

# **TRABAJO FIN DE MÁSTER**

## **MEMORIA FINAL DE PRÁCTICAS**

### **ANÁLISIS DE RIESGOS NATURALES EN EL ÁREA FUNCIONAL DEL BILBAO METROPOLITANO**

### **ESTUDIO Y ANTEPROYECTO DE MEJORA FLUVIAL EN LA ZONA DE ESPECIAL CONSERVACIÓN DEL RÍO EGABERRÓN (ÁLAVA)**

***Autor: Laura Ruiz Torres***

***Director: M<sup>a</sup> Teresa Echeverría Arnedo***

**Máster Universitario en  
Ordenación territorial y medioambiental**

**Noviembre de 2017**



**Universidad  
Zaragoza**

**Departamento de Geografía  
y Ordenación del Territorio**





## Índice

Introducción.....	3
Abstract.....	3
1. CONTEXTO DEL TRABAJO .....	4
2. TRABAJO REALIZADO .....	5
2.1. Proyecto 1: Análisis de Riesgos Naturales en el Área Funcional del Bilbao Metropolitano	5
2.1.1. Ámbito de estudio.....	6
2.1.2. Planteamiento del problema.....	12
2.1.3. Objetivos.....	17
2.1.4. Fuentes de información y valoración.....	17
2.1.5. Conceptos y metodología.....	18
2.1.6. Resultados.....	20
2.2. Proyecto 2: Estudio y anteproyecto de mejora fluvial en la Zona de Especial Conservación del río Ega-Berrón (Álava) .....	24
2.2.1. Ámbito de estudio.....	26
2.2.2. Planteamiento del problema.....	32
2.2.3. Objetivos.....	32
2.2.4. Fuentes de información y valoración.....	33
2.2.5. Metodología.....	33
2.2.6. Resultados.....	34
2.2.7. Discusión .....	41
3. CONCLUSIÓN Y ANÁLISIS CRÍTICO DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN PRÁCTICAS	43
4. BIBLIOGRAFÍA .....	44
ANEXO I. Características geotécnicas.....	46
ANEXO II. Peligrosidad por procesos geotécnicos.....	47
ANEXO III. Peligrosidad por erosión .....	48
ANEXO IV. Medidas de conservación en el río Ega-Berrón.....	49
ANEXO V. Presiones negativas en el río Ega-Berrón .....	50
ANEXO VI. Territorio fluvial del río Ega-Berrón .....	51

## **Índice de mapas**

### **Proyecto 1. Análisis de Riesgos Naturales del Área Funcional del Bilbao Metropolitano**

1. Situación geográfica del Área Funcional del Bilbao Metropolitano (AFBM)
2. Mapa de vegetación potencial del AFBM
3. Mapa litológico del AFBM
4. Mapa hidrográfico del AFBM
5. Riesgo de incendios en el AFBM
6. Procesos erosivos en el AFBM
7. Condiciones geotécnicas en el AFBM
8. Peligrosidad de inundación en el AFBM
9. Riesgo de inundación en el AFBM
10. Características geotécnicas en el Área Funcional del Bilbao Metropolitano (Anexo I)
11. Peligrosidad por procesos geotécnicos en el Área Funcional del Bilbao Metropolitano (Anexo II)
12. Peligrosidad por erosión en el Área Funcional del Bilbao Metropolitano (Anexo III)

### **Proyecto 2. Estudio y anteproyecto de mejora fluvial en la Zona de Especial Conservación (ZEC) del río Ega-Berrón**

13. Zona de Especial Conservación del río Ega-Berrón /Ega-Berrón Ibaia
14. Situación geográfica del río Ega
15. Mapa de usos del suelo de la cuenca alta del río Ega-Berrón
16. Mapa litológico de la cuenca alta del río Ega-Berrón
17. Medidas de conservación en el primer tramo del río Ega (Valle de Bernedo, Álava) (Anexo IV)
18. Medidas de conservación en el segundo tramo del río Ega (Valle de Campezo, Álava) (Anexo IV)
19. Medidas de conservación en el río Berrón (Álava) (Anexo IV)
20. Presiones negativas en el primer tramo del río Ega (Valle de Bernedo, Álava) (Anexo V)
21. Presiones negativas en el segundo tramo del río Ega (Valle de Campezo, Álava) (Anexo V)
22. Presiones negativas en el del río Berrón (Álava) (Anexo V)
23. Trazado de cauces y meandros del primer tramo del río Ega (Valle de Bernedo, Álava) (Anexo VI)
24. Trazado de cauces y meandros del segundo tramo del río Ega (Valle de Campezo, Álava) (Anexo VI)
25. Trazado de cauces y meandros del río Berrón (Álava) (Anexo VI)
26. Trazado del corredor ribereño del primer tramo del río Ega (Valle de Bernedo, Álava) (Anexo VI)
27. Trazado del corredor ribereño del segundo tramo del río Ega (Valle de Campezo, Álava) (Anexo VI)
28. Trazado del corredor ribereño del río Berrón (Álava) (Anexo VI)
29. Inundabilidad y avance de la dinámica fluvial en el primer tramo del río Ega (Valle de Bernedo, Álava) (Anexo VI)
30. Inundabilidad y avance de la dinámica fluvial en el segundo tramo del río Ega (Valle de Campezo, Álava) (Anexo VI)
31. Inundabilidad y avance de la dinámica fluvial en el río Berrón (Álava) (Anexo VI)
32. Territorio fluvial en el primer tramo del río Ega (Valle de Bernedo, Álava) (Anexo VI)
33. Territorio fluvial en el segundo tramo del río Ega (Valle de Campezo, Álava) (Anexo VI)
1. Territorio fluvial en el río Berrón (Álava) (Anexo VI)

## Introducción

*El presente trabajo se corresponde con la memoria de prácticas realizadas en la empresa de ingeniería y consultoría medioambiental Basoinsa S.L. (Luis Bilbao Líbano, 11-entr. D, Leioa), durante un periodo oficial de 3 meses (de julio a septiembre de 2017), aunque dicho periodo se ha prolongado durante el mes de octubre con la finalidad de terminar el segundo de los proyectos abordados. Durante este periodo, se han realizado dos proyectos de investigación, el primero de ellos en el campo del análisis de riesgos naturales y el segundo, en el campo de la restauración y mejora fluvial.*

*La aportación más relevante en la realización de las prácticas es la elaboración de una cartografía relativa a ambos proyectos. En el primero de ellos, se mantuvo contacto con los mapas de peligrosidad de procesos naturales, estudiando la información existente facilitada Geoeuskadi. Por otro lado, en el segundo proyecto, se realizó un trabajo de investigación acerca de la señalización de las presiones negativas y las medidas propuestas para la mejora fluvial del río Ega-Berrón, en Álava.*

**Palabras clave:** *prácticas, Basoinsa, análisis, riesgos, naturales, mejora, fluvial.*

## Abstract

*The present work is identified with the memory of practices carried out in the environmental consulting and engineering company Basoinsa S.L. (Luis Bilbao Líbano, 11-entr. D, Leioa), during an official period of 3 months (from July to September 2017), although this period has been extended during the month of October in order to finish the second of the projects addressed. During this period, two research projects have been carried out, the first of them in the field of hazards analysis and the second one, in the field of river restoration and improvement.*

*The most important contribution in the realization of the practices is the elaboration of a cartography relative to both projects. In the first of them, contact was maintained with the hazard maps of natural processes, studying the existing Geoeuskadi information. On the other hand, in the second project, a research work was carried out on the signaling of negative pressures and the proposed measures for the river improvement of the Ega-Berrón River, in Álava.*

**Key words:** *practices, Basoinsa, analysis, hazards, naturals, improvement, river.*

## 1. CONTEXTO DEL TRABAJO

La empresa donde se han realizado las prácticas objeto de la presente memoria es Basoinsa S.L, empresa de consultoría y servicios medioambientales. Cuenta con más de 30 años de experiencia y desarrolla su actividad en toda España y Sudamérica. En estos momentos forma parte de Confluentia, un consorcio de servicios integrales para la sostenibilidad, en colaboración con otras cuatro empresas. En consonancia con su enfoque, su actividad tiene reconocida la Norma ISO 9001 y 14001 en Política de Calidad y Medioambiente.

La variada actividad de esta empresa se puede agrupar en tres líneas:

1. Da soporte ambiental a empresas del sector energético y de infraestructuras de transporte por carretera y ferroviario elaborando los Estudios de Impacto Ambiental y realizando la Vigilancia ambiental y dirección de obra.
2. Elabora estudios de análisis de calidad y de gestión ambiental en diversas áreas del medio ambiente natural, industrial y urbano: estudios de paisaje y espacios naturales, ordenación del territorio, estudios acústicos y atmosféricos, bioingeniería, geología ambiental e inspección ambiental, área en la que está acreditada mediante la norma UNE-EN ISO/IEC 17020
3. I+D+I: mediante la participación en proyectos de investigación. Ha desarrollado tecnología propia para la gestión del medioambiente, como Ingundet, marca registrada para monitorizar datos ambientales en tiempo real.

Así pues, la elección de esta empresa para la realización de las prácticas está plenamente justificada dada la conjunción entre la temática de sus actividades empresariales y mi formación previa como geóloga y la recibida en el Máster de Ordenación Territorial y Medioambiental cursado en el Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza.

Dentro de este marco se ha desarrollado el trabajo correspondiente a las prácticas que se exponen en esta memoria, que ha consistido en la participación en dos proyectos relacionados con la ordenación del territorio:

- 1) Análisis de Riesgos Naturales en el Área Funcional del Bilbao Metropolitano
- 2) Estudio y anteproyecto de mejora fluvial en la Zona de Especial Conservación del río Ega-Berrón

Se ha contado con gran autonomía para el desarrollo de los proyectos llevados a cabo, gracias en parte a la escasa experiencia de la empresa en el campo de los análisis de riesgos y a la flexibilidad en cuanto al proyecto de mejora fluvial.

## 2. TRABAJO REALIZADO

El periodo oficial de prácticas se ha extendido desde el mes de julio hasta el mes de septiembre (ambos inclusive) del año 2017, aunque como se ha comentado anteriormente, la dedicación al segundo proyecto se ha prolongado más allá de dicha fecha, por lo que el número de horas totales dedicadas a las prácticas supera el mínimo de 250 exigido.

En el cronograma mostrado en la Tabla 1 se detalla la dedicación aproximada asociada a los dos proyectos a lo largo de todo el periodo de realización de las prácticas.

**Tabla 1.** Cronograma de prácticas. Proyecto 1: “Análisis de Riesgos Naturales en el Área Funcional del Bilbao Metropolitano” (Duración aproximada: medio mes). Proyecto 2: “Estudio y anteproyecto de mejora fluvial en la ZEC del río Ega-Berrón” (Duración aproximada: dos meses).

Proyecto	TAREAS	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				Octubre	Horas
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12		
1	Búsqueda de bibliografía														25
	Consulta de fuentes cartográficas														25
	Trabajo de gabinete														30
2	Búsqueda de bibliografía														25
	Consulta de fuentes cartográficas														5
	Trabajo de gabinete														115
	Trabajo de campo														10
	Estudio de territorio fluvial														15

Como se puede observar en el cronograma, el número de horas dedicadas al proyecto 1 durante el periodo oficial es aproximadamente un tercio del total. Este proyecto, a pesar de que desde nuestro planteamiento no se consideraba finalizado, se interrumpió por la urgencia de comenzar el segundo proyecto.

En la tercera semana se inició el proyecto 2, al que se ha dedicado el resto del periodo de prácticas. Como ya se ha comentado, la dedicación a este segundo proyecto se prolongó durante el mes de octubre en el que se ha elaborado la parte del “Estudio del territorio fluvial”, justificados por las motivaciones que se expondrán más adelante.

### 2.1. Proyecto 1: Análisis de Riesgos Naturales en el Área Funcional del Bilbao Metropolitano

Entre las actuaciones preventivas más importantes que pueden aplicarse para reducir los daños de los riesgos naturales, debemos destacar las relativas a la identificación y evaluación de los diferentes riesgos que pueden afectar a un territorio. Tales acciones se materializan en la elaboración, actualización periódica y difusión de una cartografía relativa al riesgo, que permita identificar las áreas geográficas susceptibles de sufrir daños (González García, 2009).

La cartografía de riesgos supone la delimitación de determinadas zonas, en función de la frecuencia o intensidad de fenómenos naturales extremos –peligrosidad-, pudiendo integrarse los resultados en otro tipo de cartografía, en la que se expresa la mayor o menor vulnerabilidad de diferentes fragmentos del territorio -vulnerabilidad y exposición-. La información derivada de la cartografía de riesgos puede ser utilizada como un instrumento para determinados procesos territoriales: ordenación del territorio, planeamiento urbano, planificación de infraestructuras públicas gestión de emergencias, etc. (González García, 2009).

Además, la ordenación territorial tiene entre sus objetivos hacer compatible el desarrollo urbanístico con la protección de los elementos del medio físico que soportan las distintas actividades, garantizando la protección del medio y la calidad de vida. La realización de los proyectos señalados queda incluida en este objetivo.

La incorporación de los mapas de riesgos naturales en la ordenación del territorio y urbanística se inicia con la aprobación por el Parlamento español de la Ley 8/2007, de Suelo, que considera el suelo como recurso natural escaso y no renovable y apuesta por un desarrollo territorial y urbano más sostenible

En términos generales, la ley de Suelo estatal establece que todo suelo se incluye en las categorías de suelo rural o urbanizado. Se precisa que, en todo caso, estará en la situación de suelo rural:

- El suelo preservado por la ordenación territorial y urbanística de su transformación mediante la urbanización, que deberá incluir, como mínimo, los terrenos excluidos de dicha transformación por la legislación de protección o policía del dominio público, de la naturaleza o del patrimonio cultura.
- Los que deban quedar sujetos a tal protección conforme a la ordenación territorial y urbanística por los valores en ellos concurrentes, incluso los ecológicos, agrícolas, ganaderos, forestales y paisajísticos.
- Aquellos con riesgos naturales o tecnológicos, incluidos los de inundación o de otros accidentes graves.
- Otros que prevea la legislación de ordenación territorial o urbanística.

Además, la ley prevé que en el suelo que sea rural o esté vacante de edificación, el deber de conservarlo supone mantener los terrenos y su masa vegetal en condiciones de evitar riesgos de erosión, incendio, inundación, para la seguridad o salud públicas, daño o perjuicio a terceros o al interés general (incluido el ambiental), prevenir la contaminación del suelo, el agua o el aire y las inmisiones contaminantes indebidas en otros bienes

Según González García (2009) la ley de Suelo, en materia de cartografía de riesgos, establece que los desarrollos urbanísticos deben someterse a una evaluación ambiental previa y a un informe de sostenibilidad en el que deberá incluirse un mapa de riesgos naturales del ámbito objeto de la ordenación.

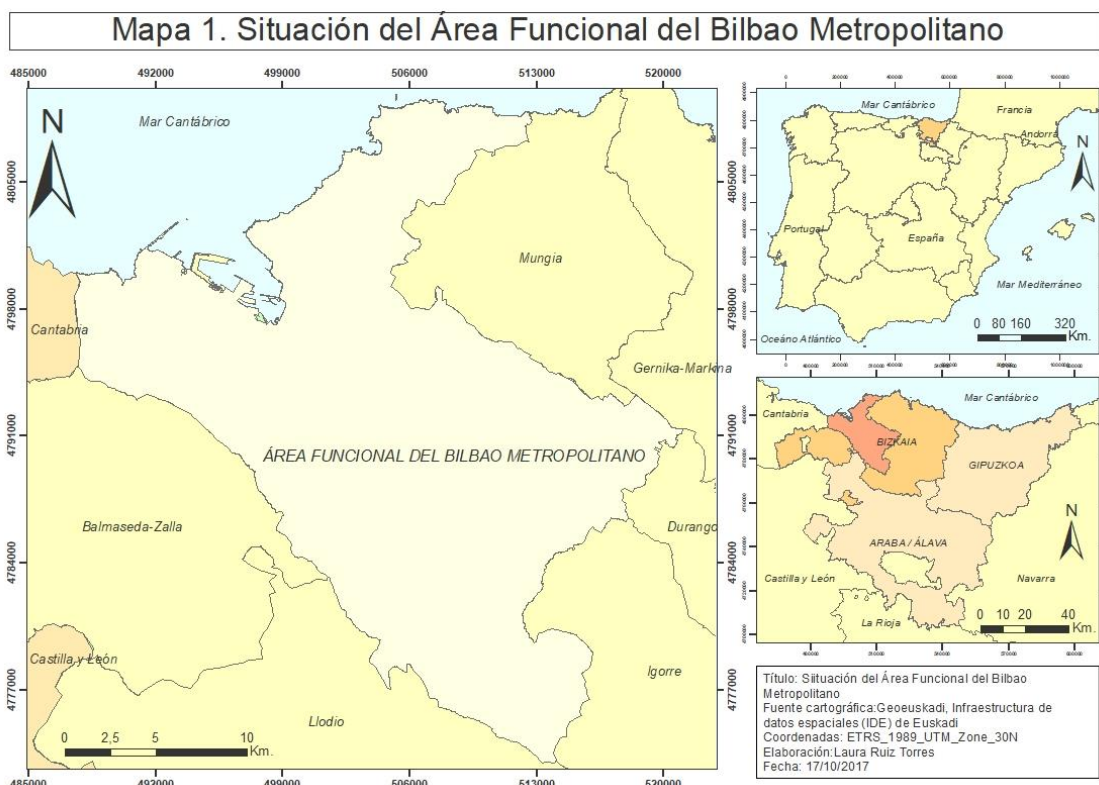
#### 2.1.1. Ámbito de estudio

El Área Funcional del Bilbao Metropolitano (AFBM) comprende el área correspondiente al curso bajo de los ríos Nervión e Ibaizabal, limitando al Oeste con los montes de Triano, al Sur con el Parque Natural del Gorbea, al Este con el Monte Bizkargi y al Norte por el mar Cantábrico.

