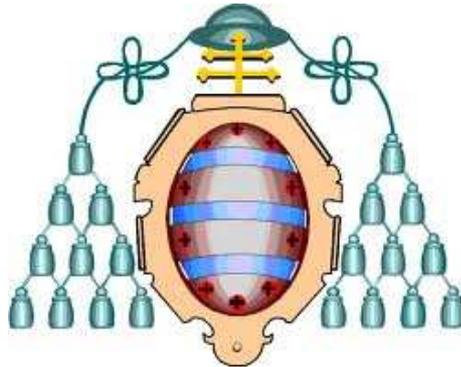


**UNIVERSIDAD DE OVIEDO**  
FACULTAD DE GEOLOGÍA  
Trabajo Fin de Master



# **RELACIÓN ENTRE CAMBIOS DE USO DEL SUELO Y RIESGO DE INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL RIO NERVIÓN**

Sara Fuente Leonardo  
Julio de 2014

Dña. Sara Fuente Leonardo, con autora del trabajo Fin de Master titulado “Relación entre los cambios de uso del suelo y el riesgo de inundaciones en la cuenca del río Nervión” confirma que es un trabajo original y solicita su presentación en el Master Universitario Recursos Geológicos e Ingeniería Geológica de la Universidad de Oviedo.

En Oviedo a 17 de Julio de 2014

A handwritten signature in black ink, reading "Sara Fuente", written over a horizontal line. The signature is cursive and includes a small flourish at the end.

El Dr Jorge Marquínez García, Profesor del Departamento de Geología confirma que ha tutelado el trabajo “Relación entre los cambios de uso del suelo y el riesgo de inundaciones en la cuenca del río Nervión” realizado por Dña. Sara Fuente Leonardo con la colaboración del Dr. Rubén Santos Alonso y autoriza su presentación y defensa como Trabajo Fin de Master en el Master Universitario de Recursos Geológicos e Ingeniería Geológica de la Universidad de Oviedo.

En Oviedo, a 17 de Julio de 2014

# INDICE

1. Resumen/ Abstract.....	4
2. Introducción .....	6
2.1. Planteamiento de la problemática	
2.2. Objetivos	
2.3. Hipótesis	
3. Antecedentes.....	8
3.1. Antecedentes Históricos	
3.2. Inundaciones de 1983	
4. Área de estudio.....	19
4.1. Estado de la cuenca	
4.2. Factores Influyentes	
4.2.1. El relieve orográfico	
4.2.2. Geología	
4.2.3. Climatología	
4.2.4. Pluviosidad	
4.2.5. Corrientes oceánicas y mareas influyentes	
5. Metodología.....	26
6. Resultados.....	28
7. Discusión.....	33
8. Conclusiones.....	40
9. Agradecimientos.....	42
10. Bibliografía.....	43
11. Anexos.....	46

# 1.RESUMEN / ABSTRACT

A través del tiempo, la cuenca del río Nervión ha sido el marco geográfico de los principales momentos de desarrollo de Vizcaya, País Vasco. Desde la construcción de la primera vía de ferrocarril, paralela al mismo río, como del primer asentamiento y posterior desarrollo de la industria del metal que provenía de su extracción de las canteras cercanas.

Su llanura de inundación sigue siendo un área muy preciada en el ámbito de la construcción debido al relieve abrupto que caracteriza a la cuenca que la contiene.

Como desde un inicio no hubo legislación que controlase esas ocupaciones, el terreno industrial perduró o fue sustituido por construcciones civiles debido al incremento del número de habitantes por metro cuadrado (que experimenta la zona debido al éxito industrial anterior).

De este modo es como los márgenes del cauce principal del Nervión se vieron progresivamente modificados hasta el punto de no reconocerse ningún rasgo natural en la zona y los cursos superficiales de las masas de agua se fueron confinando.

Los procesos de crecidas e inundaciones, hoy igual que ayer, ocurren de forma natural y frecuente. No es un proceso que pueda controlarse y tampoco es un fenómeno causado por la actividad humana, pero, sus efectos, principalmente negativos, sobre el ámbito socio-económico, se ven agravados por el uso inadecuado que se hizo, y se sigue haciendo, de la gestión del área inundable natural del río.

Este documento pertenece a la línea de investigación sobre “Gestión de crecidas en cuencas fluviales”. Se analizará la evolución de los usos del suelo de la cuenca del Nervión tomando como punto de partida las inundaciones acaecidas en agosto de 1983. Con ese fin, la base de este documento se centrará en los datos aportados por el proyecto Corine Land and Cover y por la Agencia Vasca del Agua (URA) entre otros.



Over time, since the Middle Ages, Nervión River Basin has been the geographical setting of the main stages of development of Biscay, Basque Country. Since the construction of the first railway track, parallel to the same river, as the first settlement and subsequent development of the industry coming from metal extraction from nearby quarries.

The floodplain area remains a highly prized in the field of construction due to the rugged terrain that characterizes the basin that contains it.

As from the beginning there wasn't legislation that would control these occupations, industrial land lasted or was replaced by civil constructions due to the increased

number of inhabitants per square meter (area experiencing due to previous industrial success).

This is how the margins of the main channel was viewed Nervión progressively modified to the point of not recognizing any natural feature in the area and surface courses of the water masses were confining.

The floods processes, today as yesterday, occur naturally and frequently. They are a process that can't be controlled and it isn't a phenomenon caused by human activity, but its mainly negative effects on the socio-economic field, they are compounded by inadequate use made and continues to make management the natural floodplain of the river.

This document belongs to the investigation line about "Flood management in river basins". In the following text it will be examines land use changes on the Nervión river basin taking into account the floods that occurred in August 1983. To that end, the basis of this paper will focus on the data provided by the Corine Land Cover project and the Basque Water Agency (URA) among others.

## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1. Planteamiento de la problemática:**

La cuenca del Nervión, contenida en la Unidad Hidrológica del Ibaizabal y a su vez perteneciente a la Demarcación del Cantábrico Oriental, País Vasco, España, no sólo se caracteriza por una excesiva ocupación de la vega del río, sino que también lo hace por la gestión indebida de los usos del suelo que favorecen fenómenos de inundación fluvial y/o el desarrollo de grandes proyectos urbanísticos sobre parte del mismo cauce.

La gestión de la antropización del sistema fluvial que aquí se analiza, fomenta la aparición del fenómeno aguas abajo en menos tiempo de lo normal, pudiendo, además, hacer perdurar su efecto por causas adicionales como por ejemplo por problemas en el desagüe de la cuenca. La vulnerabilidad de las zonas bajas del sistema (por su alta densidad de población por metro cuadrado) define el carácter catastrófico de cualquier crecida fluvial que se registre.

Los desastres naturales por avenidas que se registran en la cuenca ocurren de forma periódica como resultado del efecto de un proceso natural. Es la presencia humana con sus actuaciones, y el tipo de ocupación indiscriminada sobre la llanura la que define la peligrosidad y riesgo en la zona.

Este tipo de ocupación no se hace patente hasta que la sociedad no experimenta las consecuencias de eventos naturales de desbordamiento del cauce: falta de agua potable, daños en infraestructuras como las vías de comunicación o instalaciones industriales principalmente; cortes de comunicación, riesgo de epidemias o contaminación por vertidos accidentales.

La meteorología, tendente a desarrollar tormentas orográficas y frontales, el aumento del porcentaje de suelo con poca transmisibilidad y el relieve característico de la cuenca del Nervión, entre otros, son factores que combinados propician el rápido ascenso de la altura del nivel del agua, fomentando los desbordamientos y pasando a ocupar el área natural que le corresponde.

Y en vez de optar por otras alternativas que faciliten la coexistencia en el medio fluvial, o emplear otro tipo de legislación que regule los diferentes usos del suelo, se invierten miles de millones en poner barreras a un recurso, modificando su lugar de paso, o soterrándolo. Su presencia es inevitable y no se puede controlar.

### **2.2. Objetivos**

El objetivo general de este trabajo se centra en la cuenca del Nervión y la vega inundable del cauce principal del mismo; tras presentar la cuenca como area de estudio, se pretende cumplir con los siguientes puntos:

- Exposición de los factores intervinientes en la catástrofe de 1983 y análisis de las variaciones de los mismos a lo largo del tiempo.
- Estudiar la evolución de los usos del suelo de la cuenca y analizar ese efecto como factor repercusivo en eventos inundacionales.
- Exposición de la variación geomorfológica de la vega del río y
- Análisis de la variación del riesgo de inundaciones comparando la actualidad con el evento de 1983.

### **2.3. Hipótesis:**

Se resumen como siguen:

- Áreas que antaño sufrían inundaciones periódicas y que eran empleadas tan solo para cultivos se vieron urbanizadas debido a la presión urbanística, la necesidad de desarrollo industrial y la evolución tecnológica, aumentando la vulnerabilidad de la zona y como consecuencia también el riesgo.
- Debido a las obras realizadas aguas arriba del cauce del mismo río, los tiempos de concentración y el aporte de caudales hacia aguas abajo se ha visto drásticamente modificado.
- Las consecuencias en términos de alcance y afecciones no disminuirían en comparación con el evento de 1983.

## 3. ANTECEDENTES

### 3.1. Avenidas históricas

El primer registro histórico referente a inundaciones en la cuenca del Nervión, también llamadas “aguaduchos”, data de 1380, poco después de fundarse la Villa de Bilbao en el año 1300. Hasta la actualidad se han registrado 39 inundaciones catalogadas como catastróficas, (Fernández 1983), sólo en esta zona de la ría. El registro que aquí se expone contabiliza un total de 53.

Según Echeberria (1895), no fue hasta la inundación de 1403 que no se empezaron a tomar medidas permanentes: se construyó el primer muelle en la plaza del Mercado de Bilbao. No cumplió su objetivo porque tan sólo quince años más tarde el agua arrasó la villa llevándose por delante la ferrería, que era la única del lugar, y el molino de Artunduaga así como el puente de San Antón. Esta última estructura también se ve afectada, llegando a romperse, en las avenidas de abril de 1428 (que arrasó Rentería), y septiembre de 1453, 1543 y septiembre de 1553.

En 1596 se cuentan entre los destrozos de aquella avenida el derrumbe de la Casa Concejo del Ayuntamiento. Más destrozos ocasionados en mayo de 1606, en 1616 afectó enormemente a muelles y embarcaderos. El 8 de septiembre el nivel del agua alcanza más de “una vara de altura”, (siendo una vara 0,835m). Poco después se abrió la ría por el campo Volantín, y a la obra se la llamó, la obra de la plata, tal vez, como cita, Echeberria (1895), “como queriendo indicar que había costado mucha plata”.

En 1709 el agua llegó hasta el puente de San Francisco. Hubo más destrozos en 1735, 1737, mayo y junio de 1762, junio del 1775, 1796. En mayo de 1801 se alcanza de nuevo gran altura, una de las más altas alcanzadas, hasta el primer piso de los edificios; se señaló el nivel con dos lápidas en el Portón y en el puente de San Francisco. Las pérdidas materiales siguen registrándose en 1823, 1832. En mayo de 1858, según el primer periódico diario llamado “la Villa de Bilbao”, “(...) la corriente se llevó los restos de un buque naufragado llamado Elisabeth (...)” dejándolos dispersos por la vega. (Echeberria; ID. (1895)).

En marzo de 1865 se alcanzaron los 5,67 m de altura de lámina de agua. Un año después en octubre de 1866 destaca, de entre el resto, otra avenida. Continúan en 1868, enero del año siguiente, y en abril de 1874, que obligó a demoler el puente del Arenal y a construir el actual.

Por la década de los setenta de aquel siglo “las condiciones de la ría y la barra de Portugalete eran bastante lamentables para la navegación. (...) El cauce describía una curva cerrada que solo permitía el paso a buques de eslora corta, (...) obligando, en plena época de expansión industrial a transportar la mercancía de hierro en gabarras (...) lo que encarecía muchísimo su transporte” (Anduaga 2008). Ello sumado a los gastos en reparar daños de infraestructuras durante épocas de avenidas, motivo al Director de Juntas de Obras del Puerto, Evaristo Churruca, a realizar el primero de varios proyectos ingenieriles de dragado y la rectificación del

cauce, hecho demostrado que “defienden a Bilbao de inundaciones futuras” (Echeberria, 1895).

Si se comparan los niveles alcanzados por la lámina de agua, en los diferentes eventos históricos, con la altura alcanzada en 1983 (cuya cota de lamina es de +17 m), destaca la inundación de julio de 1878, cuyo nivel supero por 78 cm. a la de 1983; tal y como reza la inscripción en el portalón de la casa del Sr. Arteche de Gordejuela. (Servicios Hidráulicos de ID Bilbao).

En el río Nervión, en Llodio (imagen 1 y 2), la última crecida fue superior a la del 13 de junio de 1977 en 3,45m. La siguiente crecida en Miravalles fue la del 13 de junio del 1977 que fue 3,70 m inferior a la de junio de 1975, 75 cm. menos que la de 1977 y la octubre de 1953 inferior a la de 1975. En Miravalles no existen referencias de otras avenidas superiores a la de 1983. (Servicios Hidráulicos de ID Bilbao).



Imagen 1: Calle principal del municipio de Llodio.



Imagen 2: Calle principal del municipio de Llodio.

## 3.2. Inundaciones de 1983

### *Situación atmosférica global*

Gran parte del Atlántico y gran parte del mar del Norte, incluyendo las Islas Británicas y la península Escandinava, estaban dominadas por las altas presiones, de forma que el flujo meridiano del noreste iba directo desde muy altas latitudes hasta la Península ( y sobre todo hacia el Cantábrico) transportando una masa de aire muy fresca a nivel superficial, haciendo que el gradiente térmico horizontal cobrara una gran relevancia , ello fomentó la aparición de una estructura frontal de carácter frío paralela a la línea de la costa cantábrica y de desplazamiento N a S. (Imagen 3 y 4) (Fernández, 2004).

Es muy probable que el mar Cantábrico estuviera algo recalentado iniciando el mes de agosto estable y con temperaturas altas según se adivina en los mapas de aquellos días, con lo cual esta masa además pudo sufrir una inestabilización de sus capas más bajas y próximas a la superficie marina.

Con esta situación, un día más durante ese mes de agosto, que estaba resultando muy lluvioso, empezaron a producirse tormentas con el centro del pequeño vórtice depresionario entre las costas gallegas y cántabras, aunque la actividad era clara por todo el NE y tercio N de la Península. No sería hasta la tarde cuando las primeras tormentas de cierta intensidad tuvieran lugar, siendo de vital importancia el efecto de disparo añadido por la configuración orográfica de la zona ya que los vientos en niveles bajos incidían casi perpendicularmente sobre ellas. (Fernández 2004).

