

# ESTUDIO DE EVALUACIÓN, GESTIÓN Y ORDENACIÓN HIDRÁULICA DEL RIESGO DE INUNDACIONES EN EL RÍO BIDASOA EN NAVARRA

Seminario final, 5-6 junio 2014, Pamplona (Navarra)

**OBJETIVO:**

**Sistema que gestione de forma correcta es espacio fluvial. La inversión planificada permite:**

- Mitigar y controlar los efectos de una inundación. Reducir los daños
- Analizar del riesgo → Gestionar de la seguridad de:
  - personas
  - bienes o actividades económicas
  - medioambiente y calidad
  - patrimonio

**AMBITO:** Cuenca del río Bidasoa en territorio navarro

**ALCANCE:** Estudio integral. Desventaja principal es el tiempo

**PROBLEMÁTICA**

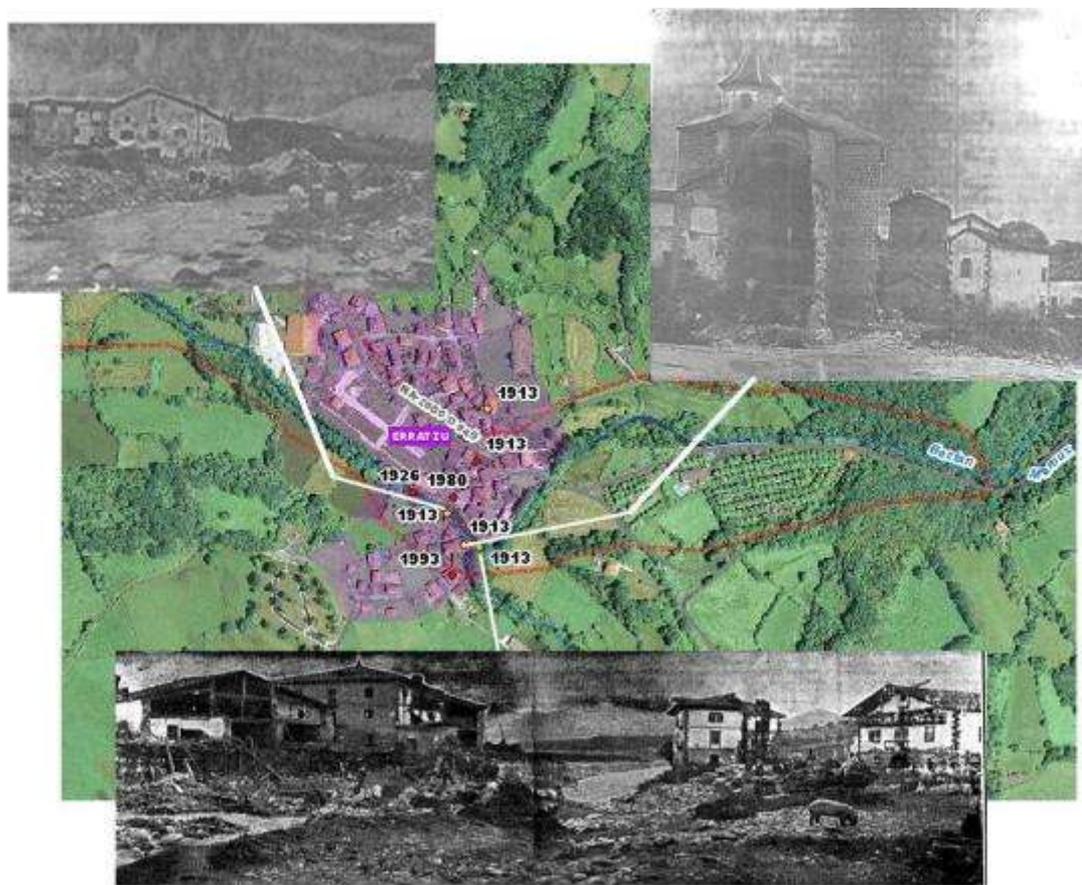
- **Orografía de elevadas pendientes**, únicos terrenos significativamente llanos se concentran en los fondos de valle del río y regatas principales. **La población, los servicios y las infraestructuras se concentran en el aluvial**
- Es una población **acostumbrada a convivir con las inundaciones** por lo que las medidas estructurales principales están ya construidas y en las edificaciones y zonas urbanas más antiguas queda reflejada esta convivencia por la tipología de construcción. **RESILIENCIA**
- **Influencia de las escorrentías de ladera y regatas menores**, que habitualmente van cargadas de **sedimentos**. El planteamiento de medidas estructurales debe cuidar el drenaje de laderas y regatas.

## 1. DATOS Y ANTECEDENTES

- **Legislación**
- **Datos Cartográficos y Topográficos**
- **Datos meteorológicos y foronómicos:**
- **Estudios antecedentes:**
  - Maxpluwin y Caumax del Cedex, Guía Metodológica del SNCZI (MAGRAMA)
  - Borrador de Proyecto del Cantábrico Oriental,
  - Catálogo Nacional de Inundaciones históricas (1985 y 2010), Estudio y análisis de los riesgos de las inundaciones en Navarra (1994)
  - Zonas inundables y ordenación hidráulica de los ríos de la cuenca cantábrica en Navarra (Gobierno de Navarra, 2005)
  - Proyecto de Encauzamiento y Restauración Ambiental de los ríos Biurrana y Onin en Lesaka (Navarra). Plan de Ordenación urbanística.
  - Estudio de evaluación, gestión y ordenación territorial del riesgo de inundaciones en el municipio de Doneztebe/Santesteban (2008). Proyectos de encauzamientos
  - Estudio de inundabilidad de la regata Xuaxte en Donamaria (2011)
  - Delimitación de espacios fluviales y torrenciales en el término municipal de Bera (Navarra), 2008, y en Doneztebe/Santesteban (2008), CHC.

## 2. ANÁLISIS DE DATOS DE LA HEMEROTECA (1900-2013) Y PC (1488-2000)

Base de datos y cobertura georreferenciada. 31 Episodios/255 fotografías



ESTUDIO DE EVALUACIÓN, GESTIÓN Y ORDENACIÓN HIDRÁULICA DEL RIESGO DE INUNDACIONES EN EL RÍO BIDASOA EN NAVARRA

### NOTICIAS PUBLICADAS

**EPISODIO:** 19801219

**Fecha del evento:** 1912/1980

**Núcleos afectados:** Iruña / Elizondo / Larrayoz / Mugaire / Ornoz / Santesteban / Ventas de Yanci / Vera de Bidasoa / Lesaca / Sumbilla / Errazu

**Infraestructura afectada:** Carretera Santesteban-Gumbilla, Puertes

**Cauce:** Bidasoa / Baztán

**Protección Civil:** No registrado

**Resumen de la noticia:**

Desbordamiento río Baztán. Varios días de abundantes precipitaciones más deshielo. Problemas en muchos puntos de la provincia, 29,6 mm de media. Fp. día 20 de 29,6 l/m<sup>2</sup> y nieve a partir de 800 m. Inundaciones en Iruña, Elizondo, Larrayoz, Mugaire y Ornoz. Sobre las 11:30 enorme alud entre Santesteban y Sumbilla (arrastró un tráiler al Bidasoa) a unos 300 m del puente del Bidasoa. El camión de los bomberos estaba allí despejando la carretera de otro alud pequeño quedó sepultado casi en su totalidad. Carretera cortada en Sumbilla, Santesteban, etc. En Elizondo, punta entre las 12 de la noche y las 2 de la madrugada del día 20. El día 19 sobre las 19h empezó a inundarse la pescadería Bidegain en la C/ Urutia. Sobre las 21h inundada la casa de la Apolonia por agua proveniente del monte en la zona de Anzambordia. Sobre las 12 de la noche el calado era de 0,5 m en la casa Argumenea (Txicko) y en el estanco de Elizalde y la farmacia de la C/ Jaime Urutia. Según testigos (ancianos) esta ha sido la mayor riada desde 1913. A las 2 de la madrugada el puente Antxitona entró en carga. Se inundó la Pza. de Ribot y el comercio y la bajera de la casa Ribot entrando en la camionera Earte. A esa hora cedió el pilar central del puente de Gilaudi situado entre Casas Baratas y el chalet Iruazondo. El puente fue construido sobre 1950 (aguantó el peso de dos camiones tras la avenida). Al entrar en carga el puente el agua inundó la zona de Casas Baratas llegando el calado a 1 m inundando casas. Un coche flotaba sobre el agua. En garajes y bajeras el agua llegó a 0,5 m (la ferretería Bellarena llegó a 0,8 m). En las sociedades de Urgan y Upe (situadas frente al palacio Ialkonea cambiaron el nombre a Urarte) el agua en su interior llegó a 1,3 m (sig. Urgan sobre el agua, uper bajo el agua, urarte entre el agua). En la Casa del Conde desaparición de la verja y de los árboles (descalce, pequeño porte) de la isla en el mismo lugar. Estos fueron arrastrados hasta el puente de Antxitona y otro en el puente de Opoa. Medio garajalinerero situado en un prado frente la aduana fue arrasado. El campo de fútbol inundado. En Errazu el agua inundó bajeras. Sobre las 11:30 de la noche Sumbilla, Santesteban, Ventas de Yanci, Vera de Bidasoa, Lesaca, Echalar y Mugaire se encontraban completamente anegados en aquellos tramos más próximos al Bidasoa. En Sumbilla el agua cubrió toda la carretera, parte de la calle Mayor y casas de las situadas al otro lado del puente. Hasta pasadas las 3 de la madrugada el Bidasoa no volvió a su cauce. Circulación cortada durante todo ese tiempo en el tramo de las Ventas de Yanci hacia Sumbilla. También la catzada se encontraba repleta de agua entre Echalar y Vera de Bidasoa y en el tramo de Vera hacia San Sebastián, concretamente a la altura de la fábrica de Icores Izarra. El tramo de Lesaca a Mugaire había antebazones de árboles, piedras y arbustos que había dejado el río.

**Doc. Gráficos:**



En Elizondo cedió un pilar del puente

## 2. ANÁLISIS DE DATOS DE ENCUESTA Y VISITA DE CAMPO

Base de datos y coberturas georreferenciadas (22 núcleos, 314 fotografías y videos)

ESTUDIO DE EVALUACIÓN, GESTIÓN Y ORDENACIÓN HIDRÁULICA DEL RIESGO DE INUNDACIONES EN EL RÍO BIDASOA EN NAVARRA

---

**ENCUESTA MUNICIPAL**

MUNICIPIO: **BAZTAN**  
 NÚCLEO DE POBLACIÓN: **Araizoz-Lekaroz**

---

**INFORMACIÓN PREVIA DE LOS PUNTOS ESTUDIADOS**

AYUNTAMIENTO: **Baztán**

ENTIDADES INFERIORES:

DENOMINACIÓN	CAUCE	ENCUESTADO	CARGO	TELÉFONO	FECHA
Araizoz-Lekaroz	Regata Arizoko Baztán	José Luis Retegui (Araizoz) Lekaroz (sin entrevista)	Asistente del alcalde	896 753 015	23/05/2011

---

ESTUDIO DE EVALUACIÓN, GESTIÓN Y ORDENACIÓN HIDRÁULICA DEL RIESGO DE INUNDACIONES EN EL RÍO BIDASOA EN NAVARRA

---

**INUNDACIONES**

FECHAS EN LAS QUE SE HAN REGISTRADO INUNDACIONES:  
 1913, 2007 y 2011. En 2007 fueron sus importantes las provocadas por la regata Arizoko, sus estragos, en 2011 fueron mayores las del río Baztán.

DOCUMENTACIÓN O FOTOGRAFÍAS DE LAS INUNDACIONES:  
 Las fotografías y videos suministrados por el encuestado han sido integradas y georreferenciadas dentro de la capa Niv.

**TIPO AVENIDA:**

Desbordamiento fluvial       Desbordamiento atropos lateral  
 Deficiencia de drenaje       Enroscamiento de ladera

Detalles extras:  
 Las áreas más peligrosas son las que provoca la regata Arizoko, ya que produce inundaciones en el propio núcleo urbano, en el barrio Mardas. Las inundaciones del río Baztán ocasiona en 2011 fueron las más importantes desde la ocurrida en 1913 y afectaron principalmente a prados, huertos y alguna casa aislada. También existe otra regata situada en el mapa, que provoca del parte Jaraguizeta que provoca inundaciones en el pueblo, tal y como se ilustra en dicho mapa.

ZONAS INUNDADAS: Ver plano adjunto

SECCIONES EN LAS QUE SE PRODUJO EL DESBORDAMIENTO:  
 El desbordamiento del río Baztán se suele producir a partir de la sección 2 señalada en el mapa, a lo largo de toda la margen derecha hasta aguas abajo.

En 2007, la regata Arizoko que estaba construida reventó por completo la plaza del barrio Mardas. En 2011, al colocarse la parcela entre de la entrada al pueblo tal y como se puede ver en el mapa, la parcela se cayó y el agua de la regata desbordó por encima arrasando los cultivos del barrio Mardas.

La regata que provoca del parte Jaraguizeta suele desbordarse, tras un exceso al pueblo por su margen izquierda ya que sus muros niegan obra de protección.

**ALTURAS:**  
 En el punto que se señala en el mapa, en la margen derecha del río Baztán, el estado alcanza medio metro.

EVOLUCIÓN DE LA AVENIDA:  
 El día 6 de noviembre a las 7 de la mañana se cayó la parcela de la regata y empezó a desbordarse por el pueblo, para las 8 de la mañana se solucionó el problema después de limpiar la parcela. El canal urbano del río Baztán fue aproximadamente a las 12 del mediodía y después a poco fue bajando el nivel tratando de dar a tres días hasta llegar a la normalidad.

DAÑOS OCASIONADOS POR LA INUNDACIÓN (especificar si es posible datos cuantitativos):

GRUPO A:  Fallecidos       Desplazados       Suelo urbano       Cultivos       Otros  
 GRUPO B:  Heridos  
 GRUPO C:  Infraestructuras       Instalitas       Infraestructuras defensa Arrozales  
 GRUPO D:  Servicios       Agentes       Ganadería       Patrimonio Cultural

ESTUDIO DE EVALUACIÓN, GESTIÓN Y ORDENACIÓN HIDRÁULICA DEL RIESGO DE INUNDACIONES EN EL RÍO BIDASOA EN NAVARRA

---

**Reportaje Fotográfico**

Municipio: **BAZTAN**  
 Núcleo: **ARIZKUN**  
 Fotografía: **F20\_Vis2.JPG**

Descripción:  
 Vista del azud situado aguas abajo del puente 199.

**Coordenadas ETRS 89**

Coordenada X :      Coordenada Y :  
 622431.15      4781502.08

---

Municipio: **BAZTAN**  
 Núcleo: **ARIZKUN**  
 Fotografía: **F21\_Vis2.JPG**

Descripción:  
 Vista del azud situado aguas abajo del puente 199.

**Coordenadas ETRS 89**

Coordenada X :      Coordenada Y :  
 622420.86      4781497.02

---

Municipio: **BAZTAN**  
 Núcleo: **ARIZKUN**  
 Fotografía: **F22\_Ariz.JPG**

Descripción:  
 Vista del paso de la regata Arta bajo la carretera N-121b. Puente sobrepasado en avenida de 2011.