La siguiente información acerca del Área Funcional se ha obtenido a partir de la fase de diagnóstico del Plan Territorial Parcial del Bilbao Metropolitano.

Con una superficie aproximada de 510 km<sup>2</sup>, el AFBM limita con el resto de las áreas funcionales de Bizkaia: por el Norte con el Área Funcional de Munguia, por el Este con las áreas funcionales de Gernika-Markina, Durango e Igorre, por el Sur con las áreas funcionales de Llodio y Balmaseda-Zalla y por el Oeste con el mar Cantábrico y la Comunidad Autónoma de Cantabria (Mapa 1).





**Mapa 1.** Situación geográfica del ámbito de estudio (Fuente: información obtenida de GeoEuskadi; elaboración propia)

Este Área Funcional se define por el carácter urbano-residencial y de actividades económicas en torno al núcleo urbano de Bilbao. Tan sólo se exceptúan unos pocos municipios menos antropizados, en los cuales predomina el paisaje agroforestal.

El Área Funcional del Bilbao Metropolitano es la principal concentración urbana de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) y una de las principales de la Península Ibérica, albergando una actividad económica considerable. Posee casi 900 mil habitantes, los cuales suponen el 40% de la población de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) y el 77% de la provincia de Bizkaia. Por otra parte, su superficie (30.884 hectáreas) corresponde al 4% de la CAPV y al 14 % de la provincia de Bizkaia. Conserva una actividad económica considerable, evolucionando de una gran importancia de la industria (durante el siglo pasado) hacia la oferta de servicios en la actualidad, dando una gran importancia al turismo.

Dentro del entramado urbano generalizado del Bilbao Metropolitano, persisten diferentes zonas de gran interés paisajístico y naturalístico. Es el caso de las áreas más rurales y costeras, así como la zona minera donde la actividad extractiva mineral que hubo a partir del siglo XIX conforma un paisaje único.

En la comarca se localizan varios espacios naturales protegidos, o de claro interés para su protección: un vértice del Parque Natural del Gorbea, la Ría del Barbadún, las dunas de Astondo, el área de Zierbana y la zona de Armintza-Bakio.

### Usos del suelo y medio físico

Para conocer más detalladamente el ámbito de estudio se van a facilitar diversos datos sobre los usos del suelo, el clima, la vegetación, la geología, el relieve y la hidrología. Con estas aportaciones se podrán entender mejor las posibles causas de las amenazas naturales existentes en área de estudio.

Los **usos del suelo** en el ámbito de estudio son variados. Por un lado, en la Comunidad Autónoma del País Vasco, el suelo no urbanizable representa el 91 % de la superficie total del territorio. En Bizkaia se corresponde con el 89 %, mientras que en el Área Funcional de Bilbao Metropolitano esta cifra es considerablemente menor, un 71 %.

Según datos obtenidos del trabajo “Vivienda y Territorio en el área metropolitana de Bilbao” desde el año 2006 hasta 2013, el ritmo de clasificación de suelo urbanizable ha bajado en el Área Funcional, pero el ritmo de transformación de suelos urbanizables a urbanos se mantiene prácticamente inalterable en 26 hectáreas anuales, con lo que en este periodo se ha reducido la superficie total de suelo urbanizable en unas 584 hectáreas. Es decir, baja el ritmo de previsión de nuevos suelos con expectativa de ser urbanizados, pero no hay cambios en el ritmo de expansión y creación de nuevas zonas urbanizadas.

La clasificación de nuevos suelos urbanos tanto residenciales como de actividades económicas, así como las nuevas infraestructuras y equipamientos, algunos aún no desarrollados, han provocado la ocupación de terrenos principalmente agrarios (más de 1.000 hectáreas) y, en menor medida, forestales (300 ha aproximadamente). Asimismo, aproximadamente un tercio de la superficie forestal afectada por la reclasificación urbanística y nuevas infraestructuras se corresponde con bosque autóctonos.

En la siguiente tabla se comparan los datos de superficie de los últimos inventarios forestales (2005 y 2010):

**Tabla 2.** Datos de superficie de los últimos inventarios forestales en la CAPV.

	Inventario Forestal 2005		Inventario Forestal 2010		$\Delta$ (Ha)
	Sup. (Ha)	% en el AFMB	Sup. (Ha)	% en el AFMB	
Bosque de plantación	16.470	32,5	16.359	32,2	-111
Bosque natural	4.961	9,8	5.314	10,5	+353
Matorral	3.793	7,5	3.652	7,2	-141
Prados /Pastos	13.009	25,7	11.989	23,6	-1.020
Cultivos	930	1,8	898	1,8	-32

En general, la superficie de bosque natural ha aumentado ligeramente mientras que el resto de superficies han disminuido, destacando la importante bajada de los prados y pastizales. Además, cabe señalar la poca representatividad que tienen los cultivos en el Área Funcional de Bilbao Metropolitano que apenas representan el 2% del suelo.

Generalmente, el **clima** en el Área Funcional del Bilbao Metropolitano es templado y lluvioso, especialmente en otoño e invierno. Las temperaturas mínimas no suelen ser bajas. Por otro lado, el verano es fresco, con temperaturas máximas no muy elevadas, aunque esporádicamente se pueden sufrir olas de calor, con días en los que la temperatura asciende hasta los 40°C.

Se han recogido los datos de la estación meteorológica del aeropuerto de Loiu, para el periodo 1981-2010. A continuación, se presentan los valores medios de la temperatura y de la precipitación.

**Tabla 3.** Temperatura media mensual recogida (Fuente: Aemet)

Temperatura media mensual/anual (°C)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
9,3	9,7	11,5	12,6	15,7	18,4	20,4	20,9	19,2	16,4	12,4	9,9	14,7

Como se puede observar en la tabla anterior, la temperatura media anual se sitúa en torno a los 15 °C, siendo agosto el mes más cálido y enero el mes más frío. Los días de helada son pocos, siendo una media de 10 días al año, en los meses de diciembre, enero y febrero. Al situarse próximo a la costa, las oscilaciones de temperatura son menores que en otros puntos del interior.

**Tabla 4.** Temperatura media de las mínimas recogida (Fuente: Aemet)

Temperatura media de las mínimas (°C)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
5,1	5,1	6,4	7,6	10,6	13,4	15,4	15,7	13,8	11,8	8,1	5,9	9,9

Las temperaturas mínimas se producen en los meses de invierno (diciembre, enero y febrero), con unos valores medios de 5°C para estos meses.

**Tabla 5.** Temperatura media de las máximas recogida (Fuente: Aemet)

Temperatura media de las máximas (°C)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
13,4	14,3	16,5	17,6	20,8	23,4	25,4	26,0	24,6	21,4	16,6	13,9	19,5

Las temperaturas máximas se producen en los meses de verano, alcanzando los valores más altos en el mes de agosto, con un valor medio de 26°C.

El ámbito de estudio se considera bastante lluvioso, llegando acumular una precipitación anual media de 1134 mm (Tabla 6). El periodo más seco corresponde a los meses de junio y julio, extendiéndose la época de lluvia a lo largo de todo el otoño y el invierno, con considerables episodios de lluvia también en primavera, como se puede observar en la tabla mostrada.

**Tabla 6.** Precipitación media recogida (Fuente: Aemet)

Precipitación mensual/anual media (mm)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
120	86	90	107	78	60	50	76	73	111	147	122	1134

En cuanto a la humedad, el ámbito de estudio se considera un lugar húmedo, donde la humedad relativa media del año es del 70% (Tabla 7).

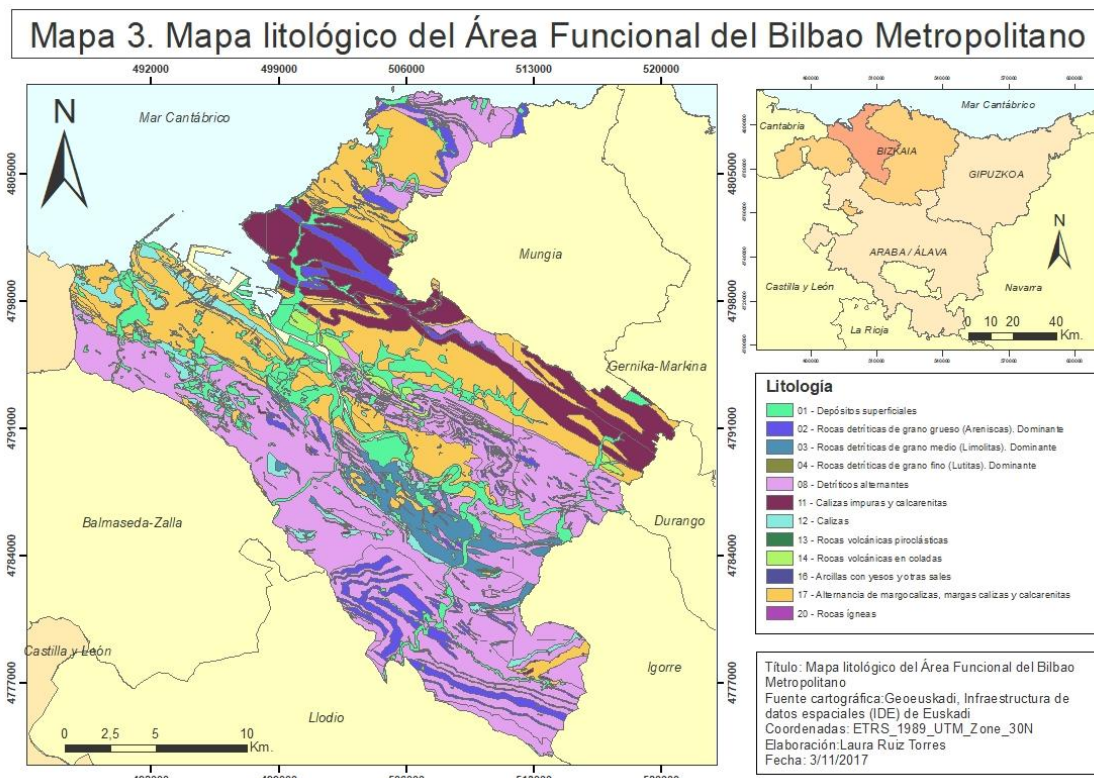
**Tabla 7.** Humedad relativa media recogida (Fuente: Aemet)

Humedad relativa media (%)												
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
72	69	68	69	69	70	71	72	71	71	73	72	70

La **vegetación** potencial del Área Funcional es el encinar cantábrico, el robledal acidófilo-robledal bosque- mixto atlántico y hayedos en las cotas más elevadas, lo que difiere considerablemente de la vegetación actual: casi el 50% de la superficie del área de estudio está ocupada por bosques (más de 25 mil hectáreas), el 30% de la superficie forestal arbolada la constituyen las plantaciones de *Pinus radiata*, el 14% plantaciones jóvenes de coníferas y el 11% la constituyen plantaciones de eucalipto. Así pues, los bosques autóctonos sólo representan el 10% de la superficie del área de estudio, cerca de 5.300 hectáreas (Inventario Forestal, 2011).



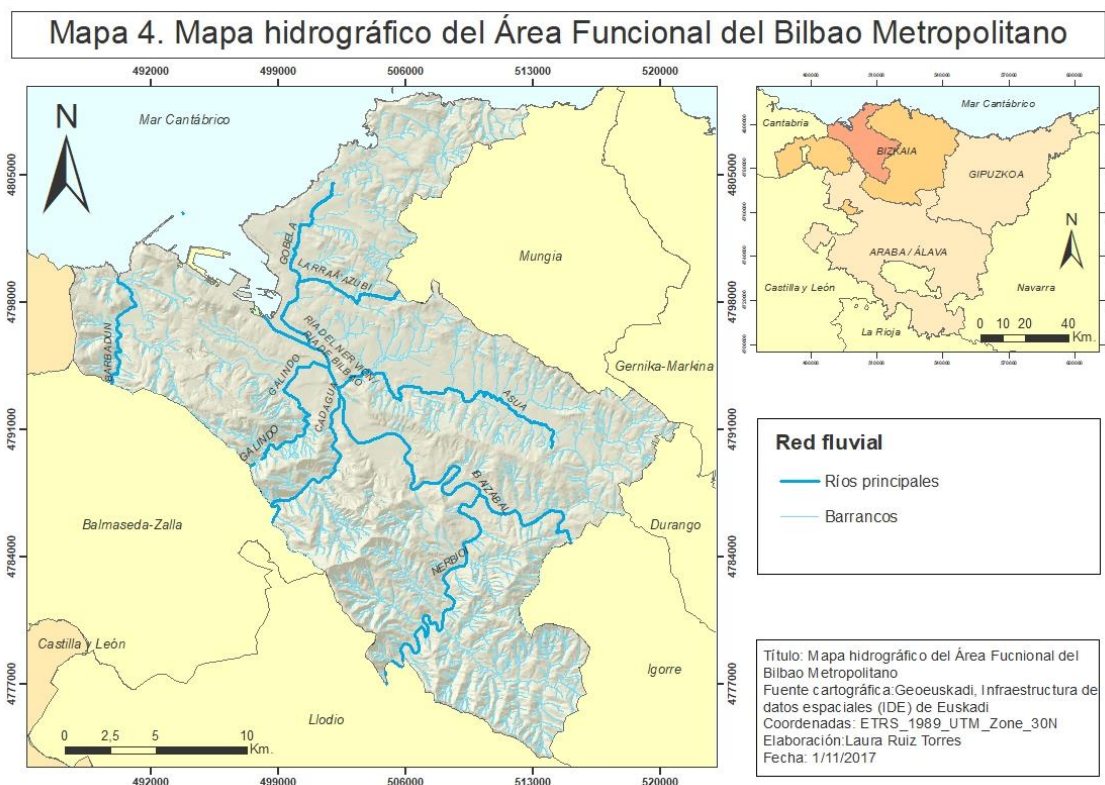




*Mapa 3. Mapa litológico del ámbito de estudio (Fuente: información obtenida de GeoEuskadi; elaboración propia)*

En cuanto a la **geomorfología**, el área de estudio se integra dentro del curso bajo del río Ibaizabal-Nervión, limitado por los montes de Triano al oeste y el Mar Cantábrico al norte. Lateralmente acceden a este río principal, otros de menos longitud, como son el Asua, Udondo, Gobela, Kadagua y Galindo. El relieve es ondulado, con rasgos estructurales, y abundancia de depósitos de ladera que regularizan los taludes, desde el nivel del mar hasta cerca de los mil metros en las zonas de mayor altitud (Parque Natural del Gorbea, 1481 m.s.n.m).

Por último, la **hidrología superficial** del ámbito de estudio está constituida por los siguientes ríos principales: el Nervión y el Ibaizabal, que se unen en las cercanías de Bilbao dando lugar a la Ría de Bilbao, el Kadagua y el Barbadún (cercano a la frontera con Cantabria).



**Mapa 4.** Mapa hidrográfico del Área Funcional del Bilbao Metropolitano. (Fuente: información obtenida de GeoEuskadi; elaboración propia)

El río Nervión lleva un caudal medio de  $9,6 \text{ m}^3/\text{s}$ , produciendo inundaciones en amplios tramos de su recorrido. Se une al río Ibaizabal (caudal medio de  $11,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ) en Basauri y en sus últimos 16 km, se convierte en una ría canalizada y navegable. El río Kadagua posee un caudal medio de  $10,2 \text{ m}^3/\text{s}$ , es afluente por la margen izquierda del Nervión ya en Bilbao. Por otra parte, el río Barbadún posee un caudal medio de  $2,9 \text{ m}^3/\text{s}$ . Otros ríos a señalar son el Asua, Galindo, Gobeia y el río Larrañazubi.

### 2.1.2. Planteamiento del problema

Se ha planteado elaborar un Mapa de Riesgos Naturales del Área Funcional del Bilbao Metropolitano. El punto de partida para la elaboración de este proyecto es el informe de la Fase Diagnóstico del Plan Territorial Parcial del Bilbao Metropolitano (PTP) del año 2016. La fase de diagnóstico del PTP forma parte del documento inicial estratégico, con el que se inicia el trámite de evaluación ambiental estratégica. Dentro de esta primera fase, se pretenden identificar los elementos de mayor valor ambiental y las zonas con capacidad de mejora y analizar aquellos elementos del medio que la pudieran limitar o establecer determinados condicionantes en actuaciones futuras.