Durante el mes de agosto se detectaron advecciones frecuentes de aire frío procedente de altas latitudes. Fue la evolución de una de estas advecciones la que terminó desencadenando un episodio de lluvia torrencial, que a pesar del perfil atmosférico, no generó tormentas violentas que pudieran por ejemplo, precipitar granizo de grandes dimensiones y/o tornados. (Fernández, 2004)

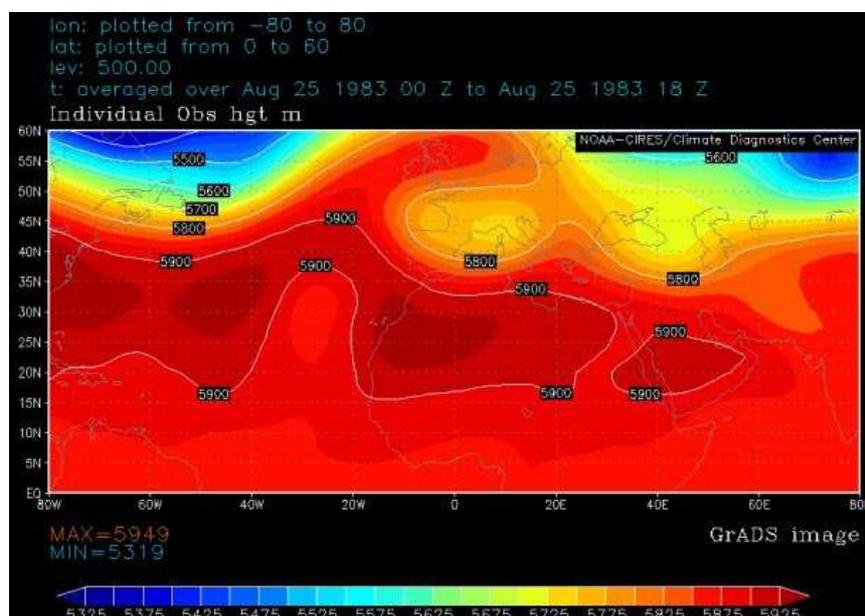


Imagen 3. Situación al nivel de 500hPa, 25/08/83. Elaborado con reanálisis NCEP-NCAR del NOAA. (Fernández 2004)

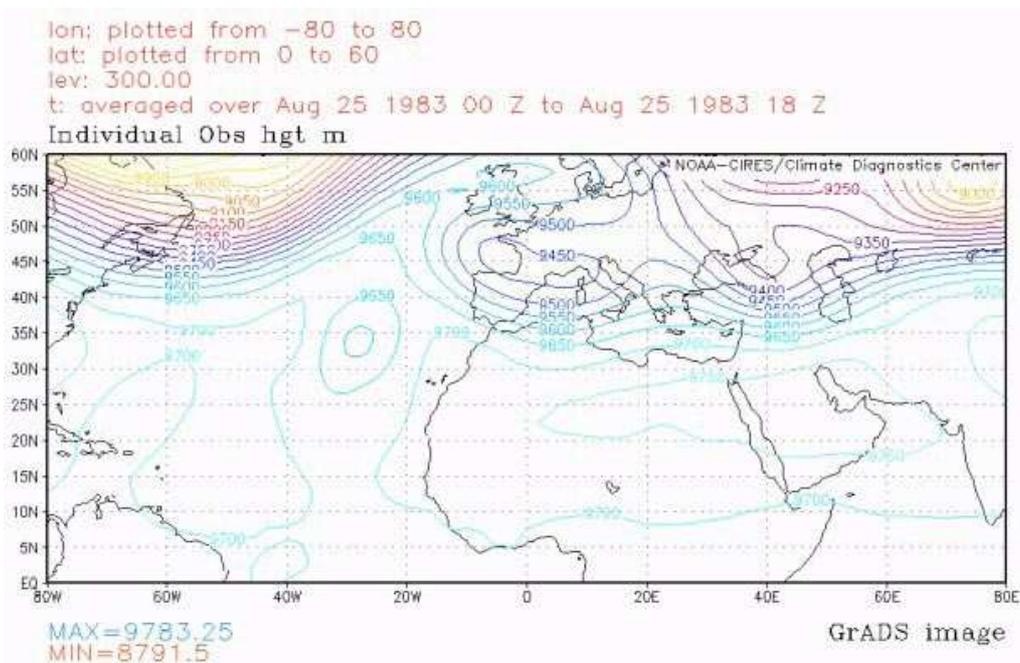


Imagen 4. Situación al nivel de 300hPa, 25/08/83. Elaborado con la utilidad de reanálisis NCEP\_NCAR del NOAA (Fernández 2004)

#### *Situación atmosférica local:*

En los niveles superiores de la atmósfera pueden generarse borrascas como resultado de una masa de agua marina caliente, una atmósfera inestable en superficie y aire frío en altura. El vapor de agua que el mar libera en gran cantidad asciende arrastrado por la inestabilidad y al condensarse se generan nubes con desarrollos verticales de unos 10 km (cumulonimbos) que descargan grandes volúmenes de agua. Estos fenómenos son comunes en el levante español.

Los mapas de superficie en las predicciones meteorológicas de Vizcaya para esos días, indicaban una distribución de precipitaciones atípica, gradientes muy elevados y máximos aislados. Según Fernández (1983), una situación anticiclónica que permanecía estable con temperaturas máximas en Bilbao de 25°C y mínimas de 18°C. Por el contrario en altura se apreciaba un enfriamiento de las masas de aire, con temperaturas de -12°C a unos 5700m (superficie de 500 mb) sobre la vertical de Bilbao (Diputación Foral de Bizkaia, 1984).

#### *Precipitaciones:*

Las precipitaciones registradas durante esos tres días en concreto, (Tabla 1) fueron equivalentes a la mitad de la precipitación de un año medio en algunos observatorios (Fernández, 1983).

	1982		1983		1984	
	pp <sub>m</sub> (mm)	T <sub>m</sub> (°C)	pp <sub>m</sub> (mm)	T <sub>m</sub> (°C)	pp <sub>m</sub> (mm)	T <sub>m</sub> (°C)
<b>Enero</b>	206	12	31,75	9,6	140,45	9,6
<b>Febrero</b>	237,76	11	103,38	8,4	127,51	8,1
<b>Marzo</b>	94,23	11,3	95,99	11,6	50,54	10
<b>Abril</b>	6,09	14,3	102,85	14,2	41,66	16,1
<b>Mayo</b>	44,7	17,8	51,82	15,6	161,04	12,8
<b>Junio</b>	55,89	21,2	27,43	20,6	51,06	19,6
<b>Julio</b>	19,05	23,1	350,01	23,7	5,6	22,2
<b>Agosto</b>	63,25	21,2	<b>469,14</b>	20,8	120,13	20,9
<b>Septiembre</b>	27,45	21,9	16,76	22,2	143,28	20
<b>Octubre</b>	170,18	15,7	39,11	19,5	106,93	17,6
<b>Noviembre</b>	121,41	13,3	322,08	17,5	153,41	14,7
<b>Diciembre</b>	209,55	10	41,15	11,4	120,65	10,5

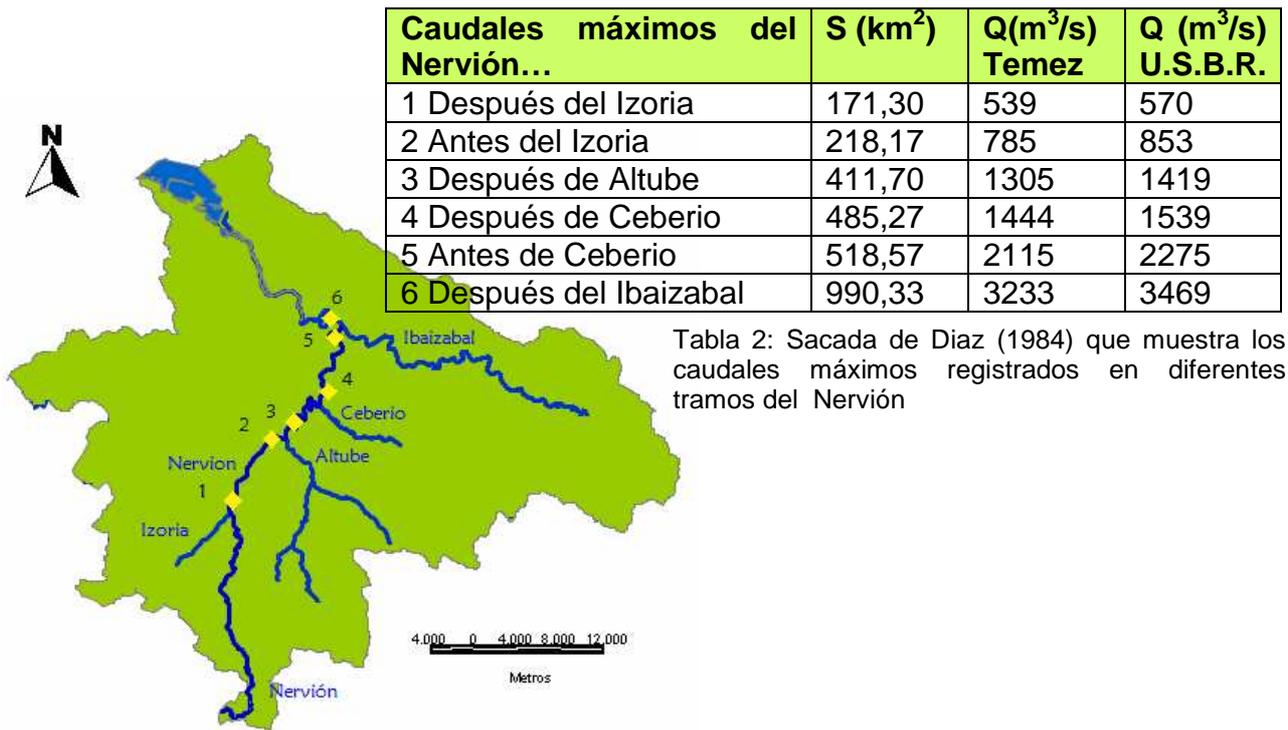
Tabla 1 cuyo contenido refleja las precipitaciones medias ( ) y temperaturas medias ( ) registradas durante 1982-1983-1984. Datos facilitados por la Estación meteorológica 80250 (LEBB), a través de <http://www.tutiempo.net/>

En Larraskitu, Bilbao, se registraron 503 l/m<sup>2</sup> en 24 horas (de nueve de la mañana del viernes 25 a nueve de la mañana del sábado 26).

En la cuenca del río Nervión, una de las más afectadas, las precipitaciones aparecieron, primero en la cabecera. Cuando el caudal de la avenida llegó a la cuenca baja del Nervión, es decir, a Bilbao, comenzó a llover en esta zona, aumentando el caudal y la altura del agua de forma directa. Además, La lvenida coincidió con el momento de pleamar explica Ibisate (2000), empeorando la situación.

### *Caudales registrados*

La Tabla 2 estima valores de caudales máximos que se registraron teniendo en cuenta, por un lado, el tiempo de concentración de la cuenca (Método Témez estima que sea mayor de 0,25h y menor de 24h en un área entre 1 y 3000 km<sup>2</sup>) y recurriendo, por otro, a los diseños de perfiles propuestos por U.S Bureau of Reclamation (USBR) como herramienta para la determinación del método de descarga de un río. La Tabla 2 contiene datos del artículo de Díaz (1984) con caudales máximos registrados mediante el método de Diagrama Unitario:



### Unidad Hidrológica del Ibaizabal

A continuación, se muestran algunas fotos ( de la galería de el periódico “El Correo”) sobre el alcance de la avenida hasta ahora descrita para después mostrar un plano con el nivel de lamina de agua de este momento histórico(Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino):



Imagen 5: Edificio Albia a la izquierda. Calle Ripa, Bilbao



Imagen 6: El Mercado de la Ribera y al fondo el Puente de San Antón.

### *Mareas*

La influencia marina se limita al tramo inferior o menor de la cuenca del Nervión, en donde sus aguas se unen a las vertidas por el Ibaizabal a la altura de Basauri, Vizcaya.

Según el estudio a cerca del Comportamiento hidráulico de la ría de Bilbao ante avenidas, redactado por el Puerto Autónomo de Bilbao (1984), la pleamar que se registró a la par que la avenida de agosto de 1983 alcanzó una cota de marea de + 1,773m (altura de pleamar máxima) sobre el NMMA. Respecto al cero del puerto el dato alcanza los + 3,50 m. La duración de la misma parece que se limitó a un tiempo de doce horas, que es lo habitual en el tipo de mareas semidiurnas.

### *Otros efectos en la cuenca del Nervión*

Los cauces no tenían capacidad suficiente para acoger el volumen de caudal instantáneo; algunos fueron soterrados o entubados en obras anteriores.

La escorrentía superficial torrencial generada atravesó y anegó los núcleos urbanos. Las causas de este fenómeno se justifican por un lado, debido a el déficit de cauces de orden 1 (solo aparecen en los tramos altos del rio), tiempos de concentración cortos y escasa capacidad de drenaje de la cuenca entre otros (Ibisate 2000).

Por otro lado, Ibisate (2000) menciona que fueron numerosos los puentes que actuaron como represa. En Basauri, (imagen 7) en la riada de agosto de 1983, una sección natural de unos 1400m<sup>2</sup> había sido reducida a 550m<sup>2</sup> por lo que el caudal

punta 3700m<sup>3</sup>/s llevo una velocidad real de 6,37 m/s en lugar de 2,65m/s y los daños por impacto o socavación se multiplicaron, según la energía cinética, por 6,5



Imagen 7: El puente de Basauri

También cabe destacar los daños menores asociados a las inundaciones, como los destrozos por los diferentes tipos de carga asociadas a la circulación descontrolada del agua una vez desbordada, (imágenes 8 y 9). En este caso, barcos, coches o vagones de trenes eran parte del volumen de material arrastrado. Las autoridades prohibieron bañarse en las playas hasta el fin de la temporada y se limitó la pesca en la zona a 4 millas de la costa tras haberse recogido más de cien bidones de cianuro arrastrados por la corriente (imágenes 10y 11).



