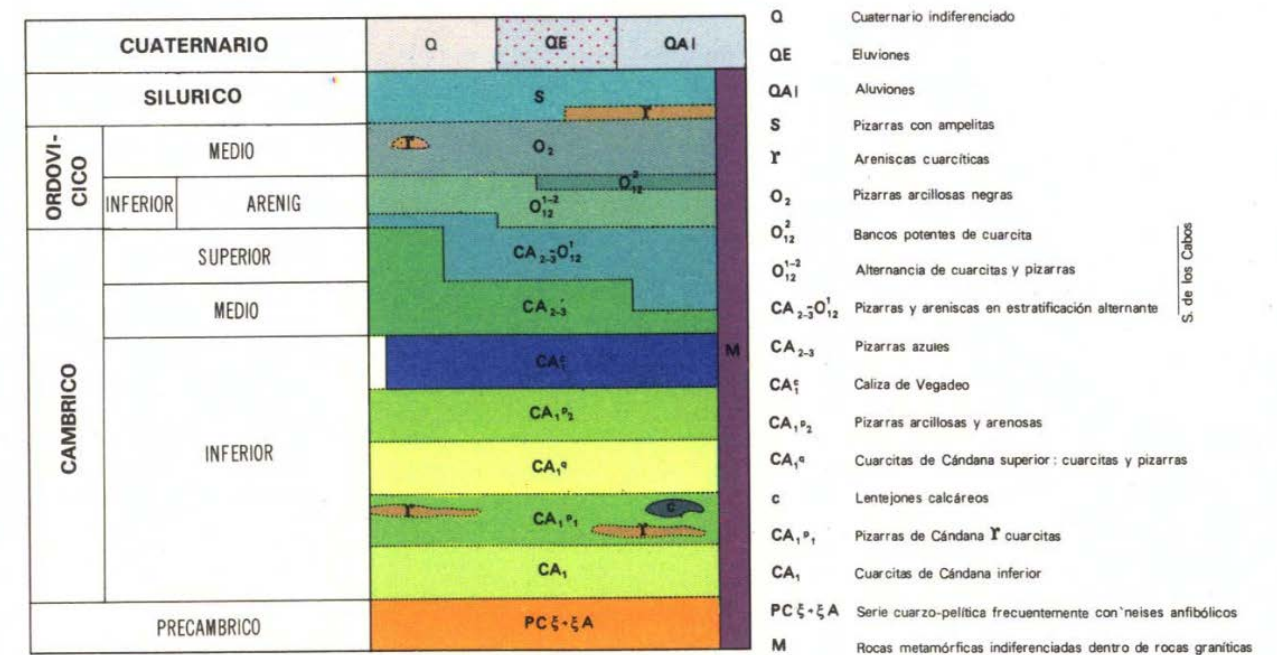
## 2. SITUACIÓN

A folia de Mondoñedo atópase localizada no NE de Galicia, na provincia de Lugo, practicamente no seu límite con Asturias. É unha zona caracterizada tectónicamente pola presenza de pliegues acostados. A estratigrafía foi estudada en detalle durante os anos 1958 a 1961 por Walter, atopándose representadas formacións precámbricas, cámbricas, ordovícicas e silúricas.

Vilanova de Lourenzá encóntrase situada na parte máis Nordeste desta folia 24, encontrándose caracterizada pola presenza de caliza de Vegadeo, pizarras azuis, pizarras arcillosas e areosas e pizarras e areniscas en estratificación alternante.



## LEYENDA



## 3. ESTRATIGRAFÍA

A serie estratigráfica adoptada no presente traballo coincide en liñas xerais coa de Walter.

É típico nas formacións da rexión atopar a biotita disposta transversalmente á esquistosidade e en ocasións a presenza de gneises anfibólicos. Na área na que se desarrolla o proxecto, o substrato está constituído por pizarras azuis do cámbrico superior-medio, calizas de Vegadeo e pizarras arcillosas e areniscas do Cámbrico inferior, e pizarras e areniscas en estratificación alternante do Ordovícico-Cámbrico.

### 3.1. CÁMBRICO

O Cámbrico xeralmente está ben representado en toda a folia 24 e tamén na zona que nos ocupa para este anteproxecto. O Cámbrico Inferior está representado pola "serie de Cándana", que se separou en catro tramos: cuarcitas inferiores, pizarras, cuarcitas superiores e pizarras arcillosas e arenosas; o Cámbrico Medio está representado polas calizas de Vegadeo; dende o Cámbrico Medio en adiante, ata o Ordovícico, parece existir unha sedimentación continuada de material pelítico con algún nivel máis arenoso, correspondendo estes términos coa "serie dos cabos" (formada por bancos potentes de cuarcita, alternancia de cuarcita e pizarras e pizarras e areniscas en estratificación alternada), representación máis presente na zona de Vilanova de Lourenzá.





A continuación descríbense as unidades diferenciadas na cartografía xeolóxica que conforman o terreo onde se asenta o anteproxecto que se está a tratar.

#### 3.1.1. PIZARRAS ARENOSAS E ARCILLOSAS

Denominadas “capas de Tránsito” por Walter, teñen unha potencia aproximada de 180 a 220 metros e están en contacto normal coas cuarcitas infraxacentes e son máis abundantes as pizarras que as areniscas. Pertencen ao Cámbrico inferior.

Estas capas son pizarras arenosas e arcillosas con intercalacións de areniscas, onde a fracción pelítica é moito máis escasa; cara o teito presenta niveles magrosos. Son frecuentes tramos ou niveis violáceos con impregnacións de manganeso.

Cara o teito da serie sitúanse pizarras arcillosas e margosas de cor verde e azulada, que en determinados puntos están situados próximos ás calizas de Vegadeo.

#### 3.1.2. CALIZAS DE VEGADEO

Englóbase nesta clasificación ao horizonte carbonatado que se estende dende Mondoñedo ata Vilanova de Lourenzá e dende esta poboación ata Riotorto. Pertencen ao período Cámbrico Inferior. Trátase de calizas e dolomías blanquecinas e azuladas, unhas veces de aspecto masivo e outras tableadas, en cuxos plannos de estratificación e esquistosidade se observan moscovitas, incluíndo frecuentes intercalacións magrosas.

A alta recristalización de calizas e dolomías dificulta o obter probas sedimentolóxicas e composiciónais.

Petrográficamente, os tipos máis puros son de grao grosso e de cristais moi maclados, con marxes dentados irregularmente

#### 3.1.3. PIZARRAS AZULADAS

Supraxacentes á caliza de Vegadeo atópanse entre 50 e 100 metros de rochas pelíticas de grao moi fino e tonos frecuentemente verde-azulados, con algún banco máis detrítico de escasa potencia en paso progresivo cara as capas superiores de Vilamea. Pertencen ao Cámbrico Medio-Superior.

Ao microscopio trátase de filitas e pizarras con alternancias de cuarcitas micáceas con plagioclasa (albita), como as das capas de tránsito anteriormente descritas.

#### 3.1.4. PIZARRAS E ARENISCAS EN ESTRATIFICACIÓN ALTERNANTE

É esta unidade a máis presente no núcleo de Vilanov de Lourenzá. Compóñense de pizarras grises con alternancia de láminas de arenisca de grao fino e existen en ocasións niveis areosos de maior

desenvolvemento. Nestes pequenos niveis, obsérvanse en diversos puntos estratificación gradual e pequenos repliegues. Pertencen ao cambio entre o Cámbrico-Ordovícico.

Cara o teito pásase insensiblemente cara términos máis claramente samíticos, facéndose moito máis abundantes e potentes os niveis de areniscas, comprendendo alternancias de lutitas e areniscas cuarcíticas, cuxo espesor se mantén constantemente en todo o ámbito desta folla 24.

Entre estas capas podería entablarse o tránsito dos términos superiores do Cámbrico ao Ordovícico, aínda que non hai datos suficientes para poder datar o paso dun período a outro.

Petrolóxicamente trátase de pelitas con intercalacións milimétricas a centimétricas de areniscas de grao moi fino e tamén izarras silíceas. O metamorfismo rexional da clorita orixina pizarras e filitas nas que as estruturas tectónicas quedan ben impresas.

#### 3.2. CUATERNARIO

Esta unidade fórmase “in situ”, sen transporte, a expensas das formacións pizarrosas. Trátase de depósitos formados como consecuencia da alteración de pizarras e areniscas e están compostos por limos areosos e areas limosas, con núcleos ou capas illadas de rocha alterada.

### 4. TECTÓNICA

Os materiais da presente folla están afectados por diferentes fases de deformación herciana. Non se puido probar a existencia de deformacións anteriores para estes materiais. Descríbense a continuación as distintas fases polas que se caracteriza esta zona.

#### 4.1. FASE I

Evidénciase por unha marcada esquistosidade de fluxo, xeralmente subhorizontal ou de pouco buzamento, soamente ocorre isto na zona SE. Na zona estudada é onde mellor representada se atopa esta primeira fase hercínica do NO de España, xa que as fases posteriores non parecen ter gran intensidade, así como tampouco o metamorfismo.

As grandes estruturas son en xeral pliegues estreitos de gran lonxitude, con eixes inclinados aproximadamente 12º ao sur.

#### 4.2. FASE II

A idade desta segunda fase é moi problemática e podería corresponder a movementos póstumos da primeira fase ou ben ser o principio da terceira. Non obstante, suponse unha segunda fase xa que durante a fase I os





materiais estarían moi plásticos e non terían lugar este tipo de deformación. Tampouco debe corresponder á fase III, xa que os planos de fractura e a esquistosidade están verticalizados e elo debe atribuírse precisamente á acción desa fase III.

#### 4.3. FASE III

Esta afecta á primeira fase, e por tanto é a responsable da maior parte das estruturas que se deducen da observación da cartografía actual.

A intensidade desta fase decrece cara o este, que é a zona que nos ocupa en este anteprojecto.

#### 4.4. DEFORMACIÓNS TARDÍAS

Considérase dentro deste apartado todas as deformacións posteriores á fase tres, para as que podemos supoñer que os materiais perderon a plasticidade e responden mediante mecanismos de fractura.

Na zona que nos ocupa, a zona oriental da folla 24, obsérvanse crenulacións e “kink”. Son franxas moi estreitas e teñen escaso desenvolvemento lonxitudinal.

Xeralmente, os planos axiais dos “kink” son subhorizontais ou de pouco buzamento, e son moi escasos os que se presentan algo verticalizados.

### 5. HISTORIA XEOLÓXICA

A historia xeolóxica consta dun gran período de sedimentación dende o Precámbrico ata o Silúrico, con escasas perturbacións na cunca. Todos estes materiais depositados son afectados posteriormente por movementos oroxénicos, metamorfismo e instrusión de rochas graníticas.

#### 5.1. PRECÁMBRICO

Os materiais máis antigos desta folla 24 están datados como Precámbrico Superior. É unha serie pelítica, con aportes terríxenos, deixando unha alternancia de areniscas e pelitas, o que indica un ambiente afastado da costa con pequenas variacións da enerxía.

#### 5.2. CÁMBRICO.

As cuarcitas de Cándana inferior son sedimentos inmaduros, de carácter conglomerático, de medio de nivel alto de enerxía, de rápida decantación e ambiente somero. Para a deposición das pizarras de Cándana, a cunca pode ter sufrido unha subsidencia e o medio de sedimentación é máis profundo. A continuación, depositáronse os

materiais da cuarcita de Cándana superior, cuxa diferenza coas inferiores son que os aportes de materiais pelíticos son máis abundantes. Dentro do Cámbrico inferior, deposítanse as capas de tránsito. A teito, pasan a facies pizarrosas e margosas, precursoras da sedimentación das calizas de Vegadeo. A recristalización destes materiais calcáreos non permite o recoñecemento das súas características primitivas de depósito.

Continúase a sedimentación para o Cámbrico Medio e Superior enriba das calizas de Vegadeo. Nos tramos máis superiores, comezan a terse intercalacións areosas, pasando dunha forma insensible ás capas dunha alternancia de pizarras e cuarcitas, pertencentes ao cámbrico Medio e Superior e Ordovícico Inferior. No seno destas capas podemos encontrar o tránsito do Cámbrico ao Ordovícico nun momento que é practicamente imposible de determinar.

#### 5.3. ORDOVÍCICO

Dunha forma continuada e progresiva pásase da alternancia de pizarras con láminas de areniscas a un tramo conformado pola alternancia de pizarras e areniscas, as cales poden alcanzar moito maior desenvolvemento e pasar a teito a bancos de cuarcitas continuas. Eses tramos constituirían o Ordovícico Inferior.

O Ordovícico Medio e Superior comeza cunha subsidencia da cunca, deposición de materiais pelíticos e samíticos.

#### 5.4. SILÚRICO

Comeza cunha alternancia de areniscas e pizarras, continuándose a sedimentación cun paquete de pizarras escuras e ampelitas con fauna. As características do ambiente sedimentario son iguais ás do Ordovícico Medio e Superior.

#### 5.5. OROXENIA HERCINICA

É a que actúa posteriormente sobre todos os materiais descritos anteriormente, producindo deformacións e metamorfismo. Posterior á fase I e sincinemáticos á fase III instrúense os granitos de dúas micas. Máis tarde, e posterior á fase III, instrúense os granitos e granodioritas tardías do macizo da Togiza.

#### 5.6. TEMPOS POSTHERCINICOS

O dique de monzonita, situado ao Este, é postoroxénico, xa que non presenta ningunha deformación.

#### 5.7. CUATERNARIO





Por último, durante o Cuaternario, continúa a erosión dos relieves, dando un recubrimento xeral e depósitos de réxime fluvial.

## 6. PETROLOXÍA

### 6.1. ROCHAS METAMÓRFICAS

#### 6.1.1. METAMORFISMO REXIONAL

O metamorfismo rexional na folla 24 presenta un desenvolvemento progresivo Este-Oeste. Póñense en evidencia as tres subfacies das facies de esquistos verdes barrowienses, definidas pola aparición de biotita e granate.

Dada a falta de zonas profundas aflorantes, non se pode precisar ben ás características báricas do metamorfismo.

#### 6.1.2. METAMORFISMO DE CONTACTO

O macizo granítico da Togiza orixina no encaixante un metamorfismo de contacto que se desglosa en dúas etapas ligadas entre sí. A primeira, alcanza as facies de coreanas hornbléndicas e desenvolve clorita, biotita e andalucita poikilítica nun ámbito de 1 km ao redor do granito. Prodúcese frecuentes moscovitizacións, sericitización da andalucita anterior, cloritización de biotita e a maior distancia mineralizacións en venas de escasa importancia con adularia, clorita e epidota. Con posterioridade a estas transformacións é evidente un esforzo tectónico de tipo crenulación.

Os enclaves están afectados con diferente intensidade polo efecto calorífico do granito.

### 6.2. ROCHAS GRANÍTICAS

Cartográficamente separáronse dúas intrusionés graníticas, granito de dúas micas (macizo de Monseiban) e granodioritas tardías (Macizo da Togiza). Por estar traballando na zona de Vilanova de Lourenzá, so se recolle aquí a información relativa as granodioritas tardías, por ser este tipo o presente na zona de estudo.

Englóbbase baixo a denominación de granodioritas tardías ao Macizo de Togiza, formado por adamellititas biotíticas e granitos de dúas micas. Incorpórase en este grupo debido aos datos petrográfico-composicionais e á evolución tectono-estructural dos macizos graníticos dentro do Noroeste peninsular.

Esta serie calcoalcalina, presenta lixeiras variacións composicionais dende a zona occidental galega en donde encaixan ben todas as súas características á oriental, que é a que nos ocupa, en donde se presentan caracteres xustapostos cos granitos de dúas micas.

É un macizo subredondeado, do que na presente folla 24 só afloran uns 110 km<sup>2</sup>, correspondentes á parte meridional do mesmo. Ten un releve acentuado con vales encaixados na denominada “Penichaira galega” de altitude aproximada 700 metros.

Obsérvase unha primitiva secuencia de cristalización plagioclasa-biotita-granate-apatito-circón, unha segunda de cuarzo-feldespato potásico, principalmente blástica e , por último, unha terceira etapa submagmática de albita moscovita.

A relación feldespato potásico/plaxioclasa é aproximadamente igual a 1, é dicir, trátase de granitos B ou monzogranitos. A primeira e última paraxénese alcanza todo o macizo, a terceira queda reflexada pola súa diferente intensidade na cartografía e é consecuencia da acumulación de volátiles na zona de cúpula do “stock”. A Erosión posterior induce a actual posición aureolar.

### 6.3. ROCHAS FILONIANAS

A maior parte dos filóns da folla 24 encóntranse ligados ao macizo da Togiza. Existen por tanto presenza de diques de cuarzo. Fora do macizo existe algún dique de cuarzo que rechea fracturas tardihercínicas de dirección NE. Tanto dentro do macizo como fora, o cuarzo é moi puro, sen presentar mineralización algunha.

## 7. XEOLOXÍA ECONÓMICA

Existen varias explotacións principais de cantería que están en activo hoxe en día. Tamén existiron labores de minería pero que na actualidade están abandonadas.





# APÉNDICE N° 1

## PLANO XEOLÓXICO



LEYENDA

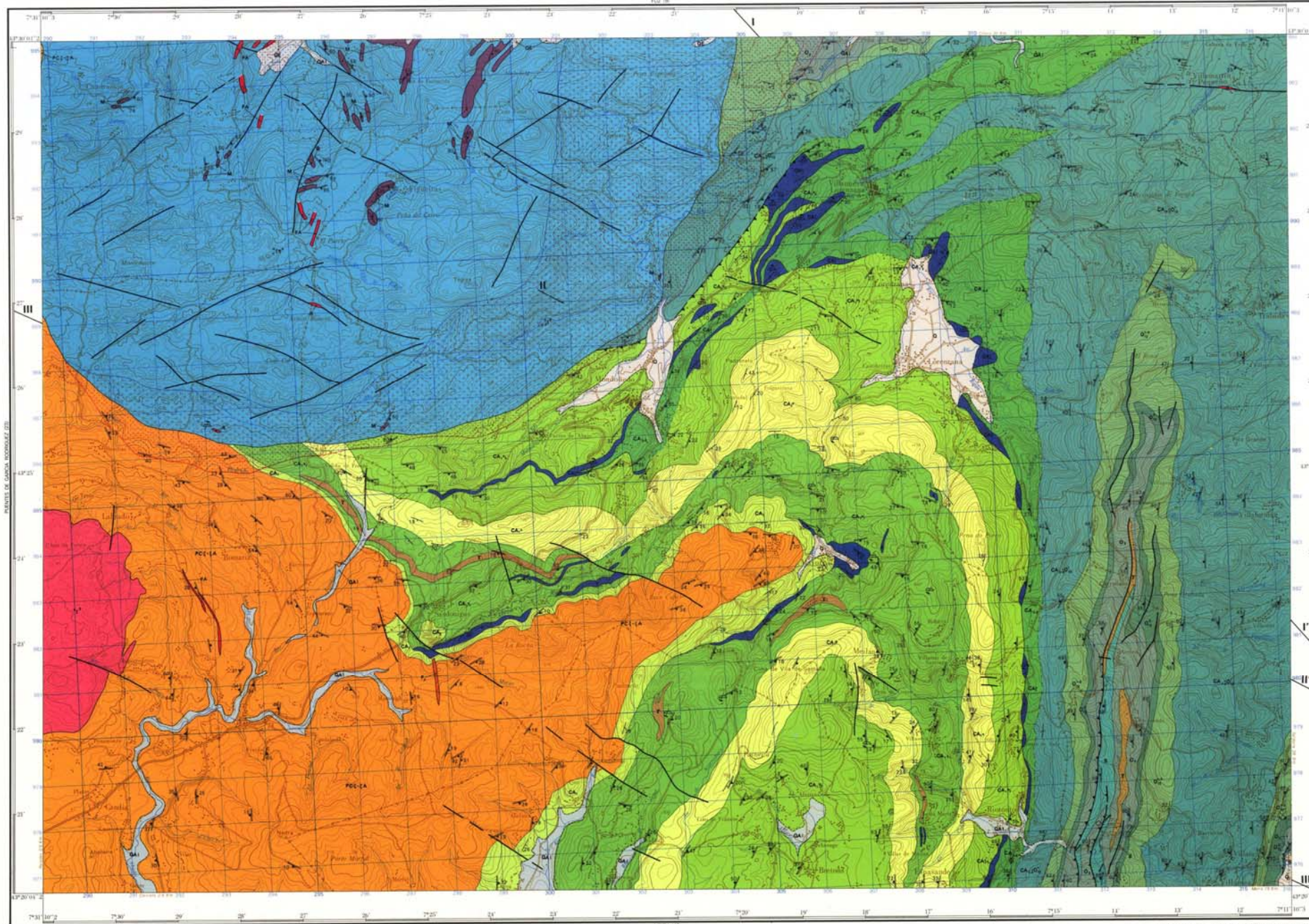
CUATERNARIO	Q	Q1	QAL	Q	Cuaternario indistinguible
SILURICO	S			Q1	Quaternario
MESOZOICO	TRIASICO	T		S	Flint con arenillas
	JURASICO	J		F	Arenillas carboníferas
CAMBRICO	INFERIOR	CA <sub>1</sub>	CA <sub>2</sub>	O <sub>1</sub>	Flint con arenillas negras
		CA <sub>3</sub>	CA <sub>4</sub>	O <sub>2</sub>	Banco pizarra de Luarca
		CA <sub>5</sub>	CA <sub>6</sub>	CA <sub>1,2</sub>	Alternancia de cuarcitas y pizarras
		CA <sub>7</sub>	CA <sub>8</sub>	CA <sub>1,3</sub>	Pizarra azul
	CA <sub>9</sub>	CA <sub>10</sub>	CA <sub>1,4</sub>	Cinta de fangos	
	CA <sub>11</sub>	CA <sub>12</sub>	CA <sub>1,5</sub>	Pizarra azul y arenosa	
	CA <sub>13</sub>	CA <sub>14</sub>	CA <sub>1,6</sub>	Cuarcita de Cadena superior: cuarcita y pizarra	
	CA <sub>15</sub>	CA <sub>16</sub>	CA <sub>1,7</sub>	Limpieza carbonífera	
	CA <sub>17</sub>	CA <sub>18</sub>	CA <sub>1,8</sub>	Pizarra de Cadena T. inferior	
	CA <sub>19</sub>	CA <sub>20</sub>	CA <sub>1,9</sub>	Cuarcita de Cadena inferior	
PRECAMBRIKO	PC1-1A		PC1-1A	PC1-1A	Serie paleozoica: Inconformación con rocas arcaicas
			PC1-1A	PC1-1A	Basos metamórficos: Inconformación sobre rocas graníticas

ROCAS FILONIANAS POSTTECTONICAS

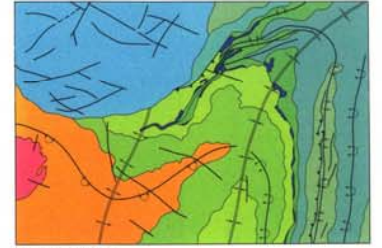
FA	Aguja
F	Cuarcita
F <sub>2</sub>	Micasita

ROCAS GRANITICAS HERCINICAS

G <sub>1</sub>	Granito de Luarca
G <sub>2</sub>	Granito de Luarca
G <sub>3</sub>	Granito de Luarca
G <sub>4</sub>	Granito de Luarca



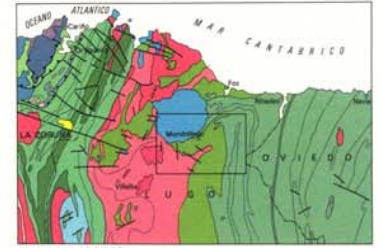
ESQUEMA TECTONICO



ESQUEMA TECTONICO Legend

Granito de Luarca	Granito de Luarca
Pizarra de Luarca	Pizarra de Luarca
Granito de Luarca	Granito de Luarca
Granito de Luarca	Granito de Luarca

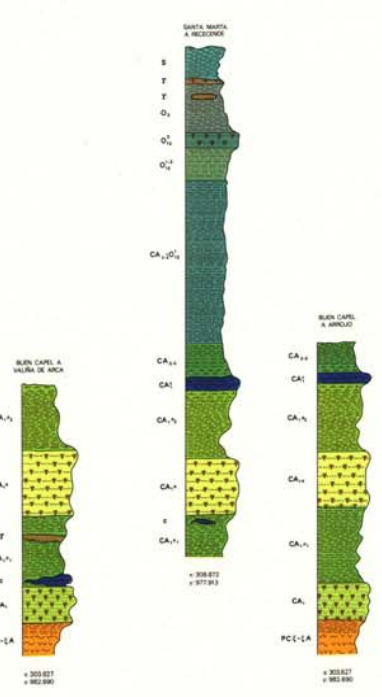
ESQUEMA REGIONAL



ESQUEMA REGIONAL Legend

Granito de Luarca	Granito de Luarca
Pizarra de Luarca	Pizarra de Luarca
Granito de Luarca	Granito de Luarca
Granito de Luarca	Granito de Luarca

COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN LAS PRINCIPALES UNIDADES O ZONAS



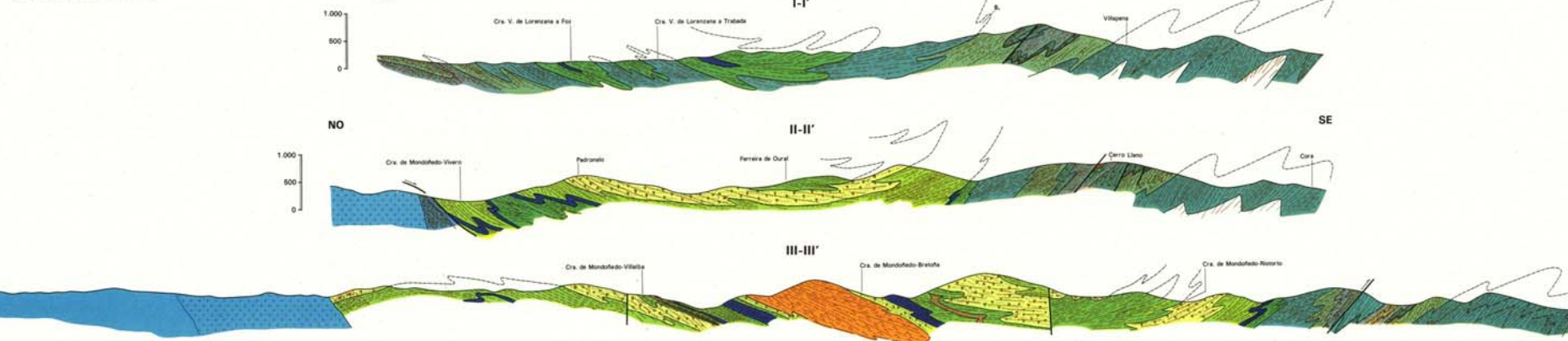
ESCALA HORIZONTAL 1:50.000  
ESCALA VERTICAL 1:10.000

SIGNOS CONVENCIONALES

Linea punteada	Fractura normal	Linea punteada	Fractura normal
Linea punteada	Fractura normal	Linea punteada	Fractura normal
Linea punteada	Fractura normal	Linea punteada	Fractura normal
Linea punteada	Fractura normal	Linea punteada	Fractura normal
Linea punteada	Fractura normal	Linea punteada	Fractura normal

EDITA: SERVICIO DE PUBLICACIONES-MINISTERIO DE INDUSTRIA  
C.S.G. 1972  
Base topográfica y trama: Instituto Geográfico y Catastral  
Delineación y Repografía: RHEA Consultores S.A.  
Depósito legal: M-42645-1977

CORTES GEOLOGICOS



NORMAS, DIRECCION Y SUPERVISION DEL I.G.M.E.  
Jose Manuel Acea Darias  
Javier Fernandez Tomás  
Victoria Monteserin López  
Madrid 1976





# ANEXO N° 5: XEOTECNIA



## ÍNDICE

### 1. INTRODUCCIÓN

### 2. DESCRIPCIÓN DE FACTORES CON INCIDENCIA XEOTÉCNICA

#### 2.1. Características físico-xeográficas

#### 2.2. Criterios de división xeotécnica

#### 2.3. Formacións superficiais e sustrato

#### 2.4. Características xeomorfolóxicas

#### 2.5. Características hidrolóxicas

#### 2.6. Características xeotécnicas.

### 3. INTERPRETACIÓN XEOTÉCNICA DOS TERREOS

### APÉNDICE Nº 1: PLANO XEOTÉCNICO





## 1. INTRODUCCIÓN

O obxectivo deste anexo é a análise e recoñecemento das condicións do emprazamento da zona de estudo. Nel determinarase a natureza do sustrato e a capacidade portante do terreo.

A información extraeuse dos datos xeotécnicos de carácter xeral publicada polo Instituto Xeolóxico e Mineiro de España (IGME).

Estes datos atópanse na folla nº 2-1 do mapa xeotécnico xeral a escala 1/200000 situada no NO da península Ibérica, en Galicia.

## 2. DESCRICIÓN DE FACTORES CON INCIDENCIA XEOTÉCNICA

### 2.1. CARACTERÍSTICAS FISICO-XEOGRÁFICAS

O releve da zona que nos ocupa destaca polas súas acusadas formas e pendentes que condicionan tanto a distribución demográfica como as variacións climáticas e a disposición e aproveitamento da rede fluvial. Tamén hai que destacar a presenza de altitudes elevadas a distancias relativamente próximas á costa.

A devandita folla caracterízase por un clima templado-húmido, no cal os procesos de alteración química se verifican con relativa intensidade, mentres que os fenómenos de erosión física actúan debilmente de aquí que a súa influencia sexa moi escasa.

As variacións de temperatura son pequenas, alcanzándose un máximo de variación anual de 5 a 7 °C, valor que coincide aproximadamente coa media diaria e mensual. A humidade é intensa, en torno a o 80%, e o ceo encóntrase cuberto a maior parte do ano, o cal favorece a descomposición da materia e a formación de solos de alteración. A estrutura laxosa de gran parte das formacións existentes favorece a infiltración das augas, co cal se acentúa o proceso de disgregación.

A pluviosidade é moi elevada, coa categoría de “moi chuviosa”, sen embargo esta precipitación cae de forma suave, aínda que continua, co cal os procesos erosivos que poderían ocasionar o efecto da arrollada das augas son pequenos, non obstante a súa acción de alteración si que é importante, polo que poden chegar a disgregar grandes cantidades de rochas.

Por último, a abundante vexetación existente, caracterizada por pinos e eucaliptos, favorece todos estes procesos, xa que evita a rápida desecación dos solos e provoca unha inicial ruptura física neles por medio do crecemento en profundidade das súas raíces.

### 2.2. CRITERIOS DE DIVISIÓN XEOTÉCNICA

Da división do mapa xeolóxico e xeotécnico da folla, dedúcese que está dentro do macizo galaico na súa totalidade, o cal se caracteriza pola presenza de rochas graníticas e metamórficas, e intrusións illadas de rochas básicas, eruptivas, filonianas e sedimentarias.

Toda a folla ten a mesma homoxeneidade xeotectónica, e define unha única unidade de primeira orde: Rexión I.

As unidades de segunda orde, as Áreas, distínguense segundo a homoxeneidade macroxeomorfolóxicas, basándose no estudo de diferentes tipos de rocha, a súa resistencia á erosión, e o seu comportamento ante os diferentes movementos tectónicos que actuaron sobre eles.

Distínguense tres formas de releve:

- Formas suaves: comprenden os depósitos de materiais sueltos, conectados cos cauces dos ríos ou coa alteración das rochas que forman o sustrato rochoso, incluíndo dúas divisións: área A1 e A1'
- Formas moderadas: comprenden os materiais eminentemente laxos e facilmente erosionables (A2) e os de orixe sedimentario (I2')
- Formas acusadas: I3, rochas granudas; I4, rochas ultrabásicas e básicas; I5, rochas esquistosas e I5', paquete de rochas carbonatadas.

Observando o mapa facilitado polo IGME, pode determinarse que a zona que nos ocupa, Lourenzá, situada entre Mondoñedo e a costa lucense, pertence á área I1', estando rodeada polas áreas I5 e I5', como pode verse a continuación:







Como pode verse na imaxe anterior e no mapa que aparece no apéndice deste anexo, Lourenzá encóntrase nunha zona de condicións de construción favorables, que poden ter problemas de tipo litolóxico e xeotécnico; rodeada por condicións de construción aceptables e desfavorables en outros puntos.

- Área I1'

Esta área I1' aparece ao longo da folla en vales tanto mariños como interiores, sendo a extensión e potencia destes últimos maior.

En xeral, os depósitos continentais son escuros, con intercalacións de gravas e cantos, e recubertos moitas veces por niveis de conglomerados.

A súa morfoloxía é sensiblemente cha, pero apreciándose unha lixeira pendente, ben cara as redes naturais de drenaxe ou ben cara o mar.

Os seus depósitos están xeralmente pouco cementados, sendo facilmente erosionables e arrastrables polos axentes de erosión lineal. Son semipermeables e é abundante a presenza de acuíferos a escasa profundidade. É habitual, en zonas deprimidas, a aparición de áreas de encharcamento, que debido ás condicións climáticas e ao grao de saturación do solo, poden manterse neste estado por grandes períodos de tempo.

Considéranse áreas con unhas características xeotécnicas de tipo medio, tanto se nos referimos á súa capacidade de carga como a magnitude dos asentamentos producidos por ela.

Características litolóxicas: Está formada por unha mestura de areas, arcillas e limos con gravas e bolos recubrindo superficialmente e cunha potencia moi variable, que oscila entre 1 e 15 metros.

- Área I5

A súa morfoloxía é moi acusada. As súas condicións de drenaxe superficial son moi favorables, isto unido á elevada consistencia dos seus materiais, favorecen a creación de vales en forma de V moi cerrados. As posibilidades de aparición de niveis acuíferos é nula.

As súas características mecánicas son moi diversas, pero en xeral posúe capacidades de carga altas, sen que se produzan asentamentos de ningún tipo.

Características litolóxicas: Está formada por rochas de textura tabular, do tipo dos esquistos e pizarras, entre as que se intercalan bancos de areniscas e cuarcitas. A súa coloración varía dende tonalidades marróns-avermelladas ata escuras e negruzcas, pasando a súa resistencia á erosión de baixa para os primeiros grupos a elevada nos últimos.

- Área I5'

Podería incluírse na anterior, pero morfoloxicamente comezan a observarse bancos de caliza e esquistos calcáreos, entremezclados con outros de cuarcitas e de pizarras; esta nova litoloxía, moi fracturada e con un certo grao de disolución pola auga, trae como resultado a aparición de niveis acuíferos ou ben de oquedades e covas.

Características litolóxicas: Está formada globalmente polos mesmos materiais que a anterior, se ben agora se intercalan bancos de calizas, calcoesquistos e dolomías, con tonalidades blanquecino-verdosas, facilmente erosionables e aleradas superficialmente en arcillas avermelladas, polo xeral materiais bastante plásticos.

### 2.3. FORMACIÓNS SUPERFICIAIS E SUSTRATO



Como pode observarse na imaxe anterior, na zona de Lourenzá encontramos formacións superficiais Qc (areas arcillosas e limosas con abundantes láminas de mica) e nos arredores sustrato de esquistos, cuarcitas e areniscas así como calizas.

- **Formacións superficiais:** areas arcillosas e limosas con abundantes láminas de mica. Depósitos de alteración con desplazamento posterior: Desenvólvense practicamente en todos os vales interiores e costeiros. Ao Este de Mondoñedo e ao Oeste de Foz, aparecen soterrados por unha mezcla de materiais areo-arcillosos e limosos en disposición anárquica e con potencias que oscilan dende 1 a 15 metros, aproximadamente. O aproveitamento deste material é moi escaso, tendo máis importancia como terreo agropecuario que como industrial.
- **Sustrato.**  
Esquistos, cuarcitas e areniscas: No extremo correspondente a Lourenzá, preséntanse en bandas de areniscas e cuarcitas. O aproveitamento industrial é bastante amplo, pois practicamente sempre que a potencia dos bancos é elevada, son explotados para áridos.  
Calizas: preséntanse como unha serie de bancos calizos cuxo conxunto pode alcanzar os 100 ou 200 metros de potencia, de espesor variable, normalmente reducido, alternándose con dolomías e esquistos. Teñen coloración variable, pero predomina a cor branca. Industrialmente, o seu aproveitamento está bastante extendido alí onde aparece en bancos de espesor superior aos 30 cm.

## 2.4. CARACTERÍSTICAS XEOMORFOLÓXICAS

Neste apartado vaise analizar os principais rasgos morfolóxicos, vendo que repercusión teñen sobre as condicións constructivas dos terreos, en por causas naturais, ben ao trastocar o seu equilibrio mediante a acción directa do home.



- Áreas I1-I1'  
En xeral presenan unha morfoloxía sensiblemente cha con pendentes que se manteñen por debaixo do 3%. Polo xeral, a zona que nos ocupa, considérase estable
- Áreas I5-I5'  
Presentan unha morfoloxía moi variable, con pendentes topográficas que oscilan entre o 5 e o 20%. Isto unido á litoloxía esquistosa e ao seu distinto comportamento ante a erosión, predispón tanto a aparición de deslizamentos como a inestabilidade de certas ladeiras, ben do seu recubrimento, ben da súa parte sana. Son habituais os vales moi cerrados en forma de V, como é o caso de Lourenzá e unha ampla rede de escorrentía.

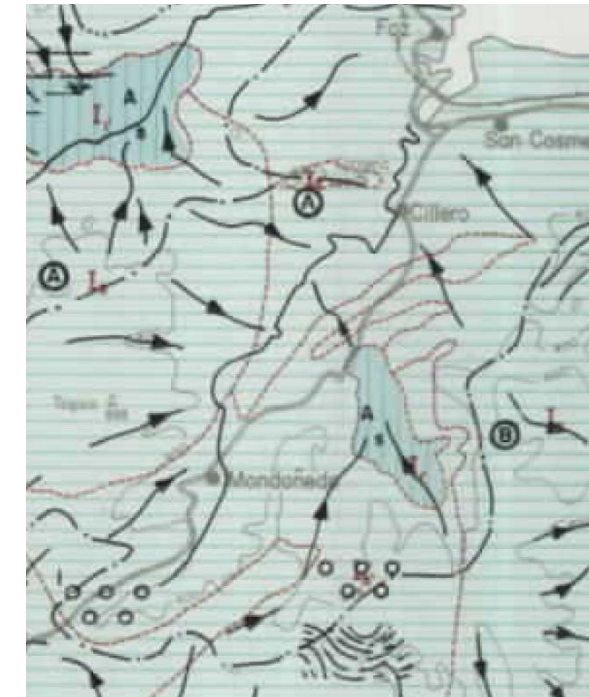
## FENÓMENOS DE ALTERACIÓN

- Alteración das rochas eruptivas. Granitos e granodioritas: en xeral, os bloques alterados en capas concéntricas constan dun núcleo fresco, recuberto por capas alteradas, incrementándose o estado de alteración de dentro a fora. No proceso de alteración interveñen o osíxeno, a auga e o anhídrido carbónico. A masa está subdividida en planos que orixinan bloques paralelepípedos; a auga infíltrase e ataca máis especialmente as aristas e os vértices. Ao producirse inchazón, provócanse tensións internas que cuartean a rocha. O tipo e color da alteración así como do solo formado e a velocidade de formación dependen do material de orixe. As alteracións máis importantes nesta folla danse na zona do norte de Mondoñedo, que é a que nos ocupa para este anteproxecto.