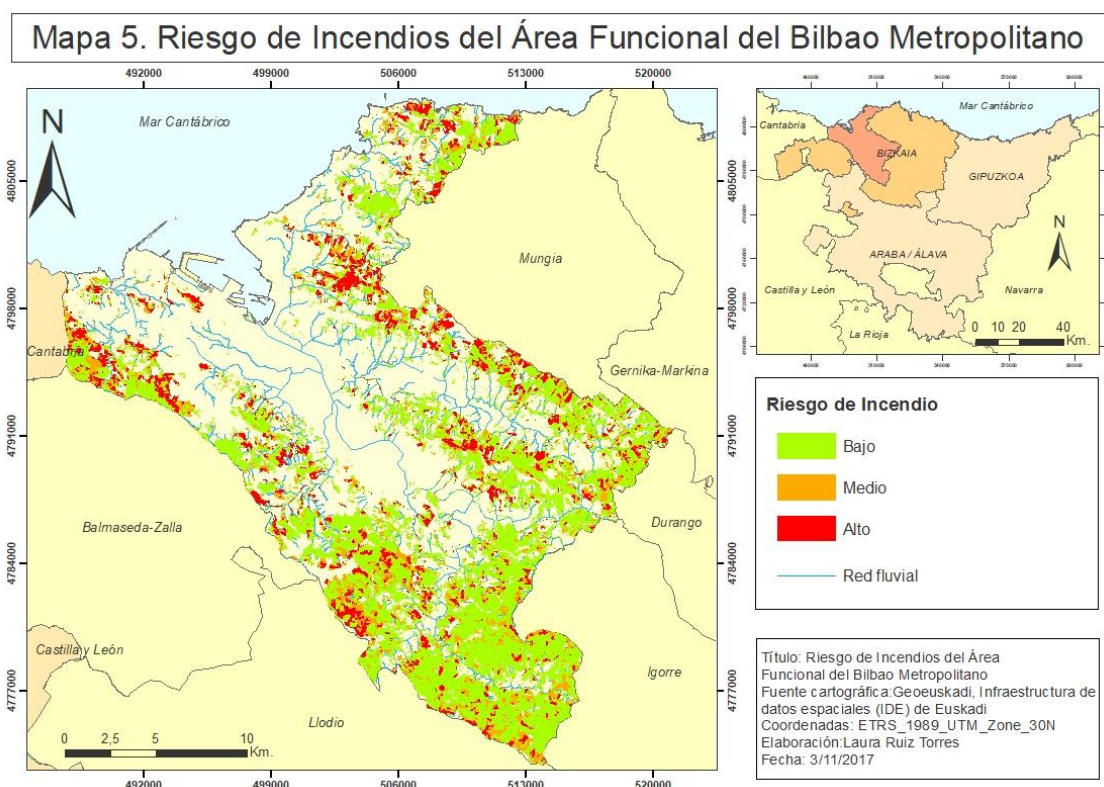
Dentro del Mapa de Riesgos Naturales que se ha propuesto elaborar, se engloban 4 tipos de riesgos naturales presentes dentro del área de estudio: riesgo por inundación, riesgo por erosión, riesgo por procesos de ladera y riesgo por incendios.

El desarrollo del presente estudio está totalmente condicionado por los trabajos ya existentes, principalmente por el PTP e Infraestructura de Datos Espaciales GeoEuskadi. En este sentido, se han encontrado diversos problemas al comenzar la búsqueda bibliográfica y de cartografías anteriores:

- 1) Existencia de información de riesgo de incendios (archivo de *shp*. facilitado por GeoEuskadi e información desarrollada en el PTP).

- 2) Ausencia de información acerca de procesos de ladera, solamente se hace referencia a las características geotécnicas del terreno, información facilitada por GeoEuskadi.
- 3) Mapas ya elaborados e incluidos dentro del informe-diagnóstico del PTP (erosión, inundabilidad y mapa geotécnico: “Plano nº3: Riesgos Naturales. Título: Revisión del Plan Territorial Parcial del Área Funcional del Bilbao Metropolitano. 1:35.000. Fecha: 12/2016”).
- 4) Ausencia de desarrollo de información acerca de los riesgos ocasionados por las características geotécnicas del terreno dentro del informe-diagnóstico del PTP.

Por una parte, dentro del informe-diagnóstico del PTP existe un apartado en el que se desarrolla la información sobre el riesgo de incendios en el ámbito de estudio, faltando un mapa que acompañe la información y en donde se represente dicho riesgo. Por otro lado, la Infraestructura de Datos Espaciales GeoEuskadi proporciona un archivo *shp*. de riesgo de incendios, dividiendo en 3 niveles de riesgo (alto, medio y bajo) la zona de estudio (Mapa 5).

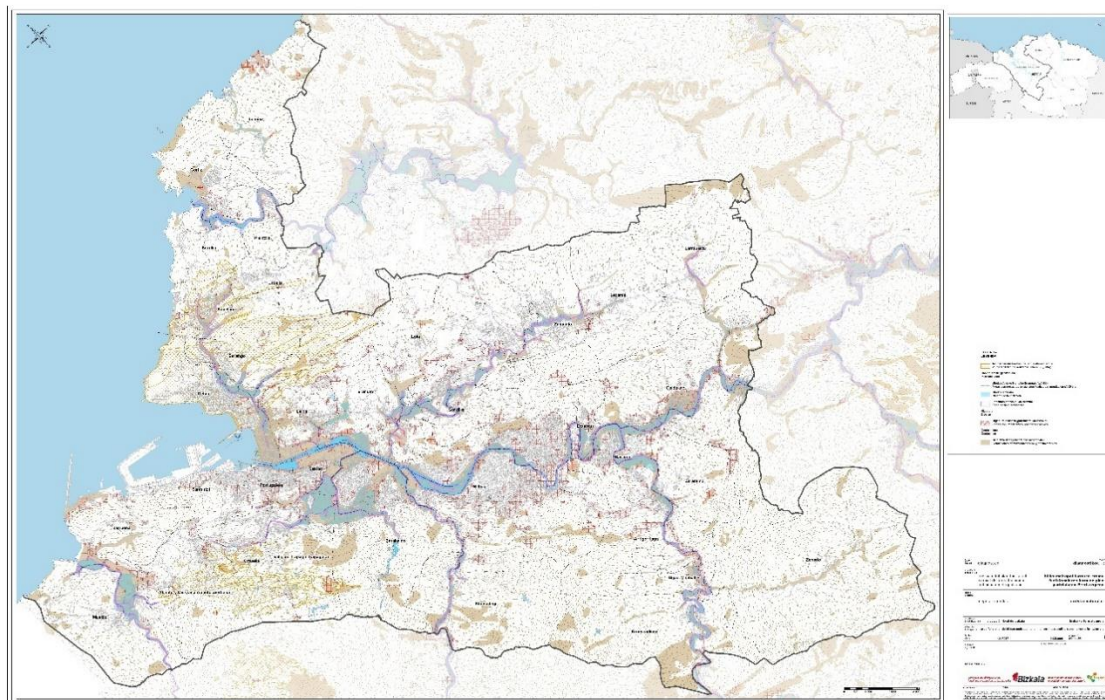


**Mapa 5.** Riesgo de incendio en el Área Funcional del Bilbao Metropolitano (Fuente: información obtenida de GeoEuskadi; elaboración propia)

Al existir ya un mapa de riesgo de incendios, se planteó realizar el trabajo desde un principio, recabando información para poder elaborar el mapa de peligrosidad de incendios en el área de estudio.

La siguiente problemática existente es la errónea titulación de “riesgo” a la información de erosión y procesos geotécnicos representada en el mapa de riesgos naturales de la fase-diagnóstico del PTP (Figura 2). Esto se debe a que simplemente están distinguiendo las zonas donde se producen importantes procesos erosivos y las zonas donde el terreno presenta unas condiciones desfavorables y muy desfavorables. Además, no toman en cuenta la información de vulnerabilidad y exposición.

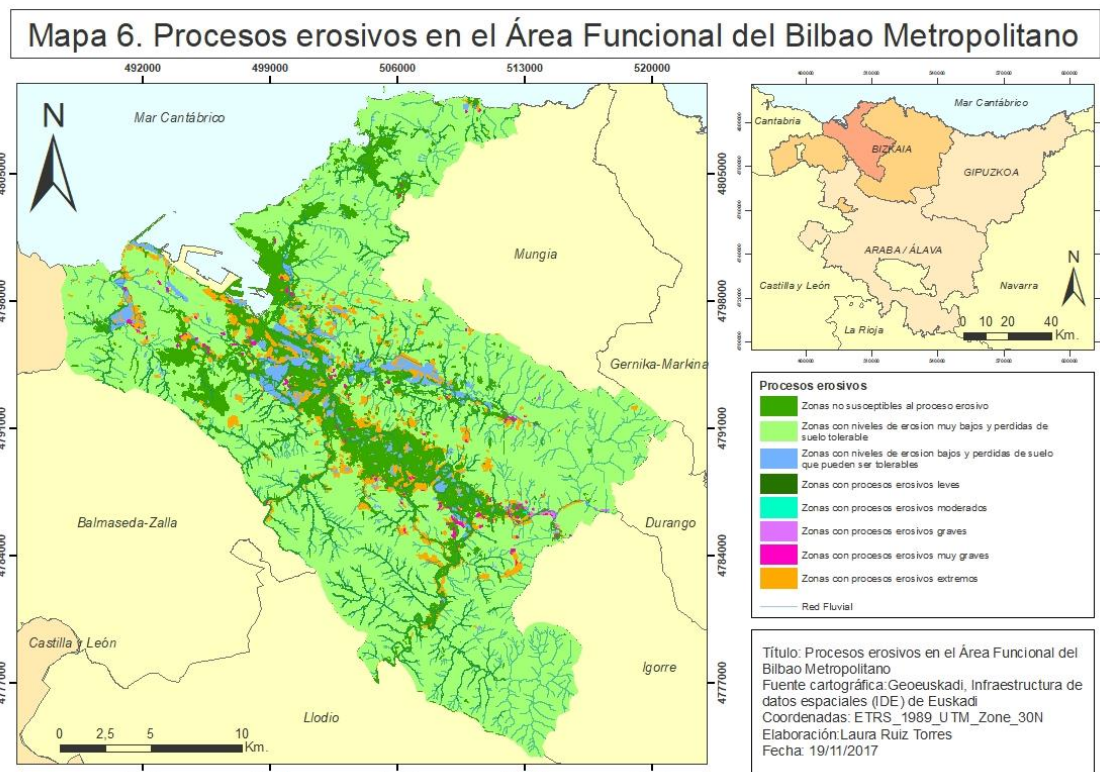




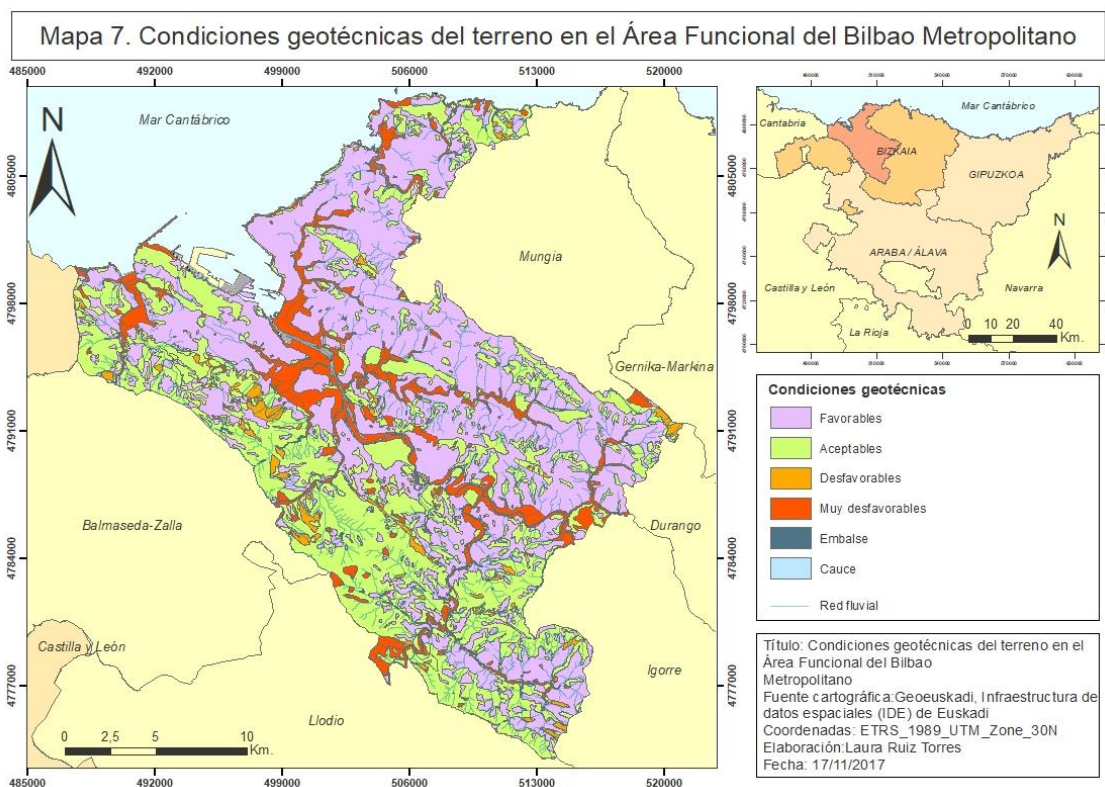
**Figura 2.** Mapa de Riesgos Naturales elaborado para el informe-diagnóstico del PTP (Fuente: Proyecto revisión del Plan Territorial Parcial del Área Funcional del Bilbao Metropolitano, 2016)

Asimismo, en la Infraestructura de Datos Espaciales GeoEuskadi se puede obtener el archivo *shp*. sobre tasas de erosión existentes en la zona de estudio y sobre las condiciones del terreno ante las características geotécnicas. Además de no tratarse de mapas de “riesgo” tampoco lo son de “peligrosidad”, pues no zonifican el terreno en diferentes niveles de peligrosidad, sino que solamente señalan las zonas donde se produce ese proceso y sus características propias (Mapa 6 y 7).





**Mapa 6.** Mapa de procesos erosivos en el Área Funcional del Bilbao Metropolitano. Representa las tasas de erosión y zonifica el área de estudio en función de estas tasas. (Fuente: Geoeuskadi; elaboración propia)

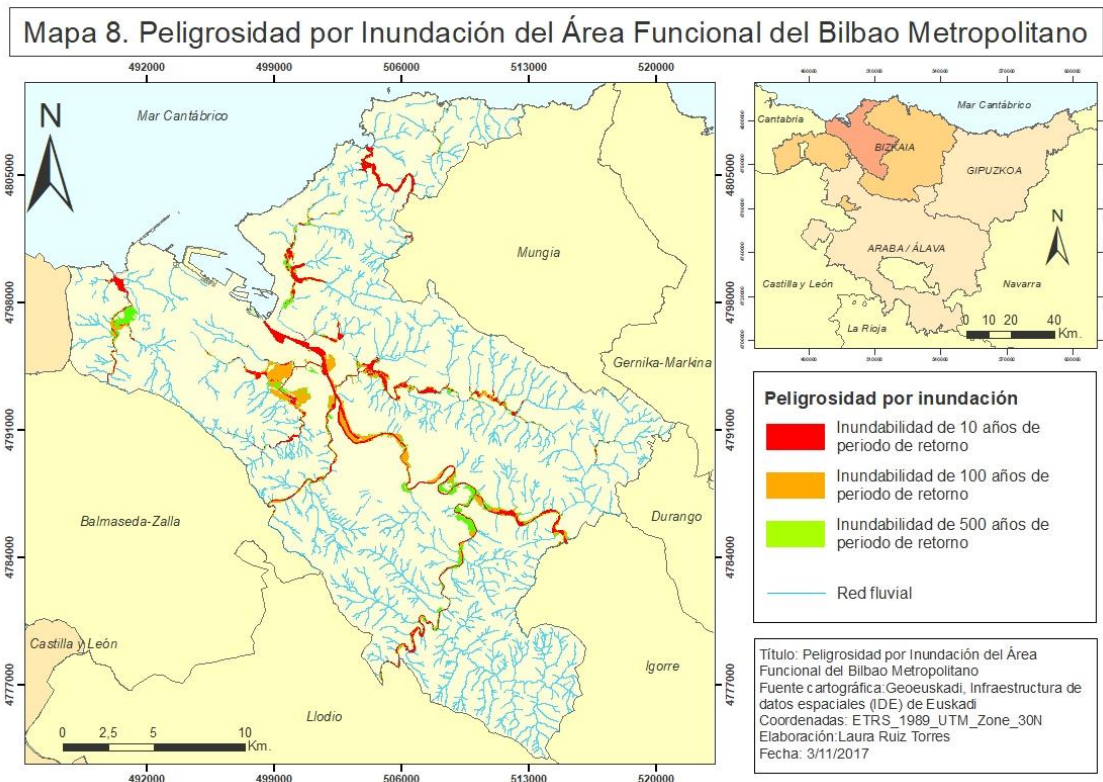


**Mapa 7.** Mapa de las condiciones geotécnicas del terreno en el Área Funcional del Bilbao Metropolitano. Zonifica el área de estudio según el número de características geotécnicas presente. (Fuente: GeoEuskadi; elaboración propia)

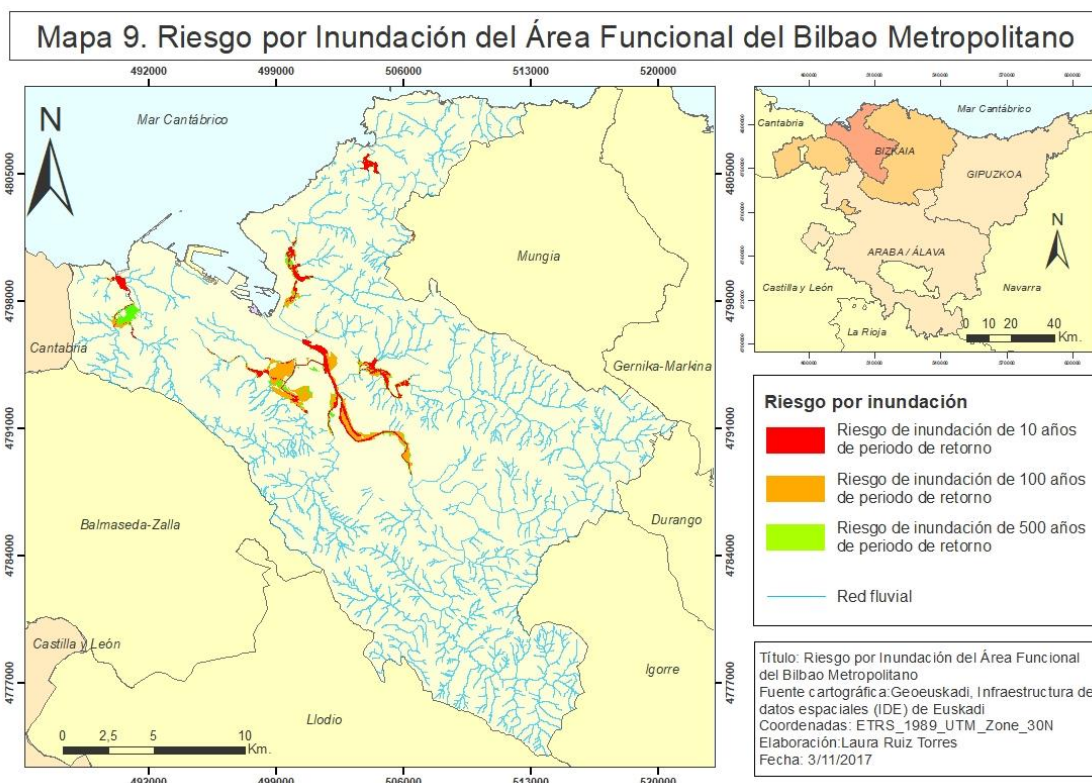
Así pues, en estos dos casos lo primero que habría que hacer sería obtener la información existente facilitada por GeoEuskadi y crear un mapa de Peligrosidad de los procesos de erosión y procesos geotécnicos, para posteriormente poder elaborar el mapa de Riesgo de estos procesos geológicos, tras la evaluación de la vulnerabilidad- exposición.