Imagen 8: Merca-Bilbao, Basauri

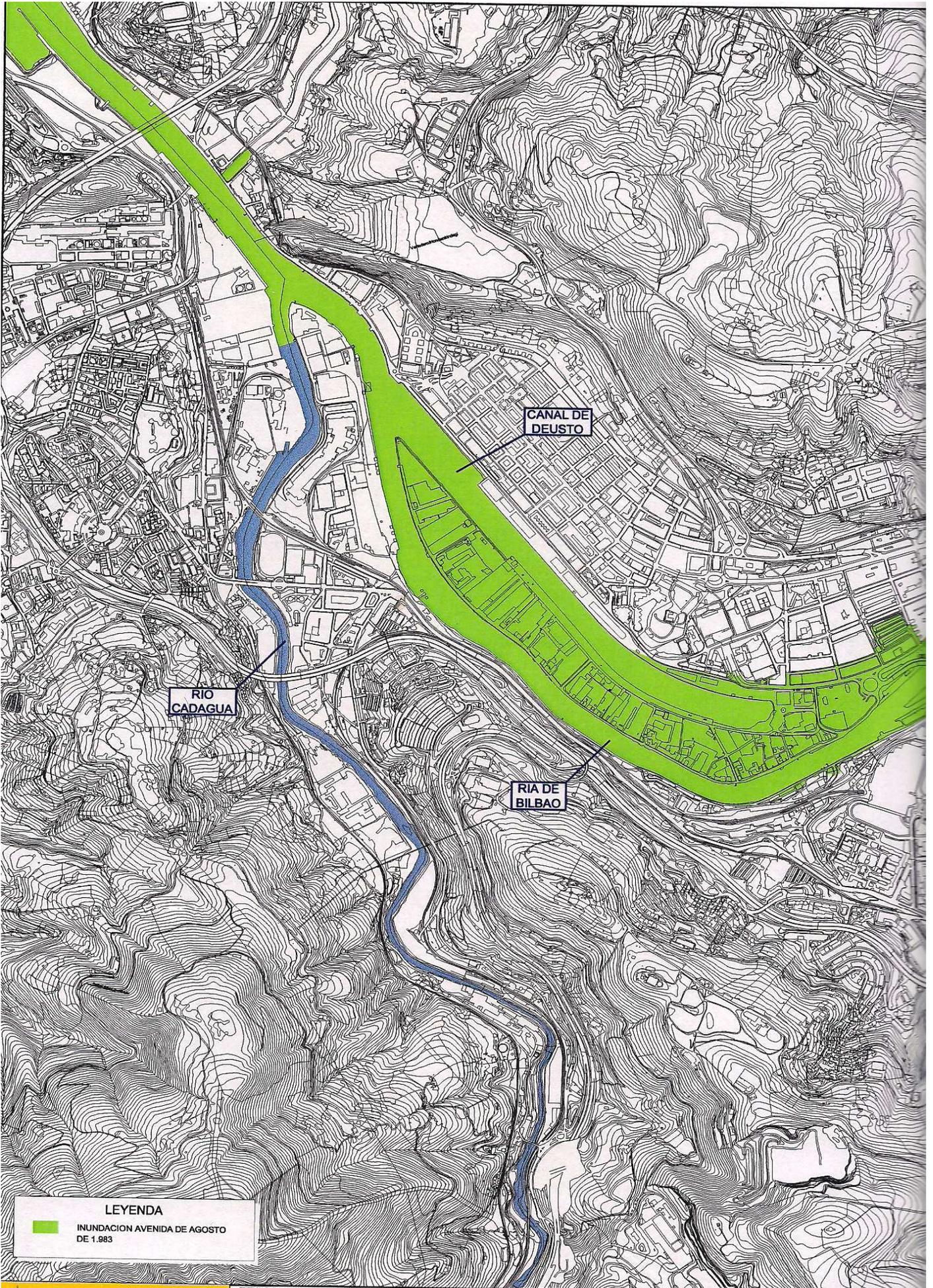


Imagen 9: Restos dejados por la avenida en la plaza del Arriaga



Imagen 10: Calle L a Cruz, Casco Viejo, Bilbao





RIO CADAGUA

CANAL DE DEUSTO

RIA DE BILBAO

**LEYENDA**

 INUNDACION AVENIDA DE AGOSTO DE 1.983



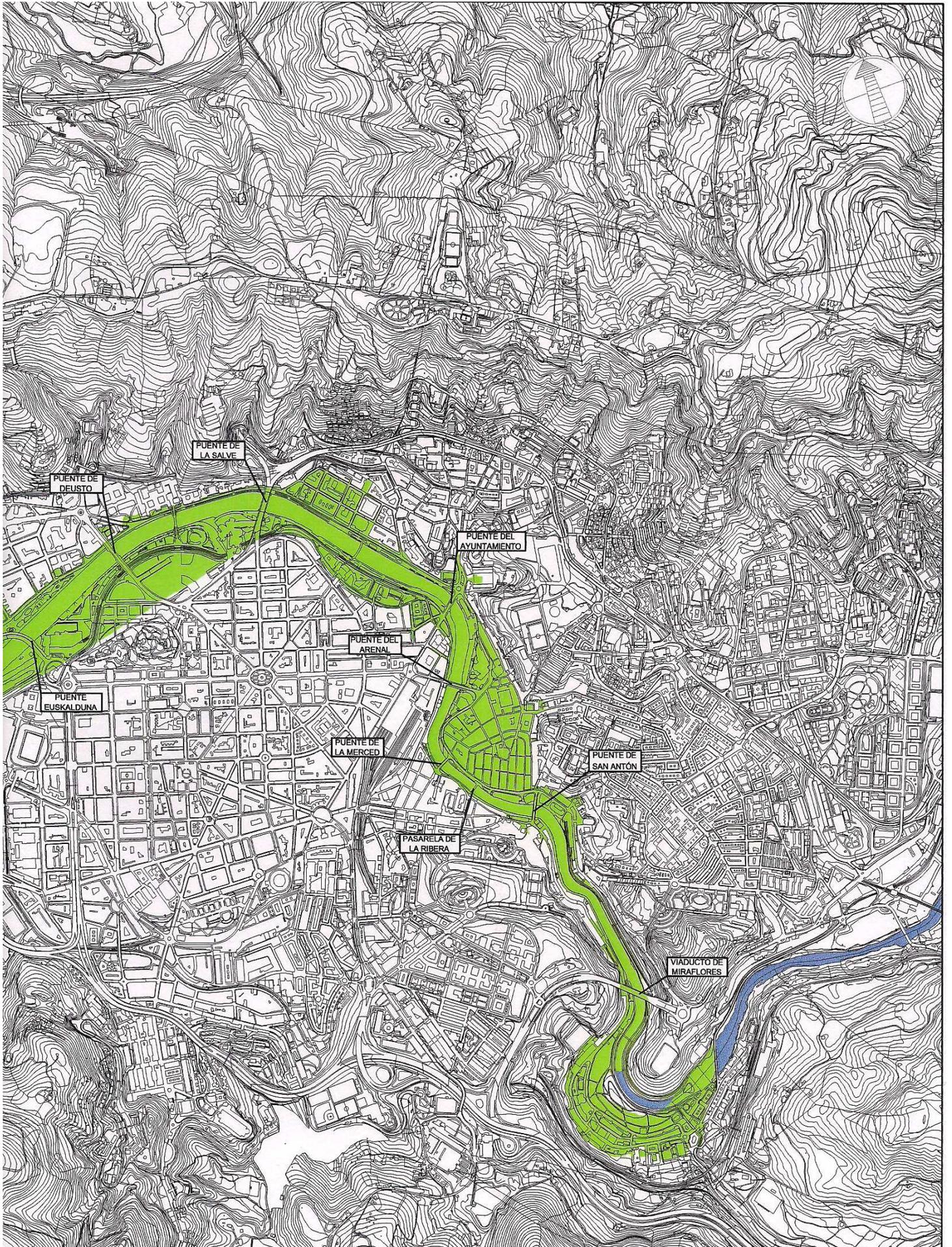
GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO

TITULO DEL ANTEPROYECTO:

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA LA PROTECCION CONTRA INUNDACIONES DE LA RIA DE BILBAO**

EL I.C.C.P. DIRECTOR DEL PROYECTO:



EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO:

ESCALA:  
1/10.000  
A-1

DESIGNACIÓN DEL PLANO:

INFORME 15

**MANCHA DE INUNDACIÓN  
AVENIDA DE AGOSTO DE 1983**

FECHA:  
JULIO-2010

PLANO Nº:

HOJA 1 DE 1

## 4. AREA DE ESTUDIO

### 4.1. Localización

Al norte de la Península Ibérica, el río Nervión, nace a 900 m de altitud en la provincia de Álava cerca del límite de Burgos, en la sierra de Orduña. Su circulación comienza de manera subterránea por entre materiales karsticos hasta asomar a la superficie en la llamada “Garganta del Delika”. La caída del agua forma una cascada de 222 m de altura, según la Red Hidrográfica Vasca (2000), siendo la más alta de la Península Ibérica (Imagen 12).

El río baja encajado a través de la garganta de Delika y penetra en las tierras llanas de Orduña (Bizkaia) donde recibe el aporte de varios arroyos. Después de pasar por Llodio, se le une el río Altube, incrementando de forma notable su caudal. Hasta aquí, es lo que se conoce como “Alto Nervión”. Más adelante el curso tiende a regularse, discurre por entre Arrigorriaga y, en Basauri, se le une el río Ibaizabal. Desde este punto hasta su desembocadura en el mar Cantábrico es lo que conocemos como “Ría de Bilbao”.

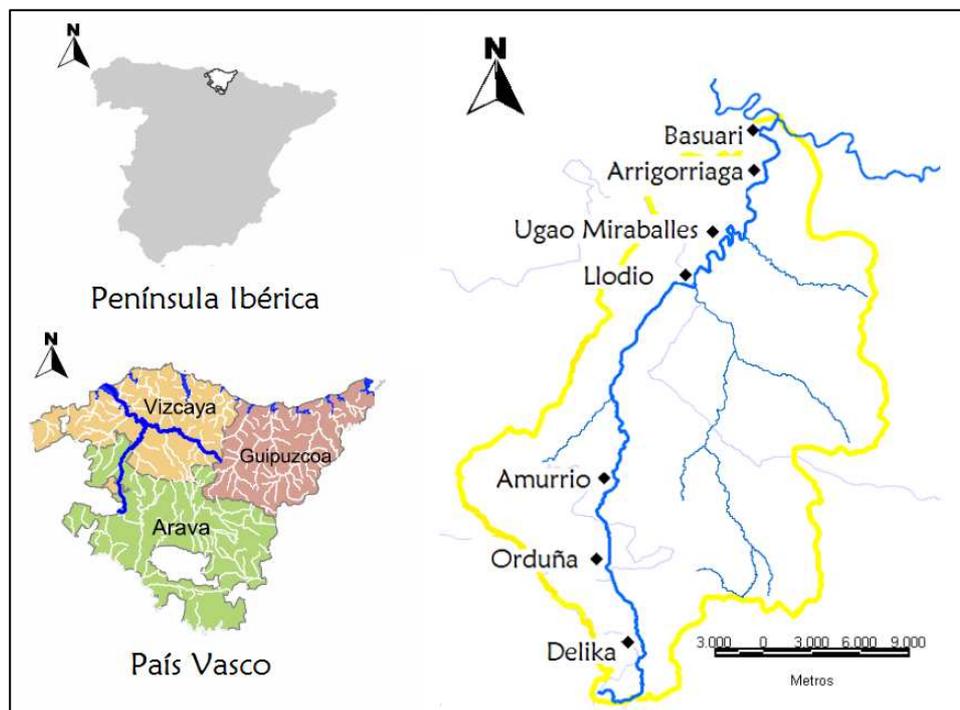


Imagen 12: Mapa de localización efectuado con gvSIG.

## 4.2. Descripción de la cuenca

### Características Invariantes:

#### *Parámetros morfométricos:*

El área de estudio, de dirección suroeste-noreste, se caracteriza por los siguientes valores Tablas 3 y 4:

Tabla 3	Longitud (m)
Nervi3n	51598
Izorio	6923
Altube	49968
Ceberio	11472

Tabla 4	Cuenca del Nervi3n
Área	55'432 km <sup>2</sup>
Perímetro	45'89 km
Longitud Axial	37,92 km
Ancho promedio	1,46 km
Longitud total de cauces:	68'36 km
Longitud de cauce principal:	51'59 km

La red de drenaje, a modo muy general, está formada, a parte de por la corriente principal (perteneciente al río Nervi3n), por tres corrientes tributarias, de sur (cabecera) a norte (confluencia con el Ibaizabal): Izorio, Altube y Ceberio. El orden de la cuenca es de tipo 3 de Strahler; se corresponde con la siguiente imagen que refleja el orden de las corrientes (Imagen 13):

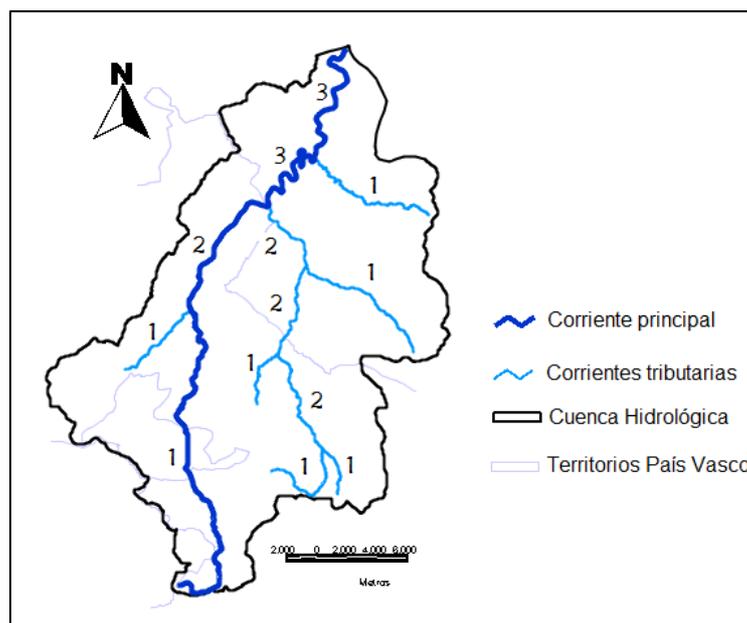


Imagen 13: Mapa del orden de corrientes de la cuenca del Nervi3n.

Según los valores de las curvas de nivel de los mapas topográficos manipulados la cota de inicio de la corriente principal llega prácticamente a los 1030 m mientras que la cota de salida de la misma es de 30m. Por lo tanto la pendiente media del cauce principal (S) es de 0,019. La amplitud del relieve es de 1000m

Por lo tanto, la cuenca del Nervión es una cuenca pequeña exorreica de gran pendiente sobre todo en la cabecera debido al desnivel localizado en la “garganta del Nervión”, y cuyas corrientes son de tipo perennes.

El cauce principal se extiende en un sistema de erosión fluvial bien desarrollado resultando un cauce encajado. Es de canal único, de trazado más bien recto, de los que destacan algunas pocas zonas marcadamente meandriformes. Es por ello que las pendientes de los cauces son elevadas y la energía de transporte no se dispersa.

Según el IGM de España (en su estudio para la previsión de riesgos por inundaciones en el PV y el Condado de Treviño), en el área de estudio sólo hay control sedimentario en el fondo de los valles; los abanicos aluviales tienen un desarrollo limitado y tampoco existe una llanura costera probablemente como consecuencia de la trasgresión Flandriense.

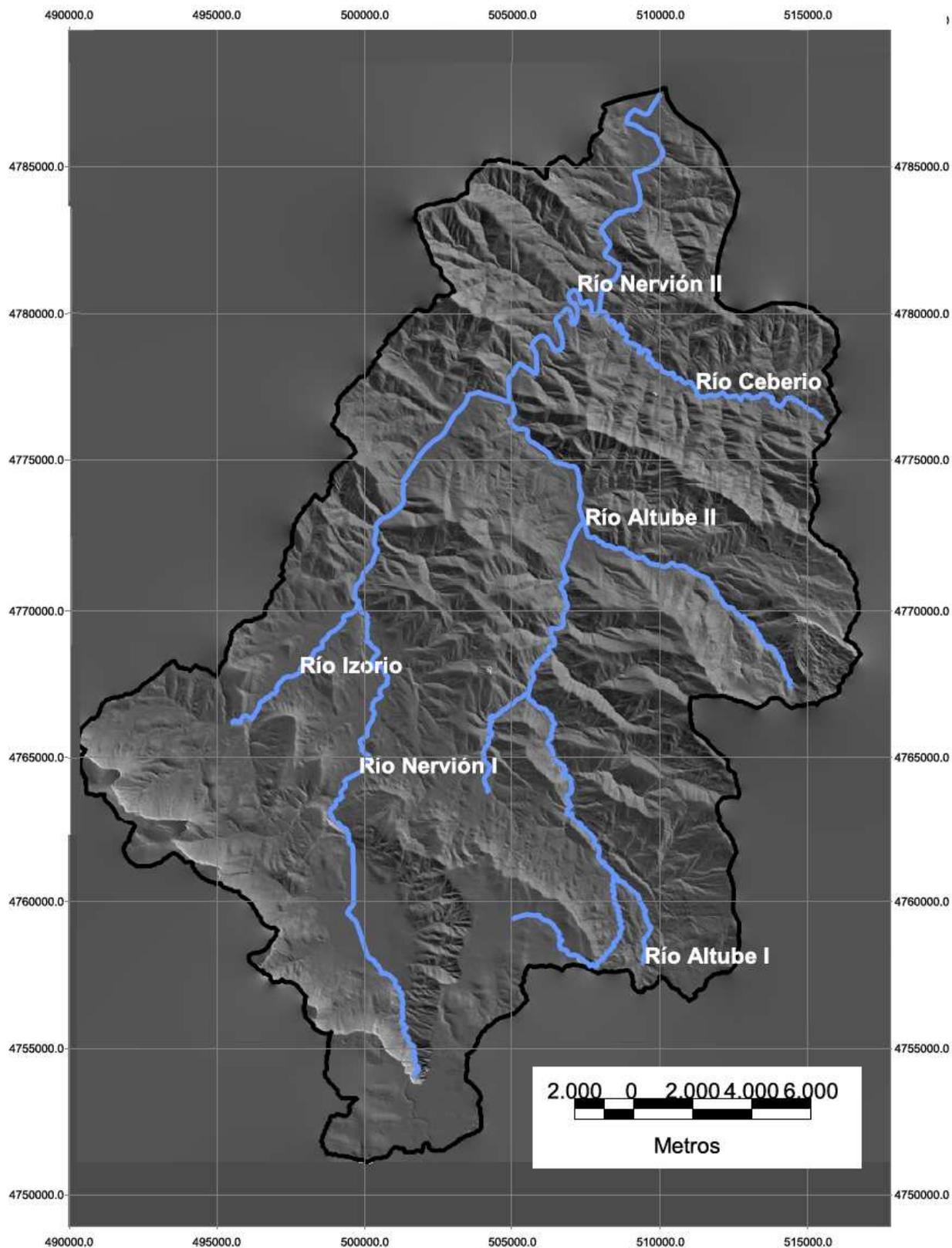
### *El relieve orográfico*

El factor orográfico es un factor relevante que influye en el factor pluviométrico en toda la comunidad autónoma vasca, (Mapa 1).