**Coordenadas ETRS 89**

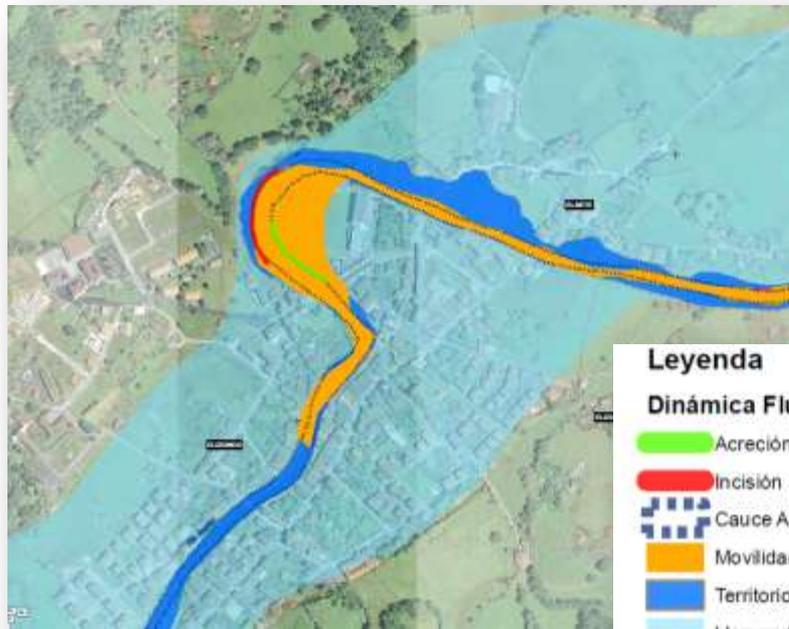
Coordenada X :      Coordenada Y :  
 622140.75      4779730.52

Página 3 de 4

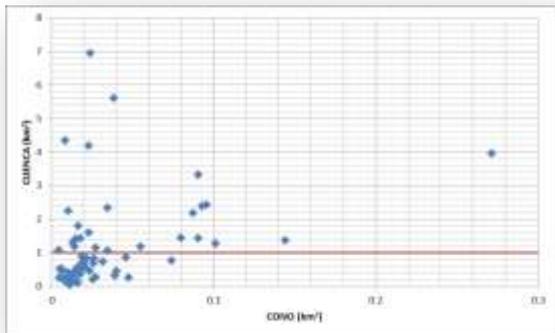


## 3.- DINÁMICA FLUVIAL

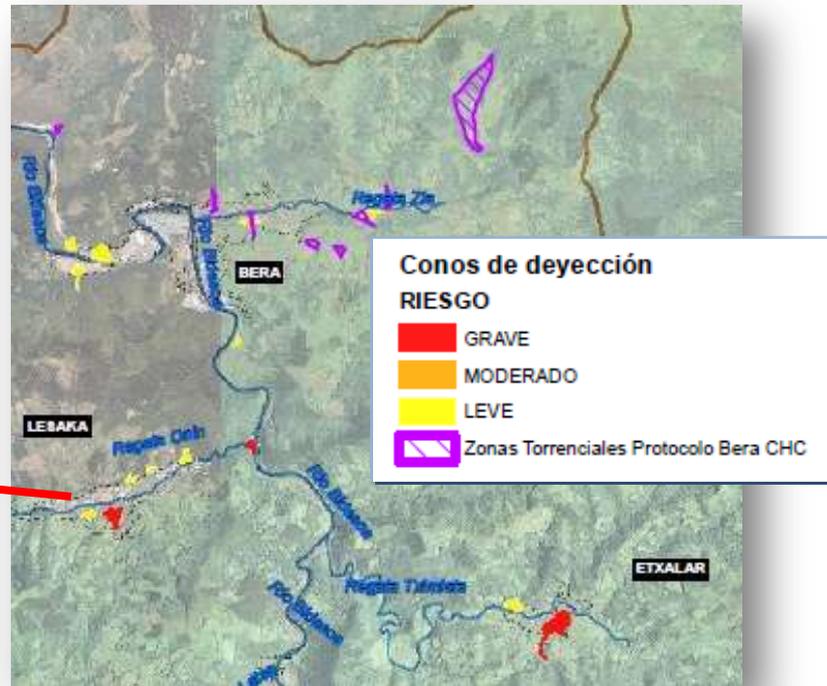
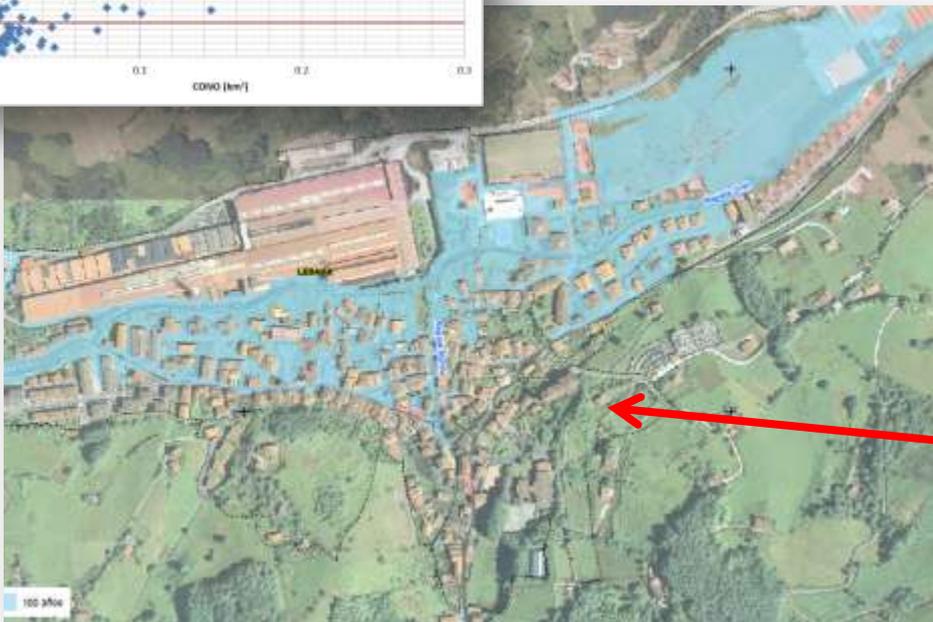
- **Morfología y dinámica fluvial fluvial. Campo**
  - Cauce actual (bankfull)-DPH
  - Evolución en planta del cauce-
  - Perfil longitudinal
  - Incisión y acreción
  - Llanura aluvial
  - Territorio Fluvial



## 3.-CURSOS DE RÉGIMEN TORRENCIAL (FLUJOS HIPERCONCENTRADOS Y DEBRISFLOW). Abanicos fluviales



Umbral por cuenca de aportación. Daños potenciales  
63 abanicos identificados



RIESGO	BAZTAN	BERA	BERTIZARANA	SANTESTEBAN	ELGORRIAGA	ETXALAR	ITUREN	LESAKA	OITZ	SUNBILLA	ZUBIETA
GRAVE	3	0	0	0	1	1	2	2	0	0	0
MODERADO	7	1	5	0	0	0	2	0	0	1	0
LEVE	14	7	2	5	0	1	1	5	1	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

## 4.-ESTUDIO FORONÓMICO

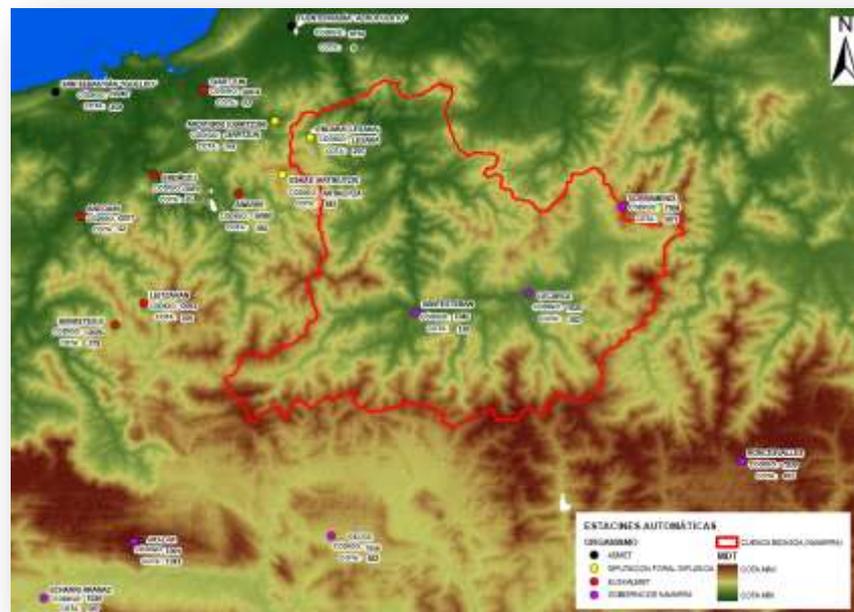
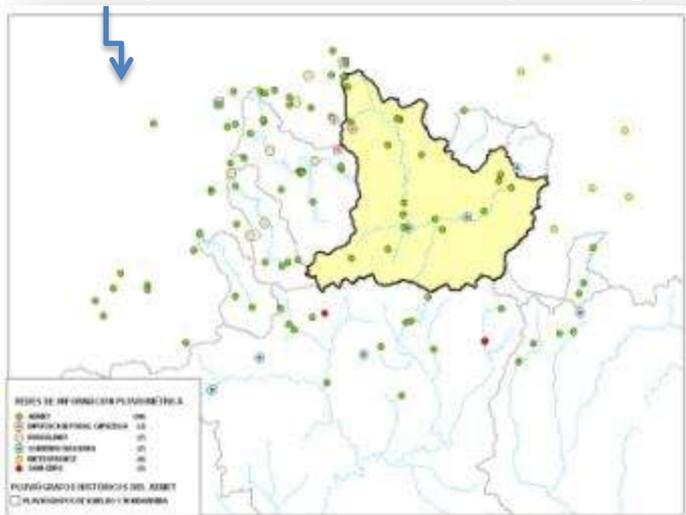
- Estaciones, ajustes y comparación con otras fuentes



Codigo	ESTRUCTURA	Coord_XX	Coord_YY	Fecha_inicio
N941	Baztán en Oharriz	617254.490	4777479.230	1985
N942	Ezkurra en Elgorriaga	606294.000	4776435.560	1995
N943	Zebeira en Mugaire	613110.650	4776502.800	2000
1106	Bidasoa en Endarlaza	603081.100	4794200.590	1969

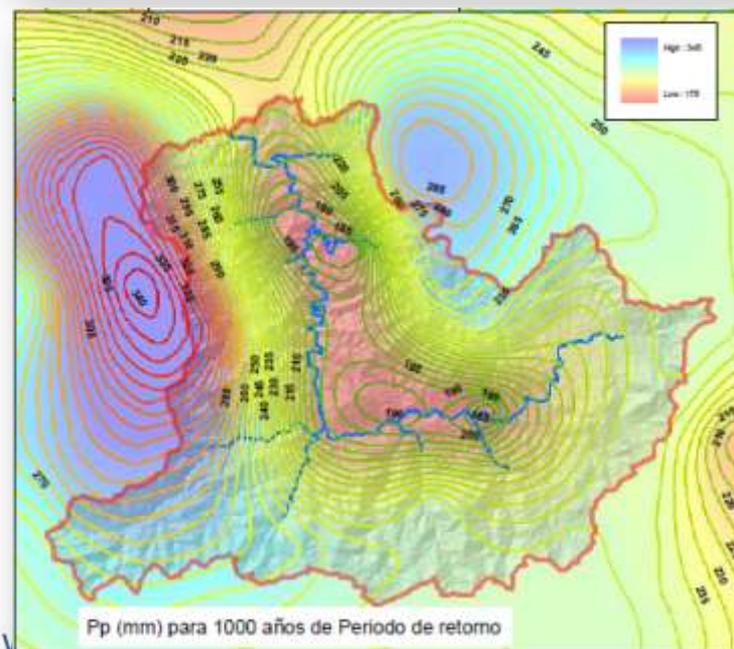
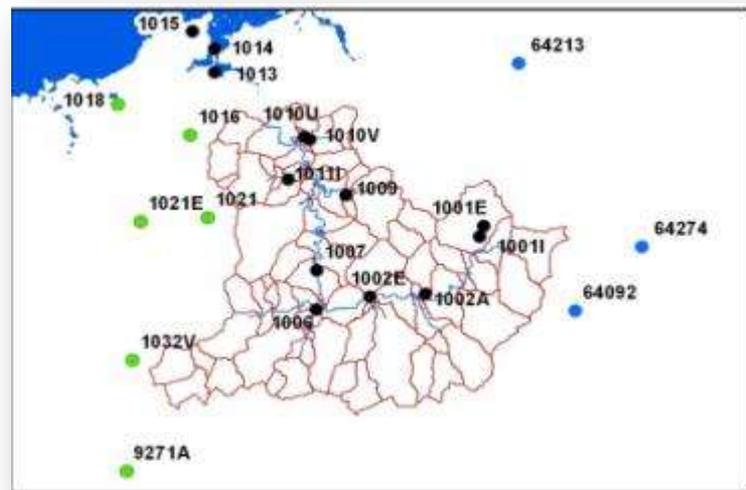
## 5.-DATOS PLUVIÓMETROS/PLUVIÓGRAFOS

- 102 pluviómetros 18 pluviógrafos →



## 5.- LLUVIA DIARIA

- Análisis de datos
- Ajustes a leyes de MÁXIMOS DIARIOS.
- **Análisis regional Lmomentos a 60 pluviómetros**
- **SQRT**
- Grupos
  - Interior de la cuenca
  - Recubrimiento Oeste
  - Recubrimiento Sur
  - Recubrimiento Este
- Cálculo de P para distintos Periodos de retorno
- Isohietas de Precipitación diaria

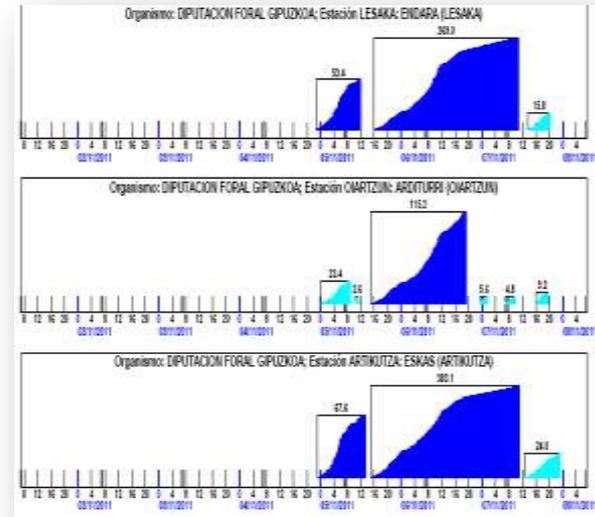


## 5.-DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA LLUVIA. ANÁLISIS DE TORMENTAS

- Análisis de tormentas
  - Separación de episodios
  - Clasificación de episodios en función de la lluvia total e intensidades según duración

Con la información histórica, estas gráficas y los criterios de:

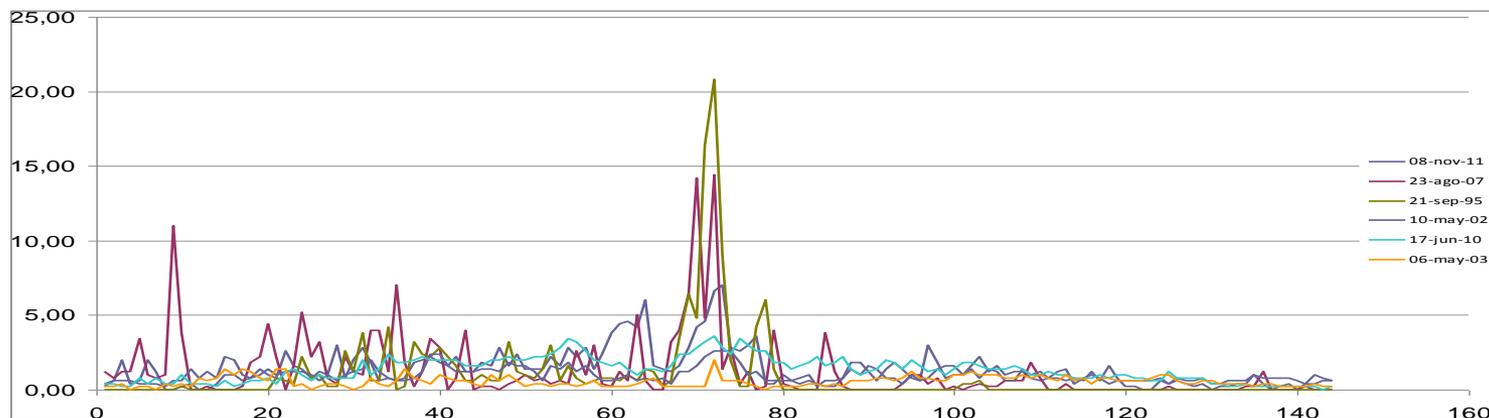
- valor acumulado
- intensidad 2h
- tipo de frente (mar-pirineos)
- mayores Precipitaciones