- Alteración de rochas con textura laxosa. Esquistos e micacitas: Estas rochas están recubertas por depósitos procedentes da súa alteración. A rocha sana atópase a unha profundidade de entre 2 e 3 metros, e está recuberta por unha matriz fina arcillo-limosa, que procede da alteración da rocha. As cores son grises blanquecinas e escuras, e dispóñense a veces en capas alternativas, e outras en manchóns illados. Por debaixo de todo isto aparece a rocha sana, normalmente con unha laxosidade moi marcada e atravesada por filóns de cuarzo.

## 2.5. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓXICAS

Neste punto analizaranse as características hidrolóxicas que afectan ás condicións constructivas dos terreos. Prestarase máis atención á permeabilidade dos materiais e as súas condicións de drenaxe, así como aos problemas que, unidos, podan acarrear.



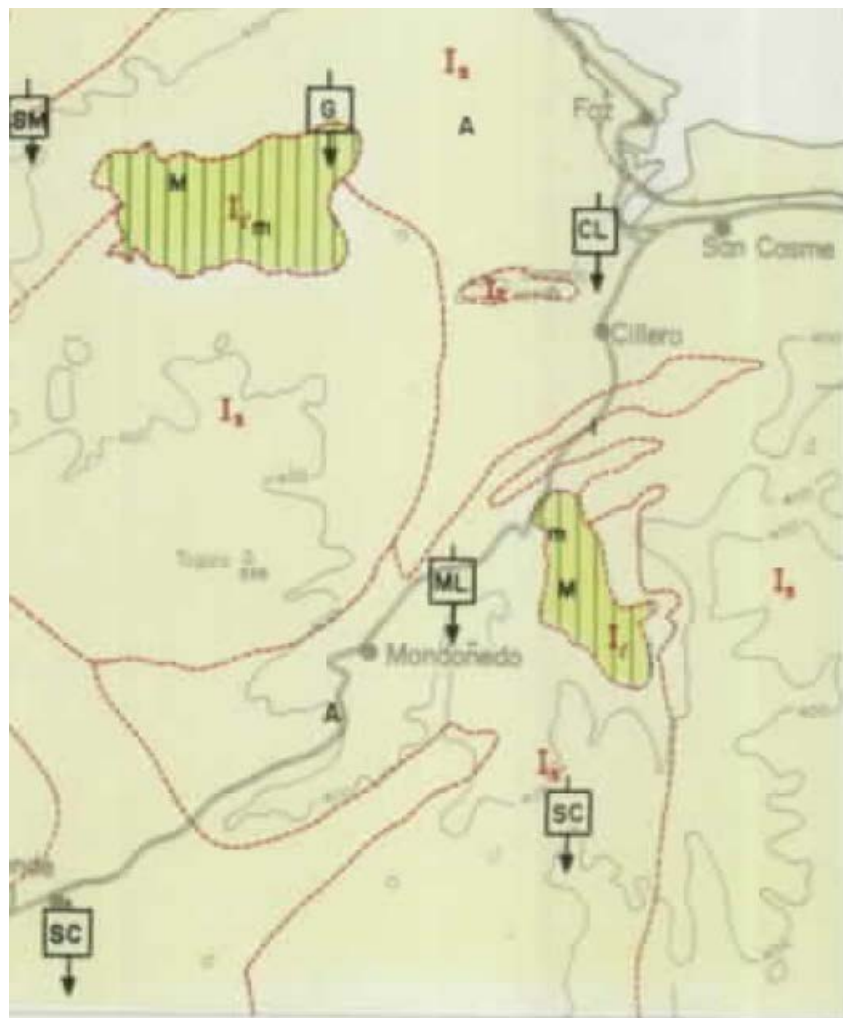
- Áreas I1-I1'  
Os seus materiais son en xeral semipermeables, e non se observa neles unha rede de escorrentía moi marcada. Normalmente aparecen en estado de saturación, estando os I1, suxeitos a periódicos recubrimentos de auga. A aparición de auga a escasa profundidade é habitual, sendo os caudais obtidos pequenos e a calidade desta, mala.
- Área I5  
Os seus materiais son impermeables, aínda que debido ao seu desigual grado de laxosidade poden tomarse como semipermeables, isto implica unha boa rede de escorrentía superficial que favorece o drenaxe. A posibilidade de aparición de auga a profundidade é nula, sendo fácil encontrar zonas de alteración en arcillas, plásticas e saturadas.
- Área I5'



É similar á anterior, diferenciándose en que a existencia de calizas e calcoesquistos, bastante fisurados, e con unha tendencia á disolución pola auga, pode provocar a aparición de oquedades no terreo así como existencia de niveis acuíferos.

## 2.6. CARACTERÍSTICAS XEOTÉCNICAS

Neste apartado analizaranse as características xeotécnicas que podan afectar á mecánica do solo e que podan influír no comportamento ao verse solicitado pola actividade técnica do home. Esta análise centrarase nos aspectos relacionados coa capacidade de carga e asentamentos, así como en aqueles factores que de forma directa ou indirecta influen sobre a súa boa utilización para servir de sustento a edificacións urbanas ou industriais.



- Área I1'  
En xeral o terreo admitirá cargas de magnitude media, podendo aparecer asentos da mesma orde. Estas condicións mellorarán naquelas zonas nas cales o nivel acuífero, normalmente a escasa profundidade, estea deprimido.
- Área I5-I5'

En xeral admiten capacidades de carga elevadas e os asentamentos son nulos ou de magnitude reducida. Os posibles problemas están ligados aos recubrimentos arcillosos que podan aparecer.

## 3. INTERPRETACIÓN XEOTÉCNICA DOS TERREOS

As características analizadas anteriormente sirven para poder interpretar as condicións constructivas dos terreos. Englóbanse as condicións en tres grupos: desfavorables, aceptables e favorables.

Como xa se observou anteriormente, no mapa que aparece no apéndice deste anexo, obsérvase que a zona que nos ocupa ten uns problemas dentro de cada grupo que se expoñerán a continuación.

### 3.1. CONDICIÓN CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES

Problemas de tipo xeomorfolóxico: surxen debido á morfoloxía existente, debido ás elevadas pendentes. No ángulo SE do mapa, que é a zona de estudo, debido ao alto grao de tectonización en laxas e á elevada fracturación da mesma, acentúase o carácter desfavorable da zona.

O resto de características hidrolóxicas e xeotécnicas considéranse favorables, pois os drenaxes so moi favorables e as capacidades de carga tamén.

### 3.2. CONDICIÓN CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES

Problemas de tipo xeomorfolóxico e litolóxico: na zona que nos ocupa, situada ao SE de Mondoñedo, os problemas son o alto grao de fracturación, a disposición tabular, a alternancia de capas competentes (calizas e cuarcitas) con outras esquistosas (esquistos) e a disolución pola auga de certas litoloxías, as causas que influen, xunto coa morfoloxía moderada, en crear zonas cun comportamento mecánico distinto dentro do conxunto total, á vez que favorecen a aparición dunha serie de fenómenos xeolóxicos esóxenos.

### 3.3. CONDICIÓN CONSTRUCTIVAS FAVORABLES

Problemas de tipo litolóxicos e xeotécnicos: os terreos que nos ocupan teñen este tipo de problemas. Están formados por depósitos coluviais de materiais soltos (areas, arcillas e gravas) moi entremezclados e que dificultan a posibilidade de dar as súas características xeotécnicas (capacidades de carga e posibles asentamentos) de forma xeral, pois as variación están en función da litoloxía e esta varía de forma moi irregular.

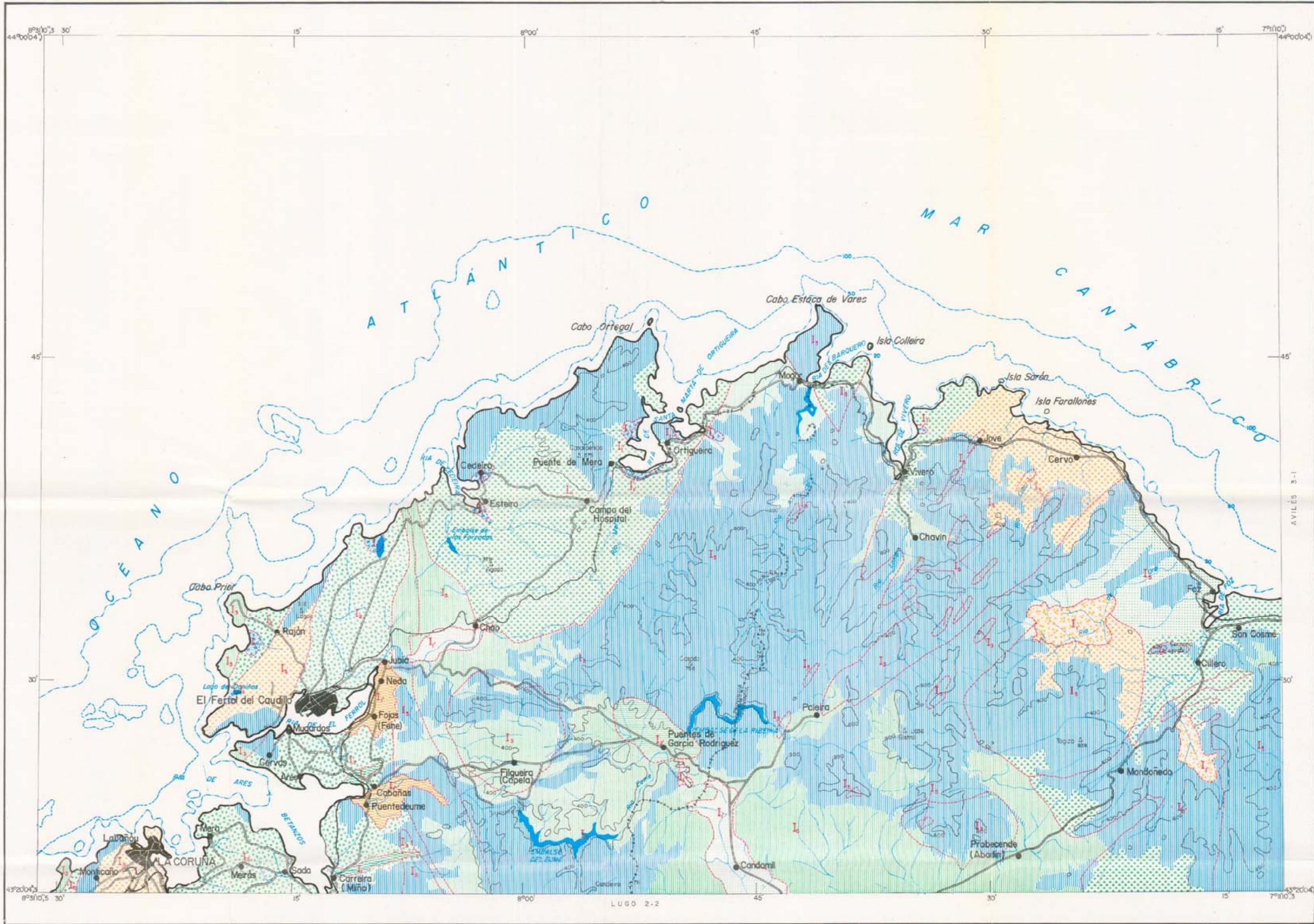




# APÉNDICE N° 1

## PLANO XEOTÉCNICO





REGION	AREA	CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES
FORMAS DE RELIEVES SUAVES	FORMAS DE RELIEVES SUAVES	Se incluyen en ella el conjunto de terrenos de deposición moderna, formados por productos procedentes de la erosión y arrastre fluvial, o marino. Por lo general, su litología es eminentemente granular —arenas finas y de colores claros— si bien allí donde predominan los aportes fluviales, se entremezclan con arcillas, limos y fangos. Su morfología es eminentemente llana, espaciando toda ella según a periódicas inundaciones y a un estado de saturación total. Estos factores condicionan unas características geotécnicas desfavorables, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como el de posibles asentamientos.
	FORMAS DE RELIEVES SUAVES	Se incluyen en ella el conjunto de terrenos procedentes de la alteración de las rocas del sector geológico, acumulados en los valles continentales y marinos. Por lo general predominan las litologías arenosas, entremezcladas con limos, arenas, gravas, cantos y lájas de muy diversos tamaños. Su morfología es esencialmente llana y sus materiales se consideran en general como semipermeables, con unas condiciones de drenaje acuosos que si bien normalmente muy disminuidas por la existencia de un nivel acuífero a poca profundidad. Son características mecánicas oscilan entre favorables y aceptables en función, tanto de la litología como del antirritamiento apuntado nivel acuífero y de los problemas que este plantea.
FORMAS DE RELIEVES MODERADAS	FORMAS DE RELIEVES MODERADAS	Se incluyen en ella, un conjunto de rocas orientadas, —con lapididad fina, fácilmente alteradas en arcillas y limos, de colores oscuros y marrones, y poco resistentes a la erosión—, formada por micacitas, micacunguistos y esquistos. En general presenta una morfología que oscila entre llana y abombada, lo cual favorece seriamente los deslizamientos, tanto de las máximas de alteración como de grandes lájas de materiales sales. Sus materiales se consideran impermeables, con una ligera permeabilidad ligada a su lapididad y a la fácil penetración y erosión del agua a lo largo de los planos de inequivalencia. Formados antes que la proporción un aceptable drenaje, así como evita la aparición de zonas de encharcamiento en superficie, no así las acumulaciones de bolitas arcillosas de alteración en profundidad. Sus características mecánicas, se consideran favorables —capacidad de carga alta y magnitud de asentamientos baja—, siempre que se esté sobre roca sana, y desfavorables cuando se esté sobre material alterado bien en superficie, bien en profundidad.
	FORMAS DE RELIEVES MODERADAS	Incluye la tubeta micocinosa situada sobre Puentes de García Rodríguez, formada por una pequeña capa de aportes modernos —arenas, limos, arcillas y gravas—, que tapiza a la alteración de arcillas y limos. Morfológicamente es irregular con pendientes ascendentes desde el centro hasta los bordes, e hidrologicamente muestra una variación entre la primera capa, bastante permeable, y las inferiores, impermeables, lo que propiamente a la aparición de zonas de encharcamiento. Sus características geotécnicas están en función directa de los horizontes arcillosos existentes en profundidad, pues si bien, y en general, son aceptables, la aparición de estos, ocasionará problemas en cuanto a capacidad de carga y magnitud de posibles asentamientos.
FORMAS DE RELIEVES ACUCIADAS	FORMAS DE RELIEVES ACUCIADAS	Se incluyen en ella el conjunto de rocas graníticas de la familia de los granitos y granodioritas, por lo general, y salvo zonas de alteración en arenas bastante cementadas, son materiales de alta resistencia a la erosión y muy competentes mecánicamente. Presenta una morfología acuciada con pendientes que llegan en algunos puntos al 3 por ciento y formas abruptas pero redondeadas, esto ligado a la impermeabilidad, de los materiales ligeramente permeables a causa del grado de sectorización que condiciona un drenaje favorable. Sus características mecánicas son muy favorables, fidedignas de carga alta e inexistencia de asentamientos pudiendo únicamente aparecer problemas relacionados con las pendientes elevadas y la alteración de áreas de rocas sanas y rocas alteradas en arenas.
	FORMAS DE RELIEVES ACUCIADAS	Se incluyen en ella el conjunto de rocas ultrabásicas y metabásicas existentes al N. de la Hija. Por lo general son materiales competentes, muy fracturados, lájas y de tonalidades oscuras. Presenta una morfología que oscila entre intermedia y montañosa con pendientes que superan en muchos puntos el 30 por ciento, y en la que se observan abundantes fenómenos introgénicos, así como las consecuencias de los mismos: talas, zonas de refugio, depósitos sueltos, etc. Su drenaje, por escorrentía superficial, es muy favorable estando los posibles afloramientos de agua ligados a fenómenos tectónicos. Sus características mecánicas, favorables en cuanto a resistencia y comportamiento del terreno, se ven disminuidas a causa de las elevadas pendientes y de los problemas relacionados con la fuerte tectónica sufrida.
FORMAS DE RELIEVES ACUCIADAS	FORMAS DE RELIEVES ACUCIADAS	Se incluyen en ella una serie de terrenos de alta competencia mecánica, dispuestos en lájas y en los que se observan litologías de tipo de esquistos y pizarras. Por lo general presenta una morfología de abrupta a montañosa, que predispone al deslizamiento natural así como la fácil ruptura y la acumulación de materiales labriegos. Esto, unido a la impermeabilidad general y a la fácil erosión de los niveles más blandos, favorece a la creación de una amplia red de escorrentía y de un drenaje superficial muy activo. Sus características mecánicas, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como el de posibles asentamientos, son muy favorables, estando únicamente afectadas por los aspectos geomorfológicos que inciden en ella.
	FORMAS DE RELIEVES ACUCIADAS	Es una continuación de la anterior, si bien en ella aparecen una serie de litologías carboníferas que afectan parcialmente sus características hidroclimáticas y geotécnicas. En general los aspectos morfológicos y mecánicos son similares a los del lit. Los hidroclimáticos varían ligeramente por la existencia de niveles de calizas y calcosquistos, parcialmente solubles por el agua, que tras como consecuencia: la aparición de niveles acuíferos a distintas profundidades, la existencia de zonas arcillosas procedentes de dicha disolución y la eventual aparición de oquedades en el subsuelo aspecto este que puede puntualmente influir sobre las condiciones geotécnicas.

TOPOGRAFIA TOMADA DEL MAPA MILITAR E 1:200.000

Escala 1:200.000  
1.000m 0 5 10 15 20 25 Km.

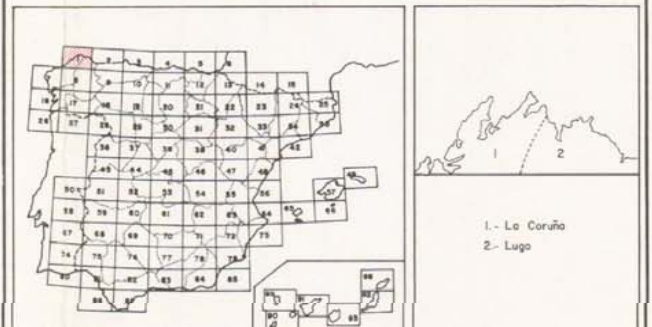
CRITERIOS DE CLASIFICACION

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS	PROBLEMAS "TIPO" EXISTENTES	CONCURRENCIA DE 2 PROBLEMAS "TIPO"	CONCURRENCIA DE 3 PROBLEMAS "TIPO"	CONCURRENCIA DE 4 PROBLEMAS "TIPO"	PROBLEMAS GEOTECNICOS	NOTACION
Muy Favorables	Litológicos	Litológicos y Geomorfológicos	Litológicos, Geomorfológicos e Hidrológicos	Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)	De Capacidad de carga	↓
Favorables	Geomorfológicos	Litológicos e Hidrológicos	Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos e Geotécnicos (p.d.)	De Asentamiento	↓
Aceptables	Hidrológicos	Litológicos y Geotécnicos	Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	Geotécnicos Varios	↓
Desfavorables	Geotécnicos (p.d.)	Litológicos y Geotécnicos (p.d.)	Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)	Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)		
Muy Desfavorables						

LEYENDA

CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES
Problemas de tipo Litológicos y Geomorfológicos.	Problemas de tipo Geomorfológicos.	Problemas de tipo Geomorfológicos.
Problemas de tipo Litológicos y Geotécnicos (p.d.)	Problemas de tipo Geomorfológicos e Hidrológicos.	Problemas de tipo Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)
Problemas de tipo Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	Problemas de tipo Litológicos y Geotécnicos (p.d.)	Problemas de tipo Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)
Problemas de tipo Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	Problemas de tipo Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.)	Problemas de tipo Litológicos y Geotécnicos (p.d.)
Problemas de tipo Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)	Problemas de tipo Litológicos y Geomorfológicos.	Problemas de tipo Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.)

MAPA DE SITUACION DIVISION ADMINISTRATIVA







**ANEXO N° 6:**  
**CARTOGRAFÍA E MODELOS**  
**DIXITAIS DO TERREO**



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. CARTOGRAFÍA

3. MODELOS DIXITAIS DO TERREO





Debido a que IBER precisa este MDT en formato tipo texto (ascii), precisouse a conversión destes MDT modificados a unha rede TIN, de TIN a formato RASTER e de RASTER finalmente a ascii, que é o formato requerido, todo isto realizouse empregando o programa ArcMAP.

## 1. INTRODUCCIÓN

No presente anexo descríbese a cartografía empregada así como os traballos realizados sobre a mesma para poder adaptala ás distintas simulacións que se realizaron neste anteproxecto.

## 2. CARTOGRAFÍA

A cartografía base usada para a realización deste anteproxecto foi facilitada pola Escola Técnica Superior de Camiños, Canais e Portos da Universidade da Coruña en formato dixital a escala 1:5000, da folla 0024A – 0602. En dita cartografía represéntanse as curvas de nivel cada 5 metros.

## 3. MODELOS DIXITAIS DO TERREO

O programa Iber, o cal se emprega para as distintas simulacións do comportamento do río tanto no estado actual como as posibles alternativas, precisa da introducción dun modelo dixital do terreo (MDT), o cal, para a realización da simulación na actualidade, se descargou do centro de descargas do Centro Nacional de Información Xeográfica (CNIG). Non obstante, como algunhas das alternativas plantexadas non responden a ese modelo, xa que supoñen certas variacións no terreo, houberon de realizarse unha serie de modificacións.

### 3.1. MODIFICACIÓNS DOS MDT

Partindo da cartografía orixinal mencionada anteriormente, a escala 1:5000 e mediante o programa ISTRAM, creáronse as distintas modificacións precisas mediante a creación de eixes (tanto para a tipoloxía 1: desvío, como para as distintas variacións da tipoloxía 2), unha vez realizados estes eixes, obtivéronse as novas curvas de nivel do terreo modificado.

Esta nova cartografía, importouse ao programa PROTOPO, o cal permite interpolar as curvas de nivel cada metro e introducir curvas directoras cada 5 metros e posteriormente xerar o novo MDT. Para poder eliminar os restos do MDT anterior, que non se corresponden coa modificación desexada, en AutoCAD procedeuse a borrar este contido sobrante para evitar superposicións indesexadas. Mediante a triangulación de Delaunay, PROTOPO permitiu volver a crear as novas curvas de nivel.







# ANEXO N° 7: ESTUDO HIDROLÓXICO



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
  2. SIMULACIÓN EN HEC-HMS
    - 2.1. DATOS DE PARTIDA.
    - 2.2. SIMULACIÓN EN HEC-HMS E OBTENCIÓN DOS HIDROGRAMAS
      - 2.2.1 HIDROGRAMA CORRESPONDENTE AO RÍO BATÁN
      - 2.2.2 HIDROGRAMAS CORRESPONDENTES AOS AFLUENTES RECEMIL E BATÁN.
- APÉNDICE N° 1: RESULTADOS IDF
  - APÉNDICE N° 2: CÁLCULO DOS NÚMEROS DE CURVA
  - APÉNDICE N° 3: HIDROGRAMAS

## 1. INTRODUCCIÓN

O obxectivo de este Anexo é explicar o estudo de caudais realizado, xa que estes datos necesitaranse posteriormente para poder analizar o comportamento hidráulico do río en Iber.

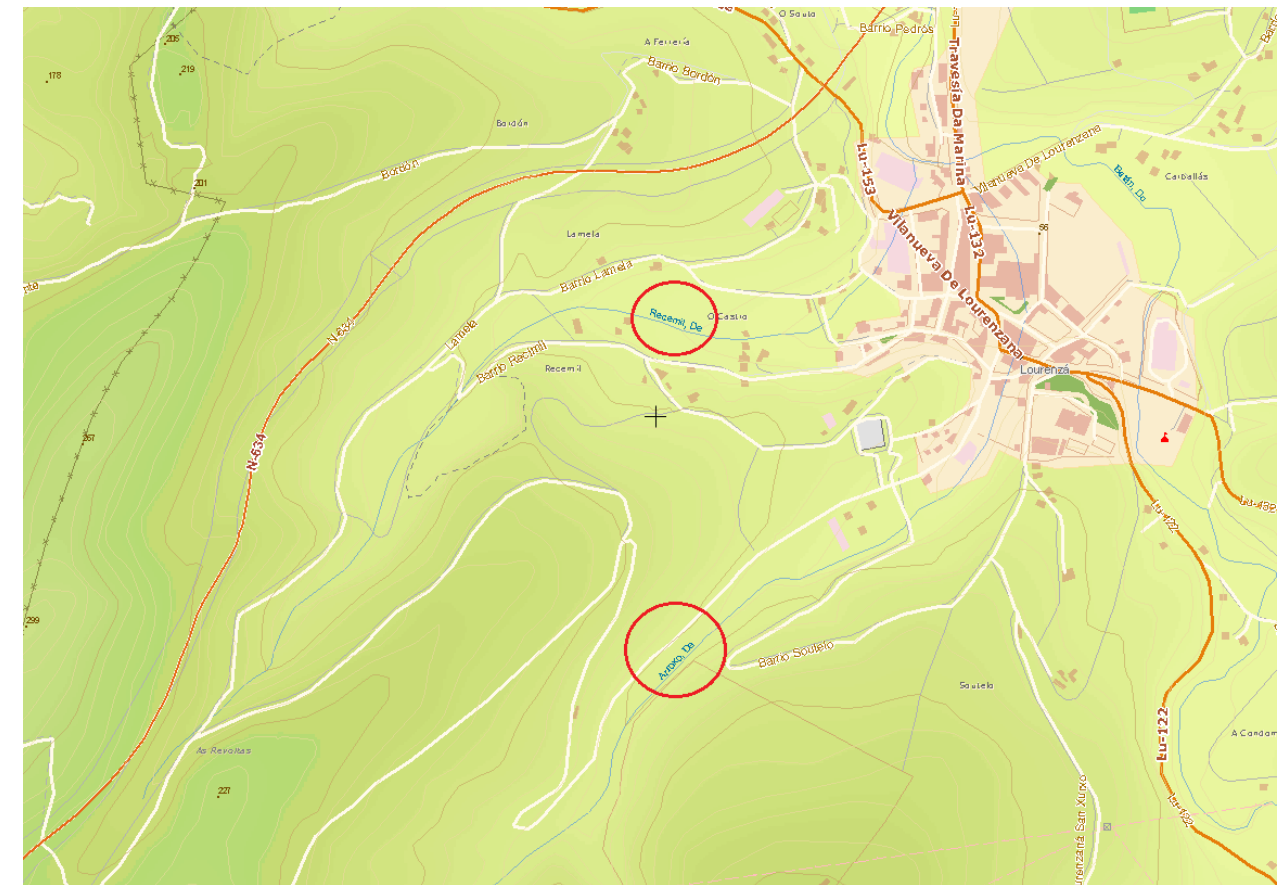
Procedeuse ao cálculo do caudal máximo de avenida para distintos períodos de retorno así como do hidrograma que se xera no punto baixo da cunca que estamos a analizar, a cal segundo datos do visor de Augas de Galicia, se divide en 3 subcuncas. Para obter estes resultados, empregouse o programa HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System), que permite a simulación hidrolóxica tipo evento, líneal e semidistribuido desenvolvido polo US Army Corps of Engineers para obter os hidrogramas de saída en unha cunca ou varias subcuncas a partir de unhas condicións extremas de choiva, de unha maneira máis exacta que outros métodos máis tradicionais como, por exemplo, o racional.



Mediante o visor de Augas de Galicia, obtívose a área aproximada de cada unha destas tres subcuncas, así como a súa lonxitude e pendente, datos que se precisaron para a simulación en HEC-HMS e que se recollen na táboa seguinte:

SUBCUENCA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	Lonx. cauce principal (km)	Pendente (m/m)
S1	27	4.8	0.001
S2	36	8.9	0.002
S3	19	5.7	0.001

Debido a que o río Batán ten dous afluentes que se incorporan a el no núcleo urbano de Lourenzá, ademais de realizar o cálculo do hidrograma do río que ocupa este anteproxecto, tamén foi necesario calcular os correspondentes a estes dous afluentes, Arroxo e Recemil, que aparecen na imaxe seguinte:



## 2. SIMULACIÓN EN HEC-HMS

### 2.1. DATOS DE PARTIDA.



Ademais da táboa anterior, HEC-HMS precisou da introdución de unha serie de datos que se irán expoñendo a continuación, así como a forma de obtelos.

Precisouse calcular o tempo de concentración, mediante a introdución da lonxitude e a pendente do cauce, escolleuse para elo a formulación de Témez:

$$T_c(h) = 0.3 \left( \frac{L(km)}{j(m/m)^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Así como o tempo de retardo, Tlag, do hidrograma unitario:

$$T_{lag} = 0.35 * T_c$$

Na táboa que se recolle a continuación, aparecen os datos obtidos:

Subcuenca	Tc	Tlag
S1	3.67h (220min)	1.28h (77min)
S2	5.16h(309.6min)	1.81h (108.36min)
S3	4.18h(250.8min)	1.46h (87.78min)

Para a determinación das precipitacións máximas, adoptáronse os valores resultantes do estudio de precipitacións da publicación “Máximas luvias diarias en la España Peninsular”, da Dirección Xeral de Carreteras (Ministerio de Fomento)

De dita publicación obtivéronse os valores do Coeficiente de variación, Cv, para a zona sobre a que se está a traballar, valor que en este caso resulta 0.36



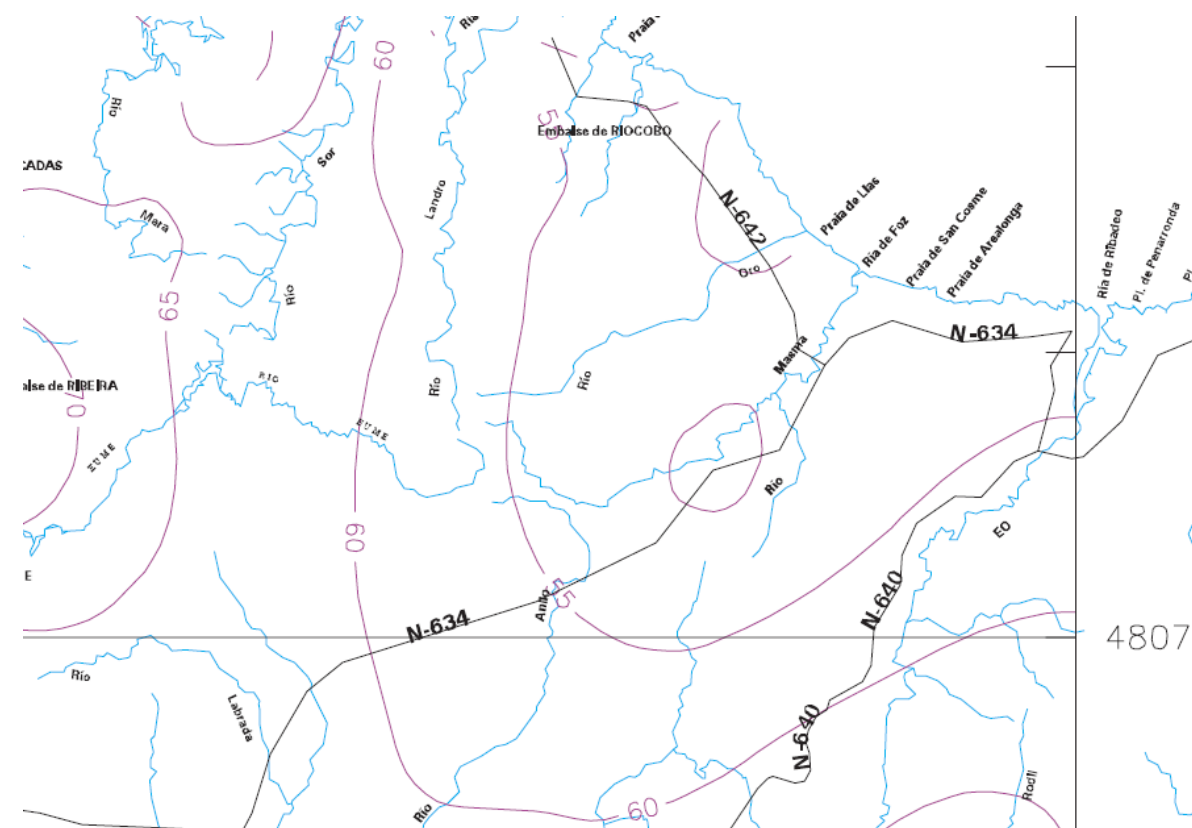
Coñecido Cv e cada período de retorno cos que se vai traballar, obtívose o valor de Kt (cuantiles Yt da lei SQRT-ET max, tamén denominados Factores de amplificación Kt, a partir do “Mapa para el Cálculo de las Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular” 1997)





C <sub>v</sub>	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
<b>0.36</b>	<b>0.919</b>	<b>1.225</b>	<b>1.446</b>	<b>1.747</b>	<b>1.991</b>	<b>2.251</b>	<b>2.525</b>	<b>2.892</b>
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

Tabla 7.1 - Cuantiles  $Y_t$  de la Ley SQRT-ET max, también denominados Factores de Amplificación  $K_t$ , en el "Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular" (1997).



Cos valores do cuantil rexional  $Y_t$  e o valor medio  $P$ , obtívose o cuantil local como produto de ambos:

$$P = K_t * P$$

Sendo  $P$  a precipitación máxima diaria para un período de retorno. Na táboa seguinte amósanse os resultados obtidos.

T	2	5	10	25	50	100	200	500
<b>K<sub>t</sub></b>	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
<b>P</b>	47.788	63.700	75.192	90.844	103.532	117.052	117.104	150.384

Para a obtención da choiva de deseño, vaise usar a IDF sintética da "Instrucción de carreteras 5.2", mediante a fórmula que se mostra a continuación:

$$I_t = I_d * \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{\frac{(28^{0.1} - t^{0.1})}{(28^{0.1} - 1)}}$$

No anexo da publicación "Máximas luvias diarias en la España Peninsular", encóntrase o mapa de isobaras que da o valor de  $P$  (valor medio da máxima precipitación). Na folla 1.1, obsérvase que para a zona de Vilanova de Lourenzá debe tomarse o valor de 52mm, aproximadamente.





Donde:

$I_t(\text{mm/h})$  = intensidade media de precipitación, correspondente á duración de  $t$  (horas)

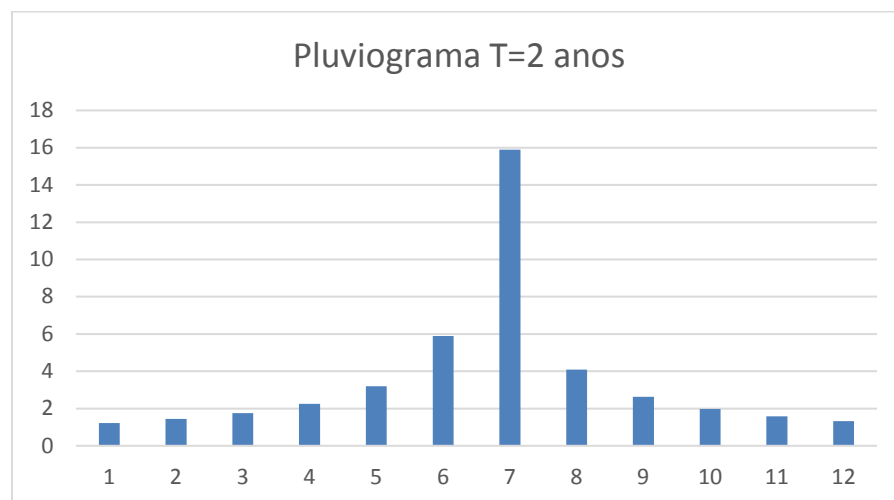
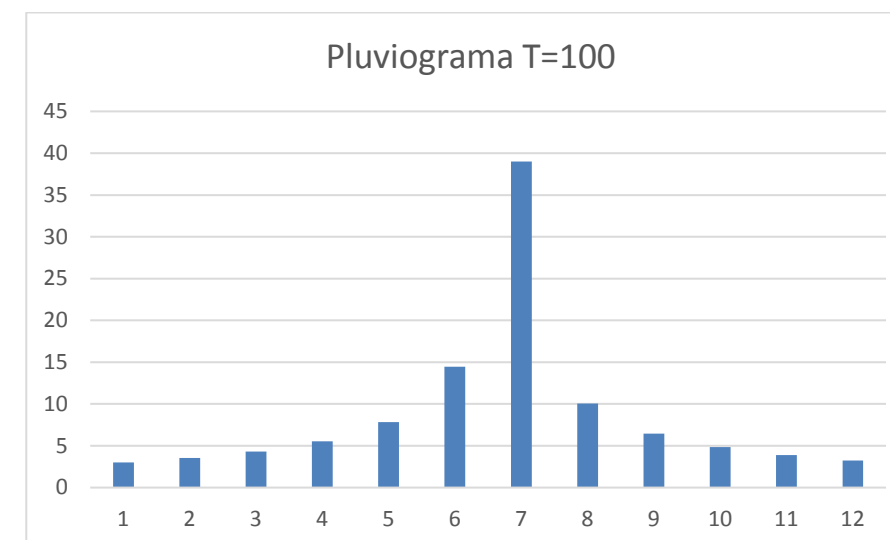
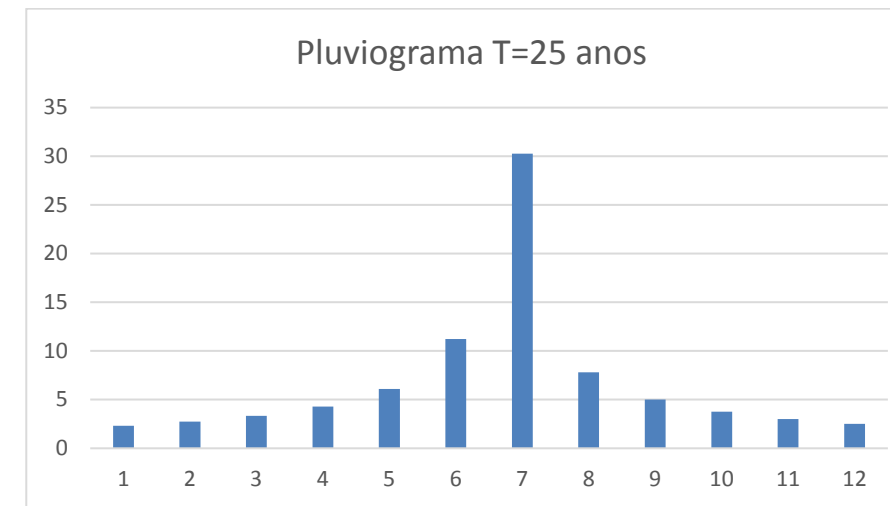
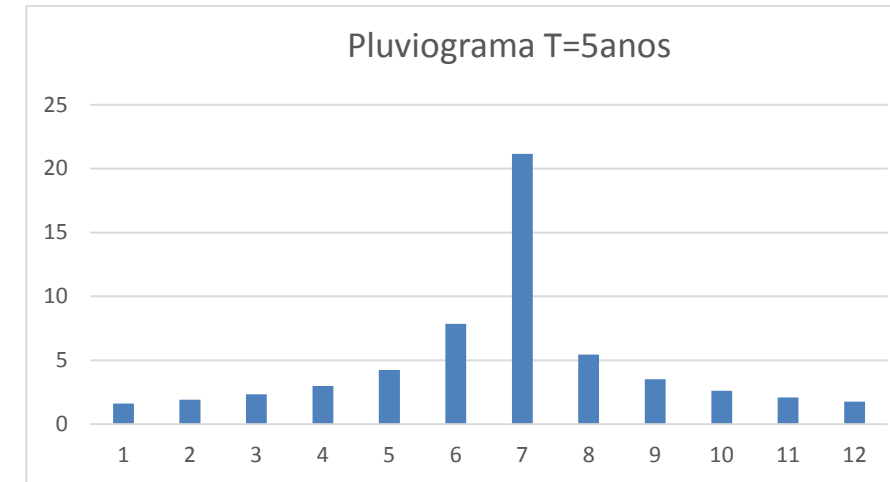
$I_d(\text{mm/h})$  = intensidade media diaria de precipitación correspondente a un periodo de retorno

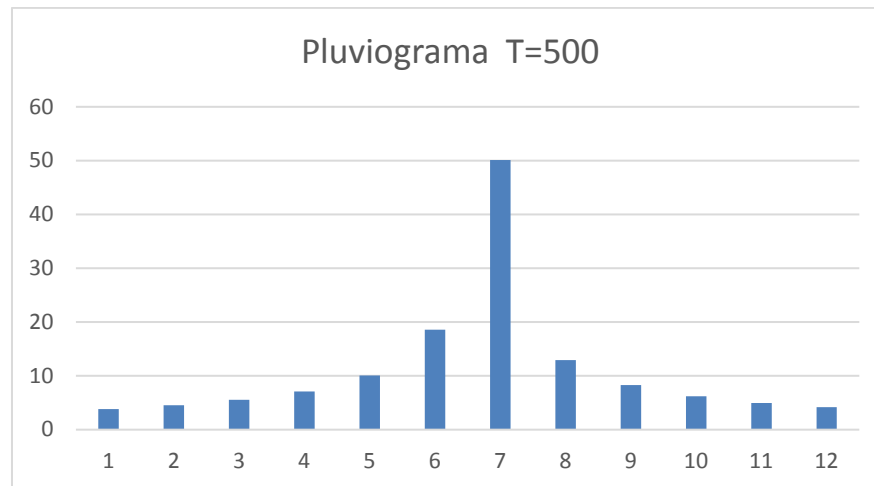
Sendo  $I_d = P_d/24$  con  $P_d$  (mm) = precipitación máxima diaria correspondente un determinado período de retorno

$\frac{I_1}{I_d}$  = cociente entre a intensidade horaria e a intensidade diaria correspondente á ubicación da estación pluviométrica. Que para o caso da localización de Lourenzá é 8.

