

**ESTUDIO Y EVALUACIÓN DE LA
INUNDABILIDAD EN VITORIA-GASTEIZ**

Autores:

Amancay Villalba, Iosu Arambarri, Josu Castillo, Todor Martínez

Directora del proyecto:

Askoa Ibáñez González de Matauco

Marzo, 2012

Máster en gestión fluvial sostenible y gestión integrada del agua (III edición)

Universidad de Zaragoza

Proyecto Fin de Máster:

Estudio y evaluación de la inundabilidad en Vitoria-Gasteiz

Alumnos:

Amancay Villalba, Iosu Arambarri, Josu Castillo, Todor Martínez

Directora proyecto:

Askoia Ibáñez González de Matauco

*Zadorra, modesto río
pero bello y rumoroso,
río alegre y cantarín,
río manso, río hermoso;
en tus aguas se retrata
de los cielos el primor;
de los cielos de mi tierra
a la que tanto amo yo.*

*Tus aguas tranquilas
siguiendo su curso,
van por la campiña
bella sin igual;
los campos que riegas
tú los fertilizas
y es bello el camino
por donde tú vas.*

*Zadorra tranquilo
que vas hacia el Ebro,
¡cuánto en tus orillas
he soñado yo!;
tú has sido testigo
de la pena mía,
tú has sido testigo
de mi loco amor.*

Cancionero popular, Alfredo Donnay

ÍNDICE

0. Presentación y objetivos	6
1. Introducción general	8
1.1. Vitoria-Gasteiz: Contexto general	8
1.2. Red fluvial del municipio de Vitoria-Gasteiz.....	15
1.3. Conceptos generales sobre inundabilidad.....	22
1.3.1. La gestión de las inundaciones	22
1.3.2. Tipos de medidas frente a las inundaciones	23
1.3.3. La gestión de la inundabilidad.....	25
2. Antecedentes.....	28
2.1. Definición de conceptos	28
2.2. Crecidas históricas y crecidas aforadas	29
2.2.1 Crecidas históricas	29
2.2.2 Crecidas aforadas.....	33
3. Análisis de la problemática de inundabilidad.....	36
3.1. La cuenca del Zadorra	36
3.1.1. Problemática asociada	36
3.1.2. Gestión realizada	38
3.2. Acuífero cuaternario de Vitoria-Gasteiz.....	42
3.2.1. Descripción y caracterización.....	42
3.2.2. Funcionamiento hidrológico.....	44
3.2.3. Problemática asociada	45
3.2.4. Gestión realizada	46
3.3. Los ríos del sur	54
3.3.1. Descripción y caracterización.....	54
3.3.2. Funcionamiento hidrológico.....	57
3.3.3. Problemática asociada	59
3.3.4. Gestión realizada	62
3.4. La cuenca del río Alegría.....	80
3.4.1. Descripción y caracterización.....	80
3.4.2. Problemática asociada	82

3.4.3. Gestión realizada	83
4. Alternativas y propuestas de actuación	86
4.1. Introducción.....	86
4.2. La gestión del acuífero	86
4.2.1. Redefinición del Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) en los sectores de Salburua-Arkaiate.....	87
4.2.2. Recuperación del agua de bombeo	89
4.3. Ampliación de la balsa de Zurbano	91
4.4. Renaturalización del río Alegría.....	94
4.5. Propuestas de actuación en los ríos de sur.....	97
4.5.1. Conexión de los ríos y trasvases.....	97
4.5.2. Recreación de lagunas y balsas de laminación	98
4.6. Gestión de los embalses Sistema Zadorra	104
4.6.1. Mejora de los sistemas de prevención	104
4.6.2. Reducción de la dependencia	105
4.6.3. Renegociar la curva de garantía.....	106
4.6.4. Realizar un desembalse preinvernal	111
4.7. Territorio fluvial	112
4.7.1. El concepto de territorio fluvial.....	112
4.7.2. Territorio fluvial en el Sistema Zadorra	114
4.7.3. Ampliación y seguimiento del territorio fluvial para el Zadorra....	121
5. Conclusiones.....	123
6. Bibliografía.....	130
7. Anexos	134
7.1. Anexo I: Crecidas aforadas anuales periodo 1951-2011	134
7.2. Anexo II: Áreas de compensación del territorio fluvial	138

0. PRESENTACIÓN Y OBJETIVOS

La realización del trabajo de investigación que se desarrolla a continuación se ubica dentro del Master de Gestión Fluvial Sostenible y Gestión Integral del Agua de la Universidad de Zaragoza y constituye el proyecto de fin de Master.

El grupo de trabajo que se ha encargado del desarrollo de este trabajo de investigación está formado por personas con diferente formación académica y experiencia en la gestión y participación, con un amplio conocimiento de la zona estudiada y con un claro interés y preocupación por los problemas de inundación que sufre la ciudad de Vitoria-Gasteiz. La interdisciplinariedad formativa y profesional ha enriquecido el contenido y enfoque del trabajo que se presenta a continuación.

Los objetivos perseguidos a través de este trabajo son los siguientes:

1. Analizar la problemática de inundabilidad de la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Para ello se ha considerado necesario caracterizar la zona de estudio desde diferentes puntos de vista (geológico, climático, etc.) y estudiar los antecedentes que contextualizan el trabajo de investigación realizado de forma previa sobre el objeto de estudio.
2. Conocer y evaluar la gestión realizada en cuanto a inundabilidad se refiere.
3. Proponer alternativas reales y viables para atenuar el problema de inundabilidad en la capital alavesa.

De este modo, la estructura del trabajo se ha organizado en torno a los objetivos planteados. En primer lugar, se parte de la presentación de una breve caracterización de la zona, para seguir aportando un estudio de antecedentes (de aquellos casos en los que se ha encontrado información disponible). Para abordar la problemática de inundabilidad de la ciudad, se ha estructurado su análisis en cuatro partes, realizándose una descripción del funcionamiento hidrológico de cada una de ellas y una evaluación de la gestión realizada hasta la actualidad y de mas medidas adoptadas, para terminar proponiendo una serie de actuaciones para hacer frente al problema presentado.

Tanto la evaluación de la gestión realizada como las alternativas propuestas desde el equipo de trabajo para la mitigación de la problemática de inundabilidad se han realizado bajo un enfoque de nueva cultura del agua, gestión integrada del agua y una ordenación territorial acorde con el grado de inundabilidad del territorio.

Como principal aportación que se desprende del trabajo podemos resaltar la presentación de alternativas para la gestión integrada de la problemática de la inundación en Vitoria-Gasteiz. Estas aportaciones ofrecen una visión general de la problemática analizada.

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 Vitoria-Gasteiz: Contexto General

El ámbito de estudio del trabajo que se presenta a continuación comprende los cursos fluviales que afectan al municipio de Vitoria-Gasteiz a su paso por la ciudad.

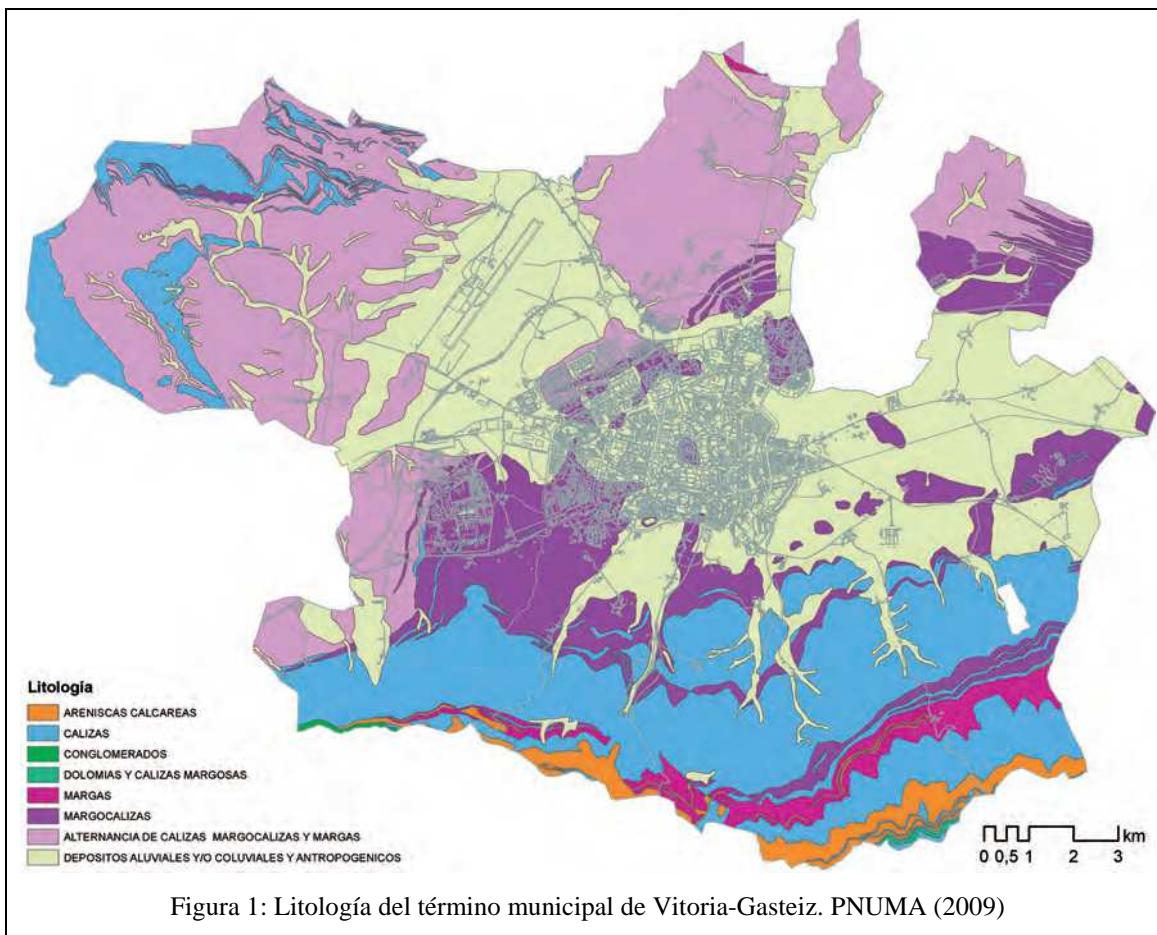
Vitoria-Gasteiz, capital de Álava y de la Comunidad Autónoma del País Vasco, se sitúa en el tercio norte peninsular, en las coordenadas 42°51'N, 2°41'O. El municipio tiene una superficie de 276,81 km² y la ciudad se sitúa a una altitud de 525 metros sobre el nivel del mar.

El municipio de Vitoria-Gasteiz se sitúa en la Llanada Alavesa, en la cuenca del río Zadorra, rodeado de los macizos montañosos de los Montes de Vitoria al sur y las Sierras de Badaya y Arrato al noroeste. La cota más baja del municipio se da en el cauce del río Zadorra, en la localidad de Trespuentes mientras que la máxima altitud corresponde al monte Palogán.

El entorno de Vitoria-Gasteiz se sitúa en el dominio de los afloramientos del Cretácico Superior. Se trata de potentes series de materiales carbonatados (y por tanto de naturaleza básica desde el punto de vista químico) sedimentados en ambientes marinos: calizas, margocalizas y margas (las dos últimas se caracterizan por presentar contenidos progresivamente mayores de arcillas mezcladas con los carbonatos) que frecuentemente se presentan alternadas (Peñas, 2006).

En cuanto a la composición litológica, en el tercio noroccidental del municipio predomina la alternancia de calizas, margocalizas y margas, mientras que las calizas son las predominantes en las vertientes de los Montes de Vitoria (aflorando series heterogéneas de areniscas, calcáreas, margas o dolomías y calizas margosas. Entre ambas se sitúa una cuña central que forma la Llanada central dominada por margocalizas. Superpuesto a estos aparecen depósitos cuaternarios ocupando principalmente los fondos de valle de forma más irregular, y aunque han sido explotados para la extracción de gravas estos depósitos cuaternarios son muy

permeables por lo que dan cobijo a un importante acuífero y otorgan grandes propiedades para los usos agrícolas.



Las características y localización del municipio hace que tenga dos influencias climáticas: la atlántica y mediterránea. Destaca el importante grado de nubosidad y el bajo número de días despejados, así como su importante porcentaje de humedad relativa del aire, fruto de la penetración de la influencia marina por los relativamente bajos puertos de la divisoria y del régimen de vientos. Las precipitaciones oscilan entre los 700 y 1300 mm y presentan gran irregularidad, pudiendo distinguir claramente tres zonas atendiendo a la pluviosidad: la llanada. Con precipitaciones entre 700 y 900 mm; la zona sur en los Montes de Vitoria con 1.200-1.300 mm y la Sierra de Badaya, cercanos a los 1.100 mm.

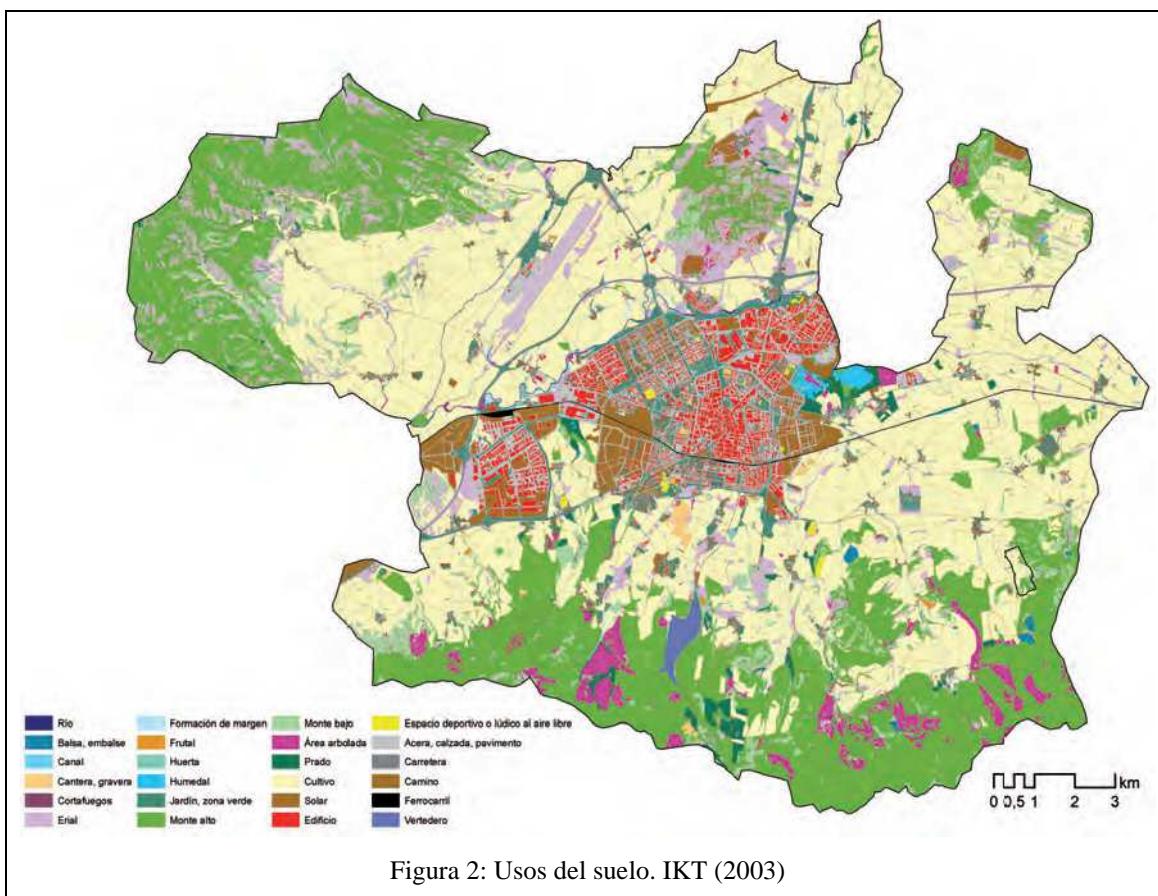
El mes de junio es el mes más seco, con precipitaciones medias de 29 mm y no se suelen superar los 100 mm de precipitación en ningún mes (PNUMA, 2009).

En lo que a temperatura se refiere, varían ampliamente entre la época estival y la invernal. El periodo de heladas probables es de septiembre a junio y en la época estival, la temperatura media es de 17,9 °C, siendo agosto el mes más cálido.

Tomando en consideración las características climáticas anteriormente mencionadas, podemos mantener que nos encontramos ante un clima de carácter transicional entre el atlántico del norte de la divisoria y el Mediterráneo que se desarrolla al sur, más allá de la sierra Cantabria.

La Figura 2 muestra la distribución de los usos del suelo del municipio de Vitoria-Gasteiz configurada en anillos concéntricos. En la zona más exterior, tenemos un área montañosa, Sierra de Badaya y Arrato por el noroeste y Montes de Vitoria por el sur. Esta zona está dominada por los usos forestales y ganaderos. En Badaya y Arrato la masa forestal presenta una superficie forestal más continua, mientras que en los Montes de Vitoria, las zonas agrícolas penetran en la masa forestal.

Las zonas topográficamente más bajas y llanas están ocupadas por tierras agrícolas, situándose en el centro la ciudad de Vitoria-Gasteiz. La ciudad presenta a su vez una disposición prácticamente concéntrica, rodeando a los usos residenciales algunos usos industriales y a estos a su vez el Anillo Verde (que por la escala no puede apreciarse en la figura) que ejerce de transición entre los usos urbanos y los usos agrícolas y forestales. Se sitúa en el centro del municipio rodeado de tierras agrícolas. Se pueden diferenciar diferentes zonas agrícolas, pero lo que interesa destacar es la distribución en mosaico de usos, inmediatamente a lado de este anillo, posibilitando la movilidad de la fauna y favoreciendo la biodiversidad. Es importante destacar la zona de huertas, concentración agraria y una zona de transición a los montes. Todo esto forma ese mosaico atravesado por elementos lineales, como pueden ser acequias, riberas, setos, que permiten dar refugio a flora y fauna.



Su situación en un enclave estratégico de comunicaciones entre la Península Ibérica y el resto del continente europeo, así como por situarse cerca del eje de comunicación del valle del Ebro, ha permitido el desarrollo de numerosas vías de comunicación a lo largo de la historia y en la actualidad, favoreciendo su posición y desarrollo.

Vitoria-Gasteiz fue fundada a partir de una pequeña aldea rural por el rey Sancho VI el Sabio de Navarra en 1181 en las proximidades de un curso fluvial y sobre la cima plana y alargada de una colina desde la que se dominaba el territorio de la Llanada. Esta primera fundación llamada Nova Victoria ocupaba poco menos de cinco hectáreas. En la adaptación del caserío a la orientación predominante N-S de esta colina alargada, puede identificarse el embrión del modelo de crecimiento radioconcentrico que va a caracterizar el urbanismo de Vitoria (Informe GEO, PNUMA, 2009). La figura 3 muestra una representación gráfica de cuál ha sido el proceso de expansión urbanística y de ocupación del suelo de la ciudad en la última mitad de siglo.

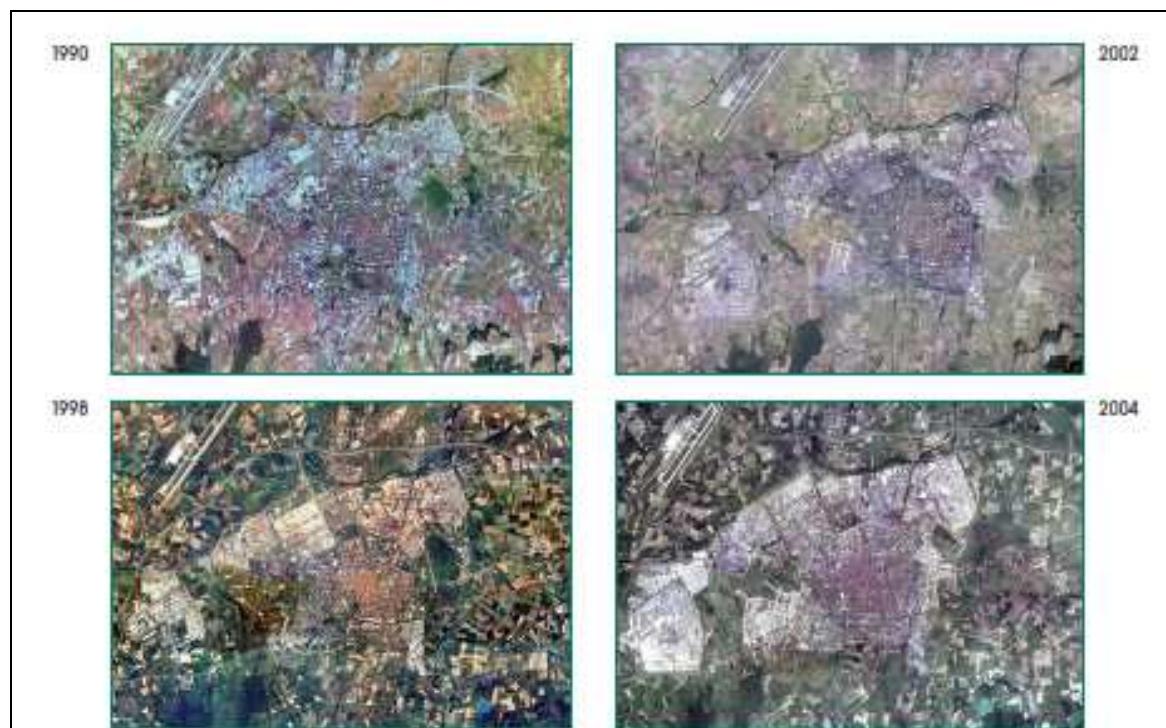


Figura 2: Evolución del casco urbano de Vitoria 1990-2004. (Sistema de Información Ambiental de Vitoria-Gasteiz, Centro de Estudios Ambientales).

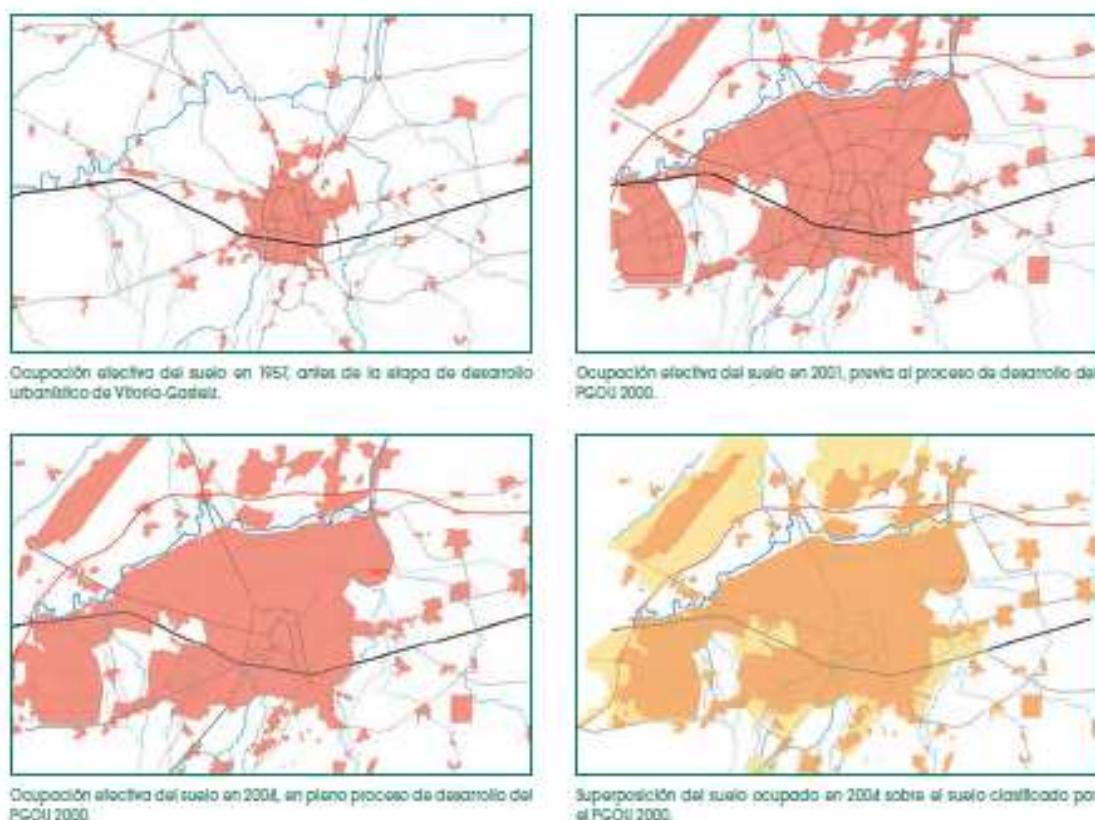


Figura 3: Expansión urbanística de Vitoria-Gasteiz. PNUMA (2009)

Vitoria-Gasteiz ha sido una ciudad fuertemente comprometida con la temática ambiental, compromiso que recientemente se ha visto reconocido con el galardón de “Green Capital 2012” que le ha sido concedido a la ciudad.

En el año 1992 se reconoce internacionalmente la importancia de los esfuerzos locales para la mejora de la calidad ambiental global en la Cumbre de Río de Janeiro del año 1992, proponiendo para trabajar a favor de la sostenibilidad la implantación de procesos de Agenda 21 Local. En el año 1995 la ciudad firma la carta Aalborg y pone en marcha la que será una de las primeras Agendas 21 de todo el territorio español.

Desde entonces, las políticas ambientales han tenido un peso significativo en el entorno urbano, entre las que cabe destacar, por el tema que nos ocupa, lo concerniente al tratamiento y gestión del agua, ámbito en el que la capital ha desarrollado un pionero plan integral de ahorro del agua y que ha supuesto grandes mejoras en los consumos domésticos y comerciales, en detección de fugas y en control y evaluación de la calidad.

En Vitoria-Gasteiz, la captación, tratamiento y distribución del agua para abastecimiento es gestionada por la empresa municipal Aguas Municipales de Vitoria, S.A. (AMVISA).

El abastecimiento de la ciudad se realiza gracias a cuatro puntos de captación que son los siguientes:

- Embalse de Gorbea (40 l/s).
- Embalses del Zadorra (Ullíbarri-Gamboa y Santa Engracia) (725-750 l/s).
- Embalse de Albina (actualmente no se utiliza para abastecimiento debido a la deficiente calidad de agua que presenta).
- Captación directa del río Zadorra a la altura de la localidad de Durana (50 l/s).

En total se captan anualmente unos 800 litros por segundo (en torno a los 25 hm³), de los cuales el 90% procede de los embalses del Zadorra, que están interconectados entre sí y que son el mayor sistema de abastecimiento del País Vasco, ya que no solo

abastecen a Vitoria, sino que también son fuente de abastecimiento para el gran Bilbao, siendo de hecho, propiedad del Consorcio de Aguas de Bilbao.

El proceso de depuración se realiza en la ETAP de Araka (a excepción de los volúmenes extraídos del manantial del Gorbea). Tras el tratamiento de depuración el agua se almacena en dos depósitos a través de los cuales se alimenta a la red general.

La red de saneamiento recoge las aguas residuales de la ciudad y las conduce hasta la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de Crispiana, situada en la margen izquierda del río Zadorra. Teniendo en cuenta nuestro objeto de estudio hay dos hechos reseñables en lo que a la red de saneamiento se refiere: el primero es que parte de los arroyos que cruzan la ciudad son utilizados como colectores de la propia red de saneamiento y el segundo, que no se dispone de una red separativa para las aguas pluviales, con lo cual los volúmenes de pluviales son introducidos a la red de saneamiento.

1.2 Red fluvial del municipio de Vitoria-Gasteiz



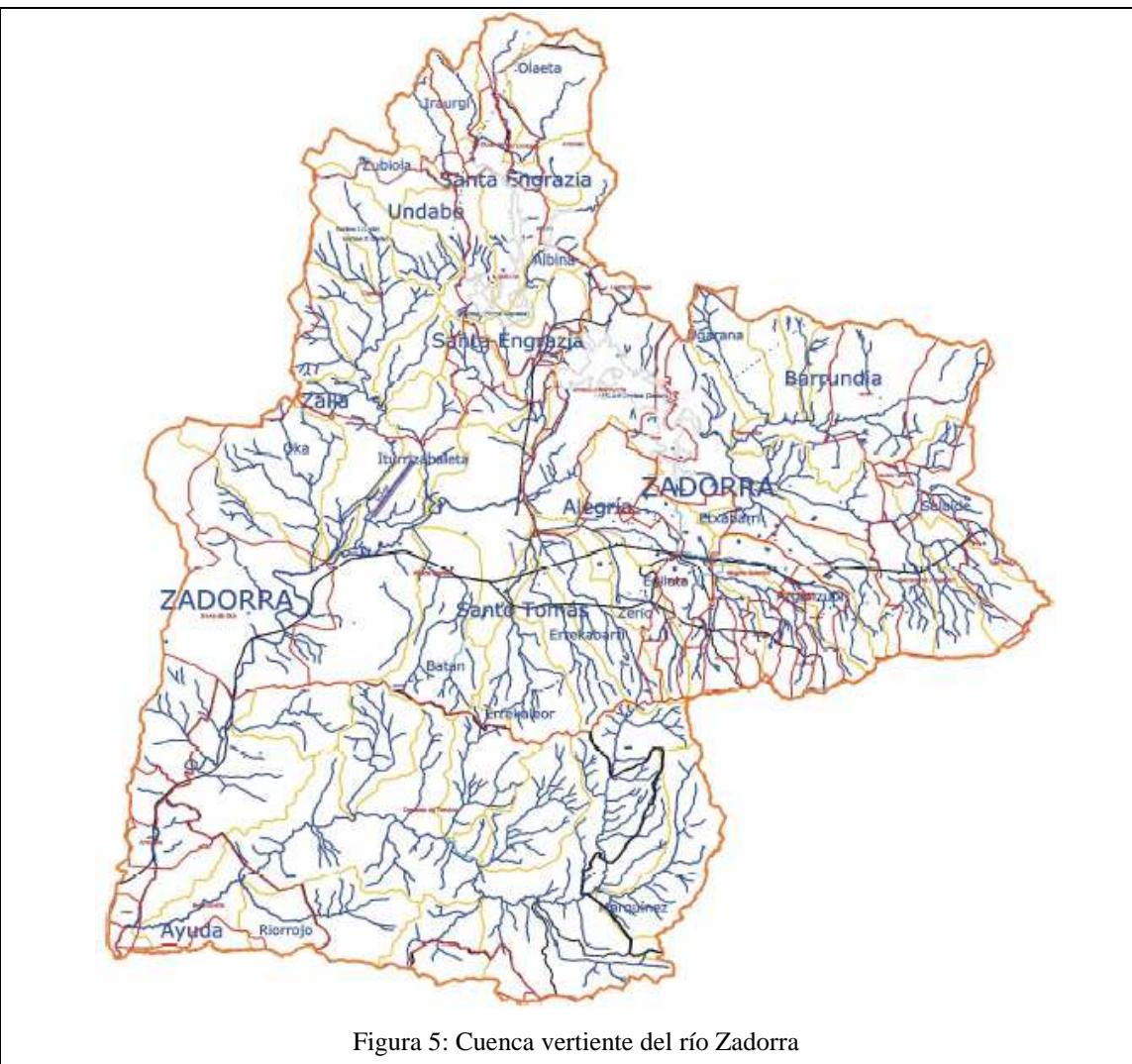
Figura 4: Ríos de Vitoria-Gasteiz (los embocinados continúan por los colectores) (Elaboración propia)

El término municipal de Vitoria-Gasteiz se sitúa en la cuenca hidrográfica del río Zadorra, principal afluente del Ebro en la zona.

La unidad hidrológica Zadorra se encuentra situada en el cuadrante noroccidental de la cuenca hidrográfica del Ebro de la que representa, aproximadamente un 2% de extensión superficial. Comprende una superficie total de 1.361,28 km², de los cuales 1.098,14 km² se encuentran en la CAPV y 263,14 km², pertenecen al enclave territorial de Treviño, provincia de Burgos.

Se trata de la cuenca vertiente más extensa de la provincia de Álava y la segunda unidad hidrológica más importante de la CAPV (en cuanto a superficie se refiere), así como la más importante de las cuencas de la vertiente mediterránea dentro del ámbito de la Comunidad Vasca.

El poblamiento de la cuenca es fundamentalmente disperso, con 186 núcleos de población repartidos por todo el territorio y aglutinados en torno a 22 ámbitos municipales, entre los que cabe resaltar la capital, Vitoria-Gasteiz.



Dentro de la cuenca vertiente, podemos distinguir tres espacios bien diferenciados, cuyo comportamiento está determinado por la morfología del sistema fluvial y por las intervenciones antrópicas realizadas en él (Peñas, 2006):

- *Cuenca Alta del Zadorra*: Espacio comprendido entre el nacimiento del río, en la Sierra de Entzia, y el embalse de Ullibarri-Gamboa. Quedarían incluidas todas las subcuenca que drenan sus aguas a esta parte alta de la cuenca.
- *Cuenca Media del Zadorra*: Abarcaría el espacio de la Llanada Alavesa hasta el estrechamiento de la localidad de Lapuebla de Arganzón.

- *Cuenca Baja del Zadorra:* Se correspondería con el tramo fluvial aguas abajo del estrecho de Lapuebla, hasta alcanzar la desembocadura en el río Ebro.

En la cuenca del Zadorra, existen 22 ámbitos municipales, que engloban 186 núcleos de población repartidos en las comarcas de Llanada Alavesa, Esterribaciones del Gorbea y Valles Alaveses, entre los que cabe resaltar la capital, Vitoria-Gasteiz. De los datos expuestos se puede decir que la cuenca del Zadorra acoge la mayor parte de la población del Territorio Histórico de Álava, el 79,24%.