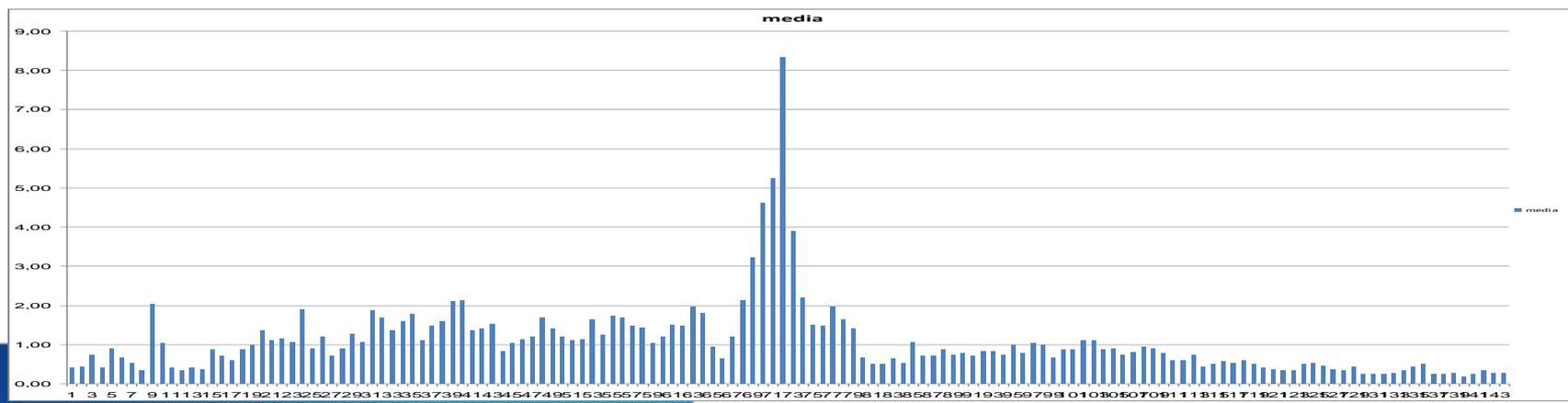
- **Episodios emblemáticos:** 06/11/2011; 18/09/63; 1983; 14/10/53
- **Episodios gran intensidad:** 20/09/95; 01/06/1997; 10/05/2002; 06/05/2003; 04/05/2007, 21/08/2007; 17/06/2010
- **Frentes de invierno:** 25/12/93; 01/12/2002; 24/01/2004; 11/03/2006; 12/02/2009

## 5.-DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE LA LLUVIA. ANÁLISIS DE TORMENTAS. HEC HMS

- Eventos para la calibración: 06/11/2011 4/05/2007, 11/03/2006
- Aguaceros de diseño. **2 PATRONES DE LLUVIA**
  - Hietogramas adimensionalizados en Lesaka Endara. Lluvia intensa

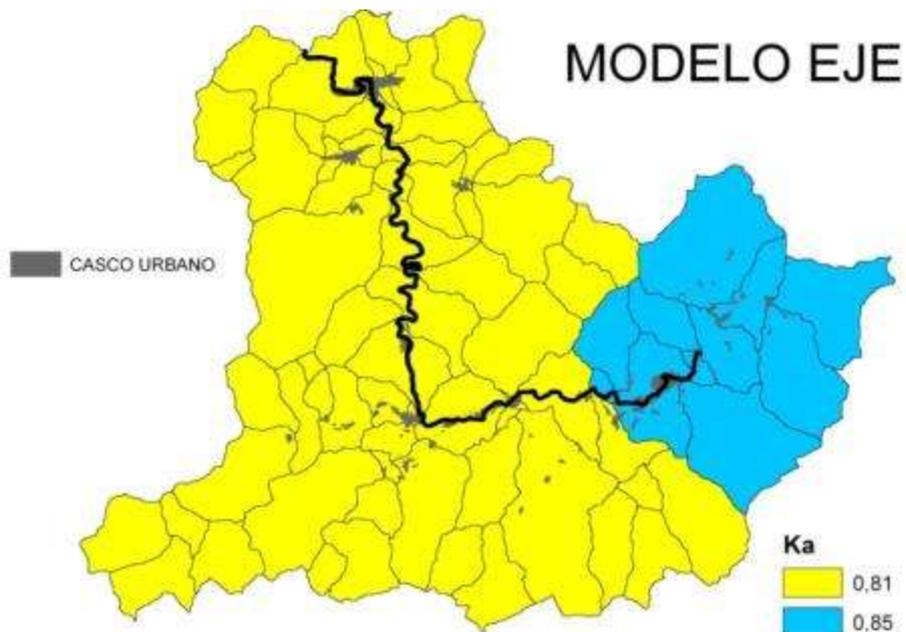


- Tormenta patrón en Lesaka Endara . Lluvia intensa

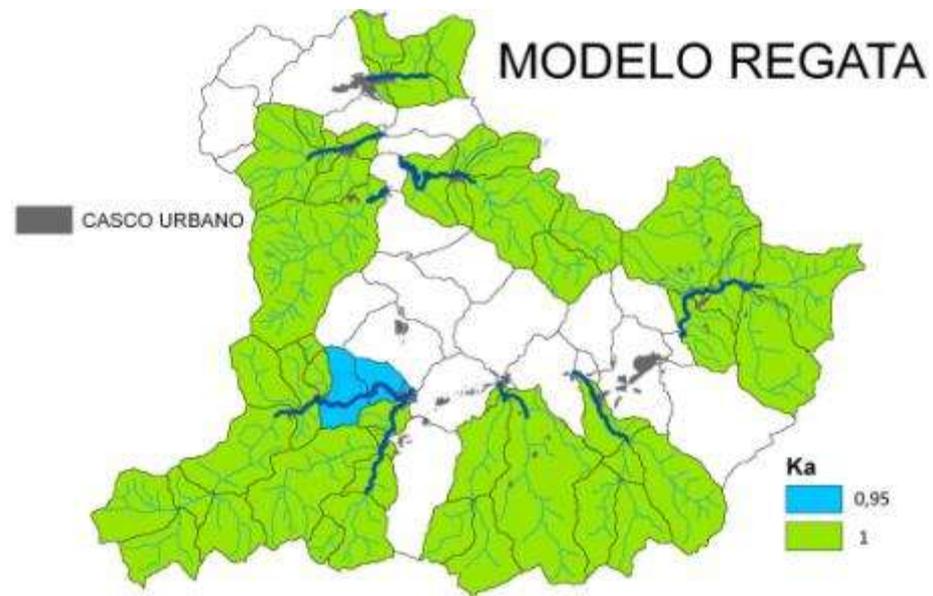


## 5.- MODELO PRECIPITACIÓN ESCORRENTÍA HMS

- Clasificación regata – río para la asignación de patrones
- Coeficientes de simultaneidad. Distribución espacial



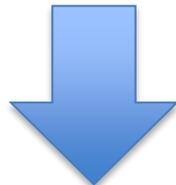
75 CUENCAS  
 2 PATRONES DE LLUVIA  
 5 COEF. SIMULTANEIDAD  
 8 PERIODOS DE RETORNO



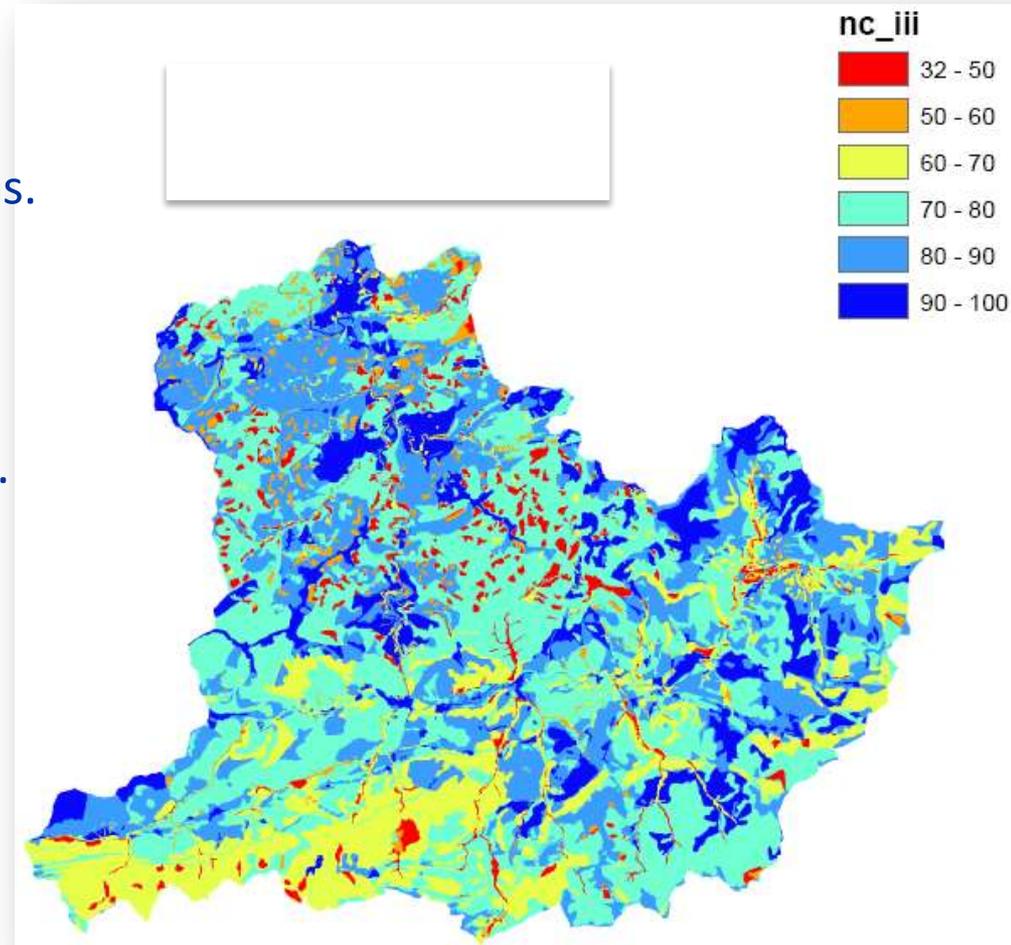
## 5.- MODELO PRECIPITACIÓN ESCORRENTÍA HMS.

### Función de lluvia neta

- Caracterización de las subcuencas.  
75 subcuencas, MDT 25x25
- Análisis de la pendiente del terreno.MDT 25x25
- Cubierta vegetal y usos del suelo.  
CORINE LAND COVER  
2006+Catastro Raster 5x5
- Geología e impermeabilidad. GN  
(1:25.000)

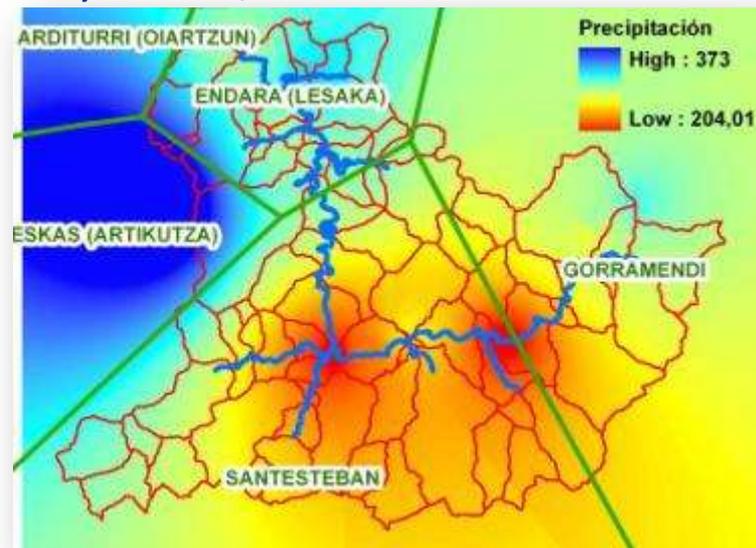
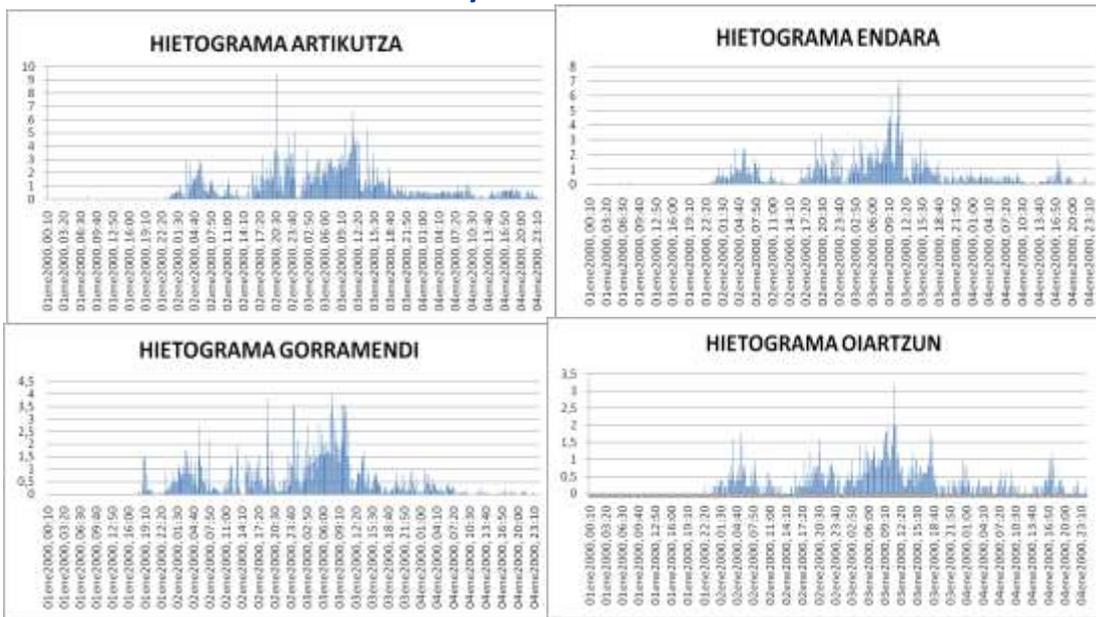


**NC**

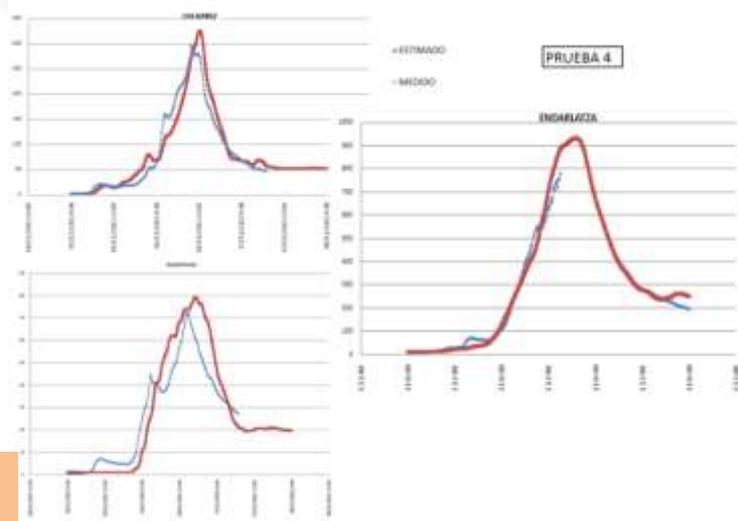


## 5.- MODELO PRECIPITACIÓN ESCORRENTÍA HMS

- Calibración y validación. **Noviembre 2011**, Mayo 2007, Marzo 2006



- Otros métodos Y COMPARATIVA
  - Zonas Inundables antecedente
  - CAUMAX del CEDEX.
  - Ajuste de la serie foronómica.
  - Método racional
  - Ábaco de caudales PHN