O habitual é que o hidrograma para estes estudos teña unha duración de aproximadamente o dobre do tempo de concentración da cunca, é por este motivo polo que se escolleu unha duración de 12 horas, empregando bloques de 1 hora. En HEC-HMS introduciránse os valores da precipitación en bloque.

No apéndice nº 1 deste anexo encóntranse as táboas cos resultados obtidos das IDF para distintos períodos de retorno, a partir das cales se obtivo a precipitación acumulada, a precipitación en bloque, e posteriormente se lle aplicou o criterio dos bloques alternados para a obtención do pluviograma que se necesita introducir en Iber. A continuación móstranse as gráficas correspondentes aos pluviogramas obtidos para os distintos períodos de retorno.



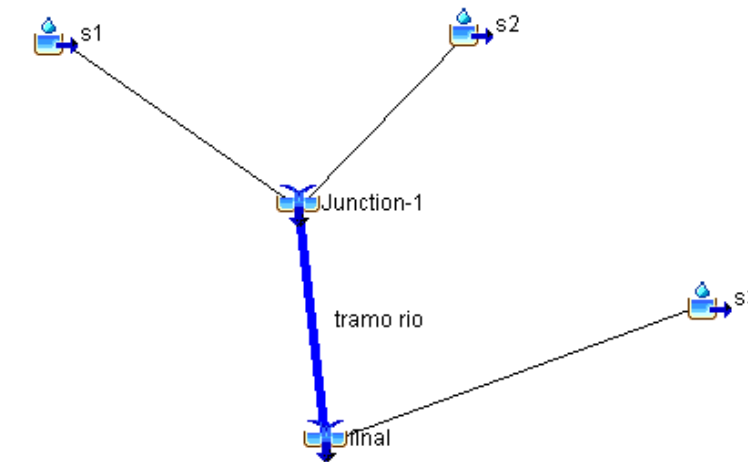


## 2.2. SIMULACIÓN EN HEC-HMS E OBTENCIÓN DOS HIDROGRAMAS

Debido a que para a simulación en Iber se necesitan os hidrogramas correspondentes tanto ao río Batán como aos seus afluentes Recemil e Arroxo, procedeuse ao seu cálculo mediante o programa HEC-HMS.

### 2.2.1. HIDROGRAMA CORRESPONDENTE AO RÍO BATÁN

No escritorio de HEC-HMS creáronse as tres subcuncas (S1, S2, S3), de maneira que dúas delas confluían nun mesmo punto, xa que segundo a distribución destas amosada anteriormente, así é. Así, obtívose no punto “final” o hidrograma buscado que se precisou para a simulación en Iber. Móstrase a continuación o esquema introducido en HEC-HMS.



As perdas calculáronse mediante o método do número de curva do SCS, para a transformación da choiva o método do Hidrograma Unitario do SCS, e para a propagación no tramo de río, escolleuse o método de Muskingum; entre a variedade de opcións que nos ofrece o programa..

Para que o programa puidese traballar cos métodos elegidos, necesitouse ademais calcular o número de curva de cada subcunca, cuxos cálculos aparecen detallados no apéndice 2 deste anexo. Debido ás condicións meteorolóxicas da zona, a humidade da cunca non ten por que ser normal, por tanto realizouse o cálculo tamén para o caso de cunca húmida, cuxa fórmula de obtención aparece a continuación:

$$CN(III) = \frac{23 * CN}{10 + 0.13 * CN}$$

Sendo CN o número de curva en condicións normais e CN(III) o número de curva en condicións húmidas.

	S1	S2	S3
Número de curva normal	69.26	71.3	75.85
Número de curva húmido	83.82	85.11	87.84

Unha vez introducidos todos os datos que HEC-HMS precisou, e de correr o programa, obtivéronse os correspondentes hidrogramas para cada período de retorno.

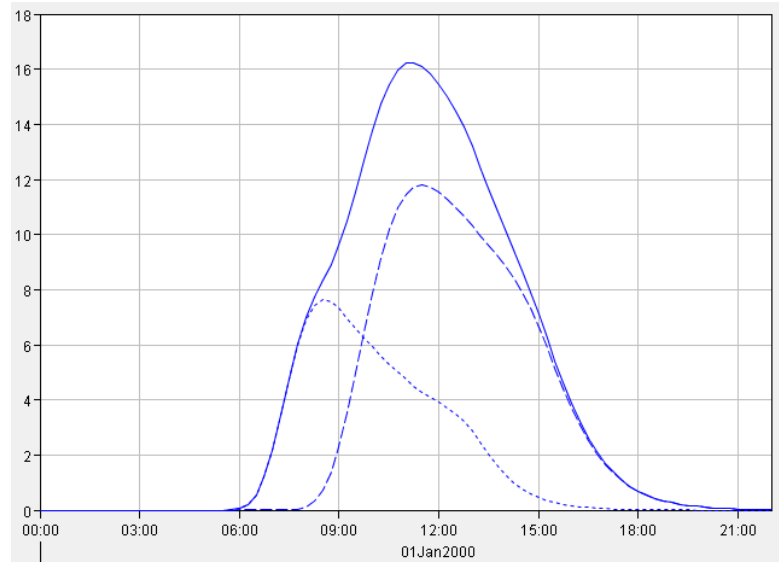




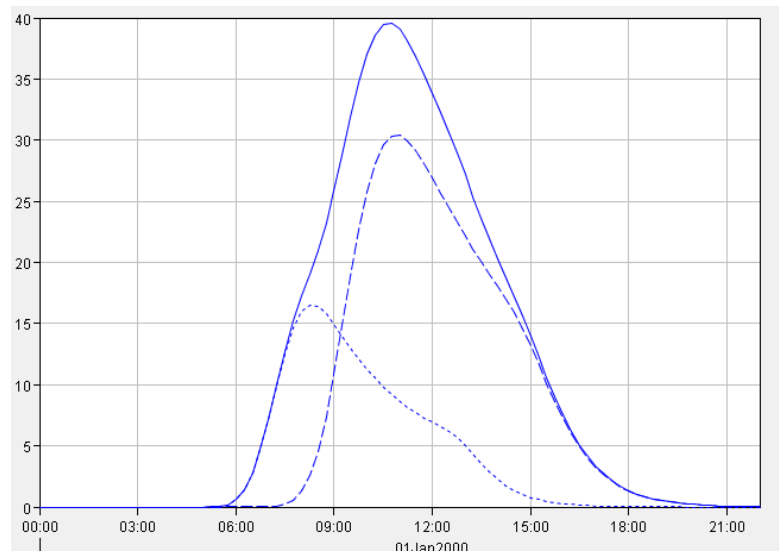
A continuación móstranse as gráficas dos hidrogramas obtidos, caudais (m³/s) respecto ao tempo, e no apéndice 2 deste anexo recóllense unhas táboas nas que aparecen os resultados numéricos dos mesmos, datos que se terán que introducir en Iber.

Número de curva normal.

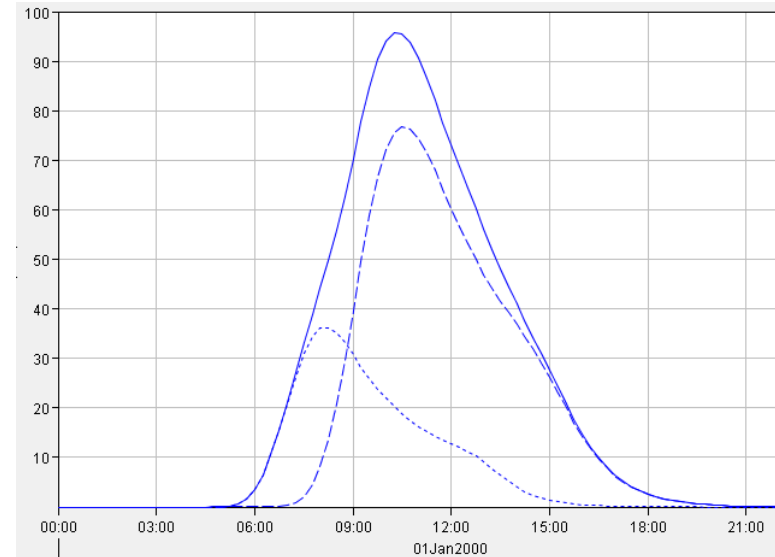
T=2 anos. Qp = 16.2 m³/s



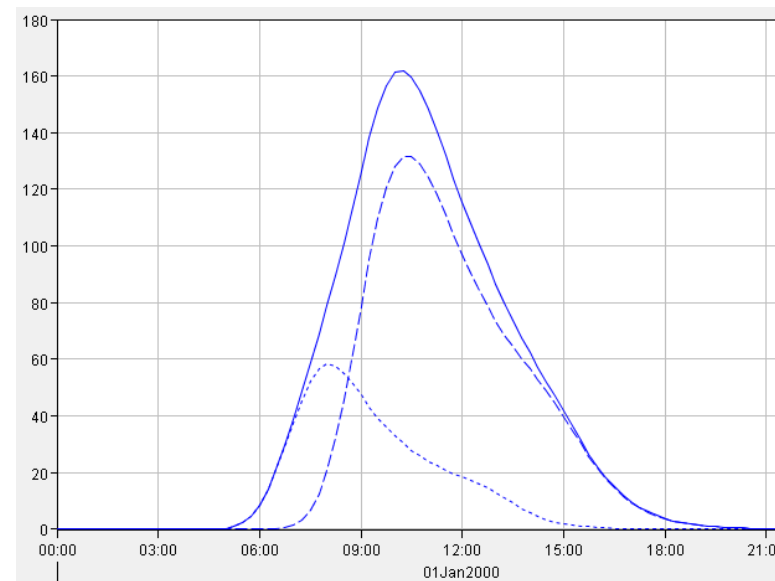
T=5 anos. Qp= 39.5 m³/s



T=25 anos. Qp = 95.8 m³/s

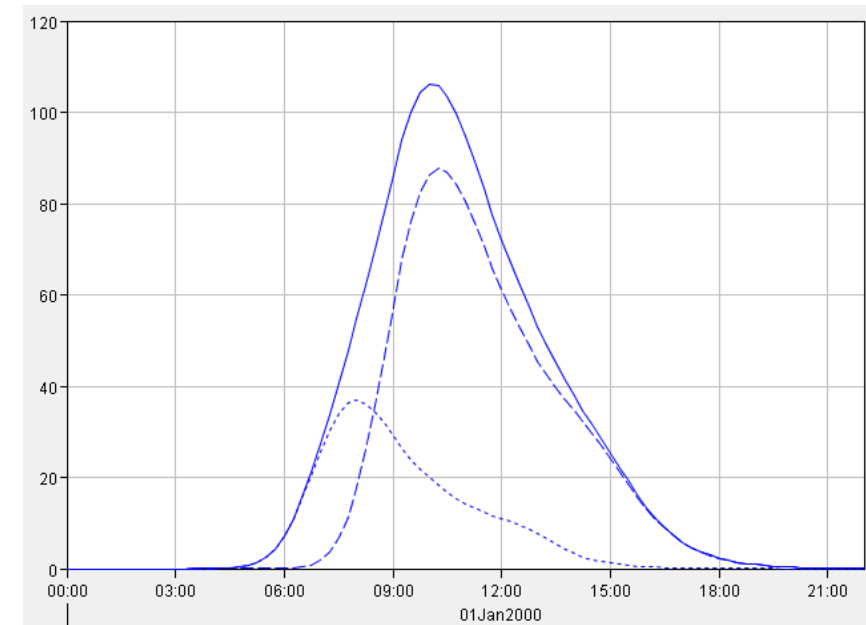
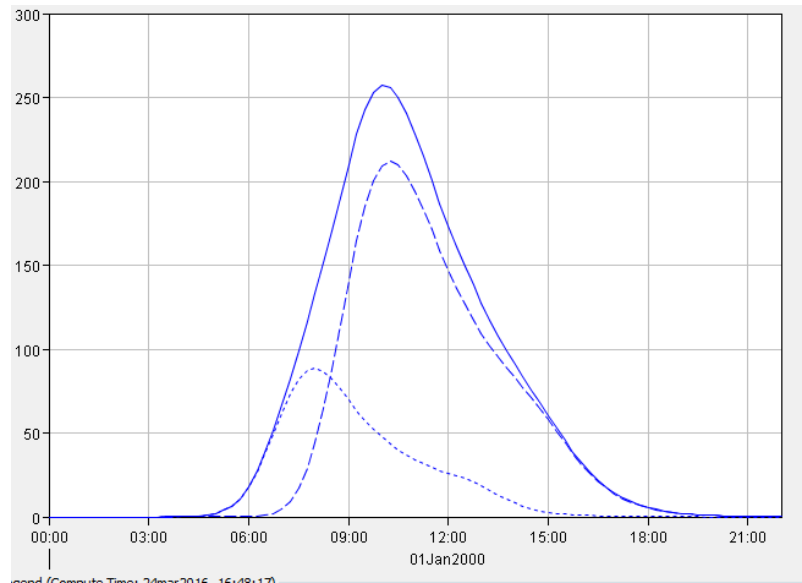


T=100 anos. Qp = 162 m³/s:



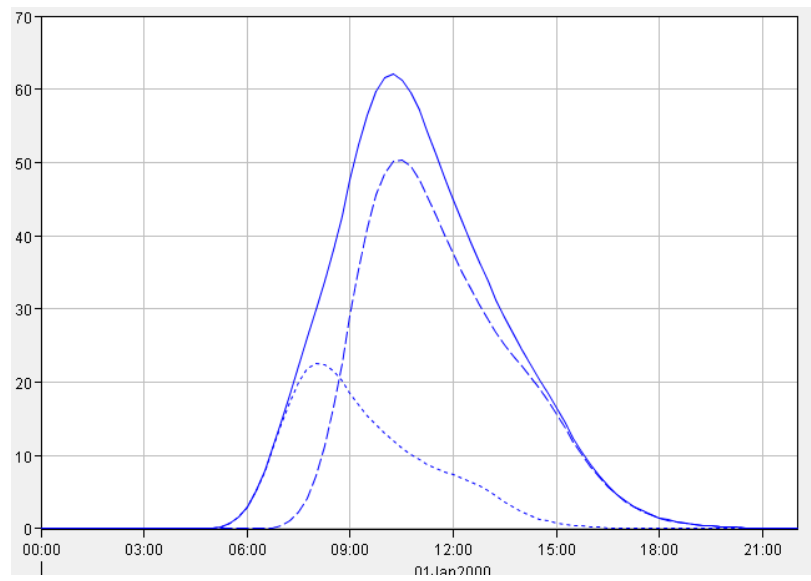
T=500 anos. Qp = 257,1 m³/s:





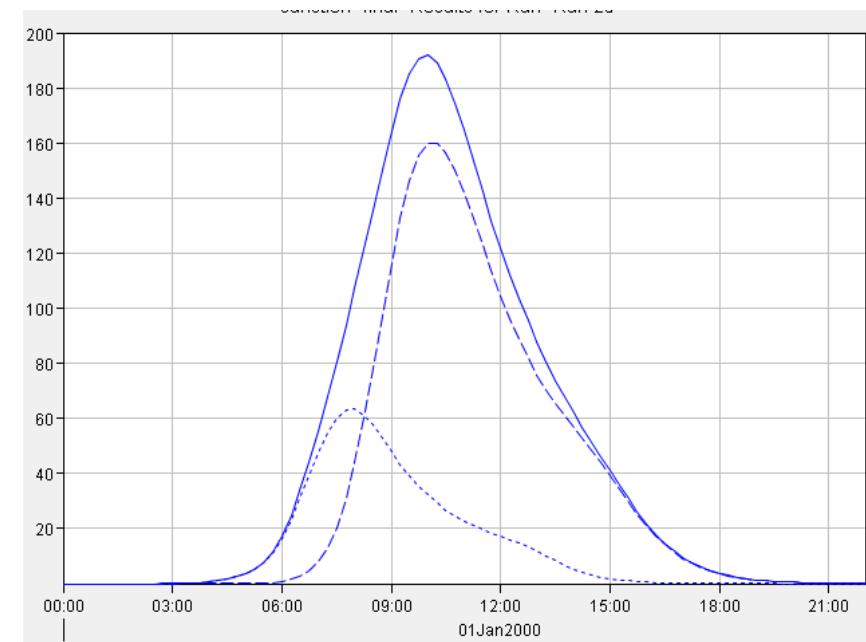
Número de curva húmido:

T=2 anos. Qp =62 m³/s:



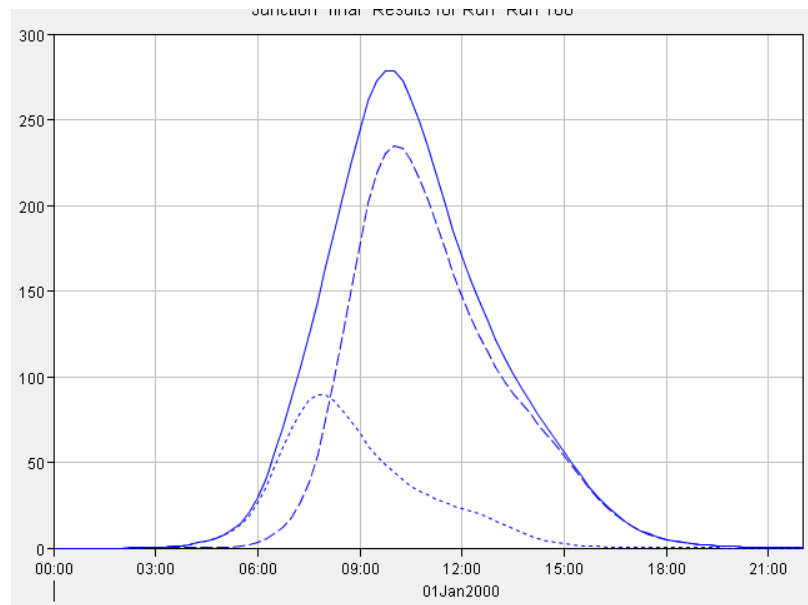
T=5 anos. Qp= 106,2 m³/s:

T=25 anos. Qp= 192 m³/s:

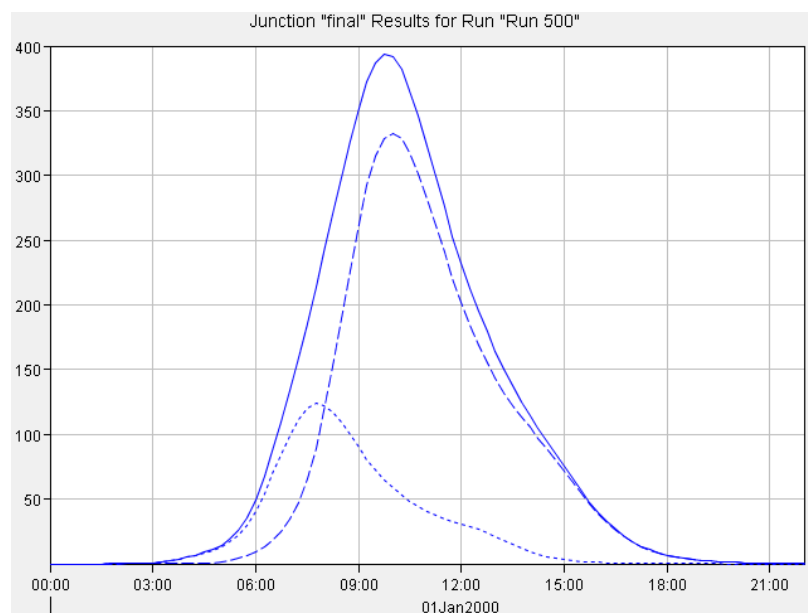


T=100 anos. Qp= 278.5 m³/s:





T=500 anos. Qp= 393.4 m³/s:



### 2.2.2. HIDROGRAMAS CORRESPONDENTES AOS AFLUENTES RECEMIL E BATÁN.

Para o seu cálculo procedeu de igual forma que no caso do río Batán, a excepción de que en este caso, para obter o hidrograma ao final da subcuenca pertencente a cada un dos afluentes, so se necesitou crear no escritorio de HEC-HMS unha soa subcuenca. Precísáronse os datos da superficie da subcuenca de cada afluente, que se estimou a partir de un mapa de curvas de nivel, obténdose os seguintes datos:

SUBCUENCA	ÁREA (km²)	Lonx. cauce principal (km)	Pendente (m/m)
S. Recemil	1.10	2.1	0.001
S Arroxo	1.50	2.21	0.001

Precísase calcular o tempo de concentración, mediante a introdución da lonxitude e a pendente do cauce, escóllese para elo a formulación de Témez:

$$T_c(h) = 0.3 \left( \frac{L(km)}{j(m/m)^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Así como o tempo de retardo, Tlag, do hidrograma unitario:

$$Tlag = 0.35 * T_c$$

SUBCUENCA	Tc (min)	Tlag(min)
S. Recemil	120	42
S. Arroxo	120	42

Debido a que as diferenzas son moi pequenas, optouse por aproximar ambos tempos e igualalos para os dous, de maneira que se simplifica o traballo á hora de introducir os datos en HEC-HMS.

En canto aos datos pluviométricos, empregáronse os mesmos que os usados para o cálculo do hidrograma no río Batán (mesmos pluviogramas de bloques alternados ponderados).

Para o cálculo do número de curva, cuxa obtención ven detallada no apéndice deste anexo, realizouse o mesmo procedemento que no caso anterior. Debido á reducida superficie da subcuenca, e dado que ambos afluentes se encontran moi próximos, supúxose que o número de curva era o mesmo para ambos, obténdose un valor de 73 para o número de curva normal CN e de 87 para o número de curva húmido CN(III)

Se se realiza unha comparativa dos caudais obtidos para estes dous afluentes cos obtidos para o río Batán, son practicamente anecdóticos, por tanto figuran a continuación soamente os caudais punta de cada hidrograma, vindo detallados no apéndice correspondente deste anexo a totalidade dos datos, que serán os que se introduzcan na simulación en Iber:

Para o río Recemil, obtivéronse os seguintes datos:





Período (anos)	Caudal punta (m <sup>3</sup> /s) - CN	Caudal punta (m <sup>3</sup> /s) – CN(III)
2	0.4	1.5
5	1	2.5
25	2.3	4.3
100	3.9	6.1
500	6	8.5

Para o río Arroxo, obtivéronse os seguintes datos:

Período (anos)	Caudal punta (m <sup>3</sup> /s) - CN	Caudal punta (m <sup>3</sup> /s) – CN(III)
2	0.5	2
5	1.4	3.4
25	3.2	5.9
100	5.3	8.4
500	8.2	11.5



**APÉNDICE N° 1:  
RESULTADOS IDF**



## 1. RESULTADOS DAS IDF E DOS PLUVIOGRAMAS ORDENADOS MEDIANTE O MÉTODO DOS BLOQUES ALTERNADOS.

Para a obtención da choiva de deseño, vaise usar a IDF sintética da “Instrucción de carreteras 5.2”, mediante a fórmula que se mostra a continuación:

$$I_t = I_d * \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{(28^{0.1} - t^{0.1})}{(28^{0.1} - 1)}}$$

Donde:

$I_t$ (mm/h) = intensidade media de precipitación, correspondente á duración de  $t$  (horas)

$I_d$ (mm/h) = intensidade media diaria de precipitación correspondente a un periodo de retorno

Sendo  $I_d = Pd/24$  con  $Pd$  (mm) = precipitación máxima diaria correspondente a un determinado período de retorno

$\frac{I_1}{I_d}$  = cociente entre a intensidade horaria e a intensidade diaria correspondente á ubicación da estación pluviométrica. Que para o caso da localización de Lourenzá é 8.

Os datos obtidos a partir de esta fórmula e a partir dos datos previamente calculados ( $I_d$ ), permiten que obteñamos a intensidade de choiva (en mm/h) datos que se disporán na segunda columna das táboas que aparecen a continuación.

Escolleuse que a análise se efectúe cada hora e para un tempo total de 12, xa que o habitual para este tipo de análise é que o hidrograma teña unha duración de aproximadamente o dobre do tempo de concentración da cunca.

Para un período de retorno de **T= 2 anos.**

Tempo (horas)	$I_t$ (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación en bloque (mm)	Bloques alternados promediados (mm)
1	15.8984965	15.8984965	15.8984965	1.21851749

2	10.8985013	21.7970026	5.89850609	1.43750737
3	8.63049639	25.8914892	4.09448661	1.75303701
4	7.27122237	29.0848895	3.19340029	2.25314214
5	6.3442985	31.7214925	2.63660306	3.19340029
6	5.66243911	33.9746347	2.25314214	10.899
7	5.13505538	35.9453877	1.97075302	10.899
8	4.71230309	37.6984247	1.75303701	4.09448661
9	4.36421023	39.277892	1.57946736	2.63660306
10	4.07153994	40.7153994	1.43750737	1.97075302
11	3.82131178	42.0344296	1.31903015	1.57946736
12	3.60441226	43.2529471	1.21851749	1.31903015

Para un período de retorno de **T= 5 anos**

Tempo (horas)	$I_t$ (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación en bloque (mm)	Bloques alternados promediados (mm)
1	21.1713647	21.1713647	21.1713647	1.62264892
2	14.5130796	29.0261592	7.85479455	1.91426861
3	11.4928721	34.4786162	5.45245704	2.33444627
4	9.68278355	38.7311342	4.25251798	3.00041541
5	8.44843771	42.2421885	3.51105432	4.25251798
6	7.54043399	45.2426039	3.00041541	14.51
7	6.83813908	47.8669735	2.6243696	14.51
8	6.27517748	50.2014198	2.33444627	5.45245704
9	5.81163674	52.3047306	2.1033108	3.51105432
10	5.42189992	54.2189992	1.91426861	2.6243696
11	5.08868151	55.9754967	1.75649744	2.1033108
12	4.79984547	57.5981456	1.62264892	1.75649744

Para un período de retorno de **T = 25 anos**

Tempo (horas)	$I_t$ (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación en bloque (mm)	Bloques alternados promediados (mm)





1	30.279046	30.279046	30.279046	2.32069412
2	20.7564421	41.5128843	11.2338382	2.7377653
3	16.4369755	49.3109266	7.79804233	3.33869862
4	13.8482074	55.3928297	6.08190307	4.29116015
5	12.08286	60.4142998	5.02147014	6.08190307
6	10.7842433	64.70546	4.29116015	20.76
7	9.7798291	68.4588037	3.75334369	20.76
8	8.97468779	71.7975023	3.33869862	7.79804233
9	8.31173707	74.8056336	3.0081313	5.02147014
10	7.75433989	77.5433989	2.7377653	3.75334369
11	7.27777469	80.0555216	2.51212275	3.0081313
12	6.86468465	82.3762158	2.32069412	2.51212275

Tempo (horas)	It (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación en bloque (mm)	Bloques alternados promediados (mm)
1	50.09224769	50.09224769	50.0922477	3.83924858
2	34.33849399	68.67698799	18.5847403	4.52923177
3	27.19256903	81.5777071	12.9007191	5.52338796
4	22.90983128	91.63932511	10.061618	7.09909607
5	19.98932243	99.94661213	8.30728702	10.061618
6	17.84095137	107.0457082	7.09909607	34.34
7	16.1792951	113.2550657	6.20935751	34.34
8	14.84730671	118.7784537	5.52338796	12.9007191
9	13.75055182	123.7549664	4.97651273	8.30728702
10	12.82841982	128.2841982	4.52923177	6.20935751
11	12.04001249	132.4401374	4.15593922	4.97651273
12	11.3566155	136.279386	3.83924858	4.15593922

Para un período de retorno de **T = 100 anos**

Tempo (horas)	It (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación en bloque (mm)	Bloques alternados promediados (mm)
1	38.98726774	38.98726774	38.9872677	2.9881233
2	26.725973	53.45194599	14.4646783	3.52514371
3	21.16423236	63.49269707	10.0407511	4.29890482
4	17.83093726	71.32374905	7.83105197	5.52529328
5	15.55787774	77.7893887	6.46536966	7.83105197
6	13.88578033	83.31468198	5.52529328	26.73
7	12.59249762	88.14748336	4.83280138	26.73
8	11.55579852	92.44638818	4.29890482	10.0407511
9	10.70218387	96.31965487	3.87326669	6.46563966
10	9.984479857	99.8447985	3.52514371	4.83280138
11	9.370855016	103.0794052	3.2346066	3.87326669
12	8.838960706	106.0675285	2.9881233	3.2346066

Para un período de retorno de **T = 500 anos**





APÉNDICE N° 2:  
CÁLCULO DOS NÚMEROS  
DE CURVA



## 1. INTRODUCCIÓN

O número de curva é un indicador que fala sobre a escorrentía e a infiltración. A maior número de curva, téñense escorrentías elevadas e infiltracións baixas

Para a obtención do número de curva analizouse o tipo de terreo de cada subcuenca, e a partir dos datos da táboa que se recolle a continuación, establécese o número de curva de cada subcuenca.

102

INGENIERÍA HIDROLÓGICA

Tabla 4.5: CN en función del uso del suelo y del grupo hidrológico del suelo (SCS, 1972).

Uso del Suelo		Grupo Hidrológico del Suelo			
		A	B	C	D
Tierras cultivadas	con tratamiento de conservación	72	81	88	91
	sin tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales	Condición pobre	68	79	86	89
	Condición buena	39	61	74	80
Praderas		30	58	71	78
Bosques	Cubierta pobre	45	66	77	83
	Cubierta buena	25	55	70	77
Espacios abiertos: con césped, parques, campos de golf, cementeros, etc.	Buena condición: cubierta de pastos sobre más del 75% del área	39	61	74	80
	Condición aceptable: cubierta de pastos sobre el 50 a 75% del área	49	69	79	84
Áreas comerciales y de tiendas (85% impermeable)		89	92	94	95
Zonas industriales (75% impermeable)		81	88	91	93
Zonas Residenciales	Tamaño medio de la parcela (m <sup>2</sup> )	% medio imp.			
	500	65	77	85	90
	1000	38	61	75	83
	1350	30	57	72	81
	2000	25	54	70	80
Tejados, parkings, superficies impermeables en general	4000	20	51	68	79
		98	98	98	98
	Pavimentadas, con bordillos y bocas de tormenta	98	98	98	98
	Calles y carreteras				
	De grava	76	85	89	91
	De tierra	72	82	87	89

Realízase unha interpolación do número de curva entre os grupos hidrolóxicos B e C.

## 2. OBTENCIÓN DOS DISTINTOS NÚMEROS DE CURVA

### 2.1. SUBCUENCA 1

Establecéronse as seguintes distincións de terreos e obtivéronse os resultados seguintes despois de interpolar entre os grupos hidrolóxicos B e C:

- Pradeiras. 40% : 64.5
- Rúas e carreteras pavimentadas, con bordillos e bocas de tormenta. 8%: 98
- Zonas industriais. 2%. 89.5
- Bosque, cuberta boa. 25%: 62.5
- Pastizal. 8.33%. 67.5
- Bosque, cuberta pobre. 8.33%. 71.5
- Terras cultivadas sen tratamento. 8.33%. 79.5

Tras realizar as ponderacións correspondentes, obtívose que o número de curva é 69.26

### 2.2. SUBCUENCA 2

Establecéronse as seguintes distincións de terreos e obtivéronse os resultados seguintes despois de interpolar entre os grupos hidrolóxicos B e C:

- Pastizal. 13.33%. 67.5
- Bosque, cuberta pobre. 13.33%. 71.5
- Terras cultivadas sen tratamento. 23.33%. 79.5
- Bosque, cuberta boa. 30%: 62.5
- Pradeiras. 10%: 64.5
- Rúas e carreteras pavimentadas, con bordillos e bocas de tormenta. 5%: 98
- Pastizal. Condición pobre. 5%: 82.5

Tras realizar as ponderacións correspondentes, obtívose que o número de curva é 71.3

### 2.3. SUBCUENCA 3

Establecéronse as seguintes distincións de terreos e obtivéronse os resultados seguintes despois de interpolar entre os grupos hidrolóxicos B e C:

- Rúas e carreteras pavimentadas, con bordillos e bocas de tormenta. 20%: 98
- Pradeiras. 30%: 64.5
- Bosque, cuberta pobre. 31.66%: 71.5
- Pastizal. 6.66%. 67.5







- Terras cultivadas sen tratamento. 6.66%. 79.5
- Zonas industriais. 5%. 89.5

Tras realizar as ponderacións correspondentes, obtívose que o número de curva é 75.85

#### 2.4. SUBCUENCA RECEMIL E ARROXO

Establecéronse as seguintes distincións de terreos e obtivéronse os resultados seguintes despois de interpolar entre os grupos hidrolóxicos B e C. Ao ser subcuencas moi pequenas e estar ambos afluentes moi próximos, estableceuse o mesmo número de curva para ambos:

- Rúas e carreteras pavimentadas, con bordillos e bocas de tormenta. 15%: 98
- Zona industrial. 5%. 89.5
- Pradeiras. 50%. 64.5
- Bosque, cuberta pobre. 30%. 71.5

Tras realizar as ponderacións correspondentes, obtívose que o número de curva é 72.88



## APÉNDICE N° 3: HIDROGRAMAS



Tempo (s) (T = 2 anos)	Caudal (m³/s)	Tempo (s) (T = 5 anos)	Caudal (m³/s)	Tempo (s) (T = 25 anos)	Caudal (m³/s)				
0	0	0	0,0	0	0,0	39600	16.2	39600	39,1
900	0	900	0,0	900	0,0	40500	16.2	40500	38,1
1800	0	1800	0,0	1800	0,0	41400	16.1	41400	36,8
2700	0	2700	0,0	2700	0,0	42300	15.8	42300	35,4
3600	0	3600	0,0	3600	0,0	43200	15.5	43200	33,8
4500	0	4500	0,0	4500	0,0	44100	15	44100	32,2
5400	0	5400	0,0	5400	0,0	45000	14.5	45000	30,6
6300	0	6300	0,0	6300	0,0	45900	13.9	45900	28,9
7200	0	7200	0,0	7200	0,0	46800	13.2	46800	27,2
8100	0	8100	0,0	8100	0,0	47700	12.4	47700	25,4
9000	0	9000	0,0	9000	0,0	48600	11.7	48600	23,6
9900	0	9900	0,0	9900	0,0	49500	10.9	49500	21,9
10800	0	10800	0,0	10800	0,0	50400	10.2	50400	20,3
11700	0	11700	0,0	11700	0,0	51300	9.4	51300	18,7
12600	0	12600	0,0	12600	0,0	52200	8.7	52200	17,2
13500	0	13500	0,0	13500	0,0	53100	7.9	53100	15,6
14400	0	14400	0,0	14400	0,0	54000	7.1	54000	13,9
15300	0	15300	0,0	15300	0,0	54900	6.3	54900	12,2
16200	0	16200	0,0	16200	0,0	55800	5.4	55800	10,6
17100	0	17100	0,0	17100	0,0	56700	4.6	56700	9,0
18000	0	18000	0,0	18000	0,0	57600	3.9	57600	7,5
18900	0	18900	0,0	18900	0,1	58500	3.2	58500	6,2
19800	0	19800	0,0	19800	0,6	59400	2.6	59400	5,1
20700	0	20700	0,2	20700	1,6	60300	2.1	60300	4,1
21600	0.1	21600	0,6	21600	3,5	61200	1.7	61200	3,3
22500	0.2	22500	1,4	22500	6,5	62100	1.4	62100	2,6
23400	0.6	23400	2,8	23400	10,5	63000	1.1	63000	2,1
24300	1.2	24300	4,7	24300	15,4	63900	0.9	63900	1,7
25200	2.2	25200	7,2	25200	21,1	64800	0.7	64800	1,3
26100	3.4	26100	10,0	26100	27,1	65700	0.5	65700	1,1
27000	4.8	27000	12,7	27000	33,2	66600	0.4	66600	0,8
27900	6	27900	15,2	27900	38,9	67500	0.3	67500	0,7
28800	7	28800	17,3	28800	44,3	68400	0.3	68400	0,5
29700	7.7	29700	19,1	29700	49,7	69300	0.2	69300	0,4
30600	8.3	30600	21,0	30600	55,9	70200	0.2	70200	0,3
31500	8.9	31500	23,2	31500	62,8	71100	0.1	71100	0,3
32400	9.6	32400	25,8	32400	70,2	72000	0.1	72000	0,2
33300	10.5	33300	28,8	33300	77,7	72900	0.1	72900	0,2
34200	11.5	34200	31,8	34200	84,6	73800	0.1	73800	0,1
35100	12.7	35100	34,7	35100	90,3	74700	0.1	74700	0,1
36000	13.8	36000	37,0	36000	94,1	75600	0	75600	0,1
36900	14.7	36900	38,6	36900	95,8	76500	0	76500	0,1
37800	15.5	37800	39,4	37800	95,5	77400	0	77400	0,0
38700	16	38700	39,5	38700	93,7	78300	0	78300	0,0
						79200	0	79200	0,0



Tempo (s) (T = 100 anos)	Caudal (m³/s)	Tempo (s) (T = 500 anos)	Caudal (m³/s)
0	0	0	0
900	0	900	0
1800	0	1800	0
2700	0	2700	0
3600	0	3600	0
4500	0	4500	0
5400	0	5400	0
6300	0	6300	0
7200	0	7200	0
8100	0	8100	0
9000	0	9000	0
9900	0	9900	0
10800	0	10800	0
11700	0	11700	0
12600	0	12600	0
13500	0	13500	0
14400	0	14400	0.1
15300	0	15300	0.3
16200	0.1	16200	0.6
17100	0.2	17100	1.2
18000	0.4	18000	2.1
18900	1	18900	3.7
19800	2.3	19800	6.4
20700	4.7	20700	10.9
21600	8.7	21600	17.8
22500	14.3	22500	27.2
23400	21.4	23400	38.6
24300	29.6	24300	51.7
25200	38.9	25200	66.5
26100	48.8	26100	82.4
27000	58.9	27000	99.1
27900	69.1	27900	116.2
28800	79.1	28800	133.3
29700	89.6	29700	151.3
30600	101.1	30600	170.4
31500	113.5	31500	190.4
32400	126.3	32400	210.1
33300	138.3	33300	227.9
34200	148.9	34200	242.6
35100	156.8	35100	252.7
36000	161.2	36000	257.1
36900	162	36900	256
37800	159.7	37800	250
38700	154.9	38700	240.4

39600	148.2	39600	228.2
40500	140.3	40500	214.6
41400	132	41400	200.5
42300	123.6	42300	186.6
43200	115.5	43200	173.4
44100	107.8	44100	160.9
45000	100.4	45000	149.2
45900	93.3	45900	138.1
46800	86.5	46800	127.5
47700	79.9	47700	117.4
48600	73.6	48600	108
49500	67.8	49500	99.2
50400	62.4	50400	91.1
51300	57.1	51300	83.3
52200	52	52200	75.7
53100	46.9	53100	68.2
54000	41.7	54000	60.6
54900	36.5	54900	52.9
55800	31.4	55800	45.5
56700	26.6	56700	38.5
57600	22.2	57600	32.1
58500	18.3	58500	26.5
59400	14.9	59400	21.5
60300	12	60300	17.4
61200	9.7	61200	13.9
62100	7.7	62100	11.1
63000	6.1	63000	8.8
63900	4.9	63900	7
64800	3.9	64800	5.6
65700	3.1	65700	4.4
66600	2.4	66600	3.5
67500	1.9	67500	2.7
68400	1.5	68400	2.2
69300	1.2	69300	1.7
70200	0.9	70200	1.3
71100	0.7	71100	1
72000	0.6	72000	0.8
72900	0.4	72900	0.6
73800	0.3	73800	0.5
74700	0.3	74700	0.4
75600	0.2	75600	0.3
76500	0.2	76500	0.2
77400	0.1	77400	0.2
78300	0.1	78300	0.1
79200	0.1	79200	0.1

Mostráronse anteriormente os hidrogramas para o río Batán empregando o CN normal.