Además de Vitoria-Gasteiz, los municipios más representativos de la cuenca vertiente, con una población superior al millar de habitantes son Salvatierra-Agurain (5063 hab.), Legutiano (3537), Alegría-Dulantzi (2022), Zigoitia (2040) e Iruña de Oca (3462). Muy próximo a esta cifra se encuentra Otxandio (1433). Todos ellos cuentan con un tejido industrial más o menos desarrollado, que ha ayudado a la consolidación de la población. El resto de términos municipales incluidos en esta cuenca están formados por pequeños núcleos de población, que de forma generalizada no superan los 100 habitantes, donde las explotaciones agrícolas y ganaderas siguen teniendo un peso importante (San Millán, Barrundia, Iruraiz-Gauna, Elburgo, Arrazua-Ubarrundia, Armiñon, Berantevilla, etc.).

La actividad industrial más importante de la cuenca del Zadorra se concentra en las superficies industriales que se han construido en las periferias urbanas de los principales municipios de la cuenca. La actividad industrial de Vitoria-Gasteiz está localizada fundamentalmente en varios polígonos industriales que se sitúan en la periferia urbana norte y oeste de la ciudad. Entre ellos están los polígonos industriales de Aranguiz, Júndiz, Ali Gobeo, Arriaga, Gamarra y Betoño. La existencia de estas actividades industriales genera una importante carga contaminante sobre los cursos fluviales de la cuenca a los que van a parar los vertidos.

Respecto a la actividad agrícola en la cuenca se mantiene, fundamentalmente, un sistema de laboreo intensivo, basado en cultivos de cereal y patata de siembra. En la

zona occidental, la patata queda relegada por la remolacha azucarera. Las zonas forestales muestran un proceso regresivo en su importancia y extensión.

Los sistemas de producción intensiva han obligado a emplear cantidades elevadas de fertilizantes minerales, sobre todo nitrogenados, provocando aumentos importantes de la concentración de nitratos en las aguas así como fenómenos de eutrofización. En la cuenca del Zadorra la superficie regable total neta es de 14.313 ha. A éstas habría que sumar las 5.907 ha nuevas netas que se pondrán en regadío en la nueva área regable de la Llanada Oriental. Si estas hectáreas previstas llegan a ejecutarse, en total la suma global de superficie regable en la cuenca del Zadorra se estima que sería de 20.220 ha. Las necesidades hídricas para abastecer las demandas de la superficie regable total ascenderían a 13,01 hm³/año (Peñas, 2006).

El cauce principal de la cuenca es el río Zadorra, que nace en el Alto de Munain y después de recorrer más de 94 kilómetros desemboca en el río Ebro en el límite administrativo entre el municipio de Zambrana y Miranda de Ebro. En su recorrido se suman afluentes importantes. Por su margen izquierda los ríos Alegría, Santo Tomás, Errekaleor, Zapardiel, Batán antes o en la ciudad y el Ayuda cerca de la desembocadura del propio río en el Ebro. Por su margen derecha Barrundia, Santa Engracia antes o en la ciudad y el Zayas y Oka aguas abajo de la misma.

A continuación se describen los cursos fluviales y las zonas estudiadas en el trabajo.

El **río Zadorra** es el río alavés más emblemático, ya que es el más caudaloso y del cual se abastecen la mayor parte de los usos urbanos y agrarios, aunque también destaca por ser un río muy desnaturalizado. Tiene una longitud total de 94 km de los cuales alrededor de 22 discurren por el término municipal de Vitoria, correspondiéndose con el tramo del curso medio del río. La presa de Ullíbarri-Gamboa está situada aguas arriba del municipio y su regulación tiene un fuerte impacto en el régimen fluvial del Zadorra a su paso por el territorio. En el municipio aparecen también otras represas y balsas de pequeño tamaño situadas principalmente en las vertientes de los Montes de Vitoria. Los afluentes del Zadorra por el norte son más caudalosos que los del sur y en su mayoría

llevan agua todo el año; la excepción la constituye el río Oca, que se seca en verano debido a las infiltraciones en el subsuelo calizo.

Los **afluentes por el sur** nacen en los Montes de Vitoria o en sus estribaciones. Por ello, presentan menor longitud y en su mayor parte se secan en verano. Algunos, como el Batán/Abendaño, el Zapardiel o el Olarizu/Errekatziki, están embocinados a su paso por el casco urbano de la ciudad y sus aguas se incorporan al sistema de saneamiento.

El **río Alegría** era, antes de ser derivado en su tramo medio al embalse de Ullíbarri, el de mayor caudal de los afluentes por la margen izquierda del Zadorra. Nace en el sector oriental de los Montes de Vitoria, entra en el municipio por el este, hace de límite en parte con el Municipio de Arrazua-Ubarrundia y desemboca en el Zadorra en Eskalmendi. Está canalizado en alguno de sus tramos.

Los sedimentos cuaternarios de la Llanada albergan, debido a su porosidad, un importante acuífero, **el acuífero de Vitoria-Gasteiz**, que tiene en torno a 90 km² de extensión y una potencia media de 3 metros. Se trata, por tanto, de depósitos conectados hidráulicamente con la actual red de drenaje. El acuífero se recarga por las lluvias y en menor medida por las infiltraciones de los ríos que atraviesan la formación. La elevación del nivel freático en la Llanada da lugar a la formación de zonas húmedas como Salburua.

El humedal más importante es el **humedal de Salburua**, una extensa zona húmeda situada en la zona periurbana de Vitoria-Gasteiz (a sólo 5 km del centro del núcleo urbano), transformada con la apertura de canales de desecación para su puesta en cultivo desde el siglo XIX y posteriormente recuperada por el Ayuntamiento en una serie de actuaciones de restauración ambiental que comienzan en 1994. El complejo lagunar de Salburua incluye dos humedales principales: la Balsa de Betoño, con 21 ha de lámina de agua, y la de Zurbano, con 39,5 ha. Se trata del ejemplo de sistema de descarga de acuíferos más extenso y mejor conservado en este sector de la cuenca del río Ebro y cumple un papel fundamental en el funcionamiento hidrológico de una amplia unidad hidrogeológica (acuífero cuaternario de Vitoria-Gasteiz).

Tal y como se recoge en la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar, la Balsa de Arkaute cumple además un papel hidrológico clave en la lucha contra las inundaciones del casco urbano de Vitoria-Gasteiz, al actuar como embalse laminador de las avenidas de los ríos Santo Tomás y Errekaleor. Por último, también es relevante su contribución a la mejora de la calidad del agua. Salburua está además catalogado como Humedal de importancia internacional Ramsar desde 2002 y Lugar de Interés Comunitario, dentro de la Red Europea Natura 2000 (PNUMA, 2009).

La existencia del acuífero, que prácticamente abarca toda la zona de Llanada en el municipio, obliga a considerar muy especialmente la ocupación de estos terrenos por la urbanización. Por otra parte, los materiales del acuífero son muy permeables, siendo especialmente sensibles a la contaminación por vertidos urbanos, industriales y por insumos agrícolas, tres tipos de alteraciones muy frecuentes en la Llanada Alavesa. Como consecuencia de la creciente contaminación, en 1998 la zona oriental de la Unidad Hidrogeológica es declarada como zona vulnerable a la contaminación por nitratos de procedencia agrícola.

Todo este sistema hidrológico presenta una serie de problemáticas de gestión del agua y del riesgo de inundaciones, derivado del sistema de concesiones de las aguas embalsadas y de la gestión de la inundabilidad.

Vitoria-Gasteiz cuenta actualmente con unas concesiones de agua para abastecimiento de 1.150 litros por segundo tal y como se recoge en el Plan Integral de Ahorro de Agua de Vitoria-Gasteiz (2002). El agua del embalse de Ullíbarri es utilizada por Iberdrola, a través del salto de Barazar, para aprovechamiento hidroeléctrico y por el Gran Bilbao y Vitoria-Gasteiz para abastecimiento. Además de las anteriores funciones de generación eléctrica y abastecimiento, el embalse cumple una función importante para Vitoria-Gasteiz, pues se utiliza para regular el caudal del río Zadorra con el objeto de reducir el riesgo de avenidas e inundaciones en zonas del término municipal.

Estos diferentes usos dan lugar a intereses contrapuestos y a conflictos entre los diferentes usuarios. Estos intereses contrapuestos generan conflictos que no siempre son fáciles de solucionar y en los que, además, entran en juego cuestiones tales como la productividad económica, el abastecimiento y la seguridad humana. El conflicto radica en el nivel de llenado de los embalses: Iberdrola tiene interés en sacar el máximo rendimiento económico al aprovechamiento hidroeléctrico, para lo cual le conviene que los niveles de llenado del embalse se mantengan altos. Asimismo, un alto nivel de los embalses se puede considerar positivo desde el punto de vista de garantía del abastecimiento humano, ya que esto permite almacenar más volumen de agua y, por tanto, tener una mayor capacidad de respuesta frente a un posible episodio de sequía. Por otro lado, desde el punto de vista del control de avenidas, conviene que los niveles de llenado del embalse no se sitúen cerca de sus niveles máximos, de modo que pueda tener mayor capacidad de almacenaje en episodios de fuerte precipitación para que no se tengan que realizar sueltas que puedan provocar problemas de inundabilidad aguas abajo del embalse y que, por tanto, se pueda regular el caudal.

El impacto de las inundaciones también ha sido objeto de actuaciones tendentes a eliminar o reducir los efectos de las mismas. Una de las principales actuaciones ha sido el Plan Especial de defensa contra inundaciones del río Zadorra en el casco urbano de Vitoria-Gasteiz, que se ha desarrollado con el objetivo de mejorar la capacidad de desagüe actual y reducir o eliminar los efectos de las avenidas. No obstante, los episodios de inundación no se suceden únicamente relacionados con el río Zadorra, sino que son fundamentalmente cuatro las fuentes que se deben considerar en relación con la inundabilidad de la ciudad: el río Zadorra, los ríos del sur, el río Alegría y el acuífero de Vitoria-Gasteiz.

1.3 Conceptos generales sobre inundabilidad

1.3.1 La gestión de las inundaciones

Alrededor de las inundaciones se establece una de las relaciones más paradigmáticas del hombre y su entorno ambiental (Mateu, 1990). La Directiva Europea de Inundaciones, principal normativa legal en este ámbito, define como inundación “un anegamiento temporal de terrenos que no están normalmente cubiertos por agua. Incluye las inundaciones ocasionadas por ríos, torrentes de montaña, corrientes de agua intermitentes del Mediterráneo y las inundaciones causadas por el mar en las zonas costeras, y puede excluir las inundaciones de las redes de alcantarillado”. Asimismo, esta directiva define como riesgo de inundación “la combinación de la probabilidad de que se produzca una inundación y de las posibles consecuencias negativas para la salud humana, el medio ambiente, el patrimonio cultural y la actividad económica, asociadas a una inundación”.

Este anegamiento temporal puede tener diferentes características según las causas y consecuencias de la inundación. Según Ollero (2006), en la cuenca del Ebro pueden darse tres grandes tipos de inundaciones:

- Inundaciones locales provocadas por precipitaciones de fuerte intensidad, muchas veces independientes de la red fluvial. Son las más frecuentes.
- Inundaciones fluviales, derivadas del desbordamiento de los cauces en procesos de crecidas.
- Inundaciones irreversibles, permanentes o definitivas de valles fluviales por la creación de embalses.

Aunque es muy complicado tipificar o clasificar las crecidas e inundaciones fluviales en la cuenca del Ebro, simplificando de forma extrema podemos reducir los procesos de crecida e inundación fluvial a tres grandes conjuntos (Ollero, 2000):

- Procesos en cursos de montaña y cauces de orden bajo.
- Procesos en cursos medios y bajos del Ebro y sus afluentes y subafluentes principales, en los que las crecidas son más largas y lentas, con hidrogramas más

complejos, pudiendo provocar inundaciones más o menos prolongadas en los llanos aluviales. El desbordamiento en amplias superficies supone una autolaminación que atenúa el caudal punta aguas abajo. En este caso, los sectores de máximo riesgo son los que cuentan con llanos de inundación extensos. Son inundaciones generalmente invernales.

- Transición entre los dos tipos precedentes, correspondiendo a cursos de agua de tamaño medio.

En nuestro caso a estudio, los episodios de inundabilidad a los que hacemos referencia se enmarcarían en el segundo grupo. El río Zadorra dispone en la Llanada Alavesa de una amplia llanura de inundación, llegando hasta la zona norte de la ciudad, donde son relativamente frecuentes los episodios de crecidas.

Al hablar de gestión de la inundabilidad resulta fundamental introducir el término de “riesgo de inundabilidad”, definido como “la conjunción de la peligrosidad de las crecidas por el incremento de altura del agua y la vulnerabilidad del territorio sobre el cual se produce la expansión de las aguas” (Ibisate, 2004).

1.3.2 Tipos de medidas frente a las inundaciones

Desde hace siglos las poblaciones que han vivido a las orillas de un río han tratado de defenderse frente a las crecidas a través de dos tipos de acciones: acciones estructurales, que son aquellas que llevan la construcción de alguna obra o acciones no estructurales, un segundo tipo de medidas que no lleva ninguna construcción y que se basa fundamentalmente en la gestión del cauce.

Las acciones estructurales suelen tratar de desviar el agua lejos de la zona protegida o de acumularla mediante la construcción de presas y aunque, en términos generales pueden ser medidas eficaces, si no están bien dimensionadas y se sucede una crecida de mayor magnitud de la que la obra puede contener, las consecuencias negativas pueden ser mucho mayores que si no se dispondría de ninguna medida de protección.

El Estado Español a lo largo del siglo XX ha realizado actuaciones de tipo estructural como la construcción de presas, con el objetivo, no de laminar crecidas sino con la finalidad de garantizar el abastecimiento y la generación energética. Este hecho ha condicionado mucho la gestión de inundaciones, asociando a este tipo de estructuras la protección frente a inundaciones.

Acciones de tipo estructural

- Construcción de diques, malecones y muros de contención: son construcciones comunes para la protección de zonas urbanas y tienen principalmente una función defensiva para avenidas ordinarias.
- Acondicionamiento del cauce: aumento de la sección del canal o del índice del flujo, limpieza de vegetación del cauce, cortas de meandros, etc. Este tipo de acciones suele tener un alto coste de mantenimiento.
- Planes de desviación: cauces de “diseminación de avenidas”.
- Construcción de presas y embalses artificiales: la construcción de presas y embalses suele tener más de una función, además de servir como medio para laminar los picos de crecida, también pueden tener otros usos como fuentes de abastecimiento, generación hidroeléctrica, etc., lo cual en algunos casos supone que haya un conflicto de intereses entre los agentes implicados en los diferentes usos.

Acciones no estructurales

Algunas de las actuaciones más habituales son:

- Control de los usos del suelo en zonas inundables: tratando de minimizar los daños de las crecidas, este tipo de actuaciones pretende compatibilizar las crecidas con usos del suelo que no se vean tan afectados por las mismas.
- Acciones de restauración en la cuenca: restauración de cubierta vegetal y edáfica, ya que la vegetación puede tener un efecto de mitigación de las avenidas ordinarias.
- Información hidrológica: cabe destacar dos instrumentos informativos, los mapas de inundabilidad que indican cuáles son las zonas inundables y su grado

de inundabilidad en un territorio, de modo que nos permite asignar usos del suelo acordes con la inundabilidad y los redes de información hidrológica como el SAIH, que tratan de ofrecer con la máxima antelación los flujos previsibles de avenida. La eficacia de estos sistemas depende del grado de conocimiento que se tenga sobre el sistema fluvial, por ello resulta fundamental su análisis e investigación.

Otras acciones no estructurales podrían ser la regulación legal mediante la obligación a suscribir pólizas de seguro a aquellas edificaciones o actividades que se realicen o encuentren en áreas sujetas a sufrir inundaciones. Esto es un impuesto por la realización de una actividad en zona de peligro, siendo la tasa cuantificable en función de su vulnerabilidad.

El conocimiento anticipado de la llegada de avenidas y su cuantificación permite también dar respuesta ante estos episodios de una manera más eficaz, permitiendo alertar a la población, adoptar las medidas de seguridad logrando disminuir o incluso impidiendo la producción de daños.

También es posible realizar una política de tasas, señalización de peligros, elaboración y actualización de planes de emergencia o la simulación de elevaciones (Temez Peláez, 1988).

1.3.3 La gestión de la inundabilidad

Tal y como recoge la Directiva de Inundaciones “las inundaciones son fenómenos naturales que no pueden evitarse. No obstante, algunas actividades humanas (como el incremento de los asentamientos humanos y los bienes económicos en las llanuras aluviales y la reducción de la capacidad natural de retención de las aguas por el suelo) y el cambio climático están contribuyendo a aumentar las probabilidades de que ocurran, así como su impacto negativo”.

Esta misma idea la recoge Ward (1978) cuando afirma que “las inundaciones no son desastres naturales sino fenómenos naturales que responden a las pautas habituales del

flujo de los ríos; por eso hay llanos de inundación... Los desastres son obra de los hombres en tanto que han buscado el riesgo ocupando los llanos de inundación con edificaciones, campos o industrias, carreteras, puentes, vías férreas, etc. por ignorancia o por conveniencia económica”.

Este tipo de enunciados, no obstante, dista de ser lo predominante en el imaginario colectivo. Si bien nos encontramos con una “nueva cultura del agua” en sus inicios que promulga una percepción del agua como activo ecosocial, en el que se entiende que las inundaciones forman parte de la naturaleza del río y que además se ven sobredimensionadas por la ocupación humana del espacio fluvial; el eco de la vieja filosofía de corte eminentemente ingenieril sigue estando presente en la actualidad, tanto en la actitud con la que se enfrentan las inundaciones por parte de algunos sectores (que se podría resumir en la necesidad de que el río no se salga de su “sitio”), como en el legado que nos ha dejado el tipo de gestión de la inundabilidad realizado. Sin embargo, el “sitio” del río es un espacio mucho más amplio que hemos restringido en la actualidad.

Se ha extendido la percepción social de que con obras de defensa podemos poner fin a los problemas de inundabilidad, lo que ha traído como consecuencia una falsa sensación de seguridad y una mayor ocupación de terrenos que, debido a esas obras, se creen libres de riesgo. Nada más lejos de la realidad. Muchas de las actuaciones llevadas a cabo para domesticar el comportamiento del río para frenar las avenidas, lejos de solucionar el problema, lo han agravado de manera exponencial. Así, algunas actuaciones y usos en décadas pasadas del dominio público hidráulico y la llanura de inundación, como construcciones en terrenos inundables, cortas, rectificación del cauce, alteración de la vegetación de ribera, etc., han contribuido a incrementar los efectos de las avenidas, aumentando el riesgo y la vulnerabilidad intrínseca de estos usos (Peñas, 2006).

Como se ve, se establece una dura competencia por el espacio entre el río y la actividad humana, fundamentalmente en su vertiente de producción económica, cuestión que compete a la planificación y ordenación territorial y que se debería gestionar y

administrar con criterios de racionalidad, seguridad y sostenibilidad, estableciendo los posibles usos del territorio en función de su grado de inundabilidad, en concordancia con la proximidad al río, los niveles previsibles de inundación y los esquemas circulatorios del agua, de modo que las actividades se desarrollosen en las zonas inundables (IGME, 1988).

La aplicación real de estos criterios en la ordenación territorial sería la mejor base para la gestión de la inundabilidad, aunque en muchas ocasiones es muy difícil de realizar en las zonas ya desarrolladas, donde están asentadas actividades que no cumplen los requisitos mencionados en función de su grado de inundabilidad.

2. ANTECEDENTES

2.1 Definición de conceptos

Dada la gran disparidad de definiciones existentes sobre el concepto de crecida, adoptamos en este trabajo de investigación de la definición ofrecida por Ibisate (2004a), que parte del concepto de crecida aplicado en la ordenación del territorio. De aquí se deduce que consideraremos un episodio hidrológico como crecida cuando pueda provocar un desbordamiento o haya peligro de inundación en el lecho mayor y cuando puedan producirse daños derivados de éste. En caso contrario, y en el que no se den ni la inundación del lecho mayor ni la producción de daños, hablaremos de aguas altas ordinarias.

De aquí se desprende la necesidad de distinguir la clara conceptualización de varios conceptos relacionados, que afectan de forma directa al objeto de la investigación que aquí se presenta:

1. *Crecida ordinaria*. Situación en la que da un incremento de caudal produciendo leves desbordamientos con escasa afecciones.
2. *Crecida extraordinaria*. Situación en la que el desbordamiento es importante y las afecciones significativas.

Para este trabajo se han estudiado las crecidas extraordinarias, definiendo estas como los episodios con caudales medios diarios que superen 5 veces el caudal medio de la serie en la estación de aforo de Arce (Ibisate, 2004a), situada cerca de la desembocadura en el Ebro.

Resulta de utilidad conocer los factores desencadenantes de las crecidas fluviales, que según Olcina (1994), son:

1. Precipitaciones frontales. Las más frecuentes pero de baja intensidad, y localizadas fundamentalmente en la época invernal. Provoca avenidas de proliferación lenta.

2. Precipitaciones tormentosas. Menos frecuentes. Breves e intensas, de mayor peligrosidad y rapidez.
3. Fusión de la nieve. Localizada generalmente en época invernal y acompañada de precipitaciones.

2.2 Crecidas históricas y crecidas aforadas

A la hora de estudiar las crecidas que han afectado a la ciudad de Vitoria, podemos hacer una distinción entre crecidas históricas y crecidas aforadas (Ibisate, 2004a).

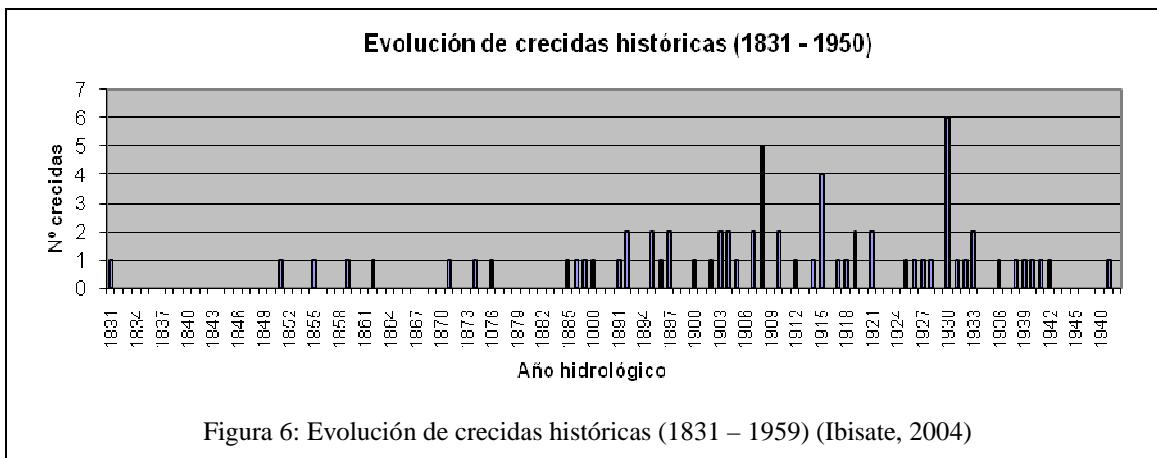
2.2.1 Crecidas Históricas

Las crecidas históricas son aquellas crecidas documentadas de forma previa a la puesta en funcionamiento de estaciones de aforo de (1933), y las comprendidas desde su puesta en marcha hasta el año 1950, a partir de cuando los registros pueden considerarse de mayor fiabilidad (Ibisate, 2004a). Es necesario dejar constancia de la irregularidad de los datos recogidos en este periodo. De esta manera se prolonga la percepción de episodios de inundación, pero teniendo que diferenciar los eventos de los que se dispone información foronómica de las que solo se dispone artículos de prensa.

Tal y como se desprende de los estudios llevados a cabo por los expertos (Calvo, 1989) a documentación existente sobre estas crecidas históricas es abundante, aunque no cuenta con información hidrológica. La metodología empleada por Ibisate (2004a) para el análisis de la documentación existente se ha basado en la estructuración de la información en función de indicadores que clasifican las noticias, tanto en función de los elementos climáticos como las consecuencias derivadas de los mismos.

La información para el estudio de las crecidas históricas del río Zadorra recogida en este trabajo fue obtenida por Ibisate (2004a) a partir de la base de datos “Fuentes para el estudio del clima en el País Vasco (Ruiz Urrestarazu, 2000). Al que se le sumó también un trabajo de análisis de prensa y el estudio de expedientes del Archivo del Territorio Histórico de Álava y el “Estudio de Inundaciones Históricos de la Cuenca del Ebro” (Comisión Nacional de Protección Civil, 1985).

En el trabajo de Ibisate (2004a) se recogen un total de 72 crecidas históricas que afectan a la cuenca del Zadorra. La primera catalogada es del año 1831, por no disponer en el Archivo del Territorio Histórico de más documentación.



Tras el análisis de las 72 crecidas históricas documentadas del río Zadorra, Ibisate (2004a), extrae las siguientes conclusiones:

1. Entre 1831 y 1950 las crecidas de la cuenca del Zadorra son irregulares: algunos años no se registra constancia de ninguna crecida y otros años se da la incidencia de cinco o seis eventos.
2. Desde 1885, fecha en la que la publicación de este tipo de noticias en prensa se hace más abundante, el número de crecidas que se registra es mayor. Es importante considerar que con independencia de su aparición o no en prensa, la existencia de las crecidas tuvo lugar.
3. La repercusión en prensa tiene igualmente otra peculiaridad. Quedaba constancia de las inundaciones en las zonas más habitadas, o donde habían tenido lugar las más significativas afecciones a infraestructuras. De aquí que el mayor número de crecidas registradas se ubique en el entorno de la ciudad de Vitoria, lugar más habitado, vivienda habitual de los periodistas, lugar donde se concentraban el mayor número de infraestructuras. Es obvio, que las crecidas tuvieron también lugar en otras zonas no reflejadas en prensa.

4. En el periodo comprendido entre 1922 y 1924, y 1943-1949, se detecta una escasez de crecidas. Coincide, y de manera significativa en el último periodo señalado, con un periodo de sequías constatado.

Es importante recordar que la información relativa a crecidas registradas se relaciona de forma directa con expedientes administrativos de peticiones institucionales de arreglo de infraestructuras, sin que estuvieran vinculadas a referencias sistemáticas a episodios de riadas. No obstante sí que puede concluirse de los expedientes analizados que las crecidas y desbordamientos eran muy habituales (detectándose incluso varias incidencias al año).

A su vez, en la mayor parte de los casos registrados, resulta complejo conocer la dimensión real de los sucesos. La descripción de los eventos de crecida, tal y como se constata en la relación recogida por Ibisate (2004a) está de manera significativa sometida a la subjetividad del redactor, y en ocasiones basada en datos parciales y no contrastados.

El mayor número de crecidas del río Zadorra se registra durante los meses invernales (diciembre, enero y febrero, con un total de 35 eventos). El máximo número se registra en el mes de enero (12 eventos), seguido por febrero (11 eventos). Al periodo invernal le siguen las crecidas registradas en primavera (16 eventos) siendo el mes de abril con 8 eventos, el mes con mayor número de registros.

La distribución de las crecidas en los meses del año, puede concluirse que la mayor parte de las crecidas, y sobre todo las correspondientes al periodo invernal, tienen como origen diferentes razones:

1. La fusión de las nieves acumuladas por causa del incremento térmico por insolación o vientos del sur, o por causa de precipitaciones que aceleran la licuación.
2. Temporales de lluvia continuados, origen principal en primavera y otoño.

3. Tormentas, origen principal de las crecidas del periodo estival, especialmente en el mes de junio.

Espacios afectados

Zadorra: De los 72 eventos de crecidas históricas registrados, los cursos fluviales afectados pueden ser diversos, aunque es en el curso del río principal de la cuenca, el Zadorra donde se registra el mayor número de eventos de desbordamiento (51).

Ríos del sur: Le siguen los ríos del sur de la ciudad de Vitoria, con un total de 22 desbordamientos. El desbordamiento de diversos ríos del sur de la ciudad solía coincidir en el tiempo, que puede explicarse por las similitudes que agrupan a todos estos ríos:

- Provienen de los montes situados al sur de la ciudad (Montes de Vitoria).
- Posesión de cuencas similares.
- Posesión de parecidos tiempos de concentración.
- Condiciones ambientales similares.

La urbanización progresiva de la zona sur de Vitoria, sumada a los anteriormente mencionados factores, llevan a que los desbordamiento de los ríos del sur se produjera como consecuencia de alguna fuerte tormenta. Los tiempos de concentración y la configuración topográfica de fuerte pendiente llevaban a que descendiera rápidamente a la Llanada produciendo rápidas inundaciones en el sector sur de la ciudad (Ibisate, 2004a).

Río Alegría: En este río se engloban las balsas de Zurbano o Salburua, correspondientes al nivel freático alimentado por el río Alegría. Era en función de este nivel freático como la extensión de las balsas crecía o se aminoraba, lo que daba lugar a anegamientos de terrenos generalmente drenados de forma previa para la agricultura.

Por lo tanto se demuestra que las crecidas fueron un fenómeno muy recurrente y de gran magnitud (Ibisate, 2004a).

2.2.2 Crecidas aforadas

Hablamos de crecidas aforadas para hacer referencia a crecidas sobre las que se dispone de registro instrumental. Ibisate (2004a) parte de analizar los caudales medios diario que superaron 5 veces el caudal medio anual de la serie. En el caso de este tipo de crecidas el establecimiento de un umbral resulta un tema controvertido, ya que puede variar también en función del objetivo del trabajo. En el caso del trabajo aquí presentado, el objetivo aplicado es el empleado en la ordenación del territorio, entendiendo el desbordamiento, como proceso en el que las aguas sobrepasan la situación de “bankfull” o cauce menor lleno (Ollero, 1997).

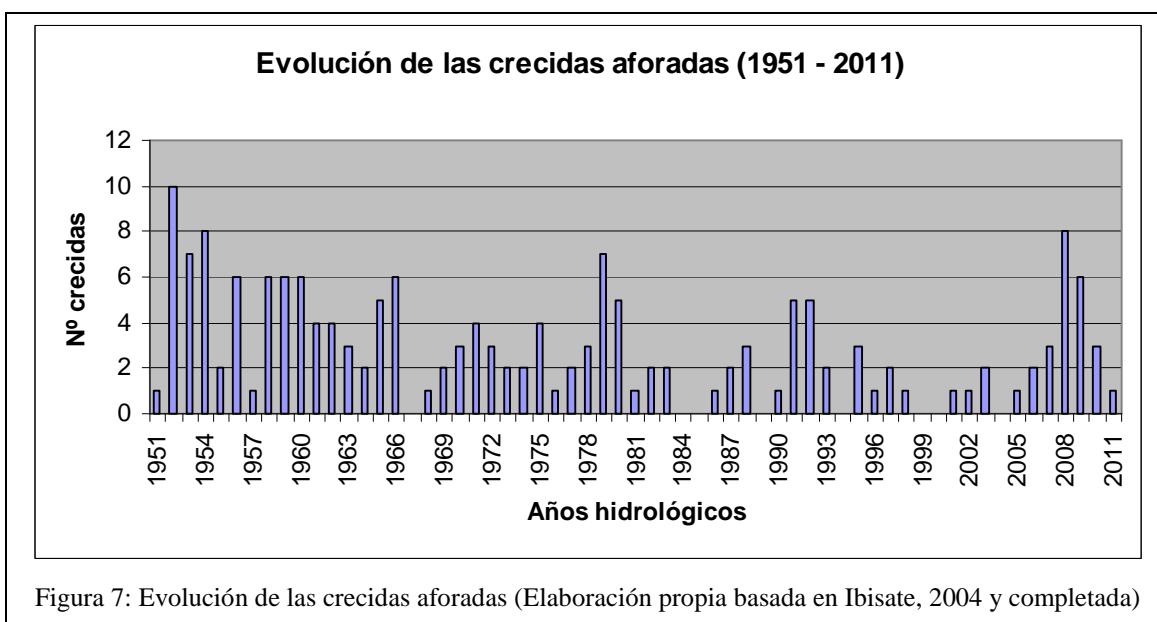


Figura 7: Evolución de las crecidas aforadas (Elaboración propia basada en Ibisate, 2004 y completada)

Utilizando el criterio de consideración de crecida extraordinaria (superación en 5 veces el caudal medio anual, señalado por Ibisate (2004a) como $14,1 \text{ m}^3/\text{s}$ para la serie 1933-2003), en la cuenca del Zadorra se registra un total de 171 crecidas extraordinarias, que se listan en la tabla recogida en el anexo 1. La mayor parte de estas crecidas se producen en los meses invernales (principalmente diciembre y enero). Le siguen en frecuencia las crecidas que se producen en el periodo primaveral, siendo el periodo estival el que registral el menor número de crecidas.

Se observa que no siempre caudales muy altos producen desbordamientos. Y de la misma manera, hay veces que se observan desbordamientos cuando las precipitaciones no son tan abundantes. Las crecidas que superan el caudal medio entre 5 y 10 veces suponen el 80% de las registradas. Las crecidas que superan el caudal medio 20 veces se consideran esporádicas. Caudales de entre 5 y 7 veces el caudal medio pueden producir desbordamientos justamente aguas abajo de las presas. Este hecho se debe al desembalse, que unido al caudal del río generan inundaciones. De la misma forma se observan desbordamientos aguas arriba de las presas que no se ven reflejadas aguas abajo. En estos casos, los embalses laminan las avenidas produciendo el no registro de las mismas aguas abajo (Ibisate, 2004a).