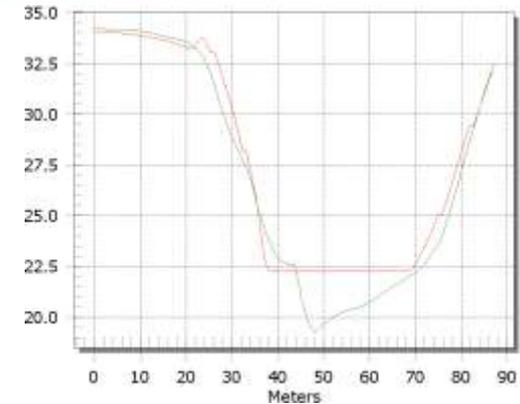
## 5.- DATOS DE PARTIDA

LiDAR 1x1

Batimétricas

Cartografía 1:5000

Campo



■ PERFILES BATIMÉTRICAS  
■ LIDAR\_corr

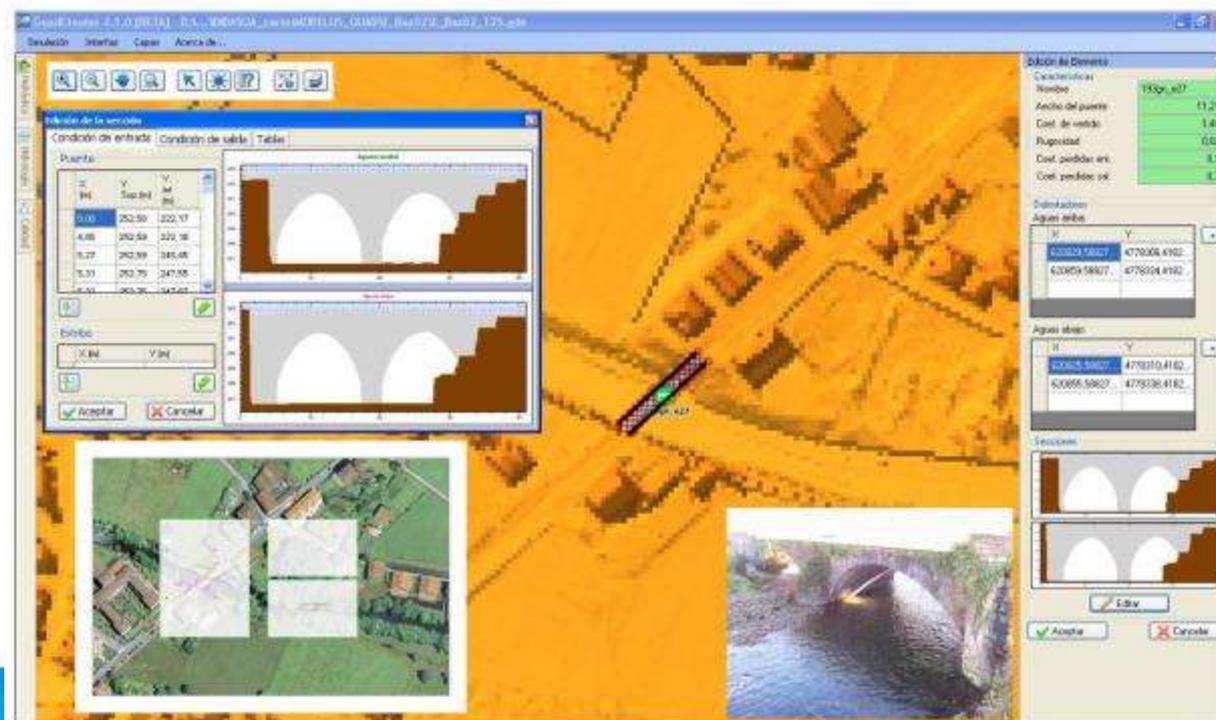
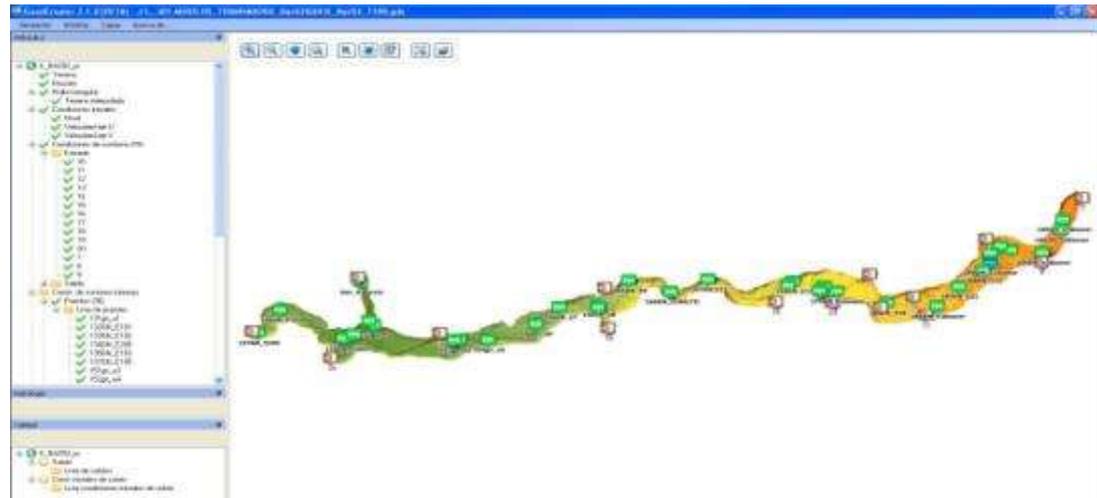




## 5.- Modelos hidráulicos. 110 km en continuo

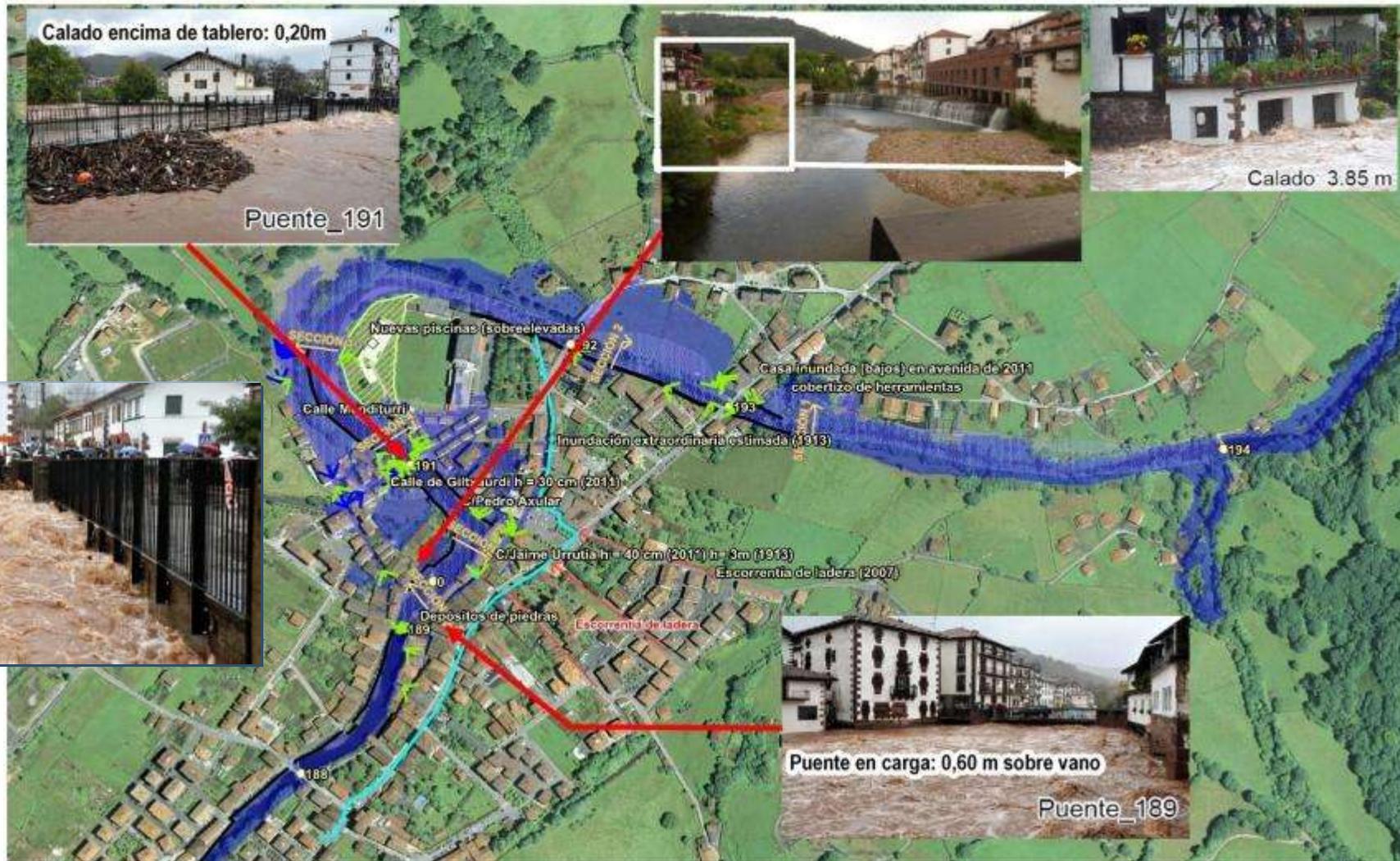
### MODELO HIDRÁULICO BIDIMENSIONAL GUAD 2D

- Condiciones de contorno en entradas: **90 entradas** (31 entradas hidrología HMS, 59 ajustadas). Salidas: solape mayor criterio Guía, luego flujo crítico
- Condiciones de contorno internas: Obras de paso transversal: **32 azudes y 152 puentes**



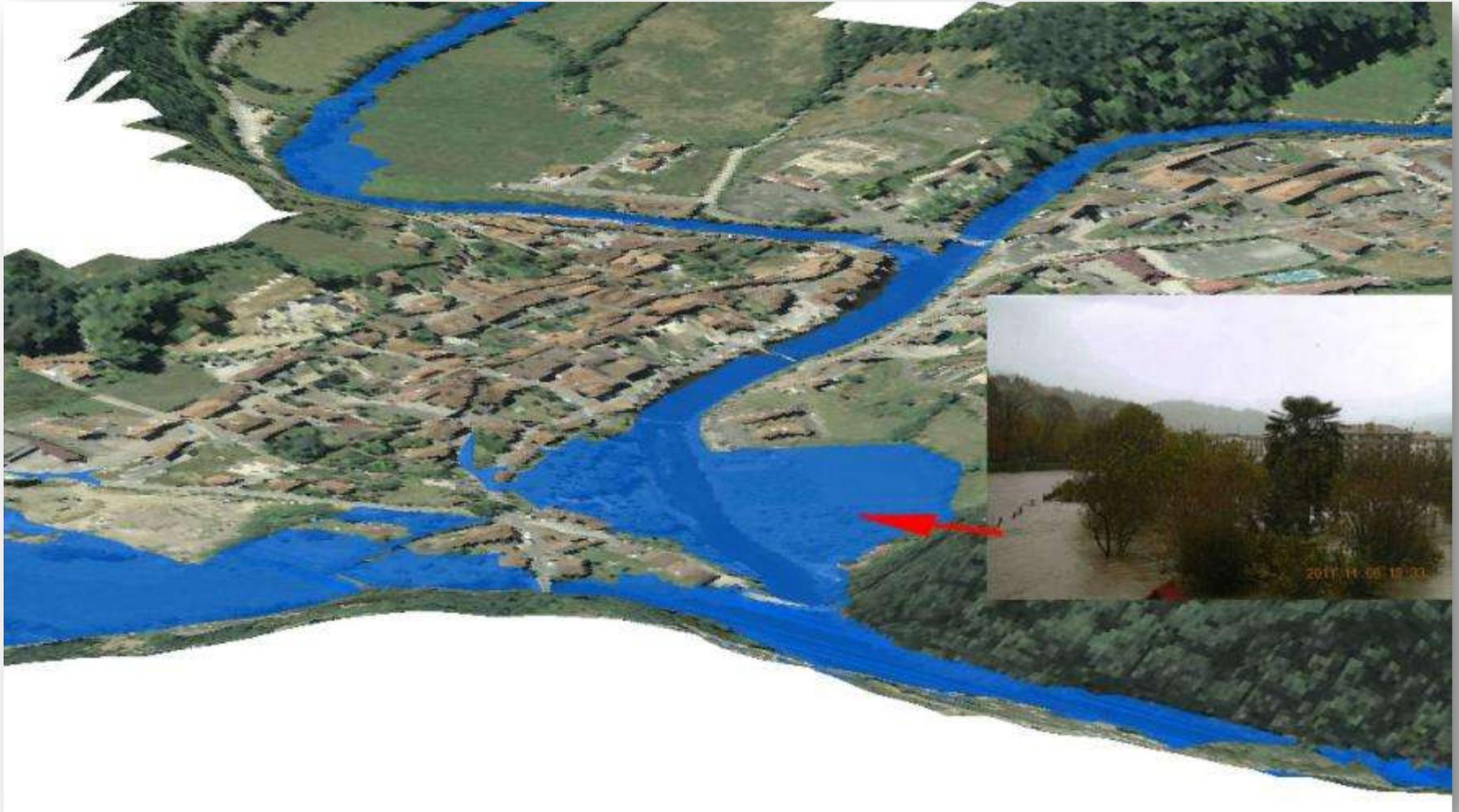
## 5.- Calibración Modelos hidráulicos. Avenida de 2011-2009-Q25

Simulación hidráulica y validación de resultados, 71 simulaciones. Elizondo

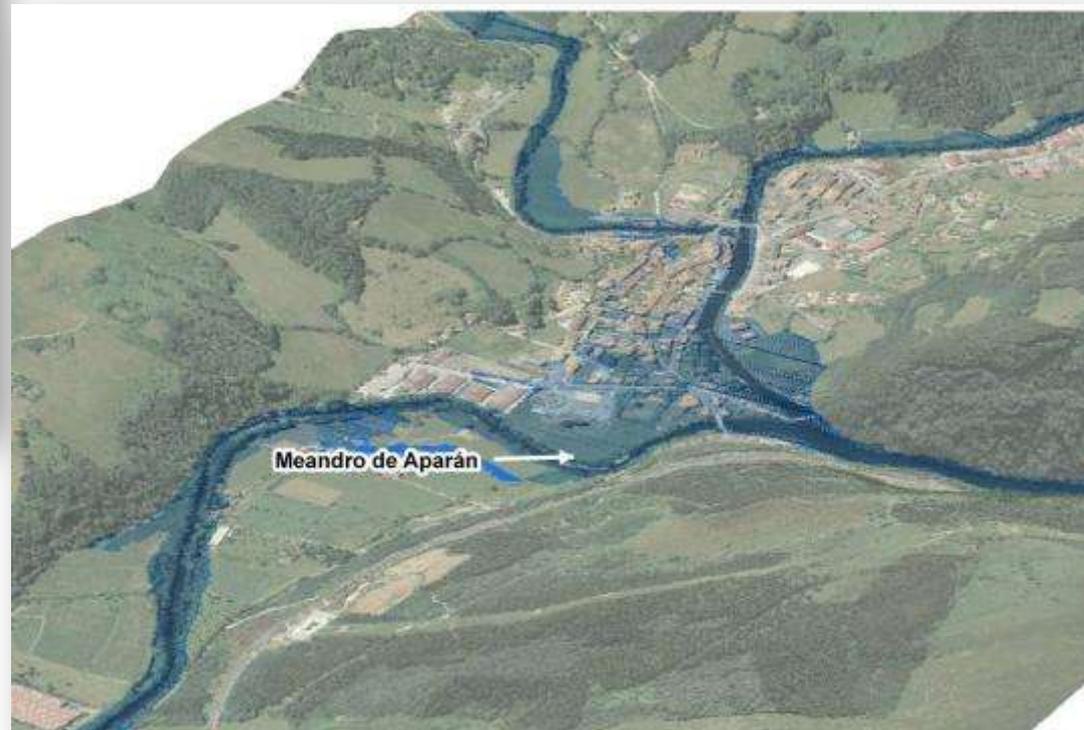


## 5.- Calibración Modelos hidráulicos. Avenida de 2011-2009-Q25

- Proceso de calibración. Santesteban



**5.- Validación Modelos hidráulicos. Avenida de mayo 2007 (en este punto entre Q10 y Q25). Dato Estudio de evaluación, gestión y ordenación territorial del riesgo de inundaciones en el municipio de Doneztebe/Santesteban**