Las sierras de la zona tienen una orientación EW son más bajas que las montañas de la Cordillera Cantábrica al W y las de los Pirineos al E. Los fuertes flujos de aire provenientes del W es decir, del atlántico, son los más favorecidos. Estos se ven obligados a expandirse, enfriarse, saturarse, condensarse y precipitar tras encontrarse con los accidentes geográficos que actúan a modo de rampa ascendente. Es así como la costa vasca es la más lluviosa de todo el cantábrico. (EUSKALMET)

# MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES

## Cuenca del Nervión



Mapa 1: Modelo Digital generado mediante gvSIG a partir de la rasterización de las curvas de nivel y tratamientos de modelos de sombreado.

## *Geología*

Cabecera rio nervion discurre por alternancia de margas, margocalizas y calizas grises o rojas.

## *Características variables.*

### *Cubierta vegetal*

Como sucede en la mayor parte de las cuencas cantábricas el bosque Atlántico tradicional (como es el caso del bosque de encina en los suelos calizos), los sotobosques y la landa atlántica, ha sido sustituido por las plantaciones de coníferas de rápido crecimiento, sobre todo el pino y el ciprés. Las áreas forestales representan en torno al 66% de la superficie agraria útil y no solo han ocupado los tradicionales espacios forestales sino también las explotaciones abandonadas y los pastos de altura. (Red de Vigilancia de la Calidad de las Aguas y del Estado Ambiental del los Ríos de la CAPV, 2001).

El territorio mencionado cuenta con un relieve complejo de valles y montañas que confieren una extrema compartimentación de la zona y una gran variedad paisajística bien diferenciada. El bioma más destacado es el de "bosque templado de frondosas". (Plan hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental)

En la cabecera aparecen Hayas para después pasar por un entorno de robledal en las proximidades de Delika, y alternar finalmente con repoblaciones de pinos principalmente, junto con los prados y huertas.

### 4.3. Factores influyentes

#### *Climatología*

La zona de estudio se localiza en la vertiente atlántica al norte del País Vasco (Vizcaya y Guipúzcoa) a la latitud comprendida entre los 42° y los 43,5° al Norte. El clima según clasificación de Köppen es de tipo Mesotérmico o templado, oceánico y con mucha nubosidad a lo largo de todo el año.

La magnitud de la latitud nos sitúa al Sur de la trayectoria mas frecuente en la franja de los Vientos del Oeste (Uriarte 2006). Esto define mejor la componente W que la E. Por otro lado resalta también la presencia de Vientos del Sur, de carácter Foehn. Sumando esta variable junto con la topografía abrupta de la zona, obtendremos una definición clara de precipitaciones orográficas. Merece, sin duda alguna, relevancia destacada el registro de vientos de componente SW que pasan rápidamente a componente NW, con depresión barométrica y fuerte aporte de humedad, actividad convectiva y lluvias locales fuertes (Ibisate 2000). Y es que las comúnmente denominadas “galernas” son temporales súbitos y violentos típicos de la costa vasca desde mayo a septiembre (Uriarte 2006)

En cuanto a la temperatura, tanto en verano como en invierno, la media anual máxima registrada en la costa no supera los 15°C, y la media anual de 12,5°C, son posibles sin embargo, episodios cortos de fuerte calor, con subidas de temperatura de hasta 40°, especialmente durante el verano. Y en lo que respecta a los inviernos, estos tienen un carácter más suave de lo que le correspondería por su situación latitudinal (mucho más frías y sin tantas precipitaciones) debido a la influencia de la Corriente del Golfo. (EUSKALMET)

#### *Pluviosidad*

Según el Departamento de Medio Ambiente de Diputación Foral de Bizkaia, el régimen de lluvias se mantiene bastante regular, los máximos de precipitación mensual máxima se registran en noviembre y diciembre mientras que los mínimos se sitúan en septiembre y octubre normalmente. Es durante el transcurso de julio, agosto o septiembre donde tormentas de origen ciclónico sorprenden a la población.

Precipitaciones abundantes y frecuentes, especialmente en otoño e invierno que oscilan entre 1200 mm y más de 2000 mm de precipitación media anual. (Wikipedia). Se registran lluvias Orográficas y frontales principalmente dejando en segundo plano las de carácter convención y tormentas. (Ibisate et al. 2000)

Las riadas catastróficas, según Prieto y Lamas (1985), pueden producirse a partir de cualquier precipitación de cierta intensidad, del orden de 135 -140 mm.

Teniendo, entonces, pendientes altas, valles estrechos, y cauces encajados, Los tiempos de concentración son cortos. Por otro lado el índice de compacidad de la cuenca es alto (la geometría es alargada, lejos de tener un trazado circular) y la densidad de drenaje baja (Tabla 5). (Ibisate et al 2000)

Río	Aforo	Serie	Modulo m3/s	Aportación hm3	Sup. cuenca km2	Caudal espec	Coef. Escor.
Nervi3n	Etxebarri	1978-1988	30,88	974	55	30,90	0,61
Ibaizabal	Lemona	1970-1988	9,55	301	251	38,07	0,71

Tabla 5: Datos b3sicos de las estaciones de aforo de la antigua red de la CHN (Ollero y Ormaetxea,1996)

### *Corrientes oce3nicas y mareas influyentes*

La unidad hidrol3gica del Ibaizabal desemboca en el mar Cant3brico. Cuenta con pronunciadas pleamares gran oleaje y temporales frecuentes e intensos. La circulaci3n general tiene una componente predominantemente hacia el SE y pertenece a la Corriente del Golfo. (M.Ibañez.).

La orientaci3n Noroeste del Golfo de Vizcaya (adem3s de la batimetría y la geomorfología de la plataforma continental) hacen que esta unidad esté especialmente expuesta a los temporales provenientes del Atl3ntico Norte fomentando la magnitud del factor de riesgo en momentos de desbordamiento del cauce por precipitaciones intensas (Wikipedia) como ya ocurri3 con los desbordamientos de 1983.

No obstante, es importante recalcar que aunque la cuenca del Nervi3n no está directamente influenciada por las corrientes mareales puesto que no desemboca directamente al Cant3brico. Una situaci3n de pleamar fue la que aumento el nivel del agua en el momento de desbordamiento del rí o.

## **5. METODOLOGÍA**

Una de las primeras etapas por excelencia en cualquier trabajo de investigaci3n es realizar una b3squeda bibliográfica que trate de cubrir el objetivo general o al menos alguno en particular para poder disponer de informaci3n que aportar al documento.

De todos los temas relacionados con la tem3tica que aquí se plantea se ha seleccionado, por ejemplo, los primeros an3lisis estadísticos de las lluvias, la determinaci3n de caudales con ayuda, entre otros, de datos de estaciones permanentes de manos de los Servicios Hidr3ulicos de ID (1984), en donde se realizan c3lculos del caudal del Nervi3n, así como el Cadagua o el Ibaizabal en diferentes tramos.

El puerto aut3nomo de Bilbao, por otro lado, publica un documento ilustrativo sobre el nivel m3ximo de agua alcanzado por la lámina de agua y finaliza con varios planos cartográficos sobre su alcance.

Tanto Ibisate (2000) como Fernández (1993) analizan la problemática principal de la cuenca, pasando por las causas y consecuencias de la avenida de 1983. Ambos dedican un espacio para las medidas de prevención necesarias para evitar tantos daños como los acontecidos en esas fechas.

De entre todos ellos, gracias a la colaboración de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico, la agencia del Agua, (URA) y Protección Civil de las Comunidades Autónomas, se ha podido conocer los tramos o áreas con diferente grado de riesgo de inundación. Hecho en el que se ha basado para elaborar ciertas hipótesis mencionadas en apartados posteriores acerca del nivel que alcanzaría el agua en un evento similar al de 1983.

Algunas de las tablas sobre caudales y altura alcanzada por la lámina de agua parten de los datos de la estación 1158, competencia de la confederación hidrográfica del Cantábrico. Registraba datos del río Nervión a una altitud de 18 m, en la localidad de Echebarri, Bilbao, Vizcaya. Dentro de la Hoja 61 a escala 1/50000. Su funcionamiento se limitó a los años comprendidos entre 1978 y 1989.

Debido a los grandes volúmenes de agua que ocuparon la llanura aluvial en esas fechas, el registro del que se dispone es muy limitado, pues muchos recursos de medida resultaron dañados durante el evento. Es por ello que el resto de información se ha completado con datos mencionados en la bibliografía.

La fuente de información a consultar, aunque variada, parte de organismos oficiales principalmente gubernamentales (el castellano y el vasco) ya que disponen de la información más elaborada y detallada a la hora de realizar averiguaciones. Destacamos las páginas del Departamento Ordenación de Territorio y Medio Ambiente de Gobierno Vasco para consultas del Plan Territorial Sectorial de ordenación de ríos y arroyos de la C.A.P.V., Diputación Foral de Bizkaia, el Departamento de Interior del Gobierno Vasco, la oficina contra el cambio climático de Bilbao dentro del Área de Urbanismo y Medio Ambiente del Ayuntamiento de Bilbao, el Instituto Geográfico Nacional y la Confederación Hidrográfica del Cantábrico.

El análisis de las variaciones antrópicas de los cauces o márgenes del río Nervión, así como la presentación del área de estudio, se ha empleado un Sistema de Información Geográfico (gvSIG 1.12).

Dentro de este programa se empleara una extensión muy interesante denominada SEXTANTE incorporada en el proyecto gvSig desde la versión 1.10. Dicho recurso engloba una serie de herramientas, más de 200 tipos, de análisis individuales que “juegan” con los datos geoespaciales asociados a cualquier capa tipo “shape”. Es de este modo como se ha extraído la cuenca del Nervión de la Unidad Hidrológica a la que pertenece, la del Ibaizabal. Es a partir de esta capa de la que parte cada análisis posterior de la cuenca.

Más adelante se realizará la descripción de la cuenca aludiendo tanto a rasgos identificatorios que la describen, como ciertos cálculos matemáticos básicos, (gracias al software empleado) que nos permiten calcular directamente medidas

como las del área, el perímetro o la longitud de los cauces; otros, sin embargo, serán desarrollados en el apartado de anexos.

Para el análisis de los usos del suelo se ha contado con el proyecto Corine Land and Cover (C.L.C.) que nos dará una visión general del área de estudio.

Según la página del Instituto Geográfico Nacional , el proyecto C.L.C. (“CoORdination of INformation of the Environment”) se funda en 1985 con el propósito de crear una base de datos acerca de la ocupación del suelo a nivel europeo. Las imágenes provienen de un satélite que retrata la superficie terrestre en solo tres momentos: los años 1990, 2000 y 2006.

La escala empleada es de 1:100.000. El sistema geodésico de referencia es el ETRS89 y su sistema de representación, U.T.M. A pesar de que se definen tres niveles de nomenclatura jerárquica para la clasificación del suelo, se ha escogido el nivel 3 con 44 clases de usos por que para el proyecto Corine 2006 sólo hay este nivel. A este rango los tres proyectos comparten la simbología y por tanto también la leyenda.

Con la “tabla de atributos” y el “Filtro” agrupamos toda el área empleada en un tipo específico de suelo para sumarlas después empleando el “Resumen de tablas”. En el apartado de “resultados” se ha incluido una tabla con los cálculos pertinentes.

Por ultimo se pasa a analizar las variaciones en las áreas a lo largo del tiempo comparando los proyectos de 1990, 2000 y 2006 entre si.

Para el análisis localizado, por ejemplo de las vegas del río, se emplean dos archivos “shape” sobre geomorfología datada en 1956 y 2012 se recurre a la comparación entre ortofotos en los principales municipios. Concretamente para Orduña, Llodio Arrigorriaga y Basauri. URA es la fuente de la cartografía geomorfológica

## **6. RESULTADOS**

### **6.1. Análisis de la cuenca**

Cumpliendo con la metodología desarrollada en apartados anteriores, se procede a explicar a continuación las variaciones en los usos del suelo durante 1990, 2000 y 2006 comparándolos entre si.

Para facilitar la comprensión del texto se ha elaborado la siguiente tabla además de elaborar los tres mapas adjuntos desarrollados según se explica en el apartado de “Metodología” gracias a gvSIG:

<b>Tabla 6</b>	<b>1990 porcentaje %</b>	<b>2000 porcentaje %</b>	<b>2006 porcentaje %</b>
<b>Urbanizado</b>	0,91	0,91	1
<b>Industria y comunicaciones</b>	1,12	1,43	1,44
<b>Minas y construcciones</b>	0,34	0,17	0,17
<b>Prados</b>	21,21	21,1	20,9
<b>Cultivos</b>	0,03	0,034	0,03
<b>Bosques</b>	58,15	50,58	53,82
<b>Matorrales</b>	17,85	25,39	22,35
<b>Roquedos</b>	0,25	0,25	0,25
<b>Lámina de agua</b>	Sd	0,05	0,05
<b>Total</b>	99,86	99,91	99,97

Tabla 6: Resultados numéricos de los proyectos Corine 1990, 2000 y 2006.

Para empezar, es importante mencionar que el número de posibles variaciones en la cuantificación de las tablas se debe a un error por acortamiento de los decimales, que queda reflejado en el total de porcentaje. Para no cometer fallos en el área de superficie de cada mapa o proyecto se ha procedido a la actualización de dichos valores mediante el proceso de “Expresión” dentro de la edición de cada “shapefile”.