Haciendo referencia a la presencia o ausencia de las presas, es interesante destacar los datos anteriores y posteriores a la construcción de las presas. En fechas anteriores a dicha construcción caudales de 12 veces el caudal medio podían no producir desbordamiento alguno, en fechas posteriores al embalse caudales mucho menores producen desbordamiento (Ibisate, 2004a). La distribución de estos episodios no se relacionan directamente con las situaciones atmosféricas, sino que los embalses no tienen capacidad de laminarlas por completo.

En lo que se refiere a la laminación (Ibisate, 2004a), cabe señalar que los embalses de Ullíbarri y Urrunaga no fueron concebidos con la función de laminar las avenidas del Zadorra, por lo que no se dejó un resguardo con este fin ni la laminación era un condicionante para la explotación.

Hasta 1976 se mantenía en la práctica un resguardo para laminación entre las cotas 546,5 y 546,0 (unos 13 hm³). Pero en ese año la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) concedió a Vitoria-Gasteiz la regulación producida en este exceso de cabida, con lo cual desapareció teóricamente este resguardo.

Los embalses han tenido siempre un efecto positivo en la laminación de las avenidas del Zadorra. De no ser por los embalses, la avenida de enero de 1981 hubiese producido un caudal máximo instantáneo de unos 600 m³/s. Asimismo, la avenida de febrero de 2003

hubiese producido un caudal máximo instantáneo superior a los 500 m³/s, lo cual habría causado gravísimos daños.

En el cauce aguas abajo de los embalses han desaparecido las avenidas normales, e incluso las avenidas con bajo período de retorno (por lo menos las de 5 y 10 años). La ausencia de estas avenidas ha generado una reducción natural del cauce y una sensación de seguridad a sus colindantes. Por estos motivos, se han ocupado para ciertos usos (incluso urbanísticos) terrenos que antes pertenecían al cauce o sus zonas de inundación. La capacidad del cauce del Zadorra es actualmente muy reducida (inferior a 100 m³/s en algunos tramos), siendo incapaz de evacuar avenidas incluso inferiores a 5 años de período de retorno (que tiene un caudal punta de 330 m³/s).

Dada la presente situación y en tanto no se articulen otras alternativas, la protección frente a avenidas en el Zadorra depende actualmente de los embalses de Ullíbarri y Urrunaga. Por este motivo, y según el Plan Hidrológico del Ebro, la protección frente a las avenidas es un condicionante a la explotación del sistema y se realizará definiendo volúmenes de resguardo en estos embalses.

Las posturas generalmente encontradas entre el Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz y el Consorcio de Aguas de Bilbao Bizkaia (CABB) se deben principalmente a la cuantía de este resguardo, que los primeros suelen considerar insuficiente y los segundos suelen considerar excesivo y que reducen su garantía de servicio de la demanda de Bilbao.

3 ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DE INUNDABILIDAD

3.1. La Cuenca del Zadorra

3.1.1 Problemática asociada

El río Zadorra en su recorrido antes de llegar a Vitoria-Gasteiz discurre a través de una llanura aluvial. Antes de la construcción de los embalses de Ullíbarri-Gamboa y de Urrunaga el espacio que estos ocupaban era una llanura de inundación que laminaba de modo natural las avenidas generadas en la cuenca antes de llegar a Vitoria-Gasteiz. Estos embalses podrían tener una gran capacidad de laminación (Ibisate, 2004) Sin embargo, fueron construidos con la finalidad de garantizar el abastecimiento y el aprovechamiento energético teniendo unos usos y concesiones asociadas que impiden desarrollar todo su potencial de laminación de crecidas.

Se trata de la cuenca más desnaturalizada de Álava ante el asedio de actuaciones sufridas en el último siglo:

- concentración parcelaria (1930-1950): numerosas cortas y modificación del cauce natural.
- construcción del Sistema Zadorra 1957 (Ullíbarri-Urrunaga-Undurraga): desnaturalización del río y modificación del número de crecidas anuales, originando una falsa seguridad que supuso una ocupación del territorio fluvial en pleno desarrollo demográfico de los años 80 (polígonos, viviendas,...)
- Canalización de 1963 (Ruiz de Azua) desde Zuazo hasta Guevara para atender demandas de aminoramiento de inundaciones en parcelas de cultivo.

Presenta presiones agrícolas y urbanas en su parte alta (numerosos bombeos de abastecimiento) que limitan ya por sí, el bajo dinamismo de un río antropizado.

Actualmente, el desarrollo urbanístico de Vitoria-Gasteiz y la menor importancia de los caudales, que son regulados por los embalses, han permitido la ocupación parcial de la llanura de inundación. Como consecuencia, las inmediaciones del cauce se han visto afectadas en el pasado reciente por varios episodios de inundaciones, provocadas por avenidas que no han podido ser totalmente controladas por los embalses, o que se han generado en otras subcuencas no reguladas. Estas han producido graves daños

materiales, afectando incluso a la ciudad de Vitoria-Gasteiz y algunas vías de conexión con los núcleos rurales situados en su entorno.



Figura 8: Imagen de la confluencia de río Alegría (parte superior de la imagen) con el Zadorra (parte inferior). (URA, 2003)

Por otro lado, como se recoge en el Estudio Hidráulico del Río Zadorra (CGS, 2000) puede entenderse que ha habido un aumento del riesgo de inundaciones, debido al desarrollo de zonas de uso residencial o industrial, vías de comunicación, etc., que son más sensibles a la inundación que antes, cuando estas zonas estaban dedicadas a la agricultura tradicional (polígono industrial de Betoño-Eskalmendi, Eroski Asteguieta). La invasión de terreno que pertenecía al río aumenta la exposición a las crecidas de estas construcciones por lo que lo convierte en más vulnerable y con ello aumenta el riesgo de sufrir inundaciones. Además, la disminución de la frecuencia de las crecidas menos importantes debida a la laminación de los embalses situados aguas arriba ha creado una falsa sensación de seguridad, lo que ha provocado un aumento de la *invasión* sobre el propio dominio público hidráulico.

El tipo de crecidas que predominan en el Zadorra, son de valle, más o menos lentas y previsibles. En el Zadorra sólo se ha conocido un único evento de crecida relámpago, registrado en el año 1988 (CGS, 2000).

Según estudios previos realizados, la puesta en marcha de los embalses en cabecera ha originado cambios sustanciales en la dinámica del río Zadorra y sus efectos son directos en la problemática de las crecidas actuales, pasando de 6 crecidas al año a una media de una por año La menor frecuencia de crecidas ordinarias y la disminución de los caudales en general presa abajo, han generado una fijación de finos y la invasión del cauce por la vegetación, que ha disminuido la capacidad de desagüe, incrementando la posibilidad de desbordamientos con caudales menores (Ibisate, 2005).

Por último es necesario incluir la problemática que añade el río Alegría que se encuentra canalizado y es utilizado como desagüe de los humedales de Salburua, aporta grandes cantidades de agua en épocas lluviosas originando un desbordamiento en la parte norte de la ciudad.

3.1.2 Gestión realizada

La cuenca del Zadorra posee innumerables estudios realizados por diferentes entes institucionales para paliar los daños económicos ocasionados por las crecidas desde hace unas décadas. Algunos de estos estudios se han convertido en realidad o está previsto que se ejecuten. Aun así, otros muchos estudios realizados no se verán culminados.

Los trabajos relacionados con la mejora hidráulica del río Zadorra:

- 1987: Estudio hidráulico del río Zadorra entre la presa de Ullíbarri-Gamboa y Crispiana. Diputación Foral de Álava.
- 1988: Proyecto de encauzamiento del río Zadorra entre los puentes de Abetxuko y Yurre. Diputación Foral de Álava.
- 1990.- Estudio Complementario de Encauzamiento del Río Zadorra entre la Presa de Ullíbarri-Gamboa y Crispiana, redactado por el Consorcio de Aguas del Gran Bilbao, Aguas Municipales de Vitoria, S.A. e IBERDUERO.

- 1992: Plan Integral de Prevención de Inundaciones (PIPI): Recomendaciones de cálculo y Estudio hidráulico y alternativas de protección del río Zadorra. Gobierno Vasco.
- 1993: Defensa contra inundaciones del río Zadorra en el casco urbano de Vitoria-Gasteiz. Proyecto de encauzamiento del río Zadorra en el casco urbano de Vitoria-Gasteiz. Gobierno Vasco.
- 1994: Proyecto de viabilidad de nuevas compuertas para laminación de avenidas en Ullíbarri-Gamboa y Urrunaga, redactado por GESTEC.
- 1994: Defensa contra avenidas del casco urbano de Vitoria. Tramo Eskalmendi-Crispijana.
- 1994: Proyecto de limpieza y conservación de los Ríos Santa Engracia y Zadorra. Tramo Presas-Eskalmendi.
- 1996: Estudio Hidrológico de los Ríos de la zona sur de Vitoria-Gasteiz y modelización de soluciones para prevención del tránsito de avenidas a través de la red de colectores de la ciudad.
- 1997: Proyecto de derivación de los ríos Errekaleor y Santo Tomás para la prevención de inundaciones de Vitoria-Gasteiz.
- 1997: Plan Especial de defensa contra inundaciones en el casco urbano de Vitoria-Gasteiz. Tramo: Puente Gamarra-Puente de la autovía N-I.
- 2000: Estudio hidráulico del Río Zadorra a su paso por Vitoria-Gasteiz y análisis de alternativas para la defensa contra inundaciones en el casco urbano.
- 2002-2003: Plan de adecuación hidráulica y restauración ambiental del Río Zadorra a su paso por Vitoria-Gasteiz.
- 2007: Proyecto de defensa contra inundaciones del Río Zadorra en el casco urbano de Vitoria-Gasteiz. Tramo: puente de Yurre-puente de Abetxuko.

Entre los proyectos que se han llevado a cabo, actualmente se ha mejorado mucho la capacidad de desagüe del Zadorra a su paso por la ciudad y aún se sigue trabajando para mejorar. En la última década y coincidiendo con la creación del anillo verde de Vitoria-Gasteiz, se ha conseguido recuperar parte de la llanura de inundación. La intención es conseguir espacios donde el río pueda extenderse sin crear daños económicos y para

ello hoy contamos con unos corredores hídricos que sirven para extender el aporte que produce el río Alegría a su llegada a Gamarra, así como la inminente recuperación de meandro de Yurre. Estas actuaciones provienen de un plan más ambicioso pero que poco a poco se está desarrollando.

El factor más importante para la gestión de las avenidas se encuentra en la gestión del embalse de Ullíbarri-Gamboa (titulares Iberdrola, CABB y AMVISA) debido a su uso hidroeléctrico y de abastecimiento de sus principales propietarios. Los abastecedores están interesados en mantener la curva de garantía lo más alto posible para asegurar su servicio, mientras a Iberdrola le interesa mantener el mayor margen posible entre la curva de explotación y la de garantía para poder turbinar, ya que eso les supone mayor beneficio y la concesión se lo permite. Esto se encuentra enfrentado con la capacidad de laminación que mejoraría sustancialmente manteniendo los niveles del embalse algo más bajos.



Figura 9: Desembalse en el embalse de Ullíbarri. (URA, 2003)

Estudio y evaluación de la inundabilidad en Vitoria-Gasteiz

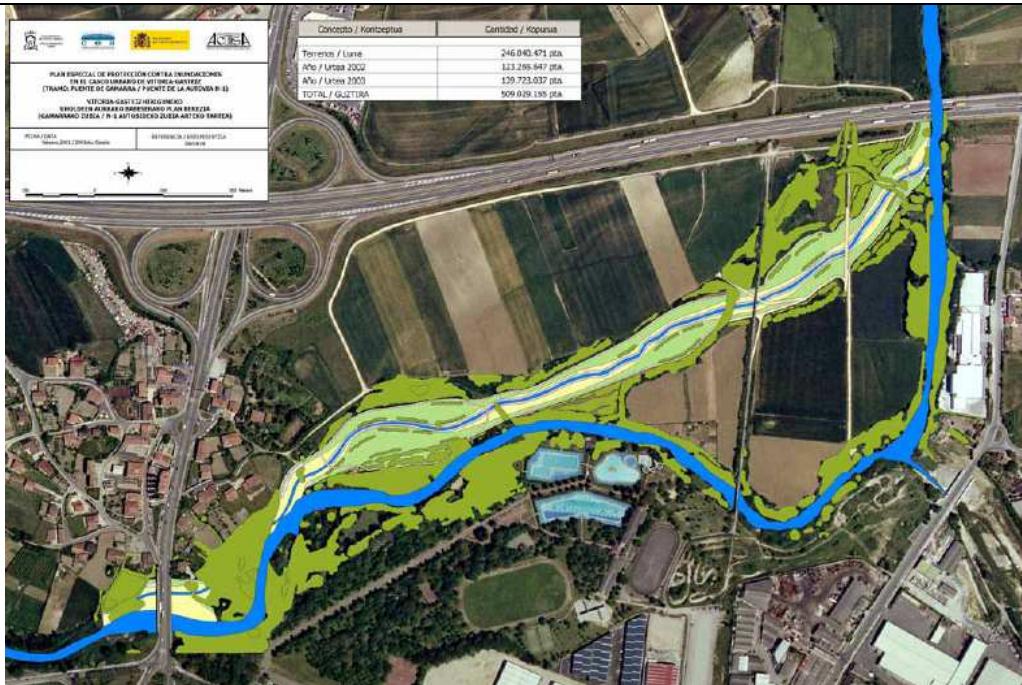


Figura 10: Corredor hídrico de Gamarra



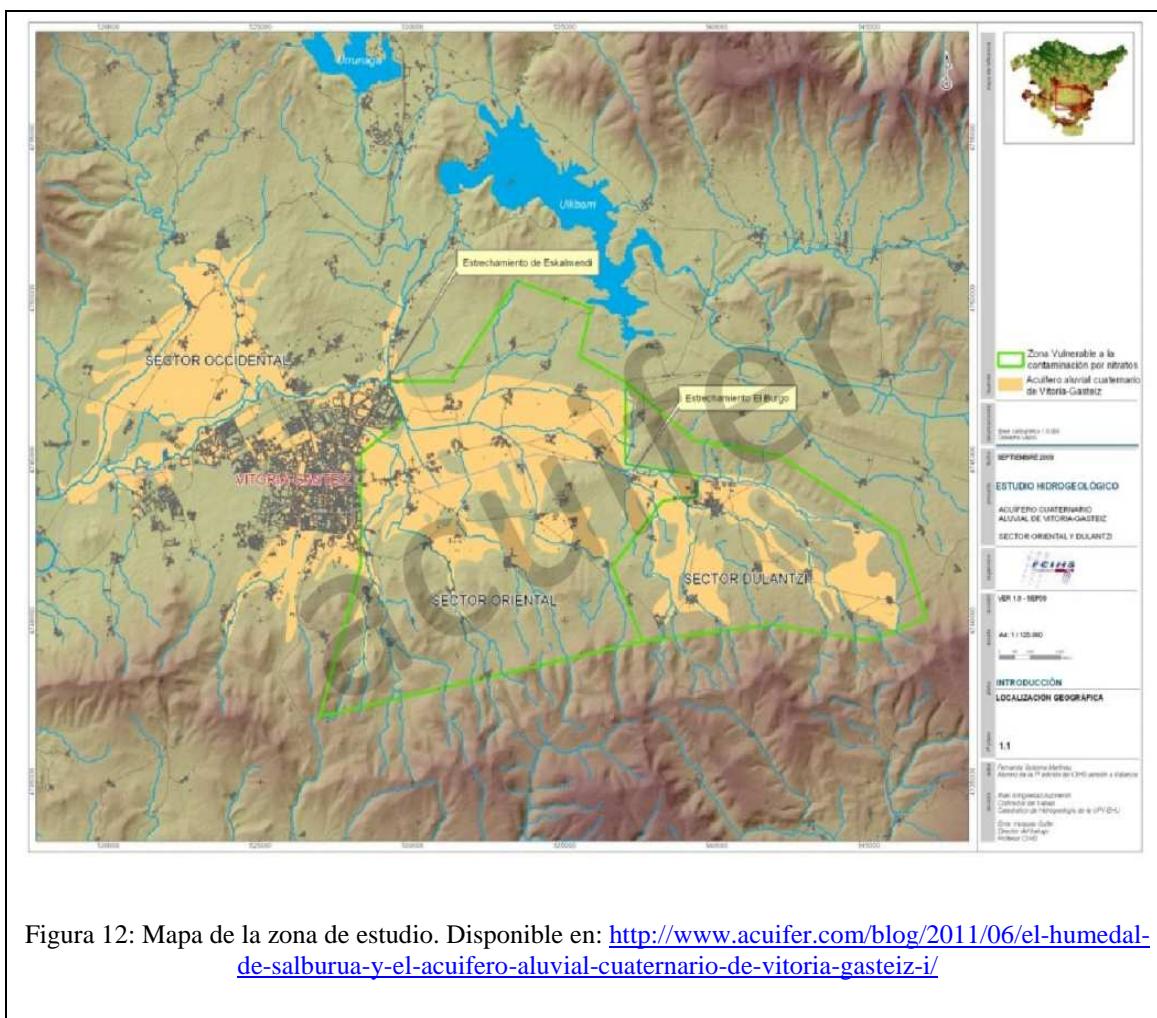
Figura 11: Recuperación de meandro de Yurre.

3.2 Acuífero cuaternario de Vitoria-Gasteiz

3.2.1 Descripción y caracterización

El acuífero cuaternario de Vitoria-Gasteiz es un acuífero detrítico sedimentario, con una superficie de unos 90 km^2 , y un espesor medio entorno a los 3 metros. Este acuífero está compuesto, a grandes rasgos, de materiales aluviales (gravas de cantes calizos inmersos en una matriz arcillosa-arenosa) y fluviales (arcillas principalmente junto con algún nivel de arenas y gravas). Estos últimos son depósitos actuales asociados a ríos de tipo sinuoso los cuales atraviesan hoy en día el área de estudio.

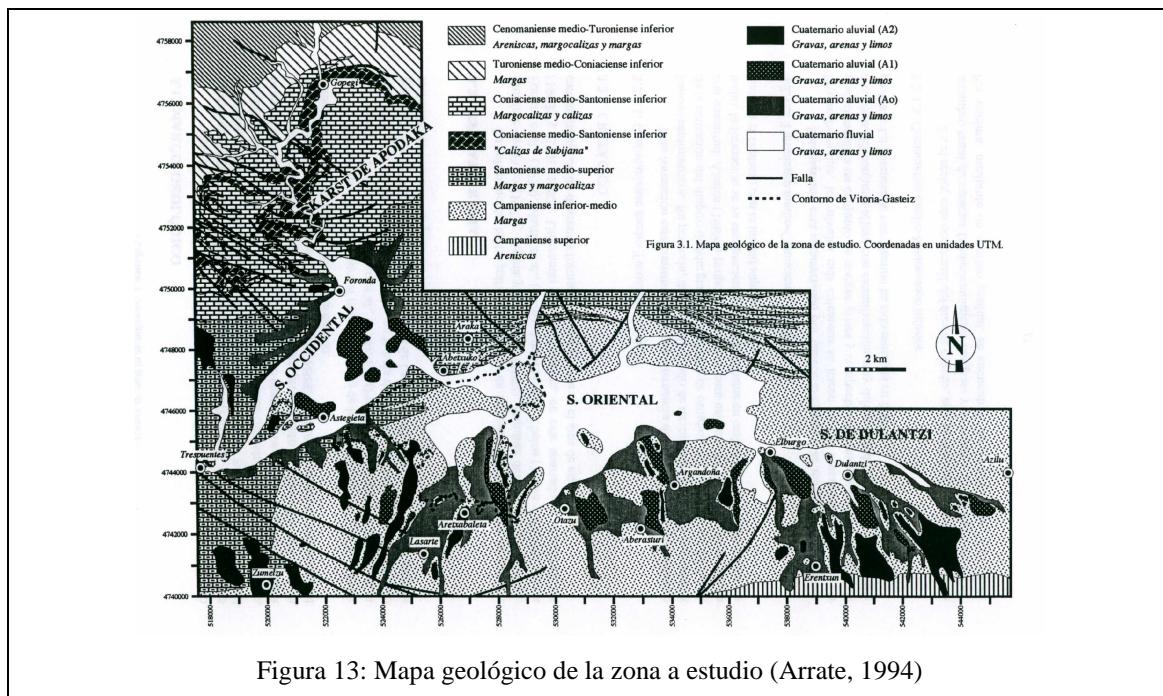
El sustrato de estos depósitos cuaternarios, que se puede ver en todo el perímetro del acuífero, está constituido por una serie margosa del Cretácico Superior, prácticamente impermeable.



El acuífero presenta tres sectores diferenciados y conectados entre sí:

- Sector occidental:** Situado al noroeste de la ciudad, al oeste del barrio de Abetxuko. Conecta con el karst de Apodaka por el norte, que funciona como mecanismo de recarga con aguas procedentes del macizo del Gorbea. El río Zadorra lo atraviesa por su extremo sur.
- Sector oriental:** Se extiende al este de Abetxuko hasta el estrechamiento de Elburgo. La práctica totalidad de la ciudad se extiende sobre el mismo. Está estrechamente relacionado con los humedales de Salburua y Arkaute, así como con los arroyos procedentes del sur y el este.
- Sector Dulantzi:** Se sitúa al oeste de Elburgo. Lo atraviesa el río Alegría, que tiene un comportamiento efluente.

Estos tres sectores, aún estando puntualmente conectados, tienen un comportamiento prácticamente independiente. Vamos a centrarnos en el sector Oriental del acuífero y en sus áreas de recarga, y particularmente, sus zonas de descarga en los humedales de Salburua, su relación con los cursos superficiales afluentes del Zadorra y su funcionamiento hidrológico y relación con las crecidas.



3.2.2 Funcionamiento hidrogeológico

Como se ha comentado, el acuífero se halla sobre un sustrato margoso del Cretácico superior en principio impermeable, y se compone de materiales aluviales y fluviales (gravas en una matriz arcillosa-arenosa y arcillas principalmente, junto con algún nivel de arenas). Se trata de un acuífero permeable por porosidad intergranular, muy anisótropo, habiendo una estrecha banda que atraviesa la zona de este a oeste en la que se encuentran los materiales más impermeables, y que engloba las Balsas de Betoño y Arkaute. Precisamente consecuencia de esta importante acumulación de arcillas el carácter del manto en la zonas de ambas balsas es claramente confinado, mientras que en el resto del acuífero el funcionamiento general es de carácter libre (con un coeficiente de almacenamiento próximo a 0.2) (Grupo Hidrogeología UPV, 1994).

La recarga del acuífero se produce por distintos mecanismos. En todo el acuífero se produce una recarga superficial por agua de lluvia, a la que hay que sumar el retorno de los regadíos, sobre todo en verano (que conllevan en muchos casos problemas de contaminación difusa) y las recargas de cuencas laterales que en el sector Oriental parece de escasa magnitud. En cambio, tiene una mayor relevancia el comportamiento influyente de los arroyos de las zonas sur, procedentes de los montes de Vitoria, particularmente los tramos altos de los ríos Errekaleor y Santo Tomás, con aguas medias y en periodos de estiaje, en los que llegan a infiltrarse por completo.

En una medición con caudales medios, en el tramo alto del Errekaleor se han medido 43 l/s de caudal, y cerca ya de la actual balsa el caudal se reduce a 2.5 l/s (Grupo Hidrogeología UPV, 1994). No hay detracciones en el cauce, por lo que hay una infiltración y subterráneamente fluye a las zonas de descarga. En el Santo Tomás también se observa esta tendencia influyente, aunque no tan marcada, registrándose en la misma campaña de aforos 38 l/s en el tramo alto y 29 l/s cerca de la balsa.

La zona de descarga se sitúa en torno a las balsas de Salburua y Zurbano, donde convergen las direcciones de flujo, como indica el mapa de isopiezas.

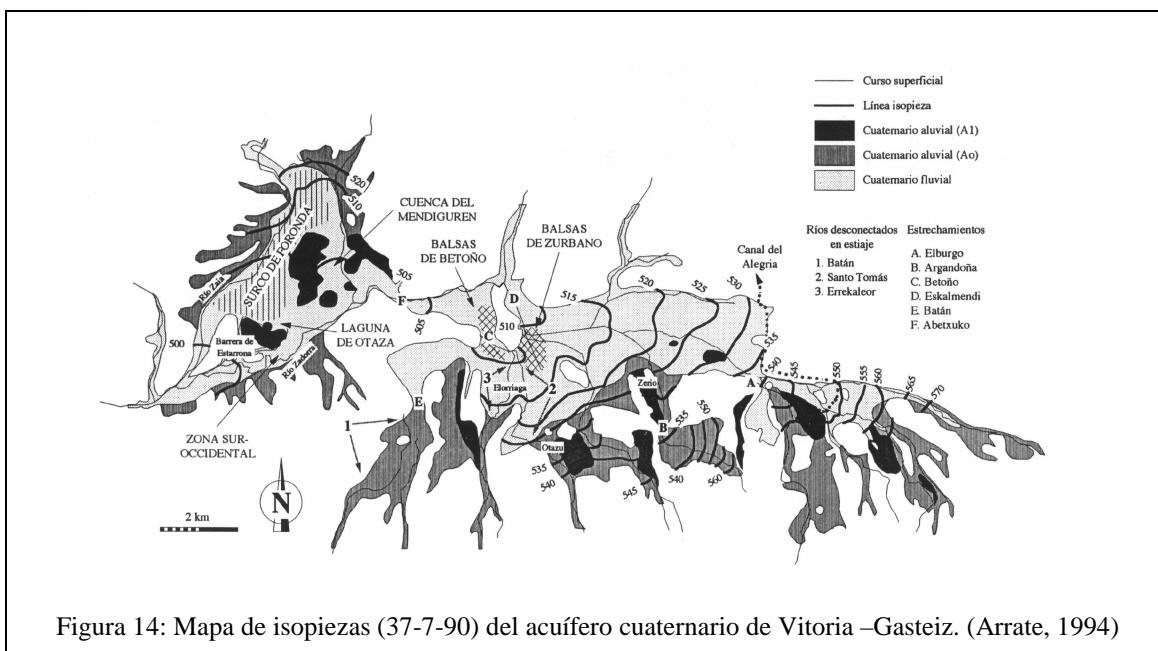


Figura 14: Mapa de isopiezas (37-7-90) del acuífero cuaternario de Vitoria –Gasteiz. (Arrate, 1994)

El vaso de las balsas está formado por una base de arcillas de muy baja permeabilidad que dificultan el flujo subterráneo. La descarga se produce por medio de surgencias puntuales en el contorno de la balsa, que al encontrarse topográficamente a un nivel más bajo, va rellenándose con el agua surgiante, y cuyo nivel se regula por una serie de compuertas. Anteriormente a la recuperación de estos humedales en la década de los 90, la zona era drenada por una serie de acequias, canales y tuberías, que se obstruyeron deliberadamente para este fin.

3.2.3 Problemática asociada

En relación con la inundabilidad, el principal problema del acuífero se sitúa en torno a zonas naturales de descarga. Siendo estas de manera natural, humedales y balsas, toda la zona adyacente, topográficamente más baja que su entorno, presente un nivel freático muy cercano a la superficie, y que en episodios de lluvias intensas o con mayores aportaciones de los flujos subterráneos, puede llegar el caso de que el nivel freático se encuentre por encima del nivel topográfico, produciéndose inundaciones y encharcamientos. En estas situaciones, a esto hay que sumarle los cursos en superficie también llevan más agua, lo que genera desbordamientos sobre una superficie ya totalmente saturada.

3.2.4 Gestión realizada

Periodo 1950-1990

Tradicionalmente el acuífero de Vitoria-Gasteiz ha venido siendo utilizado por los habitantes de los pueblos y aldeas de la zona para la extracción de agua para abastecimiento, por medio de pozos. En la zona se practicaba la agricultura extensiva de secano, habiendo también zonas de pasto y masas forestales. El nivel freático se encontraba entonces muy cerca de la superficie (0-1,5 m) lo que hacía que algunas tierras cultivables se inundaran frecuentemente y permitía la existencia de ciertos humedales. Para facilitar la descarga hacia la red fluvial existía una red de zanjas de unos 0,5 m.

A partir de finales de los 50 esto empieza a cambiar. Se tala la mayor parte del bosque autóctono para ganar terrenos cultivables, pasando de 747 ha. 1954 a sólo 67 en 1982. Con el fin de acabar con las inundaciones de las tierras de cultivo, se amplia la red de zanjas, pasando de una densidad de 5,3 km/km² en 1954 a 7,7 km/km² en 1982, y también se aumenta su profundidad hasta 2,5 m. (Arrate y Antigüedad, 1996) El cauce de algunos ríos y arroyos también es profundizado. Como consecuencia se observa un descenso del nivel freático de entre 1 y 2,5 m, y una pérdida de capacidad reguladora del acuífero. Las reservas se reducen de 25 a 15 hm³, y la rápida recarga que se da en invierno es también rápidamente drenada por el sistema de zanjas en verano.

La derivación del río Alegría al embalse de Ullíbarri, con un volumen anual de 18 hm³, también privó al acuífero de una considerable fuente de recarga.

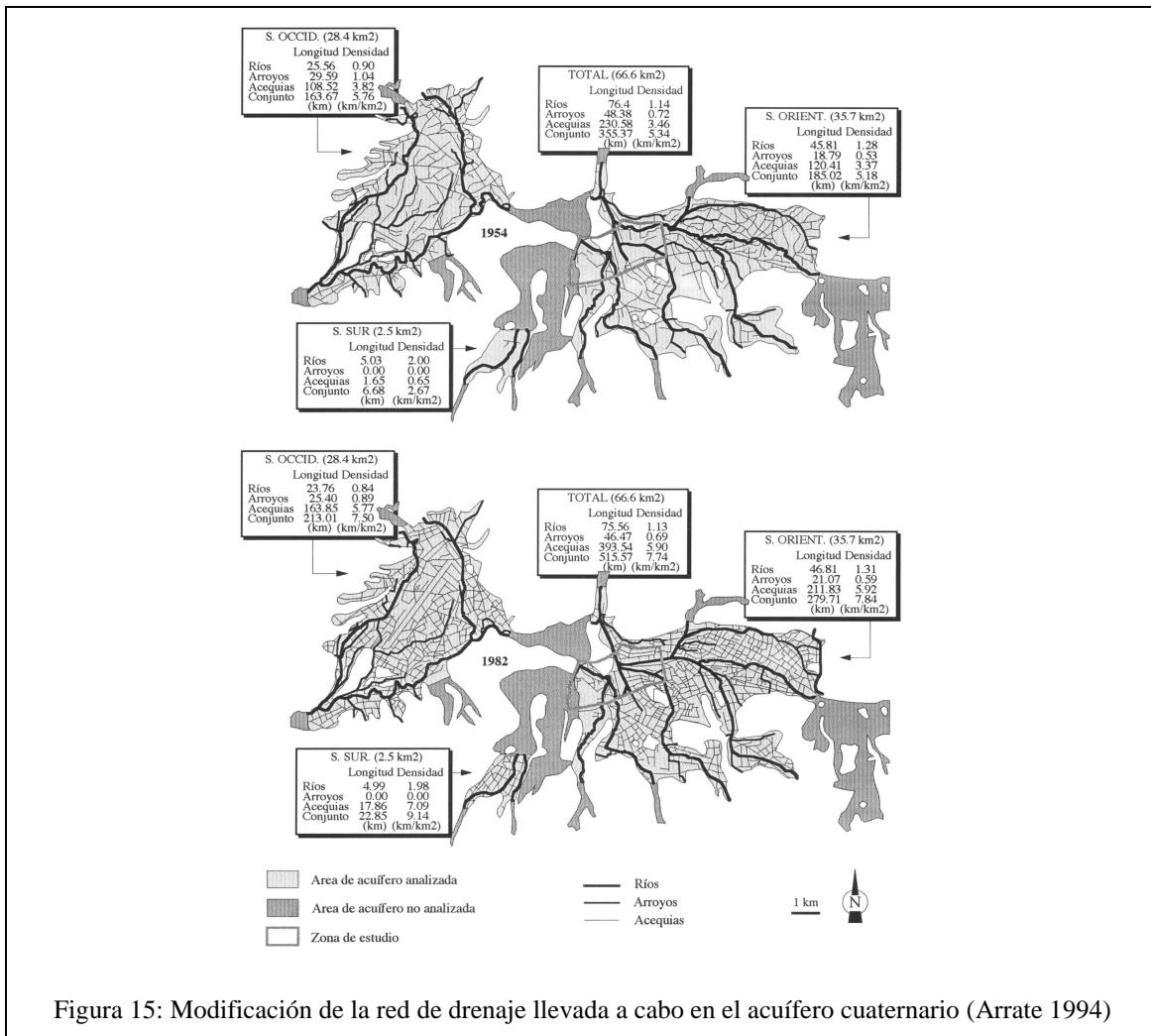
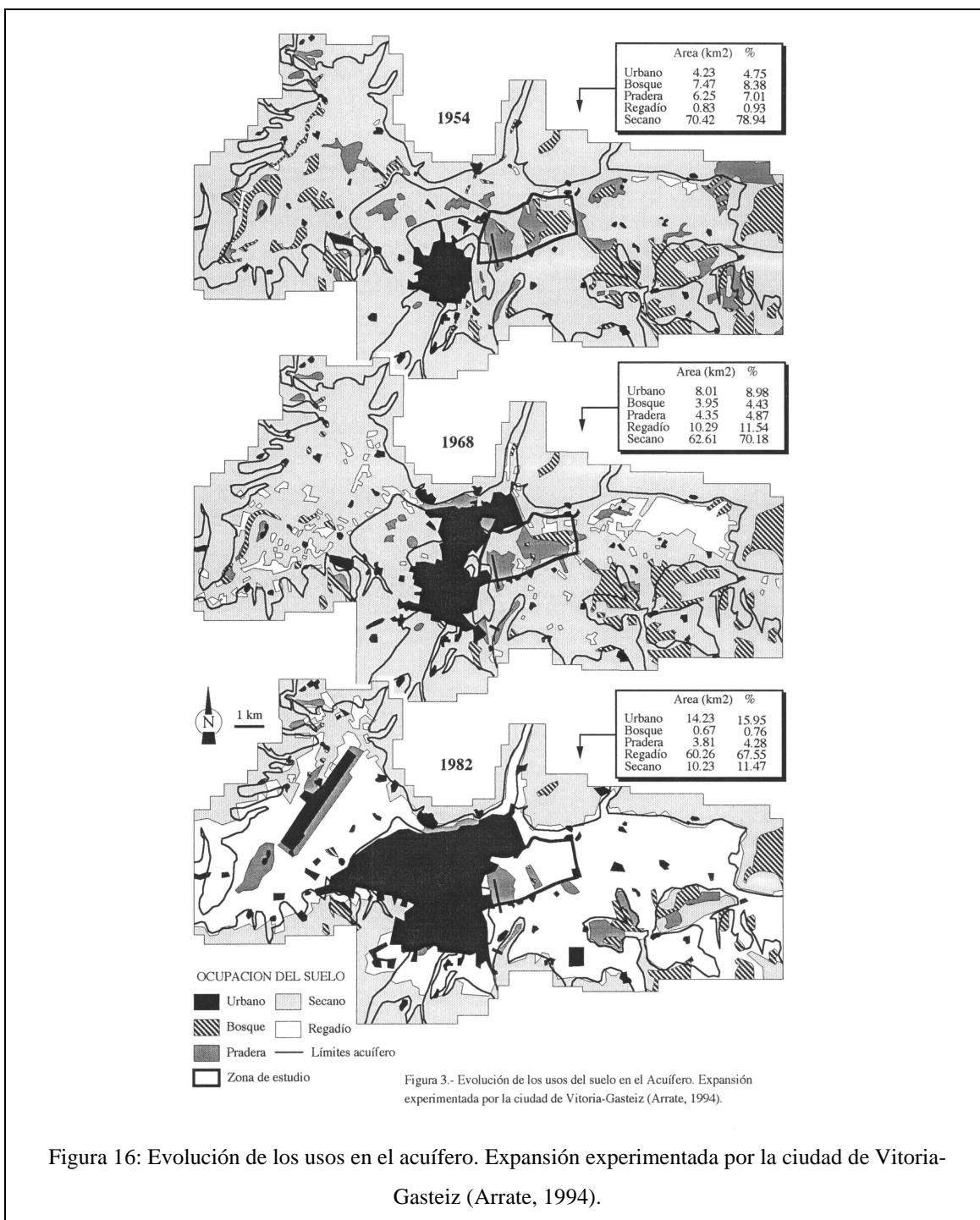


Figura 15: Modificación de la red de drenaje llevada a cabo en el acuífero cuaternario (Arrate 1994)

Otro factor fundamental en la alteración del acuífero ha sido el cambio en los usos agrícolas, pasándose del cultivo tradicional de secano al regadío de remolacha y patata, lo que implica un fuerte aumento en la demanda de agua, sobre todo en los meses estivales, que se extrae del acuífero por medio de bombeos. Además del descenso del nivel freático, el empleo de fertilizantes y pesticidas en estas prácticas agrícolas ha provocado un deterioro considerable de la calidad del agua, mayor si se tiene en cuenta que el excedente de agua de regadío recargaba de nuevo el acuífero, funcionando en cierto modo como un circuito cerrado, lo que ha conllevado la declaración como Zona Vulnerable a la contaminación de nitratos (Orden de 8 de abril de 2008 y Decreto 390/1998 del Gobierno Vasco), única en toda la CAPV.