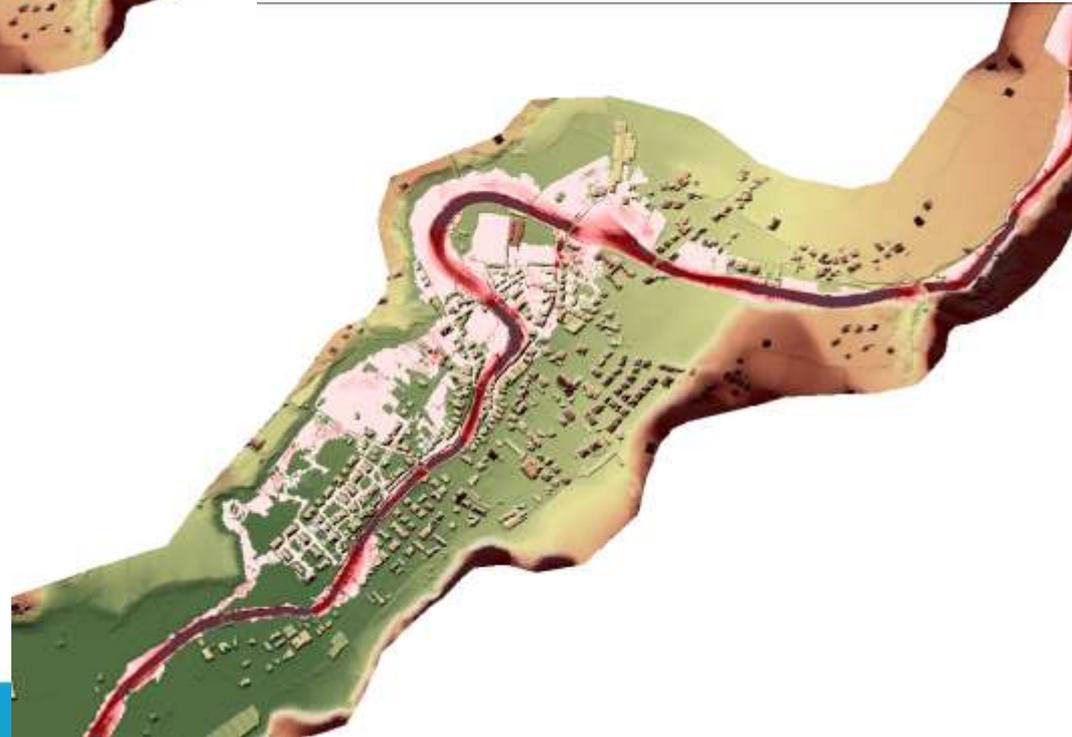
5.- Validación Modelos hidráulicos. Avenida de **mayo 2007** (en este punto entre Q10 y Q25). Dato Estudio de evaluación, gestión y ordenación territorial del riesgo de inundaciones en el municipio de Doneztebe/Santesteban.

Avenida de León Murgues



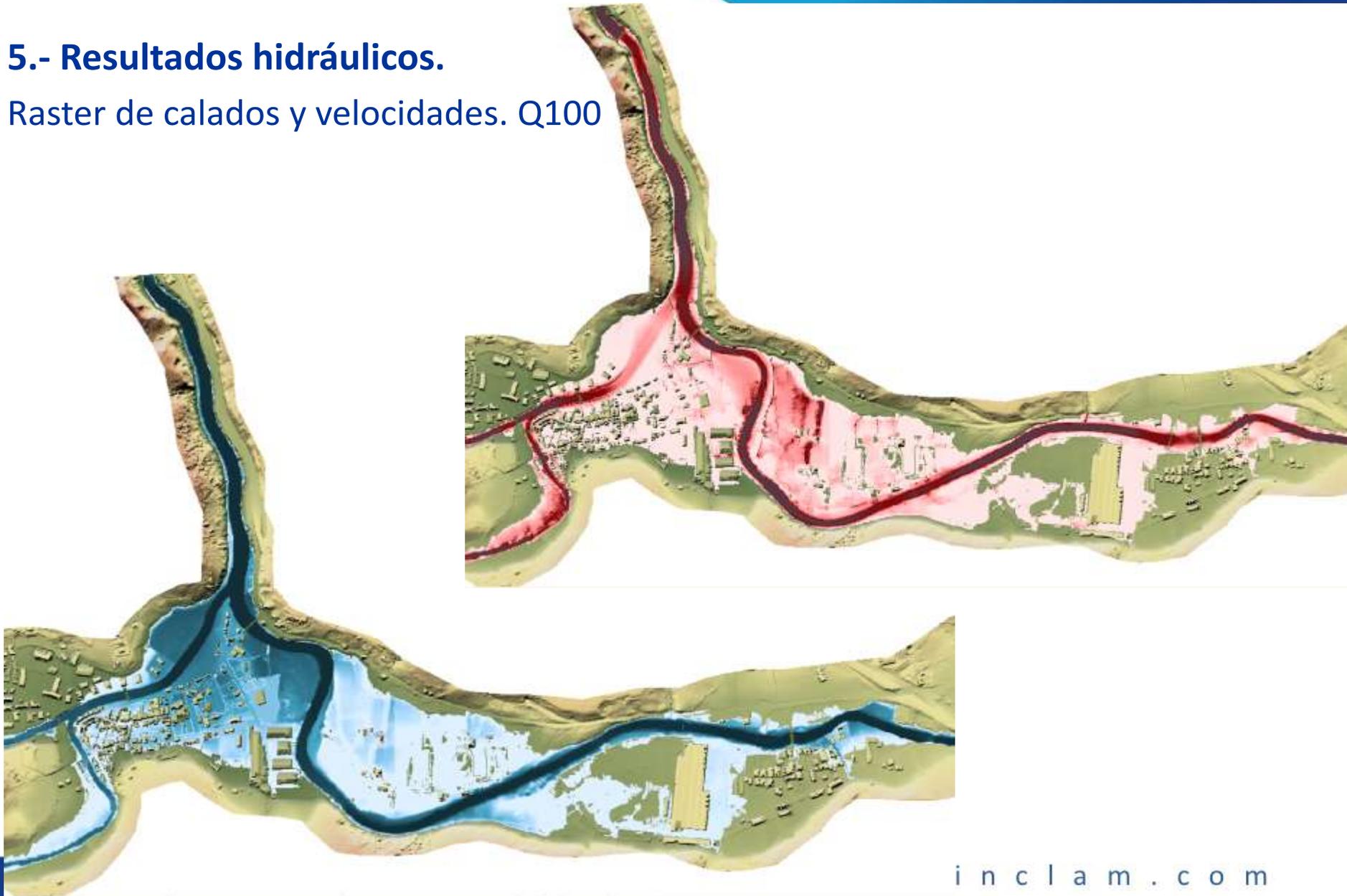
## 5.- Resultados hidráulicos. Mapas de peligrosidad. 7 periodos de retorno

Raster de calados y velocidades. Q100 . 112 simulaciones



## 5.- Resultados hidráulicos.

Raster de calados y velocidades. Q100

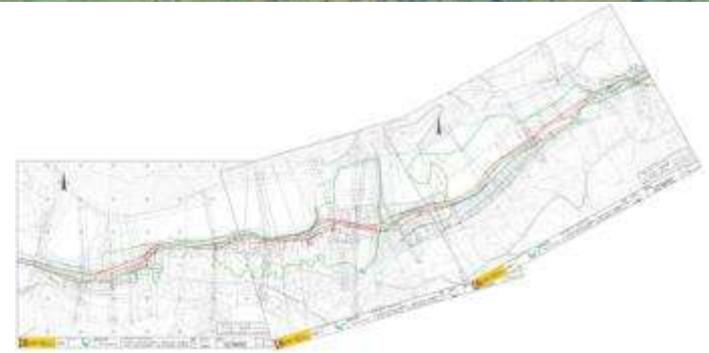
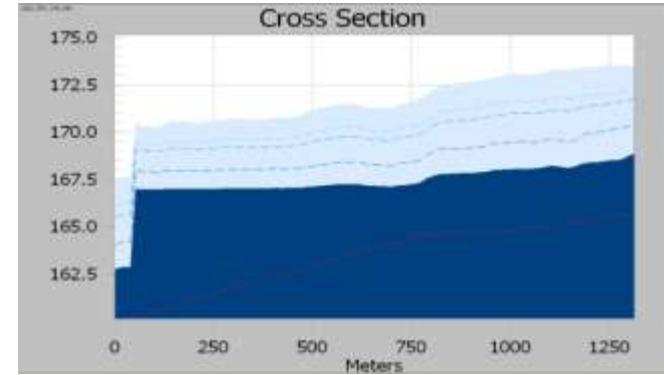


## 5.- Resultados hidráulicos.

- Análisis de resultados. San Tiburcio

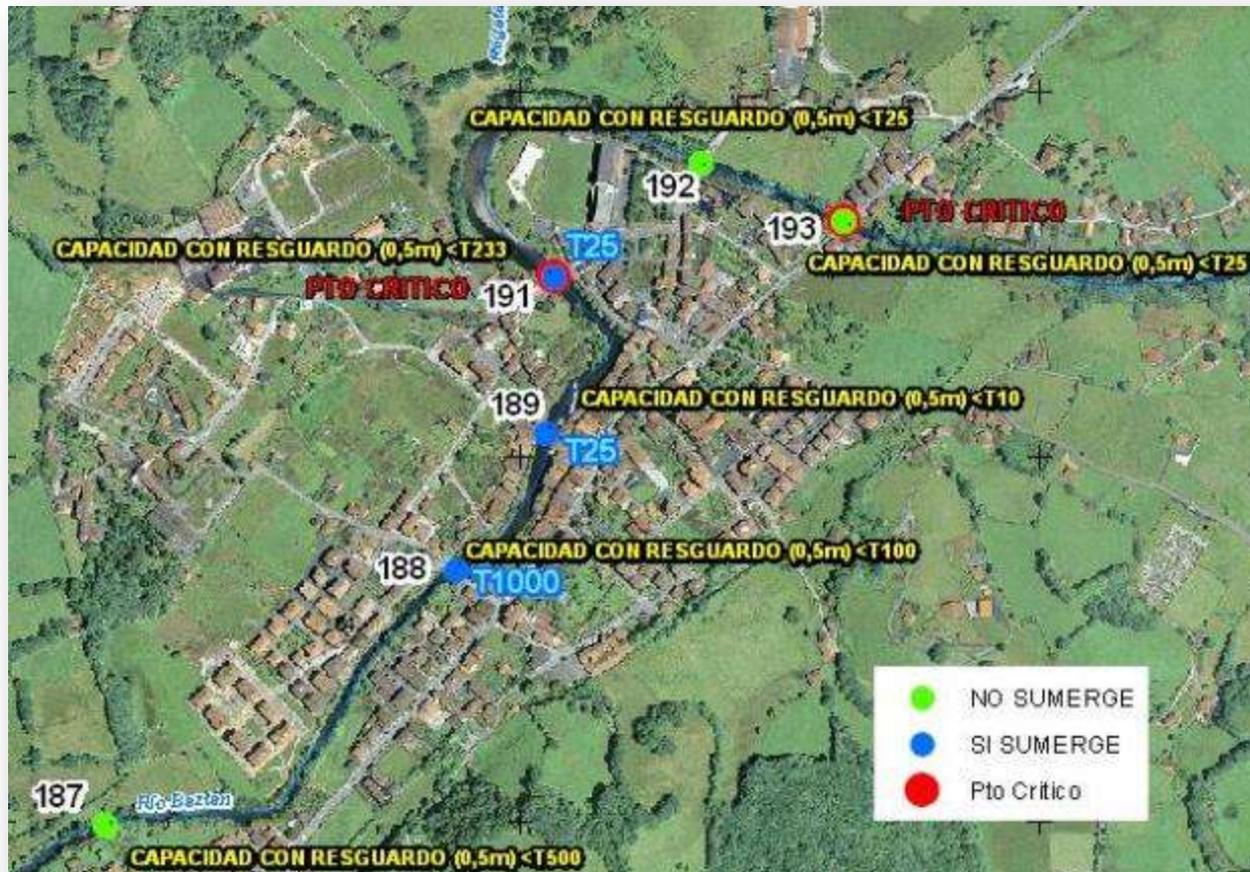


- Comparación otros estudios.  
Encauzamiento LESAKA



## 6.- Resultados hidráulicos. Análisis de las obras de fábrica

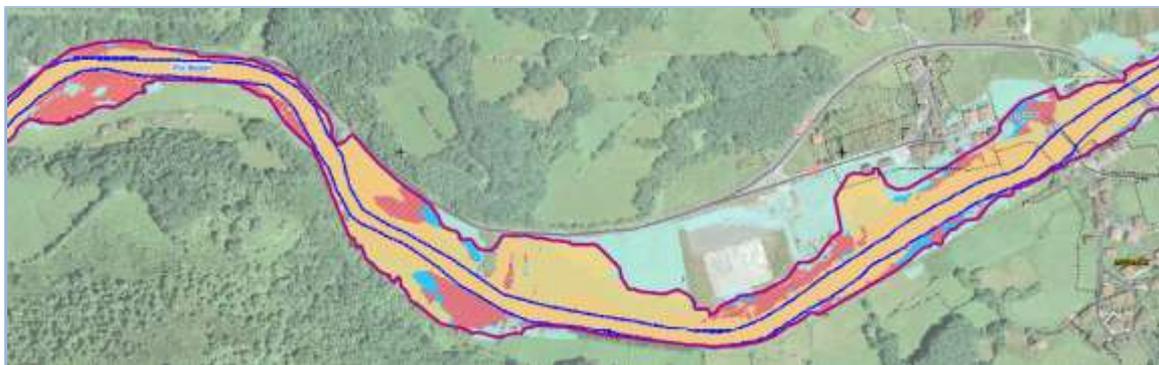
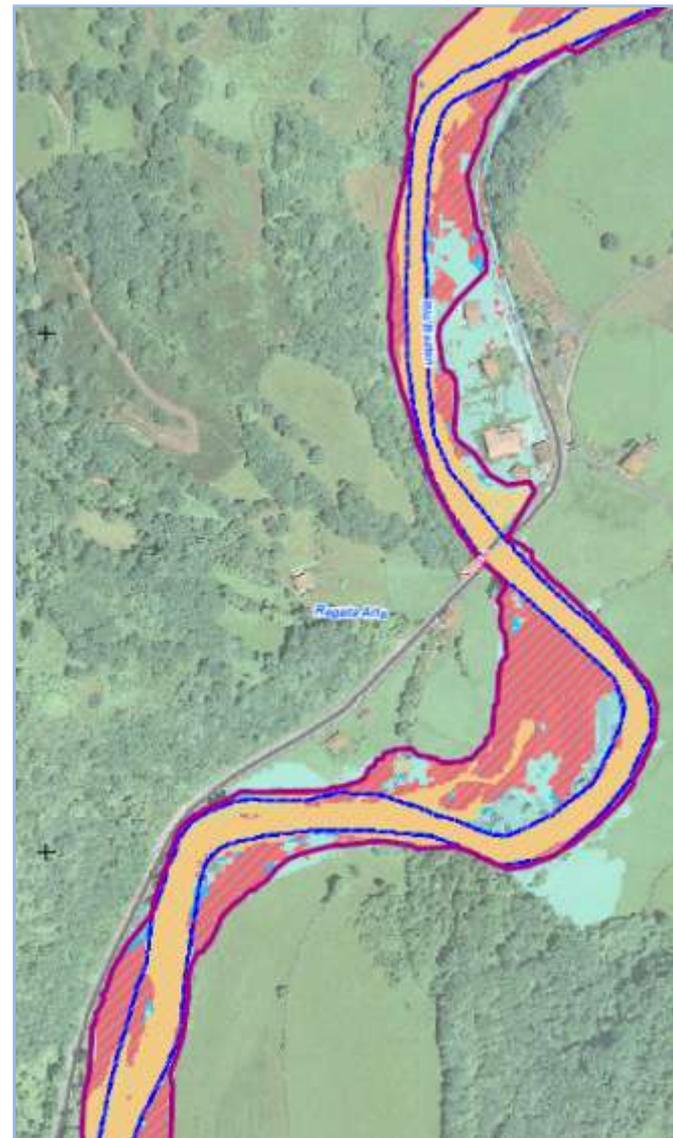
- 1.- Identificación de los puentes sumergidos y caudal asociado a frecuencia
- 2.- Capacidad considerando 0.5m de resguardo
- 3.- Identificación de puntos críticos