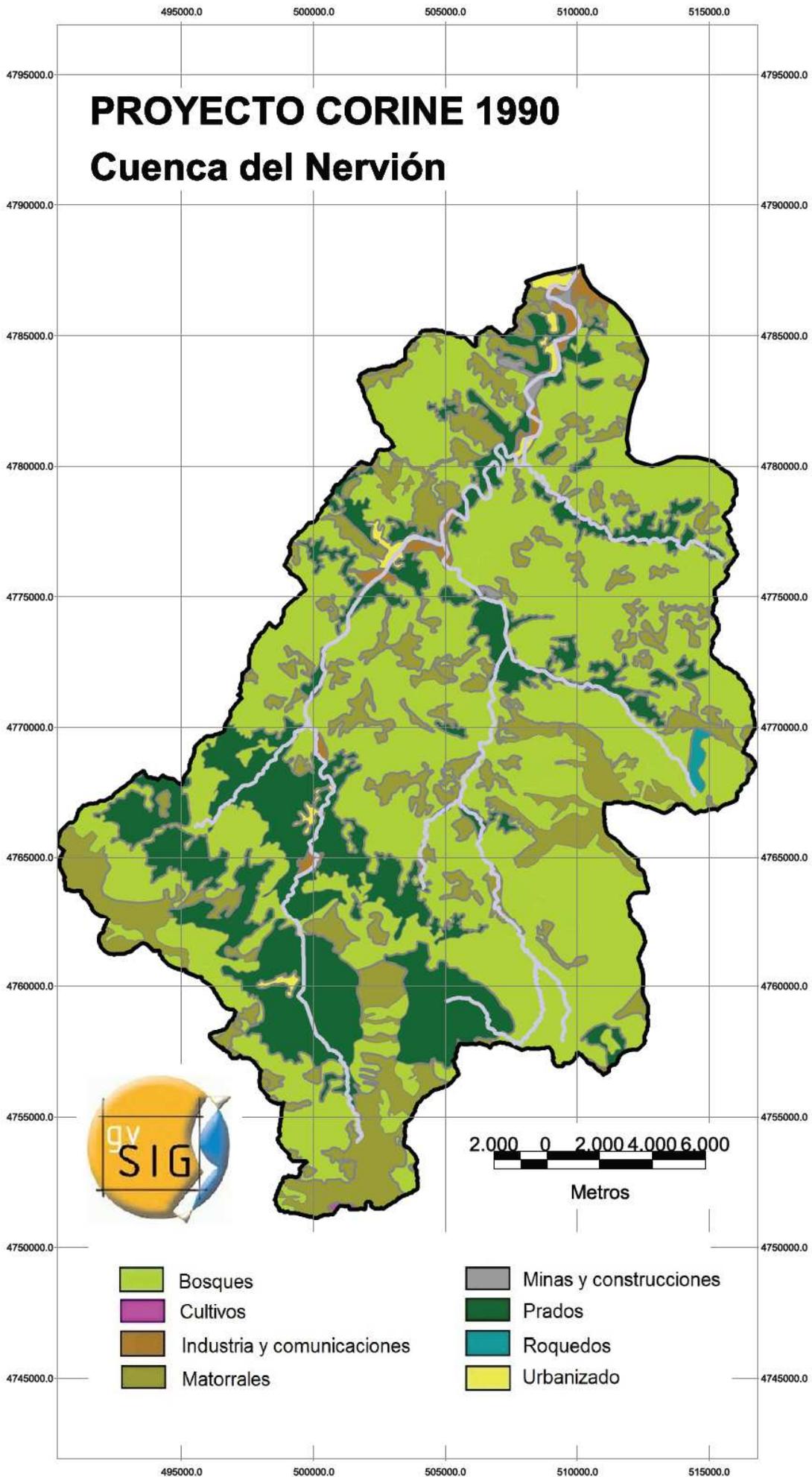
El cambio mas llamativo entre el proyecto de 1990 y 2000 es que hay una disminución del 8% de los bosques que se transforman directamente en zonas con matorrales. Le siguen, no tan de cerca un ligero aumento de las zonas industriales y vías de comunicación con un 0,31 del porcentaje que se hubiese quitado de las zonas de extracción minera y zonas en construcción en general, que baja un 0,17%. Por ultimo llama la atención la aparición de un pequeñismo porcentaje, tan solo un 0,05 de lámina de agua que antes no existía.

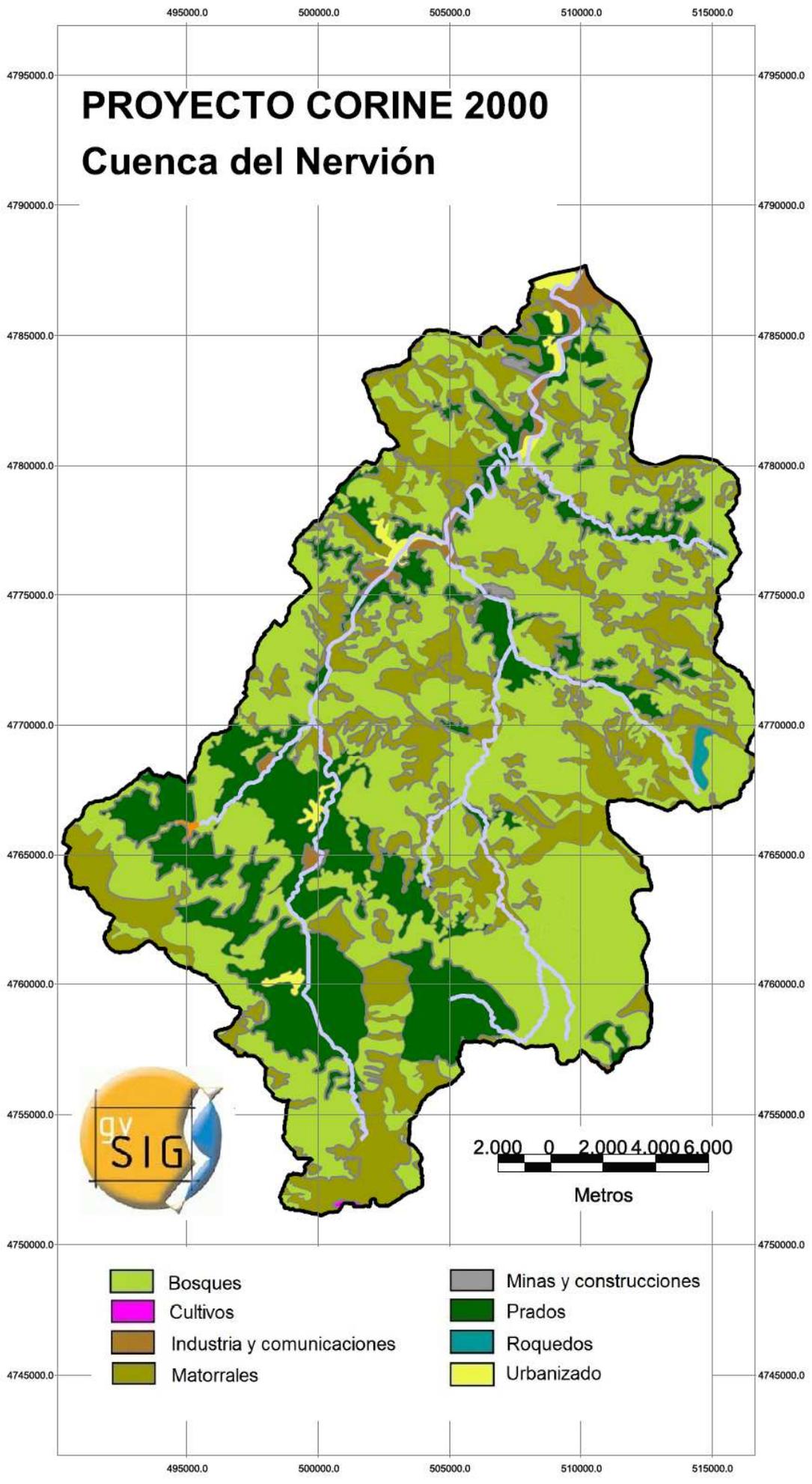
Por otro lado, zona urbanizada, según el proyecto de 2006, baja un 0,80 % tras haberse mantenido constante durante todo este tiempo. Podría decirse que la disminución de los matorrales corre a favor de los bosques que aumentan en la misma proporción (un 3%). Con respecto al 2000 la presencia de prados disminuye muy levemente, en un 0,2 %.

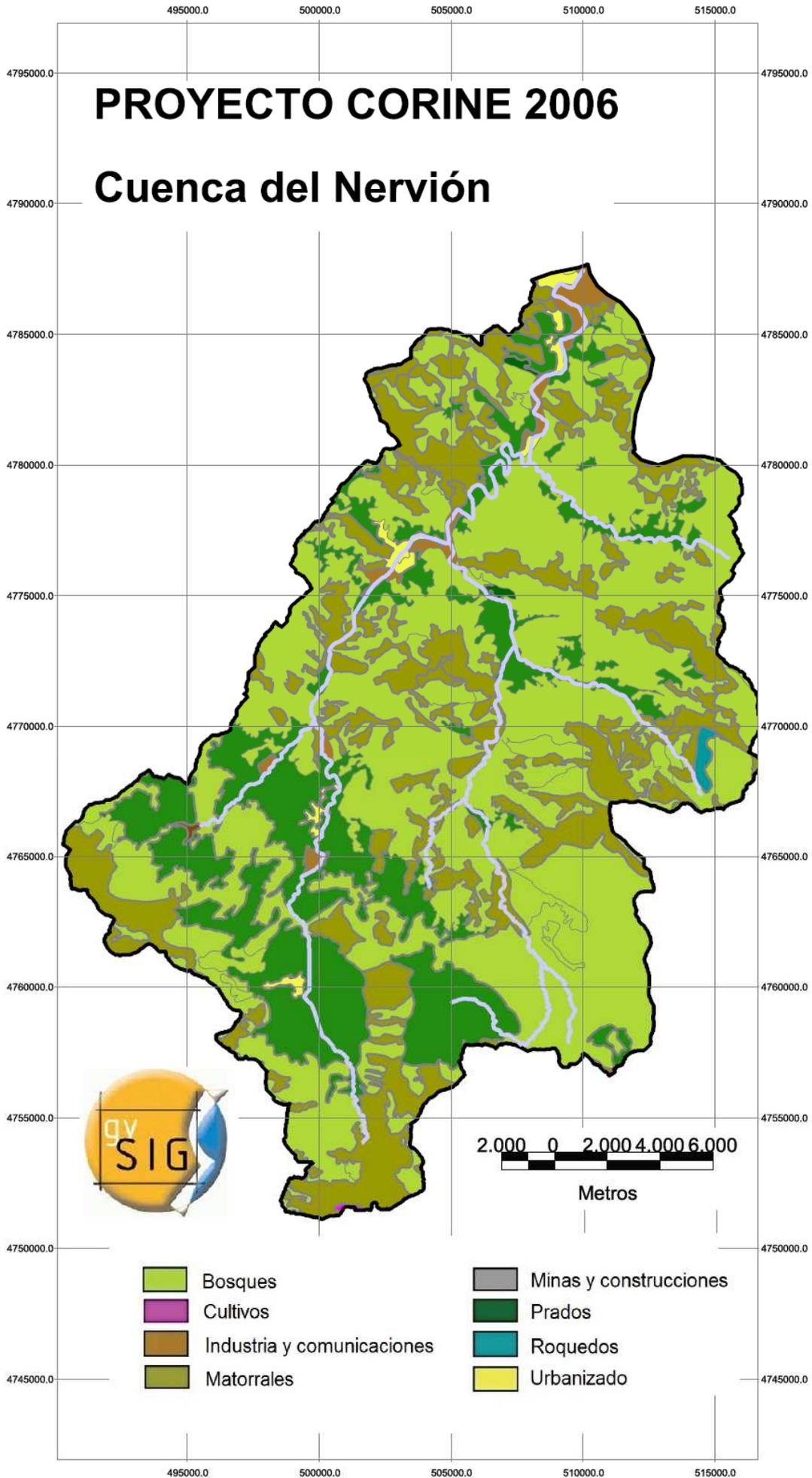
En términos generales, durante un transcurso de 16 años el terreno urbanizado es, con diferencia, el que más porcentaje pierde. También lo hacen, pero en menor proporción las zonas de extracción mineral y obras de construcción, sin olvidar las zonas boscosas. Experimentan un ascenso moderado las zonas industrializadas y los matorrales. El resto de variables permanece más o menos constante (Prados, roquedos y áreas de lamina de agua)

En las zonas de cabecera dominan los prados mientras que los bosques, en zonas más hacia el centro de la cuenca, son áreas que experimentan mayor transformación a matorrales.

Aparentemente durante este periodo de tiempo, los usos del suelo colindantes con el cauce del Nervión no han variado a penas salvo por la zona de su confluencia con el Izorio, hacia zonas de cabecera, que pasa de terreno boscoso a zona de matorral.







## 5.2. Análisis de la vega del río

Si se compara la geomorfología de las llanuras aluviales de la cuenca en 1956 en contraste con la de 2012, podemos ver la gran transformación que ha sufrido la vega:

Tabla 7	Geomorfología 1956	Geomorfología 2012
	Sumatorio áreas (Ha)	Sumatorio áreas (Ha)
<b>Cauce</b>	204,85	781,72
<b>Llanura aluvial Natural</b>	1260	609,28
<b>Llanura aluvial Aislada</b>	sd	8,99
<b>Relleno</b>	0,44	113,6
<b>Llanura aluvial Antropizada</b>	713845,96	531,84
<b>Rivera</b>	sd	8,18

Queda totalmente demostrado, bien por los datos de la tabla 7 como por las imágenes 15, 16 y 17, que la modificación de la vega del río ha alcanzado valores que sobrepasas el triple de lo que fueron las condiciones casi naturales de 1956.

Los cambios en la llanura aluvial afectan a la capacidad de infiltración del terreno pero a escala de toda la cuenca tienen una importancia menor. Lo que afecta al escurrimiento de la cuenca es más bien los cambios de uso en la totalidad de la cuenca.

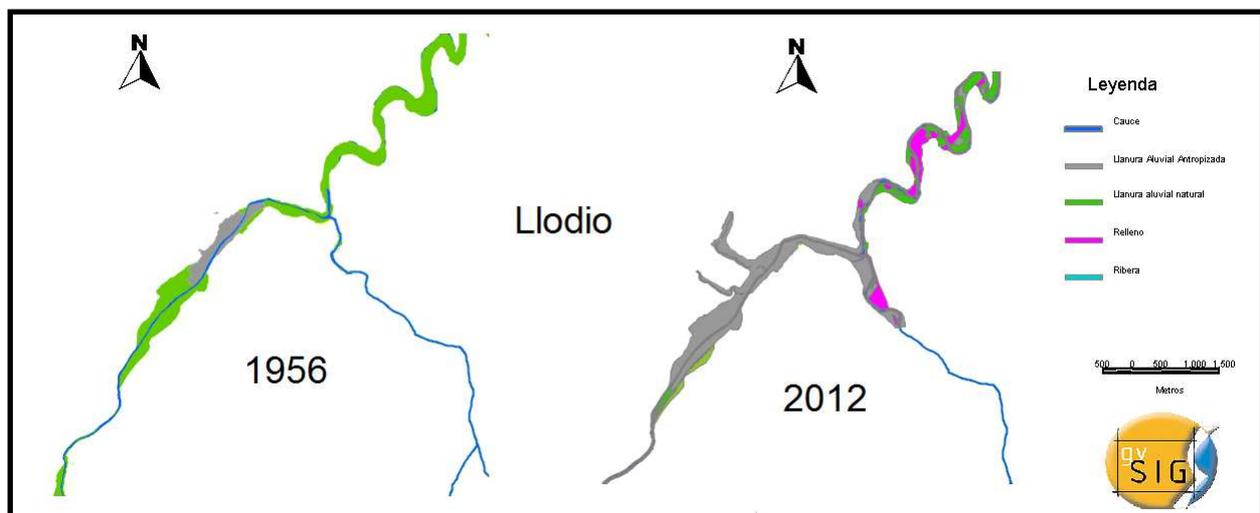


Imagen 15: Diferencia geomorfológica de la vega del río en el municipio de Llodio.

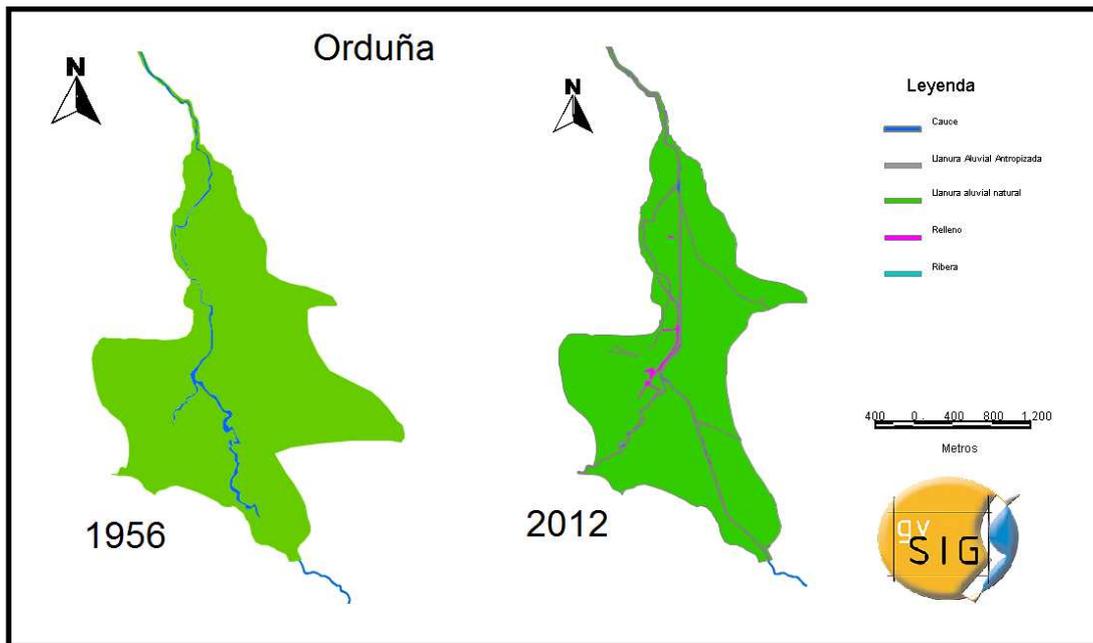


Imagen 16: Diferencia geomorfológica de la vega del río en el municipio de Orduña.