Periodo 1990-2000

A principios de los años 90 el Centro de Estudios Ambientales de Vitoria-Gasteiz se plantea recuperar las balsas de Zurbano y Salburua. En 1994 y basándose en un trabajo del grupo de Hidrogeología de la UPV/EHU, se anulan los drenajes y más adelante se cierran el canal de la balsa. Todo esto se completa con la restauración vegetal. Este

proyecto de restauración ha conseguido la mejora notoria de la calidad del agua del acuífero, así como la presencia de especies animales y vegetales, algunas de ellas en peligro de extinción. Actualmente es uno de los humedales más importantes del País Vasco y se encuentran dentro de la red RAMSAR.

Por otra parte, progresivamente la extracción de agua del acuífero para regadíos va siendo sustituida por agua procedente de balsas de riego, lo que reduce la presión sobre éste e interrumpe el progresivo deterioro de la calidad del agua, consecuencia del empleo de fertilizantes y fitosanitarios en un sistema en cierto modo cerrado.

Periodo 2000-2012

A principios del siglo XXI se produce una nueva expansión de la ciudad. Uno de los nuevos sectores urbanizados más importantes es el distrito de Salburua, cercano a la balsa del mismo nombre, y que viene a ocupar una zona de influencia de la misma con un nivel freático muy alto. Con la idea de evitar problemas de filtraciones e inundabilidad en los edificios, previamente a urbanizar la zona se recubrió todo el área con un relleno de áridos hasta elevar la cota entre 2,5 y 3 metros, alejando así la superficie del nivel freático. Sin embargo, los sótanos y garajes de muchos edificios, sobre todo los de dos plantas o más, así como los cimientos de los edificios, superan esta zona de protección en invaden la zona saturada.



Figura 17: Vista aérea del sector de Salburua. 2001 (izq.) y 2011 (dcha). Se aprecia el importante aumento de la zona urbanizada de toda la zona. (Elaboración propia).

Eso está provocando problemas tanto en las edificaciones como en el flujo subterráneo del acuífero. Por una parte, los edificios en sus plantas bajas y garajes presentan serios problemas de humedad y filtraciones y por otra parte los cimientos de los edificios obstaculizan el flujo normal de las aguas subterráneas hacia las zonas de descargas. En su momento la Dirección de Aguas del Gobierno Vasco (antecesora de URA) informó de estos problemas y recomendó que no se construyeran garajes en este sector, aunque finalmente no se tuvieron en cuenta dichas recomendaciones.



Figura 18: Zona de influencia y dirección del flujo subterráneo, ubicación del sector de Salburua.
(Elaboración propia)

Actualmente muchos edificios tienen sistemas de extracción y bombeo de agua de sus sótanos, lo que supone una detacción en el caudal de agua que llega a las zonas de descarga. No hay datos sistemáticos de estos bombeos, pero una estimación podría estar entorno a $1 \text{ m}^3/\text{día}$ por parcela, con un total de unas 30 parcelas por sector, y un total de 8 sectores en distintas fases de construcción, lo que supondría $240 \text{ m}^3/\text{día}$ durante unos 8 meses al año, lo que sería un volumen de $1920 \text{ m}^3/\text{año}$, siempre teniendo en cuenta

que estos datos son meramente orientativos. En algunos casos, agua bombeada es dirigida a la red de saneamiento lo que supone una sobrecarga para la red y un sobreesfuerzo inútil para la EDAR de Crispiana. En cambio en otros casos el agua se vierte en las zonas verdes del sector, de manera que se vuelve a infiltrar al acuífero.

A las extracciones de las bombas hay que sumarle la afección negativa al acuífero que suponen las excavaciones y canalizaciones asociadas a los sistemas de abastecimiento y saneamiento de estas edificaciones. Si se encuentran por debajo del nivel freático, las gravas y otros materiales gruesos que se utilizan como rellenos en las zanjas, al tener una porosidad mucho mayor, funcionan como auténticos drenajes que dirigen el agua fuera de acuífero.

Por otra parte, la urbanización de todo este sector ha supuesto inevitablemente la impermeabilización de amplias zonas, pese a existir amplias zonas verdes, lo que conlleva una menor infiltración y por lo tanto una menor recarga.

Aunque no hay todavía un estudio de la afección de estas acciones sobre el acuífero, (actualmente se está realizando uno encargado por Ensanche XXI, sociedad pública que gestiona la urbanización de los nuevos sectores) existe un piezómetro de la red de seguimiento de aguas subterráneas de URA junto a los humedales, que indican una clara tendencia a la baja.

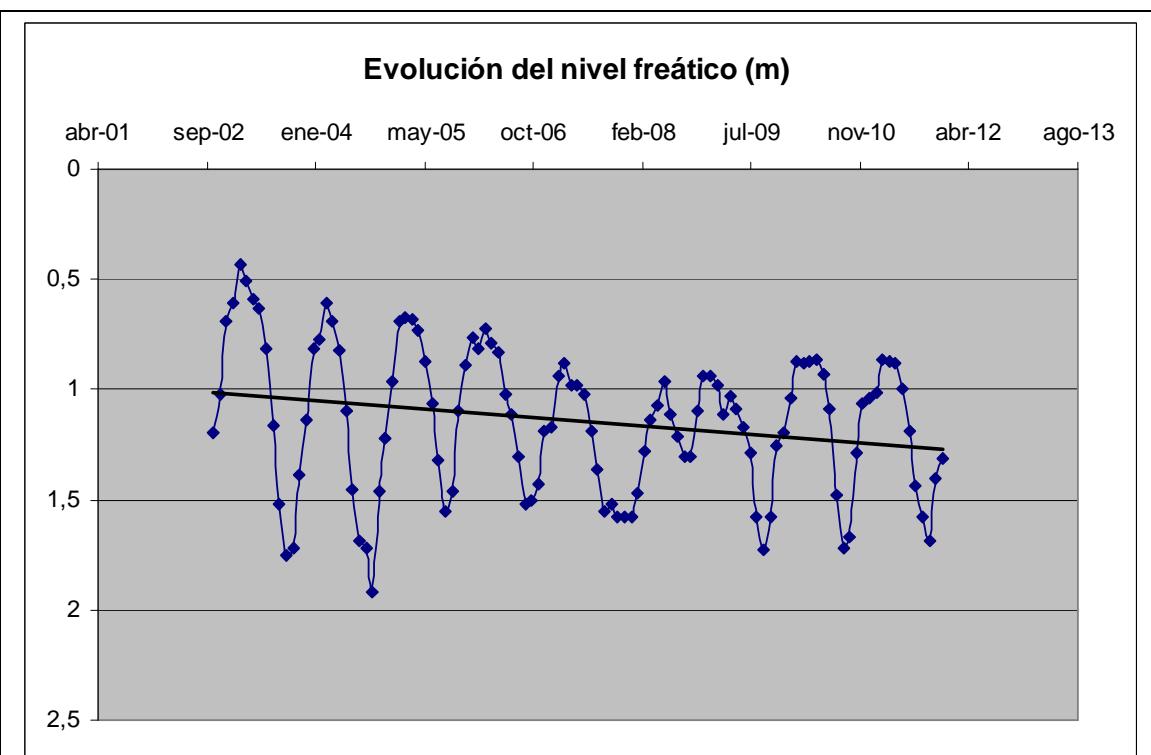


Figura 19: Evolución piezómetro SP-13 Salburua-1 (2002-2012) (URA, 2012)

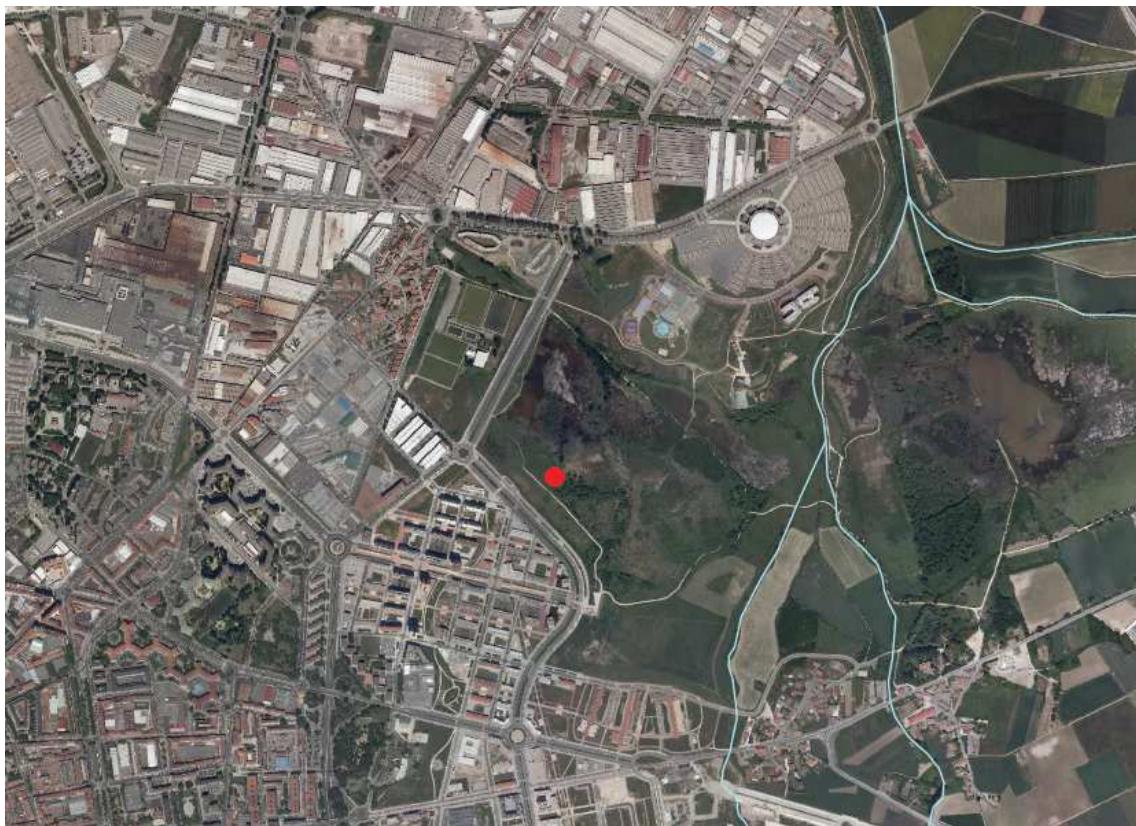


Figura 20: Situación sondeo SP-13 Salburua-1 (URA, 2012)

Durante esta década se observa un descenso de 0,3 m en el nivel freático, más acusado en los niveles altos. Se trata descenso considerable teniendo en cuenta que se trata de un acuífero de escaso espesor y con carácter superficial, con el freático casi en superficie. También se aprecia que el descenso se da sobre todo aproximadamente en los primeros 7 años, estancándose a partir de 2008-2009. Esto coincide con la fuerte desaceleración en la construcción a partir de esas fechas, lo que presumiblemente vendría a confirmar la relación entre construcción y extracción de agua del acuífero.

3.3. Los ríos del sur

3.3.1 Descripción y caracterización

Al sur de la ciudad de Vitoria-Gasteiz se encuentra una pequeña alineación montañosa conocida como los Montes de Vitoria, con carácter eminentemente forestal que en este momento se encuentran en proceso de ser declarados Parque Natural por su alto valor ecológico, y que supone el límite sur de la Llanada Alavesa y la divisoria de aguas entre la cuenca media y baja del Zadorra. En estos montes nacen una serie de ríos y arroyos con una pequeña cuenca vertiente que se dirigen de sur a norte hacia la Llanada. Al llegar a zonas más llanas atraviesan tierras agrícolas y tras pasar por terrenos urbanos o periurbanos y tras bordear y en algunos casos atravesar la ciudad de Vitoria-Gasteiz, desembocan en el Zadorra (aunque hoy en día, tras modificaciones y canalizaciones, algunos han sido embocinados y sus aguas se incorporan a la red de saneamiento).

Los más significativos son los siguientes, en dirección oeste a este.



Figura 21: Vitoria-Gasteiz y sus ríos en la Edad Media, con su recorrido original. (No están representados varios de ellos) (Disponible en: www.vitoria-gasteiz.org)



Figura 22: Ríos del Sur Vitoria-Gasteiz . Recorridos actuales y embocinamientos. (URA)

Eskibel

La cuenca del Eskibel tiene un área vertiente aproximada de 4 km^2 y discurre en dirección noroeste desde la zona occidental de los Montes de Vitoria hasta el Zadorra, embocinándose en el polígono industrial de Júndiz dónde es reconducido por la red de colectores hasta la EDAR de Crispiana. El uso del territorio es esencialmente agrícola en la parte alta y urbano (industrial) en la baja. (CGS, 2008). En la actualidad hay un proyecto para derivar la totalidad de los actuales aportes del río al cercano arroyo Torroguico, lo que evitaría la pérdida de caudales en el colector de Júndiz, e incrementaría la capacidad hídrica para alimentar el parque y las lagunas de Zabalgana.

Torroguico

La cuenca del Torroguico es una pequeña cuenca ubicada entre las del Zapardiel y Ali, con una superficie inferior a 3 km^2 , y el uso del suelo es esencialmente agrícola. Pasa junto al pueblo de Zuazo de Vitoria, cerca del nuevo barrio de Zabalgana y el polígono de Júndiz, drenando asimismo el parque de Zabalgana. Posteriormente, el río se conduce al interceptor que deriva sus aguas hacia la EDAR de Crispiana. (CGS, 2008).

Zarauna (también llamado Mariturri)

La cuenca del Zarauna, de pequeñas dimensiones y afluente del Ali, se ubica en el sector de Zabalgana y su anterior uso como prado rústico y agrícola se ha desarrollado urbanísticamente en la actualidad. (CGS, 2008). Nace en la cercana masa forestal de Armentia y se dirige al NO, entrando en la ciudad por el sector de Mariturri.

Ali

La cuenca del Ali comprende 8.4 km², donde se pueden diferenciar dos zonas:

1. La parte alta de la cuenca se ubica aguas arriba, hasta el núcleo de Armentia, donde el uso del territorio es esencialmente rústico y urbano.
2. La parte baja de la cuenca, en el sector de Zabalgana, es uno de los sectores recientemente desarrollados en el ensanche oeste de la ciudad (CGS, 2008).

Se embocina en un tramo de unos cientos de metros bajo un supermercado y una rotonda y después vuelve a superficie en el barrio de Zabalgana. En su último tramo transcurre embocinado y se incorpora a un colector.

Batán (también llamado en su tramo bajo Abendaño)

Se trata de la mayor cuenca de los ríos que pasan por pleno casco urbano. Hasta su ingreso en el colector Batán/Abendaño, tiene un área vertiente aproximada de 11 km² en dirección sur-norte. Posteriormente el colector que discurre bajo la ciudad sigue esta misma dirección hasta arribar al interceptor que discurre semiparalelo al cauce del Zadorra. En su recorrido, el río atraviesa zonas boscosas y agrícolas en su parte alta y en su tramo urbano transcurre por zonas verdes y residenciales hasta embocinarse. (CGS, 2008).

Zapardiel

La cuenca del Zapardiel, tiene un área vertiente aproximada superior a los 9 km². Durante su recorrido el uso del territorio pasa de los bosques frondosos en su cuenca alta, en los Montes de Vitoria, hasta el uso urbano en el entorno de la ciudad, o los pueblos de Gardelegi o Aretxabaleta. Adicionalmente es destacable que el cauce natural

del río está modificado para evitar la travesía del vertedero de RSU de la ciudad, aguas arriba de Gardelegi, mediante un by-pass que protege las aguas del acceso de eventuales lixiviados (CGS, 2008). Hasta su embocinamiento en el siglo XIX rodeaba el casco histórico de la ciudad.

Olarizu (también llamado Errekatziki)

La cuenca del Olarizu tiene un área vertiente aproximada de 3 km². Nace en el monte Olarizu y se dirige al norte, entre terrenos agrícolas y parques periurbanos hasta su ingreso en la red de colectores y en particular en el que discurre bajo la ciudad en la parte este hasta alcanzar el interceptor principal en el entorno de Gamarra (CGS, 2008).

Errekaleor

La cuenca del Errekaleor, incluyendo la de su principal afluente Santo Tomás, posee una cuenca de unos 43 km² hasta su desembocadura en el Alegría, en el entorno del humedal de Salburua, al que alimenta. Se trata de una cuenca esencialmente agrícola, salvo sectores de sus partes alta y baja, respectivamente de tipo boscoso o urbano respectivamente. En la parte baja, terrenos agrícolas y de pastos han sido urbanizados recientemente en el ámbito del nuevo sector de Salburua (CGS, 2008).

Santo Tomás

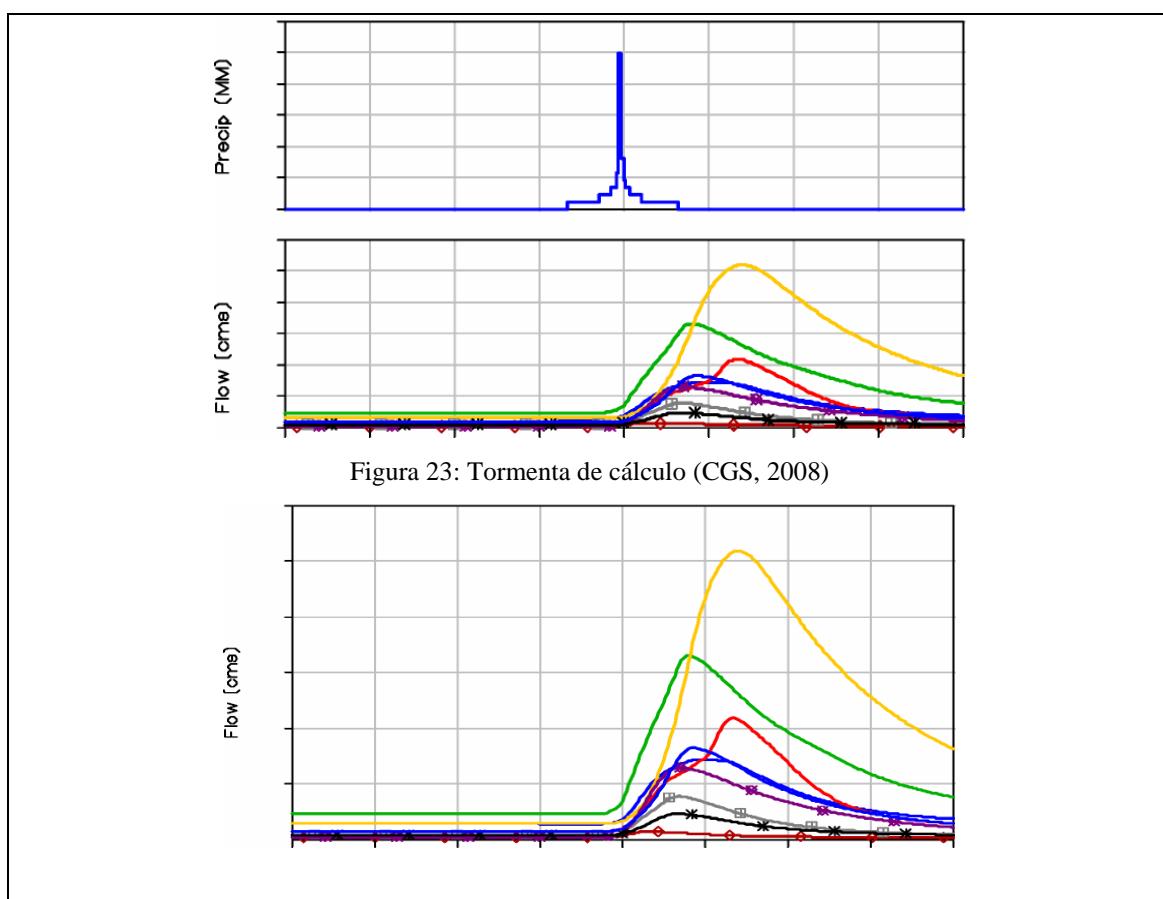
Afluente del Errekaleor por la derecha, ambos ríos se une en la zona de los humedales de Salburua. Su cuenca conjunta con este otro río ocupa 73,48 km³ (Ibisate, 2004). Es destacable que presenta una fuerte pendiente media, 36,74% (Ibisate, 2004), algo que también se da en los demás ríos del sur.

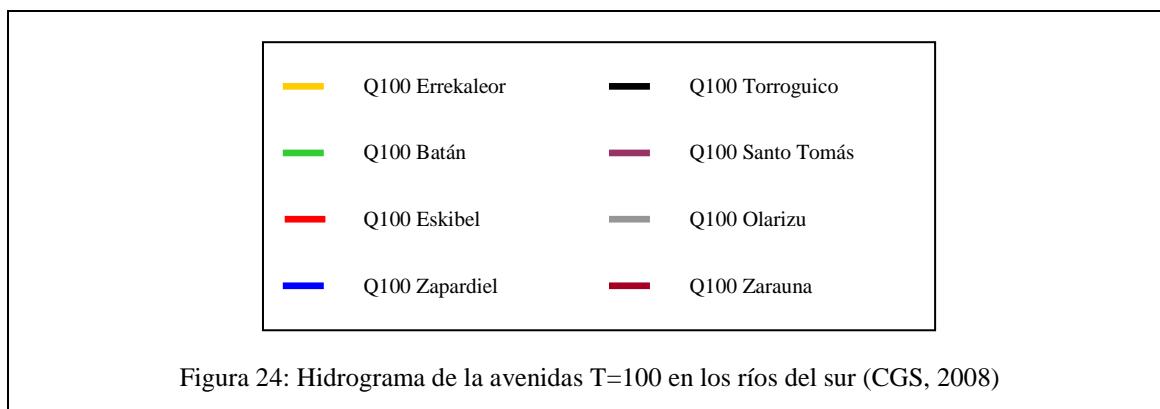
3.3.2 Funcionamiento hidrológico

Los ríos de estas cuencas vertientes son ríos de escasa entidad, con caudales pequeños y que presentan una marcada estacionalidad, permaneciendo secos gran parte del año, o fluyendo de manera subterránea, ya que presentan un carácter influente respecto al acuífero. Los episodios de caudales fuertes y crecidas están asociados a tormentas y lluvias fuertes, y suelen ser de respuesta rápida. La importante pendiente de estos ríos es

una de las razones. Los episodios de deshielo no suelen ir asociados a crecidas, al contrario de lo que sucede con el Zadorra.

Al tratarse de ríos pequeños y estacionales, no existen estaciones de aforo ni datos de caudales, excepto las mediciones diarias en sendos embocinamientos de los ríos Batán y Zapardiel, que tan sólo mide los niveles de la lámina de agua y no existen curvas de gasto calibradas, por lo que no se trata una información muy útil. Es por ello que los estudios de avenidas realizados se han llevado a cabo por métodos estimativos que se centran más en las características de las cuencas y precipitaciones que en mediciones de caudal. Se han hecho estudios con modelos hidrológicos o utilizando el método racional o el modelo matemático disagregado, con unos resultados en muchos casos muy dispares. Para este trabajo se ha tenido en cuenta la estimación de caudales punta mediante modelo matemático disagregado (CGS, 2008), por tener en cuenta tanto el tiempo de concentración de la cuenca como las precipitaciones, siendo la tormenta de cálculo el doble del t_c .





Período de retorno (años)	Ali	Batán	Errekaleor	Eskibel	Maniturri (Zarauna)	Olarizu	Santo Tomás	Torroguico	Zapardiel
2	4.8	11.0	11.2	4.0	0.6	2.1	2.3	1.6	3.8
5	7.3	17.7	21.9	7.6	0.8	3.6	5.1	2.4	7.2
10	9.1	21.8	29.5	11.2	0.9	4.7	7.1	2.9	9.5
25	11.1	26.3	38.2	15.4	1.1	5.9	9.3	3.6	12.3
50	12.7	29.6	44.9	18.5	1.2	6.8	11.0	4.1	14.3
100	14.4	33.0	51.8	21.8	1.4	7.7	12.8	4.6	16.4
500	18.0	40.5	67.0	29.0	1.7	9.8	16.7	5.8	21.1
1000	19.5	43.7	73.4	32.1	1.8	10.7	18.3	6.3	23.1

Figura 25: Periodos de retorno de los ríos del Sur según el modelo matemático disagregado (CGS, 2008)

3.3.3 Problemática asociada

La problemática de los ríos del sur respecto a la inundabilidad se origina principalmente por el embocinamiento de algunos de ellos, como el Zapardiel, el Abendaño o el Errekatxiki. El primero bordeaba la antigua muralla del Casco Medieval de la ciudad, situado en una colina, y durante la Edad Media jugó un papel de foso defensivo. Al expandirse la ciudad se acometió el primer embocinado a principios del siglo XIX (Villapún, 1995) que fue ampliándose conforme crecía la ciudad. El Batán/Abendaño, más al oeste o el Olarizu/Errekatxiki al este, fueron embocinados con la expansión de la ciudad de la segunda mitad del siglo XX.



Figura 26: Embocinamiento del río Batán, en la zona residencial al sur de la ciudad (Febrero 2012)

(Elaboración propia)

A raíz de estas actuaciones los problemas de inundabilidad aumentaron, particularmente en la zona sur de la ciudad. Por esta zona, eminentemente residencial y con amplias zonas verdes, se embocinan el Batán/Abendaño y el Zapardiel que se incorporan a la red de saneamiento en el colector Batán/Abendaño. Aunque no hay un consenso respecto al capacidad de este colector y no se conoce en profundidad su capacidad, algunos estudios estiman su capacidad entorno a $15 \text{ m}^3/\text{s}$. Respecto a las avenidas, tan sólo en la cuenca del Batán el caudal para un periodo de retorno de 10 años se estima entorno a $14-15 \text{ m}^3/\text{s}$, en el límite de capacidad del colector, a partir del cuál entraría en carga.

En caso del periodo de retorno de 100 años, el caudal sería de $40 \text{ m}^3/\text{s}$, superando ampliamente la capacidad del colector (CGS, 2008). Además tienden a crearse balsas en los sumideros donde se embocinan los ríos, que represan el agua, inundando también

esas zonas. El río Olarizu/Errekatxiki en la zona de Olarizu también genera este tipo de problemas, aunque de menor dimensión.



Figura 27: Inundación urbana en el barrio del Batán, junto al río homónimo. (Diario de Noticias)



Figura 28: Inundación provocada por el Errekatxiki en Olarizu (El Correo, 2009)

Esta situación conlleva otro problema asociado a estas crecidas como son los sedimentos que estos ríos introducen en la red de saneamiento, ya que entran directamente a los colectores, sin ningún filtro previo, los cuales van saturando las tuberías, deteriorando la red de saneamiento y disminuyendo la eficiencia de la misma.

Por último, y aún no estando directamente relacionado con la inundabilidad, la incorporación del caudal de estos ríos conlleva aumentar el volumen del agua que llega a la EDAR, con el consiguiente sobreesfuerzo, que repercute negativamente en la eficiencia de la planta. Además, en caso de tormenta, el volumen de agua que llega a la

EDAR aumenta considerablemente y sobrepasa la capacidad de la planta, por lo que es necesario un by-pass que vierte directamente al río las aguas sin tratar, con las consiguientes consecuencias negativas para el medio.

Otro río embocinado y conducido a la red de saneamiento es el Eskibel, aunque en este caso esto se produce bajo el polígono industrial de Jundiz y no en zona urbana. Los otros ríos, tanto al este (Zarauna, excepto un tramo puntual) como al oeste (Errekaleor, Santo Tomás) circulan en superficie y algunos bordean la ciudad sin entrar de lleno en el casco urbano. Con caudales altos pueden provocar problemas, aunque en menor medida que los ríos embocinados.

3.3.4 Gestión realizada

El primer embocinamiento, ya en el siglo XIX, fue el del río Zapardiel, que se canalizó bajo tierra manteniendo su antiguo recorrido bordeando el Casco Antiguo, y reapareciendo una vez pasada la ciudad (aunque posteriormente este tramo también fue soterrado).



Figura 29: Obras en la canalización del Zapardiel, sacado temporalmente a superficie. Mediados del siglo XX (Panoramio)

En la segunda mitad del siglo XX, con la gran expansión de la ciudad se embocinaron una serie de ríos. El río Batán/Abendaño se embocinó y se canalizó de manera recta a lo largo de la nueva Avenida, abandonando su recorrido original. También se embocinó el Olarizu/Errekatxiki, manteniendo parcialmente su recorrido. Más recientemente, durante la última década, la nueva ampliación de la ciudad ha alcanzado los ríos Ali y su afluente Mariturri, aunque en esta ocasión se ha optado por mantener los ríos en superficie, (a excepción del tramo final del Ali, que se embocinó bajo una zona industrial en los 70), pero modificando su cauce y funcionamiento hidrológico. Puntualmente se embocinan para salvar algunas infraestructuras, aunque existe un mal dimensionado de las canalizaciones con respecto a los caudales que lleva.

Hay que señalar que si bien es preferible mantener los ríos en superficie a embocinarlos y la idea de integrarlos en el espacio urbano es a priori interesante, el resultado en este caso es que los ríos y sus riberas se han reconvertido en simples parques y zonas verdes, jardines totalmente desnaturalizados por los que discurre un canal entre taludes y escolleras, ya que los criterios empleados han sido exclusivamente paisajísticos, sin tener en cuenta sus características hidrológicas, geomorfológicas o ambientales.