## 7.- Zonificación. ZFP

### ZONA DE FLUJO PREFERENTE

-  ZFP BIDASOA
-  VID BIDASOA
-  DPH Catastro
-  Calado >1
-  Velocidad >1
-  Veloc x Cal >05m2/s
-  Q100



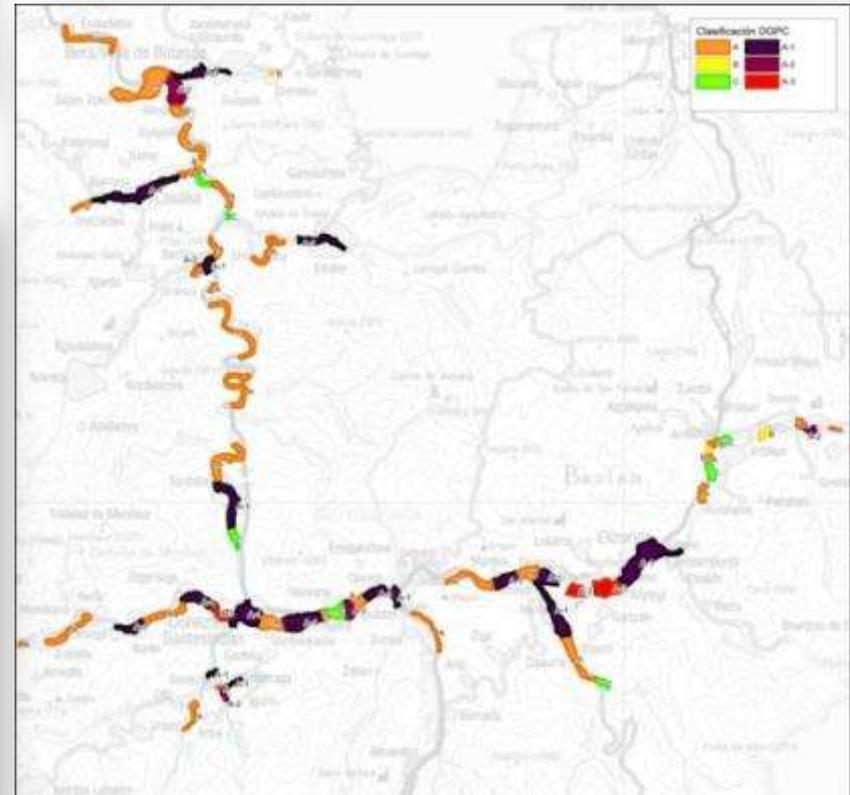


9.- RIESGOS

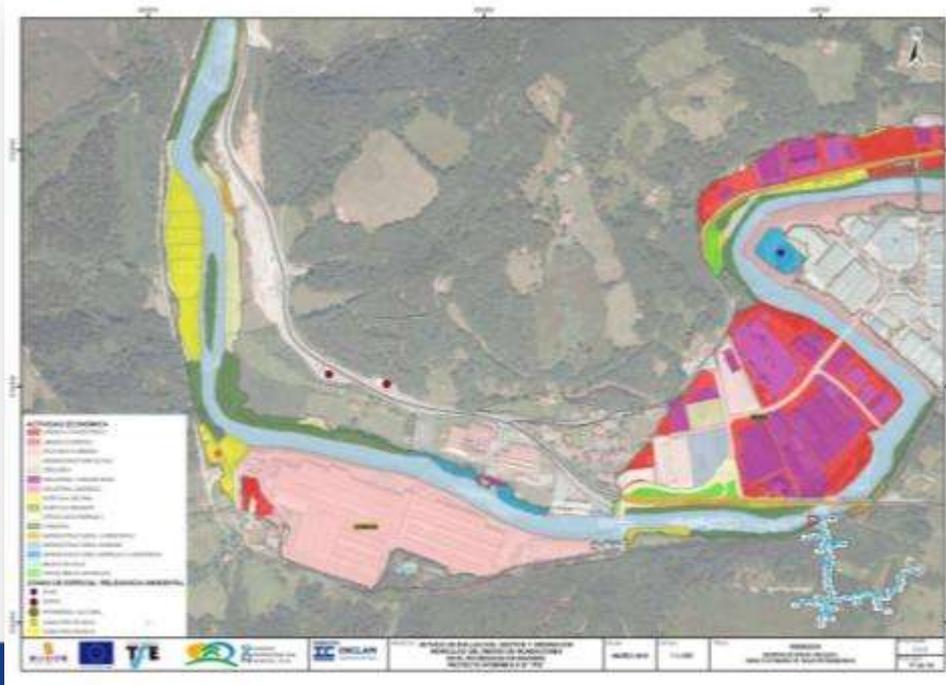
POT



Protección Civil. A1-A2-A3-A-B-C



DIRECTIVA 2007/60/CE Y RD 903



## 9.- RIESGOS.

### Directiva Inundaciones

En el análisis de riesgos es necesario entregar:

- **Número indicativo de habitantes** que pueden verse afectados.
- **Tipo de actividad económica de la zona que puede verse afectada.**
- Instalaciones contaminantes

### **Población afectada:**

- Se digitalizaron los contornos de las entidades de población PNOA.
- Se le asignó a cada entidad el dato de del Nomenclator
- Asentamiento disperso: densidad

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL MUNICIPIO	POBLACIÓN AFECTADA		
		RIESGO ALTO	RIESGO MEDIO	RIESGO BAJO
BAZTAN	7.958	971	1.717	2.344
BERA	3.761	347	721	1.255
BERTIZARANA	625	50	135	541
DONAMARIA	434	6	16	22
DONEZTEBE/SANTESTEBAN	1.659	763	966	1.016
ELGORRIAGA	208	12	19	27
ETXALAR	813	58	101	133
IGANTZI	634	15	26	30
ITUREN	511	14	22	196
LESAKA	2.812	771	919	1.127
OITZ	151	4	15	12
SUNBILLA	702	75	117	166
ZUBIETA	300	13	15	16

## 10.- Medidas

### Análisis de riesgos: **DIAGNOSTICO** sobre el efecto de las inundaciones

- **Objetivo específicos de las medidas:**
  - **Propuesta Batería de alternativas** que minimicen los efectos de las inundaciones
  - **Protección de núcleos urbanos** consolidadas, polos económicos e infraestructuras.
  - Recuperación de la **continuidad longitudinal** del sistema fluvial.

Las alternativas se han estudiado **en conjunto y a escala regional**, en la simulación hidráulica se han manejado escalas de mucho mayor **detalle**

- **Planteamiento**
  - identificar los criterios existentes en **normativas y directrices** sobre:
    - criterios sobre nivel de protección
    - criterios de diseño
    - criterios sobre los usos del suelo, etc.
  - identificar los **condicionantes territoriales** existentes:
    - Urbanísticos y sociales
    - Funcionales y administrativos
    - Ambientales
  - identificar los **objetivos de seguridad o el nivel de eficacia consistente**. No hay que olvidar que se parte de estructuras territoriales y urbanas, en algunos casos ancestrales, **heredadas** de otras planificaciones.

## 10.- Medidas

- **Condicionantes de la cuenca del Bidasoa**
  - **Expansión urbana en el valle aluvial y en los abanicos fluviales de las regatas.** No existen áreas planas fuera de los valles.
  - **Las laderas tienen problemas de estabilidad.**
  - Problemas de **corte de flujo por cruce de carreteras** e industrias.
  - Condicionantes de los puentes: dejar exento el cauce implica vigas de mayor canto.
  - Condicionantes de carreteras. En las carreteras que corten flujos permitir que se inunden, salvo carreteras principales. Proteger taludes para evitar círculos de deslizamiento.
  - **Problemas de ordenación urbana de viales-puentes** debido a las transiciones y acuerdos verticales del trazado que sería necesario construir. Interrupción de los drenajes.
  - **Problemas con encauzamiento con muros. Interrupción de los drenajes naturales al cauce del flujo de ladera y regatas menores.**
  - Aporte de sedimentos significativos.
  - Además de los cascos urbanos y las carreteras, se han localizado **servicios** y varias actividades en **zona inundable**:
    - 2 depuradoras
    - Guardia Civil
    - Bomberos
    - Hotel
    - Propuesta de viviendas de protección oficial

## 10.- Medidas

- **Criterios básicos**
  - **Mínima intervención** y sólo para protección urbana, servicios, comercio e industria: control del desbordamiento.
  - **No se protegen los cultivos** ya que con ello se resta capacidad de laminación al cauce y de recarga al acuífero. Sin embargo se han conservado las motas existentes que protegen tierras cultivadas.
  - **Preservación y mejora de la calidad hidromorfológica** .
  - Mejora de la información y del conocimiento.
  - La actividad económica y humana se desarrolló prácticamente en su totalidad en el fondo del valle fluvial, por lo que se debe tener en cuenta que aquellas infraestructuras que corten el flujo, o bien se considera un drenaje completo en la llanura de inundación, o deben ser inundables para no producir curvas de remanso.
  - En esta fase el objetivo es paliar el riesgo actual y evitar en la medida de lo posible que se produzcan daños en un futuro próximo mediante la gestión de los usos del suelo y la emergencia

## 10.- Medidas

- **Criterios básicos de diseño**

- **No se consideran motas por ocupación** y por seguridad al proteger cascos urbanos en cauces que alcanzan **altas velocidades**.
- Muros de protección: se considera 0,5m de resguardo. Altura máxima de protecciones <2m por condicionantes sociales.
- Al ser un estudio a escala de cuenca, **no se ha realizado ningún cálculo estructural**. Los puentes y las protecciones de taludes de las carreteras para evitar **círculos de deslizamiento** deben ser calculadas en fases posteriores.
- **No se han considerado los flujos de ladera, ni todas las regatas** que llegan a los cauces de estudio, por lo que cualquier obra de protección en fase de proyecto, debe incluir métodos para poder drenar y no provocar un efecto barrera (clapetas, barreras móviles)
- Para obras de paso: Instrucción 5.2I-C de carreteras y Borrador del Proyecto de Plan Hidrológico del Cantábrico Oriental.

## 10.- Medidas

- **Estrategias de actuación en la cuenca del Bidasoa**
  - **Protección de márgenes o ampliación de la capacidad de desagüe del cauce:**
    - Encauzamientos: modificando la sección del cauce y ampliando su capacidad.
    - Motas o muros de protección de márgenes.
    - Dragado.
  - **Eliminación de obstáculos:**
    - Mantenimiento del cauce.
    - Demolición (puente, mota, edificio).
    - Rebaje o demolición de azudes.
  - **Mejora de la red vial:**
    - Ampliación de la capacidad de los puentes y ODT.
    - Modificación del trazado en alzado de algunos tramos de carretera inundable.
  - **Control de sedimentos:**
    - Vigilancia de barras en el cauce.
    - Control del aporte de sedimentos de regatas.
    - Control de la erosión local.

## 10.- Medidas

- Estrategias de actuación en la cuenca del Bidasoa
  - Medidas de Ordenación Territorial:
    - Gestión de los usos del suelo.
    - Autoprotección (Resiliencia).
  - Gestión del Riesgo:
    - Planes de emergencia.
    - Información a la población: Señalización (en aquellos puentes, vados u ODT que estén afectados) y comunicación en masa (reparto de trípticos, etc.).
    - Sistema de alerta temprana: vinculado a Protección Civil del Gobierno de Navarra, SAIH, CH Cantábrico y Municipios.
- **Resumen.**
  - Estudio de medidas a nivel municipal
  - 160 medidas, estructurales y no estructurales
  - Predimensionamiento, estudio hidráulico y de viabilidad de medidas estructurales. (34 simulaciones)
  - Obtención de las nuevas manchas de inundación resultante para 5 periodos de retorno. (9 simulaciones)

*Total de simulaciones a lo largo de todo el estudio: 230 simulaciones*

## 10.- Medidas

### Elizondo. Problemática, **DIAGNÓSTICO**

- Desbordamiento del río Baztán en ambas márgenes
- **Azud y puente de Txocoto**
- Restricciones a la anchura del cauce
- **El puente de Giltxaurdi (191) no tienen capacidad para el paso de caudales correspondientes a periodos de retorno altos.**



Puente 189 (Txocoto): Disminución de capacidad hidráulica por presión urbanística



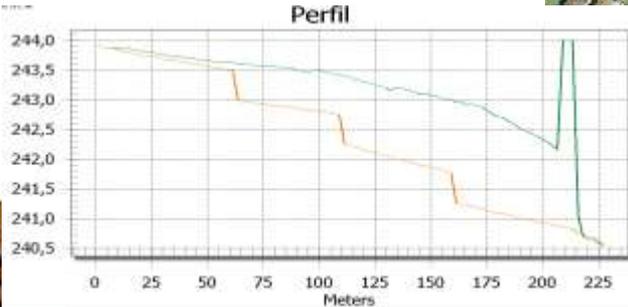
Puente 191 (Giltxaurdi): Sección insuficiente



## 10.- Medidas

### Elizondo. Medidas

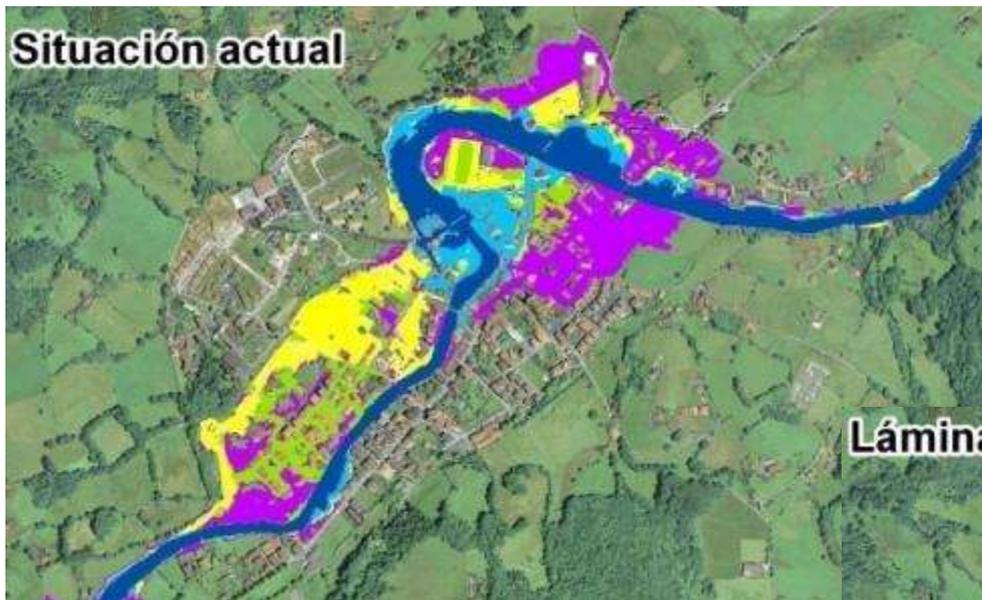
- Eliminación del azud de Txocoto y dragado del vaso.
- Sustitución del puente 191 (Giltxaurdi) considerando en simulación pasarela de 0,5 m de anchura de tablero.
- Eliminación del estrechamiento
- Estructuras de protección para el casco urbano
- Longitud total de 321,9 ml