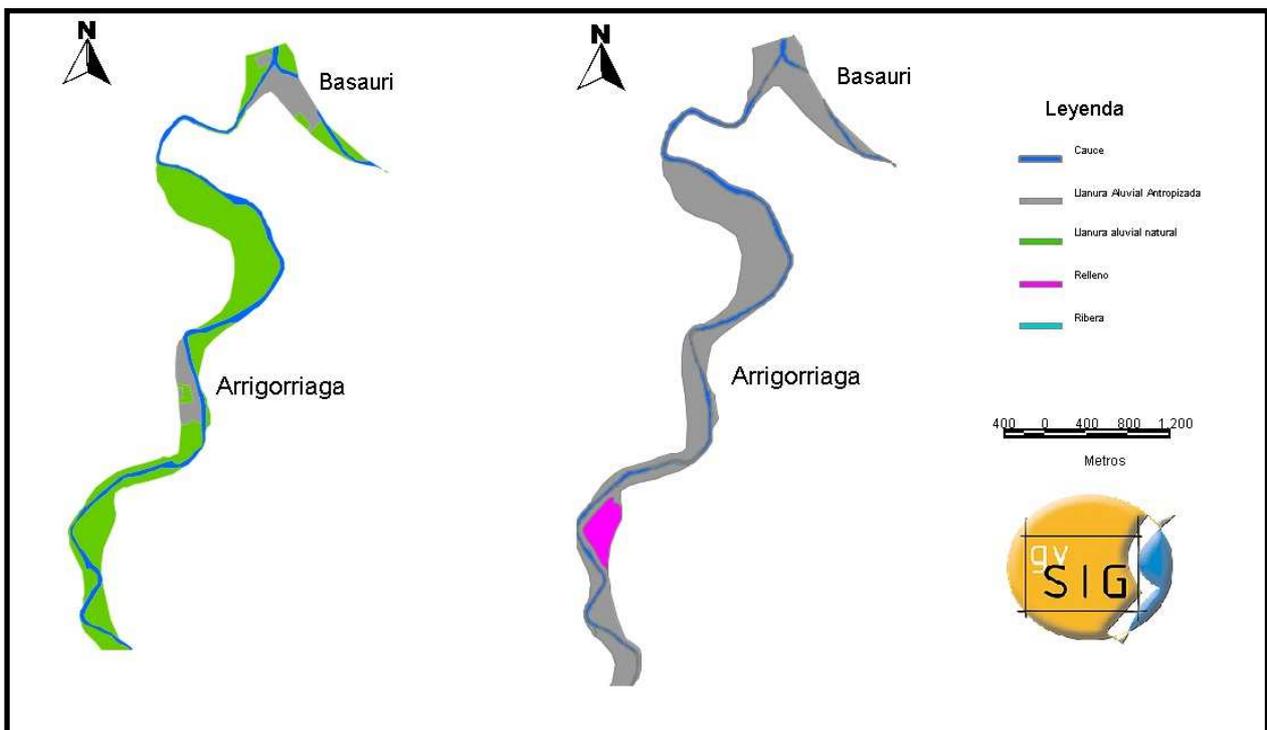


Tabla 17: Diferencia geomorfológica de la vega del río en los municipios de Arrigorriaga y Basauri.

## 7. DISCUSIÓN

En relación con la bajada tan brusca del porcentaje de suelo urbanizado entre 2000 y 2006 de las dos últimas tablas: lo más probable es que se haya mantenido constante o que haya aumentado. Por otro lado, también podría darse el caso de que las zonas cartografiadas como urbanas se hayan transformado o traducido en el proyecto Corine de 2006 como industriales.

Aunque la variación del porcentaje de áreas de bosques que pasan a matorrales no es muy elevada y su localización no intuye demasiada problemática se ha de tener especial cuidado con este cambio puesto que sobre tramos de la cuenca alta del Nervión, ya se han realizado varias actuaciones de diversa índole, desde medidas blandas como la reforestación. Ello puede contribuir a la laminación de avenidas debido a la disminución de la cantidad de agua incorporada a los cauces es menor, ante todo, durante las primeras horas de desarrollo de las tormentas, ya que aumenta el umbral de escorrentía. Como el factor rugoso aumenta, el agua circula con menos velocidad retrasando la aparición del punto máximo de avenidas

Otras actuaciones en los cauces, que bien se reflejan en las variaciones de las vegas de los ríos explicadas anteriormente, requieren cambios más drásticos como la ampliación de la sección del río permitiendo albergar mayor cantidad de volumen de agua en momentos de intensa precipitación. No obstante, hasta la fecha no se ha podido probar la eficacia o éxito de estas medidas puesto que no ha llovido tanto como en agosto de 1983.

Por otro lado todas estas medidas se han concentrado, como decíamos en el tramo alto de la cuenca, pero en cotas inferiores, en las más bajas, para ser exactos, en donde el Ibaizabal confluye con el Nervión, el riesgo por inundación sigue siendo el mismo. (imágenes 16, 17, 18 y 19) El Casco Viejo de Bilbao, sigue teniendo una alta densidad de población por metro cuadrado.

El pasado mes de mayo comenzaron las obras de apertura del canal de Deusto tras analizar varias opciones. Como medida de prevención, o más bien de disminución del riesgo por inundaciones se instalaran dos tubos cuya apertura permitirá un mejor desagüe de la zona baja de la cuenca. Se añade a esta obra la oportunidad de ejecutar un plan urbanístico que pretende construir cinco mil viviendas en la península de Zorrozaure. Algunas fuentes creen que la apertura del canal podría generar una falsa sensación de seguridad, puesto que esta zona está dentro del área inundable definido por un periodo de retorno de 100 años.

Si un evento inundacional de las mismas características tuviera lugar hoy día, (mapa 3) el agua alcanzaría diferentes zonas en función de su altura de lamina de agua: (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino).