Figura 30: Actuación llevada a cabo en el río Ali en el barrio de Zabalgana (Febrero 2012)

Actualmente hay en marcha un plan para la mejora hidrológica e hidráulica de estos ríos y reducir su impacto en caso de crecida. En líneas generales, el plan se basa en dos ideas generales: por un lado, evitar que las aguas de los ríos entre en la red de saneamiento, con los problemas que esto conlleva, y por otro lado, habilitar y recuperar espacios que puedan funcionar como balsas de laminación en situaciones de crecida. Las medidas, que se reflejan en la memoria final de CGS de 2008, se pueden agrupar por ríos o cuencas:

I. Ríos Batán y Zapardiel

Algunas de las medidas a estos dos ríos, los de mayor cuenca vertiente y que mayores problemas de inundabilidad generan, son conjuntas. Las más importantes son:

1.1 Derivación del Zapardiel al Batán

Una medida que ya se ha llevado a cabo ha sido desviar el río Zapardiel al río Batán justo antes de la entrada en el casco urbano, por lo que ya no entra agua al cauce soterrado del Zapardiel, que históricamente ha sido el que mayores problemas de inundaciones ha generado. De este modo el caudal de ambos ríos se introduce en el colector Batán/Abendaño, que aunque ha presentado problemas en situaciones de crecida, estos no han sido tan graves como en el caso del Zapardiel, aunque aún no se sabe cómo se comportará en una crecida con el caudal de dos ríos.



Figura 31: Trasvase Zapardiel-Batán (Febrero 2012)



Figura 32: Conexión trasvase Zapardiel-Batán (Febrero 2012)

Junto al punto dónde se produce la derivación también se ha instalado una pequeña balsa lateral de derivación.



Figura 33: Balsa de derivación en el trasvase Zapardiel-Batán (Febrero 2012)

I.2 Aliviadero inferior del Batán

La siguiente fase del proyecto será canalizar el agua de los ríos desde el colector directamente hasta el Zadorra, por medio del aliviadero inferior del Batán, sin que se incorpore a la red de saneamiento, lo que evita que el sistema entre en carga, mejora la entrada de la escorrentía superficial y evita un sobreesfuerzo de la EDAR (CGS,2008).

I.3. Recuperación de las lagunas de las graveras de Lasarte

Se plantea la recuperación de las antiguas graveras de Lasarte, paraje cercano a la ciudad atravesado por el Batán, actualmente muy deteriorado con vertederos incontrolados y chabolismo, como lagunas que funcionarían como balsas de laminación de avenidas. Se trata de zonas que se encuentran a un nivel topográfico algo menor, de modo que una vez superada la pequeña mota que confina el río, se inunda la superficie de las graveras. Se barajan diferentes opciones como tres balsas pequeñas en la propias graveras, unas balsas mayores tomando tierras agrícolas o una gran balsa que ocupe todo el terreno (CGS, 2008).

Para ello se eliminarían las motas para facilitar de este modo la inundación y el efecto laminador. Una de las opciones plantea también conectar las lagunas con las cuencas del Zapardiel, que pasa por el este de las lagunas, laminando de este modo las aguas del mismo, e incluso con el Ali a modo de aliviadero, de manera que se pudiera gestionar como elemento de regulación, pudiendo absorber volúmenes de agua importantes y distribuirlos por las cuencas en función de la situación. Por otra parte, la actuación supondría la recuperación de un hábitat con un gran potencial ecológico, actualmente degradado, que se integraría dentro del Anillo Verde que rodea la ciudad.

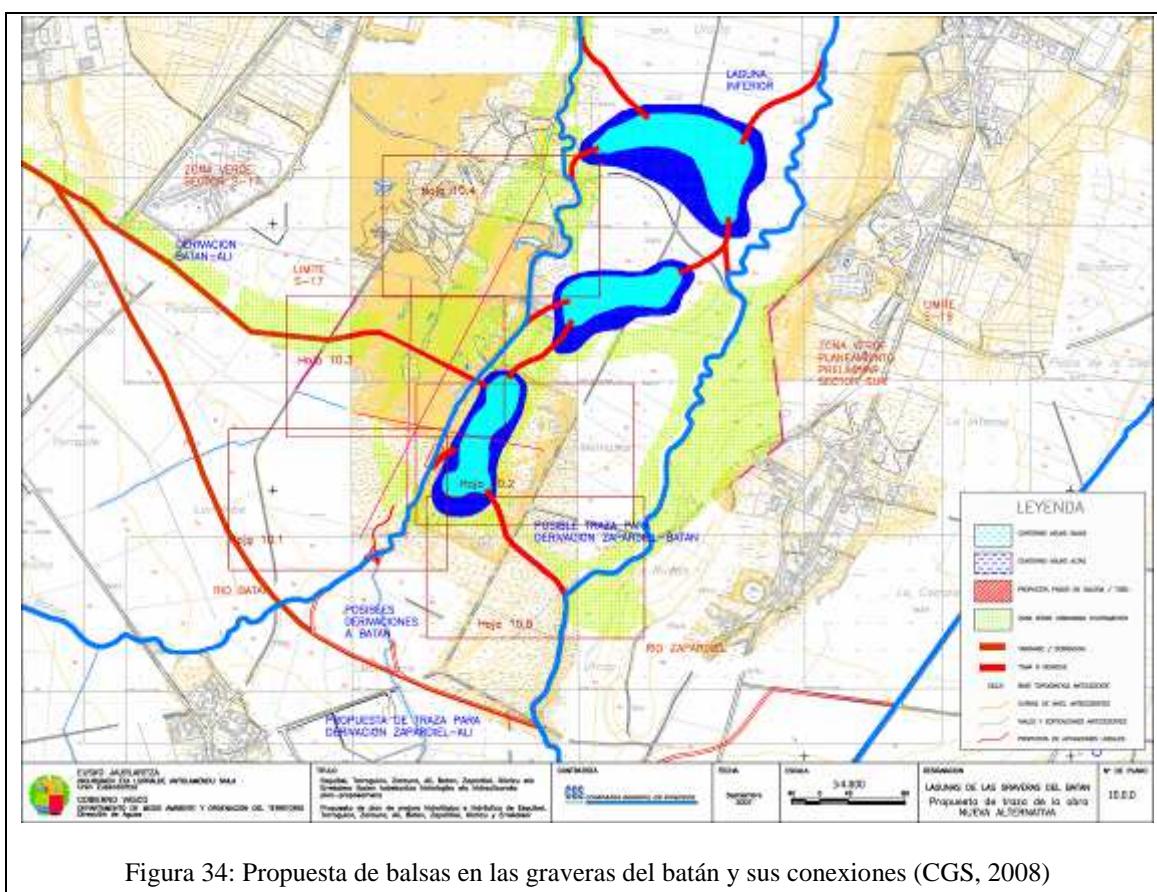


Figura 34: Propuesta de balsas en las graveras del batán y sus conexiones (CGS, 2008)



Figura 35: Antiguas graveras de Lasarte, donde se ubicaría una de las lagunas (Febrero 2012)

I.4. Aliviaderos de puntas

El planteamiento para el Batán también contempla la posibilidad de disponer de un aliviadero de caudales punta aguas arriba de las lagunas, por medio de una derivación de caudal al Ali, de modo complementario a estas. En el caso del Zapardiel también se proponen derivaciones de caudal a los ríos Ali y Olarizu (CGS, 2008).

I.5. Espacio fluvial urbano

Muy recientemente, el Ayuntamiento ha propuesto sacar a superficie parte de la actual canalización del río, dentro de plan de rehabilitación de la Avenida Gasteiz, una de las principales arterias de la ciudad. El plan propone reconvertir gran parte de dicha avenida en amplias zonas verdes, y crear un espacio fluvial con vegetación de ribera, sacando a superficie la actual canalización, aún no siendo este su cauce natural. Ello conllevaría la necesidad de derivar al menos parcialmente el caudal que lleve la canalización que vaya

desde el aliviadero al Zadorra, y si se pretende que el “río” tenga carácter anual, tendría que bombearse agua durante parte del año, ya que tiene un estiaje muy acusado.

II. Río Eskibel

El más occidental de los ríos del sur se embocina bajo el polígono industrial de Jundiz, incorporándose a la red de saneamiento del mismo y sus aguas se dirigen a la EDAR de Crispiana. Se propone derivar el Eskibel al cercano arroyo Torroguico justo antes de embocinarse (CGS, 2008).

III. Río Ali y su afluente Zarauna (Maniturri)

Actualmente el río Ali se introduce en la ciudad por el pequeño núcleo de Armentia, donde se embocina y hasta hace poco era capturado a colector en algún punto, por lo que su caudal a partir de ahí era prácticamente nulo. Recientemente se ha anulado esta captación, lo que permite que el caudal fluya por el tramo de Zabalgana, barrio de reciente urbanización, con la consiguiente mejora ambiental. En este tramo su cauce ha sido modificado y reforzado con escolleras, dejando lugares de ensanchamiento para que funcionen a modo de balsa de laminación en caso de crecida.

Puntualmente se embocina para salvar algunas infraestructuras, aunque hay una desproporción entre el dimensionamiento del cauce y las escolleras, y la de las canalizaciones. En el último tramo se incorpora a la red de saneamiento. Las riberas del río canalizado se han reconvertido en zonas verdes. En general, han primado los criterios paisajísticos sobre los hidrológicos (CGS, 2008).



Figura 36: Ensanchamiento para laminación en el Ali, en Zabalgana (Febrero 2012)

Un poco más adelante, dentro también del nuevo sector Zabalgana-Mariturri, el río Ali se une con su afluente el Zarauna (también llamado Maniturri), que procedente del cercano bosque de Armentia, se introduce en la ciudad por el barrio de Mariturri, actualmente aún sin terminar de urbanizar. En el caso del Zarauna, las actuaciones llevadas a cabo son similares a las del río Ali.

En el plan de mejora hidrológica se plantean diversas medidas para esta cuenca:

III.1. Lagunas de Armentia

Se plantean tres pequeñas lagunas someras junto al río Ali, en la zona del parque de Armentia, perteneciente al Anillo Verde, justo antes de la entrada en el núcleo, que laminarían las crecidas del río Ali y eventualmente las del Batán, a través del aliviadero de puntas y de la conexión con las lagunas de las graveras de Lasarte. (CGS, 2008).



Figura 37: Plano de las lagunas de Armentia (CGS, 2008)

III.2 Lagunas de laminación del curso bajo del Ali

Actualmente se está acondicionando una pequeña laguna de laminación de crecidas dentro del barrio de Zabalgana, aguas abajo de la confluencia con el Zarauna, en una vaguada justo anterior al paso bajo las vías del tren.



Figura 38: Balsa de laminación del Ali en Zabalgana (Febrero 2012)

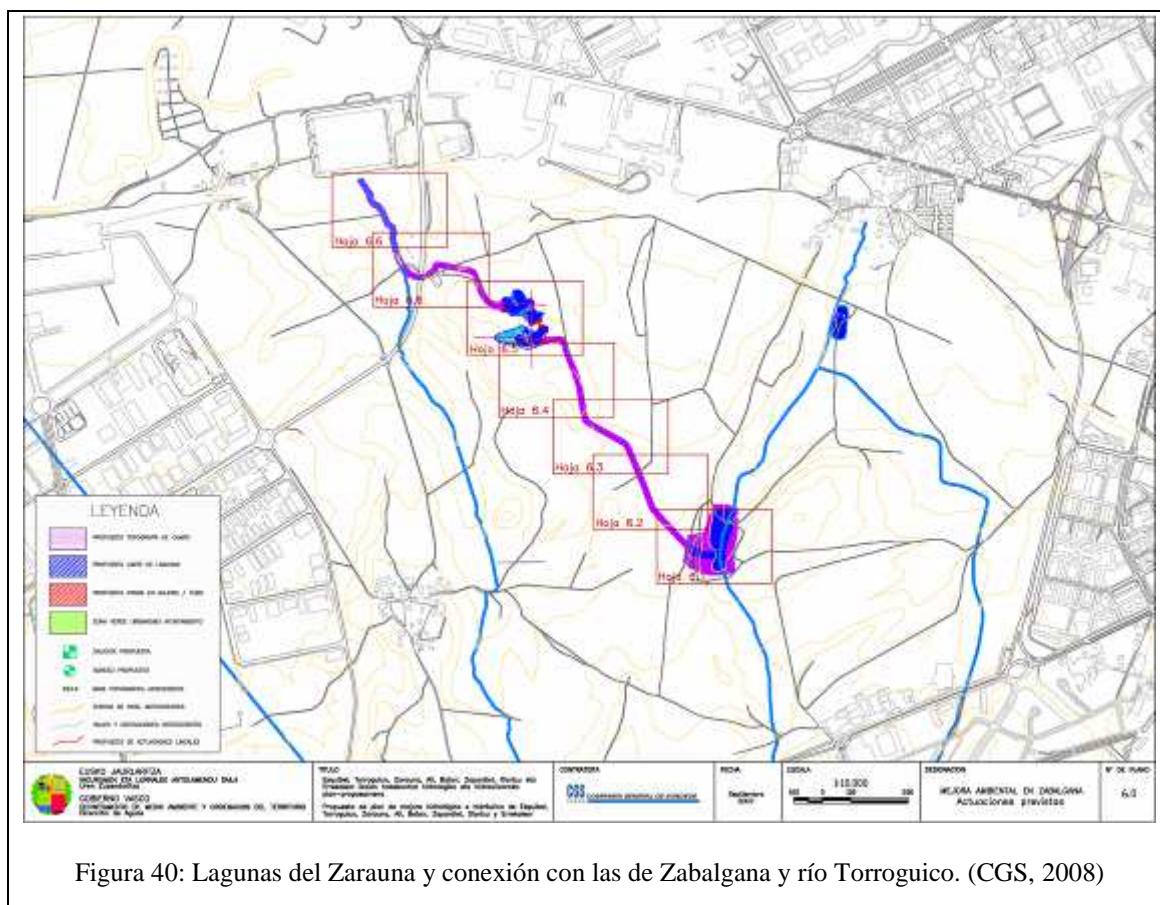
III. 3 Laguna de laminación en el cauce del Zarauna

Se trata una laguna de laminación de crecidas aguas arriba de la confluencia con el Ali, con ensanchamiento del cauce, en el sector en urbanización de Mariturri, en una pequeña vaguada donde ya existe una pequeña laguna. A partir de ahí, por medio de una canalización bajo una carretera de circunvalación, se conectaría con las ya existentes lagunas de Zabalgana, evitando así la sobrecarga del tramo inferior del Ali y mejorando la disponibilidad de recursos en el parque de Zabalgana.



Figura 39: Laguna de laminación en el Zarauna y toma de la derivación a las lagunas de Zabalgana
(Febrero 2012)

Por otra parte, estas lagunas de Zabalgana desaguan a su vez por medio de un encauzamiento al río Torroguico.



IV. Río Torroguico

En el caso del Torroguico, se plantea que sirva como desagüe por medio de canalización, por un lado del río Eskibel y por otro lado de los caudales punta del Ali, a través de las lagunas de Zabalgana. El Torroguico transcurre en su tramo final antes de desembocar en el Zadorra bajo una importante instalación industrial y aunque se considera que la nueva canalización asimilará estos caudales, podría entrar en carga en caso de fuertes precipitaciones, más aún si se tiene en cuenta que el Zadorra en aguas altas dificulta el desagüe del Torroguico. Para evitar esto se ha dispuesto una balsa de laminación que evite el paso en galería.

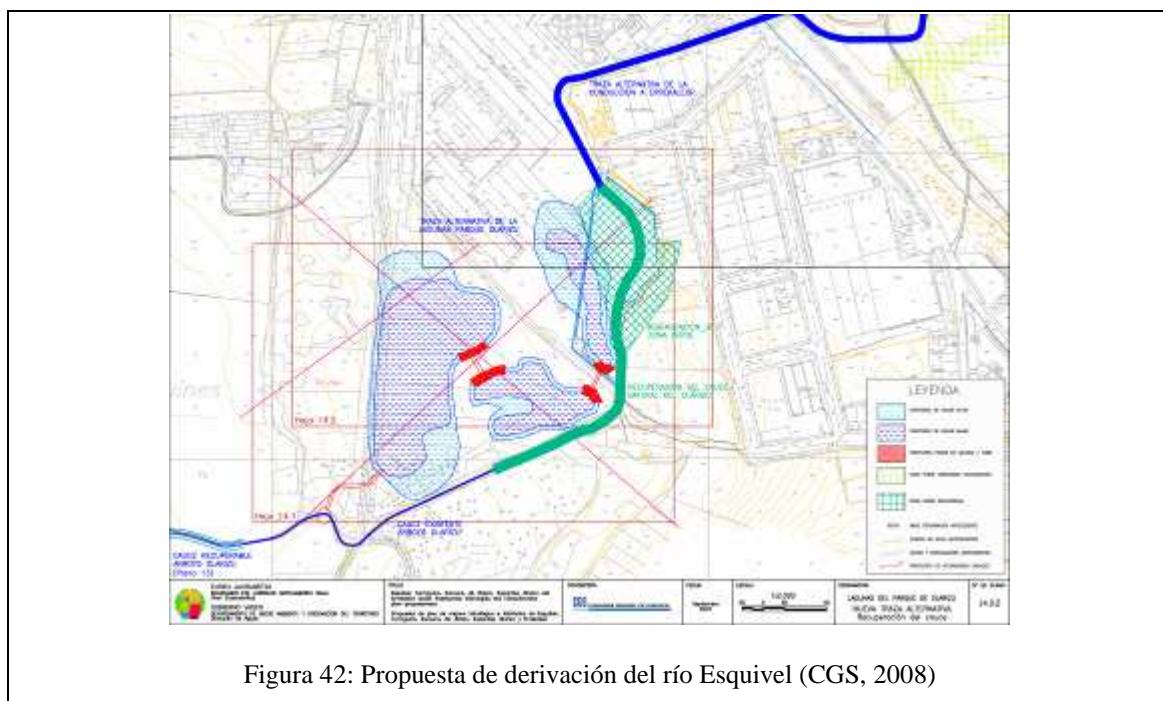


Figura 41: Balsa de laminación en el Torroguico justo antes de embocinarse (Febrero 2012)

V. Río Olarizu (o Errekatziki)

Las actuaciones que se proponen para este río son varias. En primer lugar, en su tramo alto recibiría la aportación de parte del caudal del Zapardiel, lo que aumentaría su caudal medio. Ya más abajo, en la zona de las campas y parque de Olarizu, se propone la recuperación de unas balsas que utilizaba una empresa ya derribada y que actualmente es una escombrera, con un planteamiento similar a las lagunas del Batán, aunque de menores dimensiones con el fin de laminar eventuales crecidas del Olarizu (más el caudal derivado del Zapardiel) recuperándolas como un ecosistema ripario dentro de una importante zona verde y zona de recarga del acuífero. Estas balsas se situarían junto al cauce del río, y se conectarían por un sistema de tomas y desagües.

Por último, también se propone una derivación de este río desde la salida de las balsas hasta el río Errekaleor, para así evitar el abocinamiento del río y los problemas que puede generar en caso de avenida, y de paso incrementar los aportes de agua que llegan a los humedales de Salburua.



VI. Ríos Errekaleor y Santo Tomás

VI.1 Derivación al Alegría

El río Errekaleor pasa por el sureste de la ciudad y recibe al afluente Santo Tomás en los humedales de Salburua. Con el crecimiento del polígono industrial de Betoño la unión de estos dos ríos se embocinó y canalizó bajo la zona industrial, lo que ocasionalmente daba lugar a problemas de inundaciones. A finales de los años 90, el río aguas abajo de la unión de ambos, se derivó hacia el cauce del río Alegría, que se dirige directamente al Zadorra.

VI.2. Las balsas de Salburua

También a finales de los 90 se recuperaron los humedales de Salburua, y la actual balsa de Zurbano, además de funcionar como zona de descarga del acuífero y tener un importante valor ambiental, presente también hasta cierto punto una capacidad de laminación de las puntas de avenidas procedentes de estos dos ríos, lo que disminuye los riesgos de inundabilidad.

VI.3 Parque fluvial del Errekaleor

El Errekaleor es un río de marcado carácter influente, que permanece seco gran parte del año, y fluye subterráneamente, siendo la principal aportación de agua de las balsas

de Salburua. Ha permanecido fuera del casco urbano, salvo una barriada de la década de 1960, situada junto al río. Con los nuevos planes de ampliación se sitúa dentro de un sector del barrio de Salburua actualmente en fase de urbanización.

Dentro de este plan de urbanización, se pretende convertir el actual curso del Errekaleor en un corredor ecológico que conecte los actuales parques de Olarizu con los humedales de Salburua, englobando todo dentro del Anillo verde de la ciudad. Para ello, se plantea medidas de recuperación ambiental como la regeneración de la vegetación de ribera o la instalación de pasos de fauna. También se ha tenido en cuenta el dimensionamiento hidráulico de los nuevos puentes y pasos, máxime teniendo en cuenta que la derivación del Olarizu aguas arriba de este tramo aumentará su caudal, particularmente en crecidas.

Las líneas generales del proyecto buscan respetar el espacio fluvial y dejarle espacio al río para sus dinámicas, aunque también se incluyen medidas duras como escolleras y otra serie de medidas basadas una vez más en criterios más paisajísticos que hidrológicos o ambientales. Si bien se trata de un río más caudaloso y con más dinámica fluvial que los anteriormente citados Ali y Zarauna, y la transformación prevista no es tan profunda como en los citados ríos, con el proyecto de parque fluvial, actualmente en ejecución, se corre el riesgo de desnaturalizar este río y convertirlo en otro jardín con un mero canal de agua.



Figura 43: Escolleras en el Errekaleor (Febrero 2012)



Figura 44: Futuro parque fluvial del Errekaleor (Febrero 2012)



Figura 45: Vista aérea del parque fluvial del Errekaleor. (POA paisajismo)

3.4. La cuenca del río Alegría

3.4.1 Descripción y caracterización

El río Alegría es uno de los afluentes del Zadorra por la margen izquierda, a su paso por la llanada alavesa. Nace en los montes de Iturrieta, cerca de Chinchetu y tras Elburgo, en el término municipal de Alegría-Dulantzi (Álava). Su longitud es de 19 km y su superficie de cuenca es de 120 km². Discurre por suelos de formación cretácica y diluvial.

Los afluentes del Alegría, casi todos del lado izquierdo, proceden de los montes de Iturrieta y Vitoria. Los cuatro importantes (río Añua, los arroyos Cerio y Angostalde) llevan estos trayectos: el primero por el pueblo de Gauna para desembocar en Alegría-Dulantzi; el segundo por Eguileta, Añua, y Elburgo; el tercero por Ijona, Trokoniz, Andollu, Argandoña, e Ilarraza; el cuarto por Aberasturi y Ascarza, desembocando en el río Alegría frente a Zurbano. Recibe al río Arkaute por su orilla izquierda, procedente de los montes de Vitoria, cerca de Gamarra Mayor, casi diríamos en Vitoria-Gasteiz. Actualmente se encuentra conectado con los humedales de Salburua mediante unos canales de desagüe que desembocan antes de la unión con el Zadorra. Frente a Gamarra Menor, en el término de Eskalmendi, se le une por la izquierda al río Zadorra, rodeando posteriormente por el norte la capital alavesa.

Se trata de un río que se ha visto muy afectado por la actividad antrópica desde la década de los 80, con la incorporación del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz mediante su empresa municipal de Agua AMVISA en la concesión de utilidad de los embalses para abastecimiento urbano en 1976. A cambio, AMVISA está obligada a reponer las aguas embalsadas. La decisión fue utilizar la cantidad de agua que discurría por el río Alegría, mediante la realización de unos canales que transportan por gravedad hasta el embalse de Ullíbarri. Para poder llevar a cabo se construyó una azud de derivación, que divide el río Alegría en dos tramos diferenciados y que sólo son conectados cuando discurre grandes cantidades de agua.

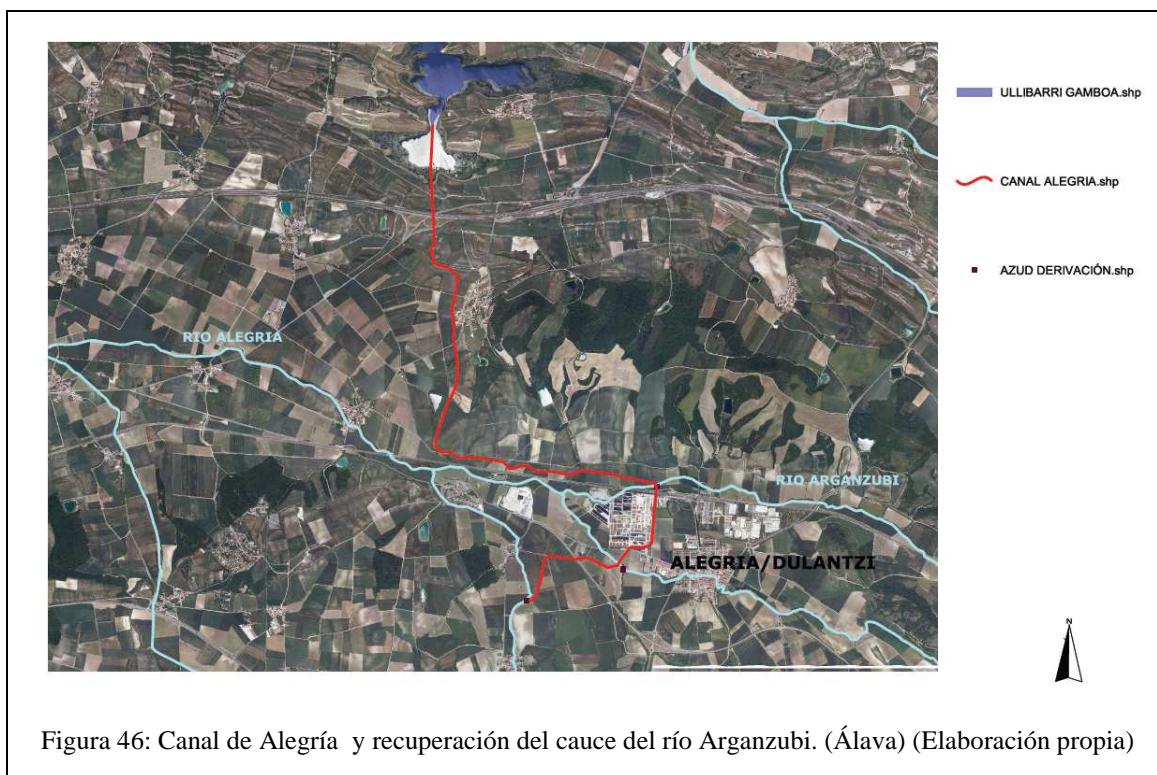


Figura 46: Canal de Alegría y recuperación del cauce del río Arganzubi. (Álava) (Elaboración propia)



Figura 47: Azudes de derivación del río Alegría, en el municipio de Alegría-Dulantzi (Álava)
(Elaboración propia)

3.4.2 Problemática asociada a las inundaciones

Como ya hemos explicado anteriormente el río Alegría se encuentra dividido en dos tramos, en los cuales genera problemáticas diferentes en cuanto a inundaciones. El primero está formado fundamentalmente por suelos agrícolas donde apenas se registran daños salvo por su paso por el pueblo Alegría-Dulantzi. En esta localidad, las edificaciones han invadido el espacio fluvial y en épocas de lluvia suele generar problema de inundaciones.



Figura 48: Mancha de inundabilidad en el municipio de Alegría-Dulantzi (Álava)

En el segundo tramo, una vez asumido el agua que aportan los pequeños afluentes laterales provenientes de los montes de Vitoria, el río ha sido canalizado para evitar su conexión directa con los humedales de Salburua (en su día desecados). Posteriormente, se vuelven a conectar aguas abajo de los humedales. A la altura de Elorriaga, se suman las aguas procedentes de los ríos Santo Tomás y Errekaleor, generando unos caudales importantes en época de lluvias torrenciales, aspecto ya comentado previamente. En esta parte, también de uso agrícola mayoritariamente, se suelen producir zonas de encarcamiento enormes pero la mayoría no por aportaciones del río sino por la cercanía del nivel freático y su conexión con el acuífero cuaternario de Vitoria-Gasteiz. Este tipo de inundaciones procedentes de las aguas subterráneas suelen tardar varios

días en ser absorbidos o evaporados, y suelen generar daños considerables a los agricultores de la zona.

A la altura de Gamarra Menor, una vez asumido el agua de sus afluentes y el canal de desagüe de los humedales, se encuentra con el río Zadorra donde se han diagnosticado los mayores daños ocasionados por la unión de ambos ríos. La fuerza del agua desembalsada no permite al río Alegría continuar con su marcha y produce un efecto de retroceso que provoca la inundación de un espacio que hoy en día está dedicado al uso industrial generando daños económicos importantes. El polígono de Betoño se ve afectado por la expansión de las aguas.

3.4.3 Gestión realizada

La gran mayoría de las actuaciones realizadas para la defensa de las inundaciones en Vitoria-Gasteiz tienen gran relación con la dinámica del río Alegría, sus afluentes Santo Tomás y Errekaleor antes de la creación de los popularmente llamados Humedales de Salburua, en su conexión con las aguas del Zadorra.

Sobre la base de los estudios previos realizados se constata que el río Alegría en estado actual no tiene capacidad suficiente para transportar el caudal de punta de avenida de $T= 100$ años, equivalente a $175 \text{ m}^3/\text{s}$, y mucho menos con las aportaciones que recibe desde el Santo Tomás y el Errekaleor. Para ello en diciembre de 1995, dentro del “Plan de Regulación Hidrológica y regeneración ambiental de la red de saneamiento de Vitoria-Gasteiz” se llevó a cabo la ampliación del cauce en las inmediaciones de la desembocadura en el Zadorra. Las obras realizadas suponen importantes cambios en la condición del cauce, distando mucho de considerarlas naturales debido a la serie de modificaciones sufridas a lo largo de la historia (Inyspa, 1995).

Estas actuaciones lo han convertido en un río rectilíneo y claramente artificial, ajustado a las necesidades agrícolas y urbanísticas. Además se sustituyeron los puentes de Eskalmendi y Zurbano, adecuándolos a la capacidad de desagüe de los puentes anteriores incapaces de realizarlo y que generaban retornos aguas arriba, produciendo

cotas elevadas donde se desbordaba con asiduidad y generando daños materiales en el polígono adyacente de Betoño.

Humedal de Salburua como lugar de expansión de crecidas:



Figura 49: Vista aérea del Humedal de Salburua en Vitoria-Gasteiz (Álava)

Todas estas actuaciones planteadas persiguen un mismo objetivo, disminuir en la medida de lo posible el problema de inundabilidad de Vitoria-Gasteiz, aunque no contribuyen al mismo en la misma proporción.

Lo primero y más importante es entender que no se puede actuar mediante soluciones o actuaciones puntuales, sino que hay que entender esta problemática como un hecho global, y que como tal requiere actuaciones integradoras y globales.

La inundabilidad de Vitoria-Gasteiz, tema de estudio en este trabajo, no es un problema nuevo, por lo que hay que tener en cuenta los datos y actuaciones anteriormente realizadas, valorarlas y plantear nuevas que se adecuen a la situación actual y a las venideras.

Esta situación hace necesario hacer frente sin demora a esta nueva realidad. A continuación se proponen una serie de medidas concretas dentro de este marco.

Todas estas actuaciones que se van a plantear, han de ser englobadas en un marco de Cambio Climático. Los numerosos estudios realizados (CEDEX, 2011) hasta la fecha, parece que dan por conclusión que la formación de fenómenos extremos (sequías e inundaciones) pueden aumentar su probabilidad de suceso a medio plazo, modificando los períodos de retorno de las crecidas en nuestro caso.

4. ALTERNATIVAS Y PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

4.1 Introducción

Tras analizar los diferentes aspectos implicados en la problemática de la inundabilidad en Vitoria-Gasteiz, se detallan una serie de alternativas y propuestas de actuación a través de las cuales se persigue solventar, o al menos atenuar, los problemas generados de dicha inundabilidad, manteniendo siempre intentando una visión global de la problemática e impulsando una gestión integrada de los sistemas fluviales y de aguas subterráneas del municipio. Para la propuesta de las alternativas se han tomado en consideración los principios de la DMA.

4.2. La gestión del acuífero

El origen de las inundaciones del acuífero está en el alto nivel freático que suele encontrarse en toda la ciudad, pero particularmente entorno a su zona de descarga, los Humedales de Salburua. En esta zona, el nivel freático a menudo se encuentra entorno a un metro o menos desde la superficie. En situaciones húmedas, tras épocas lluviosas, en algunas zonas el nivel freático puede llegar a estar a ras de tierra o incluso por encima del nivel topográfico, por lo que se producen encharcamientos e inundaciones. A esto hay que sumarle la nula capacidad de infiltración de la escorrentía superficial en esas situaciones, al encontrarse el terreno saturado, lo que agrava la situación.

Desde el punto de vista de la inundabilidad, en la gestión del acuífero nos encontramos ante un conflicto de intereses. Podría ser interesante mantener más bajo el nivel freático extrayendo agua por medio de bombeos, para así evitar que el agua aflore en superficie y también facilitar la infiltración, pero es precisamente este alto nivel freático lo que permite que en el entorno de la zona de descarga del acuífero se hayan podido recuperar los humedales de Salburua, recobrando parcialmente las balsas, la lámina de agua continua que existía antes de la alteración del entorno, de modo que un bombeo del acuífero afectaría considerablemente a los humedales.