Además de la creación del mapa de Peligrosidad por procesos geotécnicos, se requiere la justificación de este mapa dentro del informe, detallando los tipos de procesos existentes y su ubicación.

Por otra parte, los mapas de peligrosidad y riesgo de inundabilidad ya se encuentran elaborados gracias a la Agencia Vasca del Agua (URA) y se pueden obtener dentro de la Infraestructura de Datos Espaciales GeoEuskadi, por lo que no se necesitó su elaboración (Mapa 8 y 9).



**Mapa 8.** Mapa de Peligrosidad por Inundación del Área Funcional del Bilbao Metropolitano  
(Fuente: información obtenida de GeoEuskadi; elaboración propia)



**Mapa 9.** Mapa de Riesgo por Inundación del Área Funcional del Bilbao Metropolitano (Fuente: información obtenida de GeoEuskadi; elaboración propia)

### 2.1.3. Objetivos

El objetivo principal del proyecto es la elaboración del Mapa de Riesgos Naturales del Área del Bilbao Metropolitano.

Al no existir mapas de Peligrosidad para 3 de los 4 procesos naturales que se quieren estudiar (erosión, incendios y procesos geotécnicos), se procederá a recabar la información existente de los mismos. Para el mapa de peligrosidad de incendios se necesita conocer el tipo de vegetación, la orientación y pendiente de las laderas (correspondiente a la insolación) y capacidad de retención de agua. En el caso de los procesos geotécnicos y procesos erosivos, una vez obtenida la información de Geoeuskadi, se realizará una simplificación de los datos existentes, haciéndola más fácil de comprender y manejar, creando una terminología unificada en todos los mapas de peligrosidad.

Posteriormente, se realizará una búsqueda de información acerca de la exposición y vulnerabilidad dentro del Área Funcional del Bilbao Metropolitano, para su representación cartográfica.

Por último, con los mapas ya elaborados de peligrosidad, vulnerabilidad y exposición, se crearán los mapas de riesgo para cada proceso natural a analizar.

### 2.1.4. Fuentes de información y valoración

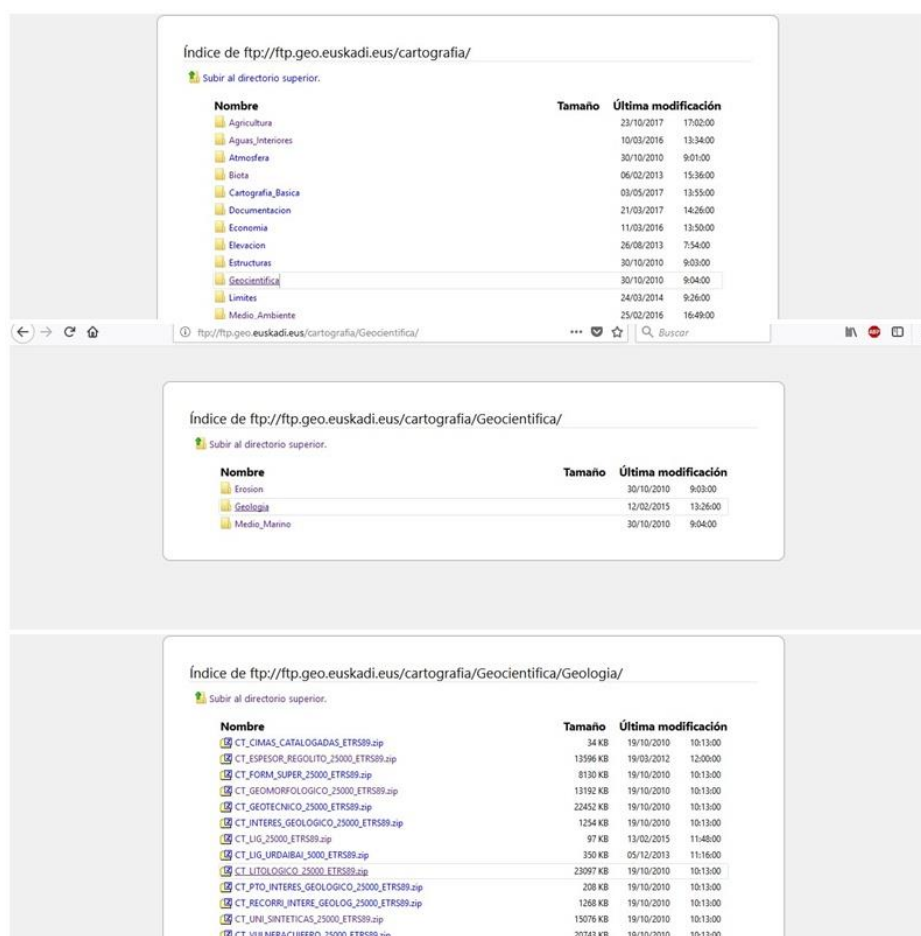
Todo proyecto de investigación comienza con una recopilación de material, tanto relativo a contenidos en informes y trabajos previos, fuentes de datos, cartográfico y bibliográfico.

En el siguiente apartado se realiza una valoración crítica de las fuentes de información y los datos empleados en la elaboración del documento. La fuente de información principal para la realización de los mapas elaborados en el presente trabajo ha sido Geoeuskadi, Infraestructura de



Datos Espaciales (IDE) de Euskadi, dentro de la cual existe gran cantidad de datos cartográficos de uso público.

Por una parte, hay que destacar la facilidad de búsqueda que presenta esta plataforma digital para la búsqueda de información cartográfica, encontrándose dividida por categorías (Figura 3).



**Figura 3.** Estructuración de la web en diferentes fases de la búsqueda de información (Fuente: Geoeuskadi; elaboración propia)

Por otra parte, en algunos casos la información facilitada no está relacionada con la peligrosidad o el riesgo, sino que tan sólo se cataloga el terreno en función de diversos parámetros físicos (en el caso del *shp.* de procesos geotécnicos, según su favorabilidad para la construcción sobre el terreno). En el caso del *shp.* de procesos erosivos se facilita información acerca de la tasa de erosión por hectárea y año, dando lugar a una leyenda con más de 8 categorías. Estos datos no dan información acerca de la peligrosidad de estos procesos, por lo que se procedió a la modificación de los mismos.

En los dos casos anteriores, se ha realizado una elaboración de una leyenda nueva con una terminología unificada, donde se zonifica la peligrosidad.

#### 2.1.5. Conceptos y metodología

Previo al desarrollo metodológico es necesario sentar las bases conceptuales del trabajo, dado que innumerables “falsos” estudios de riesgos utilizan este concepto para esconder trabajos de peligrosidad.

Se denomina Riesgo Natural a cualquier circunstancia, proceso o efecto natural que sea potencialmente dañino para las personas o bienes (Lario *et al.* 2016). Para conocer el riesgo natural hay que definir bien los conceptos de Peligrosidad, Vulnerabilidad y Exposición:

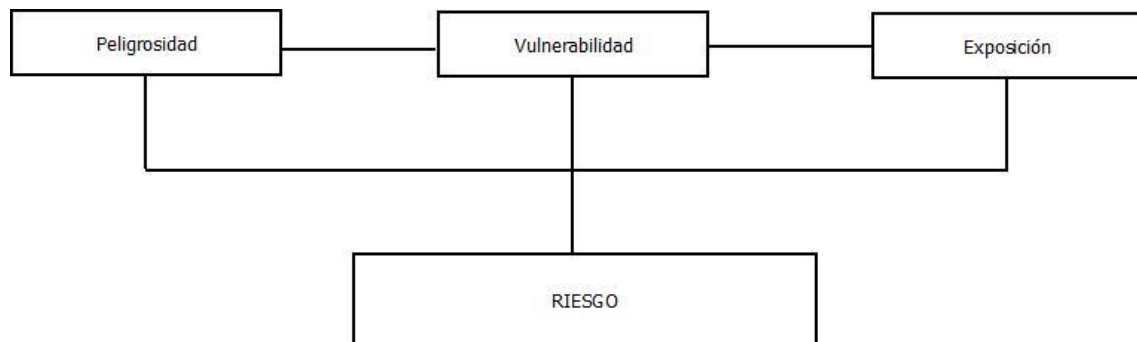
- 1) Peligrosidad es la probabilidad de que se produzca, con consecuencias negativas, un determinado fenómeno natural de una cierta extensión, intensidad y duración.
- 2) La Vulnerabilidad es el impacto de un fenómeno natural sobre un determinado lugar y está relacionada con los daños que puede provocar dicho fenómeno en una zona en función de parámetros sociales tales como, densidad de población, diseño urbanístico, calidad y resistencia de las construcciones humanas, etc.
- 3) Por último, la Exposición hace referencia a los bienes expuestos susceptibles de ser afectados por un peligro natural, tales como personas, edificios, vehículos, etc.

La evaluación del riesgo implica el desarrollo de una **metodología** para determinar la naturaleza y el grado de riesgo a través del análisis de posibles amenazas (peligrosidad) y la evaluación de las condiciones existentes de vulnerabilidad que conjuntamente podrían dañar potencialmente a la población, la propiedad, los servicios y los medios de sustento expuesto, al igual que el entorno del cual dependen (exposición) (Lario et al. 2016).

La forma más usual de calcular el riesgo y de generar mapas de riesgo es considerarlo como el producto de Peligrosidad, Vulnerabilidad y Exposición.

$$\text{Riesgo} = \text{Peligrosidad} \times \text{Vulnerabilidad} \times \text{Exposición}$$

Así pues, para la elaboración de este proyecto se ha tenido en cuenta el siguiente esquema:



**Figura 4.** Diagrama flujo sobre la obtención del Riesgo a través de los parámetros de Peligrosidad, Vulnerabilidad y Exposición (Fuente: elaboración propia)

Una vez tenidos los conceptos básicos claros para la elaboración de un mapa de riesgo se llevaron a cabo varias fases metodológicas en la realización de este proyecto:

- a) Se realizó una búsqueda bibliográfica para cada proceso natural en el área de estudio (inundaciones, procesos erosivos, incendios y procesos de laderas).
- b) Se llevó a cabo una reestructuración de la información existente para posteriormente elaborar una nueva información
- c) Creación de dos únicos mapas de peligrosidad para los procesos de erosión y problemas geotécnicos.

### 2.1.6. Resultados

Una vez evaluadas las fuentes disponibles y teniendo en cuenta que según la metodología planteada la peligrosidad es el primer parámetro necesario para conocer el Riesgo Natural, se procedió a su cálculo. Como ya se ha comentado en otros apartados, la necesidad de la empresa nos impidió culminar todo el proceso y tan sólo se pudo elaborar el mapa de Peligrosidad por características geotécnicas y el de Peligrosidad por procesos erosivos.

Como ya se ha comentado anteriormente, al realizar la búsqueda de datos se encontró la información ya elaborada para crear mapas de riesgo por inundación (GeoEuskadi, año 2014) y riesgo por incendios (GeoEuskadi, año 2012).

Por otro lado, los datos de las características geotécnicas del terreno y erosión han sido tratados y modificados para conseguir mapas de peligrosidad con una terminología unificada.

#### **Peligrosidad por características geotécnicas (Inestabilidad)**

Al inicio del trabajo se pretendía realizar un mapa de peligrosidad de procesos de laderas ya que es uno de los problemas geomorfológicos más importantes de la Comunidad del País Vasco. Los procesos de inestabilidad de laderas producen grandes impactos económicos, afectando principalmente a vías de comunicación, edificaciones, conducciones de abastecimiento, cauces y embalses y núcleos de población, por lo que es sumamente importante realizar un estudio de los mismos para poder crear medidas de mitigación que disminuyan estos impactos.

En general, entre las áreas con mayor densidad de movimientos de ladera destacan las zonas de montaña, las zonas con materiales poco consolidados, los valles fluviales, los acantilados costeros, las zonas sísmicas o las zonas de precipitación elevada (Larios *et al.* 2016), y el País Vasco reúne la mayoría de estas condiciones, por lo que es altamente vulnerable a sufrir estos procesos.

Estos procesos de ladera son fundamentalmente los relacionados con la humectación del sistema suelo-coluvio-sustrato: reptación, flujos de tierra y deslizamientos. Según Larios (2016):

- Reptación: tipo de flujo producido en materiales con poca cohesión (arcillas, rocas muy meteorizadas, etc.) que suelen tener un alto contenido en agua, comportándose como un fluido viscoso. Los procesos de reptación se caracterizan por tener una velocidad extremadamente lenta (mm/año o cm/año). Superficie de rotura no definida.
- Flujos de tierra: son movimientos de masa con deformación plástica de material suelto en el que predomina la fracción fina (tamaño arcilla, limo y arena) produciéndose en laderas de inclinación moderada. La superficie de rotura no está definida.
- Deslizamiento: son movimientos de velocidad variable que afectan a materiales cohesionados que suelen moverse en conjunto, comportándose como una unidad en su recorrido. Los depósitos de este tipo procesos se caracterizan por presentar poca deformación y desplazarse sobre una o varias superficies de rotura netas con intensa deformación de cizalla

La Infraestructura de Datos Espaciales GeoEuskadi únicamente facilita datos de las características geotécnicas del terreno, zonificando varios niveles (muy desfavorable, desfavorable, aceptable y favorable) en función de su aptitud para la construcción u otras actividades (Figura 4). Esta metodología y terminología utilizada no coincidía con la propuesta en el informe, por lo que se propuso su reestructuración.

Así pues, en un comienzo del proyecto se elaboró un mapa de Características Geotécnicas (Anexo I), en el cual se diferenciaban dos tipos de unidades de terreno: fondos de valle y laderas.

Dentro de estos dos tipos se engloban los diferentes problemas geotécnicos existentes en el ámbito de estudio.

- Problemas geotécnicos asociados a laderas:
  - Rugosidad
  - Discontinuidad a favor de la pendiente
  - Procesos de inestabilidad de ladera
  - Pendientes mayores a 30°
  - Agresividad del suelo
  - Capacidad portante o asentamiento
- Problemas geotécnicos asociados a fondos de valle:
  - Encharcamiento
  - Inundación
  - Capacidad portante o asentamiento

Según este mapa de características geotécnicas la única característica común a los dos tipos de terreno es la capacidad portante que, de alguna manera, tiene que ver con la inestabilidad de la ladera.

La mayoría de las características geotécnicas asociadas a laderas se encuentran en la parte N-NW y S-SW del ámbito de estudio, al tratarse de la zona más montañosa dentro del Área Funcional del Bilbao Metropolitano. Dentro de las laderas, la característica geotécnica dominante son las laderas con “pendientes mayores a 30°”, las cuales además de encontrarse en esta margen del ámbito de estudio, también se sitúan en el extremo nororiental, en la zona sur y repartidas puntualmente por la margen derecha de la ría. Por otro lado, las características geotécnicas de “discontinuidad a favor de la pendiente” e “inestabilidad de ladera” se suelen encontrar regularmente asociadas a las laderas con pendientes mayor a 30°. En el caso de la capacidad portante en laderas, es una característica minoritaria, y se sitúa, en mayor medida, en la margen izquierda del ámbito de estudio. La característica de agresividad del suelo se encuentra únicamente en la parte nororiental, donde en el terreno podemos encontrar existencia de sulfatos solubles (u otros componentes químicos) que hace que el terreno sea perjudicial en contacto con el hormigón.

Las características geotécnicas asociadas a fondos de valle se sitúan principalmente en los valles fluviales, más concretamente en las llanuras de inundación. Las características de encharcamiento e inundación generalmente se encuentran unidas; por el contrario, la capacidad portante o asentamiento en fondos de valle se pueden encontrar sin estar asociada a los dos procesos anteriormente citados. Las mayores extensiones de estas 3 características geotécnicas se encuentran en el cauce de la ría del Nervión (principalmente a su paso por el Gran Bilbao y en su desembocadura en el mar Cantábrico). Cabe señalar, como en la margen izquierda de la ría, estas características geotécnicas dan una morfología en herradura, lo que podría ser un antiguo cauce de la ría del Nervión. Esta morfología en herradura con sus respectivas características geotécnicas, facilitan información acerca del peligro existente en la zona ante una hipotética inundación del terreno.