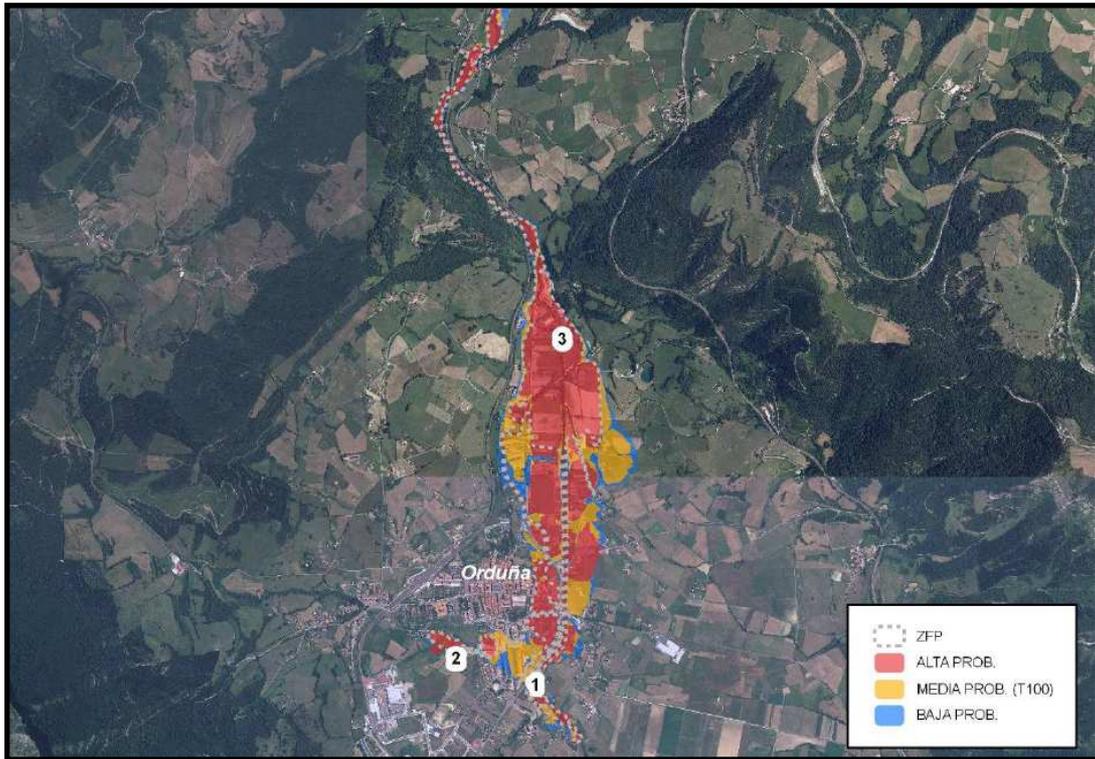


Imagen 16: mapa de Orduña con la relación de probabilidades de inundaciones

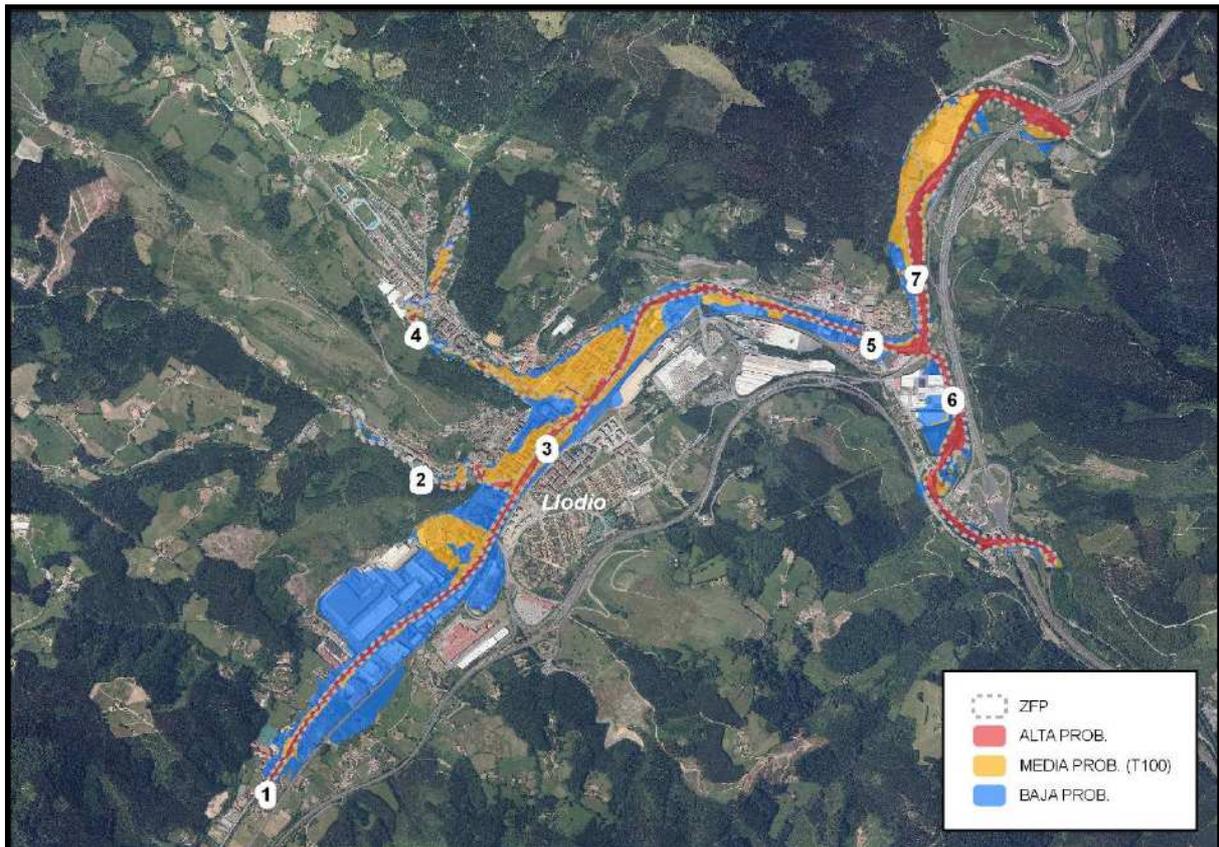


Imagen 17: mapa de Llodio con la relación de probabilidades de inundaciones

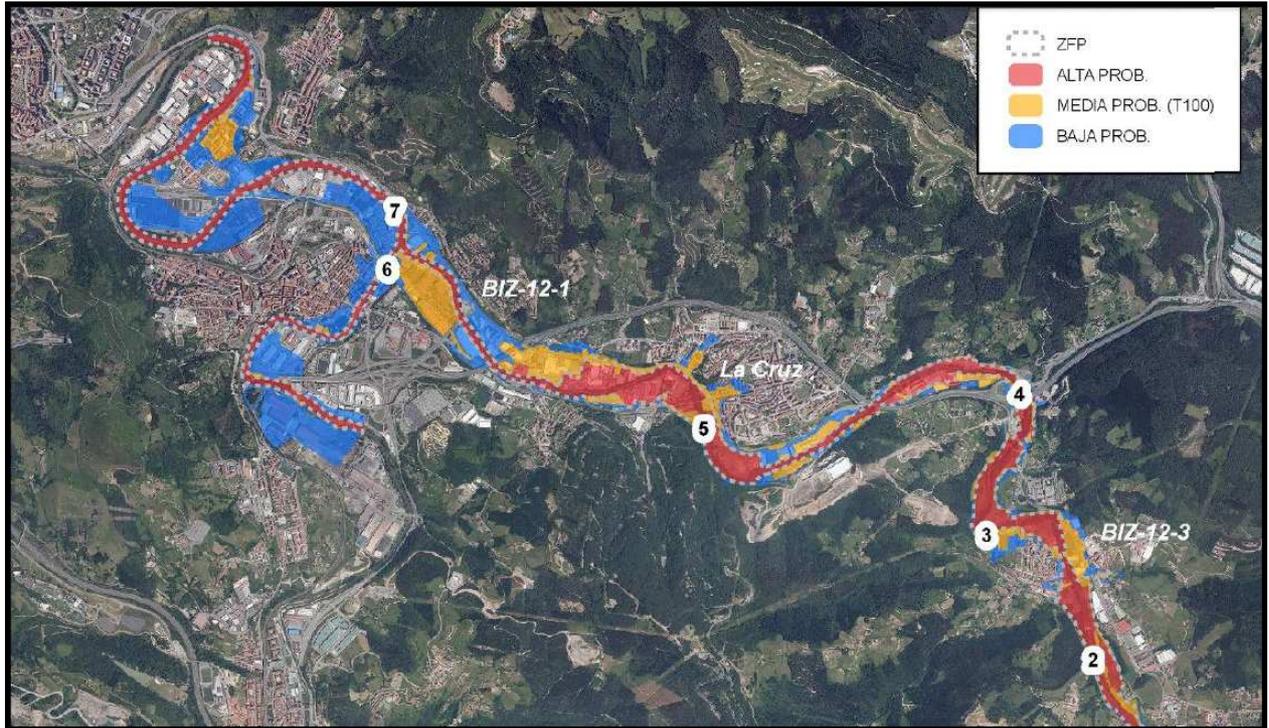


Imagen 18: Mapa de Bilbao con la relación de probabilidades de inundaciones

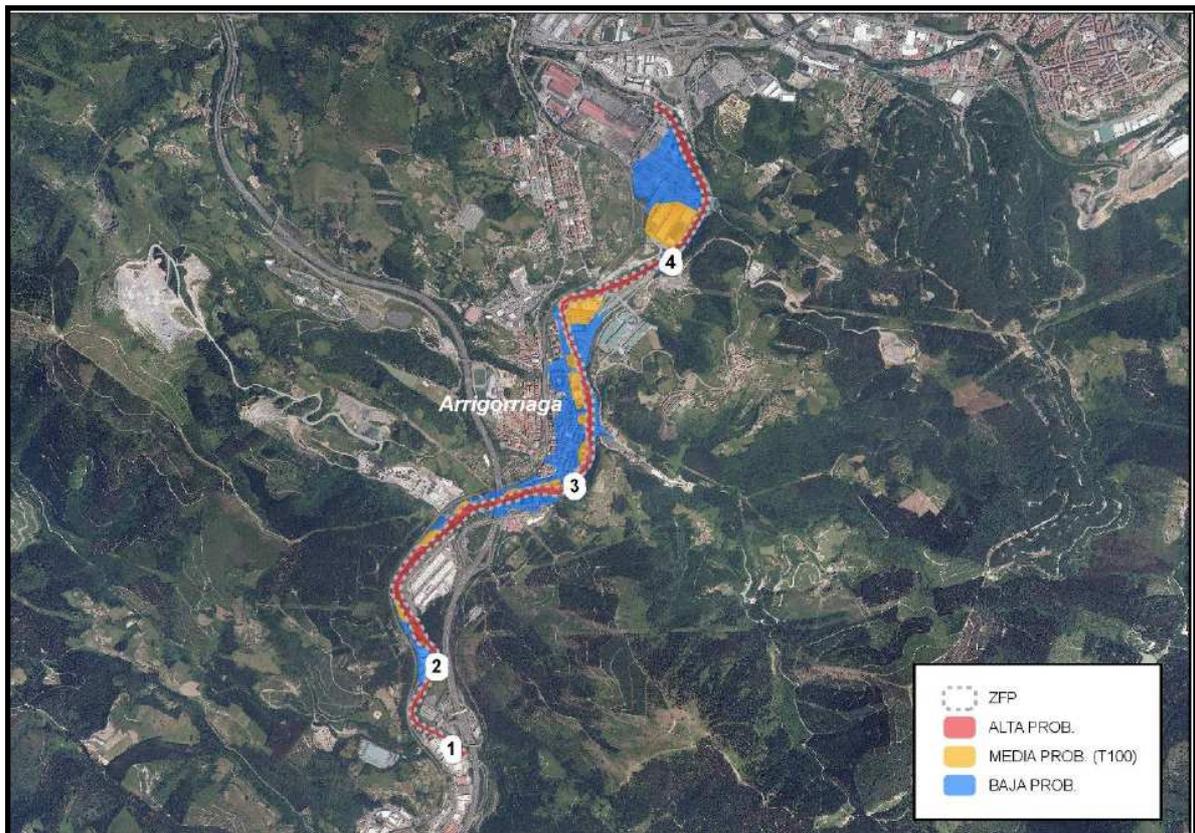
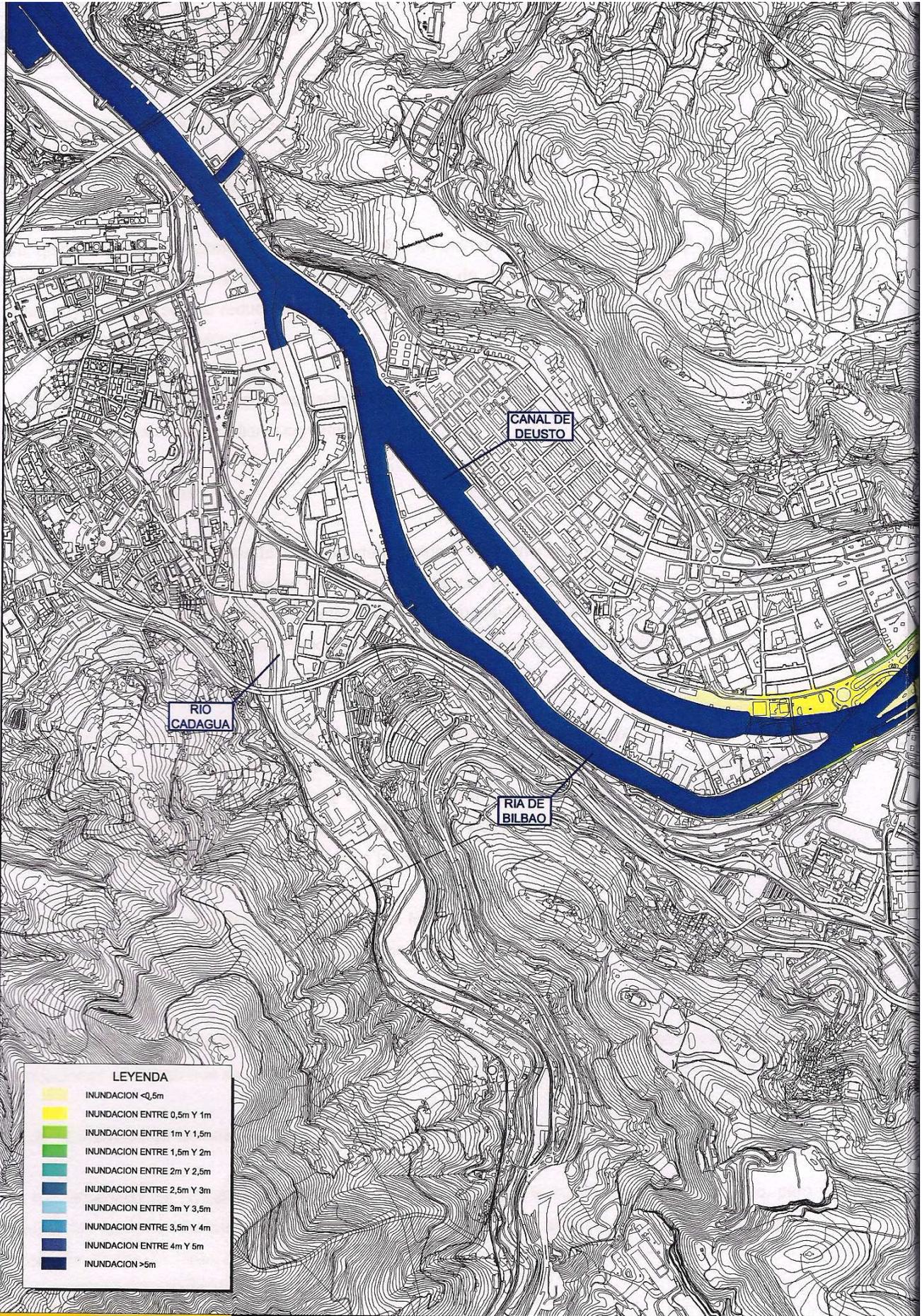
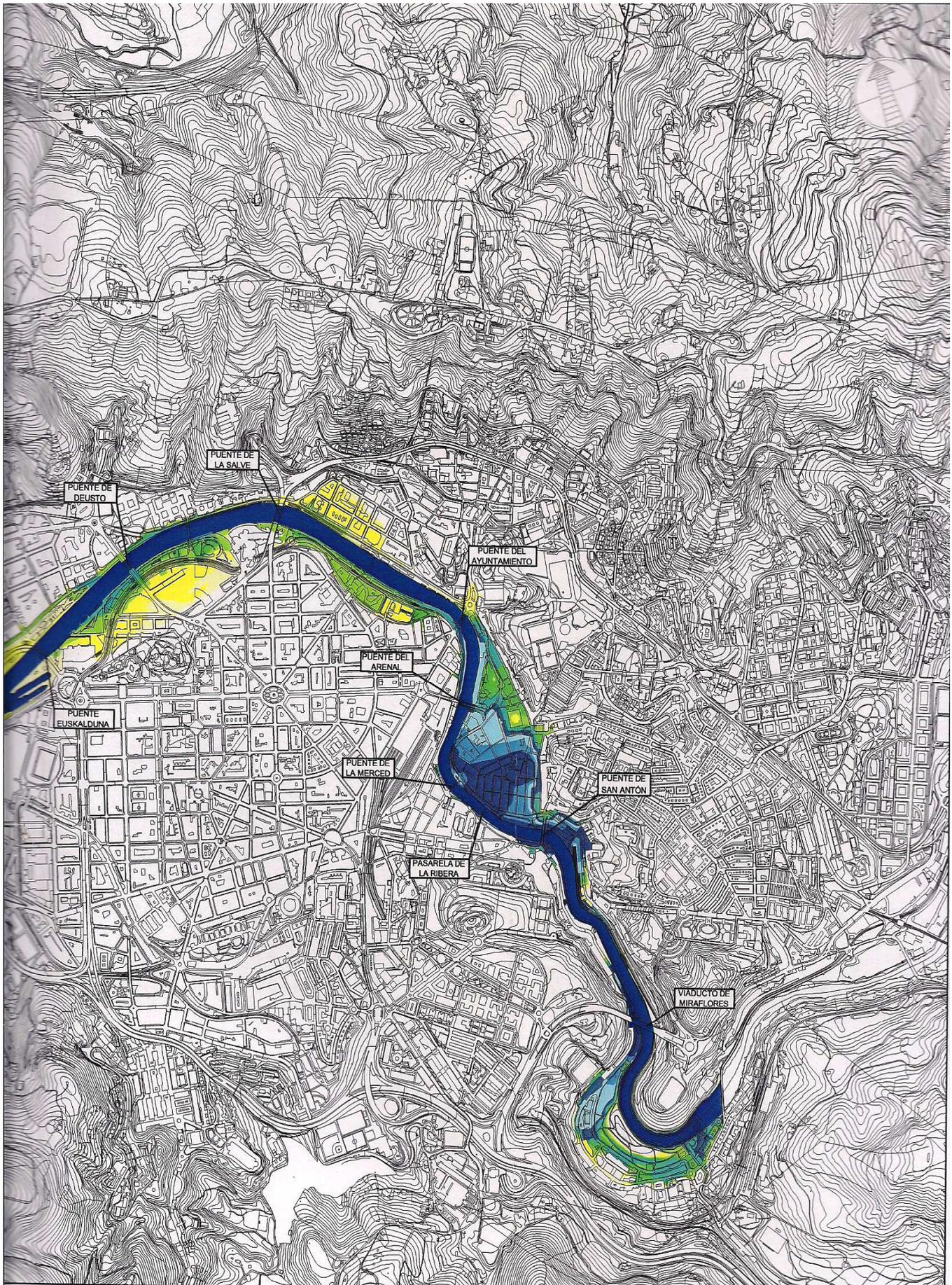


Imagen 19: Mapa de Arrigorriaga con la relación de probabilidades de inundaciones



**LEYENDA**

	INUNDACION <0,5m
	INUNDACION ENTRE 0,5m Y 1m
	INUNDACION ENTRE 1m Y 1,5m
	INUNDACION ENTRE 1,5m Y 2m
	INUNDACION ENTRE 2m Y 2,5m
	INUNDACION ENTRE 2,5m Y 3m
	INUNDACION ENTRE 3m Y 3,5m
	INUNDACION ENTRE 3,5m Y 4m
	INUNDACION ENTRE 4m Y 5m
	INUNDACION >5m



EL I.C.C.P. AUTOR DEL PROYECTO:

ESCALA:

1/10.000

A-1

DESIGNACIÓN DEL PLANO:

INFORME 15

**MANCHA DE INUNDACIÓN**  
**AVENIDA DE 500 AÑOS. SITUACIÓN ACTUAL**

FECHA:

JULIO-2010

PLANO Nº:

HOJA 1 DE 1

## 8. CONCLUSIONES

De la documentación consultada, citada detalladamente en la bibliografía, las redes de datos disponibles así como de los mapas empleados a través de gvSIG se han sacado las siguientes conclusiones:

- Las inundaciones son un fenómeno natural y frecuente en la cuenca del Nervión. Son el principal riesgo natural de la zona.
- Estas características geomorfológicas hacen que las infraestructuras se concentren en las llanuras aluviales aumentando proporcionalmente la peligrosidad.
- La naturaleza de los temporales que más azotan la cuenca fomentan avenidas que se producen rápidamente, con tiempo de concentración corto y gran velocidad debida a la pendiente de los ríos y la cuenca.
- Además, existen marcados factores antrópicos que aumentan la peligrosidad y el riesgo: la ocupación de zonas inundables, el recubrimiento de arroyos, el estrechamiento de cauces para ganar terreno urbanístico, (llegando incluso a construir sobre el cauce principal), no realizar un mantenimiento adecuado del fondo de los canales, y, disminuir la poca permeabilidad empleando suelo asfaltado.
- La capacidad para generar escorrentía superficial de agua en un suelo es directamente proporcional al grado de impermeabilización al que se somete la zona que esta urbanizada.
- La zona del bajo Nervión es una de las áreas más modificadas geomorfológicamente hablando, no integrada en el paisaje y totalmente urbanizada.
- Los efectos de las inundaciones son mayores de lo que podría generar en un terreno sin ocupar puesto que las pérdidas son mayores cuantitativa y cualitativamente.
- Se ha demostrado que el cambio climático que vivimos incide en el ascenso del nivel del mar, pudiendo esto complicar la circulación en la desembocadura de la cuenca hidrológica. Si a un ascenso natural del nivel del mar se le suma un momento de pleamar, no haría falta, en un momento futuro, añadir un evento de intensas precipitaciones para llegar a inundar las zonas más bajas del área.
- El evento inundacional ocurrido durante tan sólo tres días en agosto de 1983 demostró que hacia falta el desarrollo de proyectos de predicción de avenidas, obras de defensa y planes de emergencia para poder salvaguardar los intereses sociales y las vidas humanas. Por otro lado, se demostró que la capacidad de los cauces fue insuficiente para albergar el caudal instantáneo, y que muchos puentes actuaron como represas.

- Las inundaciones citadas se produjeron por un fenómeno de gota fría. En tan solo 24 horas se registró el equivalente a la mitad de las precipitaciones medias anuales de la cuenca
- La calidad de las aguas del Nervión durante el desbordamiento, ya sea por su estado hasta ese momento como por el arrastre de varios bidones de contenido toxico, no afectó a la productividad de los terrenos cultivados en momentos posteriores aunque se prohibió por precaución el baño y la pesca a menos de cuatro millas de la costa.
- El registro histórico constata que hubo inundaciones en años anteriores que alcanzaron una mayor altura de la lámina de agua en algunas localidades.
- Los planes de alerta están constantemente activos e informan a los sistemas de emergencias de una situación de posible desbordamiento del cauce.
- La elaboración del Plan Integral de Prevención de Inundaciones ha permitido conocer y evaluar las zonas de riesgo por inundaciones de la CAPV.
- No se ha podido verificar el éxito de las obras realizadas para paliar efectos inundacionales en algunos tramos del cauce del Nervión por que no se han registrado precipitaciones tan intensas como las generadas en 1983.
- La amplia red de distribución de estaciones de aforo así como el desarrollo de programas de detección de masas nubosas, o, las medidas de actuación que se han llevado a cabo en los tramos de mayor riesgo por inundabilidad, pueden fomentar una sensación de “falsa seguridad” en una sociedad mal informada, inconsciente del riesgo que corre al habitar zonas cercanas al margen del río.
- Un sistema de drenaje que favorezca la integración entre el medio antropico y el medio natural podría ser una solución para convivir con las inundaciones naturales de la cuenca.