Como se ha explicado anteriormente, se trata de un ecosistema de alto valor ambiental, declarado humedal RAMSAR, hábitat de diversas especies amenazadas y pieza clave del Anillo Verde, la red de parques periurbanos y espacios naturales que rodean la

ciudad por el que se ha apostado desde los años 90 y que actualmente se planea rematar. Se trata de una importante zona de esparcimiento y contacto con la naturaleza para la ciudadanía y en pocos años se ha convertido en una seña de identidad de la ciudad, por lo que hay que ser muy cuidadoso a la hora de tomar decisiones que puedan afectar a este espacio. A continuación se plantean diversas alternativas de solución, valorando su viabilidad:

4.2.1 Redefinición del Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) en los sectores de Salburua-Arkaiate

Tal y como se ha explicado previamente al tratar esta problemática, los problemas de inundabilidad y deterioro del funcionamiento natural del acuífero han sido generados por la urbanización de zonas próximas al mismo, particularmente en la última década con la nueva expansión de la ciudad, y más concretamente en el nuevo barrio de Salburua. La construcción en la zona de viviendas, algunas de ellas bloques de gran tamaño, con profundos cimientos, acompañados generalmente de sótanos y garajes, hacen necesaria la implantación de sistemas de bombeo para evitar su inundación mediante la extracción del agua del subsuelo. A ello hay que sumar las conducciones de aguas y las zanjas realizadas, rellenadas con gravas, que en la práctica actúan como drenaje, así como la impermeabilización de la superficie urbanizada. El conjunto de estas actuaciones supone una detacción del volumen de agua del acuífero.

Respecto a la planificación urbanística, en su momento la Dirección de Aguas del Gobierno Vasco (antecesora de URA) recomendó la no construcción de garajes y sótanos, o en su defecto que no se superara una planta; se trata de una recomendación que no se tuvo en cuenta, construyéndose varias plantas de garajes en muchos de los edificios.

Actualmente, parte del sector de Salburua está aún en construcción o en fase de proyecto, así como el también cercano sector de Arkaiate, más al este, al otro lado del Errekaleor, pequeño río fuertemente influente que atraviesa la zona (Figura 46). La actual crisis económica y la saturación del mercado inmobiliario han paralizado algunos

proyectos. En la actualidad está en fase de revisión el PGOU lo que ofrece una oportunidad para replantear las distintas actuaciones previstas en estos sectores.

Una medida necesaria sería la definición de unas nuevas normas de construcción en estos sectores, con carácter vinculante, ya que se ha comprobado que las meras recomendaciones no surten efecto. Entre estas medidas se incluirían:

- La búsqueda en superficie de alternativas para los aparcamientos, trasteros y demás dependencias que actualmente se instalan en sótanos, ubicándolos por ejemplo en una planta baja. De manera excepcional, se podría autorizar una única planta subterránea cuando se asegure mediante un estudio específico que no se va a invadir la zona saturada del acuífero. En ningún caso se permitiría una segunda planta subterránea, que la invadiría con total seguridad.
- La red de saneamiento se dispondrá siempre por encima del nivel freático habitual para evitar que actúe como drenaje. Igualmente, serán necesarias medidas que garanticen la estanqueidad y minimicen el riesgo de fugas, para evitar posibles contaminaciones.
- Normativas de edificación que eviten la impermeabilización del terreno y faciliten la infiltración de las precipitaciones (pavimentos permeables, rejillas, franjas de terreno sin pavimentar, cubiertas vegetadas, etc.) restaurando en la medida de lo posible el ciclo natural del agua en la ciudad. También deberían impulsar medidas que incentiven económicamente la implantación de este tipo de medidas, como ayudas o subvenciones o algún tipo de tarificación por superficie impermeabilizada. En Vitoria-Gasteiz el CEA (Centro de Estudios Ambientales, dependiente del Ayuntamiento) viene señalando la necesidad de un plan en este aspecto, si bien de momento no existe nada en firme.

Por otra parte, esta revisión del PGOU debería cerrar definitivamente la puerta a la urbanización de más terreno alrededor de Salburua.

4.2.2 Recuperación del agua de bombeo

Los edificios ya construidos disponen de sistemas de bombeo y extracción para evitar la inundación de sótanos y garajes, tal y como ya se ha mencionado previamente. Este agua, en general de buena calidad, es vertida a la red de saneamiento, cargándola inútilmente, lo que en situaciones de fuertes lluvias (momento en el que estas bombas extraen más agua) puede suponer un problema al sobrecargar la red, además de un sobreesfuerzo para la EDAR de Crispiana, su destino final. Por otra parte, obviamente este volumen de agua nunca llega a su destino natural, las balsas de Salburua.

Ante esta situación planteamos diversas posibilidades. Una solución sería derivar el agua de los bombeos por alguna canalización hasta su destino natural, las balsas, devolviendo así la detención de caudal.

Sin necesidad de llevar el agua hasta las mismas balsas, otra opción sería conducirla hasta los ríos Errekaleor y Santo Tomás, que pasan por el este del sector (figura 47). Para ello se podría ser aprovechar para ello la actual red de colectores, y por medio de una conducción separativa para el agua de bombeo, llevarla hasta dichos ríos.

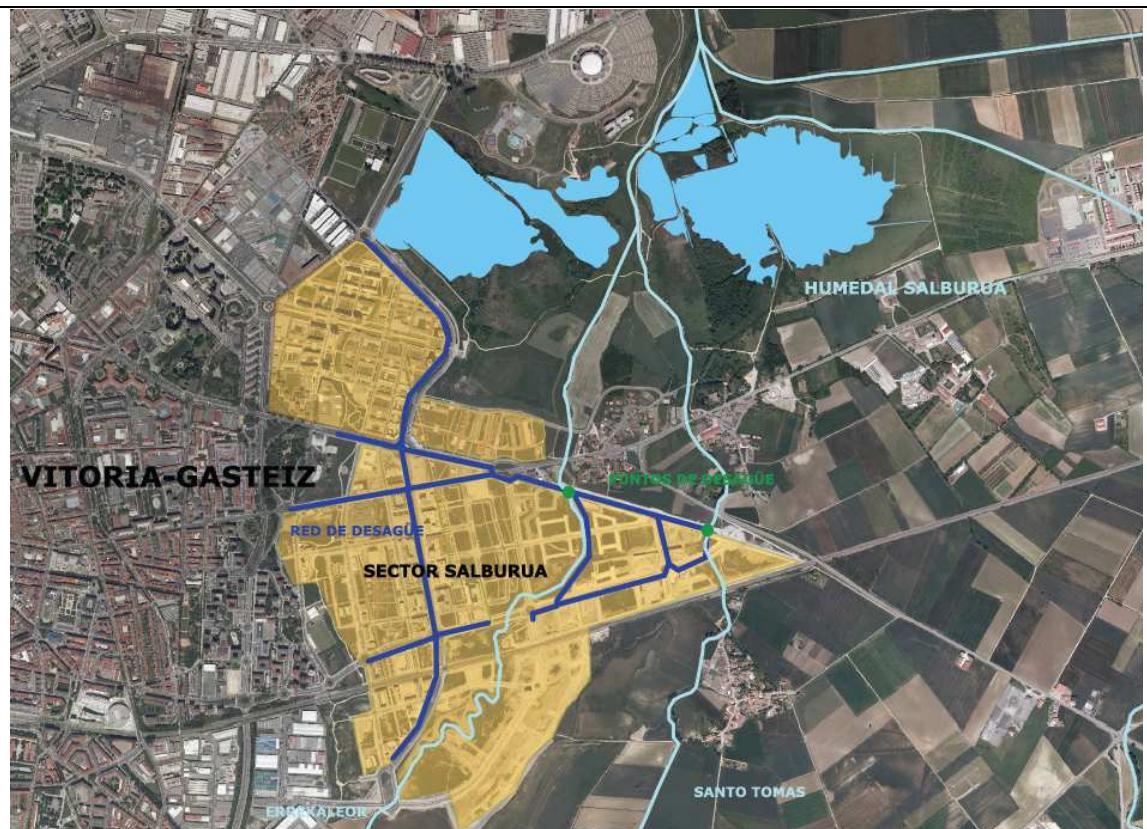


Figura 50 :Propuesta de red separativa de drenaje de las aguas de bombeo y puntos de desagüe en los ríos Errekaleor y Santo Tomás (Elaboración propia)

Una vez en los ríos gran parte del caudal se infiltraría al acuífero y fluiría subterráneamente hasta los humedales. Esto permitirá además recuperar ambientalmente estos ríos, dotándolos de una mayor naturalidad. El único problema podría darse en situaciones de crecida, en los que estos aportes extra de caudal pudiera causar desbordamientos, pero mediante la dotación al río de un espacio fluvial adecuado contribuiría a minimizar los efectos. Además, el principal problema de los ríos del sur es su rápida respuesta ante episodios tormentosos, y en el caso de las aguas subterráneas la respuesta es más lenta, lo que daría un margen de tiempo entre la crecida de los ríos debido a las aguas superficiales y el aumento de los caudales procedentes de los bombeos.

También existe la opción de utilizar ese agua como agua de riego en las amplias zonas verdes y parques del sector, lo que además podría servir para recargar el acuífero.

Actualmente, en cierto modo esto ya se hace, ya que en muchos casos el agua bombeada se vierte en zonas de jardines, pero no de una manera planificada.

Si se apostara por esta opción, sería necesario una red de captación y distribución del agua de los bombeos, así como de dispositivos de almacenamiento de agua, ya que se plantea el problema de que el momento en que más agua extraen estos sistemas de bombeo es cuando menos agua de riego se necesita, en épocas lluviosas, y en cambio en verano la cantidad de agua que extraen es mucho menor. Esta situación, en cambio, presenta la ventaja de que en verano el nivel freático suele estar más bajo, por lo que la filtración al terreno no causaría tantos problemas en los edificios.

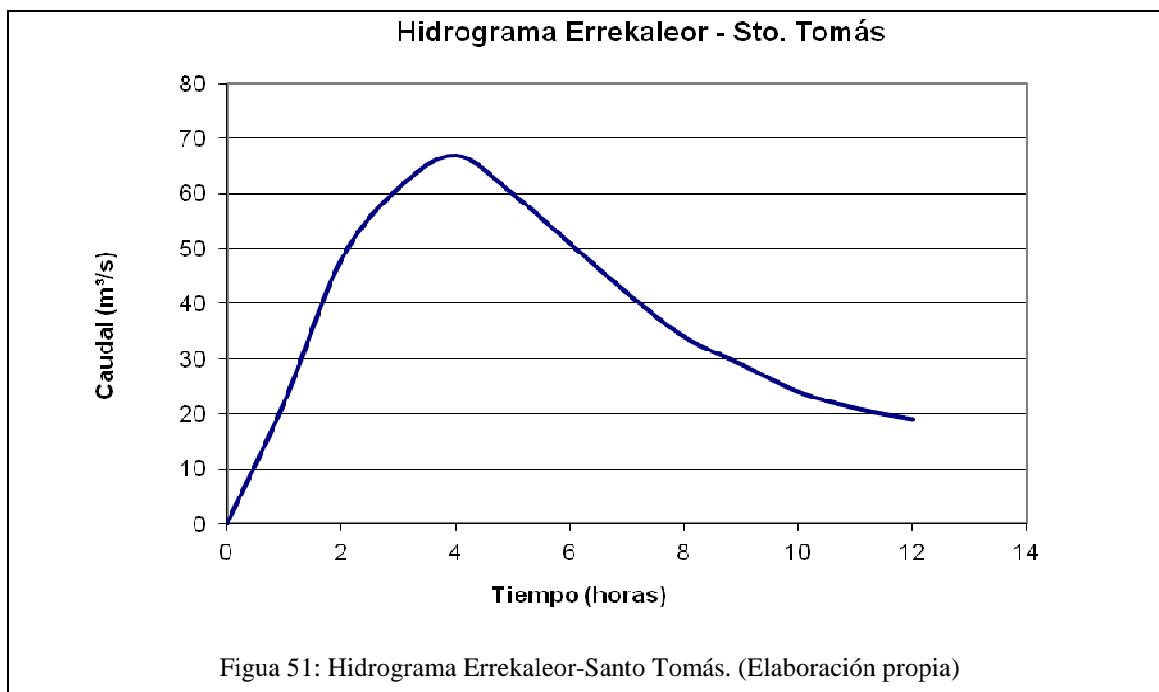
Respecto a las temáticas de las redes separativas, conviene señalar que todos los terrenos urbanizados a partir del año 2000 disponen de redes separativas de pluviales, aunque finalmente esta red confluye con la de los colectores generales antes de llegar a la depuradora de Crispiana, por lo que su efectividad es relativa. Consideramos que las redes separativas en todo su recorrido deberían ir instalándose progresivamente en toda la ciudad, lo que ayudaría a apalilar los problemas de inundabilidad, sobre todo los referentes a los ríos del Sur, aunque actualmente no hay ningún plan al respecto. En cualquier caso, la red separativa que se plantea como posible solución al problema del acuífero sería independiente de la de aguas pluviales y de la de colectores generales.

4.3 Ampliación de la balsa de Zurbano

Aparte de su importante valor ambiental, la balsa de Zurbano, la más grande de todas, con unas 45 ha de superficie, juega también un papel hidrológico, ya que en caso de fuertes lluvias, puede servir como balsa de laminación de los caudales punta de los ríos Errekaleor y Santo Tomás, como quedó demostrado en la crecida de febrero de 2003. Aún así, la capacidad de laminación es más bien limitada, y puede no ser suficiente ante crecidas importantes.

El nivel normal de esta balsa está en 511,0m, con el fin de mantener un humedal permanente. El umbral de vertedero se sitúa a una cota de 512,0m, y entre ambas cotas hay volumen suficiente para laminar 453.066 m^3 ($0,45 \text{ Hm}^3$) (CEA, 2009). El caudal de

los ríos Errekaleor y Santo Tomás (a lo que hay que sumar el Olarizu, que se prevé derivar al Errekaleor (CGS, 2008)) presenta, basándose en los hidrogramas que se han realizado previamente (Fig. 2.4 (CGS 2008)) según el modelo matemático disgregado, (punto 3.3.2.) un hidrograma conjunto para el Q₁₀₀ como el siguiente:



Basándonos en dicho hidrograma, el conjunto del volumen de agua sería el siguiente:

Tiempo (h)	Caudal (m^3/s)	
0	0	
1	22	79200
2	48	172800
3	61	219600
4	67	241200
5	60	216000
6	51	183600
7	42	151200
8	34	122400
9	29	104400
10	24	86400
11	21	75600
12	19	68400
		1720800
		1.72 Hm^3

Figura 52: Volumen de capacidad de laminación. (Elaboración propia)

Es decir, la actual balsa no podría laminar la crecida de $T= 100$, como se deriva de la diferencia de $1,27 \text{ m}^3$ entre el volumen de agua que supondría una crecida de 100 años de periodo de retorno y el volumen de capacidad de laminación de las balsas.

Una posible actuación sería un rebosadero en el terreno circundante de la balsa, retirando tierra alrededor y rebajando la cota en torno a 1 m, que facilite que una vez superado el umbral de 512,00 m, la balsa desagüe en esa dirección. Esta zona funcionaría como un humedal estacional, que tendría lámina de agua en situaciones de aguas altas, permaneciendo seco el resto del tiempo. Para esta actuación se propone un área de 8,28 ha al este y de 4 ha al sur.

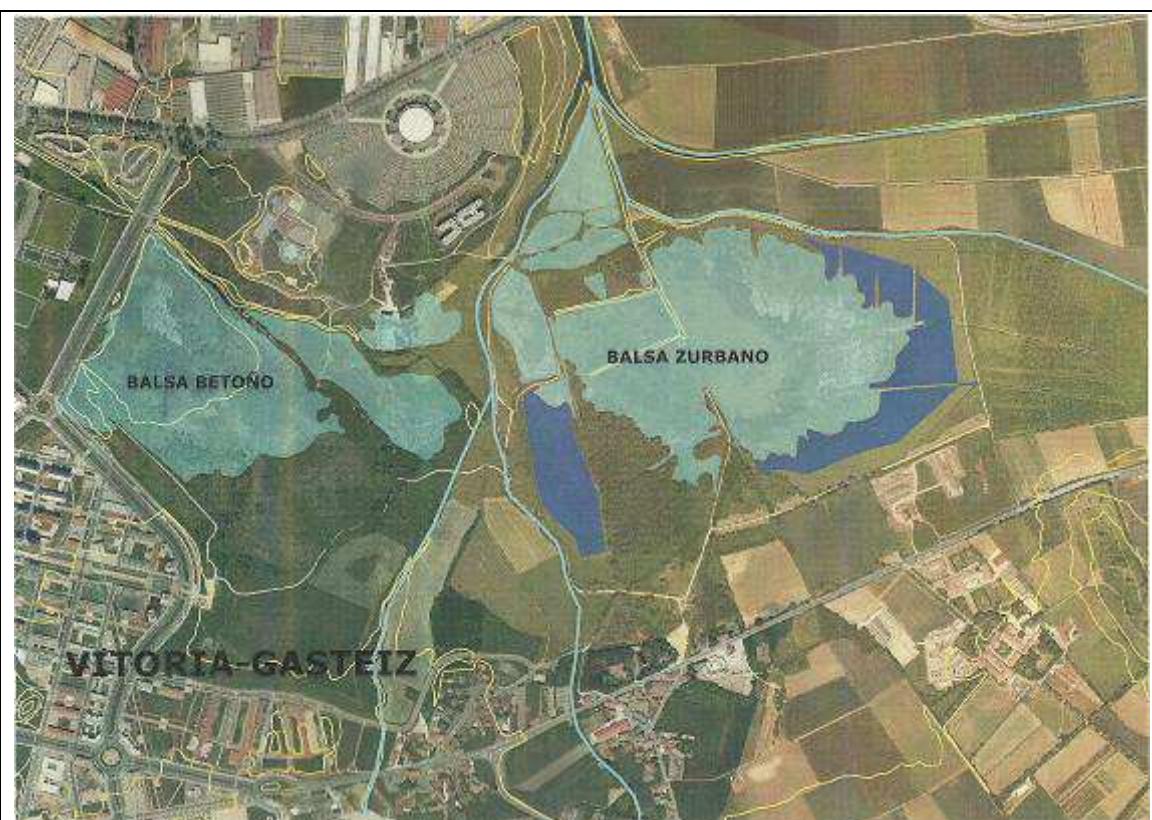


Figura 53: Propuesta de ampliación de la balsa de Zurbano. En verde, la actual balsa, y en azul, las zonas que se proponen como rebosadero. (Elaboración propia)

Con esta actuación, que supondría añadir 122.800 m^2 , el volumen que se podría laminar teniendo en cuenta ese rebaje de 1 m sería de 122800 m^3 ($0,12 \text{ hm}^3$), lo que sumado a

los $0,45 \text{ hm}^3$ previos supondría una capacidad de laminación $0,57 \text{ hm}^3$, aumentando en un 27% la capacidad inicial. Teniendo en cuenta que el volumen de agua calculado para el T= 100 es $1,72 \text{ Hm}^3$, se puede concluir que un tercio de ese volumen se podría laminar en la balsa de Zurbano, atenuando considerablemente la punta del hidrograma. Además, hay que tener en cuenta que también se prevé otra pequeña balsa de laminación en el río Olarizu antes de su derivación al Errekaleor, por lo que el caudal punta del Olarizu se vería muy reducido. Si bien la aportación de este río no es muy importante en comparación con los otros dos, si no tuviéramos la aportación del Olarizu (Fig. 2.4 (CGS 2008)), el volumen acumulado para el T= 100 sería de $1,61 \text{ hm}^3$, y la capacidad de laminación supondría el 35,4% de este volumen.

Conviene recordar que estos cálculos, (aparte de ser orientativos al estar basados en un método estimativo y no en datos de caudales) son para el T= 100, por lo que la capacidad de laminación en períodos de retorno más bajos sería mucho mayor (no existen datos para poder realizar hidrogramas de estos períodos de retorno).

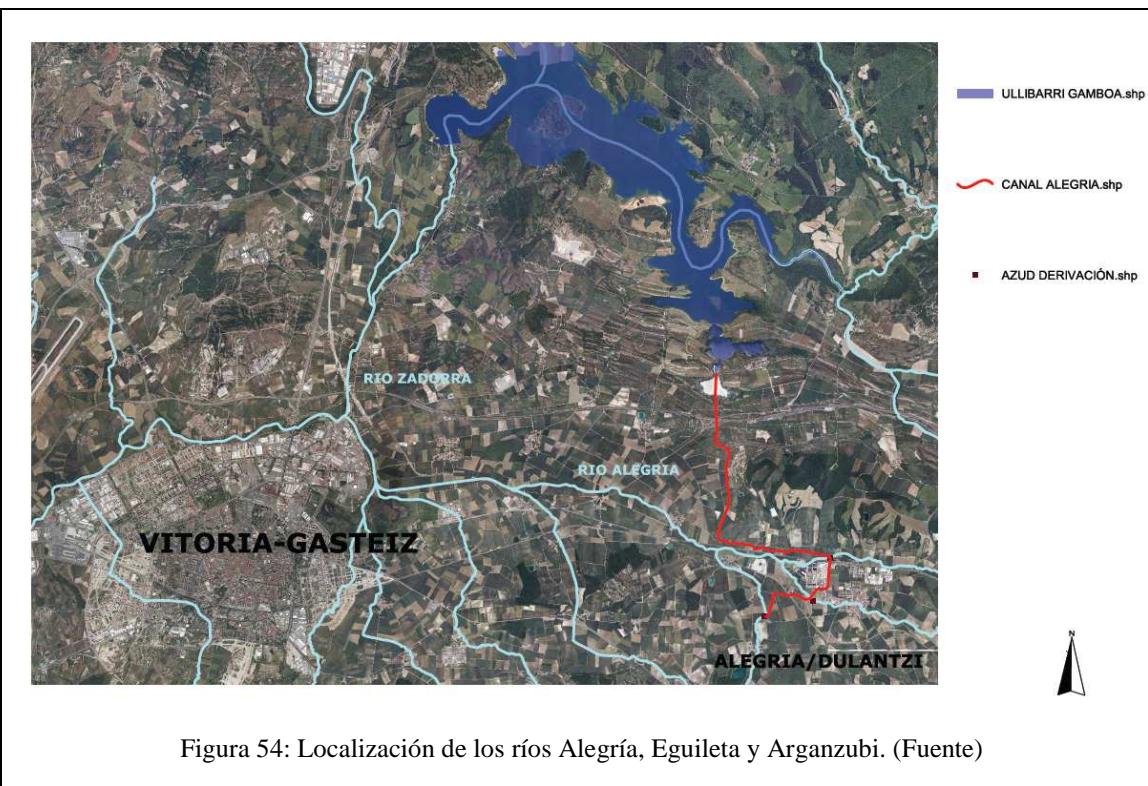
Otra razón por la que esta actuación resulta de interés es su estrecha relación con el siguiente punto, la renaturalización del río Alegría, dado que la misma conllevaría mayores caudales punta, y sería conveniente disponer de un espacio dónde poder laminarlos, siendo la balsa de Zurbano el lugar más indicado. Igualmente el cercano río Errekabarri también podría laminar en este entorno en caso de crecidas.

4.4 Renaturalización del río Alegría

En la década de los años 60-70, tanto la ciudad de Bilbao como la ciudad de Vitoria-Gasteiz presentaron un aumento demográfico importantísimo, derivado de la expansión industrial de la época y el crecimiento en la mano de obra requerida.

Ello hizo necesarios nuevos aportes al embalse, que consistieron en la derivación de aguas del río Alegría al embalse de Ullíbarri-Gamboa a la altura de Mendijur, tal como se comentó en el punto 4.5.1. Esa actuación supuso la instalación de azudes de derivación que divide el río Alegría, río principal, y dos afluentes del mismo, Eguileta y Arganzubi, en dos tramos sin conexión que se quedan desconectados hidráulica y ecológicamente, salvo en temporadas de aguas altas donde el agua supera la altura de

los azudes y los ríos discurren por su cauce natural (Figura 47). Así, durante la mayor parte del año, el caudal que fluye por los tres ríos es derivado al canal de Alegría.



El canal de derivación descrito, no cumple la función para la cual se realizó. El agua del río Alegría presenta hasta el azud de derivación, aprovechamientos de abastecimiento de pequeños municipios, así como los usos de regadío mediante captaciones directas. El aprovechamiento de ambos usos en épocas de estiaje deseca el río y no permite derivar agua al embalse, por lo que su aportación se reduce a los meses de intensas lluvias con una calidad físico-química muy baja (recibe efluentes de la EDAR del municipio de Alegría-Dulantzi). Por lo tanto el río Alegría (con sus dos afluentes Eguileta y Arganzubi) no pueden definirse como reservorios estratégicos (captaciones de emergencia) para las sequías, dado que cuando existe la necesidad no aportan agua.

Por todo ello, sería interesante anular esta captación y derribar dichos azudes, devolviendo estos ríos en la medida de lo posible a su estado natural, lo que sería necesario para alcanzar los requisitos marcados por la DMA y supondría un impulso revitalizador para los humedales de Salburua.



Figura 55: Azud en río Eguileta, en febrero de 2012, que se propone derribar. (Elaboración propia).

Por otra parte, AMVISA necesitaría aportar agua al embalse para compensar su detención como beneficiario del aprovechamiento para el abastecimiento de la ciudad de Vitoria-Gasteiz. La fuente de este caudal necesita ser discutida y presentar nuevas alternativas a la actual situación. Entre las alternativas más desarrolladas es la conexión del sistema Zadorra con el acuífero “Calizas de Subijana” que presenta unos recursos renovables elevados ($23 \text{ hm}^3/\text{año}$), y la aportación desde el embalse de Albina ($5 \text{ hm}^3/\text{año}$) propiedad este último de AMVISA.

Conviene destacar que esta medida puede resultar controvertida. Es evidente que la supresión/retirada/demolición de los azudes supondría una notable mejoría del estado ecológico de este río, pero por otra parte, desde el punto de vista de la inundabilidad, esta medida supondría un mayor riesgo de inundación en el tramo bajo del río, en su confluencia con el río Zadorra en el noreste de la ciudad de Vitoria-Gasteiz. Esta alternativa supone recalcular el agua que aporta esta cuenca en su conexión con los ríos Santo Tomás, Errekaleor, canal de derivación del humedal de Salburua y el mismo

Zadorra (punto negro de la ciudad), y las posibles alteraciones en los modelos hidráulicos actuales. Por todo ello, una medida de estas características debería ir acompañada de una recuperación del espacio fluvial del río Alegría, particularmente en su tramo bajo, actualmente totalmente canalizado y desnaturalizado, y en este aspecto, podría ser muy interesante algún tipo de conexión con la balsa de Zurbano, que el río bordea por el norte, que podría laminar las crecidas del mismo, lo que haría más necesaria la ampliación de dicha balsa mencionada en el punto 4.3.

Por ello, no se trata de una medida frente a inundaciones sensu stricto, sino que se enmarca en una mejora integral del funcionamiento de las subcuencas vertientes en el municipio de Vitoria-Gasteiz, desde un punto de vista de gestión integral de las mismas.

4.5 Propuestas de actuación en los ríos del sur

Los ríos del sur suponen uno de los principales problemas de inundabilidad de la ciudad. Su carácter torrencial, el hecho de que algunos de ellos estén embocinados y atraviesen el casco urbano o se incorporen a la red de saneamiento, así como el dimensionamiento inadecuado de redes y colectores están en el origen de estos problemas. Frente a esta situación se ha propuesto un plan de mejora, que partiendo del objetivo de disminuir la afección de las inundaciones, busca una mejora hidráulica, hidrológica y también ambiental de estos ríos y su entorno. Para ello se plantearon una serie de medidas que básicamente se puede agrupar en dos grandes grupos:

4.5.1 Conexión de ríos y trasvases

El objetivo de estas medidas es evitar que los antiguos ríos actualmente embocinados circulen por el subsuelo de la ciudad o se incorporen a la red saneamiento, y así sortear las inundaciones. Para ello, se derivan y se conectan los ríos que se embocinan con los que bordean la ciudad, tanto por el este como por el oeste pero sin llegar a embocinarse. A su vez estas actuaciones se pueden dividir en tres grupos:

I. Derivación antes de la entrada en casco urbano.

En estos casos se trata de derivaciones de poca distancia (unos cientos de metros) que se producen un poco antes del embocinamiento, cuando ambos ríos se encuentran

relativamente cerca. (Errekatxiki/Errekaleor, Eskibel/Torroguico o Zapardiel/ Batán). En este último caso (la conexión Zapardiel/Batán) se proyecta además un aliviadero que evite que el caudal entre en la red de saneamiento y conduzca el agua directamente al Zadorra por medio de conducciones específicas (punto III, a continuación).

II. Derivaciones en la zona rural.

En estos casos se trata de derivaciones planificadas en su mayoría mucho antes de la entrada en el casco urbano, en la zona agrícola al sur de la ciudad y que plantea conectar no solo subcuencas contiguas, sino también aquellas que no lo están (Zapardiel y Ali, por ejemplo)

III. Aliviaderos separativos

En el caso de ríos que no se puedan derivar a cuencas laterales fácilmente y que sigan embocinados (ríos Batán o Ali), en vez de incorporarse a la red de saneamiento por medio de colectores, se propone que sean derivados por un aliviadero hasta el Zadorra, sin mezclarse con las aguas residuales, de modo que funcione como una red separativa para aguas fluviales.

4.5.2 Recreación de lagunas y balsas de laminación.

El planteamiento de estas actuaciones es diferente y se engloba dentro de una visión más amplia de gestión del territorio. La idea es crear unas balsas de laminación antes de la llegada al casco urbano en las principales cuencas (Olarizu, Ali, Zarauna y especialmente Batán y Zapardiel), adaptadas a las características del entorno y caudal. Su función sería laminar las avenidas y evitar que la llegada de caudales punta elevados a la ciudad, pero al mismo tiempo funcionarían como puntos de recarga del acuífero, absorbiendo gran parte del agua que de lo contrario acabaría en los colectores.

La creación de estas balsas va unida a una restauración ambiental de esas zonas y su integración dentro de la red de parques del Anillo Verde, que actualmente se interrumpe precisamente en el sur, y que con esta serie de espacios quedaría completado. Por otra parte, también se engloba dentro de las actuaciones el proyecto del parque fluvial del Errekaleor, que conectaría el parque de Olarizu con los humedales de Salburua,

funcionando como corredor ecológico que cerraría el Anillo por el sureste. De esta manera, se conectarían todos los parques del sur, desde Armentia hasta Salburua, haciendo un papel de transición en la antesala de los Montes de Vitoria, y creando además nuevos entornos y hábitats como son las lagunas, con los consiguientes beneficios para la biodiversidad del entorno. A modo de ejemplo, se detallan dos de los modelos más interesantes:

I. Balsas de Lasarte

Entre estas actuaciones destacan las lagunas de las graveras de Lasarte, donde laminaría el Batán y el Zapardiel. Es una zona actualmente degradada pero con un gran potencial con una restauración adecuada. Se trata del mayor sistema lagunar de los proyectados en el extremo sur del Anillo, compuesto por tres lagunas consecutivas, la primera grava se encuentra abandonada y las otras dos se sitúan en tierras actualmente agrícolas. Estas lagunas estarían conectadas a los ríos Zapardiel y Batán mediante por canales de derivación que llevarían parte del caudal en aguas altas, convirtiéndose en humedales estacionales; el agua de las crecidas entraría e inundaría las balsas, y una vez pasado el episodio de aguas altas, la lámina de agua se iría infiltrando al acuífero y evaporándose lentamente. Por otra parte esta actuación daría la oportunidad de generar un entorno ripario o lagunar con una consiguiente mejora en la biodiversidad, e iría acompañado de una recuperación ambiental del resto del entorno.

Consideramos que una propuesta interesante podría ser la siguiente (Figura 51):



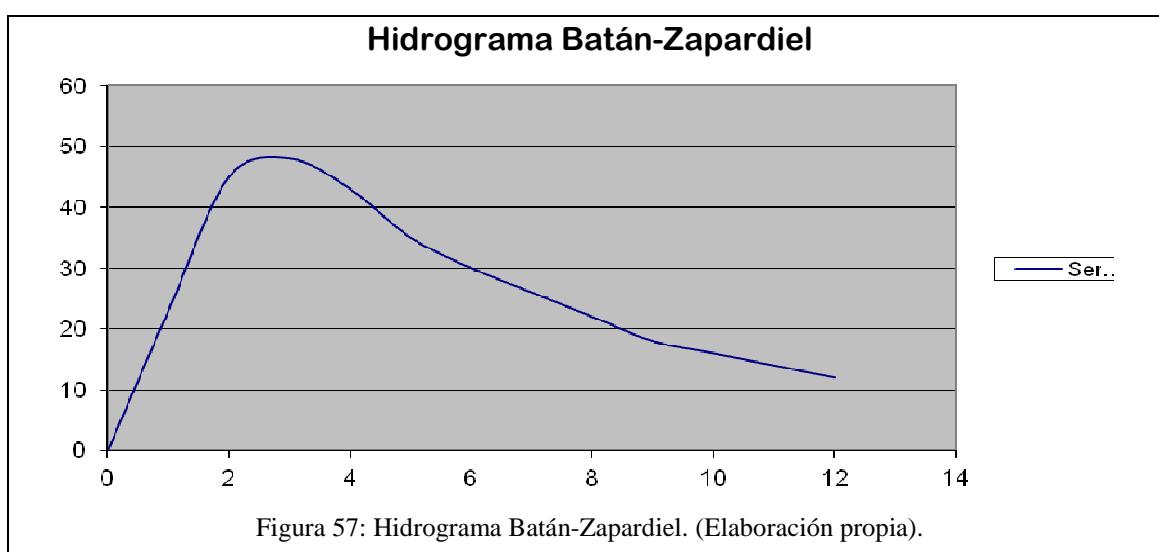
Figura 56: Propuesta para las lagunas de Lasarte. En rojo las conexiones de los ríos a las balsas.
(Elaboración propia)

Se trata de un sistema de lagunas continuadas. La primera balsa (Lasarte 1), de unas 25 ha, se sitúa en una parte de las antiguas graveras, una zona de la que se extrajo material y que por lo tanto actualmente se encuentra topográficamente por debajo de la cota su entorno, hasta unos 3 metros en algunas zonas. Esto permitiría albergar agua con una profundidad media de hasta unos 1,5 metros, por lo que el volumen almacenado sería de unos 375.000 m^3 . ($0,37 \text{ hm}^3$).