Tempo (s)	Caudal (m³/s)	Tempo (s)	Caudal (m³/s)	Tempo (s)	Caudal (m³/s)
T=2		T=5		T=25	
0	0,0	0	0,0	0	0,0
900	0,0	900	0,0	900	0,0
1800	0,0	1800	0,0	1800	0,0
2700	0,0	2700	0,0	2700	0,0
3600	0,0	3600	0,0	3600	0,0
4500	0,0	4500	0,0	4500	0,0
5400	0,0	5400	0,0	5400	0,0
6300	0,0	6300	0,0	6300	0,0
7200	0,0	7200	0,0	7200	0,0
8100	0,0	8100	0,0	8100	0,0
9000	0,0	9000	0,0	9000	0,0
9900	0,0	9900	0,0	9900	0,0
10800	0,0	10800	0,0	10800	0,0
11700	0,0	11700	0,0	11700	0,0
12600	0,0	12600	0,0	12600	0,1
13500	0,0	13500	0,0	13500	0,3
14400	0,0	14400	0,0	14400	0,6
15300	0,0	15300	0,1	15300	1,1
16200	0,0	16200	0,2	16200	1,7
17100	0,0	17100	0,4	17100	2,5
18000	0,1	18000	0,8	18000	3,6
18900	0,3	18900	1,4	18900	5,1
19800	0,7	19800	2,5	19800	7,5
20700	1,6	20700	4,3	20700	11,3
21600	3,1	21600	7,2	21600	17,1
22500	5,2	22500	11,0	22500	24,7
23400	7,9	23400	15,7	23400	33,7
24300	11,0	24300	21,1	24300	44,0
25200	14,6	25200	27,2	25200	55,4
26100	18,4	26100	33,8	26100	67,7
27000	22,3	27000	40,7	27000	80,6
27900	26,1	27900	47,7	27900	93,9
28800	29,8	28800	54,7	28800	107,3
29700	33,7	29700	62,1	29700	121,2
30600	38,0	30600	70,0	30600	135,7
31500	42,7	31500	78,2	31500	150,3
32400	47,6	32400	86,4	32400	164,1
33300	52,3	33300	93,9	33300	176,0
34200	56,5	34200	100,0	34200	185,2
35100	59,6	35100	104,3	35100	190,7
36000	61,5	36000	106,2	36000	192,0
36900	62,0	36900	105,9	36900	189,3
37800	61,3	37800	103,5	37800	183,2
38700	59,6	38700	99,6	38700	174,6

39600	57,2	39600	94,7	39600	164,5
40500	54,2	40500	89,1	40500	153,5
41400	51,1	41400	83,3	41400	142,5
42300	48,0	42300	77,5	42300	131,7
43200	44,9	43200	72,1	43200	121,7
44100	42,0	44100	66,9	44100	112,3
45000	39,1	45000	62,1	45000	103,6
45900	36,4	45900	57,5	45900	95,5
46800	33,8	46800	53,1	46800	87,8
47700	31,2	47700	48,9	47700	80,6
48600	28,8	48600	45,0	48600	73,9
49500	26,6	49500	41,3	49500	67,7
50400	24,5	50400	38,0	50400	62,0
51300	22,4	51300	34,7	51300	56,6
52200	20,4	52200	31,6	52200	51,4
53100	18,4	53100	28,4	53100	46,2
54000	16,4	54000	25,3	54000	41,0
54900	14,4	54900	22,1	54900	35,8
55800	12,4	55800	19,0	55800	30,7
56700	10,5	56700	16,1	56700	26,0
57600	8,7	57600	13,4	57600	21,7
58500	7,2	58500	11,0	58500	17,8
59400	5,9	59400	9,0	59400	14,5
60300	4,7	60300	7,3	60300	11,7
61200	3,8	61200	5,8	61200	9,4
62100	3,0	62100	4,6	62100	7,5
63000	2,4	63000	3,7	63000	5,9
63900	1,9	63900	2,9	63900	4,7
64800	1,5	64800	2,3	64800	3,7
65700	1,2	65700	1,8	65700	2,9
66600	1,0	66600	1,4	66600	2,3
67500	0,8	67500	1,1	67500	1,8
68400	0,6	68400	0,9	68400	1,4
69300	0,5	69300	0,7	69300	1,1
70200	0,4	70200	0,6	70200	0,9
71100	0,3	71100	0,4	71100	0,7
72000	0,2	72000	0,3	72000	0,5
72900	0,2	72900	0,3	72900	0,4
73800	0,1	73800	0,2	73800	0,3
74700	0,1	74700	0,2	74700	0,3
75600	0,1	75600	0,1	75600	0,2
76500	0,1	76500	0,1	76500	0,2
77400	0,0	77400	0,1	77400	0,1
78300	0,0	78300	0,1	78300	0,1
79200	0,0	79200		79200	0,1





Tempo (s)	Caudal (m³/s)	Tempo (s)	Caudal (m³/s)
T=100		T=500	
0	0,0	0	0,0
900	0,0	900	0,0
1800	0,0	1800	0,0
2700	0,0	2700	0,0
3600	0,0	3600	0,0
4500	0,0	4500	0,0
5400	0,0	5400	0,0
6300	0,0	6300	0,0
7200	0,0	7200	0,0
8100	0,0	8100	0,0
9000	0,0	9000	0,2
9900	0,1	9900	0,4
10800	0,2	10800	0,8
11700	0,4	11700	1,5
12600	0,8	12600	2,4
13500	1,3	13500	3,5
14400	2,1	14400	4,9
15300	3,1	15300	6,7
16200	4,3	16200	8,8
17100	5,8	17100	11,3
18000	7,6	18000	14,5
18900	10,2	18900	19,0
19800	14,3	19800	25,7
20700	20,6	20700	35,6
21600	29,8	21600	49,6
22500	41,6	22500	67,2
23400	55,4	23400	87,3
24300	70,8	24300	109,5
25200	87,6	25200	133,4
26100	105,7	26100	158,9
27000	124,7	27000	185,6
27900	144,2	27900	213,2
28800	164,0	28800	241,1
29700	184,3	29700	269,6
30600	205,2	30600	298,6
31500	225,8	31500	326,6
32400	244,8	32400	352,0
33300	260,7	33300	372,5
34200	272,3	34200	386,8
35100	278,4	35100	393,4
36000	278,5	36000	391,5
36900	272,9	36900	381,7
37800	262,7	37800	365,8
38700	249,2	38700	345,7

39600	233,6	39600	322,9
40500	217,1	40500	299,0
41400	200,6	41400	275,4
42300	184,9	42300	253,0
43200	170,1	43200	232,2
44100	156,5	44100	213,0
45000	143,9	45000	195,5
45900	132,3	45900	179,4
46800	121,4	46800	164,3
47700	111,2	47700	150,2
48600	101,8	48600	137,3
49500	93,1	49500	125,5
50400	85,2	50400	114,7
51300	77,6	51300	104,4
52200	70,3	52200	94,6
53100	63,2	53100	84,9
54000	56,0	54000	75,2
54900	48,9	54900	65,6
55800	41,9	55800	56,3
56700	35,5	56700	47,6
57600	29,5	57600	39,6
58500	24,3	58500	32,6
59400	19,8	59400	26,5
60300	15,9	60300	21,3
61200	12,8	61200	17,1
62100	10,2	62100	13,6
63000	8,1	63000	10,8
63900	6,4	63900	8,6
64800	5,1	64800	6,8
65700	4,0	65700	5,3
66600	3,2	66600	4,2
67500	2,5	67500	3,3
68400	2,0	68400	2,6
69300	1,5	69300	2,1
70200	1,2	70200	1,6
71100	0,9	71100	1,3
72000	0,7	72000	1,0
72900	0,6	72900	0,8
73800	0,5	73800	0,6
74700	0,3	74700	0,5
75600	0,3	75600	0,4
76500	0,2	76500	0,3
77400	0,2	77400	0,2
78300	0,1	78300	0,2
79200	0,1	79200	0,1

Mostráronse anteriormente os hidrogramas para o río Batán empregando o CN(III)





Móstranse a continuación os hidrogramas para o afluente Recemil, primeiro para CN normal.

Tempo (s) (T= 2 anos)	Caudal (m³/s)	Tempo (s) (T= 5 anos)	Caudal (m³/s)	Tempo (s) (T= 25 anos)	Caudal (m³/s)
0	0,0	0	0,0	0	0,0
900	0,0	900	0,0	900	0,0
1800	0,0	1800	0,0	1800	0,0
2700	0,0	2700	0,0	2700	0,0
3600	0,0	3600	0,0	3600	0,0
4500	0,0	4500	0,0	4500	0,0
5400	0,0	5400	0,0	5400	0,0
6300	0,0	6300	0,0	6300	0,0
7200	0,0	7200	0,0	7200	0,0
8100	0,0	8100	0,0	8100	0,0
9000	0,0	9000	0,0	9000	0,0
9900	0,0	9900	0,0	9900	0,0
10800	0,0	10800	0,0	10800	0,0
11700	0,0	11700	0,0	11700	0,0
12600	0,0	12600	0,0	12600	0,0
13500	0,0	13500	0,0	13500	0,0
14400	0,0	14400	0,0	14400	0,0
15300	0,0	15300	0,0	15300	0,0
16200	0,0	16200	0,0	16200	0,0
17100	0,0	17100	0,0	17100	0,0
18000	0,0	18000	0,0	18000	0,0
18900	0,0	18900	0,0	18900	0,0
19800	0,0	19800	0,0	19800	0,1
20700	0,0	20700	0,0	20700	0,3
21600	0,0	21600	0,1	21600	0,6
22500	0,0	22500	0,2	22500	0,9
23400	0,1	23400	0,4	23400	1,3
24300	0,1	24300	0,6	24300	1,7
25200	0,2	25200	0,8	25200	2,1
26100	0,4	26100	1,0	26100	2,3
27000	0,4	27000	1,0	27000	2,3
27900	0,4	27900	0,9	27900	2,1
28800	0,4	28800	0,8	28800	1,8
29700	0,3	29700	0,7	29700	1,6
30600	0,3	30600	0,7	30600	1,4
31500	0,3	31500	0,6	31500	1,2
32400	0,3	32400	0,6	32400	1,1
33300	0,3	33300	0,5	33300	1,0
34200	0,2	34200	0,5	34200	0,9
35100	0,2	35100	0,4	35100	0,9
36000	0,2	36000	0,4	36000	0,8
36900	0,2	36900	0,4	36900	0,8

37800	0,2	37800	0,4	37800	0,7
38700	0,2	38700	0,3	38700	0,7
39600	0,2	39600	0,3	39600	0,6
40500	0,2	40500	0,3	40500	0,6
41400	0,2	41400	0,3	41400	0,6
42300	0,2	42300	0,3	42300	0,5
43200	0,2	43200	0,3	43200	0,5
44100	0,1	44100	0,3	44100	0,5
45000	0,1	45000	0,2	45000	0,4
45900	0,1	45900	0,2	45900	0,3
46800	0,1	46800	0,1	46800	0,2
47700	0,0	47700	0,1	47700	0,1
48600	0,0	48600	0,0	48600	0,1
49500	0,0	49500	0,0	49500	0,0
50400	0,0	50400	0,0	50400	0,0

Tempo (s) (T= 100 anos)	Caudal (m³/s)	Tempo (s) (T= 500 anos)	Caudal (m³/s)
0	0,0	0	0,0
900	0,0	900	0,0
1800	0,0	1800	0,0
2700	0,0	2700	0,0
3600	0,0	3600	0,0
4500	0,0	4500	0,0
5400	0,0	5400	0,0
6300	0,0	6300	0,0
7200	0,0	7200	0,0
8100	0,0	8100	0,0
9000	0,0	9000	0,0
9900	0,0	9900	0,0
10800	0,0	10800	0,0
11700	0,0	11700	0,0
12600	0,0	12600	0,0
13500	0,0	13500	0,0
14400	0,0	14400	0,0
15300	0,0	15300	0,0
16200	0,0	16200	0,1
17100	0,0	17100	0,1
18000	0,0	18000	0,2
18900	0,1	18900	0,4
19800	0,4	19800	0,9
20700	0,8	20700	1,7
21600	1,4	21600	2,6
22500	2,0	22500	3,5
23400	2,6	23400	4,3





24300	3,1	24300	5,0
25200	3,6	25200	5,7
26100	3,9	26100	6,0
27000	3,7	27000	5,7
27900	3,3	27900	5,0
28800	2,8	28800	4,2
29700	2,5	29700	3,6
30600	2,2	30600	3,2
31500	1,9	31500	2,8
32400	1,7	32400	2,5
33300	1,5	33300	2,2
34200	1,4	34200	2,0
35100	1,3	35100	1,9
36000	1,2	36000	1,7
36900	1,1	36900	1,6
37800	1,1	37800	1,5
38700	1,0	38700	1,4
39600	0,9	39600	1,3
40500	0,9	40500	1,3
41400	0,9	41400	1,2
42300	0,8	42300	1,1
43200	0,8	43200	1,1
44100	0,7	44100	1,0
45000	0,6	45000	0,8
45900	0,4	45900	0,6
46800	0,3	46800	0,4
47700	0,2	47700	0,2
48600	0,1	48600	0,1
49500	0,1	49500	0,1
50400	0,0	50400	0,1

9000	0	9000	0	9000	0
9900	0	9900	0	9900	0
10800	0	10800	0	10800	0
11700	0	11700	0	11700	0
12600	0	12600	0	12600	0
13500	0	13500	0	13500	0
14400	0	14400	0	14400	0.1
15300	0	15300	0	15300	0.1
16200	0	16200	0	16200	0.2
17100	0	17100	0	17100	0.3
18000	0	18000	0.1	18000	0.4
18900	0	18900	0.2	18900	0.5
19800	0.1	19800	0.4	19800	0.9
20700	0.3	20700	0.7	20700	1.6
21600	0.5	21600	1.1	21600	2.3
22500	0.7	22500	1.4	22500	2.9
23400	1	23400	1.8	23400	3.4
24300	1.2	24300	2.1	24300	3.8
25200	1.4	25200	2.3	25200	4.2
26100	1.5	26100	2.5	26100	4.3
27000	1.4	27000	2.4	27000	4.1
27900	1.3	27900	2.1	27900	3.5
28800	1.1	28800	1.8	28800	3
29700	1	29700	1.5	29700	2.5
30600	0.8	30600	1.3	30600	2.2
31500	0.7	31500	1.2	31500	1.9
32400	0.7	32400	1	32400	1.7
33300	0.6	33300	0.9	33300	1.5
34200	0.6	34200	0.9	34200	1.4
35100	0.5	35100	0.8	35100	1.2
36000	0.5	36000	0.7	36000	1.1
36900	0.4	36900	0.7	36900	1.1
37800	0.4	37800	0.6	37800	1
38700	0.4	38700	0.6	38700	0.9
39600	0.4	39600	0.6	39600	0.9
40500	0.4	40500	0.5	40500	0.8
41400	0.3	41400	0.5	41400	0.8
42300	0.3	42300	0.5	42300	0.8
43200	0.3	43200	0.5	43200	0.7
44100	0.3	44100	0.4	44100	0.7
45000	0.2	45000	0.4	45000	0.6
45900	0.2	45900	0.3	45900	0.4
46800	0.1	46800	0.2	46800	0.3
47700	0.1	47700	0.1	47700	0.2
48600	0	48600	0.1	48600	0.1
49500	0	49500	0	49500	0.1

Móstranse agora os resultados do Hidrograma para o río Recemil, tendo en conta un CN(III) húmido.

Tempo (s)	Caudal (m³/s)	Tempo (s)	Caudal (m³/s)	Caudal (m³/s)
(T= 2 anos)		(T= 5 anos)		(T= 25 anos)
0	0	0	0	0
900	0	900	0	900
1800	0	1800	0	1800
2700	0	2700	0	2700
3600	0	3600	0	3600
4500	0	4500	0	4500
5400	0	5400	0	5400
6300	0	6300	0	6300
7200	0	7200	0	7200
8100	0	8100	0	8100







50400		0		50400		0	
Tempo (s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Tempo (s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Tempo (s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Tempo (s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
(T= 100 anos)				(T= 500 anos)			
0	0	0	0	0	0	0	0
900	0	900	0	900	0	900	0
1800	0	1800	0	1800	0	1800	0
2700	0	2700	0	2700	0	2700	0
3600	0	3600	0	3600	0	3600	0
4500	0	4500	0	4500	0	4500	0
5400	0	5400	0	5400	0	5400	0
6300	0	6300	0	6300	0	6300	0
7200	0	7200	0	7200	0	7200	0
8100	0	8100	0	8100	0	8100	0
9000	0	9000	0	9000	0	9000	0
9900	0	9900	0.1	9900	0.1	9900	0.1
10800	0	10800	0.1	10800	0.1	10800	0.1
11700	0	11700	0.2	11700	0.2	11700	0.2
12600	0.1	12600	0.3	12600	0.3	12600	0.3
13500	0.2	13500	0.4	13500	0.4	13500	0.4
14400	0.2	14400	0.5	14400	0.5	14400	0.5
15300	0.3	15300	0.6	15300	0.6	15300	0.6
16200	0.4	16200	0.8	16200	0.8	16200	0.8
17100	0.6	17100	1	17100	1	17100	1
18000	0.7	18000	1.2	18000	1.2	18000	1.2
18900	1	18900	1.6	18900	1.6	18900	1.6
19800	1.6	19800	2.5	19800	2.5	19800	2.5
20700	2.5	20700	3.9	20700	3.9	20700	3.9
21600	3.5	21600	5.2	21600	5.2	21600	5.2
22500	4.4	22500	6.4	22500	6.4	22500	6.4
23400	5.1	23400	7.2	23400	7.2	23400	7.2
24300	5.6	24300	7.9	24300	7.9	24300	7.9
25200	6	25200	8.3	25200	8.3	25200	8.3
26100	6.1	26100	8.5	26100	8.5	26100	8.5
27000	5.7	27000	7.8	27000	7.8	27000	7.8
27900	4.9	27900	6.7	27900	6.7	27900	6.7
28800	4.1	28800	5.6	28800	5.6	28800	5.6
29700	3.5	29700	4.7	29700	4.7	29700	4.7
30600	3	30600	4.1	30600	4.1	30600	4.1
31500	2.6	31500	3.5	31500	3.5	31500	3.5
32400	2.3	32400	3.1	32400	3.1	32400	3.1
33300	2.1	33300	2.8	33300	2.8	33300	2.8
34200	1.9	34200	2.5	34200	2.5	34200	2.5
35100	1.7	35100	2.3	35100	2.3	35100	2.3
36000	1.6	36000	2.1	36000	2.1	36000	2.1

36900	1.5	36900	1.9
37800	1.4	37800	1.8
38700	1.3	38700	1.7
39600	1.2	39600	1.6
40500	1.1	40500	1.5
41400	1.1	41400	1.4
42300	1	42300	1.4
43200	1	43200	1.3
44100	0.9	44100	1.2
45000	0.8	45000	1
45900	0.5	45900	0.7
46800	0.3	46800	0.5
47700	0.2	47700	0.3
48600	0.1	48600	0.2
49500	0.1	49500	0.1
50400	0	50400	0.1

Móstranse a continuación os hidrogramas do río Arroxo, para un CN normal:

Tempo (s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Tempo (s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Tempo (s)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
(T= 2 anos)		(T= 5 anos)		(T= 25 anos)	
0	0,0	0	0,0	0	0,0
900	0,0	900	0,0	900	0,0
1800	0,0	1800	0,0	1800	0,0
2700	0,0	2700	0,0	2700	0,0
3600	0,0	3600	0,0	3600	0,0
4500	0,0	4500	0,0	4500	0,0
5400	0,0	5400	0,0	5400	0,0
6300	0,0	6300	0,0	6300	0,0
7200	0,0	7200	0,0	7200	0,0
8100	0,0	8100	0,0	8100	0,0
9000	0,0	9000	0,0	9000	0,0
9900	0,0	9900	0,0	9900	0,0
10800	0,0	10800	0,0	10800	0,0
11700	0,0	11700	0,0	11700	0,0
12600	0,0	12600	0,0	12600	0,0
13500	0,0	13500	0,0	13500	0,0
14400	0,0	14400	0,0	14400	0,0
15300	0,0	15300	0,0	15300	0,0
16200	0,0	16200	0,0	16200	0,0
17100	0,0	17100	0,0	17100	0,0
18000	0,0	18000	0,0	18000	0,0
18900	0,0	18900	0,0	18900	0,0
19800	0,0	19800	0,0	19800	0,1
20700	0,0	20700	0,0	20700	0,4





21600	0,0	21600	0,1	21600	0,8
22500	0,0	22500	0,3	22500	1,3
23400	0,1	23400	0,5	23400	1,8
24300	0,2	24300	0,8	24300	2,4
25200	0,3	25200	1,1	25200	2,9
26100	0,5	26100	1,3	26100	3,2
27000	0,5	27000	1,4	27000	3,1
27900	0,5	27900	1,3	27900	2,8
28800	0,5	28800	1,1	28800	2,5
29700	0,5	29700	1,0	29700	2,2
30600	0,4	30600	0,9	30600	1,9
31500	0,4	31500	0,8	31500	1,7
32400	0,4	32400	0,8	32400	1,5
33300	0,4	33300	0,7	33300	1,4
34200	0,3	34200	0,7	34200	1,3
35100	0,3	35100	0,6	35100	1,2
36000	0,3	36000	0,6	36000	1,1
36900	0,3	36900	0,5	36900	1,0
37800	0,3	37800	0,5	37800	1,0
38700	0,3	38700	0,5	38700	0,9
39600	0,2	39600	0,5	39600	0,9
40500	0,2	40500	0,4	40500	0,8
41400	0,2	41400	0,4	41400	0,8
42300	0,2	42300	0,4	42300	0,7
43200	0,2	43200	0,4	43200	0,7
44100	0,2	44100	0,4	44100	0,7
45000	0,2	45000	0,3	45000	0,6
45900	0,1	45900	0,2	45900	0,4
46800	0,1	46800	0,1	46800	0,3
47700	0,0	47700	0,1	47700	0,2
48600	0,0	48600	0,0	48600	0,1
49500	0,0	49500	0,0	49500	0,1
50400	0,0	50400	0,0	50400	0,0

Tempo (s)	Caudal (m³/s)	Tempo (s)	Caudal (m³/s)
(T= 100 anos)		(T= 500 anos)	
0	0	0	0
900	0	900	0
1800	0	1800	0
2700	0	2700	0
3600	0	3600	0
4500	0	4500	0
5400	0	5400	0
6300	0	6300	0
7200	0	7200	0

8100	0	8100	0
9000	0	9000	0
9900	0	9900	0
10800	0	10800	0
11700	0	11700	0
12600	0	12600	0
13500	0	13500	0
14400	0	14400	0
15300	0	15300	0
16200	0	16200	0.1
17100	0	17100	0.2
18000	0	18000	0.3
18900	0.2	18900	0.6
19800	0.5	19800	1.2
20700	1.1	20700	2.3
21600	1.9	21600	3.6
22500	2.7	22500	4.8
23400	3.5	23400	5.9
24300	4.2	24300	6.9
25200	4.9	25200	7.7
26100	5.3	26100	8.2
27000	5.1	27000	7.8
27900	4.5	27900	6.8
28800	3.9	28800	5.8
29700	3.4	29700	5
30600	3	30600	4.4
31500	2.6	31500	3.8
32400	2.3	32400	3.4
33300	2.1	33300	3
34200	1.9	34200	2.8
35100	1.8	35100	2.5
36000	1.6	36000	2.3
36900	1.5	36900	2.2
37800	1.4	37800	2.1
38700	1.3	38700	1.9
39600	1.3	39600	1.8
40500	1.2	40500	1.7
41400	1.2	41400	1.6
42300	1.1	42300	1.6
43200	1.1	43200	1.5
44100	1	44100	1.4
45000	0.8	45000	1.2
45900	0.6	45900	0.8
46800	0.4	46800	0.5
47700	0.2	47700	0.3
48600	0.1	48600	0.2



49500	0.1	49500	0.1
50400	0	50400	0.1

Móstranse a continuación os hidrogramas para o río Arroxo, tendo en conta un CN(III) húmida.

Tempo (s) (T= 2 anos)	Caudal (m³/s)	Tempo (s) (T= 5 anos)	Caudal (m³/s)	Tempo (s) (T= 25 anos)	Caudal (m³/s)
0	0	0	0	0	0
900	0	900	0	900	0
1800	0	1800	0	1800	0
2700	0	2700	0	2700	0
3600	0	3600	0	3600	0
4500	0	4500	0	4500	0
5400	0	5400	0	5400	0
6300	0	6300	0	6300	0
7200	0	7200	0	7200	0
8100	0	8100	0	8100	0
9000	0	9000	0	9000	0
9900	0	9900	0	9900	0
10800	0	10800	0	10800	0
11700	0	11700	0	11700	0
12600	0	12600	0	12600	0
13500	0	13500	0	13500	0
14400	0	14400	0	14400	0.1
15300	0	15300	0	15300	0.2
16200	0	16200	0	16200	0.3
17100	0	17100	0.1	17100	0.4
18000	0	18000	0.1	18000	0.5
18900	0	18900	0.2	18900	0.7
19800	0.2	19800	0.5	19800	1.3
20700	0.4	20700	0.9	20700	2.1
21600	0.7	21600	1.4	21600	3.1
22500	1	22500	2	22500	3.9
23400	1.3	23400	2.4	23400	4.6
24300	1.6	24300	2.8	24300	5.2
25200	1.9	25200	3.2	25200	5.7
26100	2	26100	3.4	26100	5.9
27000	2	27000	3.2	27000	5.5
27900	1.7	27900	2.8	27900	4.8
28800	1.5	28800	2.4	28800	4
29700	1.3	29700	2.1	29700	3.4
30600	1.2	30600	1.8	30600	3
31500	1	31500	1.6	31500	2.6
32400	0.9	32400	1.4	32400	2.3
33300	0.8	33300	1.3	33300	2.1

34200	0.8	34200	1.2	34200	1.9
35100	0.7	35100	1.1	35100	1.7
36000	0.6	36000	1	36000	1.6
36900	0.6	36900	0.9	36900	1.5
37800	0.6	37800	0.9	37800	1.4
38700	0.5	38700	0.8	38700	1.3
39600	0.5	39600	0.8	39600	1.2
40500	0.5	40500	0.7	40500	1.1
41400	0.5	41400	0.7	41400	1.1
42300	0.4	42300	0.7	42300	1
43200	0.4	43200	0.6	43200	1
44100	0.4	44100	0.6	44100	0.9
45000	0.3	45000	0.5	45000	0.8
45900	0.2	45900	0.3	45900	0.5
46800	0.1	46800	0.2	46800	0.3
47700	0.1	47700	0.1	47700	0.2
48600	0.1	48600	0.1	48600	0.1
49500	0	49500	0	49500	0.1
50400	0	50400	0	50400	0

Tempo (s) (T= 100 anos)	Caudal (m³/s)	Tempo (s) (T= 500 anos)	Caudal (m³/s)
0	0	0	0
900	0	900	0
1800	0	1800	0
2700	0	2700	0
3600	0	3600	0
4500	0	4500	0
5400	0	5400	0
6300	0	6300	0
7200	0	7200	0
8100	0	8100	0
9000	0	9000	0
9900	0	9900	0.1
10800	0	10800	0.1
11700	0.1	11700	0.2
12600	0.1	12600	0.4
13500	0.2	13500	0.5
14400	0.3	14400	0.7
15300	0.4	15300	0.9
16200	0.6	16200	1.1
17100	0.8	17100	1.4
18000	1	18000	1.7
18900	1.3	18900	2.2
19800	2.2	19800	3.4



20700	3.5	20700	5.3
21600	4.8	21600	7.1
22500	6	22500	8.7
23400	6.9	23400	9.9
24300	7.6	24300	10.7
25200	8.2	25200	11.4
26100	8.4	26100	11.5
27000	7.8	27000	10.7
27900	6.7	27900	9.1
28800	5.6	28800	7.6
29700	4.8	29700	6.4
30600	4.1	30600	5.6
31500	3.6	31500	4.8
32400	3.1	32400	4.2
33300	2.8	33300	3.8
34200	2.6	34200	3.4
35100	2.3	35100	3.1
36000	2.1	36000	2.8
36900	2	36900	2.6
37800	1.9	37800	2.5
38700	1.7	38700	2.3
39600	1.6	39600	2.2
40500	1.5	40500	2.1
41400	1.5	41400	2
42300	1.4	42300	1.9
43200	1.3	43200	1.8
44100	1.2	44100	1.6
45000	1	45000	1.4
45900	0.7	45900	1
46800	0.5	46800	0.6
47700	0.3	47700	0.4
48600	0.2	48600	0.2
49500	0.1	49500	0.1
50400	0.1	50400	0.1





# ANEXO N° 8: ESTUDO HIDRÁULICO



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. OBXECTIVOS
3. MÉTODO DE CÁLCULO: PROGRAMA IBER
4. MODELIZACIÓN
5. CONCLUSIÓN





## 1. INTRODUCCIÓN

Para a realización deste anteproxecto, procedeuse ao modelizado do tramo do río Batán e os seus afluentes ao seu paso por Lourenzá, para ver como evoluciona a avenida para un período de retorno de 100 anos.

Para elo, realizouse un modelo hidráulico do río por medio do programa informático Iber.

Ademais de empregar este programa para realizar o estudo de inundabilidade da zona, a eficacia e os efectos das obras proxectadas ao longo do anteproxecto obtivéronse por medio da análise dos resultados obtidos a partir do modelo que se realizou.

## 2. OBXECTIVOS

O obxectivo deste anexo é a obtención da zona de fluxo preferente para este tramo de río, procédese por tanto a definición deste concepto:

A zona de fluxo preferente é aquela zona constituída pola unión de zona ou zonas onde se concentra preferentemente o fluxo de auga durante as avenidas, ou vía de intenso desaugue, e da zona onde, para a avenida de período de retorno 100 anos, se podan producir graves danos sobre as persoas e os bens, quedando delimitado o seu límite exterior mediante a envolvente de ambas zonas. Considérase que poden producirse graves danos sobre as persoas e os bens cando as condicións hidráulicas durante a avenida satisfagan un ou máis dos seguintes criterios:

- Que o calado sexa superior a 1 metro
- Que a velocidade sexa superior a 1 m/s.
- Que o produto de ambas variables sexa superior a 0.5 m<sup>2</sup>/s

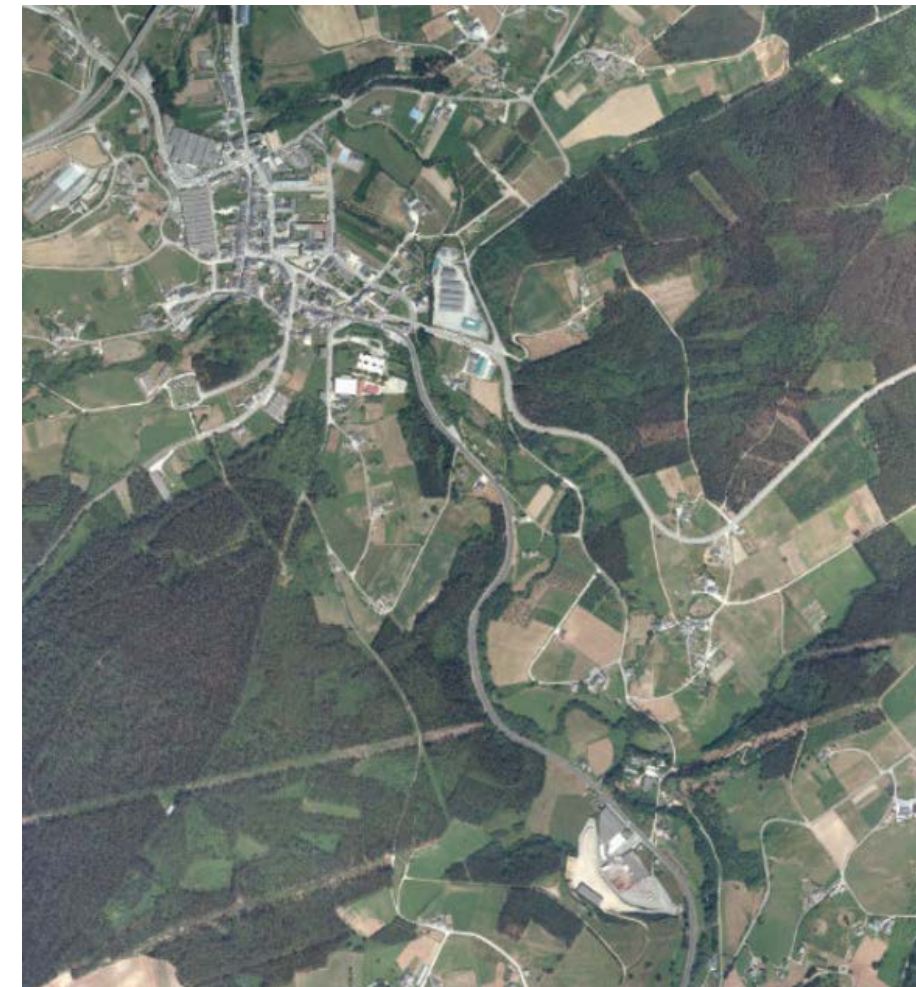
E enténdese por vía de intenso desaugue a zona pola que pasaría a avenida de 100 anos de período de retorno sen producir unha sobreelevación maior que 0.3 metros respecto a cota da lámina de auga que se produciría con esa mesma avenida, considerando toda a chaira de inundación existente.