Tras el estudio de las diferentes características geotécnicas en el área de estudio, se procedió a elaborar el mapa de Peligrosidad, diferenciando 3 niveles de peligrosidad (alta, media y baja), en función del número de características geotécnicas que coexistieran en un mismo punto. (Anexo II)

- Existe una peligrosidad alta (en donde encontramos 3 o más características geotécnicas) asociada principalmente al valle fluvial de la ría del Nervión, aunque también, la

encontramos puntualmente en ambos márgenes y, sobre todo, en las zonas costeras del ámbito de estudio.

- La peligrosidad media (de 1 a 2 características geotécnicas) se encuentra principalmente en la margen izquierda del área de estudio, en la zona N-NW y S-SW. Esta peligrosidad está principalmente asociada a laderas, ya que se sitúa en la zona montañosa del Área Funcional del Bilbao Metropolitano. También la encontramos en menor medida y de forma dispersa en la margen derecha de la zona de estudio.
- La peligrosidad baja (zonas donde no encontramos ninguna característica geotécnica) domina en la margen derecha y en la zona sur del ámbito de estudio y en la zona norte en la margen izquierda a la altura de la desembocadura de la ría del Nervión.

Como se puede comprobar, este mapa ofrece información acerca de la peligrosidad en función de sus características geotécnicas, ya sean características relacionadas con posibles procesos de ladera, como características geotécnicas relacionadas con posibles avenidas e inundaciones.

### **Peligrosidad por erosión**

El mapa de erosión existente de la Comunidad del País Vasco (2005) estudia la pérdida de suelo por procesos erosivos. La metodología escogida es la aplicación de los modelos USLE y RUSLE a la totalidad del territorio al efecto de predecir la erosión, tanto real como potencial.

La Infraestructura de Datos Espaciales GeoEuskadi facilita un *shp* con la representación de las tasas de erosión que se producen en el País Vasco. En este mapa se cataloga la tasa de erosión en 8 niveles diferentes:

- 1) Zonas no susceptibles al proceso erosivo (0 t/ha y año), sin erosión.
- 2) Zonas con niveles de erosión muy bajos y pérdidas de suelo tolerable (0 a 5 t/ha y año), no hay erosión neta.
- 3) Zonas con niveles de erosión bajos y pérdidas de suelo que pueden ser tolerables (5 a 10 t/ha y año), probablemente no hay erosión neta.
- 4) Zonas con procesos erosivos leves (10 a 25 t/ha y año), existe erosión, aunque no es apreciable a simple vista.
- 5) Zonas con procesos erosivos moderados (25 a 50 t/ha y año), existe erosión, aunque puede no ser apreciable a simple vista.
- 6) Zonas con procesos erosivos graves (50 a 100 t/ha y año), existe erosión y es apreciable a simple vista.
- 7) Zonas con procesos erosivos muy graves (100 a 200 t/ha y año), existe erosión y es manifiesta a simple vista.
- 8) Zonas con procesos erosivos extremos (más de 200 t/ha y año), existe erosión y es evidente a simple vista.

Esta forma de catalogar los niveles de erosión creaba una cierta dificultad a la hora de comprender el mapa, por lo que se procedió a realizar una reclasificación para dar lugar a 3 niveles de Peligrosidad por procesos erosivos:

- Peligrosidad baja: pérdidas por erosión de 0 a 10 toneladas por hectárea y año.
- Peligrosidad media: pérdidas por erosión de 10 a 100 toneladas por hectárea año.



- Peligrosidad alta: pérdidas por erosión de 100 a más de 200 toneladas por hectárea y año.

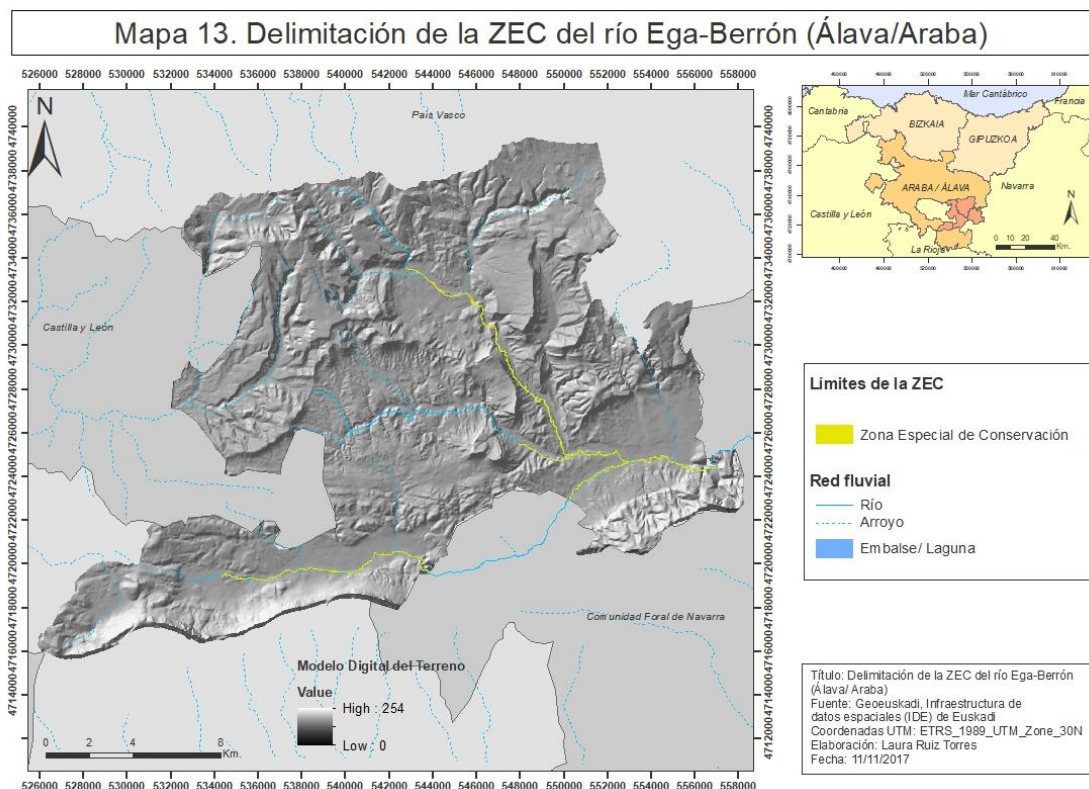
Así pues, queda representado el mapa de Peligrosidad por erosión (Anexo III). Se observa que las zonas donde existe una alta peligrosidad por procesos erosivos se encuentran en ambos márgenes de los valles fluviales, principalmente en el valle de la ría del Nervión, donde las tasas de erosión varían desde los 100 hasta más de 200 toneladas por hectárea y año. También podemos localizar peligrosidad alta en las zonas costeras, al noreste del ámbito de estudio. La mayor parte del área de estudio se caracteriza por una baja peligrosidad por procesos erosivos, en los que no se exceden de las 10 toneladas por hectárea y año.

Como se ha comentado anteriormente, este mapa de peligrosidad se ha elaborado a partir de los datos facilitados por GeoEuskadi. Para conocer el grado de erosión, también se debe tener en cuenta la información acerca de diversos parámetros (vegetación, litología, formaciones superficiales, espesor del regolito, geomorfología, modelo digital del terreno, cartografía topográfica, etc.). En este caso, en la representación de los datos facilitados por GeoEuskadi, se desconoce que parámetros han sido utilizados.

Tras la realización de estos dos mapas de peligrosidad (erosión y de características geotécnicas) se produjo una interrupción del mismo para comenzar un segundo proyecto, debido a que éste último poseía un tiempo limitado y existía una mayor necesidad de comienzo.

## 2.2. Proyecto 2: Estudio y anteproyecto de mejora fluvial en la Zona de Especial Conservación del río Ega-Berrón (Álava)

La Zona de Especial Conservación (ZEC) del Ega-Berroi Ibaia/ Río Ega-Berrón se localiza en la parte suroccidental de la Comunidad Foral de Álava (Mapa 13).



**Mapa 13.** Delimitación de la Zona de Especial Conservación del río Ega-Berrón (Álava/Araba). (Fuente: Diputación Foral de Álava; elaboración propia).

El espacio ES2110020 “Ega-Berroi Ibaia/Río Ega-Berrón” fue propuesto como Lugar de Importancia Comunitaria en el año 2003, mediante Acuerdo del Consejo de Gobierno Vasco de 10 de junio, para su inclusión en Red Natura 2000.

El artículo 4 de la Directiva 92/43/CE, de Hábitats y los artículos 44-45 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, establecen que las Comunidades Autónomas, previo procedimiento de información pública, deben declarar, en su ámbito territorial, los LIC (Lugar de Interés Comunitario) como Zonas Especiales de Conservación (ZEC). Para ello se fijarán las medidas de conservación necesarias, que respondan a las exigencias ecológicas de los tipos de hábitats naturales y de las especies presentes en tales áreas, que implicarán:

- Adecuados planes o instrumentos de gestión, específicos a los lugares o integrados en otros planes de desarrollo que incluyan, al menos, los objetivos de conservación del lugar y las medidas apropiadas para mantener los espacios en un estado de conservación favorable.*
- Apropiadas medidas reglamentarias, administrativas o contractuales.*

La ZEC Ega – Berroi Ibaia / Río Ega - Berron constituye un tramo de especial interés conector con otras ZEC de la Comunidad Autónoma Vasca como: la Sierra de Cantabria, la Sierra de Izki y de Entzia, así como la ZEC navarra de los ríos Ega y Urederra. También enlaza con la ZEPA de las Sierras Meridionales de Álava. Además, este espacio conserva hábitats y especies de fauna de gran interés. Entre los hábitats de interés comunitario más representativos destacan las saucedas y

choperas mediterráneas (92A0) que orlan las riberas del río. Estos hábitats además de su interés botánico, proporcionan lugares de reproducción, refugio y alimento a una gran diversidad de especies de fauna, algunas de ellas de interés a nivel europeo y catalogadas a nivel estatal y regional, como el visón europeo (*Mustela lutreola*), la nutria (*Lutra lutra*), aves acuáticas, la madrilla o loina (*Parachondrostoma miegii*), según las “Medidas de Conservación de la ZEC Río Ega-Berrón” elaboradas por el Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco (2012).

Atendiendo a la Red de corredores ecológicos de la Comunidad Autónoma de Euskadi el LIC de los ríos Ega-Berrón es un tramo fluvial de interés conector a nivel regional que conecta varios LICs del País Vasco.

Por otra parte, está incluido dentro de las Áreas de Interés Especial para especies amenazadas a nivel europeo y en el País Vasco, como es el caso de la nutria y el visón europeo, por lo que resulta prioritario mantener la conectividad de la red fluvial para permitir el intercambio genético de las poblaciones y evitar su aislamiento.

Para la protección de sus hábitats, es necesario y vital mantener la ZEC con un “Buen estado ecológico”. La Directiva Marco del Agua (DMA) introduce el concepto de *estado ecológico* como elemento clave de medida para el análisis de la calidad de los sistemas acuáticos y su gestión. La propia DMA define una serie de indicadores para establecer el estado ecológico de un río. Estos indicadores son de tipo biológico, hidromorfológico y físico-químico. Este proyecto se centra en el estudio de los indicadores hidromorfológicos, los cuales son: el régimen hidrológico (caudales y conexión con aguas subterráneas), la continuidad fluvial (ausencia de obstáculos artificiales) y las condiciones morfológicas del cauce (anchura, profundidad, estructura del lecho y de la ribera, escolleras, dragados del cauce, perfilado de orillas, ensanchamientos del cauce...), puesto que las alteraciones de la morfología fluvial natural dificultan alcanzar el buen estado ecológico (Castiella *et al.* 2006).

La aplicación del concepto de *territorio fluvial* completaría el estudio de mejora fluvial en el río Ega-Berrón. El Territorio Fluvial puede definirse como el terreno, espacio o paisaje dominado por un sistema fluvial. Es un espacio del río, que incluye el cauce, el corredor ribereño y, total o parcialmente, la llanura de inundación (Ollero *et al.* 2009).

Cuando se pretende restaurar un sistema fluvial es necesario recuperar su dinámica natural activa y para ello son imprescindibles los siguientes parámetros: caudales naturales, con fluctuaciones estacionales y procesos extremos, crecidas, sedimentos que puedan movilizarse, ausencia de defensas e infraestructuras que pudieran oprimir el cauce o dificultar los procesos de erosión, transporte y sedimentación y las relaciones ecológicas, así como la presencia de vegetación natural que ejerza sus funciones de filtro y control de dinámica. Para todo ello, es imprescindible tener un espacio fluvial suficiente y continuo, para mantener las dinámicas naturales longitudinales y verticales, y lo suficientemente ancho para que funcione la dinámica lateral y conectividad (Ollero *et al.* 2009).

En definitiva, el Territorio Fluvial debe tener la suficiente anchura y continuidad para lograr los siguientes objetivos:

- 1) Conservar o recuperar la dinámica hidrogeomorfológica: que el río pueda desplazarse lateralmente, erosionando, sedimentando y desbordando, desarrollando todas las interacciones hidromorfológicas y ecológicas entre el cauce, las riberas, los anexos fluviales, la zona hiporreica y el freático. El Territorio Fluvial contribuye a naturalizar el funcionamiento del río y a diversificar sus ambientes geomorfológicos, incrementando la

diversidad ecológica en cauces y riberas, propugnada por la Directiva de Hábitats (Comisión Europea, 1992).

- 2) En ríos de llanura favorecer la dinámica geomorfológica lateral enriqueciendo la complejidad del sustrato aluvial. Además, estabiliza la dinámica vertical, frenando los procesos de incisión típicos de ríos regulados con cauces constreñidos. La detención de estos procesos mantiene un freático elevado, vital para la biocenosis
- 3) Obtener un corredor ribereño continuo que garantice la función ecológica, bioclimática y paisajística del sistema fluvial.
- 4) Laminar de forma natural las avenidas reduciendo los caudales punta por el propio desbordamiento dentro del Territorio Fluvial, que se convierte en almacén de ralentización de la onda de crecida. Con este proceso, se logra una mitigación del riesgo aguas abajo y un ahorro en defensas e indemnizaciones.
- 5) Al resolver problemas de ordenación de áreas inundables, el Territorio Fluvial contribuye a reducir la exposición, lo que implica sostenibilidad a la hora de luchar contra las situaciones de riesgo.
- 6) En definitiva, el Territorio Fluvial mejora y consolida el paisaje fluvial, que gana en naturalidad y constituye la base imprescindible, tanto funcional como territorial, para la mitigación de riesgos, conservación de espacios fluviales y para la restauración.

#### 2.2.1. Ámbito de estudio

El ámbito de estudio se sitúa en la cuenca alta del río Ega, la cual posee una superficie total de 327,9 km<sup>2</sup> y se localiza en el sector suroriental de la Provincia de Álava, excluyendo una pequeña porción navarra del valle de Genevilla. La cuenca limita al Norte con las cuencas fluviales del Araia y el Zadorra, al Oeste con la del Zadorra y el Condado de Treviño (Burgos); al Sur con la cuenca del Ebro y al Este se adentra en territorio navarro.

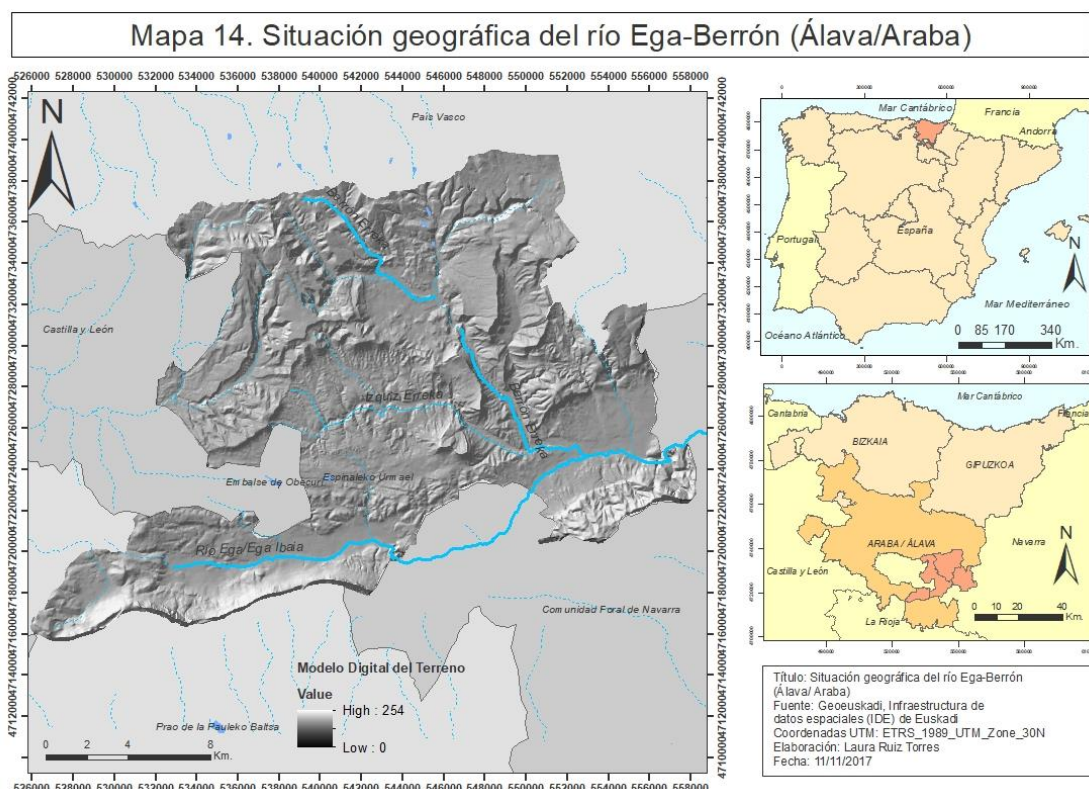
La cuenca incluye un cierto número de valles, por cuyo fondo discurren cursos de agua mostrando acusados hábitos coincidentes con las directrices generales de los principales accidentes tectónicos: en la zona norte de la cuenca el drenaje se organiza básicamente hacia el sur, a través del río Berrón, en las zonas central y meridional, correspondientes a las subcuencas de los ríos Izki y Ega, los cauces presentan una marcada dirección oriental hasta sus confluencias en las inmediaciones del punto de desagüe de la cuenca, subparalela al frente de la Sierra de Cantabria (Llanos *et al.* 1999).