Las otras dos balsas (Lasarte 2 y Lasarte 3), se encuentran aguas abajo, se ubican en tierras actualmente agrícolas situadas entre ambos ríos. Esta zona presenta una pequeña pendiente que se podría aprovechar para llenar las balsas. Lasarte 2 tiene una superficie de unas 28 ha y Lasarte 3 unas 83 ha. Suponiéndoles una profundidad media de un

metro, podrían llegar albergar unos $1.110.000 \text{ m}^3$ ($1,1 \text{ hm}^3$), y las lagunas en su conjunto $1,47 \text{ hm}^3$.

El caudal de los ríos Batán y Zapardiel (CGS, 2008) presentan, según el modelo matemático disagregado, (punto 3.3.2.) un hidrograma conjunto del Q_{100} de estos dos ríos basándose en los hidrogramas que se han realizado previamente, como se ve en la figura 2.4 (CGS 2008) el resultado sería el siguiente:



El conjunto del volumen de agua sería el siguiente:

t (horas)	Q (m^3/s)	Q acumulado
0	0	0
1	23	82800
2	45	162000
3	48	172800
4	43	154800
5	35	126000
6	30	108000
7	26	93600
8	22	79200
9	18	64800
10	16	57600
11	14	50400
12	12	43200
Total		1195200
		1,2 hm^3

Figura 58: Volumen de capacidad de laminación. (Elaboración propia).

Es decir, las balsas con una capacidad total de unos 1,47 hm³ podrían laminar sin ningún problema la crecida de T= 100, teniendo incluso un margen todavía mayor. Hay que tener en cuenta que estos datos se basan en métodos estimativos y son una aproximación.

La idea es que esta serie de balsas (tanto las de Lasarte como las restantes) tengan un pequeño aporte de agua por medio de las canalizaciones que les permita tener una somera lámina de agua al menos unos meses al año, lo que supondría una mejora ambiental y una mayor biodiversidad en estos entornos. Por otra parte, el terreno se debe disponer de tal manera que cuando estos ríos superen un determinado caudal (por ejemplo, el Q₁₀) rebosen hacia las balsas de laminación, que almacenarían esta agua evitando que llegue a la ciudad. Después las balsas permanecerían inundadas y el agua iría infiltrándose en el acuífero o evaporándose.

II. Balsa de Olarizu

Este caso resulta interesante porque combina los dos tipos de medida planteados: una balsa de laminación y una derivación de un río embocinado hacia un río no embocinado que bordea la ciudad.

Actualmente el río Olarizu (o Errekatxiki) se embocina en el parque periurbano del mismo nombre en el entorno de una fábrica recientemente derribada, y se incorpora a la red de saneamiento, que puede entrar en cargar con aguas altas provocando problemas en el barrio contiguo. La propuesta consiste por un lado en derivar esta captación al cercano río Errekaleor, que fluye en superficie, y en crear una pequeña balsa de laminación en el parque, antes de la derivación (Figura 55).



Figura 59: Esquema de las actuaciones en Olarizu: balsa y derivación al Errekaleor. (Elaboración propia)

La balsa sería estacional, con una pequeña lámina de agua durante parte del año, y con el terreno dispuesto para acoger el rebose del cauce a partir de un determinado caudal punta. Esto evitaría la sobrecarga de la red en situaciones de crecida, y en situación normal también supondría una mejora del estado ecológico del Errekaleor y un nuevo aporte al acuífero, al ser este río marcadamente influente. Además, en caso de crecida el excedente de agua se dirigirá hasta la balsa de Zurbano a través del Errekaleor, que como hemos visto anteriormente podría albergar sin problema la crecida de $T= 100$.

Priorización de medidas

Se han planteado numerosas actuaciones para solucionar el problema de la inundabilidad en el sur de Vitoria-Gasteiz, y ante esta situación, es necesario clarificar qué actuaciones se van a considerar prioritarias y para ello fijar los criterios para determinar esto. Así, las actuaciones ambientales y las balsas de laminación deberían ser prioritarias, por delante de las derivaciones y trasvases. Aquellas consideradas secundarias, serían planteadas tan sólo en caso de no ser suficiente con las primeras.

Los proyectos de restauración de lagunas no son meras actuaciones contra las inundaciones, aún jugando un papel importante en la laminación de avenidas, sino que se incluyen dentro de un proyecto mucho más amplio como es el Anillo Verde de Vitoria-Gasteiz. Por medio de estas actuaciones se podrán recuperar espacios degradados pero con un gran potencial, conectar parques y espacios naturales actualmente distanciados y cerrar por el sur este proyecto, que resulta la transición idónea entre los Montes de Vitoria y la ciudad. Supone además una diversificación en los ambientes, al aparecer nuevos humedales, lo que conlleva un aumento de la biodiversidad, y un punto de recarga para el acuífero. Por último también es importante su papel de contención frente a un posible interés urbanístico en la zona.

Respecto a las derivaciones y trasvases, éstas están justificadas con el fin de evitar que ríos ya embocinados circulen por el subsuelo, particularmente si se trata de derivaciones pequeñas, que tienen lugar a la entrada del casco urbano y se dirigen a la cuenca contigua, como es el caso de la actuación ya realizada entre el Zapardiel y el Batán, o las propuestas del Olarizu al Errekaleor o del Eskibel al Torroguico. En cambio, las que se producen a mayor distancia, en terrenos agrícolas previos a la ciudad y entre cuenca más alejadas no parecen prioritarias. Aunque se trate de pequeños ríos y cuencas vertientes, no dejan de ser trasvases que rompen la unidad de cuenca y desnaturalizan estos ríos y cauces, y este tipo de actuaciones ante inundaciones entrarían dentro de la denominadas “duras” o “rígidas”, a las que habría que recurrir en último caso.

4.6. Gestión de los embalses Sistema Zadorra

4.6.1 Mejora de los sistemas de prevención

Es necesario conocer mejor la dinámica de las cuencas y subcuencas que van a parar al sistema Zadorra, así como una coordinación centralizada e instantánea en un centro de control, que mejore el actual Servicio de Ayuda de la Información Hidrológica (SAIH). El objetivo es establecer que nos permitan una respuesta más rápida y adecuada.

Se trata de desarrollar:

- Una modelización hidrológica basada en la caracterización pluviométrica y foronómica de las cuencas. Aumentar la captura de datos hidrometeorológicos,

colocando más puntos de muestreo de precipitación, temperatura, realizar estudios de fusión nival (superficie, manto, factores influyentes,...), estaciones de aforos en cuencas drenantes y nivel de embalses.

- Una modelización hidráulica basada en la elaboración de superficies inundables, velocidades, calados niveles de alerta por cuenca.
- Una predicción hidrológica de caudales y niveles críticos que establezcan la activación de alertas, mediante la integración de los datos obtenidos en tiempo real de nivel de agua y precipitaciones, la predicción meteorológica y las reglas de operación de las compuertas.

4.6.2 Reducción de la dependencia

Las ciudades de Vitoria-Gasteiz, Bilbao y su área metropolitana, presentan una dependencia absoluta para su abastecimiento, que impiden una gestión flexible de los embalses ante la probabilidad de sequía que suele manifestarse cíclicamente. Para ello es necesario establecer unos nuevos reservorios de agua para estas dos ciudades:

- El consumo de agua de Bilbao y su área metropolitana es de aproximadamente 10 hm³/mes, a partir de los datos históricos de sequías se considera que sería necesario disponer de un reservorio estratégico capaz de suplir la demanda de agua de 4 meses, por lo tanto de un volumen de 40 hm³. Se proponen varias alternativas como ampliar el embalse de Lekubaso (enclavado en una zona de poco valor ambiental y con partida presupuestaria propia) o construir plantas desalinizadoras (en la zona del puerto exterior, altamente modificada e industrializada) capaces de producir mínimo 10 hm³/mes.

Ambas propuestas se desmarcan de la filosofía que queremos plantear basado en la Nueva Cultura del Agua, pero por las características de la orografía vizcaína y su denso reparto poblacional, no presenta mejores alternativas. Es necesario plantear un estudio de coste eficacia de estas infraestructuras, incluyendo no sólo los económicos, sino incluir los costes ambientales y explicar a la sociedad el desglose y la forma de amortización que implica cada medida. La opción de plantas desaladoras en las zonas costeras del norte de la Península puede resultar

impactante, pero unido a unos estudios rigurosos coste-eficacia, puede resultar interesante como una herramienta útil más en el abanico de la gestión hídrica, de cara a garantizar el abastecimiento en épocas de sequía.

- En el caso de la ciudad de Vitoria-Gasteiz, es necesario finalizar la conexión del acuífero de Calizas de Subijana, así como del embalse de Albina con una capacidad máxima de 5 hm³/año a la ETAP de Araka. El acuífero presenta unos recursos renovables de 23 hm³/año, pero actualmente ya existen numerosos aprovechamientos, por lo que resulta necesario gestionarlo adecuadamente para asegurar la conservación de los niveles ecológicos y su dinámica hidrológica.

Esta nueva situación, permitiría poder establecer nuevas líneas de explotación en el sistema Zadorra, a partir de una curva de garantía en niveles inferiores, con un mayor poder de laminación.

4.6.3 Renegociar la curva de garantía

Unido a la propuesta anterior, es necesario renegociar por parte del Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz, Iberdrola y CABB, bajo la supervisión de la Confederación Hidrográfica del Ebro y URA, una nueva curva de garantía y curva de seguridad más baja para aumentar el poder de laminación de los embalses.

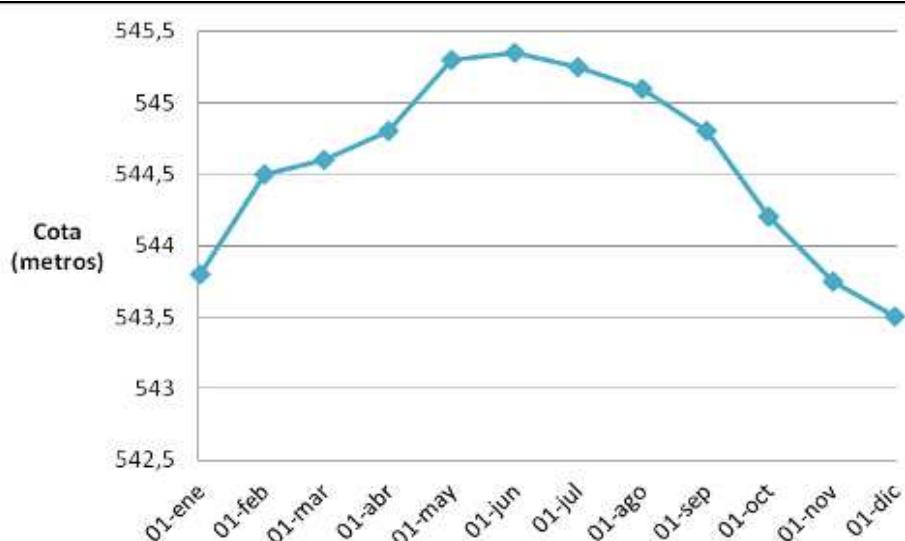
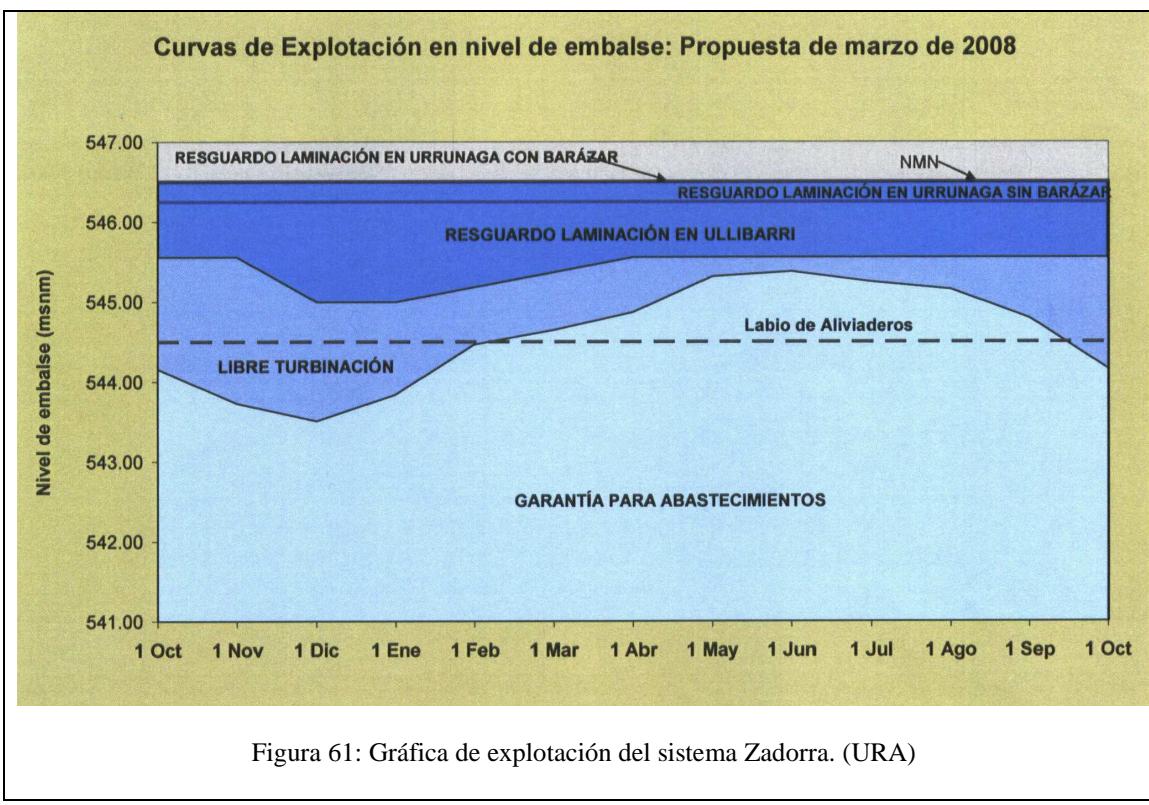


Figura 60: Curva de garantía establecida en el sistema Zadorra en 2008. (Elaboración propia)

Actualmente, todos los protocolos de actuación van unidos a unas curvas de garantía (Figura 53) y de seguridad vigentes establecidas y negociadas por los actores principales (CHE, URA, Iberdrola, Dirección de Atención de Emergencias y Meteorología del Gobierno Vasco, Diputación Foral de Alava, CABB, AMVISA y el Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz) en abril del 2007, que más tarde fue denominada como la “Paz de Ullíbarri” en 2008. En ella se establecen unas premisas sobre su gestión acordada por todas las partes presentes.



El embalse de Ullíbarri dispone de una capacidad de 146 hm³ en una superficie de 1.490 ha y el embalse de Urrunaga 72 hm³ en 785 ha de superficie. Las dinámicas de ambas son muy diferentes, debido a su diferente tiempo de llenado y sobre todo, por las posibilidades de desagüe, que en el caso de Urrunaga son muy rápidas, asociadas a la explotación hidroeléctrica de Iberdrola.

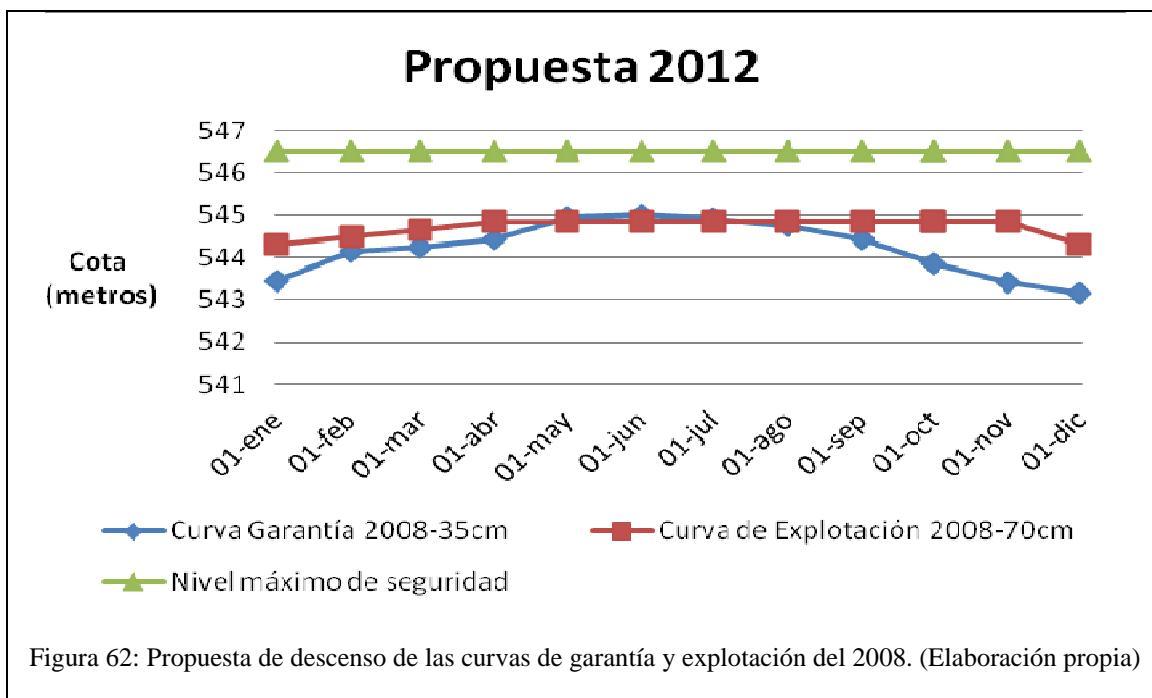
Analizando los datos del 2003:

- Entradas al embalse: 88 hm³ (más que embalse Urrunaga entero)
- Salidas del embalse: 30 hm³.
- Volumen almacenado: 58 hm³.

En el caso de Ullíbarri, solamente dispone de dos posibilidades de desagüe, abriendo compuertas hacia el río Zadorra y mediante la conexión con Urrunaga. Con las experiencias de casuísticas anteriores una suelta progresiva de 60 m³/s podría ser asumida por la ciudad de Vitoria-Gasteiz y alrededores, sin causar pérdidas económicas importantes. Esta suelta de agua desembalsada continua durante 24 horas, supone 5,2 hm³/día por las compuertas y, además, 1,73 hm³/día que se derivan por la conexión de 20 m³/s existente con el embalse de Urrunaga. En total una capacidad de desagüe diaria de 6,9 hm³/día, mientras Urrunaga presenta mayor potencial porque puede desviar entre 40-50 hm³/día hacia el embalse de Undurraga (Vizcaya) o a la ETAP Venta Alta del CABB, consiguiendo un desembalse muy rápido. Las limitaciones de potencial de desagüe de Ullíbarri genera una reflexión para proponer un descenso de la curva de garantía y de la curva de explotación.

Acompañado de las medidas propuesta anteriormente, los abastecedores verían afectados sus garantías compensadas mediante un segundo reservorio estratégico añadido e Iberdrola que reduciría su producción de energía hidroeléctrica, incluso se limitaría su producción durante los 3 meses estivales.

La propuesta implica una reducción de 35 cm de la curva de garantía continua durante todo el año y un descenso de 70 cm para la curva de explotación. El nivel máximo de seguridad se mantendría como la actual (546,50 m de cota) pero el poder de laminación del embalse en las épocas más lluviosas aumentaría considerablemente.



Esta nueva curva de garantía propuesta debería ser dinámica y flexible, unida a los nuevos indicadores establecidos, que establezca las prioridades, cantidades y los usos posibles.

Cota	Ullíbarri	Volumen útil	Volumen Total
533,00	0,01	533,01	558,74
533,50	2,15	535,65	561,38
534,00	4,44	538,44	564,17
534,50	6,87	541,37	567,10
535,00	9,47	544,47	570,20
535,50	12,23	547,73	573,46
536,00	15,16	551,16	576,89
536,50	18,28	554,78	580,51
537,00	21,58	558,58	584,31
537,50	25,07	562,57	588,30
538,00	28,76	566,76	592,49
538,50	32,66	571,16	596,89
539,00	36,78	575,78	601,51
539,50	41,11	580,61	606,34
540,00	45,66	585,66	611,39
540,50	50,45	590,95	616,68
541,00	55,48	596,48	622,21
541,50	60,74	602,24	627,97
542,00	66,26	608,26	633,99
542,50	72,03	614,53	640,26
543,00	78,05	621,05	646,78
543,50	84,34	627,84	653,57
544,00	90,90	634,90	660,63
544,50	97,73	642,23	667,96
545,00	104,84	649,84	675,57
545,50	112,23	657,73	683,46
546,00	119,91	665,91	691,64
546,50	127,88	674,38	700,11
547,00	136,14	683,14	708,87
547,50	144,70	692,20	717,93
548,00	153,56	701,56	727,29

Figura 63: Relación cota-volumen del Embalse de Ullíbarri.. (URA)

	Volumen con la cota propuesta 2012 (hm ³)	Capacidad de laminación (hm ³)
01-oct	100	27,88
01-nov	100	27,88
01-dic	95	32,88
01-ene	95	32,88
01-feb	97	30,88
01-mar	100	27,88
01-abr	102	25,88
01-may	102	25,88
01-jun	104	23,88
01-jul	102	25,88
01-ago	102	25,88
01-sep	102	25,88
Meses críticos (oct-abr)=25-32 hm ³		
Cota 546,50 m= 127,88 hm ³		
Nivel máximo de seguridad		

Figura 64 Capacidad de laminación deseado 2012. (Elaboración propia)

Con la propuesta de descenso de niveles obtenemos un mayor poder de laminación en los meses de mayor probabilidad de inundaciones del sistema Zadorra, alcanzando cifras cercanas a los 30 hm³, que unidas al resto de alternativas presentadas podría reducir la probabilidad de crecidas en la ciudad de Vitoria-Gasteiz.

4.6.4 Realizar un desembalse preinvernal

Desde la Confederación Hidrográfica del Ebro, se puede establecer realizar desembalses preinvernales anualmente alternando su origen desde los embalses de Ullíbarri y Urrunaga, en función de los parámetros prevención estipulados (durante su habitual fase de llenado Noviembre-Diciembre), progresivamente hasta 30 m³/s que cumpliría la función de recuperar la dinámica del río Zadorra y Santa Engracia, aguas abajo de los embalses. Con las actuales manchas de inundabilidad que se disponen, hasta los 60 m³/s no se manifiestan daños económicos importantes aguas abajo.

La realización de estos desembalses preinvernales además de su función ecosistémica, lleva asociado una parte educativa para la ciudadanía, demostrando su dinámica y la necesidad de un espacio fluvial para ello. Las instituciones implicadas, como los medios de comunicación deben impulsar esta medida, convirtiéndola en una oportunidad de concienciar la ciudadanía y de eliminar los falsos tópicos asociados a las inundaciones y los desembalses preventivos.



Figura 65: Desembalse de seguridad abril 2012. (Elaboración propia)

Supone dinamizar el transporte de sedimentos, enriquecer de nutrientes las riberas fluviales, señalizar las zonas inundables, aportar aguas de mayor contenido de oxígeno,... que beneficiaría a su valor ecosistémico y holístico.

4.7 Territorio fluvial

4.7.1 El concepto de territorio fluvial

La intensa ocupación del suelo y del territorio provocada por la expansión urbanística ha llevado a que el ser humano compita con los sistemas fluviales por el espacio, de modo que nuestros ríos se han visto intensamente modificados y han perdido en muchos casos sus características y recorridos naturales. Como hemos visto anteriormente, fruto de esta ocupación del espacio del río han surgido problemas de inundabilidad, ya que el río siempre tiende a recuperar su espacio y las medidas de índole estructural, que son las predominantes, no siempre son suficientes.

Por ello resulta necesario intervenir en la problemática de inundabilidad desde otra perspectiva, no desde la perspectiva que “constríñe” al río, que repetidamente se ha demostrado ineficiente, sino desde la perspectiva de devolver al río su espacio natural, su dinámica fluvial, convivir con el río en lugar de dominarlo. Para ello, se antoja necesario establecer una ordenación y planificación territorial acorde con la realidad fluvial de cada sitio e investigar en modelos y herramientas que nos ayuden a caminar en este sentido.

Ollero (2007) enumera tres objetivos interrelacionados con los planes de ordenación de los espacios fluviales que se deben tener en cuenta:

1. La conservación y mejora de ríos y riberas.
2. La ordenación de áreas inundables y minimización de riesgos.
3. La plurifuncionalidad y desarrollo sostenible en el espacio fluvial, es decir, tratar que las actividades humanas que tengan lugar dentro del territorio fluvial sean compatibles con la inundación.

Basándonos en los trabajos de Ollero *et al.* (2010), el concepto de territorio fluvial consistiría en devolver al sistema fluvial, en la medida de lo posible, al menos una parte de ese espacio usurpado. Así, con el territorio fluvial no se trata de “evitar” los episodios de inundabilidad, sino de minimizar sus efectos negativos y potenciar los efectos positivos de las crecidas para la dinámica fluvial del sistema.

Los objetivos del territorio de libertad fluvial son los siguientes (Ollero *et al.*, 2011):

- Conservar o recuperar la dinámica hidrogeomorfológica de modo que el río pueda desplazarse lateralmente, erosionar, sedimentar y desbordarse. Así, el territorio de libertad contribuye a naturalizar el funcionamiento del río y a diversificar sus ambientes geomorfológicos.
- Al conservar las funciones, interacciones, dinámica, continuidad y conectividad de los ecosistemas fluviales, permite cumplir con la exigencia del buen estado ecológico que propugna la Directiva Marco del Agua 2000/60/CE.
- Laminar de forma natural las avenidas, reduciendo los caudales punta por el propio desbordamiento dentro del territorio fluvial, que se convierte en almacén de ralentización de la onda de crecida, lográndose, por tanto, una mitigación del riesgo aguas abajo y un ahorro en defensas e indemnizaciones. Es, en suma, un nuevo sistema de defensa, una estrategia de resiliencia (Vis *et al.*, 2001) frente a las tradicionales estrategias de resistencia (diques, dragados, encauzamientos, etc.), en la línea de lo propuesto por la Directiva de Inundaciones 2007/60/CE.
- Al resolver problemas de ordenación de áreas inundables, el territorio fluvial contribuye a reducir la exposición, lo que implica sostenibilidad a la hora de luchar contra las situaciones de riesgo (Blackwell y Maltby, 2006; Ollero y Elso, 2007).

En suma, el territorio de libertad fluvial mejora y consolida el paisaje fluvial, que gana en naturalidad, y constituye la base imprescindible, tanto funcional como territorial, para la mitigación de riesgos, para la conservación de espacios fluviales y para la restauración (Brierley *et al.*, 2008; Ollero *et al.*, 2010).

Dados sus caracteres, objetivos y condicionantes, el territorio fluvial debería estar delimitado por criterios geomorfológicos, ecológicos e históricos (evolución fluvial), y no debería contar con límites permanentes, sino revisados periódicamente, precisamente para adaptarse continuamente a la propia dinámica fluvial (Ureña y Ollero, 2000).

Aplicar el territorio fluvial cuenta con importantes dificultades en la mayor parte de los ríos. Se trata principalmente de conflictos de propiedad, multiplicidad de usos e intereses de complicada compatibilización, situaciones heredadas, así como de la propia dificultad para integrar esta medida con la gestión de caudales y otras medidas ambientales. La vía por la que es más factible un incremento del interés por el territorio fluvial es su utilidad en la reducción del riesgo por inundaciones (Ollero *et al.*, 2010), razón por la cual nos hemos inclinado por presentar la propuesta de territorio fluvial para el Zadorra para tratar de solventar, al menos en parte, la problemática de inundabilidad del río a su paso por Vitoria-Gasteiz. Un antecedente en la delimitación del espacio fluvial fue realizado por Ibisate (2004) al delimitar el espacio inundable correspondiente al conjunto del curso del río Zadorra a través del método hidrogeomorfológico, basándose en la información aportada por las láminas de inundación de las crecidas habidas previamente y la llanura geomorfológica.

4.7.2 Territorio fluvial en el río Zadorra

De cara a establecer un territorio fluvial en el Zadorra que permita mitigar o minimizar los problemas de inundabilidad en Vitoria-Gasteiz, vamos a centrarnos en el tramo medio de la cuenca, desde aguas abajo del embalse hasta Crispiana, ya que si bien recuperar la dinámica fluvial y el espacio de libertad del río en cualquier otro tramo anterior a Vitoria-Gasteiz puede resultar útil, el establecimiento de un territorio fluvial en este espacio es el que más puede amortiguar los problemas de inundabilidad de la ciudad.

Tal y como se ha comentado, el objetivo del territorio fluvial es devolver al río su espacio de libertad fluvial. Hoy por hoy, el entorno del río Zadorra está fuertemente antropizado, por lo que resultaría muy difícil y extremadamente impopular el expropiar todo el territorio que naturalmente le pertenece, ya que se verían afectadas zonas de suelo industrial con actividad importante, viviendas, etc. Sin embargo, no es necesario (aunque sí conveniente), devolver el total del espacio fluvial, pero sí se puede al menos devolverle parte de él.

Debido a la falsa sensación de seguridad que produce el embalse, muchas de las parcelas adyacentes al río Zadorra han sido invadidas por el ser humano para la construcción de viviendas y de polígonos industriales. Para corregir estas situaciones históricas, como objetivo para esta actuación se propone la identificación de las parcelas presentes en la mancha de inundabilidad de 10 años, y realizar propuestas de corrección. Entre otras, proponer la redacción de un plan de recuperación de las riberas del Zadorra, donde se proponga la recolocación de usos de suelo sensibles a la inundabilidad en ubicaciones a salvo de la misma. Ello puede a su vez ser incluido dentro de un plan de revitalización de los terrenos libres de un polígono envejecido. Por otra parte se plantea incluir dentro de la revisión del PGOU, la desclasificación de los usos industriales y residenciales situados dentro del DPH y convertirlo en suelo no urbanizable para el futuro.

Ollero *et al.*, (2010) proponen los siguientes criterios a tener en cuenta en la delimitación de un territorio fluvial.

Deben quedar incluidos en el territorio fluvial:

- Los distintos trazados del cauce al menos en el último siglo.
- El corredor ribereño.
- Meandros abandonados, masas de vegetación ribereña aisladas y otros posibles anexos fluviales desconectados del corredor ribereño.
- Terrenos susceptibles de ser erosionados en las próximas décadas por la propia dinámica del cauce.
- Toda la zona inundada por la crecida de 5 años (en ríos grandes) o la de 10 años (en cursos pequeños).

Deben quedar fuera del territorio fluvial:

- Los núcleos de población.
- Algunos usos humanos consolidados, a criterio de los delimitadores. En nuestro caso, tras un análisis pormenorizado de la zona a estudio, se han considerado

usos humanos consolidados vías de comunicación preferentes, equipamientos generales y zonas industriales activas y consolidadas con gran densidad de parcela industrial cuyas actividades difícilmente se podrían cambiar de ubicación.

Debe ensancharse el Territorio Fluvial aguas arriba y enfrente de los núcleos de población, a criterio de los delimitadores, para reducir los niveles o cotas de aguas desbordadas (Ollero *et al.*, 2010).

Esta delimitación debe fundamentarse en fotografías aéreas, mapas de inundabilidad, mapas de usos del suelo y otra cartografía.

Siguiendo estos criterios y utilizando las herramientas mencionadas, el proceso de delimitación del territorio fluvial ha sido el siguiente:

- Definición del espacio a estudio: el espacio para establecer un territorio fluvial que permita minimizar o reducir la inundabilidad de Vitoria-Gasteiz en relación con el Zadorra se ha establecido desde la presa del embalse, concretamente desde donde confluyen los ríos Zadorra y Santa Engracia, hasta la depuradora de Crispiana.
- Delimitación de la mancha de inundabilidad de 10 años en dicho espacio. Existen varias opciones o bandas posibles de territorio fluvial y sin duda alguna, la opción ideal sería la de poder devolver al río la totalidad del llano de inundación, es decir, todo el espacio fluvial o cauce mayor lo que Ollero (2007) define como el territorio fluvial ideal o máximo. No obstante, éste sería un objetivo que se puede marcar para un medio o largo plazo y que, sin renunciar a él, sólo se puede aspirar a lograrlo progresivamente, por lo que para el presente trabajo se ha definido el territorio fluvial de partida como el espacio que queda dentro de la mancha de inundabilidad del periodo de retorno de 10 años, entendiendo que éste es el espacio a liberar y devolver al río.
- Identificación, dentro de la mancha de inundabilidad de 10 años, de los espacios urbanos y otros espacios consolidados que deben quedar fuera del territorio fluvial. Tal y como se ha indicado anteriormente, hay espacios que quedan

dentro del territorio fluvial deseado que difícilmente se pueden devolver al río, al menos en el corto plazo. Para su identificación, se han estudiado los usos del suelo de todas las parcelas y la cartografía de la zona. De esta manera, se han encontrado un total de alrededor de 46,6 hectáreas que quedan dentro del territorio fluvial que se deberían excluir del mismo, por tratarse de zonas urbanas y zonas industriales en activo.

En la tabla que se recoge en el anexo II puede verse una tabla con la información pormenorizada de este espacio: núcleo de población, usos del suelo y tamaño de parcela. A pesar de que se han contabilizado el total de hectáreas independientemente de su categoría (suelo industrial y suelo urbano) y que se ha aplicado el mismo criterio para todas ellas, consideramos que en un segundo momento sería factible tratar de liberar suelo industrial para ampliar el territorio fluvial. Respecto a las zonas urbanas consolidadas, se propone el mantenimiento de las mismas y por tanto, aún estando dentro de la mancha de inundabilidad de 10 años, se propone no incluirlas dentro del territorio fluvial, teniendo que buscar terrenos compensatorios.