## 3. MÉTODO DE CÁLCULO: PROGRAMA IBER

Para proceder a esta simulación, empregouse o programa Iber, un modelo matemático bidimensional para a simulación de fluxos en ríos e estuarios, promovido polo Centro de Estudos hidrográficos do CEDEX no marco dun Convenio de Colaboración subscrito entre o CEDEX e a Dirección General del Agua, desenvolvido en colaboración co Grupo de la Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente (GEAMA, pertencente á Universidade Da Coruña), o Grupo FLUMEN (da Universitat politécnica de Catalunya e da Universitat de Barcelona) e o Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE, Universitat Politècnica de Catalunya)

## 4. MODELIZACIÓN

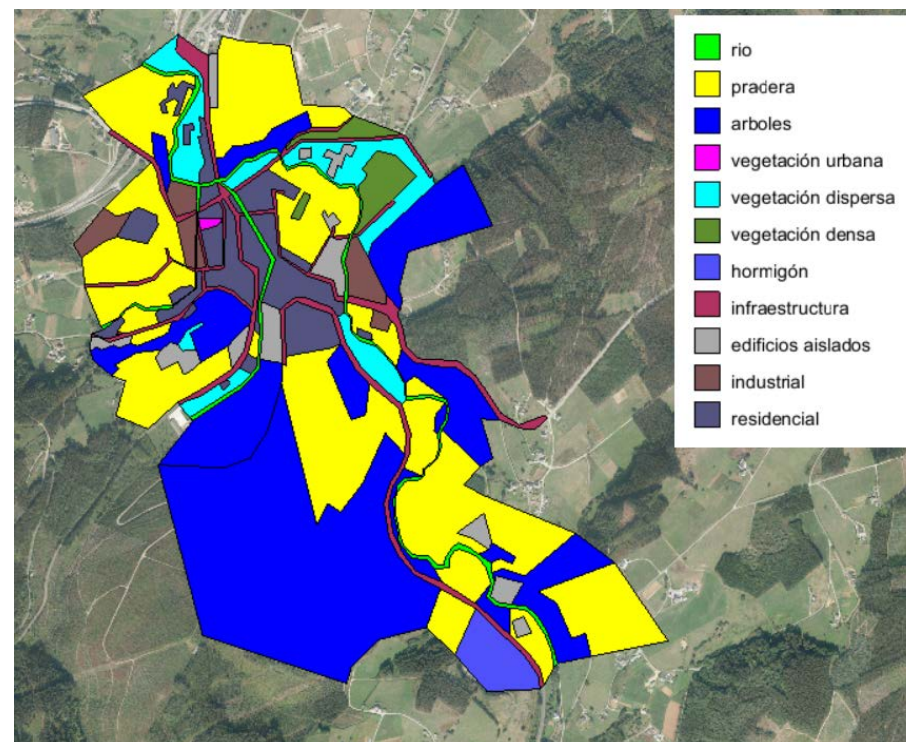
Móstrase a continuación a superficie estudada no estudio de inundabilidade, que abrangue o núcleo urbano de Lourenzá, que é a zona máis afectada durante períodos de inundación, así como unha superficie importante de terreos e vivendas augas arriba da vila:



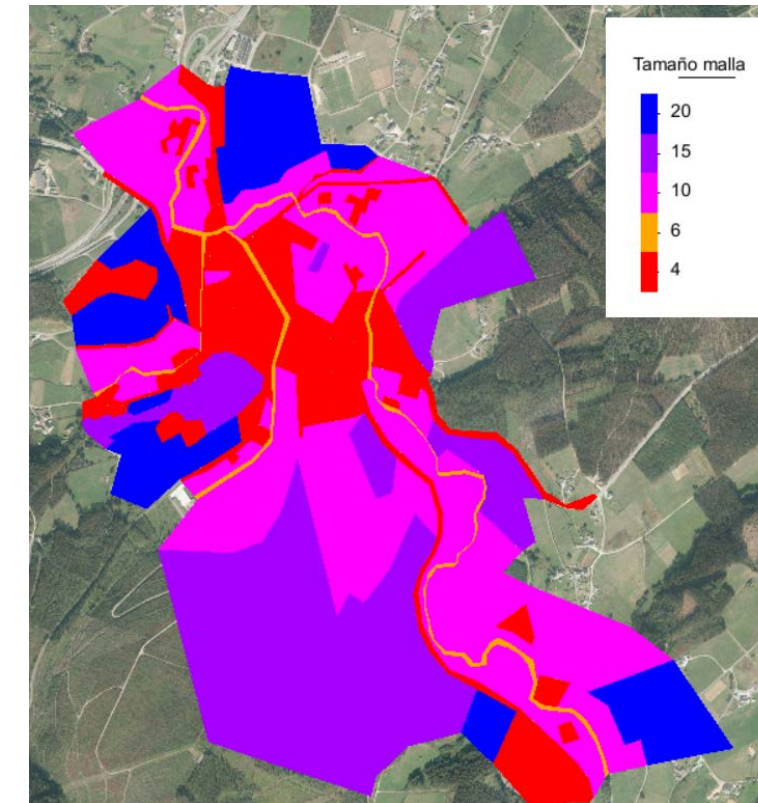


Para poder proceder á simulación en Iber, contouse cos datos dos hidrogramas obtidos no anexo do estudo hidrolóxico, os cales se introduciron como condición de entrada tanto para o río Batán como para os seus afluentes Arroxo e Recemil. Debido a que o obxectivo é trazar a zona de fluxo preferente, usouse o hidrograma para un período de retorno de 100 anos. Escolleuse empregar o número de curva para cunca húmida por encontrarse Lourenzá nunha zona de elevadas precipitacións ao longo de todo o ano, e que por tanto, asignarlle unha condición normal de humidade non sería moi lóxico.

Ademais dos datos anteriores, é preciso introducir os diferentes valores do coeficiente de Manning, que estima a resistencia ao fluxo, e que depende da rugosidade do terreo. Iber dá a posibilidade de que, establecendo o tipo de terreo do que se trata, asignase automaticamente o coeficiente de Manning a cada un deles. Móstranse a continuación as distribucións que se estableceron:



Unha vez asignados todos os valores do coeficiente de Manning para os distintos tipos de terreos, procedeuse á asignación de tamaños de malla para cada unha das xeometrías creadas, para que cando se xere a malla, se divida nun número de elementos de un tamaño asignado.



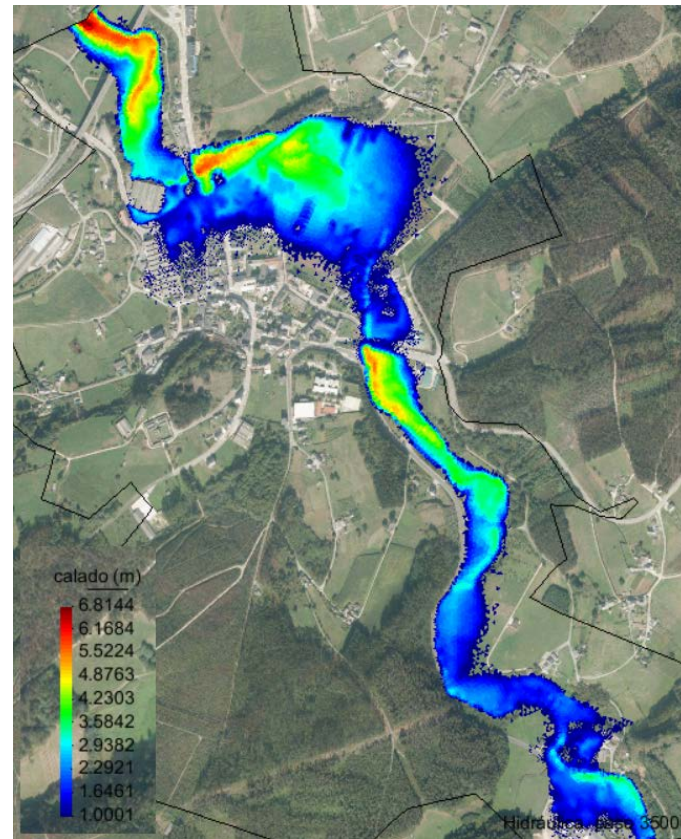
Para o río, necesitouse unha malla dun tamaño que permitira estudar o curso da auga, por tanto asignóuselle un mallado de elementos de 6 metros de lado. A zona urbana precisou un mallado máis fino para describir mellor a topografía das casas e rúas, xa que os cambios son máis abruptos, polo tanto empregouse un mallado de elementos de 4 metros. Mentres que as zonas chairas inundables, así como as zonas máis afastadas do río, e que por tanto é probable que non se inundan, precisaron menos detalle e por tanto asignáronse mallados de tamaños máis grandes: 10, 15 e 20 metros

Á malla creada anteriormente, débéselle asignar a topografía do terreo, as cotas de cada punto. Para iso empregouse un MDT 05, modelo dixital do terreo con paso de malla de 5 metros, descargado da páxina web do centro de descargas do Centro Nacional de Información Xeográfica (CNIG).

Unha vez introducidos todos os datos, so restou indicar en Iber os resultados que se buscaban, para obter a zona de fluxo preferente, obténdose os resultados que se mostran a continuación.

Mapa de calados para T=100 anos:





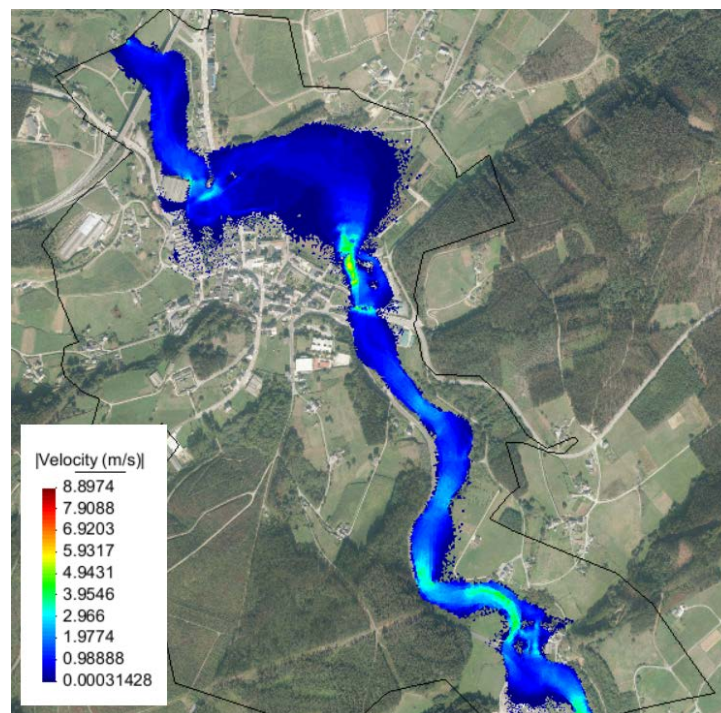
Obsérvase que para definir a zona de fluxo preferente, o relevante neste caso é o mapa de calados, xa que en xeral, as velocidades obtidas son baixas, superando sempre os valores que determinan a zona de fluxo preferente en aquelas nas que os calados xa o establecen.

Móstrase, por tanto, a que sería a zona de fluxo preferente para este tramo de río:



Pode realizarse unha comparativa cos resultados proporcionados polo Visor de Augas de Galicia, xa que este organismo encargouse de elaborar as zoas inundables para períodos de retorno de 100 e 500 anos así como a zona de fluxo preferente. Realizouse de todas maneiras este estudo de inundabilidade, porque vai servir de base para a elaboración do presente anteproxecto, podendo realizarse así ademais unha comparativa de ditos resultados. Os mapas obtidos por Augas de Galicia móstranse a continuación, observándose unha clara similitude entre os conseguidos neste estudo.

Mapa de velocidades para T=100 anos:







## 5. CONCLUSIÓNS

Tras a realización do estudo hidráulico, observouse que cando se producen avenidas, unha parte importante do viario, terreos e vivendas situadas nas proximidades do río se ven afectadas así como terreos pertencentes a algunha industria, especialmente na zona do núcleo, onde o río realiza unha serie de curvas bastante pronunciadas.

Surxíu por tanto a necesidade de realizar un anteproxecto conforme se puideran minimizar os danos ocasionados polas avenidas durante épocas de fortes choivas no núcleo de Vilanova de Lourenzá e reducir o risco potencial de inundación que sofre esta vila.



# ANEXO N° 9: ESTUDO DE ALTERNATIVAS



## ÍNDICE

### 1. INTRODUCCIÓN

### 2. PRESENTACIÓN DAS ALTERNATIVAS

#### 2.1. Tipoloxía 1: Desvío

#### 2.2. Tipoloxía 2: Actuacións augas arriba

#### 2.3. Tipoloxía 3: Ensanches

### 3. FACTORES A CONSIDERAR NA ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS

#### 3.1. Criterio económico

#### 3.2. Criterio ambiental

#### 3.3. Criterio social

#### 3.4. Criterio técnico

### 4. PUNTUACIÓN DAS ALTERNATIVAS

### APÉNDICE Nº 1: COSTE DAS ALTERNATIVAS

### APÉNDICE Nº 2: PLANOS DAS ALTERNATIVAS





## 1. INTRODUCCIÓN

O presente Anteproxecto realízase co obxectivo de reducir os danos que se producen durante épocas de fortes choivas no núcleo de Vilanova de Lourenzá (Lugo). Durante estas crecidas do río, vense afectadas unha serie de vivendas, campos de cultivo e terreos pertencentes a algunha industria importante da zona así como o anegamento de unha parte do viario.

As distintas alternativas agrupáronse en tres tipoloxías debido a que a súa obtención foi unha cadea de probas que permitiron avanzar e ir aproximando cada unha das alternativas ata a máis favorable. Con este estudo, buscouse saber cal é a mellor tipoloxía de actuación que consiga, reducindo a zona de fluxo preferente, minimizar os danos que se están a producir en períodos de choiva. Intentouse que as obras afectaran o menos posible á natureza do río, a súa fauna e flora. Para escoller cal é a tipoloxía máis adecuada, procedeuse a avaliar diferentes criterios que se expoñerán ao longo deste anexo.

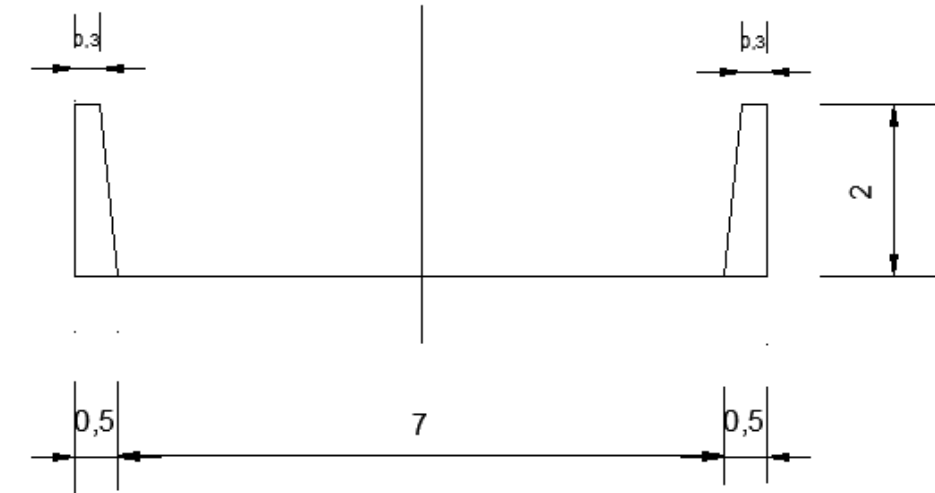
## 2. PRESENTACIÓN DAS ALTERNATIVAS

### 2.1. TIPOLOXÍA 1: DESVÍO

#### 2.1.1. Descrición.

A primeira tipoloxía de alternativas que se presenta consiste no desvío do cauce do río principal. Na zona que pasa polo núcleo urbano, o río caracterízase por ter unhas velocidades moi baixas, o que provoca que o caudal se ralentice, sendo a capacidade hidráulica de desaugue insuficiente e provocando inundacións. Propúxose así un desvío que dotara a esa zona de maior capacidade e que, en época de choivas, o río vira aliviada a súa carga de auga, tendo esta outro camiño alternativo polo que circular.

Propúxose como sección tipo a seguinte (cotas en metros):



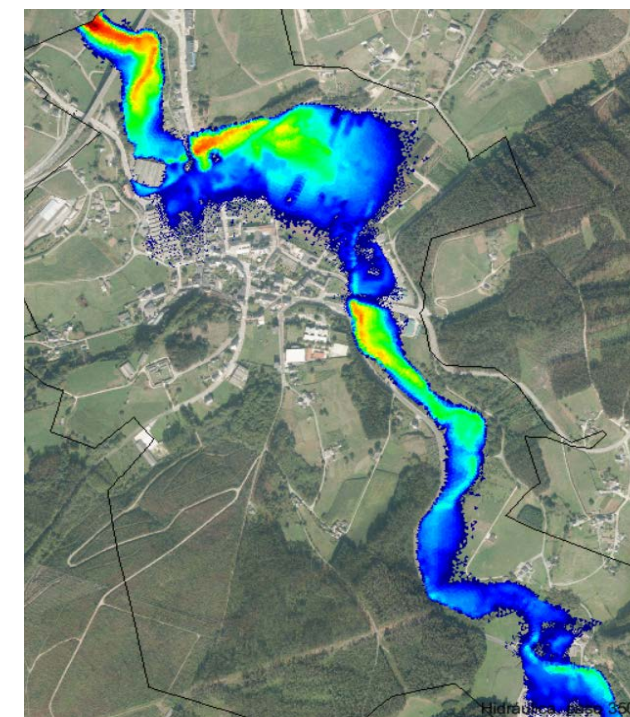
Debido á orografía do terreo, é especialmente difícil trazar un cauce alternativo moi afastado da zona urbana, por estar Lourenzá situado en un val, rodeado de pendentes. Polo tanto, o desvío realizouse dende a entrada ao núcleo urbano, sorteando este, e intentando que este novo cauce discorrese por unha zona que afectara o menos posible a vivendas e industrias. A pesar disto, decidiuse que este novo cauce pasara por terreos ocupados por unha nave gandeira, por mor das pendentes que rodean o núcleo. De ser esta a alternativa escollida, debería terse en conta que esta é unha afección moi importante e habería que valorar se compensaría realizar movementos de terra máis importantes co obxectivo de non afectar a esta explotación.

Nas imaxes apréciase o novo curso que segue este cauce alternativo, de aproximadamente 800 metros de lonxitude:

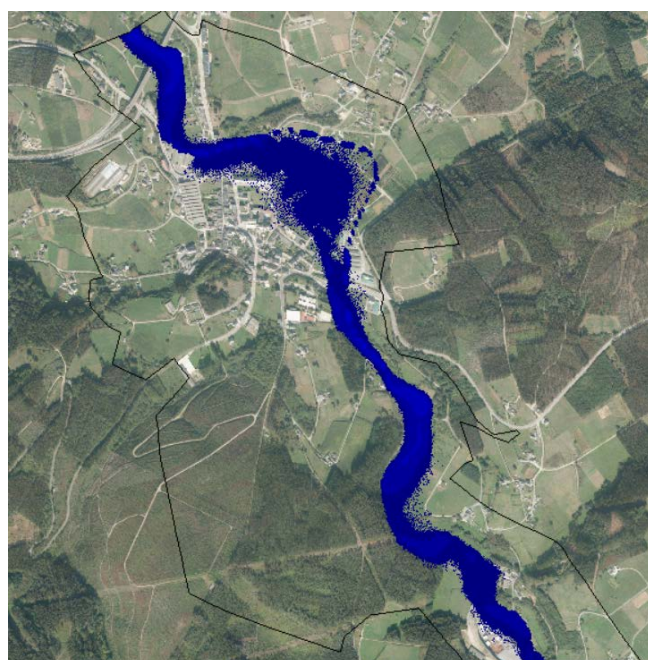


Para poder simular esta situación en Iber, foi preciso modificar o MDT introducindo este novo cauce, mediante o procedemento detallado no anexo de cartografía e modelos dixitais do terreo.

Unha vez levado a Iber, obtivéronse os seguintes resultados para a avenida de 100 anos:



*Situación actual*



*Situación tras desvío*

Se se compara isto cos resultados da simulación actual para a avenida co mesmo período de retorno, obsérvase que a redución da zona de fluxo preferente é moi notoria, conseguindo diminuír os calados en toda a zona avaliada, especialmente no núcleo da vila, que era a zona que interesaba protexer.

#### 2.1.2. Costes de construción.

Movements de terras: 40000 €

Expropiacións: Con esta alternativa deben realizarse unha serie de expropiacións, de terreo considerado como rústico e tamén terreo pertencente a unha cooperativa gandeira da vila: 500000€

Tratamento antierosión: 6000 €

Reposición de partes do viario e de drenaxe: 20000 €

Coste total aproximado: **593000€**

#### 2.1.3. Valoración ambiental.

O desvío dun río supón un gran impacto ambiental, xa que é unha modificación moi importante do estado natural do cauce, o que conleva cambios tamén no ecosistema fluvial así como un gran impacto visual. Todo isto tívose en conta negativamente á hora de realizar a valoración das distintas tipoloxías de alternativas.

#### 2.1.4. Impacto social.

Hai que ter en conta os terreos que deberán ser expropiados para a realización deste desvío. Aínda que se procurou non afectar a vivendas, debido á orografía do terreo, tomouse a decisión de ocupar



parte do espacio pertencente a unhas naveas gandeiras así como unha serie de terreos de calificación rústica.

#### 2.1.5. Avaliación técnica.

Esta tipoloxía de alternativa sí resolve o problema plantexado, como se viu na comparativa das simulacións redúcese considerablemente a zona inundable á par de diminuír tamén os calados das zonas afectadas.

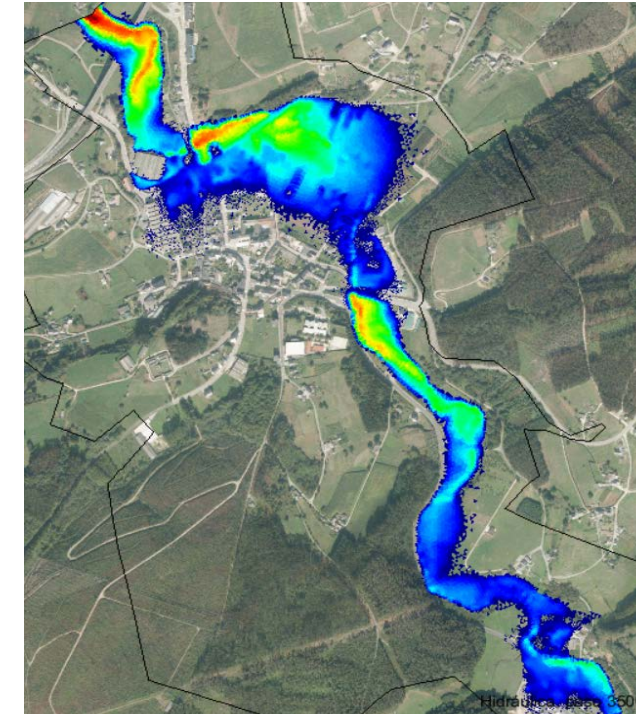
## 2.2. TIPOLOXÍA 2: ACTUACIÓNS AUGAS ARRIBA

### 2.2.1. Descrición.

Nesta segunda tipoloxía, abordáronse unha serie de modificacións augas arriba do núcleo, que tiveron por obxectivo diminuír ou laminar a avenida durante a época de inundacións e evitar que se produciran os graves danos que se están a dar na vila na actualidade. Ademais, buscábase encontrar unha alternativa medioambientalmente óptima, que non afectara de maneira excesiva ao ecosistema fluvial actual.

As actuacións que se levaron a Iber foron a creación de un parque de inundabilidade mediante o descenso da cota nas marxes do río e tamén mediante a construción de un azud que permitira acumular a auga. O obxectivo de ambas era o mesmo, conseguir unha zona augas arriba da vila, a cal en época de choivas, servira para reter a auga que na actualidade inunda o núcleo urbano, creando unha zona inundable que sería acondicionada de maneira que se lograra unha dobre funcionalidade, dotando á zona de un espazo recreativo para o uso e disfrute dos seus habitantes.

Móstrase a continuación a situación actual para poder tela presente e realizar as comparacións necesarias coas simulacións realizadas neste apartado:



*Situación actual*

#### 2.2.1.1.1. Parque de inundabilidade mediante o descenso da cota da marxe do río.

Con esta alternativa, buscouse crear unha zona que servira para laminar a avenida e que non afectase tanto ao núcleo, este espazo retería a auga durante a época de choivas mentres que o resto do ano serviría como zona de recreo, a cal se acondicionaría correctamente.

Propúxose un sistema de regulación natural mediante a redución da cota do terreo nunha zona das marxes do río augas arriba, situado nas proximidades de unha zona o máis cha posible para que a auga tivese un espazo adecuado para reterse. O lugar elixido para o parque foi o seguinte:

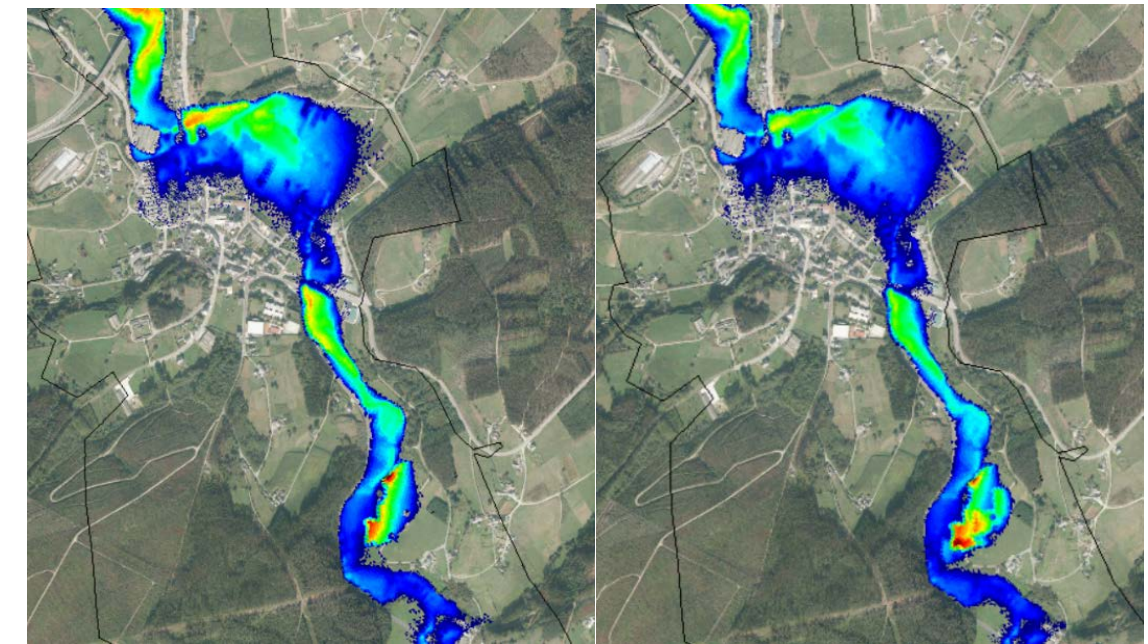
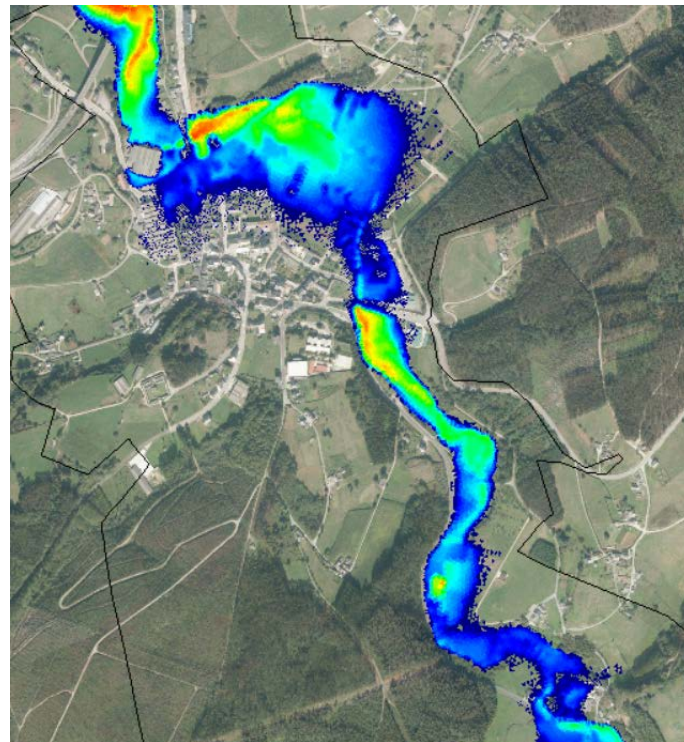




Se comparamos estes resultados coa situación actual, a pesar de que na zona escollida para ubicar o parque de inundabilidade se conseguiu aumentar o calado e por tanto reter en ese punto a auga durante a avenida, non se conseguiu laminala nin por tanto reducir a zona de fluxo preferente no núcleo urbano, sendo a redución de calados imperceptible.

Co obxectivo de encontrar unha solución de este tipo, coidadosa co entorno e medio ambiente, e ante a inexistencia de outra zona máis chaira nos arredores que poda ubicar este parque, leváronse a lber outras modificacións no entorno de esa zona escollida, como a redución da cota en toda a explanada e non so na marxe do río, para que unha vez que a auga entrase, tivese aínda máis espazo para reterse. Amósanse a continuación os resultados obtidos en lber:

Ao levar a lber esta alternativa, realizando as modificacións correspondentes na malla, obtivéronse os seguintes resultados:



Na segunda imaxe móstrase o que ocorrería reducindo a cota de esa zona incluso nuns 6 metros, e a pesar de esa modificación, a redución da zona de fluxo preferente no núcleo segue a ser moi pequena, a pesar de que se retén unha cantidade importante de auga na zona elixida para o parque.

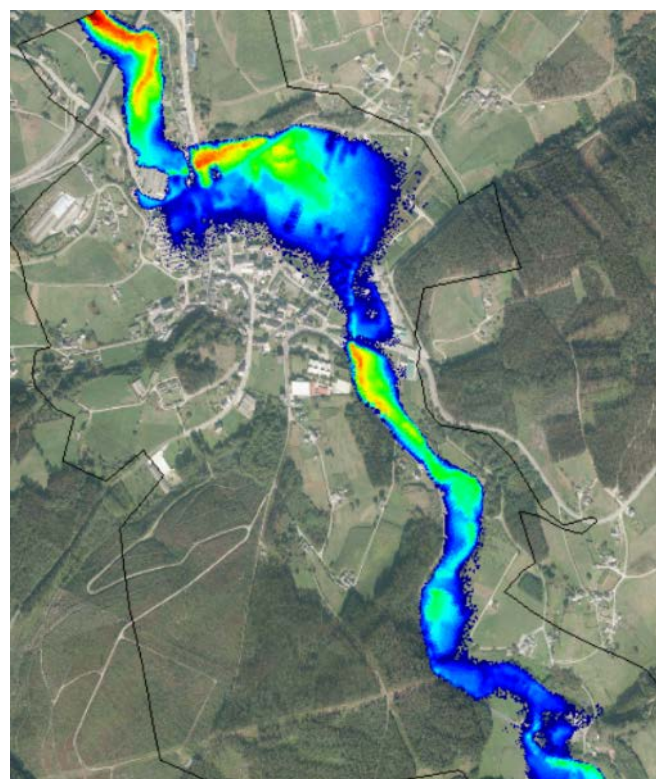
#### 2.2.1.2. Construcción dun azud.

Esta actuación consiste na construción de un azud no cauce do río, na mesma zona pensada para o parque de inundabilidade, cuxo obxectivo sería a retención de auga augas arriba, de maneira que se laminase a avenida en época de choivas e non se produciran inundacións na vila.

Para levar esta actuación a lber, realizáronse diversas probas para ver que ocorría na simulación.



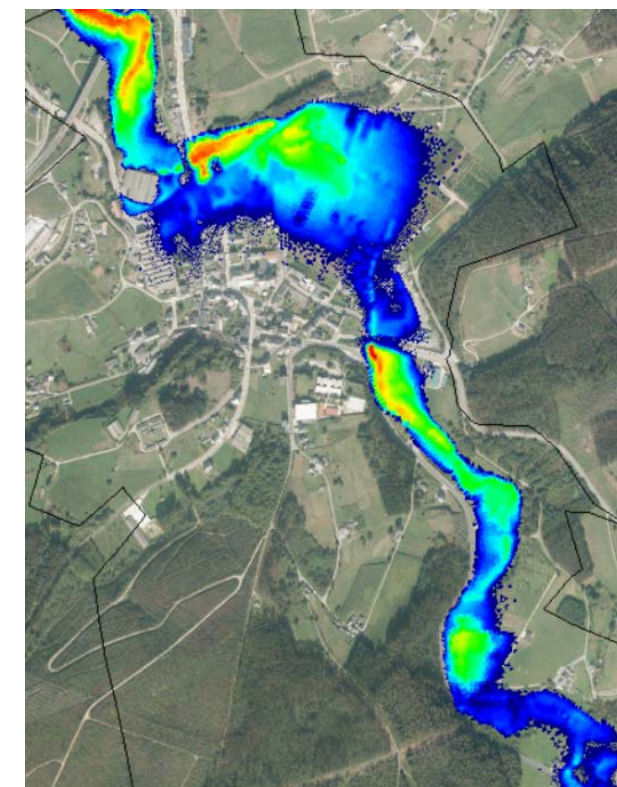
Na seguinte imaxe amósase o resultado de introducir un azud mediante a condición “vertedoiro” de Iber:



*Azud mediante a condición: vertedoiro*

Os resultados obtidos non mostran ningunha mellora da zona de fluxo preferente no núcleo urbano, so se observa un pequeno aumento dos calados no entorno do azud.

Probáronse distintas estratexias, como incrementar a altura de este azud, así como realizar á vez un rebaixe da cota do terreo para que este puidera reter máis facilmente a auga:



Observamos que a pesar das modificacións realizadas, como no caso da imaxe anterior, no que se subiu a altura do azud así como se propuxo un rebaixe da cota do terreo nos arredores, non se consegue reducir a zona que se inundaría no núcleo urbano.

#### 2.2.2. Costes de construción.

Movements de terras: 196000€

Expropiacións: Debe realizarse a expropiación de terreos de calificación rústica situados na marxe do río, na zona destinada a reter as augas en período de inundacións. O custe destas expropiacións valorouse en 270000 €

Coste total aproximado: **466000€**

#### 2.2.3. Valoración ambiental.

Esta tipoloxía de alternativa, implica un impacto ambiental moi baixo, xa que ao non modificar o cauce do río conséguese non alterar o ecosistema fluvial e por tanto tampouco a flora nin a fauna.

#### 2.2.4. Impacto social.

Tivéronse en conta os terreos que habería que expropiar á marxe do río para a construción de esta zona inundable, parque e arredores. Non obstante, estas actuacións proporcionarían á poboación unha zona recreativa, que ademais melloraría visualmente o entorno de esa zona tras ser acondicionada para o uso e disfrute dos habitantes. Esta zona inundable augas arriba da vila, conectaríase con unha pequena senda fluvial que partiría do núcleo o que podería fomentar as actividades deportivas e turísticas da vila. Todo isto foi considerado favorablemente na análise das alternativas. Non obstante, hai que ter en conta que na zona destinada ao parque de inundabilidade se encontran unha vivenda e varios alpendres que habería que expropiar.

#### 2.2.5. Avaliación técnica.

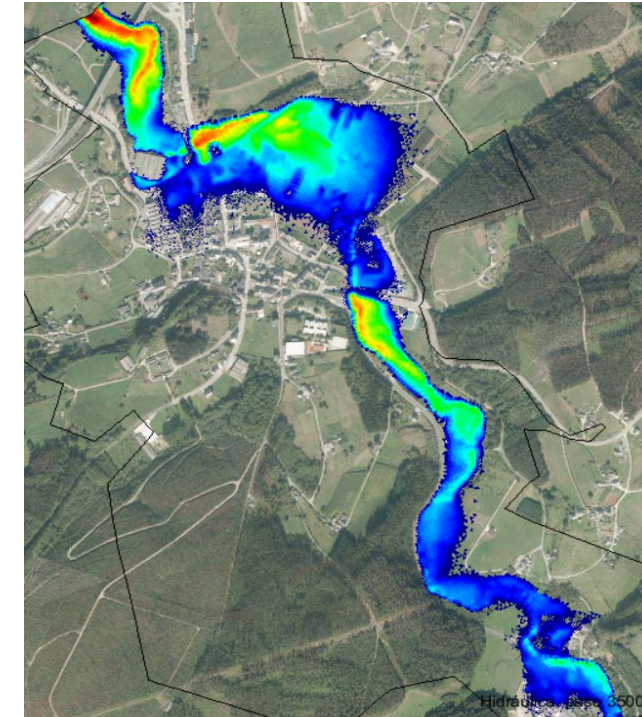
Tecnicamente, esta tipoloxía non solventa os problemas xerados durante a época de choivas. Como se detallou anteriormente, os calados que se producen durante as inundacións non se reducen, ou apenas o fan, a pesar de realizar distintas simulacións con diferentes modificacións para conseguir esa retención natural de augas. Isto probablemente se debe a que Lourenzá se encontra ubicada en un val, con pendentes a ambos lados do río, o que impide conseguir unha zona na que se reteña a auga durante a época de choivas e laminar a avenida sen realizar operacións de movemento de terras enormes. A incapacidade de resolver o problema, á hora de avaliar este tipo de alternativas, foi considerado negativamente, xa que este non se soluciona.

### 2.3. TIPOLOXÍA 3: ENSANCHES

#### 2.3.1. Descrición.

Esta tipoloxía consiste en modificar o ancho do río, en maior ou menor medida, de maneira que se permita reducir as inundacións no núcleo, acadando un cauce estable que mellore as condicións de desaugue e que diminúa a cota de auga durante a época de choivas. Como a zona na que se producen maiores problemas é en torno ao casco urbano, plantexouse actuar sobre o río en ese tramo. Para reducir o impacto que este tipo de actuación provocaría, propúxose tamén a adecuación das marxes do río, co obxectivo de mellorar as súas condicións e crear un entorno destinado ao ocio da poboación.

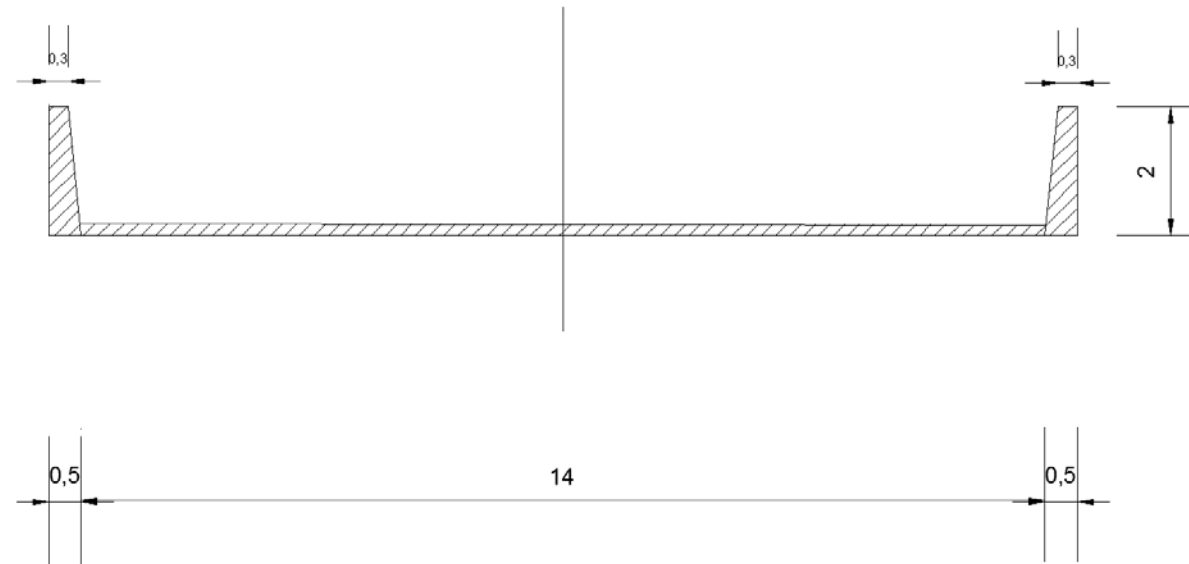
Convén ter presente para poder realizar as distintas comparacións ao longo deste apartado cal é a situación actual da zona de fluxo preferente, que se mostra na seguinte imaxe:



#### 2.3.1.1. Primeira alternativa.

Nun primeiro momento, plantexouse a realización de un cauce artificial de formigón en case todo o tramo do río que se encontra en torno ao núcleo, con unha lonxitude aproximada de 1500 metros, acompañado de un aumento da anchura de este. Esta alternativa reduciría a rugosidade, e por tanto o coeficiente de Manning, facilitando a capacidade hidráulica do río. Móstrase a continuación a sección tipo proposta para esta alternativa (cotas en metros).