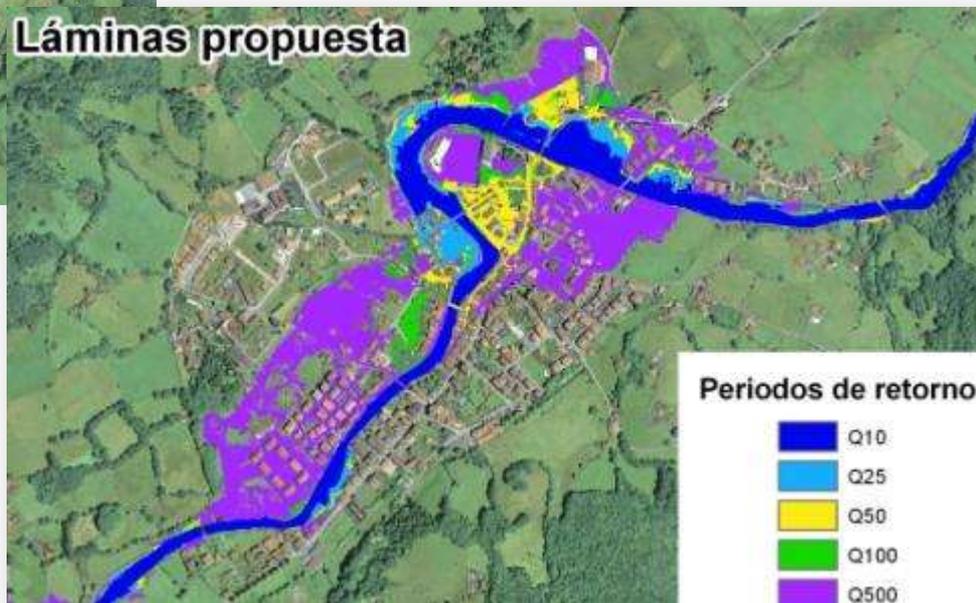
## 10.- Medidas

- Elizondo. Resultados

Situación actual



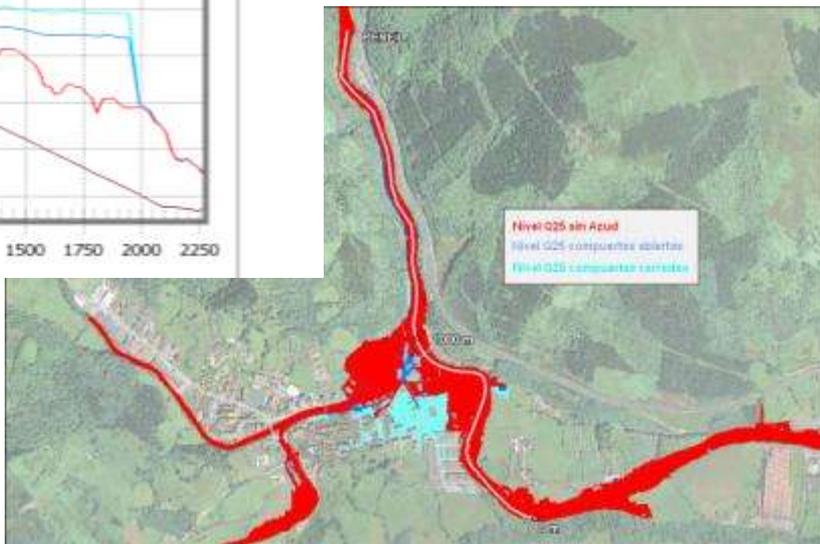
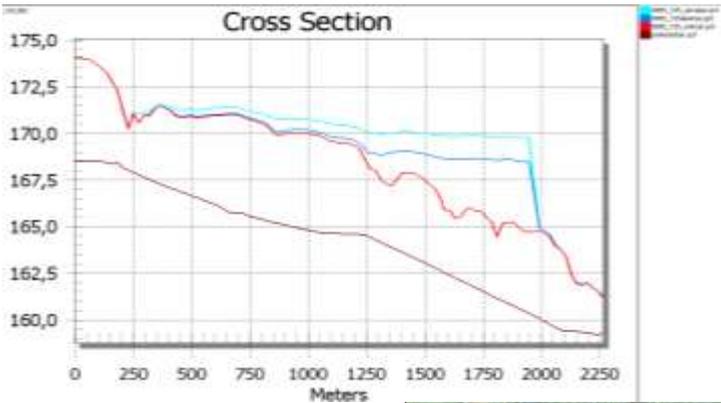
Láminas propuesta



## 10.- Medidas

### Santesteban. Problemática. **DIAGNÓSTICO**

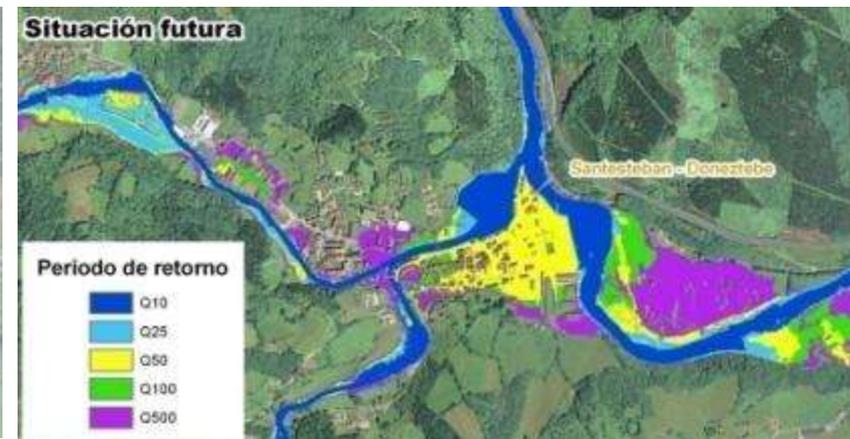
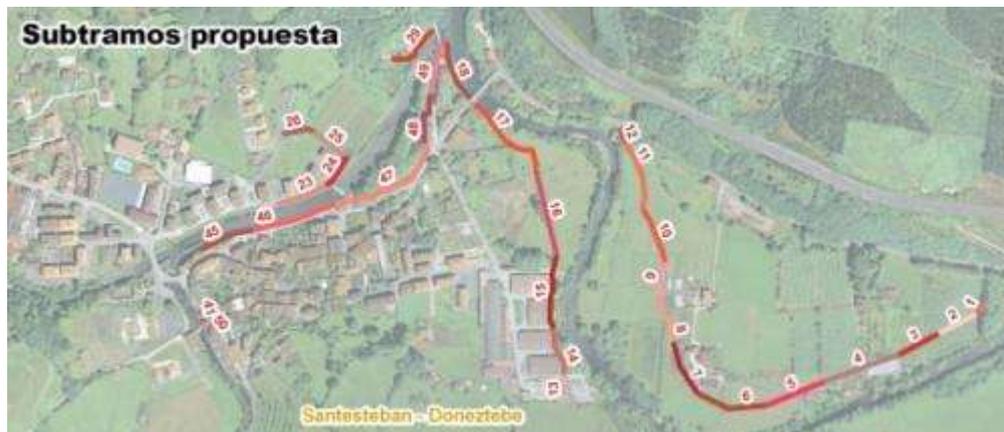
- Afección al casco urbano debido al desbordamiento en ambas márgenes de los ríos **Ezkurra y Ezpelura** y margen izquierda **del rio Bidasoa**.
- Influencia de la presa de **San Tiburcio** en los niveles de inundación en el casco urbano.
- Dinámica hidráulica de confluencias



## 10.- Medidas

### Santesteban. Medidas y resultados

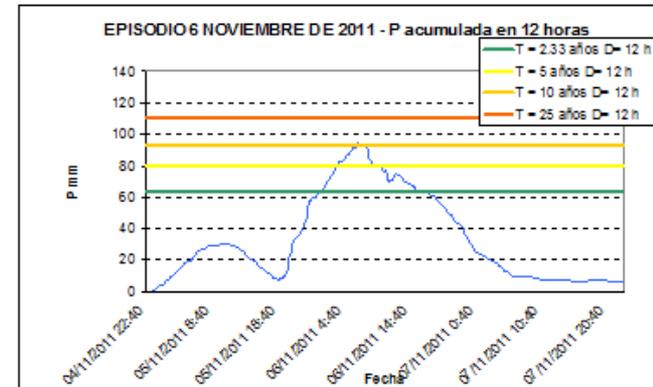
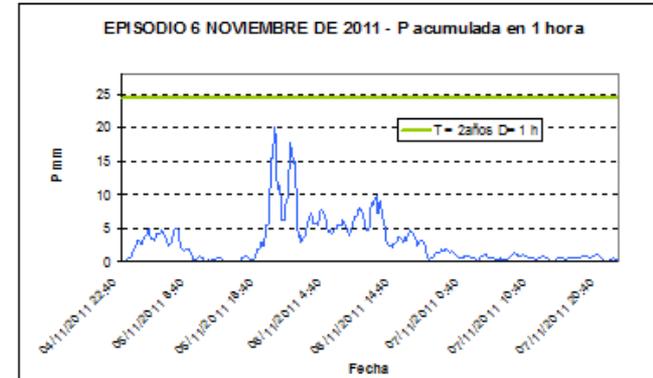
- Sustitución de la barandilla de la pasarela 132 para garantizar su permeabilidad.
- Protección para el río Bidasoa Q100.  
Longitud total 1.822,8 ml
- Protección ríos Ezkurra y Ezpelura Q25.  
Longitud total 1.025,9 ml
- Vigilancia de las confluencias.
- Normas de explotación (San Tiburcio)



## 10.- Medidas. SAIH-SAD.SAT

- Análisis de la precipitación a escala de punto

Umbrales

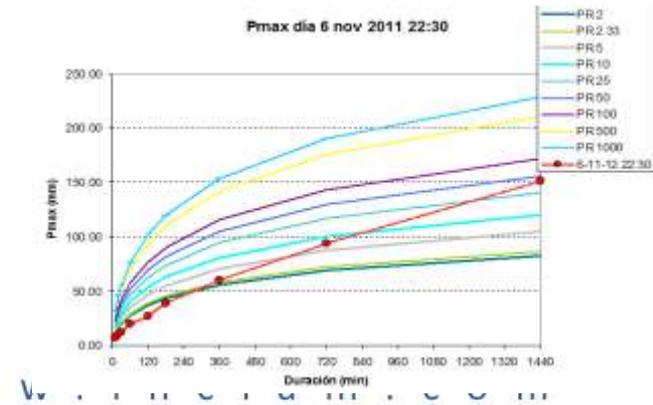
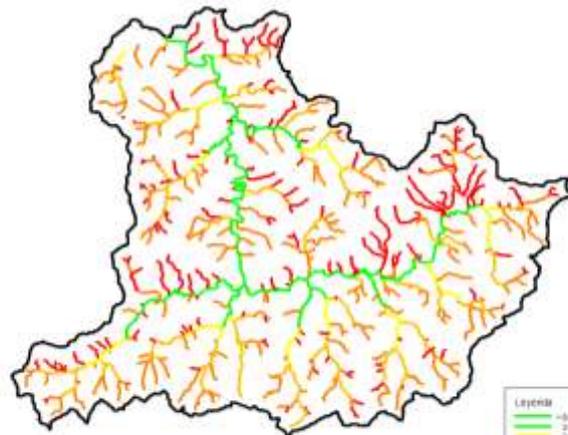


## 10.- Medidas. PC

Riesgos

Tc

Planes Municipales



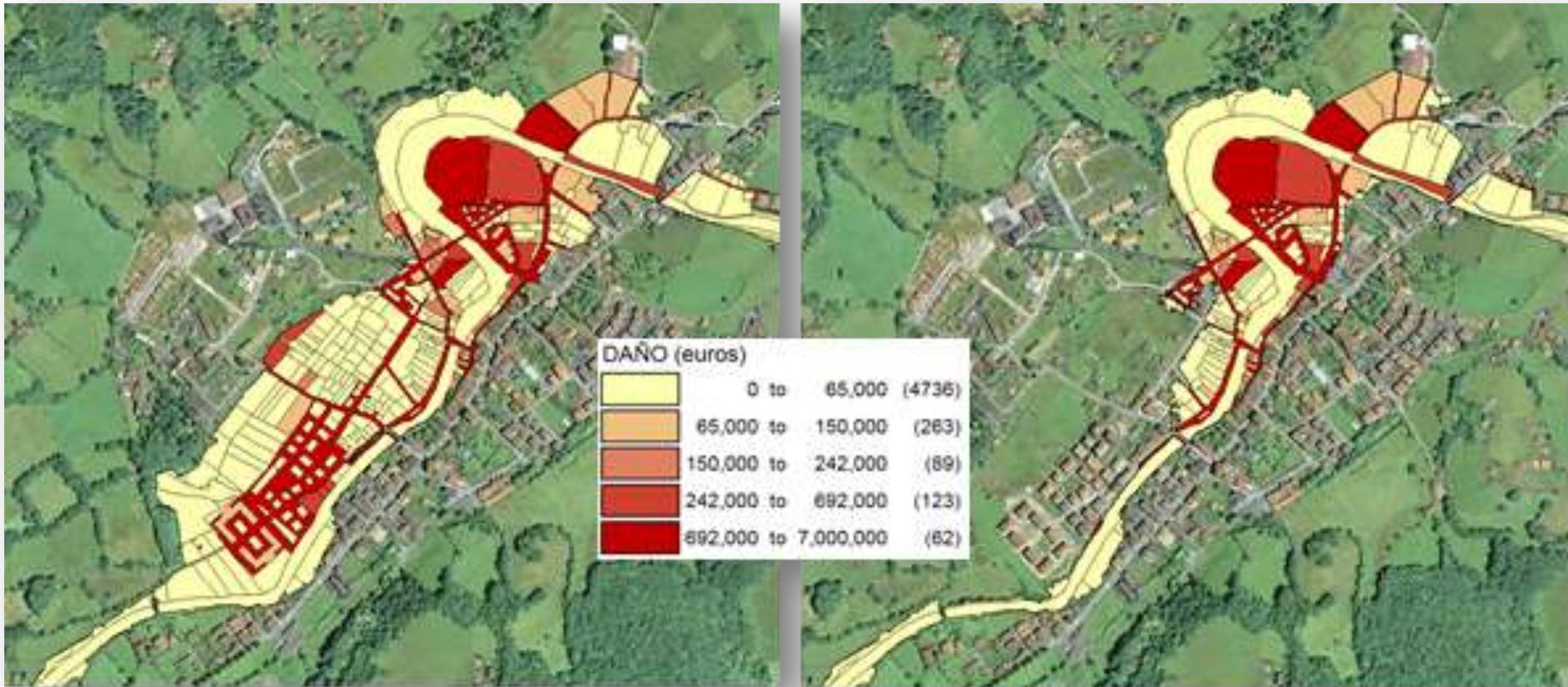
## 11.- Programas de Medidas

- PROGRAMA 1: Medidas de restauración fluvial. Total 10 medidas
- PROGRAMA 2: Medidas de mejora de las infraestructuras lineales. Total 13 medidas
- PROGRAMA 3: Medidas de predicción de avenidas. Total 7 medidas
- PROGRAMA 4: Medidas de Protección Civil. Total 34 medidas
- PROGRAMA 5: Medidas de ordenación territorial y urbanismo. Total 14 medidas
- PROGRAMA 6: Mejora del conocimiento. Total 10 medidas
- PROGRAMA 7: Control de la sedimentación y erosión local. Total 18 medidas
- PROGRAMA 8: Mejora de la resiliencia. Total 7 medidas
- PROGRAMA 9: Formación y comunicación. Total 4 medidas
- PROGRAMA 10: Gestión del Plan y Coordinación con otras Administraciones. Total 16 medidas
- PROGRAMA 11: : Medidas Estructurales y los estudios coste-beneficio que las justifican. Total 27 medidas