## 9. AGRADECIMIENTOS

A Jorge Marquínez, y Rubén Santos por estar dispuestos a ayudarme, a guiarme, en este mi primer trabajo de fin de Master a pesar de mi inexperiencia. Gracias por vuestra dedicación, paciencia y apoyo.

También me gustaría agradecer la ayuda prestada por el profesor de la Universidad Pública Vasca, Alejandro Cearreta. A Jose Mari Ortúzar, Ingeniero de Caminos de Diputación Foral de Bizkaia, del Gobierno Vasco, por su atención personalizada y disposición en la búsqueda de información.

Por último, y muy especialmente, a mi familia, por ser estar dispuestos a prestarme vuestra atención, a dedicarme vuestro tiempo y darme vuestros consejos cuando más lo necesitaba. A mis amigos, mis acompañantes de campo improvisados (Jose y Bea) y a Amaia: Porque hay una gran diferencia entre defender la primera propuesta de la teoría de la relatividad y contarle a un ebanista cómo hacer un dado de madera.

## 10. BIBLIOGRAFIA

- Agencia Vasca del Agua (URA). *Información Geográfica, Visor GIS*. [http://www.uragentzia.euskadi.net/u81-0003/es/contenidos/informacion/ide\\_ura/es\\_doc/indice2.html](http://www.uragentzia.euskadi.net/u81-0003/es/contenidos/informacion/ide_ura/es_doc/indice2.html) (12 septiembre de 2013)
- Agencia Vasca del Agua (URA). *Mapas de peligrosidad y riesgo de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (A.R.P.S.I.s) de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental en el ámbito de las Cuencas Internas de la CAPV*. <http://www.uragentzia.euskadi.net/informacion/consulta-publica-mapas-de-peligrosidad-y-riesgo-de-las-arpsis-ii-fase-de-la-directiva-2007/60/ce/u81-0003/es/> (23 de octubre de 2013)
- Antigüedad (1982) *Análisis de la red de drenaje en la interpretación estructural. Aplicación en la cuenca del río Nervión Ibaizabal (Bizkaia- Araba)*. Lurralde. ISSN 1697-3070 N.5 p. 35-45
- Anduaga Egaña (2008). *Evaristo Churruca y Brunet*. Auñamendi Eusko Entziklopedia. Eusko media Fundazioa
- Ayala-Carcedo, F.J. y Pérez González, A. (dir.). 1984. *Establecimiento de criterios geológicos para la prevención de daños por avenidas. Aplicación a las inundaciones del Valle del Nervión (País Vasco) en agosto de 1983*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 86 pp.
- Departamento de Medio Ambiente y Acción Territorial. Diputación Foral de Bizkaia. (2001). *Estudio Hidráulico de la Ría del Nervión*. Tomo I.
- Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio Gobierno Vasco. IHOBE. Febrero 2007. Metodología para valorar los costes de los impactos del Cambio Climático en el País Vasco: El caso de Bilbao. [http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-6172/es/contenidos/manual/metodologia\\_cc\\_bilbao/es\\_doc/adjuntos/costes\\_cambio\\_climatico\\_bilbao.pdf](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-6172/es/contenidos/manual/metodologia_cc_bilbao/es_doc/adjuntos/costes_cambio_climatico_bilbao.pdf) (14 de diciembre)
- Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial. Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de Euskadi. *GeoEuskadi*. <http://www.geo.euskadi.net/s69-15375/es> (10 de mayo de 2013)
- Díaz Ortiz (1984) Estudio básico de la Avenida de agosto de 1983 y de los puntos negros de las cuencas afectadas en el País Vasco. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Dirección General de Obras Hidráulicas. Comisaría de aguas del Norte de España.
- Echeberria; ID. (1895) *Los aguaduchos en Bilbao*. Euskal Herria, pag 10-13 [http://meta.gipuzkoakultura.net/bitstream/10690/70676/1/AM\\_314386.pdf](http://meta.gipuzkoakultura.net/bitstream/10690/70676/1/AM_314386.pdf)
- Ezquiaga et al (2010). *Estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático en Planificación espacial. Selección y análisis de buenas prácticas y*

*formulación de criterios de aplicación en el planeamiento territorial y urbanístico de la CAPV.* Dirección General de Ordenación del Territorio del Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno Vasco.

Fernández, Gale, 2004. ¿Perturbación tropical o sistema retrogrado en niveles altos? <http://www.tiempo.com/ram/1354/las-inundaciones-en-euskadi-de-1983/> (03 de enero de 2013)

Fernández Gómez, M. (1993). *Inundaciones en el País Vasco. Revista del Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos.* Nº 26: 26 -35.

Ibáñez 1985. Oceanografía del Golfo de Vizcaya (en especial referida a la costa Vasca). Donostia-San Sebastián: Eusko Ikaskuntza. ISSN 0212-6397. Pág. 177-222

Ibisate González, A; et al. (2000). *Las inundaciones en la vertiente cantábrica del País Vasco en los últimos veinte años: Principales eventos, consecuencias territoriales y sistemas de prevención.* Serie Geográfica. ISSN: 1136-5277. Núm.9: 177-186.

Instituto Geológico y Minero de España. Madrid 1986. *Estudio geológico para la previsión de riesgos por inundaciones en el País Vasco (Álava y Vizcaya) y el condado de Treviño.* E. 1/100.000. Serie Geológica Ambiental.

Instituto Geográfico Nacional. Centro Nacional de información geográfica. *Ocupación del Suelo. Proyecto Corine Land and Cover.* <http://www.ign.es/ign/layoutIn/corineLandCover.do>

Instituto Geológico y Minero de España. Mapa Geológico de España. E. 1:50000. MAGNA 50. Segunda serie. Hoja 61, 21-5. Bilbao.

Leorri y Cearreta (2009). *El registro geológico de la transformación ambiental de la ría de Bilbao durante el Holoceno y el Antropoceno.* Sociedad de Ciencias Aranzadi. Munibe Suplemento ISSN 1698-3807; 26.188p

Ministerio de Fomento. Gobierno de España. Instituto Geográfico Nacional. *Ocupación del Suelo: Proyecto Corine Land and Cover (CLC).* <http://www.ign.es/ign/layoutIn/corineLandCover.do>

Ministerio de Fomento. Gobierno de España. Instituto Geográfico Nacional. Tienda Virtual. <http://fototeca.cnig.es/?&xy=500536,4753744,503096,4755140&SRS=EPSG:25830&lyr=Mapa> ( 7 de febrero de 2013)

Ministerio de Fomento. Gobierno de España. Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (P.N.O.A.). *Visor Iberpix.* <http://www.ign.es/PNOA/presentacion.html>

Mugerza Perelló; I. (2003). *Inundaciones.* Euskonews & Media 204.zbk

Periodico El Correo. Galeria de Fotografias  
[http://servicios.elcorreo.com/especiales/inundaciones/galerias/18\\_bilbao.html](http://servicios.elcorreo.com/especiales/inundaciones/galerias/18_bilbao.html)  
(06 de abril de 2014)

Pérez Castroviejo La conquista del agua: abastecimiento y saneamiento en Bilbao y municipios de la Ría del Nervión 1850-1920.  
<http://www.euskonews.com/0178zbnk/gaia17804es.html> ( 10 de julio de 2014)

Prieto, C. y Llana, J. L. (1985). Avenidas extraordinarias en el País Vasco. Geología y prevención de daños por inundaciones. IGME: 247 – 334

Recursos académicos. (2010) *Red Hidrográfica Vasca*.  
<http://www.recursosacademicos.net/web/2010/07/25/la-red-hidrografica-vasca/>  
(10, 11 de junio de 2013)

Servicios Hidráulicos de ID Bilbao. *Estudio de las lluvias del 25- 27 de agosto de 1983 en la cuenca del Nervión*. Marzo del 84.

Tu tiempo.net. Clima en Bilbao, Sondica. Históricos del tiempo 1983.  
[http://www.tutiempo.net/clima/Bilbao\\_Sondica/1983/80250.htm](http://www.tutiempo.net/clima/Bilbao_Sondica/1983/80250.htm) (10 de marzo de 2013)

Uriarte (2006). *El Viento en la costa del País Vasco*. Curso Superior de Geografía.  
<http://www.ingeba.org/liburua/cursosup/uriarte/cseuriar.htm> (05, 06 de abril de 2013)

Wikipedia, Enciclopedia Digital. [http://es.wikipedia.org/wiki/Golfo\\_de\\_Vizcaya](http://es.wikipedia.org/wiki/Golfo_de_Vizcaya) ( 06 de febrero)

# ANEXOS

## - ESTACIÓN 1158: RIO NERVION EN ECHEVARRI

Aclaraciones:

Qm : Caudal medio mensual

Qc : Caudal medio diario máximo mensual

Qn : Caudal diario medio mínimo mensual

Qci : Caudal instantáneo máximo del mes

Fecha (añosmes)	Qm (m3/s)	Aportación (Hm3)	Qc (m3/s)	Día Qc	Qn (m3/s)	Día Qn	Origen del dato	Qci (m3/s)	Día Qci
198201	43,749	117,176	356,264	25	6,56	10	ANUARIO DE AFOROS	554	24
198202	50,191	121,423	285,758	27	7,48	10	ANUARIO DE AFOROS	424,9	
198203	72,368	193,829	206,439	20	15,84	28	ANUARIO DE AFOROS	373,9	
198204	8,238	21,354	27,94	1	6,1	17	ANUARIO DE AFOROS	44,9	
198205	5,506	14,748	6,56	5	4,72	14	ANUARIO DE AFOROS	11,19	
198206	6,397	16,58	24,1	4	4,26	20	ANUARIO DE AFOROS	66,5	
198207	4,023	10,774	6,1	3	2,88	27	ANUARIO DE AFOROS	6,56	
198208	5,076	13,596	8,4	2	3,34	1	ANUARIO DE AFOROS	27,94	
198209	4,613	11,956	7,48	3	3,8	12	ANUARIO DE AFOROS	10,26	
198210	25,394	68,015	132,15	24	3,8	2	ANUARIO DE AFOROS	259,318	
198211	37,994	98,479	197,626	17	5,64	6	ANUARIO DE AFOROS	312,198	
198212	137,235	367,571	412,62	14	11,19	8	ANUARIO DE AFOROS	547,81	
198301	28,303	75,806	76,44	16	7,48	30	ANUARIO DE AFOROS	122,58	
198302	62,41	150,981	254,912	7	7,48	1	ANUARIO DE AFOROS	294,571	
198303	62,164	166,501	360,67	28	7,94	14	ANUARIO DE AFOROS	523,23	
198304	81,771	211,95	321,011	2	7,94	30	ANUARIO DE AFOROS	418,765	
198305	8,347	22,356	18,98	21	6,1	17	ANUARIO DE AFOROS	32,3	

198306	5,487	14,221	6,56	1	4,72	16	ANUARIO DE AFOROS	6,56	
198307	5,612	15,031	10,26	4	3,8	24	ANUARIO DE AFOROS	21,54	
198310	7,317	19,597	8,4	1	6,56	23	ANUARIO DE AFOROS		
198311	7,237	18,758	11,19	27	6,56	1	ANUARIO DE AFOROS		
198312	9,163	24,541	48,5	12	5,18	25	ANUARIO DE AFOROS		
198401	56,959	152,56	268,132	7	4,72	2	ANUARIO DE AFOROS		
198402	70,937	177,739	268,132	24	10,26	20	ANUARIO DE AFOROS		
198403	27,199	72,851	81,41	3	11,19	20	ANUARIO DE AFOROS		
198404	19,319	50,074	96,32	4	6,56	28	ANUARIO DE AFOROS		
198405	54,91	147,072	400,33	26	6,1	8	ANUARIO DE AFOROS		
198406	12,088	31,331	25,38	7	6,56	27	ANUARIO DE AFOROS		
198407	5,314	14,232	6,1	1	4,72	22	ANUARIO DE AFOROS		
198408	5,463	14,633	12,12	28	4,26	17	ANUARIO DE AFOROS		
198409	9,928	25,733	76,44	25	4,72	2	ANUARIO DE AFOROS		
198410	29,884	80,041	431,055	6	6,56	24	ANUARIO DE AFOROS		
198411	35,363	91,662	246,099	13	6,56	4	ANUARIO DE AFOROS		
198412	38,724	103,717	334,231	21	7,94	16	ANUARIO DE AFOROS		

- **CALCULOS SOBRE EL AREA DE LOS DIFERENTES USOS DEL SUELO:**

Agrupación	Nombre asignado	Código real	Descripción
11	Urbanizado	111	Tejido urbano continuo
		112	Tejido urbano discontinuo
12	Industria y comunicaciones	121	Zonas industriales o comerciales
		122	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados
13	Minas y construcciones	131	Zonas de extracción minera
		133	Zonas en construcción
23	Prados	231	Prados y praderas
24	Cultivos	242	Mosaico de cultivos
31	Bosques	311	Bosques de frondosas
		312	Bosques de coníferas
		313	Bosque mixto
32	Matorrales	321	Pastizales naturales
		322	Landas y matorrales mesófilos
		323	Matorrales esclerófilos
		324	Matorral boscoso de transición
33	Roquedos	332	Roquedo
51		512	Láminas de agua

CORINE 1990					
Agrupacion	Cantidades	Suma del area (m)	sumatorio (m)	Ha	porcentaje %
11	5	3697844,51	4636435,85	463,6435	0,91
	3	938591,34			
12	6	5570364,27	5716015,8	571,6015	1,12
	1	145651,53			
13	2	720070,33	1775281,78	177,5281	0,34
	2	1055211,45			
23	30	1,08E+08	108000000	1,08E+04	21,21
24	1	177310,05	177310,05	17,73	0,03
31	22	1,00E+08	296056504,7	2,96E+04	58,15
	9	1,93E+08			
	9	3056504,74			
32	9	3567186,75	90867186,75	9,09E+03	17,85
	13	1,80E+07			
	5	2,54E+07			
	71	4,39E+07			
33	2	1282557,87	1282557,87	128,2557	0,25
51	sd	sd	sd	sd	sd
Total		5,09E+08	metros		99,86

CORINE 2000					
Agrupación	Cantidades	Suma área	Sumatorio (m)	Ha	porcentaje %
11	5	3697891,06	4636522,85	463,65	0,91
	3	938631,79			
12	7	7153972,25	7299595,01	729,95	1,43
	1	145622,76			
13	2	886700,24	886700,24	88,67	0,17
	sd	sd			
23	31	1,07E+08	107000000	10700	21,1
24	1	177271,92	177271,92	17,72	0,034
31	25	102000000	256443846,1	25644,38	50,58
	36	148000000			
	12	6443846,05			
32	7	3369051,2	128769051,2	12876,9	25,39
	12	17300000			
	4	25100000			
	62	83000000			
33	2	1282529,81	1282529,81	128,25	0,25
51	1	254023,5	254023,5	25,4	0,05
Total		5,07E+08			99,91

CORINE 2006					
Agrupacion	Cantidades	Suma area	sumatorio (m)	Ha	porcentaje
11	3	3180645,75	5071386,87	507,13	0,11
	5	1890741,12			
12	7	7158716,26	7302380,48	730,23	1,44
	1	143664,22			
13	2	886702,37	886702,37	88,67	0,17
	sd	sd			
23	30	1,06E+08	106000000	10600	20,9
24	1	175320,65	175320,65	17,53	0,03
31	28	1,05E+08	272906842,7	27290,68	53,82
	27	1,62E+08			
	10	5906842,66			
32	7	3365572,66	113365572,7	11336,55	22,35
	12	1,76E+07			
	4	2,51E+07			
	44	6,73E+07			
33	2	1281914,28	1281914,28	128,19	0,25
51	1	254025,091	254025,091	25,4	0,05
Total		5,07E+08			99,12