El río Ega, cauce principal de esta subcuenca a la que da nombre, surge de una serie de arroyos que, procedentes de las laderas de Semendia y Palomares, confluyen en las proximidades de la localidad de Lagrán. Desde este punto, el curso principal del río toma una dirección W-E que mantendrá en todo su trayecto alavés. Tras atravesar el Valle de Bernedo, en las cercanías de la localidad de Angostina se adentra en Navarra. De nuevo en Álava penetra en la depresión de Campezo, trayecto en el que confluyen los afluentes más importantes de su cabecera: por su izquierda el Berrón, que aumenta su caudal después de recibir al Izki cerca de Bujanda. Es un importante afluente del Ebro y el eje fluvial más importante de La Montaña Alavesa.

A su paso por la Comunidad del País Vasco, el cauce principal de este río alcanza los 28 kilómetros de longitud.

Por otra parte, el río Berrón nace en el Puerto de Azaceta (Montes de Iturrieta) y discurre con una dirección N-S hasta su desembocadura en el Ega, a la altura de Santa Cruz de Campezo. En el

primer tramo de su curso, discurre encajado hasta alcanzar el valle de Maestu. Una vez pasado este valle, vuelve a encajarse permaneciendo así hasta que se junta con el río Izki, pasada la localidad de Antoñana, hasta alcanzar el río Ega en Santa Cruz de Campezu.



**Mapa 14.** Mapa situación del río Ega-Berrón (Álava/Araba). (Fuente: información obtenida de GeoEuskadi; elaboración propia).

No hay embalses en el cauce del río Ega en su cuenca alta, pero sí balsas laterales que acumulan caudales para algunos regadíos. La presencia de cultivos en la zona central del valle apenas altera las aportaciones de sedimentos. La llanura de inundación suele estar ocupada por cultivos en la mayor parte de la masa de agua (Durán et al., 2010).

### Usos del suelo y medio físico

Para conocer más detalladamente el ámbito de estudio se van a facilitar diversos datos sobre la climatología, cubierta vegetal, usos del suelo, geología e hidrología. Con estas aportaciones se podrán entender mejor las posibles causas de las amenazas naturales existentes en área de estudio.

En la cuenca alta del Ega predomina un **clima** de tipo mediterráneo templado, caracterizado por inviernos húmedos y templados, y los veranos secos y calurosos. Se caracteriza por tener una pluviosidad abundante y regular durante todo el año (más de 800 mm), con temperaturas suaves en verano y un periodo largo de heladas en invierno (Plan Hidrológico del Ega, 2008).

La precipitación media de la cuenca alta del río Ega para el periodo 1940-2002 es de 1300 mm/año. Mensualmente, las mayores precipitaciones se registran en los meses de noviembre y diciembre.

Debido a la altitud, las temperaturas medias oscilan entre los 11 y los 12°C y el riesgo de heladas es alto. Las laderas orientadas hacia el norte, con menor insolación y mayor grado de humedad presentan un clima húmedo mientras que en las orientadas hacia el sur el clima es más árido (Areta et al. 2009).

La temperatura media en la subcuenca del río Berrón se encuentra entre 12-13 °C y una precipitación media de 600-800 mm para el periodo 1940-1990. Para el mismo periodo de estudio en Bernedo la temperatura media es de 11-12 °C y la precipitación media oscila entre 800-1000 mm (Areta *et al.* 2009).

En cuanto a la **cubierta vegetal**, en la cuenca alta del río Ega se combinan las zonas de bosque, especialmente en sus márgenes agrestes, con los espacios cultivados, concretados en el sector central hasta las mismas márgenes del cauce (Durán *et al.* 2010).

En las laderas orientadas hacia el norte, con menor insolación y mayor grado de humedad, crecen especies correspondientes al clima húmedo. Frente a ellas, en las laderas orientadas hacia el Sur, se presentan formaciones asociadas al matorral mediterráneo.

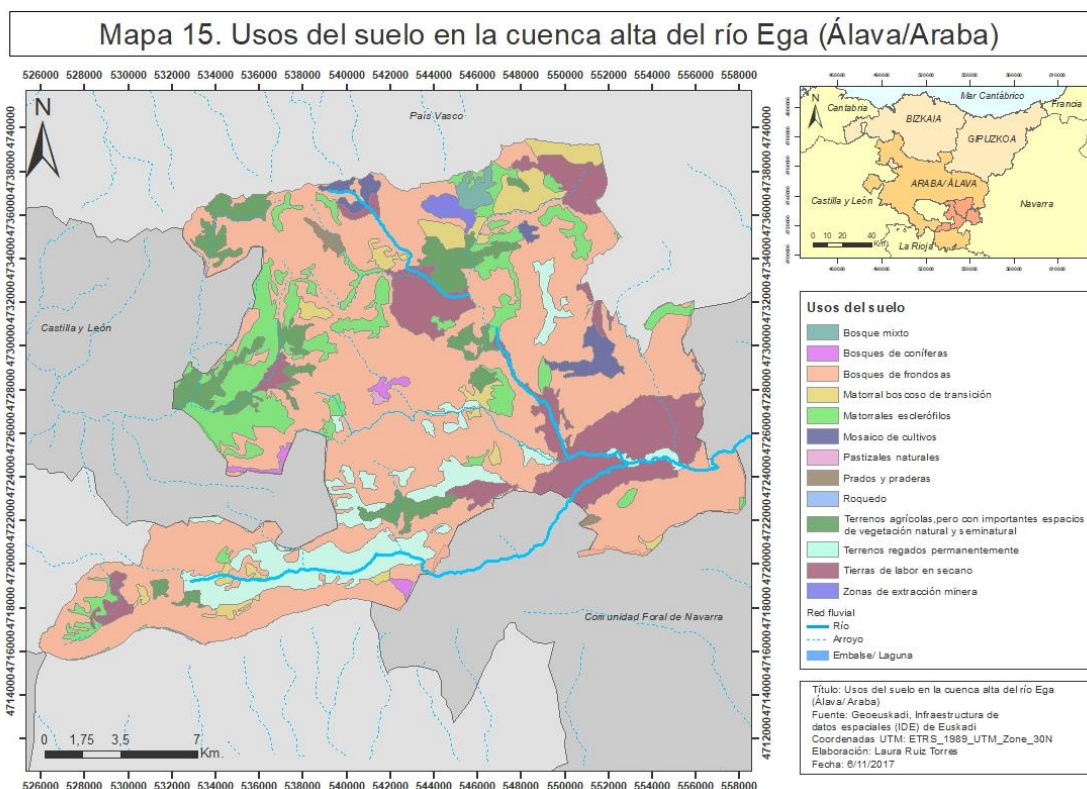
Las masas de frondosas tradicionales (encinar, carrascal, roble y haya, etc.) ocupan más de la mitad de la superficie agraria útil y tan sólo una pequeña parte, el 2,1%, está dedicado a las plantaciones de coníferas. Cabe hacer mención al carácter tradicional de este subsector forestal, base de la industria de la madera y el mueble (Red de Vigilancia de la Calidad de las Aguas y del Estado Ambiental de los Ríos de la CAPV, 2001).

Destacar que el corredor ribereño muestra frecuentes discontinuidades y una sensible reducción en la amplitud lateral.

La llanura de inundación está ocupada por actividades agrícolas prácticamente desde el nacimiento del río. Sólo en el tramo aguas abajo de Angostina el cauce se encaja, se reduce la zona de inundación y desaparecen los cultivos de forma casi total.

En el ámbito de estudio podemos encontrar diversos **usos del suelo**. Los terrenos incluidos en el LIC que ocupan una mayor superficie corresponden con cultivos dominados por la patata y el cereal (54%, 257 ha). Destaca también, la superficie forestal, que ocupa el 16 % del LIC (79 ha). Esta categoría está representada fundamentalmente por la aliseda, quejigales y encinares, además, engloba las choperas de producción, pero su representación en el LIC es pequeña respecto a la superficie forestal ocupada por masas naturales (Areta *et al.* 2009).





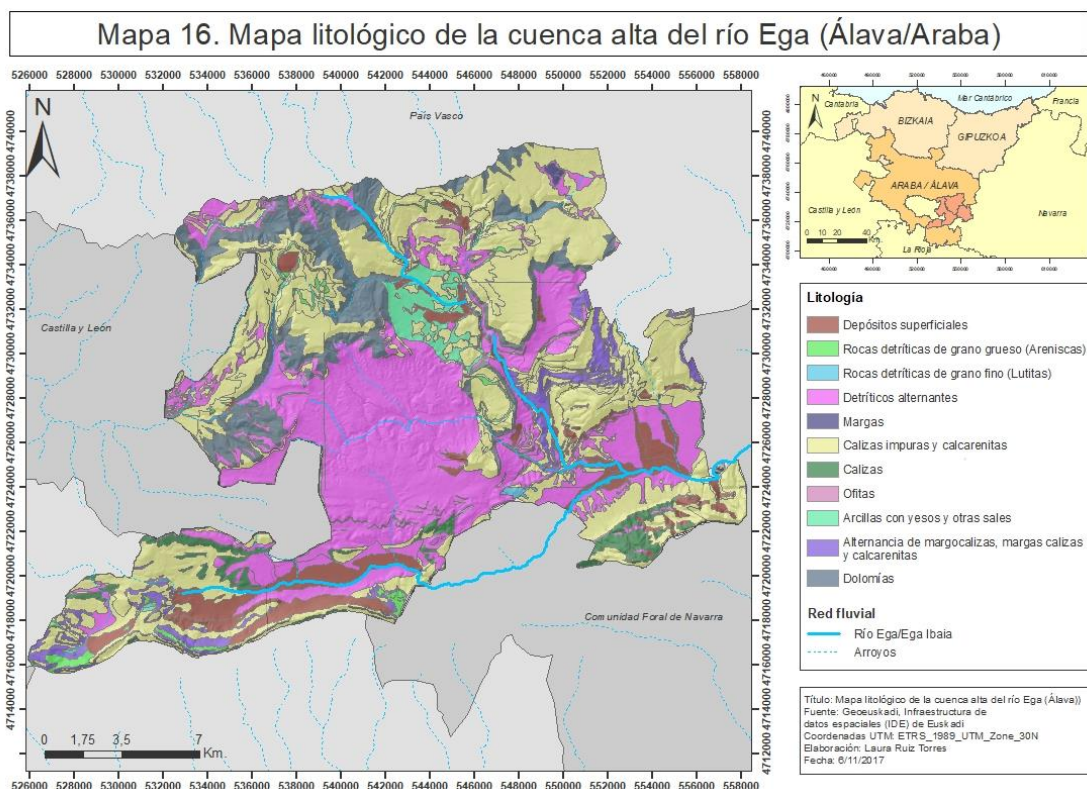
**Mapa 15.** Mapa de usos del suelo de la cuenca alta del río Ega (Fuente: información obtenida de GeoEuskadi; elaboración propia)

En cuanto a la ganadería, destaca el ganado bovino y el ovino. La actividad ganadera en los municipios de la zona de estudio se concentra sobre todo en Santa Cruz de Campezo y Bernedo. Cabe destacar la presión que ejerce el ganado ovino sobre la vegetación de ribera, sobre todo en la localidad de Santa Cruz de Campezo, aun así, se desconoce la carga ganadera que soporta, periodos de pastoreo, etc.

También es importante señalar la actividad relacionada con la acuicultura, ya que en Santa Cruz de Campezo existe un azud de derivación para la piscifactoría de truchas. Dicha actividad puede generar cierta contaminación orgánica en el río. Por otra parte, el caudal de concesión para este aprovechamiento es de 1 m<sup>3</sup>/s (Areta et al. 2009).

En su **contexto geológico**, la cuenca alta del río Ega se integra en el sector centro-meridional de la Cuenca Vasco-Cantábrica (Pirineos Occidentales), más concretamente en el dominio estructural Navarro-Cántabro (Red de Vigilancia de la Calidad de las Aguas y del Estado Ambiental de los Ríos de la CAPV, 2001). Presenta una estructuración resultado de una tectónica de cobertera alpina en la que pueden definirse dos unidades estructurales: el sinclinal de Urbasa-Treviño y la franja móvil de la Sierra de Cantabria (Llanos et al. 1999).

Litológicamente, en su cabecera, el río Ega discurre sobre materiales carbonatados (calizas, calcarenitas y dolomías) del Cretácico medio y superior. Posteriormente, el río Ega atraviesa fundamentalmente materiales detríticos miocenos compuestos principalmente por conglomerados, areniscas y limolitas. Todos estos materiales se encuadran dentro de la Sierra de Cantabria-Sobrón. En su curso medio, el río abandona este sector para adentrarse en el terciario de la cuenca del Ebro, donde discurre sobre conglomerados, areniscas y limolitas de edad miocena. A la altura de la localidad de Santa Cruz de Campezo, el Ega desarrolla depósitos de llanura de inundación y terrazas fluviales (Red de Vigilancia de la Calidad de las Aguas y del Estado Ambiental de los Ríos de la CAPV, 2001).



**Mapa 16.** Mapa litológico de la cuenca alta del río Ega, Álava/Araba (Fuente: información obtenida de GeoEuskadi; elaboración propia)

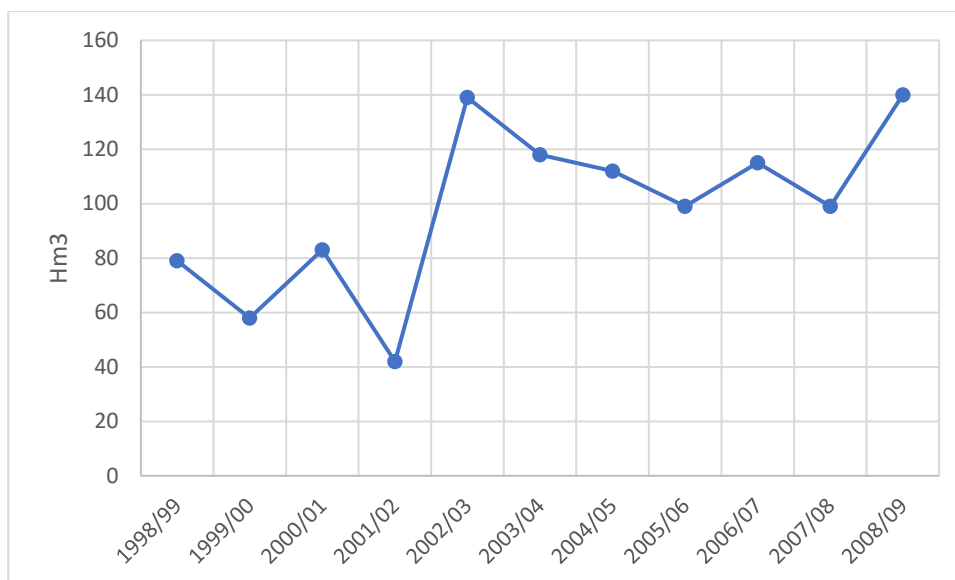
Por otro lado, la caracterización geomorfológica del área de estudio no se recoge en este epígrafe, ya que se detalla en el capítulo de resultados.

En cuanto a la **hidrología**, tomaremos los datos obtenidos del documento “Bases técnicas para la redacción del documento de “Objetivos y medidas para la declaración de la ZEC del lugar LIC Ega-Berroi Ibaia/Río Ega-Berrón” (2009).

En el LIC del río Ega-Berrón no existen estaciones de aforo gestionadas ni por la CHE ni por la Agencia Vasca del Agua (URA), por lo que para la caracterización del régimen del río Ega tomaremos los datos de la estación del río Ega en Arquijas (estación nº 311), gestionada por el Gobierno de Navarra y situada en Zúñiga (Navarra), dicha estación la podemos considerar como representativa del Lugar ya que presenta una superficie de cuenca vertiente de 412 km<sup>2</sup>, similar a la de la cuenca alta del río Ega.

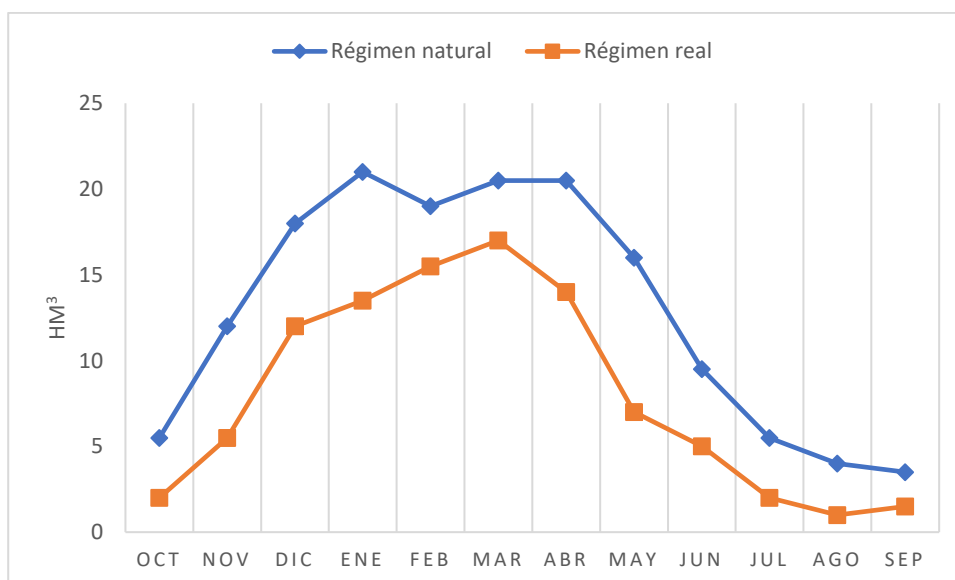
La figura que aparece a continuación muestra las variaciones interanuales del río Ega en el paraje de Arquijas para un periodo de 11 años de registro.