Unha vez simulado en Iber este primeiro ensanche, observouse que a diminución da zona afectada é considerable, reducíndose calados e velocidades:



Non obstante, a pesar de que se obtiveron bos resultados para o problema plantexado, esta é unha alternativa que presenta un enorme impacto ambiental, xa que non so se afecta o ancho do cauce, se non que se lle aplica un revestimento de formigón, todo isto sumado xeraría danos moi grandes

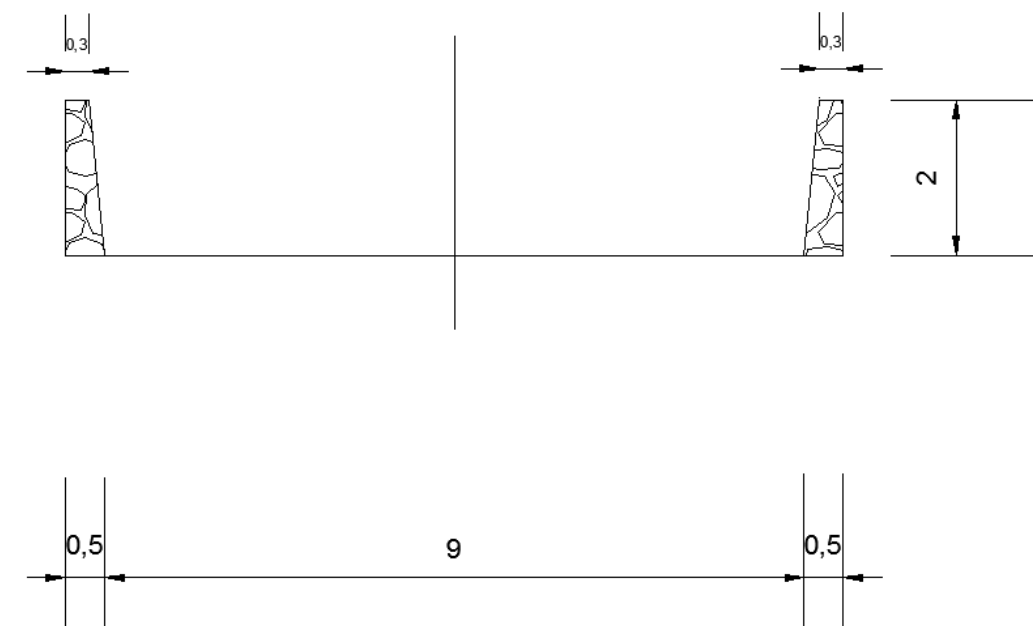
no ecosistema fluvial, así como unha importante alteración visual, ademais da afección a unha ponte denominada “ponte da pedra” pola que discorre o Camiño de Santiago procedente de Barreiros e que habería que protexer por ser parte do Patrimonio do municipio de Lourenzá.

Co obxectivo de reducir o dano que se lle poda causar ao medio, buscáronse alternativas, que baseadas en modificacións do cauce, permitiran tamén solucionar as inundacións.

### 2.3.1.2. Segunda alternativa.

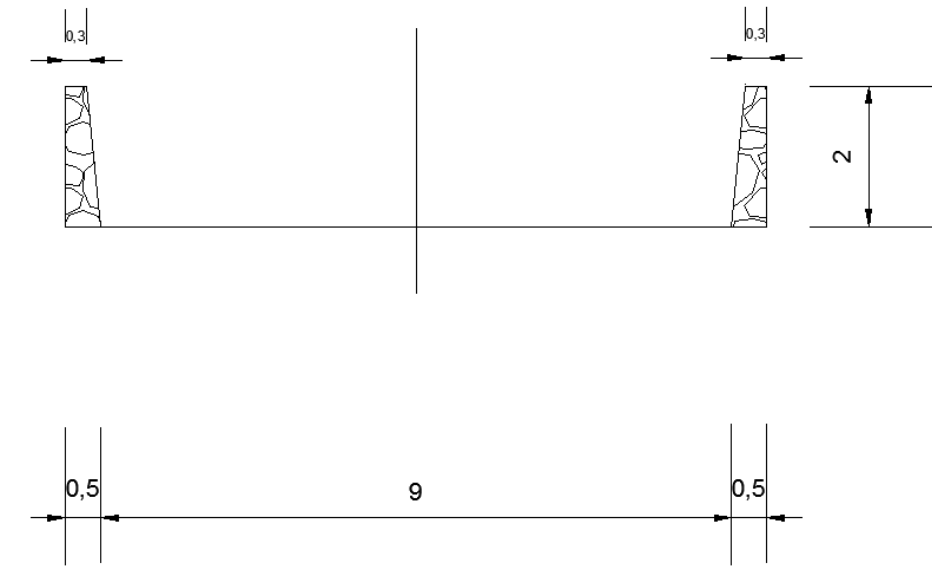
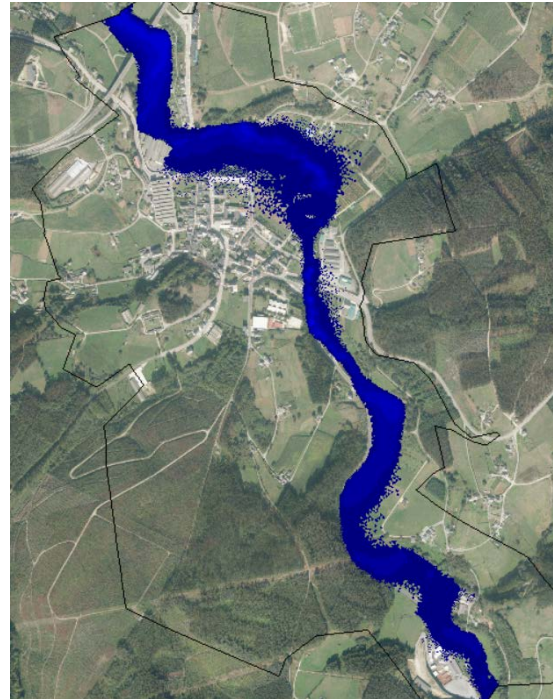
Plantexouse por outra parte unha modificación do cauce do río mediante un ensanche de menores dimensións, sen a realización de unha sección tipo de formigón, empregando muros de contención de escollera, e tamén coa redución da zona a ensanchar, que agora pasaría a ter unha lonxitude de aproximadamente 950 metros.

Móstrase a continuación a sección tipo plantexada para esta alternativa (cotas en metros), tendo en conta que o ancho aproximado do río no tramo estudado é duns 7 metros:



Na imaxe seguinte obsérvase a simulación levada a cabo en Iber, na que se aprecia que non se precisa unha actuación tan agresiva como a primeira desta tipoloxía, xa que reducindo a modificación realizada tamén se consegue reducir o problema de forma considerable. A zona de

fluxo preferente é maior que no primeiro caso, pero comparándoa coa situación actual, obtivéronse bos resultados.

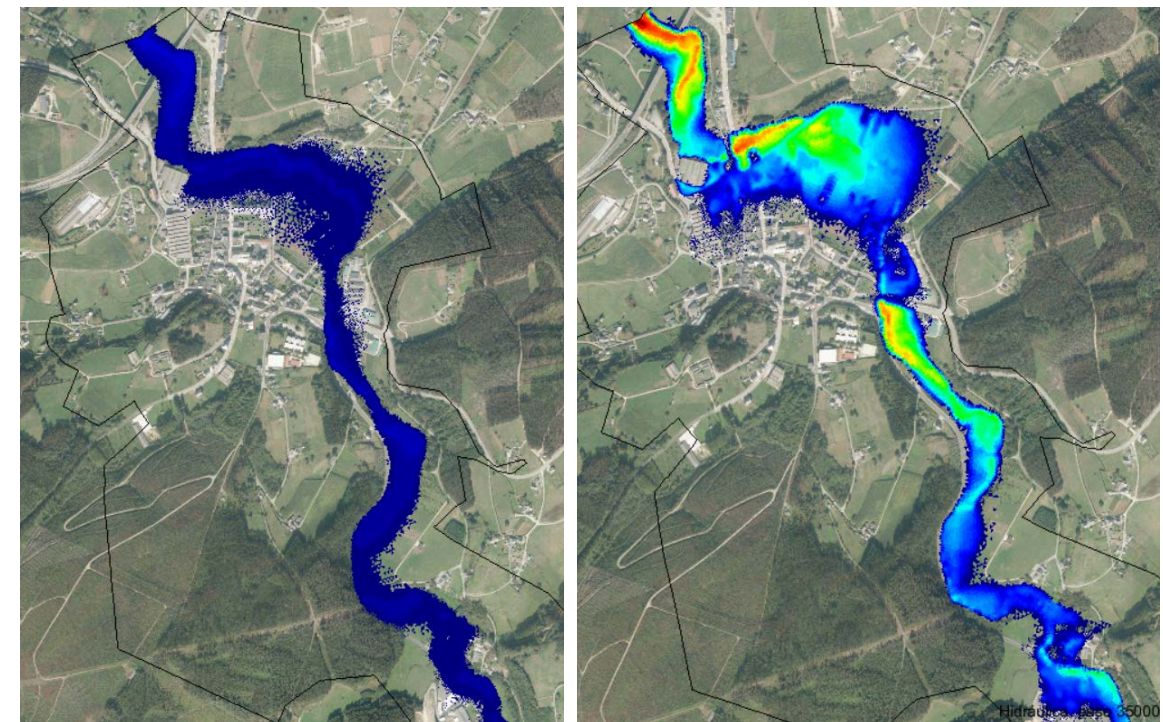


### 2.3.1.3. Terceira alternativa.

Co obxectivo de afinar na redución do impacto producido polo ensanche proposto, e de non afectar a vivendas, introduciuse en Iber un modelo dixital do terreo cuxa modificación do cauce era aínda de menor lonxitude que a segunda alternativa, neste caso de 500 metros, e observouse que a redución da zona de fluxo preferente no núcleo era notoria e que por tanto, mediante esta alternativa menos agresiva, se conseguían bos resultados para o obxectivo plantexado.

Na imaxe seguinte amósase a sección tipo empregada, igual á da segunda alternativa desta tipoloxía (cotas en metros):

Móstranse a continuación os resultados obtidos en Iber e a súa comparativa coa situación que se produce na actualidade:



Desta análise, observouse que dentro desta tipoloxía, a máis eficiente das tres sería esta última, por ser tecnicamente favorable, e ser moito máis coidadosa ambientalmente así como economicamente



máis viable. É, por tanto, destas tres alternativas, esta última a que se empregou na comparativa coas outras dúas tipoloxías anteriores.

#### 2.3.1.4. Outras simulacións.

Continuouse buscando unha operación que conseguira afectar menos ao medio e á vez reducir a zona de fluxo preferente no núcleo. Por tanto, simulouse en Iber que ocorrería se se intentara combinar unha modificación do ancho do cauce con unha zona de retención de auga augas arriba da vila (o que podería ser unha Tipoloxía 4, ao combinar dúas das xa mencionadas).



Como se pode apreciar na imaxe anterior, a mellora que se consegue con esta combinación é practicamente inapreciable. Acumúlase auga na zona destinada á retención (zona sinalada), pero no núcleo urbano non se observan descensos de calados nin redución da zona de fluxo preferente. Por tanto, non se ten en conta esta última alternativa para o estudo, xa que tecnicamente non aporta ningunha mellora, e so conseguiría un incremento do coste en balde.

#### 2.3.2. Costes de construción.

Movemento de terras: 10500 €

Expropiacións: 90000 €

Tratamento antierosivo: 3000 €

Reposición de partes do viario e de drenaxe: 20000 €

Coste total aproximado: **123500 €**

#### 2.3.3. Valoración ambiental.

Nun río, actuar sobre o cauce sempre ten unhas consecuencias que poden ser moi graves para a fauna e flora que vive grazas a el. Todo isto debe ser tido en conta negativamente á hora da análise de alternativas.

#### 2.3.4. Impacto social.

Debe terse en conta as expropiacións que se deberían realizar para incrementar o ancho do río. Tamén deberá terse en conta a posibilidade do acondicionamento das marxes á vez que se modifica o seu ancho, de maneira que se xere unha especie de senda ao longo do río.

#### 2.3.5. Avaliación técnica.

Ante a comparativa das simulacións en Iber, o obxectivo de reducir a zona de inundación así como calados e velocidades parece cumprirse, por tanto, esta tipoloxía de alternativas da solución ao problema plantexado.

### 2.4. ALTERNATIVA CERO

A alternativa 0 sería a de non realizar ningún tipo de modificación na zona, esta alternativa non ten cabida nun anteproxecto destas características cuxo obxectivo principal é precisamente o de evitar as inundacións que causan na zona os problemas plantexados anteriormente. Malia iso, dispónse no apéndice 2 deste anexo o plano correspondente a dita alternativa, que sería a situación que se produce na actualidade, co obxectivo de servir á comparativa do resto de tipoloxías propostas.

## 3. FACTORES A CONSIDERAR NA ANÁLISE DAS ALTERNATIVAS

Definíronse varios criterios que permitiron decidir que tipoloxía de alternativa é a máis adecuada, cada un deles con un peso distinto en función da súa importancia para alcanzar os obxectivos buscados. Empregáronse ademais parámetros concretos, sempre que foi posible, buscando a máxima obxectividade na análise das alternativas.



### 3.1. CRITERIO ECONÓMICO.

Outorgóuselle ao criterio económico un peso dun **20%**. Na súa valoración tívose en conta unicamente o coste das unidades de obra fundamentais e que resultasen verdadeiramente representativas no prezo final da obra, os devanditos costes figuran no apéndice 1 deste anexo.

Fundamentalmente, para estas tres tipoloxías de alternativas, o coste económico dependerá do movemento de terras, o coste das expropiacións e a reposición de certos elementos do viario que se podan ver afectados.

Outorgóuselle maior puntuación, tomando un valor de 90, a aquelas tipoloxías cuxo coste económico fose inferior, e con menor puntuación aquelas con un coste económico máis elevado (10), interpolando entre estas puntuacións para aquelas tipoloxías con costes intermedios.

### 3.2. CRITERIO AMBIENTAL.

Debido a que as obras se centran no curso dun río, este criterio debe ter unha gran importancia, xa que estase traballando nunha zona de gran relevancia ecolóxica, sostén de un ecosistema fluvial, flora e fauna que debe ser preservada. Buscouse minimizar o posible os impactos ambientais negativos que puidera ter o proxecto, integrando este na paisaxe. A este criterio outorgóuselle un peso de un **30%**.

Dentro de este criterio, definíronse outros subcriterios, debido á importancia ambiental de este anteprojecto:

- Metros de cauce de río artificial. Valorarase negativamente a existencia de cauces artificiais, como variante ao río existente, puntuándose máis positivamente aquelas tipoloxías de alternativas que non supoñan a execución dun novo cauce (puntuación 100) e peor as que sí consistan nunha afección deste tipo (puntuación 10).
- Metros de cauce de río modificado. Valorarase negativamente a modificación parcial do cauce existente do río, puntuándose máis positivamente aquelas tipoloxías que non impliquen variar a sección existente do río (puntuación 100) e peor as que sí supoñan este tipo de modificación (puntuación 30)
- Lexislación medioambiental. Valorarase positivamente que as actuacións se adapten á normativa e lexislación vixente. Establécese un intervalo de puntuacións entre 90 e 10, outorgándolle 90 a aquelas alternativas que sigan máis fielmente a normativa e 10 ás que a incumpran maior número de directrices, interpolándose para o resto no caso de ser necesario.

- Afección a flora e fauna. Terase en conta de maneira negativa que a modificación do río ou do seu entorno afecten á vida do ecosistema fluvial, pensando especialmente en vexetación das marxes do río afectada e en modificacións que podan provocar cambios substanciais na circulación habitual das especies fluviais. Establecerase un intervalo de puntuacións entre 90 e 20, puntuándose con 90 ás tipoloxías que afecten a menos m<sup>2</sup> de superficie ocupada por vexetación das marxes e arredores do río e que teñan menos metros de río modificado ou artificial, e con 20 ás que máis afecten á condición anterior ou ben provoquen variacións nos movementos migratorios ou habituais da fauna, interpolándose entre este intervalo no caso de ser preciso para outras tipoloxías.
- Efecto barreira para a fauna. A existencia de obstáculos no cauce que podan interferir no movemento ou migración das especies fluviais será valorada de forma negativa. Obterán mellor puntuación (90) as tipoloxías que incorporen menor número de obstáculos no curso do río, e peor (con unha puntuación de 30) aquelas que sí que os incorporen.

### 3.3. CRITERIO SOCIAL.

Este criterio é imprescindible, debido a que o obxectivo do proxecto é servir ao público (buscando o mellor compromiso co medio ambiente). A este criterio outorgóuselle un peso do **20%**. Debido á súa relevancia, dividiuse á súa vez en distintos subcriterios:

- Afeccións a edificacións ou elementos urbanizados. Valorarase negativamente a ocupación tanto de vivendas como de edificacións pertencentes a algunha industria así como terreos urbanizados. As puntuacións estarán nun intervalo de entre 70 e 100, outorgándose 100 a aquela tipoloxía que non afecte a ningunha edificación nin terreo urbanizado e 70 ás que afecten a algún dos elementos mencionados para este criterio.
- Terreos rurais a expropiar. Valorarase negativamente a ocupación de terreos con esta calificación. Puntuarase máis positivamente (90) aquelas tipoloxías que afecten a menor superficie de terreo rústico e máis negativamente a aquelas que supoñan maior cantidade de m<sup>2</sup> a expropiar (puntuación 50), interpolando entre este intervalo no caso de ser necesario.
- Viario afectado e reposicións a realizar. Terase en conta de forma negativa que as obras afecten a estes elementos e que haxa que realizar algún tipo de reposición. Establécese un intervalo de puntuacións entre 100 e 50, supoñendo 100 aquelas tipoloxías que non supoñan ningún tipo de afección a viario ou outros elementos que haxa que repoñer e 50 a aquelas actuacións que provoquen maior número de reposicións ou afeccións, interpolando entre estas dúas puntuacións no caso de ser necesario.





- Función recreativa e social. Valorarase positivamente o aproveitamento da actuación para outorgar á zona de novos espazos recreativos e de ocio. Outorgaráselle maior puntuación (90) a aquelas tipoloxías que maior cantidade de superficie ofrezan para esta función e con puntuación de 0 a aquelas que non fomenten en absoluto este tipo de función e por tanto non propoñan superficie para ela, interpolándose no caso de ser necesario.

### 3.4. CRITERIO TÉCNICO.

Debido á natureza do problema, o que se buscou foi reducir a zona de fluxo preferente no núcleo urbano de Lourenzá así como a redución dos calados máximos durante a época de inundacións. Por tanto, analizouse se as distintas tipoloxías de alternativas cumpren este obxectivo e en que medida. Valorarase positivamente, por tanto, aquelas alternativas que dean solución ás inundacións, reducindo en maior medida a superficie (m<sup>2</sup>) ocupada pola zona de fluxo preferente (con 90) e valorando máis negativamente aquelas cuxa superficie ocupada pola zona de fluxo preferente sexa maior (con 10). A este criterio outórgaselle un peso de **30%**.

## 4. PUNTUACIÓN DAS ALTERNATIVAS.

Procedeuse a avaliar as tres tipoloxías de alternativas para ver cal delas e a máis adecuada segundo a puntuación obtida.

### 4.1. AVALIACIÓN DO COSTE ECONÓMICO

	Tipoloxía 1	Tipoloxía 2	Tipoloxía 3
Puntuación total	10	37	90

Tras avaliar os costes máis representativos, de unha forma moi superficial, pero buscando a obxectividade das tres tipoloxías de alternativas para poder avaliar este criterio correctamente, chegouse á conclusión de que a tipoloxía 3 resulta ser a máis económica, 123500€, e puntuouse por tanto con 90. A tipoloxía 1 trátase da tipoloxía con un maior coste, xa que o desvío pasa por parte de terreo pertencente a unha cooperativa da zona, polo que os costes de expropiación son moi elevados, obtén por tanto a menor puntuación, 10, con un custo aproximado de 593000€. Nunha situación intermedia, 466000€, encóntrase a tipoloxía 2, que tras realizarse unha interpolación obtén unha puntuación de 37

### 4.2. AVALIACIÓN DO IMPACTO AMBIENTAL.

	Tipoloxía 1	Tipoloxía 2	Tipoloxía 3
<b>Metros de cauce de río artificial.</b>	10	100	100
<b>Metros de cauce de río modificado.</b>	100	100	30
<b>Lexislación.</b>	10	90	40
<b>Afección a flora e fauna.</b>	20	90	35
<b>Efecto barreira para a fauna.</b>	90	30	90
Puntuación total	<b>46</b>	<b>82</b>	<b>59</b>

Metros de cauce de río artificial: Outórgase unha puntuación de 100 ás tipoloxías 2 e 3 xa que non se realiza ningunha desviación do cauce natural do río (por tanto, 0 metros de río artificial). Á tipoloxía 1 dáselle unha puntuación de 10, debido a que presenta unha modificación moi grave do curso do río, ao realizarse un desvío de aproximadamente 800 metros.

Metros de cauce de río modificado: Dáse unha puntuación de 100 á tipoloxía 2, xa que o cauce non se ve modificado ou se ve modificado pero só en puntos moi localizados e en moi baixa medida. Considérase de igual forma que a tipoloxía 1 se lle debe outorgar unha puntuación de 100 xa que non afecta, ou so puntualmente, ao cauce natural, considerándose a parte desfavorable do desvío xa no subcriterio anterior. A tipoloxía 3, puntúase con 30, xa que é a alternativa que maior lonxitude de cauce modifica, aproximadamente 500 metros.

Lexislación: A tipoloxía 1 vai en contra totalmente das directrices que dicta a lexislación actual, xa que un desvío do río é unha actuación moi agresiva que afectaría enormemente á natureza do río, incumprindo as normativas que buscan afectar o mínimo ao estado natural dos ríos, por este motivo puntúase con un 10. A tipoloxía 2 é a máis concienciada co medio natural das tres existentes, propón unhas solucións blandas que non danarían apenas o ecosistema fluvial, seguindo as directrices que promulga a lexislación vixente, outórgaselle unha puntuación de 90. A tipoloxía 3 encóntrase nunha situación intermedia, xa que non resulta unha actuación tan blanda como a da tipoloxía 2 nin respecta tanto as directrices das normas e leis vixentes ao supoñer o ensanche dun río unha afección importante ao medio, por tanto, interpólase entre as puntuacións máxima e mínima, obténdose 40.





Afección a flora e fauna: A tipoloxía 2 é a máis adecuada para o tratamento deste subcriterio, e outórgaselle unha puntuación de 90, xa que apenas se modifica superficie das marxes do río. A tipoloxía 1 supón aproximadamente 5600 m<sup>2</sup> de superficie río artificial, resultando a alternativa máis desfavorable e puntuándose con 20. Por último, a tipoloxía 3, supón aproximadamente 1600 m<sup>2</sup> de marxes do río modificadas, situándose por tanto nunha situación intermedia entre as dúas anteriores, polo que para asignarlle unha puntuación, se interpola entre o intervalo fixado: 35.

Efecto barreira para a fauna: En canto á tipoloxía 2, se se trata da colocación de un azud no curso do río (escollendo a opción máis desfavorable para avaliar este subcriterio), supón un obstáculo que podería interromper o libre movemento dos peixes, por tanto puntúase coa menor das puntuacións, 30. As outras dúas tipoloxías, en canto a este subcriterio, non debería supoñer problemas, xa que non contarían con ningún obstáculo no curso do río, por tanto, puntúanse con 90.

#### 4.3. AVALIACIÓN DO IMPACTO SOCIAL.

	Tipoloxía 1	Tipoloxía 2	Tipoloxía 3
<b>Afeccións a edificacións e terreos urbanizados.</b>	70	70	100
<b>Terreos rurais a expropiar.</b>	90	79.63	50
<b>Viario afectado e reposicións a realizar.</b>	50	100	75
<b>Función recreativa e social.</b>	0	90	30
<b>Puntuación total</b>	<b>52.5</b>	<b>84.91</b>	<b>63.75</b>

Afeccións a edificacións e a terreos urbanizados: Á tipoloxía 3 outórgaselle unha puntuación de 100, pois ningunha edificación se ve afectada. A tipoloxía 1 e a tipoloxía 2 son puntuadas con un 70 xa que afectan aos elementos mencionados neste subcriterio.

Terreos rurais a expropiar: A tipoloxía 1 é a que presenta menor superficie de terreo rural a expropiar, 6000 m<sup>2</sup>, puntúase por tanto con 90. A tipoloxía 2, presenta unha superficie de terreo que se debe expropiar de aproximadamente 60000 m<sup>2</sup>, e obtén por tanto unha puntuación de 50. Por último, a tipoloxía 3, presenta unhas expropiacións da orde de 20000 m<sup>2</sup>, que, tras interpolar linealmente entre as anteriores, obtén unha puntuación de 79.63

Viario afectado e reposicións a realizar: En xeral, calquera das tipoloxías se encontra bastante afastada de este tipo de elementos. A tipoloxía 1 afectará a parte do viario, polo que haberá que realizar dous novos sistemas de paso de ese novo canal ou ven a realización de pequenas pontes, dáselle unha puntuación de 50. A tipoloxía 2 non supoñería afeccións de este tipo, polo que se puntúa con 100. Á tipoloxía 3, por existir a necesidade de repoñer un paso inferior de drenaxe, interpolando, obtén unha puntuación de 75.

Función recreativa e social: A tipoloxía 1 non aporta ningunha de estas funcións, polo tanto a súa puntuación é 0. A tipoloxía 2 está moi encamiñada a proporcionar un espazo con estas características ás aforas do núcleo urbano, de aproximadamente unha superficie de 60000 m<sup>2</sup>, a maior das tres, polo que se puntúa con un 90. A tipoloxía 3, froito de esta modificación das marxes, propón tamén un acondicionamento destas así como unha mellora do espazo próximo, valorado nunha superficie de 20000 m<sup>2</sup>, polo tanto puntúase con 30, tras ter feita unha interpolación.

#### 4.4. AVALIACIÓN DOS CRITERIOS TÉCNICOS.

	Tipoloxía 1	Tipoloxía 2	Tipoloxía 3
<b>Reducción da zona de fluxo preferente</b>	<b>90</b>	<b>10</b>	<b>72</b>

Observando as simulacións obtidas de Iber, analízase como resolven as tres tipoloxías o problema de inundacións plantexado.

Reducción da zona de fluxo preferente: A tipoloxía 1 da a mellor solución a este problema, reducindo considerablemente tanto a zona de fluxo preferente, que pasa a ocupar unha superficie aproximada de 13000 m<sup>2</sup>, obtendo a maior puntuación, 90. A tipoloxía 2 non responde ben, apenas se modifica a zona de fluxo preferente (con algunha das alternativas incluso non se modifica en absoluto = 35000 m<sup>2</sup>) e obtén por tanto a menor puntuación, 10. A tipoloxía 3 da bos resultados para o problema, non tan drásticos como a 1, pero sí reduce a zona de fluxo preferente, pasando a ocupar aproximadamente uns 18000 m<sup>2</sup>, que tras a interpolación asígnaselle unha puntuación de 72.

#### 4.5. AVALIACIÓN FINAL





Recóllese na seguinte táboa o resumo das puntuacións obtidas para cada alternativa así como a puntuación final de cada unha delas:

	Tipoloxía 1	Tipoloxía 2	Tipoloxía 3
<b>Avaliación do coste económico</b>	10	37	90
<b>Avaliación do impacto ambiental</b>	46	82	59
<b>Avaliación do impacto social</b>	52.5	84.91	63.75
<b>Avaliación dos criterios técnicos</b>	90	10	72
Puntuación final	<b>53.3</b>	<b>51.98</b>	<b>70.05</b>

O resultado deste análise de alternativas da a **tipoloxía 3** como a mellor das plantexadas.



**APÉNDICE N° 1:**  
**COSTE DAS ALTERNATIVAS**





## 1. TIPOLOXÍA 1.

Para poder realizar este desvío precísase realizar unha excavación do terreo polo que este vai discurrir. Para avaliar o coste desta tipoloxía, valorárase o volume de material a excavar a nivel de sección tipo, polo que se determinara a superficie desta.

Para a simulación en Iber, a sección tipo que se introduciu para a modificación do modelo dixital do terreo tiña unha superficie de 14 m<sup>2</sup>. Supúxose un prezo de 3.5€/m<sup>3</sup>.

Unidade de obra	Medición	Prezo unidade	Prezo total aproximado
m <sup>3</sup> de excavación	11200 m <sup>3</sup>	3.5 €/m <sup>3</sup>	40000€

Por tratarse dun cauce creado artificialmente, debe aplicárselle un tratamento antierosivo, que se valora en **6000€**.

Durante o transcurso deste novo cauce, encóntranse elementos que deberán ser repostos, neste caso trátase de pasos inferiores para o drenaxe viario, que se valoran en **20000€**

Para valorar as expropiacións, e por falta de datos máis precisos debido a que este é un proxecto académico, supónse un prezo de expropiación de suelo rústico de 4.5 €/m<sup>2</sup>. Na seguinte táboa expóñense as superficies a expropiar de cada tipo de terreo según a súa calificación.

Tipo de solo	Superficie a expropiar	Prezo	Prezo total aproximado
Rústico	6000 m <sup>2</sup>	4.5 €/m <sup>2</sup>	27000€

Debido a que haberá que ocupar unha parte de terreo pertencente a unha industria, aproximadamente 5000 m<sup>2</sup>, supoñendo que o custo da expropiación será de 100€/m<sup>2</sup>, o prezo desta parte pasa a ser: **500000€**.

O custo desta tipoloxía é o máis elevado das tres, cun prezo aproximado de **593000 €**

## 2. TIPOLOXÍA 2.

Para poder reter a auga arriba da vila, é necesario realizar un rebaixe da cota do terreo que se pretende inundar durante a época de inundacións. A superficie a excavar é de aproximadamente 56000 m<sup>2</sup>. Na seguinte táboa móstranse os prezos resultantes de realizar un descenso de cota de 1 metro:

Unidade de Obra	Medición	Prezo unidade	Total
m <sup>3</sup> de excavación (profundidade 1m)	56000 m <sup>3</sup>	3.5 €/m <sup>3</sup>	196000 €

Para poder realizar esta tipoloxía de obras, deben expropiarse os terreos a esa marxe do río, que serían ocupados por auga durante o período de inundacións, e como parque durante o resto do ano. Supoñendo un prezo de expropiación de suelo rústico de 4.5 €/m<sup>3</sup>, e sabendo que estes terreos pertencen a esta calificación, obtense o seguinte coste:

Tipo de solo	Superficie a expropiar	Prezo	Total
Rústico	60000 m <sup>2</sup>	4.5 €/m <sup>3</sup>	270000€

O coste total de esta tipoloxía de alternativa sería de **466000€** para a excavación de 1 metros.

## 3. TIPOLOXÍA 3.

Neste apartado, dentro desta tipoloxía, valorárase economicamente aquela que se decidiu máis favorable dentro das plantexadas: a terceira.

Para poder proceder á modificación do ancho do río, precísase realizar un movemento de terras. Considerando a sección xa existente, só habería que excavar as súas marxes. A continuación, recóllense os datos obtidos do coste de movemento de terras:

Unidade de Obra	Medición	Prezo unidade	Total
m <sup>3</sup> de excavación	3000 m <sup>3</sup>	3.5 €/m <sup>3</sup>	10500 €

O terreo a expropiar valórase como suelo rústico, supoñéndose un prezo de expropiación de 4.5 €/m<sup>2</sup>. Recóllese na seguinte táboa a superficie a expropiar, incluíndo o espazo que se pretende acondicionar e destinar ao ocio, así como o prezo total.



Tipo de solo	Superficie a expropiar	Prezo	Total
Rústico	20000 m <sup>2</sup>	4.5 €/m <sup>2</sup>	90000 €

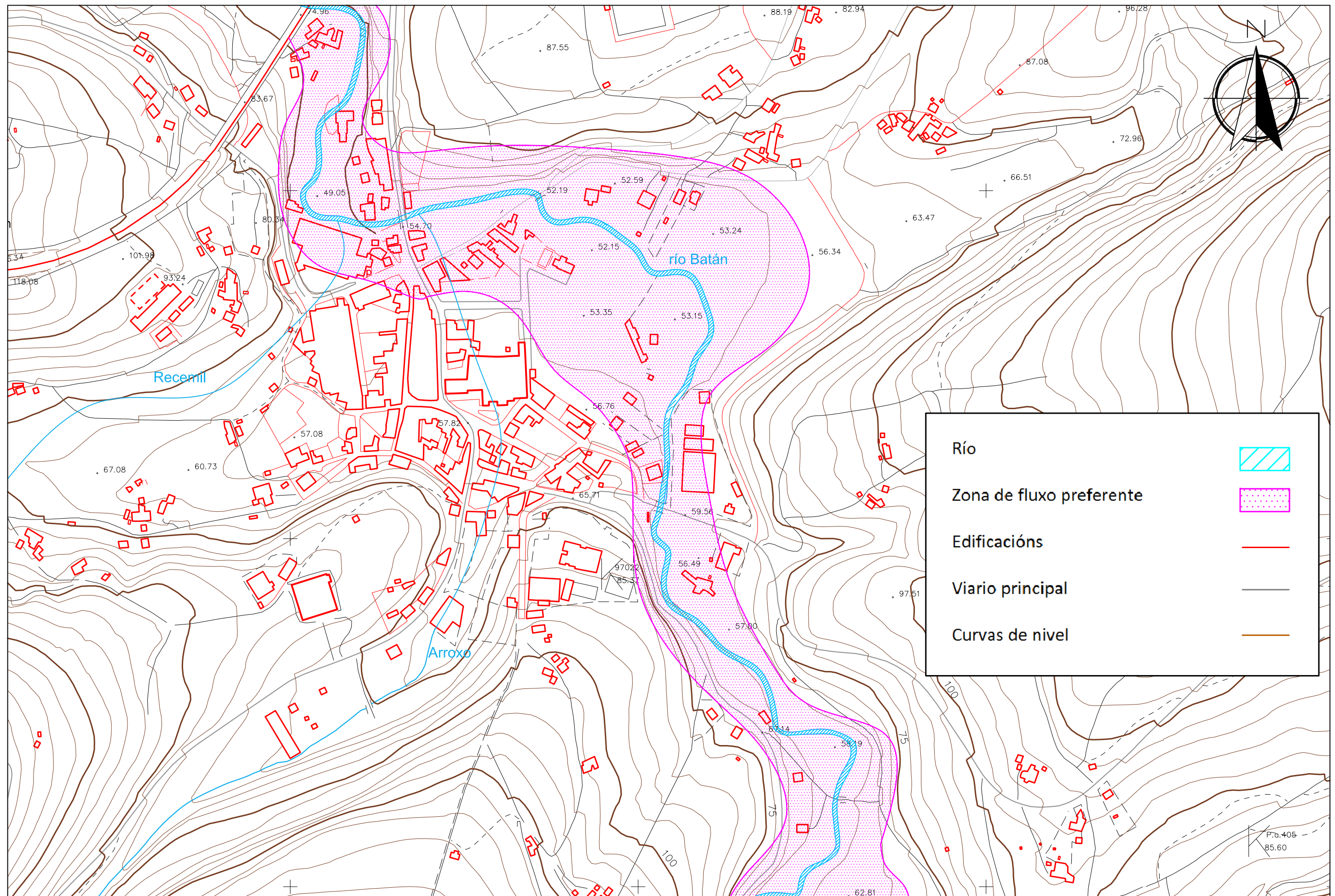
Por tratarse de marxes modificadas artificialmente, debe aplicárselle un tratamento antierosivo, que se valora en **3000 €**.


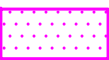



Durante a ampliación do cauce actual, encóntranse elementos que deberán ser repostos, neste caso trátase de pasos inferiores para o drenaxe viario: **20000€**

O custo total desta alternativa ascende a **123500 €**



**APÉNDICE N° 2:**  
**PLANOS DAS ALTERNATIVAS**

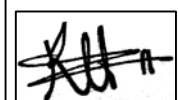


Río	
Zona de fluxo preferente	
Edificaci3ns	
Viario principal	
Curvas de nivel	



E.T.S Superior de Enxeñeiros de Cami3os, Canais e Portos de A Coru3a.

**Autora:**  
Roc3o Barro Prieto



**T3tulo:**  
Soluci3n 3s inundaci3ns en 3poca de choivas no entorno de Lourenz3 (Lugo)

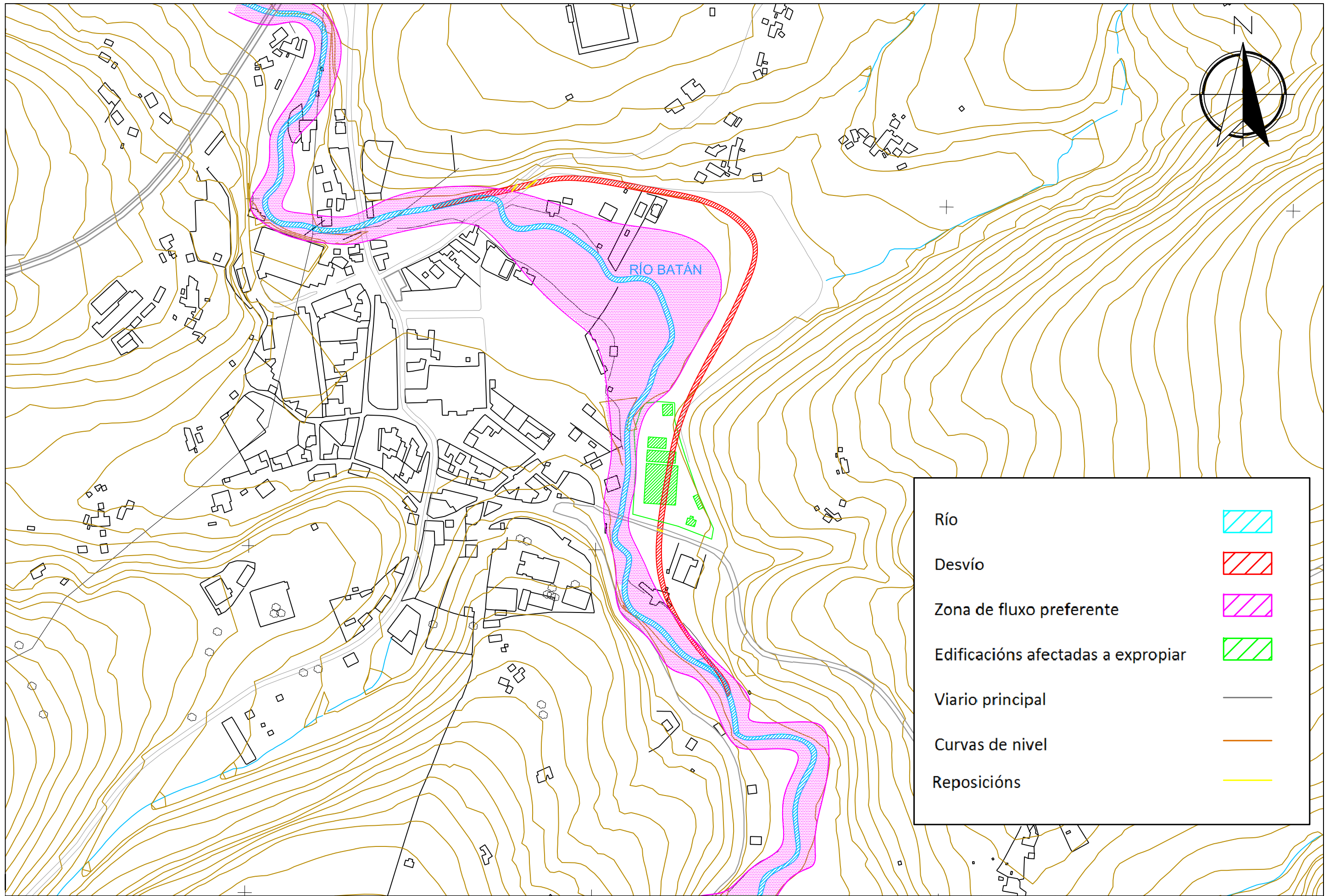
**Designaci3n do plano:**  
Situaci3n actual. Alternativa 0








**Escala:**  
1:5000

**N3 de plano:**  
0

**Data:**  
Xu3o 2016






Río	
Desvío	
Zona de fluxo preferente	
Edificaci3ns afectadas a expropiar	
Viaro principal	
Curvas de nivel	
Reposici3ns	



E.T.S Superior de Enxeñeiros de Cami3os, Canais e Portos de A Coru3a.