## 12.- Análisis coste-beneficio

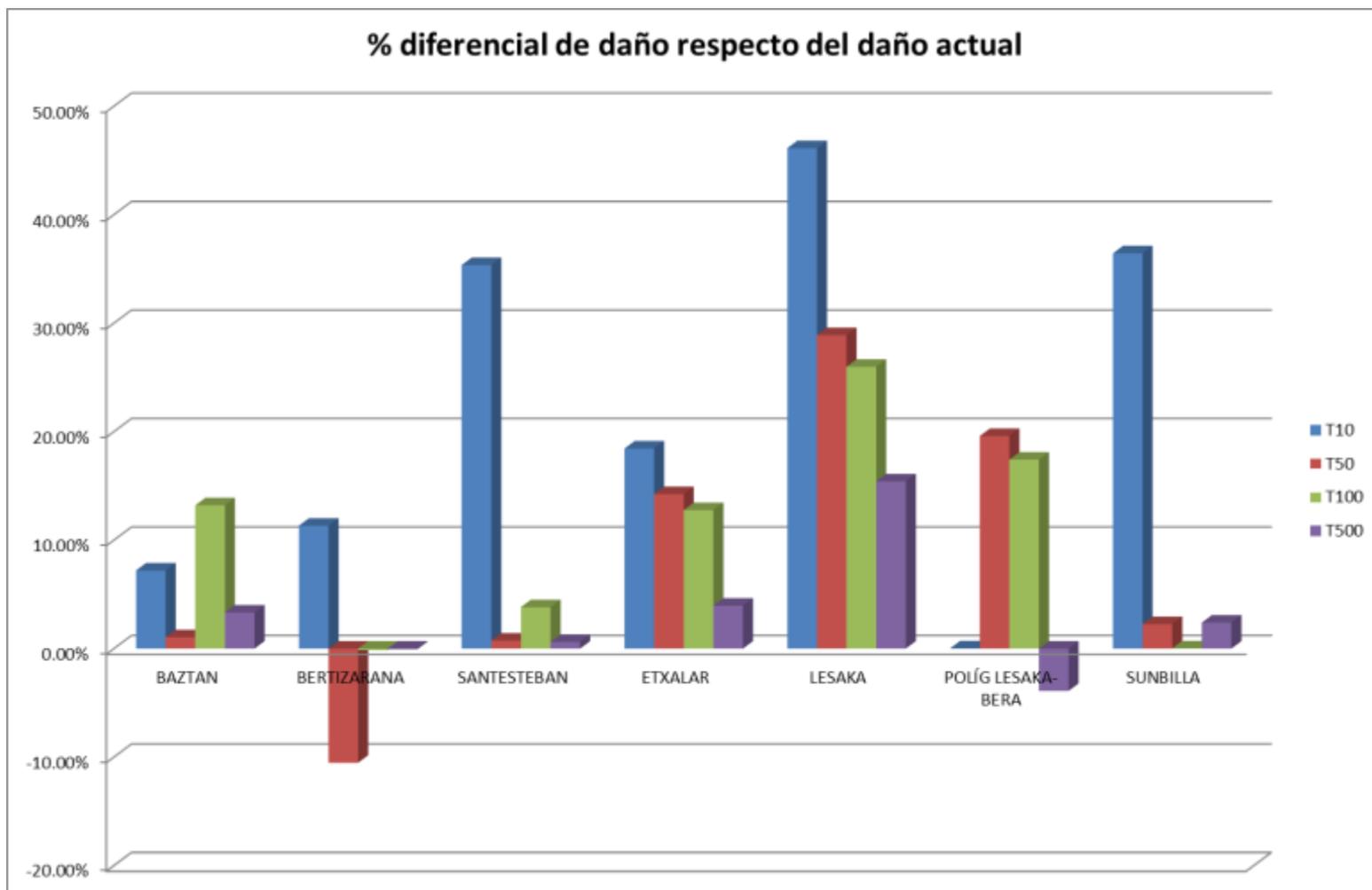
**Costes.** Presupuesto medida a medida por TTMM. 12,4 millones de €

Cálculo de daños según valoración por m2. **La diferencia son los beneficios**



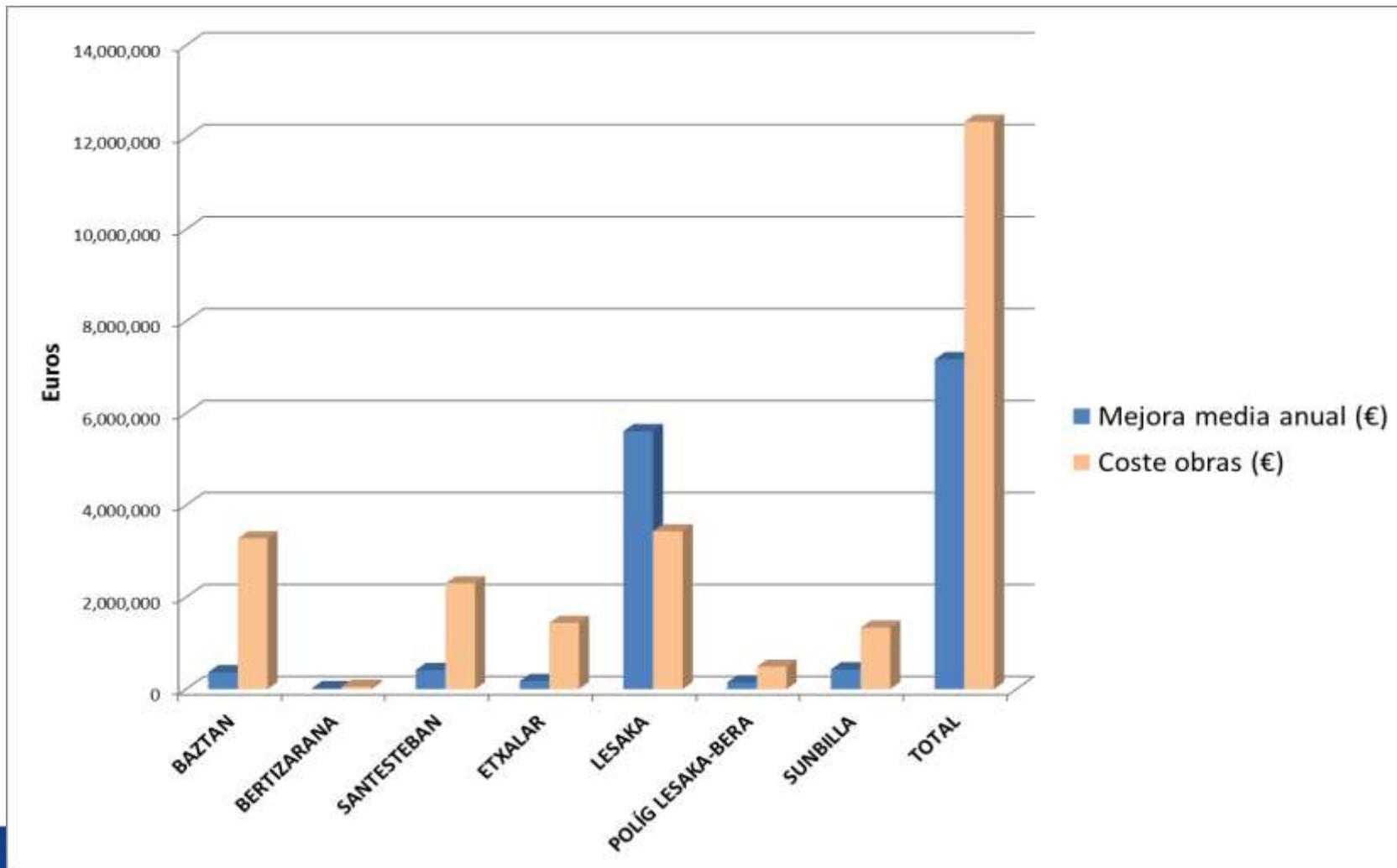
## 12.- Análisis coste-beneficio

- En porcentaje.



## 12.- Análisis coste-beneficio

- Comparativa del coste de las obras frente a la mejora media anual.
- **Recuperación de la inversión**



## 12.- Análisis coste-beneficio

- Vida útil de la obras de 50 años, Tasa de actualización (o coste de oportunidad del dinero) del 2,5%

MUNICIPIO	VAN (€)	B/C	TIR
BAZTAN	6.472.631	2,0	11%
BERTIZARANA	604.666	11,1	44%
SANTESTEBAN	8.831.015	3,8	18%
ETXALAR	3.219.356	2,2	12%
LESAKA	149.835.799	43,6	163%
POLÍG LESAKA-BERA	3.492.374	7,1	30%
SUNBILLA	10.493.895	7,8	32%
<b>TOTAL</b>	<b>182.949.736</b>	<b>14,8</b>	<b>58%</b>

<b>CRITERIOS DE SELECCIÓN</b>	<b>&gt; 0</b>	<b>&gt; 1</b>	<b>&gt; 2,5%</b>
-------------------------------	---------------	---------------	------------------

## 13.- Población afectada

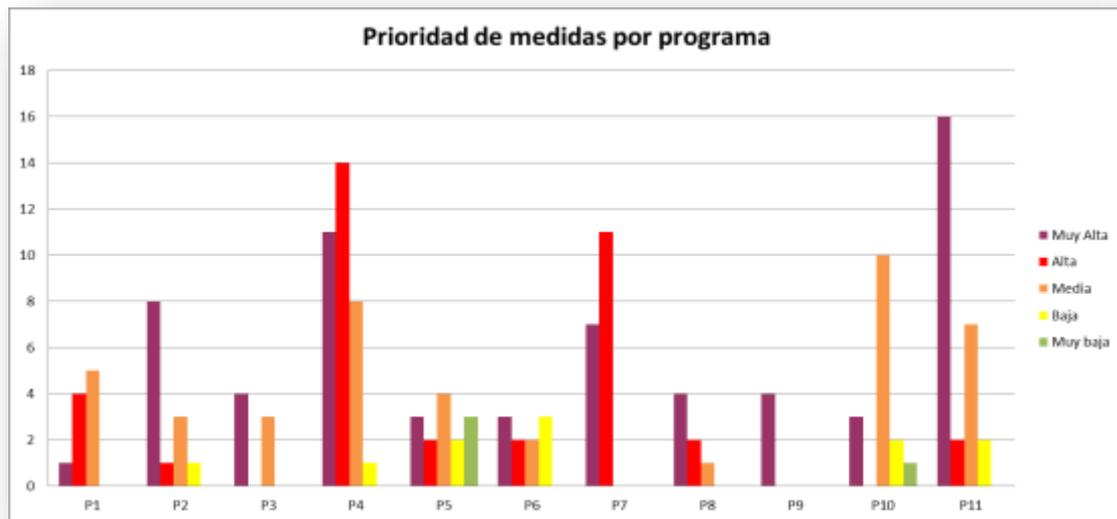
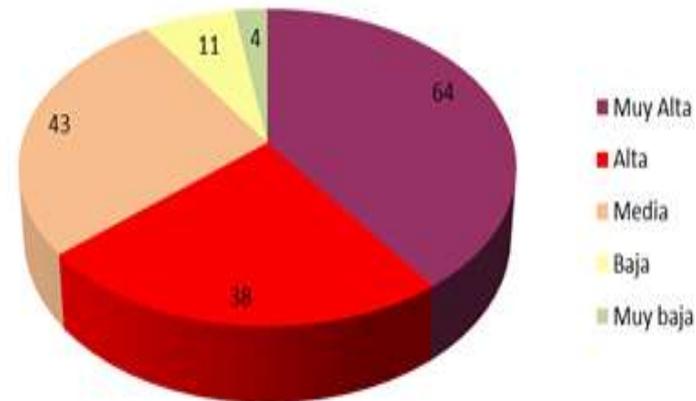
- Las medidas planteadas en todos los municipios son rentables, pero solo se analiza el valor de la actividad económica.
- Lesaka es el municipio más rentable económicamente
- Por población las actuaciones más interesantes son las realizadas en Elizondo y Extalar

## 14.- Nivel de prioridad

- Factores:
  - **Social: población beneficiada** por la implementación de las actuaciones.  
**Ambiental:** modificación de la masa de agua y tramitación Ambiental
    - **AFECTA LIC**
    - **TRAMO DE INTERÉS PISCÍCOLA**
    - **ESTADO ECOLÓGICO MASA AGUA**
  - **Eficacia:** nivel de seguridad alcanzado, **Económico:** costes, rentabilidad de la obra. **COSTE INVERSIÓN. VAN.TIR**
  - **Técnico:** vida útil de la solución. **SEGURIDAD ESTRUCTURAL, TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DE LA ONDA DE AVENIDA**
  - **Administrativo,** no hay que olvidar que intervienen números responsables en la ejecución de las mismas
- Hay que añadir a estos factores:
  - Las posibilidades de **financiación** de cada una de las medidas y plazo de la misma.
  - Las **medidas ya incluidas en otros Planes. PROYECTO/PLAN/PROTOCOLO**
  - Las medidas que deben **necesariamente** ser implementadas **a la vez para que el conjunto funcione.**

# 14.- Nivel de prioridad

Nivel	Puntaje
muy alta	100
alta	80
media	60
baja	40
muy baja	20



## 15.- Indicadores de seguimiento

## 16- Conclusiones

- Con la configuración actual queda **poco por hacer**. Casi todas las actuaciones prácticamente tienen entidad de modificación urbana.
- De todas las soluciones la más clara es Lesaka pero es posible que la pluviometría esté mayorada. En **Santesteban, Elizondo y Bera las medidas son excepcionalmente complejas**. Las protecciones en Legasa y en el polígono de Bera/Lesaka provocan una **sensación de falsa seguridad y un riesgo residual** que es necesario estudiar con perspectiva.
- **Revisión de beneficios y costes**
- **A los viales se les unen los problemas de inundabilidad con los geotécnicos**. Solución muy cara o bien no es posible encajarla en el trazado actual por problemas en los acuerdos verticales o bien provoca efecto barrera cortando el flujo y provocando riesgos aguas arriba.
- El **programa de gestión y coordinación con otras Administraciones** es el más importante a largo plazo.
- Se proponen **medidas de aumento de la resiliencia** en las zonas más recientes. Así como la formación e información para no perder la memoria histórica.
- Las medidas de **ordenación del territorio y las de Emergencia** probablemente sean las **más efectivas**. Debido a los cortos tiempos de respuesta y a la alta velocidad de viaje de la onda de avenida garantizar buenos resultados en cuanto a previsión de episodios pasa por mejorar el sistema (SAIH,Sad,SAT), es decir: base de datos, nuevos puntos de control, umbrales y SAD

# MUCHAS GRACIAS

## EQUIPO DE TRABAJO:

Gloria Robles (GN- GANASA)  
César Pérez (GN)  
Fernando Mendoza (GANASA)  
Javier Castiella (GN)  
Javier Domínguez (INCLAM)  
Martín Rodríguez (INCLAM)  
Miguel Ángel Arrabal (HQA-INCLAM)  
Ana Castiella (INCLAM)  
Pau Roldán (HQA-INCLAM)  
Juan Pedro Martín Vide (UPC)  
Amparo Muñoz (INCLAM)  
Elena Martínez (INCLAM)

ELENA MARTÍNEZ BRAVO  
[elena.martinez@inclam.com](mailto:elena.martinez@inclam.com)

INCLAM

Tel: 91 574 91 07

[www.inclam.com](http://www.inclam.com)