**Figura 5.** Aportaciones anuales (Hm<sup>3</sup>) del río Ega en el paraje de Arquijas (Navarra). Modificado de Bases técnicas para la redacción del documento de “Objetivos y medidas para la declaración de la ZEC del lugar LIC Ega-Berroi Ibaia/Río Ega-Berrón” (2009).

La aportación media anual del río Ega en Arquijas es de 96,29 hm<sup>3</sup>/año (3,05 m<sup>3</sup>/s), no es un valor muy significativo ya que la variabilidad interanual de este río es elevada. Según los datos de aforo el año de mayor aportación fue 2008/09 con 137,78 hm<sup>3</sup> y un caudal de 4,37 m<sup>3</sup>/s, y el de menor fue 1999/2000 con 57,41 hm<sup>3</sup> con un caudal de 1,82 m<sup>3</sup>/s.



**Figura 6.** Aportaciones mensuales (Hm<sup>3</sup>) en régimen real y natural del río Ega en el paraje de Arquijas (Navarra). Modificado de Bases técnicas para la redacción del documento de “Objetivos y medidas para la declaración de la ZEC del lugar LIC Ega-Berroi Ibaia/Río Ega-Berrón” (2009)

En la figura 6 se puede observar como el régimen real del río Ega a su paso por Zúñiga no se aproxima al régimen natural, ya que el río se ve afectado por varios aprovechamientos (el más significativo es la extracción de agua para riego, sobre todo en las inmediaciones de Santa Cruz de Campezo). Las mayores diferencias de caudal tienen lugar durante los meses de diciembre, enero, abril y mayo.

En régimen natural se observa como el río Ega presenta un periodo de aguas altas durante el invierno y la primavera (entre diciembre y abril) y un periodo de aguas bajas en verano (de julio a septiembre), por lo que el régimen se podría caracterizar como de pluvio-nival.

### 2.2.2. Planteamiento del problema

Existen diversos trabajos bibliográficos en los que se comenta o desarrolla el estado ecológico de los ríos Ega-Berrón, a través del estudio de los diferentes indicadores biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos: (Areta *et al.* 2009; Red de seguimiento del estado ecológico de los ríos de la CAPV, 2007; Red de Vigilancia de la Calidad de las Aguas y del Estado Ambiental de los Ríos de la CAPV, 2001; Durán *et al.* 2010).

El proyecto presente se ha centrado en el estudio sobre la dinámica fluvial para la mejora fluvial en la ZEC del río Ega-Berrón, es decir, estudio sobre los indicadores hidromorfológicos del río.

Para la realización de dicho estudio se ha llevado a cabo una clasificación y representación de las medidas propuestas por la Diputación Foral de Álava y el reconocimiento de las diferentes presiones existentes en el cauce del río Ega-Berrón.

Por su parte, la Diputación Foral de Álava facilitó varios archivos *shp* con información GIS de la zona de estudio: la delimitación de la ZEC Ega-Berrón, los hábitats existentes dentro de la misma y las medidas propuestas. Se han detectado ciertos problemas a la hora de entender o interpretar dichas medidas, ya que, en algunos casos, no existen datos suficientes para poder comprender de qué información se trata, como, por ejemplo: “promoción acuerdos voluntarios” o “puntos de control”.

### 2.2.3. Objetivos

Se han llevado a cabo los siguientes objetivos:

1. El objetivo principal del trabajo se ha centrado en la realización de un informe sobre el estado ecológico del río Ega-Berrón, a través del estudio de su dinámica fluvial
  - a. Se ha realizado un estudio y la correspondiente representación de las medidas de conservación existentes y facilitadas por la Diputación Foral de Álava. Entre las medidas destacan la revisión de la concesión y la permeabilización de un número concreto de azudes, revisión de los puntos de control de calidad de aguas existentes, recuperación de la superficie de los hábitats de ribera y revegetación de escolleras.
  - b. Se realizó la identificación de las presiones negativas existentes en el cauce del río Ega y del río Berrón. A lo largo de todo el cauce, tanto del río Ega como del río Berrón, encontramos puentes o pasos elevados, encauzamiento bajo estos puentes o pasos elevados, cauces rectilíneos con márgenes verticalizadas, escolleras, muros de contención y motas, azudes y cementación del lecho del río, que modifican la dinámica fluvial. Estas son los puntos negativos que impiden una dinámica natural, por lo que su identificación facilita el trabajo de estudios posteriores para la mejora fluvial.
2. Para completar el estudio sobre la dinámica fluvial del río Ega-Berrón, se planteó realizar el estudio del Territorio fluvial. El objetivo principal del estudio del Territorio fluvial es devolverle al río el espacio que le corresponde para su dinamismo natural, es decir, crear un espacio que permita conservar o recuperar la dinámica hidrogeomorfológica, obtener un corredor ribereño continuo que garantice

la función ecológica, bioclimática y paisajística del sistema fluvial, cumplir con el buen estado ecológico (Directiva 2000/60/CE), laminar de forma natural las avenidas, resolver problemas de ordenación de áreas inundables y mejorar y consolidar el paisaje fluvial (Ollero *et al.* 2009).

#### 2.2.4. Fuentes de información y valoración

Como se ha comentado en el anterior proyecto, toda investigación comienza con una recopilación de material: metodológico, de contenidos, bibliográfico, fuente de datos y cartografía.

En el siguiente apartado se realiza una valoración crítica de las fuentes de información y los datos empleados en la elaboración del documento.

A diferencia del anterior proyecto realizado, en este caso las fuentes de información han sido diversas:

- La Diputación Foral de Álava facilitó a la empresa información sobre la cartografía de elementos significativos: delimitación de la ZEC del río Ega-Berrón, información sobre los hábitats que conforman las riberas y sobre las medidas de conservación existentes en los cursos fluviales del Ega-Berrón.
- A partir de la Infraestructura de Datos Espaciales de Euskadi (GeoEuskadi) se han obtenido los datos necesarios para realizar los mapas del ámbito de estudio e información sobre la inundabilidad para la propuesta de Territorio Fluvial.

Por otra parte, en cuanto a la recopilación bibliográfica sobre el río Ega, se ha encontrado ciertas dificultades al concretar la información al área de estudio, ya que existen grandes diferencias fluviales del río Ega a su paso por las comunidades del País Vasco y Navarra:

1. La longitud del río Ega en Navarra es mayor que en el País Vasco donde apenas alcanza los 30 km.
2. El Ega en Navarra es alimentado por un mayor número de afluentes (algunos de ellos como el Urederra o el Iranzu), siendo el río Berrón el mayor afluente del Ega en la C.A.P.V.
3. El Ega a su paso por Navarra mantiene un caudal mayor (12,4 m<sup>3</sup>/s caudal medio anual medido en la estación de aforo de Estella), llegando incluso a provocar daños graves por inundaciones en localidades ribereñas como Estella.

#### 2.2.5. Metodología

Para la realización de este proyecto se ha combinado el trabajo de gabinete con el trabajo de campo, con el objetivo de recopilar la máxima cantidad de información posible sobre la ZEC del río Ega-Berrón. Las fases dentro de este estudio son:

- 1) Dentro del trabajo de gabinete, se ha llevado a cabo una clasificación y representación cartográfica de las medidas de conservación propuestas por la Diputación Foral de Álava.
- 2) Una vez conocidos estos datos, se procedió a realizar una detección de las presiones negativas o puntos críticos sobre foto de satélite, mediante *Google Earth*.
- 3) Tras el estudio previo en gabinete, se procedió a realizar una campaña de trabajo de campo de dos días de duración, en la cual se acomete un reconocimiento in situ de los puntos críticos detectados en foto de satélite. Este reconocimiento constaba de una

descripción en detalle, fotografías y situación geográfica de las presiones negativas. Posteriormente se representaron estos puntos críticos en un mapa.

Para la elaboración del Territorio Fluvial se tomó como referencia las pautas de delimitación y cartografía propuestas por Ollero (2009). El Territorio Fluvial debe ser delimitado por criterios geomorfológicos, ecológicos e históricos (evolución fluvial), y no contar con límites permanentes, revisados periódicamente para adaptarse continuamente a la propia dinámica fluvial. Para el proceso de delimitación, se ha llevado a cabo los siguientes criterios, en su mayor parte emanados de la metodología francesa pero adaptados a la situación concreta de los cursos fluviales de la Península Ibérica:

- 1) Inclusión dentro del Territorio Fluvial de los distintos trazados del cauce en el último siglo. Para su elaboración, se debe consultar cartografía y fotografías aéreas antiguas.
- 2) Inclusión de toda la extensión del corredor ribereño al menos en el último siglo, definida a partir de las mismas fuentes cartográficas y fotográficas.
- 3) Inclusión de galachos, masas de vegetación ribereña aisladas y otros anexos fluviales desconectados del corredor ribereño.
- 4) Inclusión de terrenos susceptibles de ser erosionados en las próximas décadas por la propia dinámica del cauce.
- 5) Inclusión de toda la zona inundada por la crecida de 5 años (en ríos grandes) o la de 10 años (en cursos pequeños).
- 6) Exclusión de los núcleos de población
- 7) Mayor ensanchamiento del Territorio Fluvial aguas arriba y frente de los núcleos de población, para reducir los niveles o cotas de agua desbordadas.

#### 2.2.6. Resultados

Debido a la gran amplitud de la zona de estudio, la cuenca alta del río Ega se ha dividido en tres tramos:

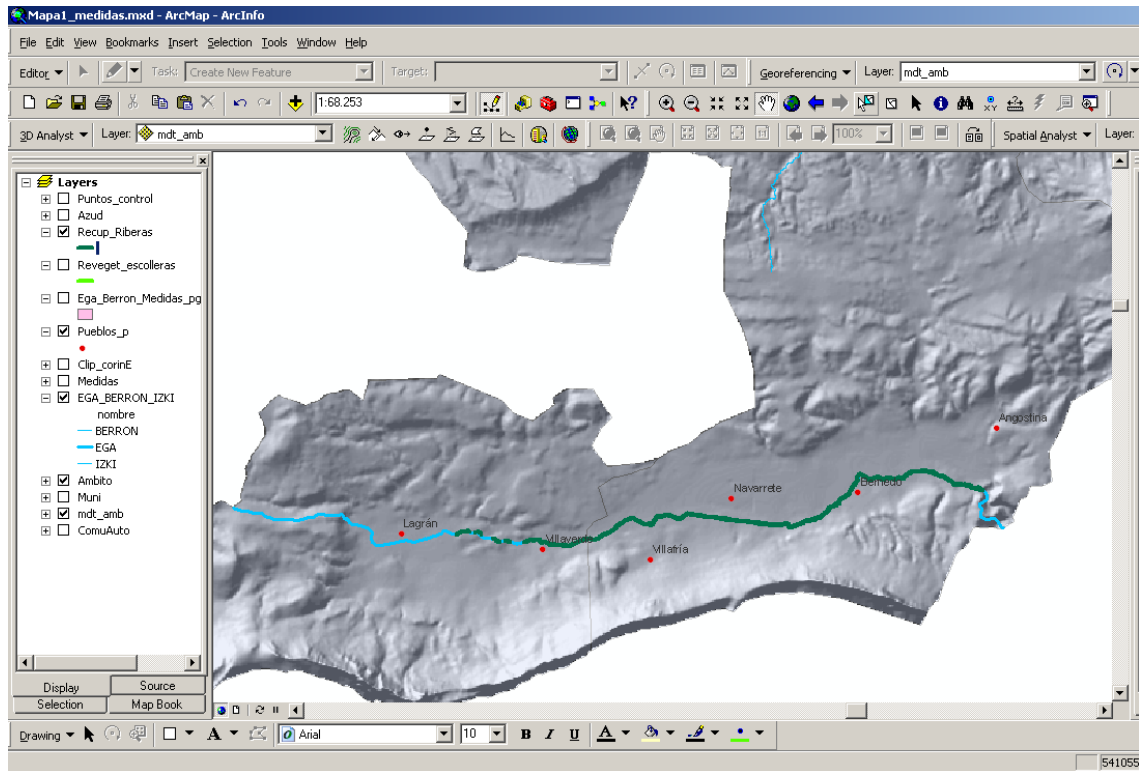
- 1) El primero de ellos es el que pertenece al Valle de Bernedo, desde el nacimiento del río Ega hasta adentrarse en Navarra tras pasar la localidad de Angostina.
- 2) El segundo tramo se sitúa en el Valle de Campezu.
- 3) El tercer tramo corresponde a la subcuenca del río Berrón.

#### **Estudio de las medidas de conservación en el río Ega-Berrón**

Como se ha comentado en el apartado de objetivos, primero se realizó una representación cartográfica de los datos facilitados por la Diputación Foral de Álava (Anexo IV). Las medidas de conservación existentes son diversas:

- Azudes: Se han contabilizado hasta 10 azudes dentro de la cuenca alta del río Ega, situándose la mayoría en la subcuenca del río Berrón, con un total de 6 azudes en su cauce.
- Puntos de control de la calidad de las aguas: Los puntos de control también son numerosos, existiendo hasta un total de 6, repartidos entre el primer tramo (valle de Bernedo) y en la subcuenca del río Berrón.

- Recuperación de la superficie de los hábitats de ribera: es la medida más importante en el primer tramo de la cuenca (valle de Bernedo), extendiéndose sin interrupción desde la localidad de Villaverde hasta la localidad de Angostina (Fig. 7). En el resto de los tramos, esta medida se encuentra más localizada.
- Revegetación de escolleras: se localiza únicamente en el segundo tramo de la cuenca del Ega (Valle de Campezu) y en la subcuenca del río Berrón, en dos puntos localizados.



*Figura 7. Representación de la medida Recuperación de la superficie de los hábitats de ribera en el primer tramo de la cuenca alta del río Ega (Fuentes: Diputación Foral de Álava; elaboración propia)*

Además de estas medidas físicas de conservación, existe otra de la que no se encuentra una información detallada. Se trata de la medida “promoción acuerdo de voluntarios”. Esta medida se plantea para salvar la imposibilidad legal que existe de actuar en zonas de ribera que son propiedad privada. Únicamente se encuentra en el tramo bajo de la subcuenca del río Berrón, desde la desembocadura del río Berrón en el Ega (inmediaciones de la localidad de Santa Cruz de Campezu) hasta la confluencia del río Berrón con el río Izki por su margen derecha.

### **Estudio de las presiones negativas en el río Ega-Berrón**

El conocimiento de la dinámica fluvial y del estado ecológico del río se lleva a cabo mediante el estudio de las presiones negativas existentes en los cauces de los ríos que forman parte de la cuenca alta del Ega. Se han identificado hasta 7 presiones negativas, todas ellas repartidas por los diferentes tramos de la cuenca. Tras el estudio en foto de satélite y en campo, se realizó su representación gráfica (Anexo V).

A continuación, se procederá a describir las presiones negativas que se encuentran en los tramos que comprenden la cuenca alta del río.

En el **primer tramo del río Ega**, correspondiente al Valle de Bernedo, existe un buen número de presiones negativas (Figura 8). En este tramo, el río se comporta prácticamente como una acequia. Se encuentra confinado entre los campos de cultivo, donde las márgenes son casi verticales



en la mayor parte del recorrido y no existe vegetación de ribera como tal, pero si numerosa vegetación arbustiva que acaba invadiendo el cauce. Existen numerosos tramos donde el río mantiene un cauce rectilíneo. Además de este confinamiento por parte de los campos que estrangulan lateralmente el cauce, existen otras infraestructuras que modifican la dinámica del río (pasos elevados, motas y otras construcciones artificiales en las márgenes).



**Figura 8.** Presiones negativas existentes en el primer tramo de la cuenca del río Ega. A) Cauce rectilíneo con nula vegetación de ribera, pero numerosa vegetación arbustiva. B) Mota en la margen izquierda del río Ega, en la localidad de Villaverde. C) Paso elevado sobre el cauce del río Ega. D) Encauzamiento y paso elevado sobre el río Ega, se puede observar la invasión del cauce por parte de la vegetación arbustiva. (Fuente: elaboración propia).

Tras su paso por Bernedo, el río aumenta un poco el caudal gracias a pequeños afluentes. Aguas abajo de la localidad de Angostina, el río Ega se adentra en el tramo navarro, encajándose y formando un cañón fluviokárstico. Una vez pasado el tramo navarro, discurriendo por el valle de Santa Cruz de Campezu, el río ensancha su cauce, llevando más caudal y un cauce sinuoso.

En el **segundo tramo de la cuenca alta del río Ega** (correspondiente al valle de Santa Cruz de Campezu), las presiones negativas se concentran principalmente a su paso por la localidad que da nombre al valle. En este trecho, las motas o muros de contención son abundantes, sobre todo en su margen derecha, protegiendo al pueblo del río. Además, se llegan a contabilizar hasta 3 puentes

sobre el río Ega a su paso por Santa Cruz y un azud, que da lugar a una represa con una canalización lateral en la margen derecha. Aguas abajo de esta represa el lecho se encuentra cementado (Figura 9). En este segundo tramo de la cuenca la vegetación de ribera es abundante.