**Autora:**  
Roc3o Barro Prieto

**Firma:**  


**T3tulo:**  
Soluci3n 3s inundaci3ns en 3poca de choivas no entorno de Lourenz3 (Lugo)

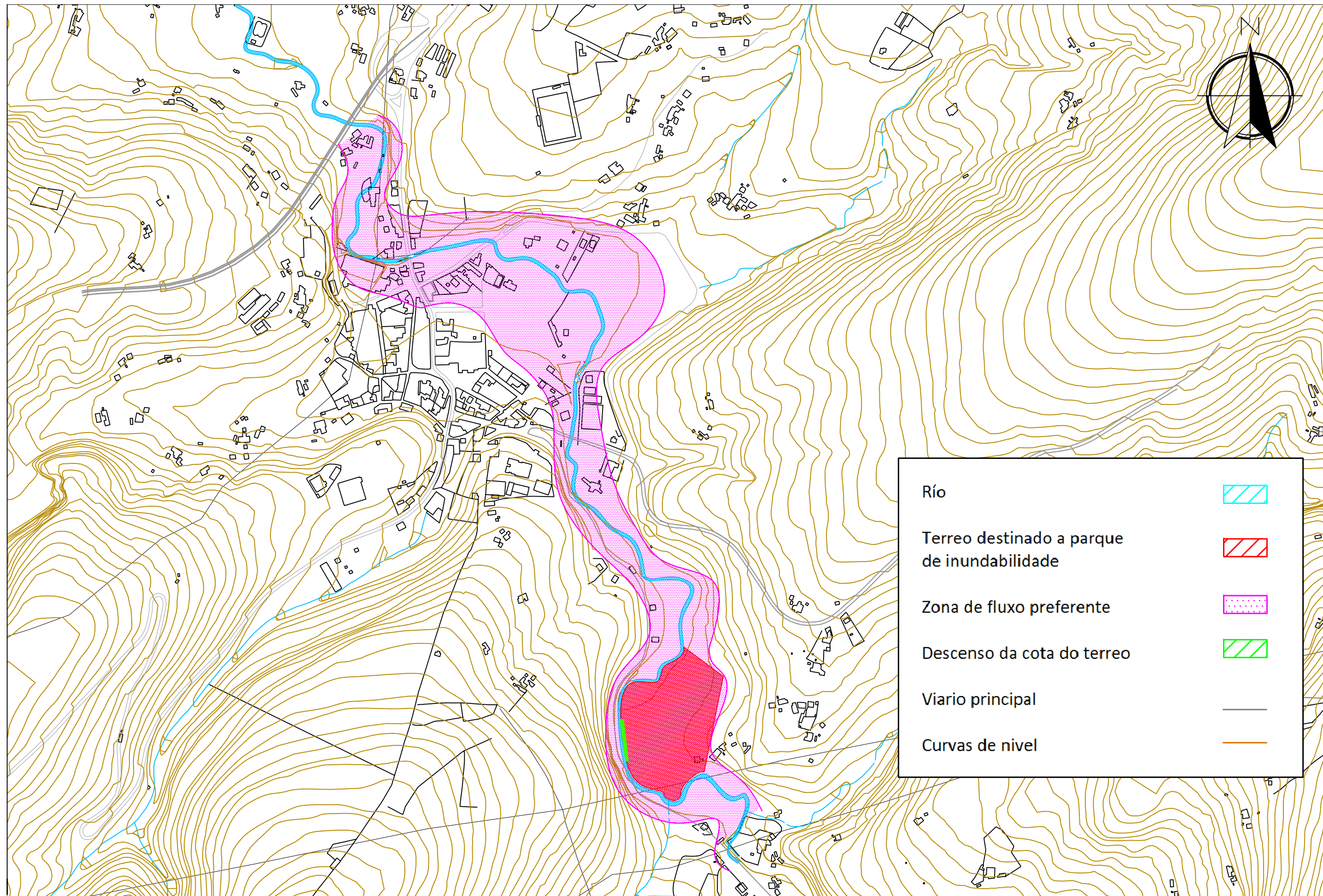
**Designaci3n do plano:**  
Planta Tipolox3a 1: desv3o (ancho 7 m, lonxitude 800 m)




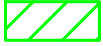


**Escala:**  
1:5000

**N3o de plano:**  
1

**Data:**  
Xu3o 2016





Río	
Terreo destinado a parque de inundabilidade	
Zona de fluxo preferente	
Descenso da cota do terreo	
Viario principal	
Curvas de nivel	

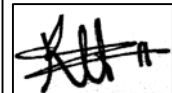


E.T.S Superior de Enxeñeiros de Camiños, Canais e Portos de A Coruña.

*Autora:*

Rocío Barro Prieto

*Firma:*



*Título:*

Solución ás inundacións en época de choivas no entorno de Lourenzá (Lugo)

*Designación do plano:*

Planta Tipoloxía 2: parque de inundabilidade

*Escala:*

1:8000

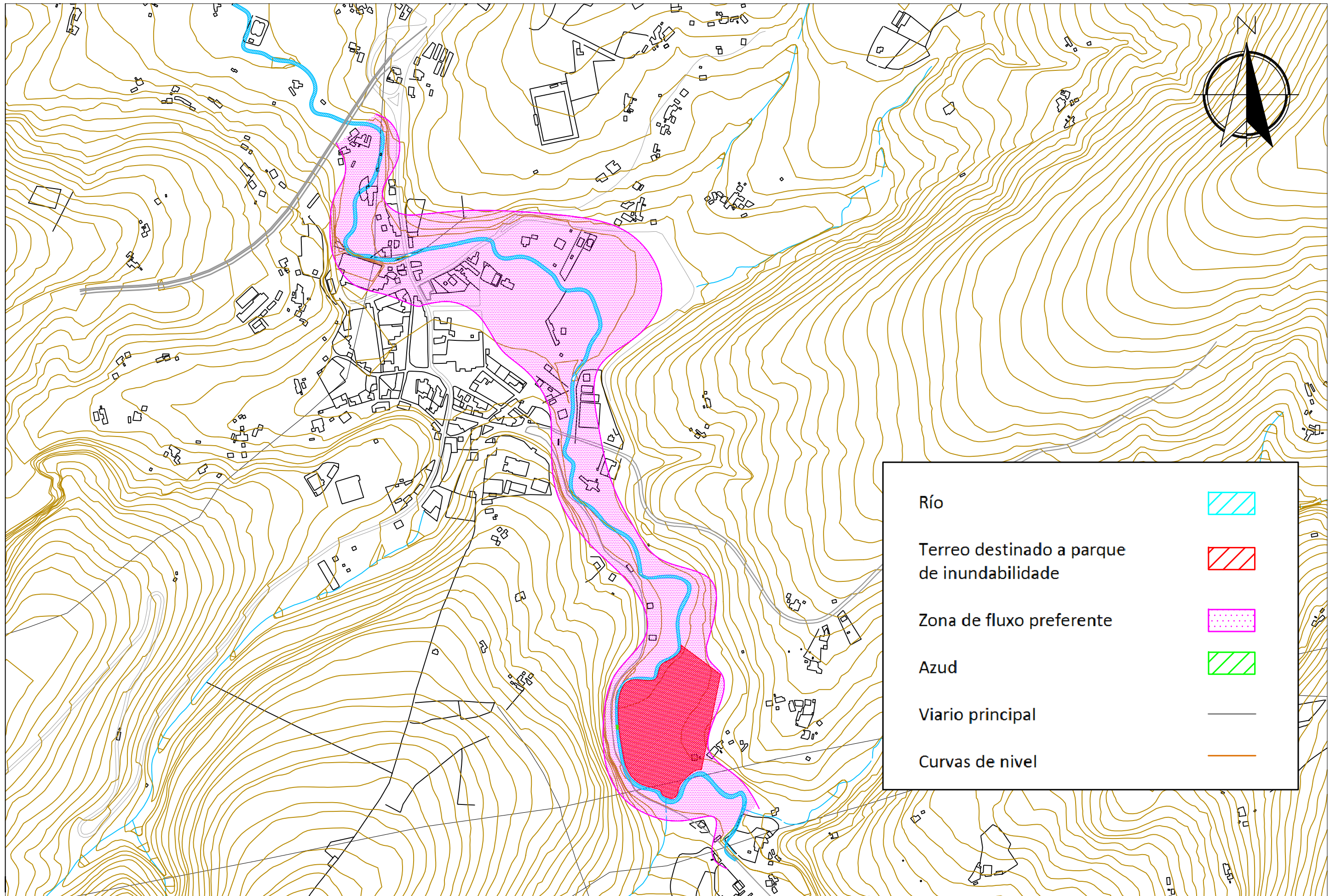
*Nº de plano:*







2

*Data:*

Xuño 2016






Río	
Terreo destinado a parque de inundabilidade	
Zona de fluxo preferente	
Azud	
Viario principal	
Curvas de nivel	



E.T.S Superior de Enxeñeiros de Camiños, Canais e Portos de A Coruña.

**Autora:**  
Rocío Barro Prieto

**Firma:**  


**Título:**  
Solución ás inundacións en época de choivas no entorno de Lourenzá (Lugo)

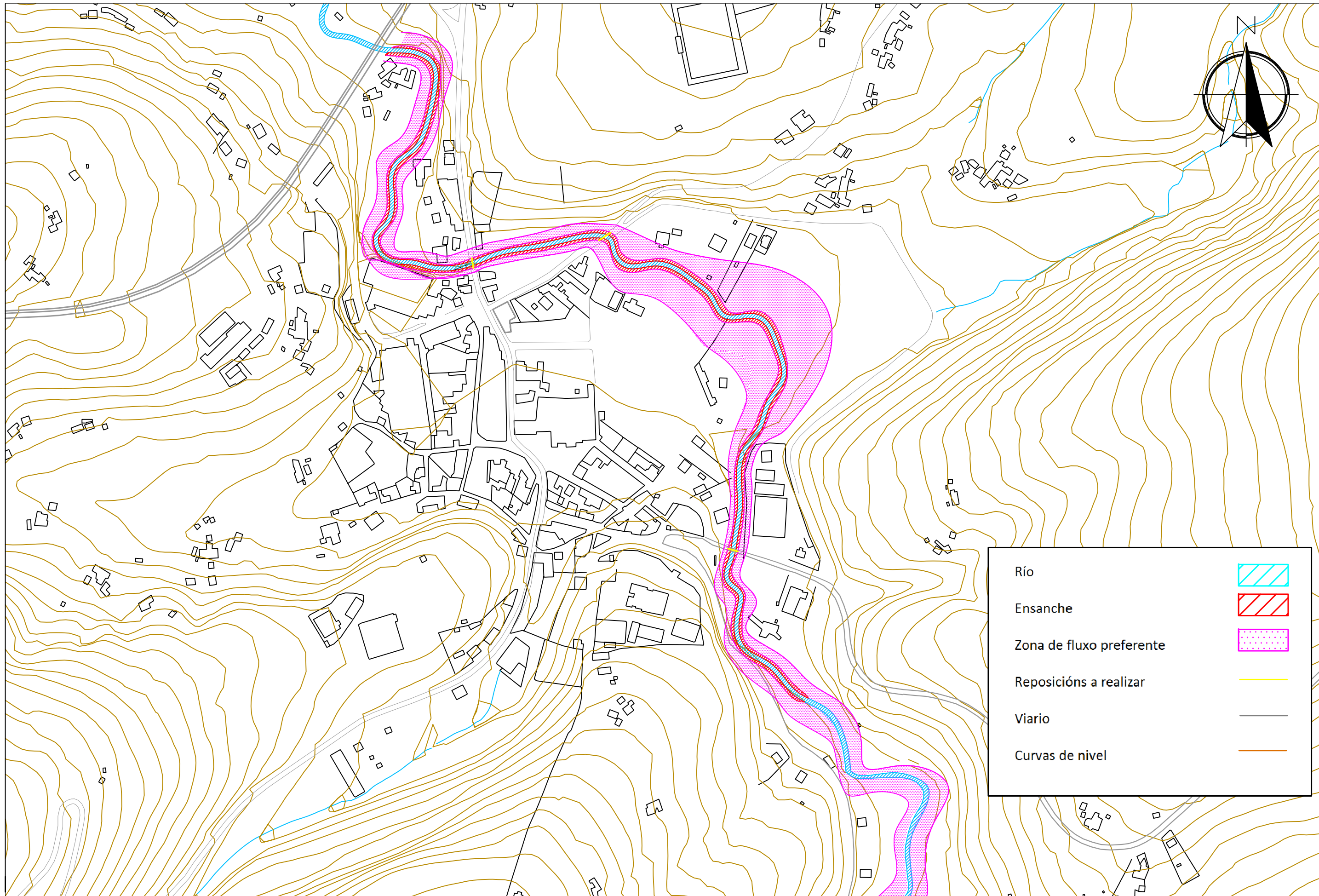
**Designación do plano:**  
Planta Tipoloxía 2: parque de inundabilidade Azud

**Escala:**  
1:8000

**Nº de plano:**  
3

**Data:**  
Xuño 2016





E.T.S Superior de Enxeñeiros de Camiños, Canais e Portos de A Coruña.

Autora:

Rocío Barro Prieto

Firma:

Título:

Solución ás inundacións en época de choivas no entorno de Lourenzá (Lugo)

Designación do plano:

Planta Tipoloxía 3: primeira alternativa (ancho 14 m, lonxitude 1500 m)

Escala:

1:5000

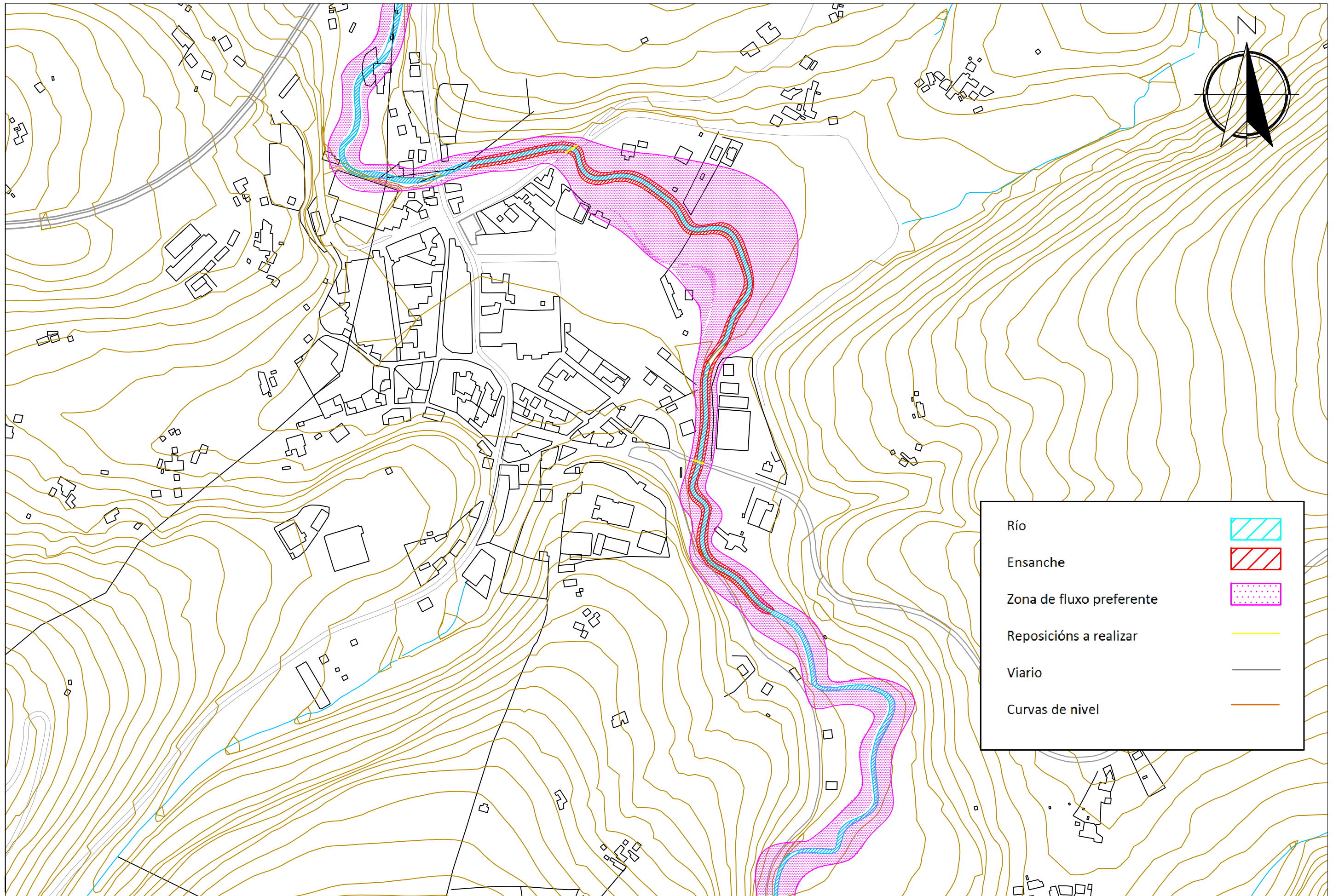
Nº de plano:

4

Data:

Xuño 2016





Río	
Ensanche	
Zona de fluxo preferente	
Reposicións a realizar	
Viario	
Curvas de nivel	



E.T.S Superior de Enxeñeiros de Camiños, Canais e Portos de A Coruña.

Autora:

Rocío Barro Prieto

Firma:

Título:

Solución ás inundacións en época de choivas no entorno de Lourenzá (Lugo)

Designación do plano:

Planta Tipoloxía 3: segunda alternativa (ancho 9 m, lonxitude 950 m)

Escala:

1:5000

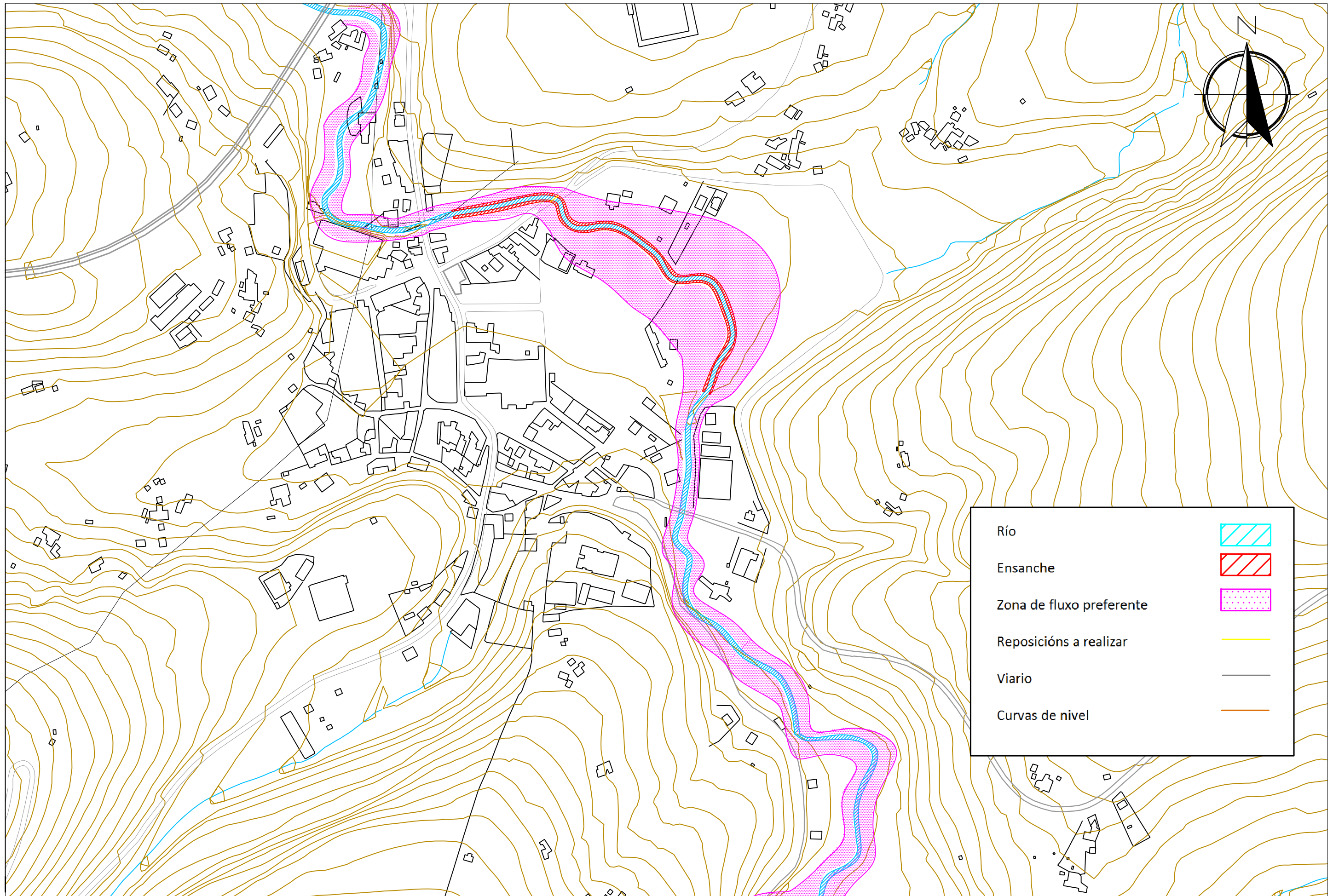
Nº de plano:

5

Data:

Xuño 2016





Río	
Ensanche	
Zona de fluxo preferente	
Reposicións a realizar	
Viario	
Curvas de nivel	



E.T.S Superior de Enxeñeiros de Camiños, Canais e Portos de A Coruña.

*Autora:*

Rocío Barro Prieto

*Firma:*

*Título:*

Solución ás inundacións en época de choivas no entorno de Lourenzá (Lugo)

*Designación do plano:*

Planta Tipoloxía 3: terceira alternativa (ancho 9 m, lonxitude 500 m)

*Escala:*

1:5000

*Nº de plano:*

6

*Data:*

Setembro 2016



**ANEXO N° 10:**  
**DEFINICIÓN DA ALTERNATIVA**  
**ESCOLLIDA**





## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. ENSANCHE DAS MARXES DO RÍO
3. OBRAS DE PROTECCIÓN
4. ACONDICIONAMENTO DA ZONA

## 1. INTRODUCCIÓN

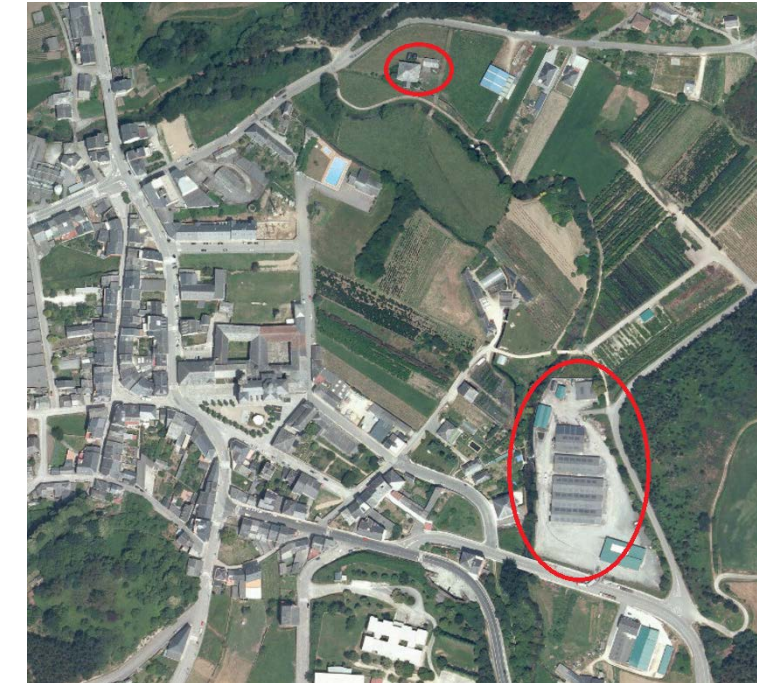
Tras o estudo de alternativas, conclúese que a mellor opción para dar solución aos problemas causados polas inundacións no núcleo de Lourenzá é a tipoloxía 3, que consiste en modificar o ancho do río, dentro da cal se decidiu que a mellor das alternativas era a terceira proposta, como ven detallado no anexo do estudo de alternativas. Neste anexo preténdese unha definición un pouco máis detallada da tipoloxía escollida, a nivel de anteproxecto.

## 2. ENSANCHE DAS MARXES DO RÍO

No estudo de alternativas plantexouse a posibilidade de modificar o ancho do río co obxectivo de acadar un cauce estable, con unhas boas condicións de desaugue que permitira diminuír a zona de fluxo preferente no núcleo da vila, zona na que maiores problemas se producían en época de inundacións.

Realizáronse unha serie de probas en Iber con diferentes anchos, materiais e variando a lonxitude de río afectada, que están reflexados no Anexo do estudo de alternativas. Chegouse á conclusión de que con unha modificación das marxes máis leve e afectando a unha lonxitude de río menor, se obtiñan resultados moi similares aos obtidos con alternativas máis agresivas e que daban unha solución que reducía de maneira importante a zona de fluxo preferente, obxectivo buscado ao inicio deste anteproxecto.

Outro dos obxectivos desta solución final é evitar que este ensanche das marxes afecte a vivendas ou industrias da zona para que non supoña unha gran influencia á poboación así como un coste excesivo de expropiacións e reposicións de elementos. Na imaxe que aparece a continuación sinálanse as edificacións que se afectaban nas primeiras probas desta tipoloxía de ensanches no estudo de alternativas e que na solución final se evitaron tocar, obténdose bos resultados.

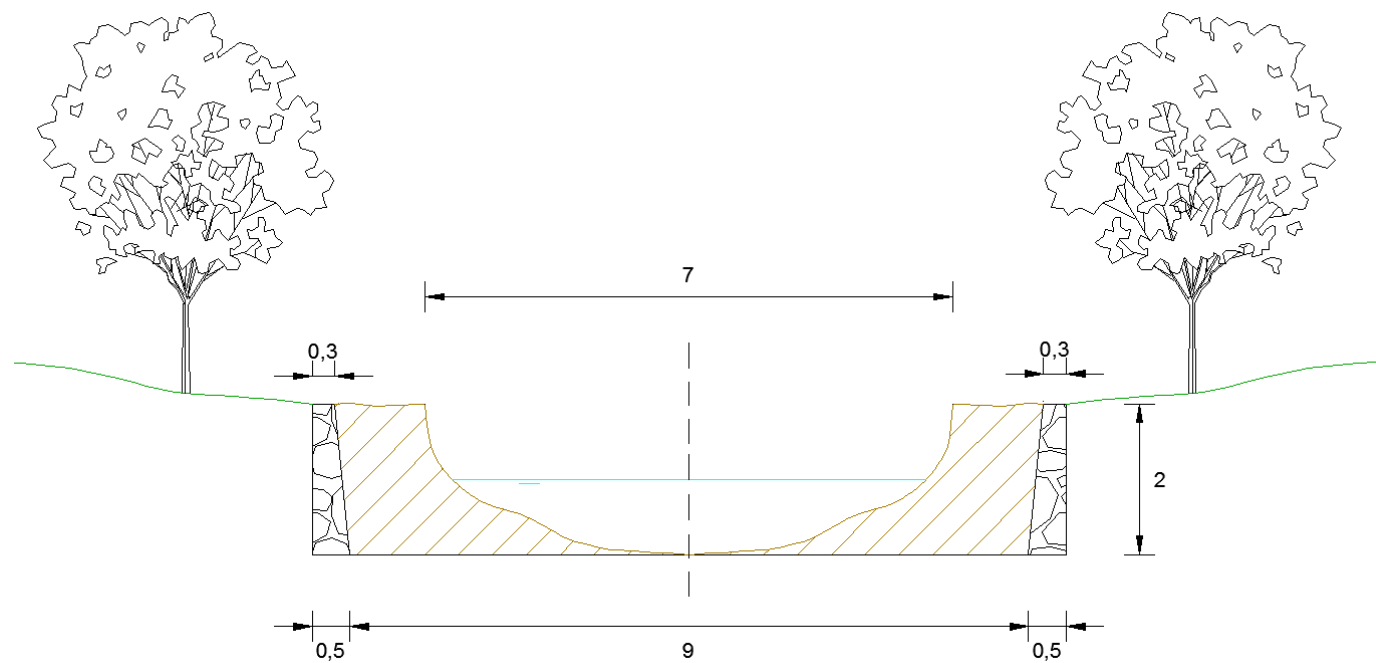


### 2.1. SECCIÓN TIPO

Empregouse unha sección tipo de 9 metros de ancho e 2 de profundidade, que en xeral suporía un incremento de 1.5 metros en cada marxe do río, xa que neste tramo o ancho aproximado do río resulta de 7 metros. Propúxose a colocación de muros de escollera que serviran de sostén desta ampliación para evitar derrubamentos. Debido ao carácter de anteproxecto deste traballo, para o cálculo do movemento de terras, realizouse unha aproximación e non unha obtención detallada do volume a mobilizar, quedando esta simplificación economicamente do lado da seguridade.

Na imaxe seguinte móstrase un esquema da sección proposta, en contraste co terreo actual (cotas en metros):





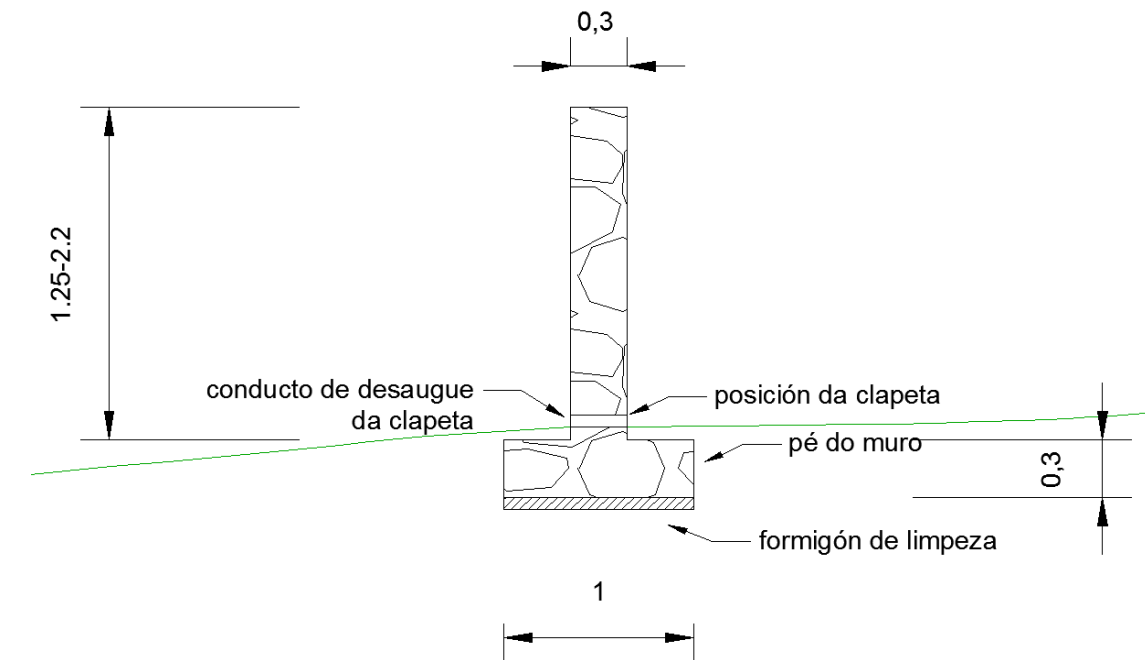
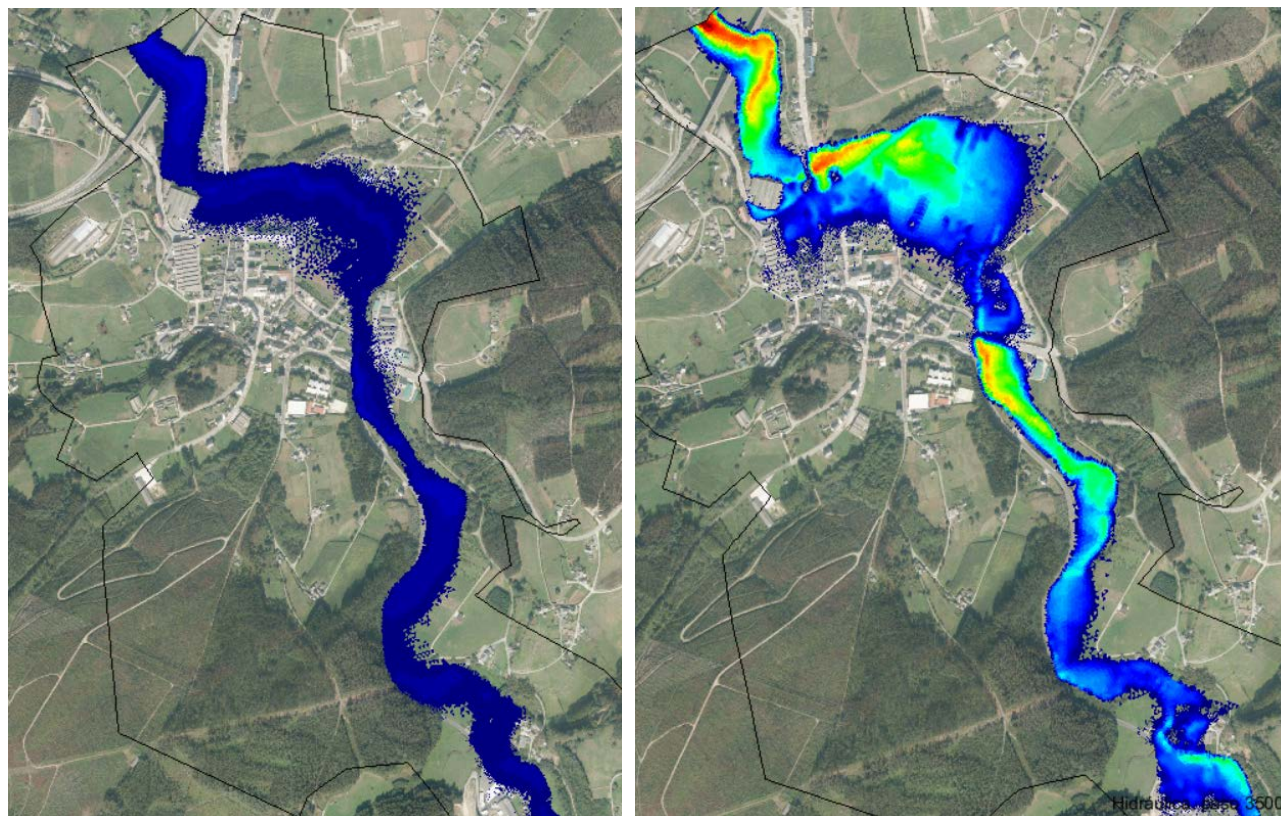
Pode observarse que a redución da zona de fluxo preferente é notoria e que por tanto, con esta actuación nas marxes máis leve segue a obterse unha boa solución ao problema plantexado.

A pesar desta redución da zona de fluxo preferente, algunhas vivendas situadas nas proximidades do río, durante a avenida de período de retorno 100 anos, vense afectadas por calados en torno aos 1.5 metros. Debido a isto, surxe a necesidade de realizar unha obra de protección que permita diminuír ou eliminar o risco ao que están expostas estas edificacións.

### 3. OBRAS DE PROTECCIÓN

Para decidir que obra de protección se colocaría no caso de que decidira facerse, existirían diversas alternativas que habería que analizar, pero que non son obxecto de este anteproxecto, propúxose por tanto unha sección tipo de muro de mampostería hormigonada a dúas caras vistas:

A continuación, amósanse os resultados obtidos da simulación en Iber do ensanche proposto na primeira imaxe, así como a situación actual, na segunda, para poder realizar a comparativa entre ambas situacións:

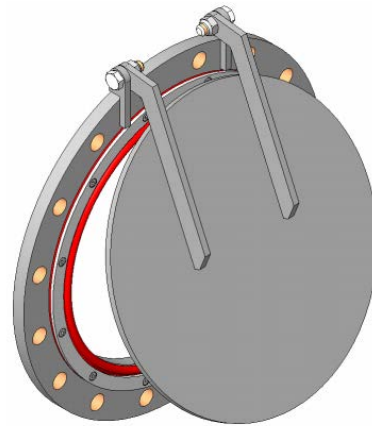


Detalle muro de mampostería hormigonada

Debido a que as inundacións obxecto deste anteproxecto son eventos puntuais, e nunha gran parte do ano esta zona non se encontra totalmente inundada, se non que só sofre as precipitacións habituais, debe evitarse que esta auga caída se acumule na parte interior do muro e poda provocar socavacións neste ou o anegamento deses terreos; para evitar estes danos, propónse a colocación de un sistema de clapetas ao longo dos muros que

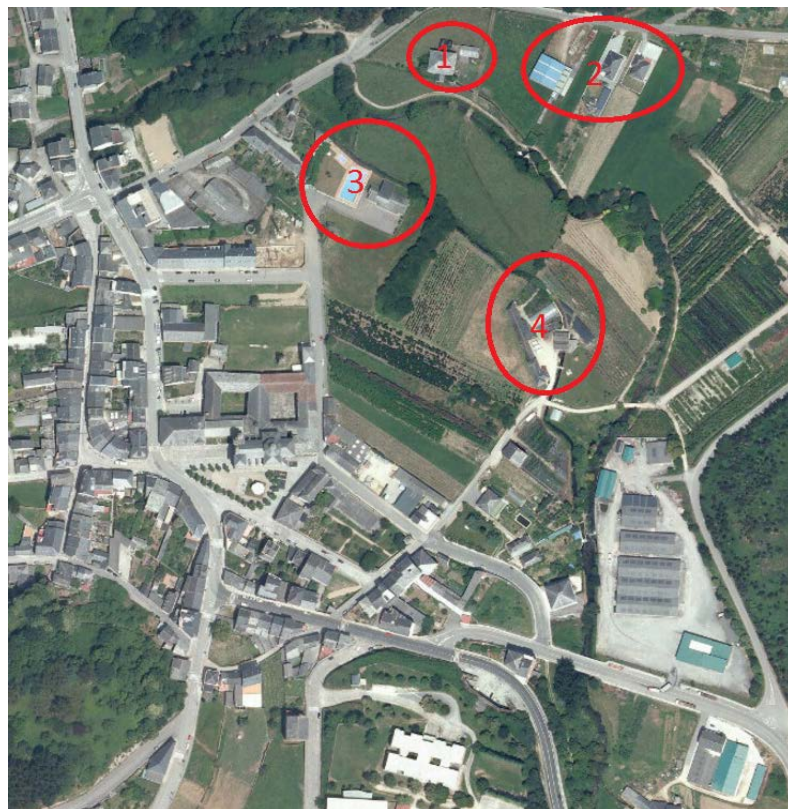


permita que a auga atravesese o muro mediante un conducto de desague e discurra ata o río, cando o nivel da auga non sexa moi elevado.