**Figura 9.** Presiones negativas existentes en el segundo tramo de la cuenca alta del río Ega. A) Puente y muro de contención en la margen derecha del río Ega. B) Azud y cementación del lecho en el río Ega a su paso por la localidad de Santa Cruz de Campezo. (Fuente: elaboración propia).

Aguas abajo del pueblo, existe una escollera en la margen izquierda (Fig.10), ubicada en una curvatura del río. Se pueden observar varios bloques en el agua, los cuales podrían tratarse de una escollera anterior que el río, por su dinámica fluvial, ha acabado erosionado.





**Figura 10.** a) Escollera construida en la margen izquierda del río Ega. b) en el cauce, se pueden observar los bloques caídos fruto de la erosión de una escollera anterior. (Fuente: elaboración propia).

En la **subcuenca del río Berrón**, último tramo en el que se divide la cuenca alta del Ega, existe un buen número de presiones negativas (Fig. 11). Se pueden encontrar hasta 5 puentes con la respectiva canalización del cauce y 4 azudes, relacionados en su mayoría con los anteriores. Al ser un río encajado, es habitual encontrar escolleras y muros de contención en una o en las dos márgenes del río, para proteger carreteras y núcleos urbanos. En este tramo, existen hasta 3 puntos críticos, donde las presiones negativas son importantes:

1. En las cercanías de la desembocadura del río Berrón en el río Ega, existe una construcción artificial que funciona a modo de piscina natural: se trata de un represamiento y encauzamiento del río mediante azudes y muros de hormigón laterales. Además, no es seguro que el lecho del río se haya cementado.
2. A su paso por la localidad de Antoñana el río se encuentra encauzado mediante escolleras, perdiendo toda su naturalidad y vegetación de ribera.
3. En la entrada a la localidad de Maeztu, a orillas del río Berrón están construidas las piscinas municipales. En este punto también existe un represamiento del río mediante un azud y encauzamiento por escolleras.





**Figura 11.** Presiones negativas existentes en el tramo de la subcuenca del río Berrón. A) Azud y encauzamiento lateral del río Berrón. B) Puente y encauzamiento del río Berrón mediante muros de hormigón para dar lugar a las piscinas naturales. C) Encauzamiento del río Berrón mediante escolleras, a su paso por la localidad de Antoñana, como medida para proteger el casco urbano del lugar. D) Escollera construida para proteger la carretera del río Berrón.

### **Delimitación del Territorio Fluvial del río Ega-Berrón**

Para completar el estudio sobre la dinámica fluvial se planteó la delimitación del Territorio Fluvial (Anexo VI). Como se ha comentado en el apartado de metodología, la demarcación del Territorio Fluvial se ha llevado a cabo a partir de 7 criterios.

El primer criterio utilizado es el **estudio de los cauces y meandros históricos del río en el último siglo**. Se ha representado el cauce del río Ega y del río Berrón para diferentes años (año 45-46, 56-57, 77-78, 2002 y 2016).

- 1) En el primer tramo de la cuenca alta del río Ega (Valle de Bernedo) se puede observar que el cauce ha sido modificado artificialmente hasta su completa rectificación. En el periodo entre el año 56 y el 77 se producen las primeras y más claras rectificaciones del cauce del río. Posteriormente, hasta el año 2002 también se producen pequeñas alteraciones, rectificaciones de menor magnitud. Aguas arriba de la localidad de Bernedo, se ha cartografiado lo que podría tratarse de un cauce antiguo abandonado que fuera utilizado posteriormente como una acequia. A partir de este criterio se ha obtenido la

envolvente de los cauces y meandros, para facilitar la elaboración del territorio fluvial. Mapa 23.

- 2) En el segundo tramo de la cuenca alta del río Ega (perteneciente al Valle de Campezu), no se encuentran modificaciones del cauce tan evidentes como en el tramo anterior. De hecho, el cauce fluvial no ha variado casi a lo largo del último siglo. Sí existen meandros abandonados con vegetación aislada. Mapa 24.
- 3) En el sector del río Berrón tampoco existen modificaciones notables del cauce, probablemente al tratarse de un río encajado y no tener en general, una llanura de inundación tan amplia como en el río Ega. Se ha cartografiado un meandro en el sector sur del río, donde la llanura de inundación es más ancha y el río se ha podido desplazar libremente. Mapa 25.

El segundo criterio utilizado ha sido el **estudio de los corredores ribereños**, pudiendo definir su máxima extensión.

- 1) En el primer tramo de la cuenca, el corredor ribereño ha sufrido una intensa variación a lo largo del último siglo. En los cauces sin rectificar, correspondientes a los años 56-57, se puede observar cómo el corredor ribereño presenta una mayor extensión. Por el contrario, en los cauces ya modificados el corredor muestra una menor magnitud, siendo el corredor ribereño correspondiente al año 2016 el que tiene una mayor extensión. Mapa 26.
- 2) En el Valle de Campezu, el corredor ribereño muestra una extensión mayor, siendo los de los años 77-78 y el del 2016 los que más superficie abarcan, éste último probablemente relacionado a las últimas reforestaciones llevadas a cabo en la cuenca. Cabe destacar una reducción del corredor a su paso por Santa Cruz de Campezo, debido a las alteraciones en las márgenes del río. Mapa 27.
- 3) En el río Berrón el corredor ribereño que alcanza mayor extensión es el correspondiente al año 77-78. A pesar de que los corredores de los años 2002 y 2016 son semejantes al anterior en cuanto a extensión, presentan grandes separaciones provocadas por carreteras y pasos soterrados. Mapa 28.

El tercer y cuarto criterio utilizados son la **inclusión de los terrenos susceptibles a ser erosionados en las próximas décadas por la propia dinámica del cauce y la inclusión de toda la zona inundada por la crecida de 10 años** (ya que es un curso fluvial menor). En todos los tramos estudiados los terrenos susceptibles de ser erosionados coinciden siempre con la orilla cóncava del río.

- 1) En el primer tramo de la cuenca, la única zona que sería afectada por la crecida de 10 años sería la localidad de Lagrán. Probablemente esto se deba a la falta de información y a que el resto de localidades (exceptuando Villaverde) se sitúan alejadas del cauce del río. Mapa 29.
- 2) En el segundo tramo, la zona afectada por la crecida de 10 años se situaría en las inmediaciones de la localidad de Santa Cruz de Campezu. Mapa 30.
- 3) En el río Berrón, la zona de inundabilidad de 10 años afecta a la localidad de Antoñana doblemente: producida por el río Berrón y por su afluente en la margen izquierda, el río Sabando. Las localidades de Maestu y Atauri no tienen información de inundabilidad, a pesar de encontrarse a poca distancia del cauce del río. Mapa 31.

Con los anteriores criterios se define el **Territorio Fluvial ideal**, en el que no existen restricciones por los núcleos de población o usos humanos (naves, carreteras, etc.).

1. En el valle de Bernedo el Territorio Fluvial ideal está condicionado principalmente por la envolvente de los cauces, llegando a ocupar un total de 56,89 Ha. En menor medida, la máxima extensión del corredor ribereño condiciona la delimitación del territorio. En los tramos del río donde se han producido modificaciones en el cauce el Territorio Fluvial Ideal es mayor, ya que la envolvente de los cauces también lo es. En este sector de la cuenca, los núcleos de población quedan fuera del Territorio principalmente porque se encuentran alejados del cauce fluvial. Las localidades de Lagrán y Villaverde no se incluyen dentro del Territorio porque no se encuentran afectadas ni por el corredor ribereño, ni por los cauces históricos, ni por la zona de inundabilidad.
2. En el segundo tramo el Territorio Fluvial ideal viene condicionado principalmente por el corredor ribereño y por la zona de inundabilidad. La localidad de Santa Cruz queda fuera del Territorio Fluvial al encontrarse a una distancia suficiente del río.
3. En el tramo del río Berrón, el Territorio Fluvial ideal viene condicionado principalmente por el corredor ribereño y por la zona de inundabilidad, como sucede en el segundo tramo del río Ega.

Para la elaboración del **Territorio Fluvial real** es necesaria la exclusión de los núcleos de población y de los usos humanos consolidados. Además, se precisa de un mayor ensanchamiento aguas arriba y frente a los núcleos de población, para reducir los niveles o cotas de agua desbordadas (Mapas 32-34).

En los tres valles, el Territorio Fluvial ideal y real son similares exceptuando los sectores donde existen núcleos de población y usos humanos cercanos al río, donde el Territorio Fluvial real los excluye, ensanchándose aguas arriba y frente a ellos.

#### 2.2.7. Discusión

La calidad ecológica del río Ega-Berrón es deficiente respecto a su dinámica fluvial.

En el **curso alto de la cuenca** (Valle de Bernedo) es donde se encuentra el mayor impacto observado: de forma local se han modificado las márgenes llegando a alterar por completo la sinuosidad y el trazado original creando un cauce rectilíneo, debido a la poca entidad del cauce y a la cercanía de los cultivos. Este hecho ha supuesto la eliminación del bosque de ribera y el desarrollo desmesurado de la vegetación acuática, que llega a obstaculizar el flujo, con lo que tampoco se cumplen los objetivos de canalización. En este sector, la continuidad del corredor ribereño está frecuentemente interrumpida por la cercanía de los cultivos y la estrechez de estos ambientes, con zonas locales de ribera eliminada. Además, la poca amplitud del cauce y los numerosos cultivos hacen que los pasos elevados y las alteraciones del perfil sean abundantes.

En el **tramo bajo del río Ega** dentro de la C.A.P.V (Valle de Santa Cruz de Campezu) el suelo es de uso residencial y agrícola (agricultura intensiva). Como consecuencia de este tipo de uso, se generan una serie de impactos sobre la vegetación de ribera. Las acciones que causan un mayor daño son la deforestación de la zona y las plantaciones forestales, ya que estas últimas alteran la estructura de la cubierta y el grado de naturalidad de la misma, cultivándose en las mismas márgenes plantaciones de chopos (*Populus sp.*). A pesar de ello, la ribera conserva parcialmente su vegetación característica, que corresponde a una alameda-aliseda mediterránea. Algunas de las especies que crecen actualmente son *Populus nigra*, *Salix sp*, *Alnus glutinosa*, *Cornus sanguinea*, *Corylus avellana*, *Crataegus laevigata* y *Sambucus nigra*. Hay plantaciones de *Populus canadensis* que restan calidad a la cubierta vegetal (Red de seguimientos del estado ecológico de los ríos de la CAPV, 2007). Además de los impactos sobre la vegetación, cabe destacar la existencia de estructuras rígidas y estructuras de protección dentro del cauce del río (muros de contención,

escolleras y azudes), las cuales impiden una correcta dinámica fluvial y entorpecen la conectividad lateral.

En la **subcuenca del río Berrón** no existen tantos problemas de vegetación de ribera como en el río Ega, ya que se trata de un río encajado y no posee una llanura de inundación tan extensa con uso agrícola (exceptuando su tramo bajo, aguas abajo de la localidad de Antoñana donde el número de afecciones aumenta). Principalmente, en este río destacan las estructuras rígidas dentro del cauce: escolleras para proteger zonas urbanas y carreteras, y azudes para la regulación del caudal o para la creación de piscinas naturales mediante el represamiento y encauzamiento del río.

En cuanto a la delimitación del Territorio fluvial propuesto para el río Ega-Berrón, varía en función de las características de cada valle. En el valle de Bernedo, el Territorio alcanzaría un total de 56,89 Ha, mientras que en el valle de Campezo estaría conformado por un total de 48,6 Ha, esta diferencia se debe principalmente a una mayor longitud en el primer valle (de 26 km) frente a los casi 16 km del Valle de Campezo. Por otra parte, el territorio fluvial delimitado para la subcuenca del río Berrón representa un total de 68 Ha. La subcuenca del río Berrón es el sector de la cuenca alta del Ega donde el Territorio Fluvial tiene una delimitación más restringida, al tratarse de un valle estrecho y afectar a un mayor número de poblaciones y usos humanos.

### 3. CONCLUSIÓN Y ANÁLISIS CRÍTICO DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN PRÁCTICAS

Con todo lo expuesto anteriormente, las conclusiones del periodo de prácticas se resumen en las siguientes reflexiones.

En el **primer proyecto**, a pesar de contar con cierta información previa acerca de los procesos naturales que tienen lugar en el área de estudio, el tiempo empleado para elaborar la cartografía del Riesgo de los procesos naturales seleccionados fue escaso, debido a la gran cantidad de información que se debía crear de primera mano. En cualquier caso, hay que destacar la importante utilidad de los SIG para el cálculo de parámetros destinados a la obtención de la información deseada (pendientes, insolación, etc.).

En el **segundo proyecto**, aunque se realizó un estudio mediante foto de satélite previo al trabajo de campo, este último fue la herramienta clave a la hora de detectar las presiones negativas existentes en el río Ega-Berrón. Por otra parte, la utilidad del SIG en el estudio de las fotos aéreas del último siglo fue imprescindible. La propuesta de calcular el Territorio Fluvial fue una decisión muy interesante, que enriqueció enormemente el proyecto.

En el ámbito del **enriquecimiento personal** hay que señalar que el tiempo de prácticas ha resultado un aprendizaje muy satisfactorio, en el cual la independencia y autonomía en el desarrollo del trabajo han contribuido a incrementar la maduración profesional. Además, he percibido una positiva evolución en las metodologías de trabajo y habilidades para la resolución de situaciones, fruto de la experiencia del trabajo día a día.

En cuanto a la satisfacción personal, la adquisición de nueva información relativa al Territorio Fluvial, dinámica de ríos y restauración fluvial y el manejo aplicado de los SIG en este campo han supuesto dos retos importantes en mi formación.



## 4. BIBLIOGRAFÍA

### Proyecto 1. Análisis de Riesgos Naturales del Área Funcional del Bilbao Metropolitano

#### Artículos

García-Mondejar, J. y Pujalte, V. (1982): El Cretácico de la Región Vasco-Cantábrica. *El Cretácico de España*. Universidad Complutense de Madrid.

Garrote Ruiz, A., García Portero, J., Muñoz Jiménez, L., Arriola Garrido, A., Eguiguren Altuna, E., García Pascual, I. (1993). *Mapa Geológico de País Vasco/ Euskal Herriko Mapa Geologikoa 1:25.000*. Hoja 61-IV Basauri. Ed: Ente Vasco de la Energía (EVE).

González García J. L. (2009): *Mapas de riesgos naturales en la ordenación territorial y urbanística*. Ilustre Colegio Oficial de Geólogos. Ed: Fueyo Editores, S.L.

Lario, J., Bardají, T. (2016): *Introducción a los Riesgos Geológicos*. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), págs.313.

Ormaetxea Arenaza, O., Sáenz de Olazagoitia Blanco, A., (2017). *Análisis y caracterización de los factores que intervienen en los movimientos de ladera y aproximación de la susceptibilidad en el País Vasco*. Ed Lurralde: inves. espac 40 (2017), p. 81-109.

#### Informes técnicos

Inventario Forestal CAE (2011). Departamento de Desarrollo Económico y Competitividad. Gobierno Vasco.

Informe del Mapa de erosión de suelos de la Comunidad Autónoma de Euskadi (2005). Gobierno Vasco

Revisión del Plan Territorial Parcial del Bilbao Metropolitano. Fase de Diagnóstico. Basoinsa S.L (2016)

#### Webs

- Infraestructura de Datos Espaciales de Euskadi, GeoEuskad: <http://www.geo.euskadi.eus>
- Agencia Vasca del Agua (URA): <http://www.uragentzia.euskadi.eus/>

### Proyecto 2. Estudio y anteproyecto de mejora fluvial en la Zona de Especial Conservación (ZEC) del río Ega-Berrón

#### Artículos

Durán Lalaguna C., Navarro Barquero P., Pardos Duque M. (2010): Aplicación del Índice Hidrogeomorfológico IHG a la cuenca del Ebro. Confederación Hidrográfica del Ebro. MASTERGEO, S.L

Llanos Acebo H., Mamadou Bâ K., Castiella Canalejo A. (1999): Modelación hidrológica de la cuenca alta del río Ega (País Vasco y Navarra). *Revista Ingeniería del Agua*. Vol. 6 Num.3 pág. 241-250

Ollero Ojeda A., Ibisate González de Matauco A., Elso Huarte J. (2009): El territorio fluvial y sus dificultades de aplicación. *Geographicalia* nº56, pág. 37-62

#### Informes técnicos

Areta Morondo P., Molina Azcona J., Moreno Martínez S. (2009): Bases técnicas para la redacción del documento de “Objetivos y medidas para la declaración de la Zona de Especial Conservación del lugar LIC Ega-Berroi Ibaia/ Río Ega-Berrón (ES2110020)”. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco.

Castiella Muruzábal J., Pérez Martín C., Sanz Azcárate L. (2006): Documento Técnico para la Participación Pública en la Cuenca del Ega. Foro del Agua de Navarra

“Medidas de conservación de la ZEC “ES2110020” Ega-Berrón Ibaia/Río Ega-Berrón. Documento 2. Objetivos y actuaciones particulares. Dirección de Biodiversidad y Participación Ambiental del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca (2012).

Plan Hidrológico del Ega (2008). Confederación Hidrográfica del Ebro.

Red de Seguimiento del estado ecológico de los ríos de la Comunidad Autónoma del País Vasco: Unidad Hidrológica del Ega (2007). Informe de resultados. Agencia Vasca del Agua (URA)

Red de Vigilancia de la Calidad de las Aguas y del Estado Ambiental de los Ríos de la CAPV, 2001. Agencia Vasca del Agua,

#### Webs

- Infraestructura de Datos Espaciales de Euskadi, GeoEuskad: <http://www.geo.euskadi.eus>
- Infraestructura de Datos Espaciales de la Diputación Foral de Álava: <http://www.ide-alava.com/>