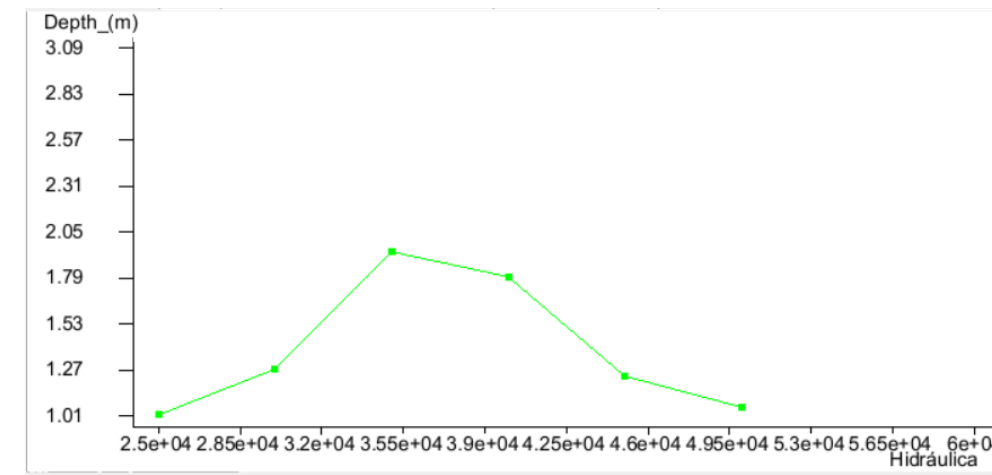
Detalle clapeta

Na imaxe que se mostra a continuación sinaláanse as edificacións afectadas pola zona de fluxo preferente obtida da simulación en Iber do ensanche escollido, e que pretenden protexerse con este tipo de obra:

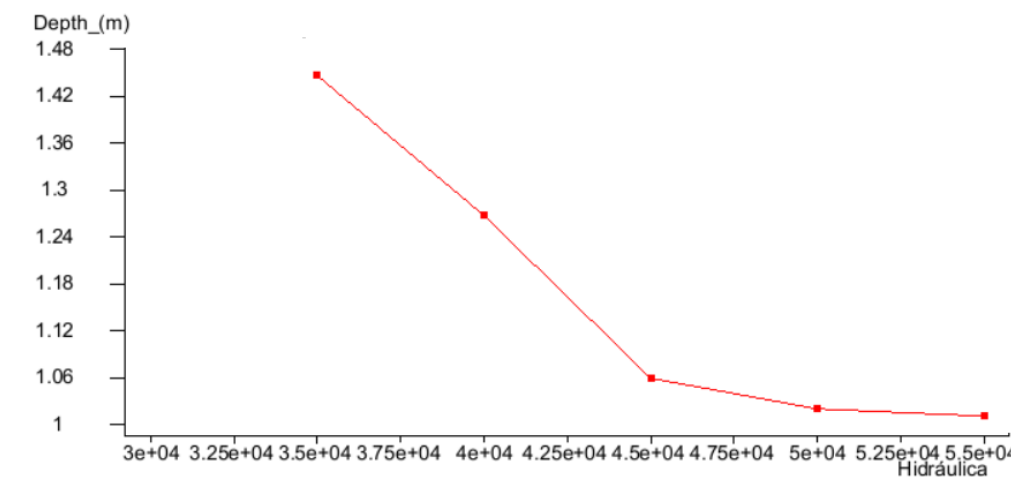


A este nivel de anteproxecto, para poder determinar que altura de muro sería necesaria para evitar o seu anegamento, empregouse unha opción que da Iber para graficar os calados de auga que se producen en determinados puntos da simulación. Na imaxe anterior sinaláronse as 4 edificacións afectadas polas inundacións, sendo estas zonas as que foron obxecto da realización de ditos gráficos. Obtivéronse para cada unha delas os seguintes datos, nos que se aprecia o calado máximo para cada unha delas:

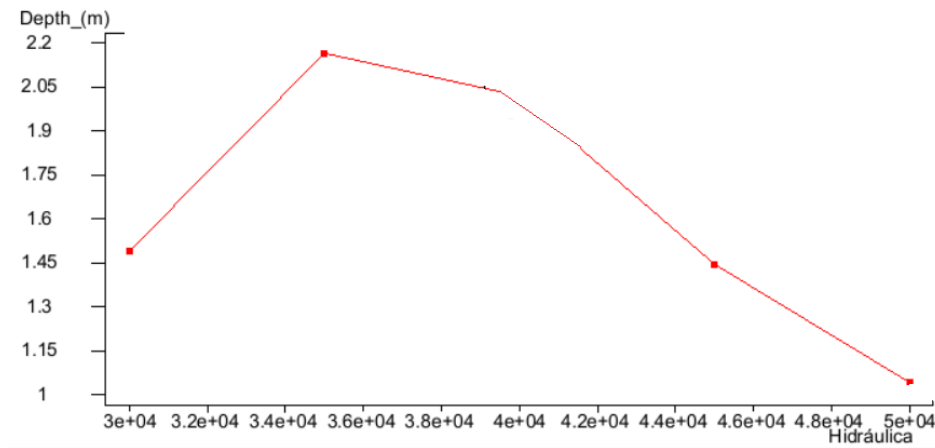
1: O calado máximo encontrase en torno aos **2.05 metros**, por tanto a obra de protección a colocar debe ser superior a esta altura.



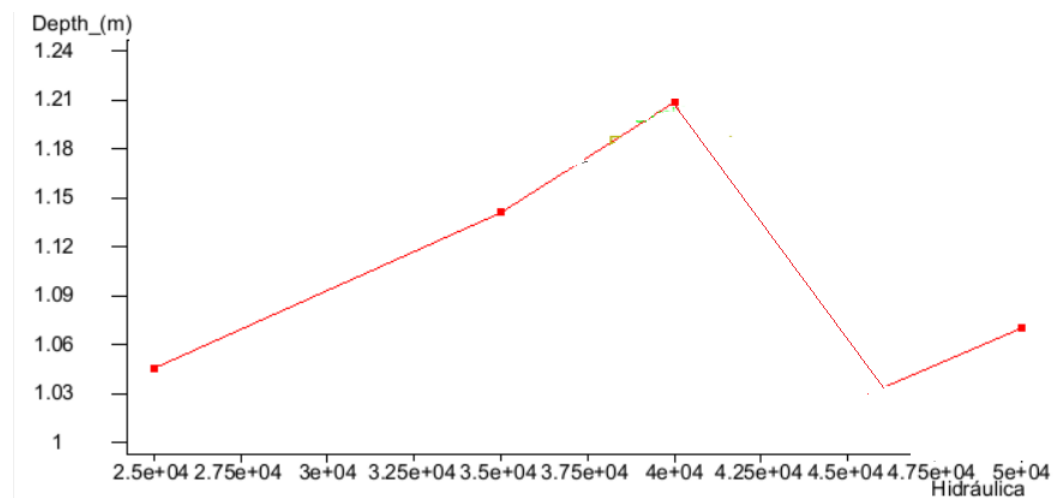
2: O calado máximo encóntrase en torno aos **1.50 metros**, por tanto a obra de protección a colocar nesta zona debe de ser superior a esta altura



3: O calado máximo é de aproximadamente **2.2 metros**, por tanto a obra de protección ha de ser superior a esta altura.



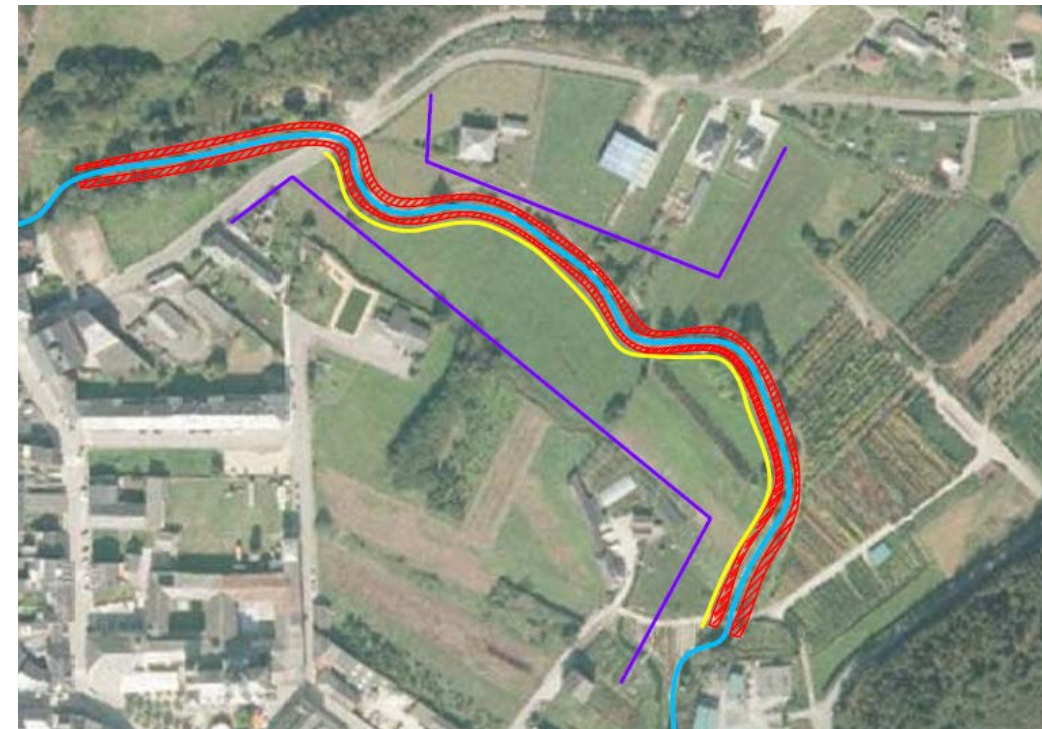
4: O calado máximo é de en torno a **1.25 metros**, por tanto obra de protección debe ser superior a esta altura.



Partindo dos máximos dos gráficos anteriores, estableceuse á altura que deberían ter os distintos muros. Co obxectivo de perturbar o mínimo posible o aspecto actual coa colocación destas obras de protección, decidiuse variar a altura, de maneira que esta se adecúe á protección necesaria.

Para conseguir que estas obras de protección sexan efectivas, deben colocarse de maneira que o seu inicio e fin se encuentre fora da zona de fluxo preferente, para evitar que a auga poda entrar. Ademais, para evitar un gran impacto visual e tamén para influir o menos posible no entorno máis próximo ás vivendas a protexer, tomouse a decisión de situar estas obras de protección a unha distancia non inferior a 2 metros. Seguindo esta directrices, o muro que protexe as zonas 1 e 2 tería unha lonxitude aproximada de 240 metros, mentres que o que protexe as zonas 3 e 4 tería uns 370 metros.

Así, realízanse dúas obras de protección, unha a cada marxe do río, como se mostra na imaxe seguinte en morado, protexendo as vivendas anteriormente sinaladas:



#### 4. ACONDICIONAMENTO DA ZONA

Xa que a afección do ancho dun río sempre supón un gran impacto á natureza deste, primeiramente, propúxose a realización dun sistema de desbroce manual que permita a replantación da vexetación de ribeira nas novas marxes do río, así como o transplante de árbores, de maneira que prime a necesidade de manter a natureza orixinal do ecosistema fluvial.

Debido a que na actualidade, na zona afectada, se ubica unha pequeno camiño, propónse a realización dunha senda fluvial na marxe do río unha vez modificado, así como a creación de zonas axardinadas a ambos lados do cauce, destinadas á ubicación dun parque ou zona de recreo. Debe terse en conta para os futuros usos que esta zona está dentro da zona de fluxo preferente, e, por tanto, en época de choivas importantes anegarse.



# ANEXO N° 11: CATASTRO





## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. ZONA DE FLUXO PREFERENTE

3. UBICACIÓN DAS OBRAS PLANTEXADAS

APÉNDICE N° 1: PLANO CATASTRAL





## 1. INTRODUCCIÓN

O presente anexo ten por obxectivo estudar a calificación das parcelas afectadas pola zona de fluxo preferente na actualidade así como aquelas que serían froito de expropiación no presente anteproxecto, datos que servirán de base para a valoración das expropiacións no anexo correspondente.

## 2. ZONA DE FLUXO PREFERENTE

Tomando como referencia os planos que aparecen no apéndice 1 deste anexo así como os resultados obtidos da simulación da situación actual no anexo hidráulico, observouse que a zona de fluxo preferente na actualidade, ademais de ocupar parcelas rústicas, toma unha parte importante de terreos ocupados por construcións e xardíns e zonas deportivas, parcelas que se buscaron protexer na búsqueda dunha solución apropiada debido a súa importancia económica e social e que, tras a realización do ensanche proposto como solución final, quedarían fora da zona de fluxo preferente e por tanto protexidas das inundacións.

Non obstante, tras a realización do ensanche proposto, unha parte relevante de terreo considerado como rústico, no cal se ubican certas vivendas, segue a estar ocupado por esta zona de fluxo preferente durante a chegada da avenida.

## 3. UBICACIÓN DAS OBRAS PLANTEXADAS

De igual forma, basándose nos planos do apéndice 1 e no anexo hidráulico, a construción das obras plantexadas, tanto ensanche como muros de protección, ocupan unha posición situada en terreos de calificación rústica, non afectando estas obras a ningún terreo de outro tipo de calificación, datos que se tivo en conta no Anexo de expropiacións para a súa valoración.





APÉNDICE N° 1  
PLANO CATASTRAL





GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA

DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO



Sede Electrónica del Catastro

Provincia de LUGO  
Municipio de LOURENZA  
Coordenadas U.T.M. Huso: 29 ETRS89

ESCALA 1:8,000

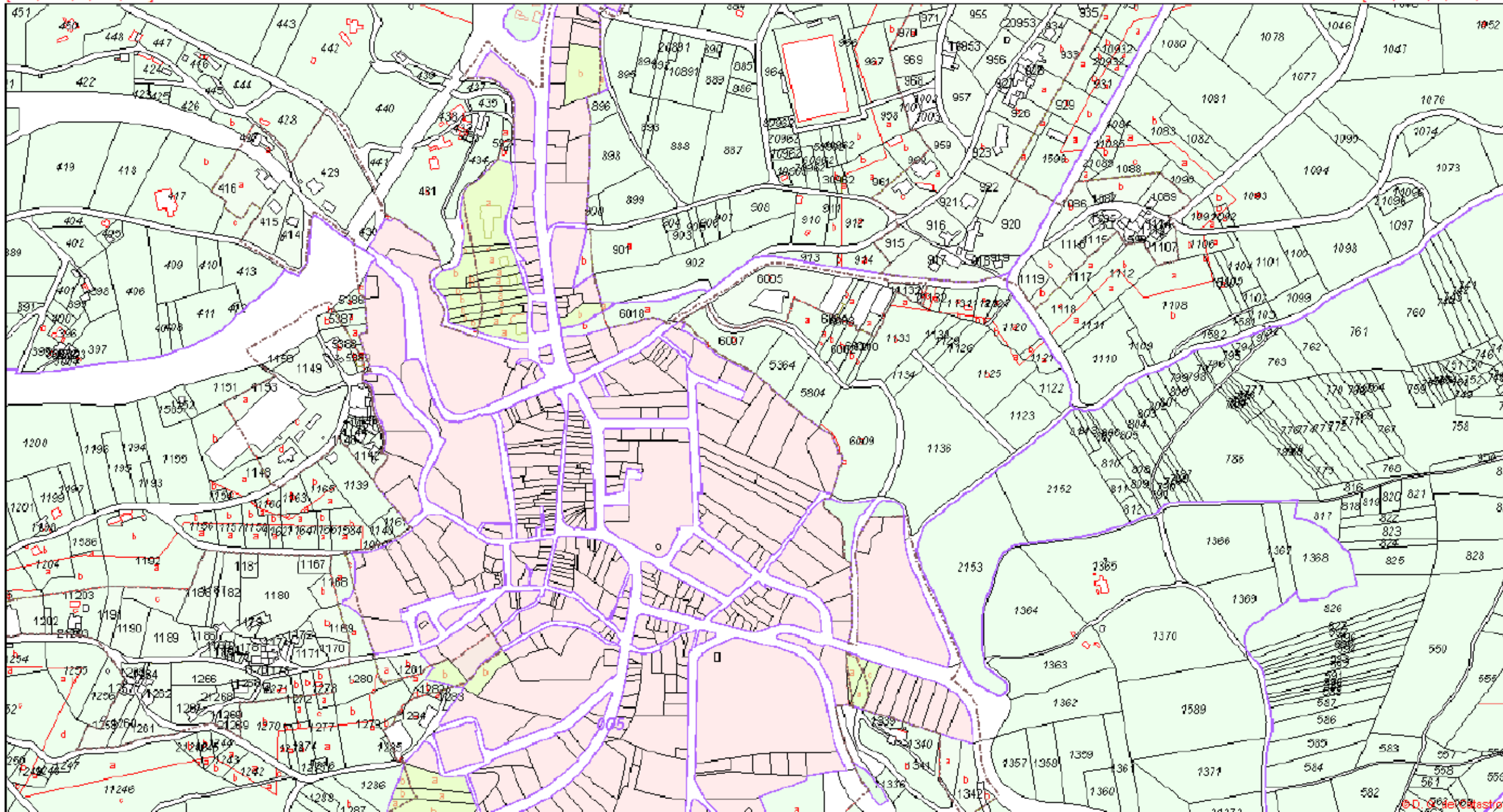
100m 0 100 200m



### CARTOGRAFÍA CATASTRAL

[636,836 ; 4,815,163]

[638,756 ; 4,815,163]



[636,836 ; 4,814,123]

[638,756 ; 4,814,123]

© D. Catastro





GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA



Sede Electrónica del Catastro

Provincia de LUGO  
Municipio de LOURENZA  
Coordenadas U.T.M. Huso: 29 ETRS89

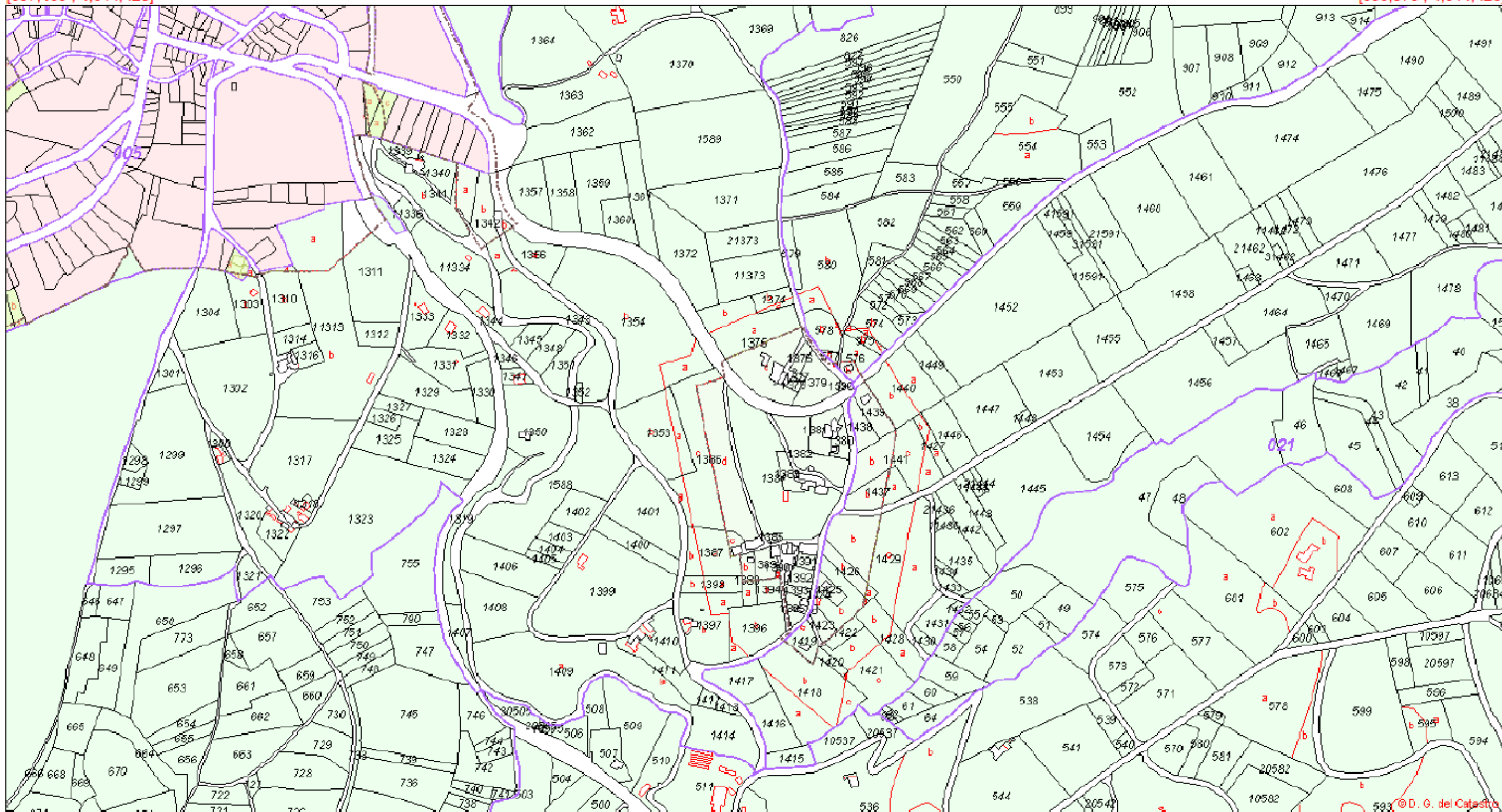
ESCALA 1:8,000



### CARTOGRAFÍA CATASTRAL

[637,453 ; 4,814,426]

[639,373 ; 4,814,426]



[637,453 ; 4,813,386]

[639,373 ; 4,813,386]

© D. G. del Catastro



# ANEXO N° 12: EXPROPIACIÓNS





## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. ZONA DE ACTUACIÓN

APÉNDICE N° 1: PLANO EXPROPIACIONES



## 1. INTRODUCCIÓN

O obxectivo do presente anexo é o de estudar as expropiacións que se deben levar a cabo para a realización do ensanche proposto así como a construción dos elementos de protección e posterior acondicionamento da zona.

Debido ás limitacións existentes e ao carácter académico deste anteproxecto, este estudo realizouse dunha forma máis reducida a como se faría se se tratase dun proxecto real. Para estimar o presuposto das expropiacións, procedeuse a medir os terreos que se precisan, aplicándose un prezo medio por metro cadrado en función do uso do solo.

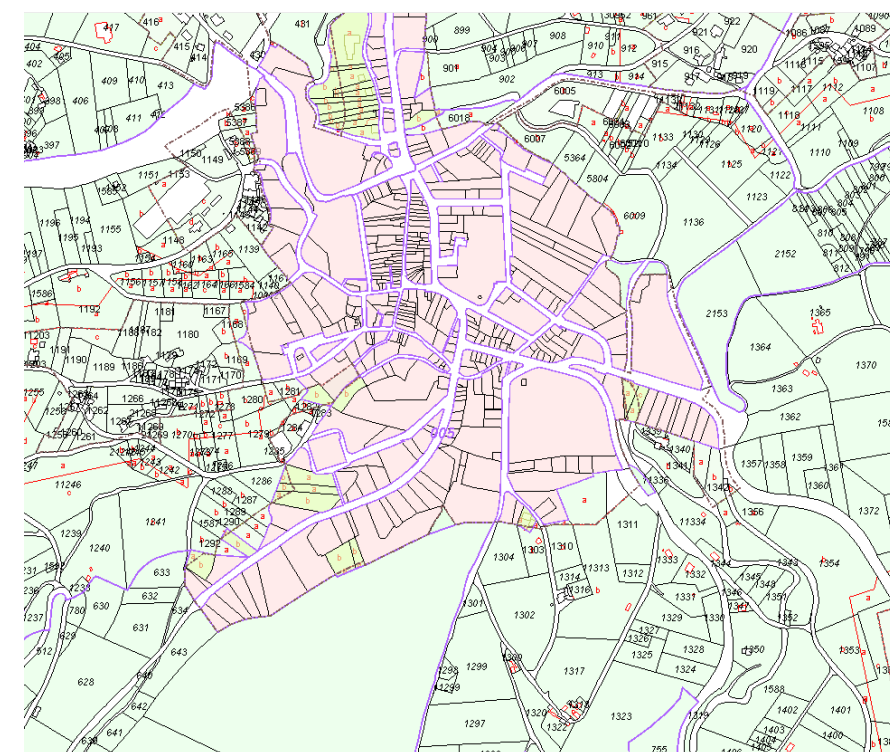
O tipo de terreo afectado cuantificouse a partir dos planos existentes. A pesar das simplificacións, procurouse que o resultado desta análise, non difira demasiado no resultado obtido se se realizase cunha información máis precisa.

Todos os terreos a expropiar encóntranse dentro do núcleo de Vilanova de Lourenzá.

## 2. ZONA DE ACTUACIÓN

A zona de actuación está situada no concello de Lourenzá (Lugo), no núcleo de Vilanova de Lourenzá, en torno a un tramo do río Batán xa descrito anteriormente.

Os terreos que se precisaron para a realización do ensanche son de dominio privado, e, segundo se determinou no anexo nº11 catastro, de calificación rústica:



Debido ao carácter de anteproxecto deste traballo, supúxose que se van expropiar todos os terreos que quedan contidos na zona de fluxo preferente dese tramo tras a realización do ensanche e a colocación dos muros. A zona a expropiar está representada no correspondente plano de expropiacións, que aparece no apéndice deste anexo.

Para valorar as expropiacións, e por falta de datos máis precisos debido a que este é un proxecto académico, supúxose un prezo de expropiación de solo rústico de 4.5 €/m<sup>2</sup>.

	Área (m <sup>2</sup> )	Coste (€/m <sup>2</sup> )	Total (€)
<b>Solo rústico</b>	35000	4.5	<b>157500</b>

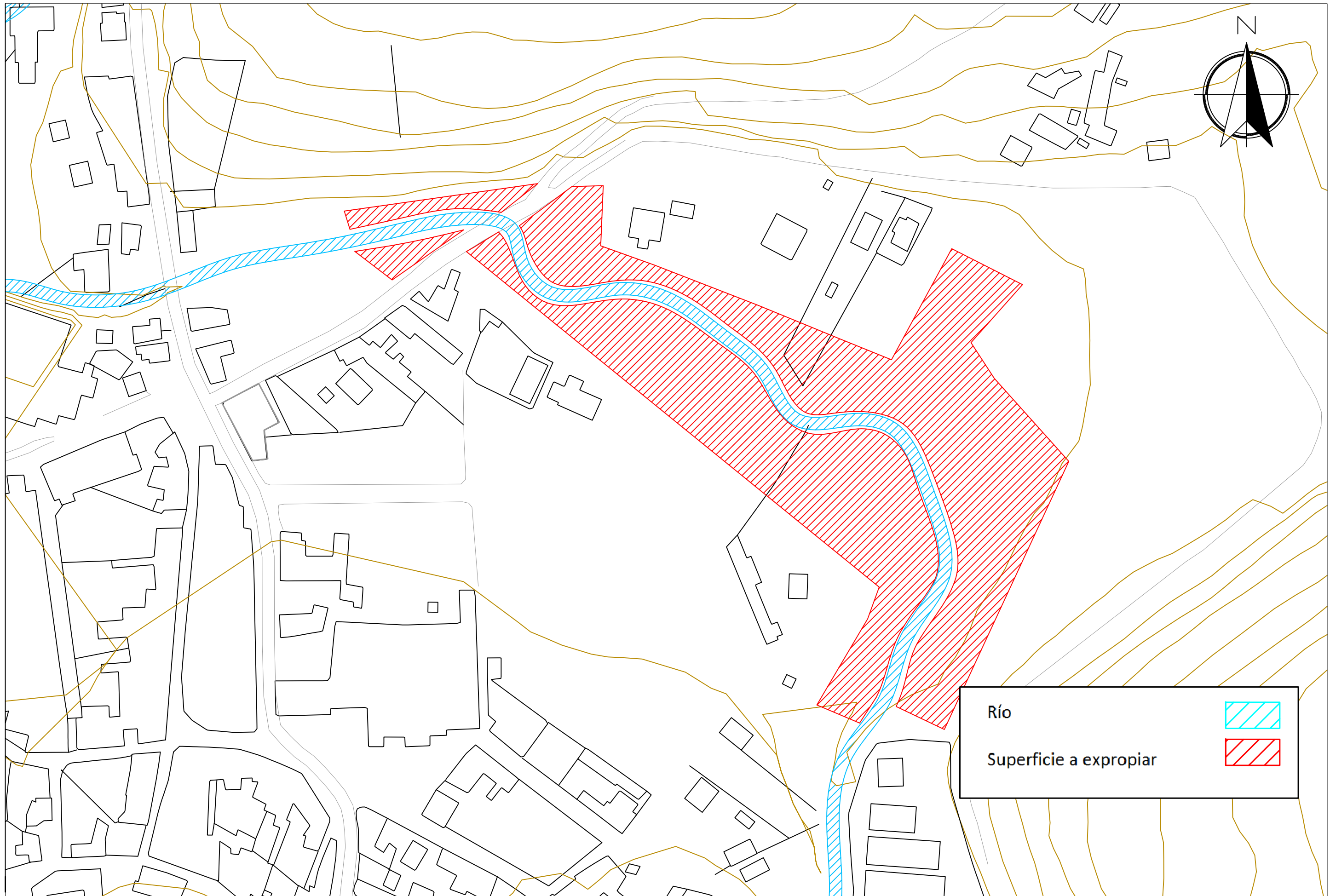
O importe das expropiacións ascende á cantidade de **157500 €** (CENTO CINCUENTA E SETE MIL CINCOCENTOS EUROS)

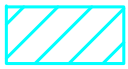



# APÉNDICE N° 1

## PLANO EXPROPIACIÓN






Río	
Superficie a expropiar	



E.T.S Superior de Enxeñeiros de Camiños, Canais e Portos de A Coruña.

*Autora:*  
Rocío Barro Prieto

*Firma:*  


*Título:*  
Solución ás inundacións en época de choivas no entorno de Lourenzá (Lugo)

*Designación do plano:*  
Expropiacións

*Escala:*  
1:2000

*Nº de plano:*  
-

*Data:*  
Xuño 2016



**ANEXO N° 13:  
COMPATIBILIDADE COA  
PLANIFICACIÓN ACTUAL**



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. PLAN DE XESTIÓN DO RISCO DE INUNDACIÓN
3. PLAN HIDROLÓXICO DA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA GALICIA-COSTA
4. CONCLUSIÓN





## 1. INTRODUCCIÓN

O obxectivo deste anexo é comprobar onde se ubican as obras plantexadas neste anteproxecto dentro da planificación actual e cal é o seu nivel de encaixe cos obxectivos plantexados pola Confederación Hidrográfica Galicia-Costa.

Para a realización do presente anexo, tomáronse como referencia o Plan de Xestión do Risco de Inundación da Demarcación Hidrográfica Galicia-Costa (ciclo 2015-2021) e o Plan Hidrolóxico da Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa, aprobado polo Real decreto 11/2016, do 8 de xaneiro.

## 2. PLAN DE XESTIÓN DO RISCO DE INUNDACIÓN

Os obxectivos principais que este documento plantexa son os seguintes:

- Avaliación preliminar do risco de inundación (APRI) e identificación das áreas de risco potencial significativo de inundación (ARPSIs), co cal se identifican as áreas de risco potencial significativo de inundación, e se establecen distintos niveis segundo o risco por perigosidade e exposición.
- Mapas de perigosidade e mapas de risco de inundación para as áreas determinadas anteriormente.
- Plans de Xestión do Risco de Inundación, elaborados dentro das ARPSIs identificadas, que buscan diminuír os riscos das inundacións e as súas consecuencias.

No presente anteproxecto realizouse unha avaliación de cal sería a área de risco potencial significativo de inundación, mediante a determinación da zona de fluxo preferente e a posterior comparativa cos datos obtidos dos mapas de perigosidade e risco de inundación proporcionados por Augas de Galicia, observándose claras similitudes entre ambas avaliacións. Nas figuras 1 e 2 móstranse respectivamente os resultados obtidos por Augas de Galicia e os obtidos durante a elaboración do estudo hidráulico deste anteproxecto.



Figura 1

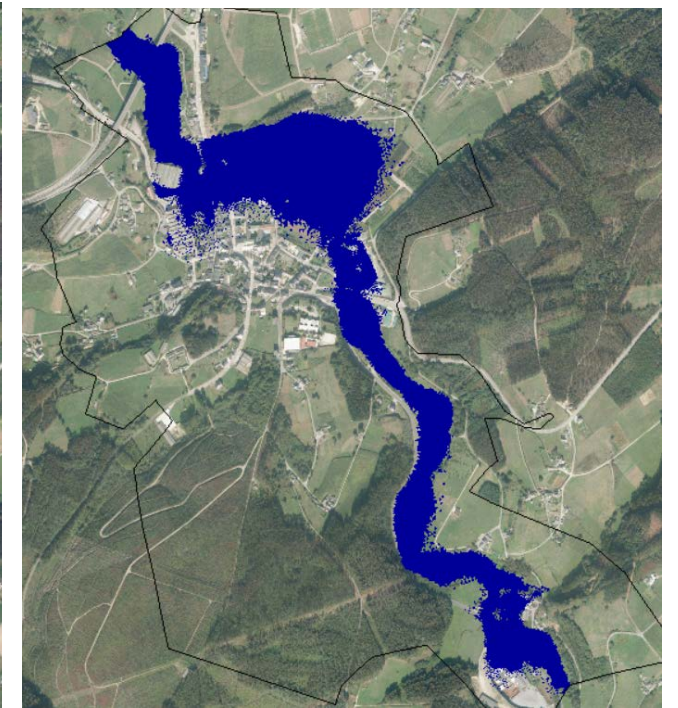


Figura 2

O obxectivo perseguido polo presente anteproxecto está en harmonía coa planificación actual que se está a analizar, xa que neste mesmo Plan de xestión do risco de inundación se ten en conta a zona de Vilanova de Lourenzá como ARPSIs de risco alto, dentro do Anexo nº2 (apéndice 2) do Programa de medidas desta planificación.

TÁBOA IV. GRUPO IV. ARPSIs DE RISCO ALTO CON PLANS ESPECÍFICOS

ARPSI	HABITANTES EN ZONA INUNDABLE PARA T=100 ANOS DE PERÍODO DE RETORNO	NOME	DESCRICIÓN	MEDIDAS XERAIS	POSIBLES MEDIDAS ESPECÍFICAS A ANALIZAR EN PLAN ESPECÍFICO	OUTRAS MEDIDAS ESPECÍFICAS	OBXECTIVOS DAS MEDIDAS
ES014-LU-18-01-02	276	Rio Batán - Lourenzá	Zona urbana, afección a vivendas unifamiliares e plurifamiliares e zonas industriais e de cultivo.	Limitacións dos usos do solo en zona inundable. Fomento de medidas de autoprotección en vivendas afectadas. Fomento á adaptación de elementos situados en zona inundable para reducir as consecuencias adversas da inundación. Promoción de SUDs. Promoción de seguros.	Medidas de mellora da capacidade hidráulica de obras de drenaxe transversal. Estudo de posibles zonas de inundación controlada para laminar avenidas. Medidas de protección do núcleo urbano a definir.		Incremento da percepción do risco de inundación e das estratexias de autoprotección. Mellorar a coordinación administrativa entre todos os actores involucrados na xestión do risco. Conseguir unha redución, na medida do posible, do risco a través da diminución da perigosidade. Mellorar a resiliencia e diminuír a vulnerabilidade dos elementos situados nas zonas inundables. Mellorar o coñecemento para a axeitada xestión do risco de inundación.



### 3. PLAN HIDROLÓXICO DA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA GALICIA-COSTA

Como xa se citou anteriormente neste anteproxecto, a zona de estudo encóntrase dentro do sistema de explotación do río Masma, e por tanto é competencia da demarcación hidrográfica Galicia-Costa.

Dentro deste documento aparece definido o término de zona de fluxo preferente: *A zona de fluxo preferente é aquela zona constituída pola unión da zona ou zonas onde se concentra preferentemente o fluxo durante as enchentes, ou vía de intenso desaugamento, e da zona onde, para a enchente de 100 anos de período de retorno, se poidan producir graves danos sobre as persoas e os bens, quedando delimitado o seu límite exterior mediante a envolvente de ambas as dúas zonas. Para os efectos da aplicación da definición anterior, considerarase que poden producirse graves danos sobre as persoas e os bens cando as condicións hidráulicas durante a enchente satisfagan un ou máis dos seguintes criterios: a) Que o calado sexa superior a 1 m. b) Que a velocidade sexa superior a 1 m/s. c) Que o produto de ambas as dúas variables sexa superior a 0,5 m<sup>2</sup>/s.*

Neste documento menciónase a importancia de tomar como referencia para futuras obras os mapas de risco proporcionados por Augas de Galicia, mencionados no apartado 2 deste anexo así como que as actuacións estruturais de prevención de inundacións deben ser autorizadas expresamente por este organismo.

Determinase que calquera afección á morfoloxía do leito do río só está permitida tras previa autorización de Augas de Galicia, estando sometida ao correspondente análise da posible repercusión ambiental.

Dispónse no artigo 35 deste documento, ademais, que as obras de protección fronte a inundacións tenderán a aumentar o espazo do río, compatibilizando a nova zona de fluxo preferente e as novas zonas inundables cos usos dos solos existentes e previstos.

Menciónase tamén que dentro da zona de inundación, debe respectarse a continuidade lateral entre o leito e esta, fora de tramos urbanos. Evitándose defensas sobreelevadas, a excepción de defensas para evitar erosións e desprendementos de propiedades privadas. Ditas defensas, deberán acollerse no seu deseño a técnicas de bioenxeñaría co obxectivo de alterar o mínimo posible a dinámica fluvial.

En canto a este anteproxecto se refire, cabe mencionar por último que este documento fala da necesidade de que, nas zonas próximas ao río, se deban promover a plantación de especies autóctonas que sirvan de refuxio para a fauna e flora do ecosistema fluvial.

### 4. CONCLUSIÓN

O obxectivo inicial deste anteproxecto era a protección da zona do núcleo de Lourenzá das inundacións existentes durante as épocas de fortes choivas, obxectivo tamén perseguido pola planificación actual, que considera a devandita zona como ARPSIs de risco alto.

Este anteproxecto consiste fundamentalmente nunha alteración da morfoloxía do cauce do río, mediante un ensanche das súas marxes. Segundo a planificación mencionada neste anexo así como a lexislación vixente mencionada no anexo nº 3, isto supón unha afección importante, a cal debe ser sometida aos correspondentes análises medioambientais e autorizacións pertinentes para ver se realmente as afeccións provocadas son asumibles para o entorno. Malia iso, pretendeuse ao longo deste anteproxecto o cumprimento da normativa así como da planificación existente para a realización das diferentes actuacións plantexadas e da alternativa finalmente escollida.