- Identificación de terrenos “compensatorios”. Dado que hay 46,6 hectáreas que estarían dentro del territorio fluvial teórico que no se pueden liberar para el río, es necesario buscar un espacio que al menos disponga de similares dimensiones que compense este territorio, para que se mantengan el perímetro de territorio fluvial. Estos terrenos compensatorios hay que localizarlos bien aguas arriba de las zonas a compensar o bien frente a las mismas. Asimismo, para realizar la compensación hay que tener en cuenta la susceptibilidad a la erosión y se ha procurado que los terrenos compensados se encuentren en la mancha de 100 o de 500 años, ya que se entiende que de una manera natural es el espacio que se ocupa en grandes crecidas. A la hora de compensar los terrenos también hay que tener en cuenta la altitud y topografía y en algunos casos, será necesario realizar alguna modificación, como bajar la cota del terreno o poner alguna mota para que el río se desborde hacia las zonas deseadas e incluidas dentro del territorio fluvial (véase anexo I con la cartografía de los escenarios deseados).

De este modo, el territorio fluvial para el Zadorra nos queda definido tal y como se refleja en los siguientes mapas:

Leyenda de los mapas:

MANCHA INUNDABILIDAD T10

AREAS DE COMPENSACIÓN



Figura 66: Propuesta de territorio fluvial en la zona de Mendibil y Retana (Elaboración propia)



Figura 67: Propuesta de territorio fluvial en la zona de Durana y Gamarra Menor
(Elaboración propia)



Figura 68: Propuesta de territorio fluvial en la zona del polígono industrial de Betoño y alrededores
(Elaboración propia)



Figura 69: Propuesta de territorio fluvial en la zona del polígono industrial de Gamarra
(Elaboración propia)



Figura 70: Propuesta de territorio fluvial entre la zona de Gobeo y Asteguieta
(Elaboración propia)



Figura 71: Propuesta de territorio fluvial en la zona de Crispiana
(Elaboración propia)

4.7.3 Ampliación y seguimiento del territorio fluvial en el Zadorra

Dentro de la mancha de inundabilidad se encuentran zonas industriales que, aunque en un primer momento no se puedan incluir dentro del territorio fluvial, consideramos que deberían ir devolviéndose paulatinamente al río, refiriéndonos concretamente a algunas de las parcelas del polígono industrial de Gamarra, ya que se trata de un polígono industrial envejecido en el que actualmente hay varias parcelas en desuso. Para ello sería necesaria una apuesta firme del consistorio municipal basada fundamentalmente en dos actuaciones:

- Reubicación de algunas de las actividades industriales en otros polígonos industriales de la ciudad que queden fuera de la mancha de inundabilidad.
- Cambios de catalogación del suelo, de industrial a no urbanizable, en aquellas parcelas que están en desuso y en aquellas que se vayan desocupando por cese de la actividad que albergaban.

De este modo, progresivamente se iría disminuyendo el espacio industrial disponible en la zona, liberándolo para devolvérselo al río. Resulta muy complicado establecer un plazo temporal para el cambio de carácter de la zona y la implantación del territorio fluvial propuesto, ya que se desconoce el estado de las actividades industriales albergadas en el polígono ni los costes económicos que se derivarían del traslado de la actividad, tanto para el propio ayuntamiento como para la empresa a trasladar. Sin embargo, es posible al menos apuntar el orden cronológico de los primeros pasos a dar:

- Primeramente se debería cambiar la catalogación del suelo de las parcelas en desuso. De este modo, se asegurará que no se establezcan nuevas empresas y se iniciará el cambio de carácter de la zona.
- Asimismo, al inicio del proceso será necesaria una campaña informativa dirigida tanto a la ciudadanía como a las empresas ahí ubicadas, con objeto de dar a conocer la propuesta del territorio fluvial para que se conozca y comprendan las medidas a implantar.
- En segundo lugar, sería conveniente establecer contacto con las empresas de la zona, para informarles de primera mano del posible cambio de ubicación en un futuro a medio plazo (en torno a las 8-10 años).

Esto supondría que periódicamente sería necesario realizar nuevos estudios sobre el territorio fluvial para ir delimitándolo progresivamente en función del espacio liberado en cada momento. No obstante, se produzcan cambios de usos del suelo o no, la revisión del territorio fluvial ha de realizarse en todas las ocasiones, ya que ya que el territorio fluvial cumple con una de las características más singulares de un sistema fluvial: su dinamismo.

5. CONCLUSIONES

Durante siglos, las sociedades se han desarrollado en lugares próximos a los ríos, ya que éstos les proveían de agua, lo que era sinónimo de vida y riqueza. Pero los lugares para ubicar los asentamientos poblacionales no se elegían al azar, y comúnmente estos núcleos se localizaban en lugares próximos a los ríos, pero protegidos de ellos, como por ejemplo, en colinas o montículos, quedando los asentamientos fuera de las zonas de inundabilidad.

Conforme estos núcleos poblacionales fueron creciendo y expandiéndose, el espacio físico protegido natural o topográficamente disminuía progresivamente, lo que en muchos casos supuso la invasión del espacio fluvial y el origen de los problemas de inundabilidad. El criterio de ordenación del territorio que se utilizaba en el pasado, crear los núcleos de población donde el riesgo de inundabilidad era inexistente o prácticamente nulo, se abandona, en parte debido a la mayor necesidad de suelo urbano y en parte debido a una falsa sensación de seguridad, consecuencia del desarrollo de actuaciones estructurales para la protección frente a inundaciones.

Este patrón de crecimiento de pueblos y ciudades es el que ha seguido Vitoria-Gasteiz. El núcleo originario se situó en lo alto de una colina, lo que ahora se conoce como el casco histórico de la ciudad o la almendra medieval, rodeada de numerosos ríos, que a medida que fue creciendo fue acercándose al espacio fluvial hasta entrar en competencia con el río por el territorio. Así, el territorio en el que hoy se ubica la ciudad ha sufrido numerosas modificaciones desde el punto de vista hidrológico. Se han embocinado y encauzado ríos, se han enterrado y desenterrado, se han desecado humedales y vuelto a generá.

Si el origen de los problemas de inundabilidad se encuentra en la ocupación humana del espacio fluvial, cabría pensar que la solución para los mismos podría ser la devolución de dicho espacio a los ríos y la recuperación de su estado originario. Sin embargo, ¿es esto posible? O incluso en el caso de que fuera posible, ¿es esto deseable? ¿a qué estado originario nos tendríamos que remitir? Porque según cual sea el punto de partida que se defina, se podría dar el caso de tener que prescindir de un sector importante de la ciudad.

Hoy por hoy, hay zonas urbanas con una tradición histórica, con una densidad poblacional o con un valor económico tan importante que, aún encontrándose en zonas con riesgo de inundabilidad, resulta implanteable destruir o desmantelar estos espacios para devolvérselos al río. No obstante, el criterio de “tratar de devolver al río, siempre que sea posible, su espacio fluvial” es el que debe regir cualquier medida que se lleve a cabo para paliar la problemática de inundabilidad en general, y en el caso de Vitoria-Gasteiz en particular.

Una rápida mirada histórica a las actuaciones llevadas a cabo para minimizar los problemas de inundabilidad nos demuestra que esta directriz ha brillado por su ausencia. Hasta hace unas décadas la protección de inundaciones venía regida por el desarrollo de medidas de índole estructural, de “sometimiento y dominación” del río. Hoy, sin embargo, estos principios están cambiando y desde el punto de vista de la gestión integrada, se reconoce la conveniencia de combinar medidas duras o de tipo estructural para aquellos casos en los que la devolución del espacio al río no es posible, con medidas blandas o no estructurales, que además de servir para minimizar los riesgos de inundación pueden tener otros efectos beneficiosos como la recuperación de la dinámica fluvial o la mejora del estado ecológico, tal y como sucede con el establecimiento del territorio fluvial.

La conquista de espacio urbano a golpe de actuaciones estructurales, ha creado una falsa sensación de protección y seguridad frente a las avenidas y ha generado una cultura popular basada en la creencia de que podemos ocupar el terreno que se necesite. Sin embargo, nada más lejos de la realidad.

Para favorecer que el principio rector de la gestión de la inundabilidad sea el enunciado anteriormente (devolver al río su espacio fluvial, no usurpárselo) es necesario un radical y profundo cambio de mentalidad a todos los niveles, en el ámbito técnico, político, institucional y ciudadano, que bien podría ampararse bajo el paradigma de la nueva cultura del agua.

En el caso de Vitoria-Gasteiz tenemos motivos para pensar que este cambio de mentalidad es posible, ya que se cuenta con un magnífico ejemplo de cambio de

percepción social sobre un espacio hidrológico, como son los humedales de Salburua. Estos humedales han pasado de ser un lugar profundamente degradado y rechazado socialmente, hasta tal punto que se trataron de secar y eliminar por considerarse un núcleo de generación de enfermedades sin ningún interés social ni ecológico, a pasar en unas pocas décadas a ser recuperados y a convertirse en un espacio fundamental y muy potenciado dentro del anillo verde, incluso llegando a ser una de los grandes orgullos *green* (en el año 2012 Vitoria-Gasteiz ha sido galardonada con el premio Green capital europea) de la ciudad, que además tienen un alto valor para la protección frente a inundaciones, tal y como se ha visto en apartados anteriores. Un objetivo ambicioso en este sentido, podría ser originar una nueva percepción, tal y como se ha conseguido en el caso de los humedales de Salburua, con todas las cuencas drenantes del municipio, de modo que se lograse un amplio consenso social para llevar a cabo actuaciones que permitiesen mejorar su estado actual, tal y como marca la Directiva Marco del Agua (DMA), mediante revisiones de concesiones y eliminación de obstáculos fuera de uso.

No obstante, al señalar este caso como un ejemplo destacable, resulta obligado añadir que, a pesar del esfuerzo realizado, no todos los impulsos políticos han caminado en el mismo sentido, y en los alrededores de los humedales se ha experimentado un desarrollo urbanístico totalmente incoherente con los valores ecológicos y naturalísticos que estos humedales poseen. Por tanto, este ejemplo es válido para demostrar la posibilidad de cambio de percepción social, pero también para señalar la incoherencia y contrariedad de algunas de las políticas que se llevan a cabo simultáneamente en un espacio dado.

El cambio de mentalidad es posible y mejorable, pero para ello hay una condición que resulta indispensable: la voluntad y valentía política para llevarlo a cabo y para fomentarlo. Es necesario realizar un cambio de percepción gradual de las inundaciones, que invite a identificarlas como un fenómeno inevitable y no como un fenómeno a temer o repugnar. Para que este cambio de percepción se desarrolle, se necesitan campañas de concienciación y sensibilización ciudadana que tendría que venir promulgadas desde los ámbitos institucionales. En Vitoria-Gasteiz también podemos encontrar un ejemplo muy positivo en este sentido: el éxito cosechado en las campañas de sensibilización ciudadana enmarcadas dentro del plan integral de ahorro del agua,

actualmente denominado Plan Futura, para ahorro y disminución del consumo de agua.

La educación ambiental se presenta así como un pilar fundamental para lograr una gestión sostenible de la inundabilidad en nuestra ciudad. Es necesario construir otros valores sociales y culturales en torno al agua, potenciar su visión como activo ecosocial, para entender y aceptar medidas de gestión de inundabilidad que desde otra perspectiva puramente hidráulica o ingenieril pueden considerarse inoportunas o inadecuadas. Y esta educación ambiental, las campañas de sensibilización y concienciación ciudadana que se realicen, deben acompañarse de otras políticas sectoriales acordes a los valores que en ellas se promulguen y también de una normativa y legislación coherente con lo anterior. He aquí donde radica una de las mayores dificultades ante las que nos enfrentamos.

En lo que a la inundabilidad se refiere, es cierto que la percepción de la inundabilidad ha ido cambiando. Mientras que hace años la colonización de suelo inundable era escasa, propiciando episodios de inundación con reducidas afecciones, a medida que el ser humano ha ido invadiendo el cauce del río, ha ido exponiéndose en mayor medida a los fenómenos de inundaciones, siendo percibidos por la población como lo que son, fenómenos más peligrosos, no solo porque sean más feroces, que pueden serlo, sino porque el ser humano, voluntariamente, ha ido exponiéndose a ellos. Con todo ello ha ido asumiendo este nuevo escenario, en el que es necesario tomar parte.

En este cambio de percepción cabe destacar el importante papel que juegan los medios de comunicación. Como hemos podido apreciar a lo largo del trabajo, en la historia reciente han existido fenómenos de inundación de diferente magnitud, y no siempre los de mayor magnitud han sido los más reflejados en los medios de comunicación. Esto es debido a que, en muchos casos, es la prensa la que nos hace conocedores de este tipo de fenómenos. De ahí la importancia de que la ciudadanía esté al corriente e informado de manera objetiva y real de los sucesos, causas y consecuencias de las inundaciones, pudiendo así ser partícipe de las medidas que se puedan adoptar al respecto.

Consideramos que la implicación activa y sincera de los ciudadanos, desde el sentimiento de respeto hacia su opinión, es vital en cualquier proceso de participación.

Cualquier actuación que no cuente con el reconocimiento y aceptación de los ciudadanos comienza “coja”. Es necesario contar con los ciudadanos y ciudadanas para planificar urbanísticamente nuevas zonas, ya que es la ciudadanía quien mejor conoce las necesidades y carencias. Pero también es cierto que la participación activa y comprometida de los ciudadanos no tiene que ser un mero trámite, un requisito de un proyecto para poder ser llevado a cabo o limitarse al cumplimiento de un criterio anteriormente fijado y definido, sino que debe continuar una vez finalizada la actuación. Puede darse el caso de que las actuaciones no sean correctas o sea necesario modificar algunos fallos a raíz de la experiencia, y para ello es preciso contar con la implicación activa.

En los procesos de participación ciudadana es importante garantizar la presencia y participación de todos los sectores implicados. Por ello, en el ámbito de la gestión de las inundaciones es necesaria contar con las aportaciones de agentes activos del mundo urbano, rural, agrícola, industrial, empresarial, entre otros, ya que cada uno percibe la situación desde el prisma de su sector y su problemática y sus aportaciones garantizan una óptica general del problema a afrontar.

Consideramos de vital importancia contar con procesos de participación ciudadana real para las actuaciones que presentamos en este trabajo y para futuros trabajos de gestión de inundaciones. Pero no solo en aspectos relacionados con la inundabilidad, ni solamente en el entorno de Vitoria-Gasteiz, sino en cualquier proyecto que se ponga en funcionamiento.

En no pocas ocasiones se llevan a cabo campañas dirigidas a la ciudadanía en la que se nos solicitan acciones o actitudes que no se ven respaldadas ni acompañadas desde las instituciones. Se pide que la ciudadanía no consuma recursos, que tenga prácticas sostenibles, pero luego estos criterios no se aplican en el ámbito institucional o se quedan en meras declaraciones de intenciones que no tienen una práctica precisa. Es por ello que hacemos especial hincapié en la voluntad y valentía política para desarrollar campañas de educación ambiental en el ámbito de la inundabilidad y que las actuaciones que se ejecuten en esta materia sean coherentes con los valores que en dichas campañas se promulguen.

En la actualidad, donde mayores incoherencias de esta índole encontramos es en la esfera de la planificación y ordenación territorial. Los avances de conocimientos y los adelantos tecnológicos han permitido conocer con notable precisión el riesgo y grado de inundabilidad de nuestro entorno, pero los informes que contienen esta información son consultivos y no vinculantes en las comisiones de ordenación del territorio. Esto supone que cuando se asignan los usos de suelo, se puede permitir urbanizar suelos inundables, lo que conlleva la necesidad de realizar actuaciones de protección para estos espacios.

En la CAPV, está en vigor el Plan Territorial Sectorial, PTS, de Ordenación de los Márgenes de Ríos y Arroyos, cuyo ámbito está constituido por el conjunto de las franjas de suelo de 100 metros de anchura situados a cada lado de la totalidad de los cursos de agua de la cuenca hidrográfica del mediterráneo, desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Ebro, y la margen izquierda del Ebro incluida dentro del Territorio histórico, así como las franjas de suelo de 200 metros de anchura situados en el entorno de sus embalses, lagos y lagunas. Aprobada por Decreto 455/1999 y modificada posteriormente en el 2008, con la aportación de nuevos datos y mapas de inundaciones, la normativa actual se presta a interpretaciones o actuaciones que se alejan del espíritu de la actual Directiva Marco de Agua (DMA). Es aquí donde se origina la disociación del riesgo de inundabilidad y la ordenación territorial y por ello, consideramos que sería un gran avance que en la planificación territorial los informes de inundabilidad fuesen vinculantes. Es necesario buscar fórmulas atractivas que potencien la reubicación de instalaciones y edificios fuera de la mancha de inundabilidad.

Los criterios ambientales o ecológicos, debido a su corta historia, no poseen el suficiente peso en las negociaciones sectoriales que se llevan a cabo frecuentemente en la gran mayoría de las administraciones públicas actuales, destacando, en nuestro caso, el poder del sector hidroeléctrico sobre el resto. En materia de inundabilidad no estamos exentos de este déficit. Necesitamos ir un paso más allá y pasar de las meras declaraciones de intenciones a dotarnos de una normativa y una legislación en las que las cuestiones ambientales tengan suficiente importancia y realmente estén equiparadas con otras cuestiones que hoy por hoy todavía siguen considerándose prioritarias. Esta nueva normativa debe apostar por un nuevo escenario de gestión del suelo, donde se

evite o no se admitan nuevos encauzamientos que generen suelos orientados a ser urbanizados y naturalizar al máximo posible aquellos situados en ámbitos ya construidos.

Para conseguir la recuperación de la zona ribereña en terrenos agrícolas puede ser interesante poner en marcha herramientas como el contrato río, que se viene desarrollando durante años en Francia con resultados positivos, para eliminar malas prácticas que aún perduran como los recrecimientos de motas como defensas ante crecidas, muy comunes en nuestra zona de estudio.

Uno de los objetivos que nos marcábamos al inicio del trabajo era proponer alternativas para reducir el suelo urbanizado que se encuentra dentro de la mancha de inundabilidad de diez años y hemos visto que es un objetivo plausible y que existen diferentes alternativas complementarias, para conseguirlo, las cuales nos permiten combinar todos los elementos anteriores: concienciación y sensibilización ciudadana, voluntad política, aplicación del criterio de devolución del espacio fluvial al río y equiparación de la normativa ambiental con la planificación urbanística.

En otros lugares, como Francia o Alemania, se ha experimentado exitosamente iniciativas similares a las propuestas realizadas, pero en el Estado Español carecemos de una experiencia de aplicación práctica, por lo que poder ejecutar las alternativas, no sólo ayudaría a disminuir la problemática de inundabilidad de la ciudad, sino que se conseguiría recuperar ambientalmente zonas degradadas y mejorar el estado ecológico de los hábitats fluviales de nuestro entorno y favorecería el desarrollo de más iniciativas similares. Vitoria-Gasteiz, una ciudad pionera en políticas ambientales, recientemente galardonada con el premio Green capital, con problemas de inundabilidad como los descritos, se nos antoja, sin duda, un escenario ideal para poner en práctica estas experiencias novedosas.

5. BIBLIOGRAFÍA

ARRATE, I. (1994) *Estudio hidrogeológico del acuífero cuaternario de Vitoria-Gasteiz*. Universidad del País Vasco. Tesis doctoral.

ARRATE, I. y ANTIGÜEDAD, I. (1996). “Simposio I: el agua y sus usos agrarios. Influencia de los cambios de usos del suelo y de las aguas en la evolución de la contaminación del acuífero cuaternario de Vitoria-Gasteiz (País Vasco)”.

BAKEAZ, FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO, GEA21 (2002). “*Plan Integral de Ahorro de Agua (PIAA) de Vitoria-Gasteiz*”.

BALARÓN, L. (2000). *Situaciones hidrológicas extremas*. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.

BLACKWELL, M.S.A. y MALTBY, E. (2006) *Ecoflood guidelines. How to use floodplains for flood risk reduction*. Luxembourg, European Community, EUR22001.

BRIERLEY, G. J., y FRYIRS, K.A. (2008). *River futures: an integrative scientific approach to river repair*. Island Press, Washington, D.C., USA.

CALVO, F. (1989). Grandes avenidas e inundaciones históricas. En A. Gil Olcina y A. Morales Gil, *Avenidas Fluviales e Inundaciones en la cuenca del Mediterráneo*. Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante Caja de Ahorros del Mediterráneo. Alicante.

DE JUANA, F. y MÉNDEZ, C. (1998). *Estudio para la modelización hidrológica del río Zadorra*” Vitoria-Gasteiz: CEA.

CEDEX (2011). *Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos en régimen natural*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

CGS (2000). "Estudio hidráulico del río Zadorra su paso por Vitoria-Gasteiz y análisis de alternativas para la defensa contra inundaciones en el casco urbano.

CGS (2008). "Propuesta de plan de mejora hidrológica e hidráulica de los ríos Esquibel, Torroguico, maniturri, Ali, Batán, Zapardiel, Olárizu y Errekaleor". Memoria final Exp. nº 32/05".

COMISIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL (1985). *Estudio de Inundaciones Históricas. Mapa de riesgos potenciales. Cuenca del Ebro*. Informe inédito.

Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). Disponible en:
http://www.wetlands.org/reports/ris/3ES047SP_RIS_2002.pdf

Grupo de Hidrogeología de la UPV/EHU. (1995) "Estudio hidrogeológico del Sector Salburua". Vitoria-Gasteiz.

IBISATE, A. (2005). Variación del riesgo de inundación en el río Zadorra (País Vasco) como consecuencia de su regulación. *Investigaciones Geográficas*, 36, 119-133.

IBISATE, A. (2004a). *Las crecidas fluviales en el Zadorra: procesos, riesgos y propuestas de ordenación*. Universidad del País Vasco. Tesis doctoral.

IBISATE, A (2004b). Análisis morfométrico de la cuenca y de la red de drenaje del río Zadorra y sus afluentes aplicado a la peligrosidad de crecidas. *Boletín de la A.G.E.*, nº 38, 311-329.

IKT (2003). "Revisión del mapa de vegetación actual y usos del suelo del municipio de Vitoria-Gasteiz".

MATEU, J.; (1990). Avenidas y riesgos de inundación en los sistemas fluviales mediterráneos de la península ibérica. *Boletín de la AGE*, nº 10, 45-86.

OLCINA, J. (1994). “Riesgos climáticos en la Península Ibérica”. Libros Penthalon, Madrid.

OLLERO, A. (1997). Crecidas e inundaciones como riesgo hidrológico. Un planteamiento didáctico. *Lurralde*, 20.

OLLERO, A. (2006). Inundaciones y ordenación del territorio fluvial en la cuenca del Ebro. En [G. Chastagnaret](#) y [A- Gil Olcina](#) (eds), *Riesgo de inundaciones en el Mediterráneo occidental*. Casa de Velázquez.

OLLERO, A. (2007). *Territorio fluvial. Diagnóstico y propuesta para la gestión ambiental y de riesgos en el Ebro y los cursos bajos de sus afluentes*. Bilbao: BAKEAZ.

OLLERO, A. y ELSO, J. (2007). The need for a “fluvial territory” or “room for the river”: living with floods by acceptance of their functions. In Baker, C. & van Eijk, P. (eds.) *Sustainable flood management: obstacles, challenges and solutions*, 59-63, Maastricht, Interreg IIIC Network FLAPP.

OLLERO, A.; IBISATE, A.; ACIN, V.; DIAZ, E.; GRANADO, D.; HORACIO, J.: (2011). Innovación y libertad fluvial. *VII Congreso Ibérico sobre Gestión y planificación del Agua "Ríos Ibéricos +10. Mirando al futuro tras 10 años de DMA*. Talavera de la Reina: SIAGUA.

OLLERO, A., IBISATE, A., ELSO, J. (2010). El territorio fluvial, espacio para la restauración. *Nota Técnica nº 1, Centro Ibérico de Rastauración Fluvial(CIREF)*.

PEÑAS, V. (2006). *El río Zadorra: Análisis ecogeográfico de las intervenciones antrópicas en el ecosistema fluvial, 1932-2004*. Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (Tesis doctoral).

PEÑAS, V. (2006a). Metodología para el estudio ecogeográfico de la actividad antrópica en un ecosistema fluvial. Vitoria-Gasteiz: BAKEAZ.

PEÑAS, V. (2008). *Alternativas de encauzamiento, no ejecutadas, en el río Zadorra aguas abajo de la presa de Ullíbarri-Gamboa*. Vitoria-Gasteiz: BAKEAZ.

PNUMA (2009). *Perspectivas del medioambiente urbano GEO VITORIA-GASTEIZ*.

PNUMA (2009). *Informe-diagnóstico ambiental y de sostenibilidad GEO Vitoria-Gasteiz..* Disponible en: http://www.vitoria-gasteiz.org/we001/was/we001Action.do?aplicacion=wb021&tabla=contenido&idioma=es&uid=713e4472_1221ace2203_7fb7

PRIETO, C. y LAMAS, J.L. (1995). *Avenidas extraordinarias en el País Vasco. Geología y prevención de daños por inundaciones* IGME.

RUÍZ, E. (2000). *Fuentes para el estudio del clima en el País Vasco: organización de un sistema documental*. Financiada por el Gobierno Vasco, Consejería de Transportes y Obras Públicas. - 1994-2000.

TEMEZ, JR (1988). *Métodos estructurales y no estructurales de defensa contra las inundaciones*". Riesgos geológicos, IGME.

UREÑA, J.M. y OLLERO, A. (2000). "Criterios y propuestas para la ordenación de áreas fluviales", *Ciudad y territorio. Estudios territoriales*, XXXII, 126, 689-710.

VILLAPÚN, E. (1995). Una introducción a la investigación histórica para alumnos de educación secundaria obligatoria. Vitoria 1900-1950: El paisaje urbano. *XII Congreso de Estudios Vascos: Estudios Vascos en el Sistema Educativo = Eusko Ikaskuntza Hezkuntza Sarean*. Vitoria-Gasteiz.

VIS, M., KLIJN, F. y VAN BUUREN, M. (2001). *Living With Floods: Resilience Strategies for Flood Risk Management and Multiple Land Use in the Lower Rhine River Basin*. Netherlands Centre for River Studies, The Netherlands.

7. ANEXOS

7.1. ANEXO I: CRECIDAS AFORADAS ANUALES DESDE 1951 HASTA 2011

Tabla 1: Datos de las crecidas aforadas anuales desde 1951 hasta 2011 (Fuente: Ibáñez (2004a) y completada desde el año 2005)

Fecha	Cuantas veces el Q medio	Q max. Medio diario (m^3/s)
30-dic-1951	7,62	107,5
6-ene-1952	5,67	80
13-ene-1952	7,87	111
21-ene-1952	6,79	95,7
2-feb-1952	12,94	182,5
19-feb-1952	10,25	144,5
21-mar-1952	6,17	87
4-abr-1952	6,27	88,4
12-abr-1952	9,36	132
10-nov-1952	7,97	112,4
19-dic-1952	10,62	149,75
12-ene-1953	12,69	179
2-feb-1953	5,67	80
11-feb-1953	8,37	118
22-feb-1953	8,62	121,5
8-jun-1953	9,06	127,75
16-oct-1953	20,64	291
4-may-1953	5,29	74,55
16-ene-1954	16,60	234
31-ene-1954	7,37	104
16-feb-1954	17,13	241,5
6-mar-1954	6,32	89,1
7-abr-1954	5,33	75,2
18-may-1954	8,12	114,5
4-jun-1954	5,19	73,25
14-dic-1954	6,32	89,1
24-ene-1955	11,35	160
31-ene-1955	5,50	77,5
3-ene-1956	9,25	130,5
8-feb-1956	5,67	80
4-mar-1956	6,90	97,25
1-may-1956	7,92	111,75
14-nov-1956	7,13	100,5
1-dic-1956	14,47	204
29-ene-1957	5,19	73,25
13-ene-1958	5,52	77,8

2-mar-1958	7,47	105,4
14-15/mar-1958	7,28	102,6
17-abr-1958	8,21	115,8
14-nov-1958	6,84	96,45
24-dic-1958	10,78	152
17-ene-1959	5,10	71,85
31-mar-1959	6,89	97,125
30-oct-1959	10,26	144,7
13-nov-1959	6,10	86
2-dic-1959	19,75	278,5
13-dic-1959	23,62	333
24-ene-1960	17,20	242,5
3-abr-1960	6,67	94,1
29-oct-1960	7,30	102,9
22-nov-1960	5,57	78,6
11-dic-1960	8,16	115
30-dic-1960	24,64	347,5
27-ene-1961	8,94	126
19-oct-1961	5,09	71,8
13-nov-1961	29,77	419,8
30-nov-1961	9,91	139,8
4-feb-1962	7,77	109,5
9-feb-1962	13,16	185,5
15-feb-1962	7,41	104,5
17-dic-1962	20,43	288,1
3-ene-1963	5,88	83
22-mar-1963	7,18	101,2
31-mar-1963	6,25	88,2
2-abr-1964	10,64	150
2-dic-1964	7,62	107,5
20-ene-1965	8,88	125,2
12-abr-1965	5,53	78
21-abr-1965	5,65	79,65
28-abr-1965	6,45	91
12-dic-1965	8,30	117
15-feb-1966	7,70	108,6
3-mar-1966	8,00	112,8
11-jun-1966	6,56	92,5
19-nov-1966	8,13	114,6
7-dic-1966	5,94	83,75
14-dic-1966	5,98	85,5
2-ene-1968	10,05	141,7
7-dic-1969	11,82	166,7
26-dic-1969	8,42	118,8
6-ene-1970	6,17	87
19-feb-1970	7,33	103,4

6-mar-1970	5,07	71,5
22-mar-1971	7,33	103,4
24-may-1971	6,32	89,1
24-nov-1971	9,57	135
3-dic-1971	9,68	136,45
29-ene-1972	7,02	99
12-feb-1972	5,07	71,52
16-may-1972	10,91	153,85
20-feb-1973	9,22	130
13-abr-1973	7,72	108,9
18-feb-1974	10,40	146,6
22-mar-1974	5,73	80,79
24-mar-1975	6,44	90,75
2-abr-1975	5,25	73,97
23-abr-1975	11,82	166,7
19-nov-1975	7,68	108,25
14-feb-1976	5,41	76,31
20-may-1977	9,99	140,8
14-jun-1977	19,86	280
25-ene-1978	18,37	259
5-mar-1978	6,52	92
3-abr-1978	6,31	89,5
13-ene-1979	12,97	182,9
28-ene-1979	6,52	92
7-feb-1979	7,06	99,5
1-abr-1979	6,08	85,75
27-abr-1979	6,97	98,25
20-nov-1979	23,69	334
31-dic-1979	6,45	92
11-ene-1980	7,23	102
20-mar-1980	7,06	99,5
15-may-1980	5,99	84,5
20-dic-1980	32,25	454,68
28-dic-1980	5,66	79,82
16-ene-1981	30,72	433,12
14-dic-1982	6,70	94,5
25-dic-1982	12,97	182,9
3-abr-1983	6,79	95,75
27-agosto-1983	18,74	264,25
1-feb-1986	5,95	83,9
25-feb-1987	5,80	81,85
26-nov-1987	5,01	70,58
30-ene-1988	6,89	97,2
8-mar-1988	7,87	111
4-abr-1988	15,29	215,6
12-dic-1990	5,15	72,63

25-mar-1991	7,87	111
14-abr-1991	8,05	113,5
27-abr-1991	5,59	78,78
6-may-1991	14,79	208,6
21-nov-1991	16,21	228,6
27-mar-1992	7,32	103,2
9-abr-1992	7,07	99,67
24-jun-1992	9,57	135,01
18-nov-1992	5,45	76,92
10-dic-1992	16,62	234,4
26-abr-1993	8,64	121,83
26-dic-1993	26,27	370,4
1-ene-1995	7,57	106,8
7-ene-1995	10,55	148,8
6-mar-1995	12,71	179,2
6-dic-1996	15,09	212,8
24-ene-1997	6,81	96,05
2-dic-1997	5,73	80,82
1-dic-1998	6,73	94,9
29-ene-2001	8,57	120,85
4-dic-2002	10,18	143,5
5-feb-2003	37,74	532,19
8-may-2003	5,44	76,82
21-feb-2005	8,72	123,02
3-ene-2006	5,04	71,12
12-mar-2006	7,37	103,92
24-mar-2007	16,43	231,67
28-mar-2007	14,28	201,28
03-abr-2007	8,21	115,75
25-mar-2008	9,58	135,13
28-mar-2008	7,13	100,5
02-jun-2008	17,17	242,04
11-jun-2008	5,69	80,2
25-nov-2008	5,72	80,67
14-dic-2008	6,50	91,63
28-ene-2009	20,76	292,68
10-feb-2009	8,95	126,21
07-mar-2009	6,12	86,29
09-nov-2009	6,87	96,88
15-ene-2010	12,03	169,62
31-ene-2010	8,05	113,56
17-jun-2010	5,02	70,82
17-mar-2011	5,57	78,59

7.2. ANEXO II: ÁREAS DE COMPENSACIÓN DEL TERRITORIO FLUVIAL

Tabla 2: Superficie a compensar según tipo de suelo

Tipo de suelo	Ubicación / Descripción	Superficie (m ²)
Residencial urbanizado	Luko	500
	Arroiate	629
	Mendibil	163
	Durana	1.179
	Gamarra menor	1.000
	Vitoria-Gasteiz (Gamarra este)	1.418
	Vitoria-Gasteiz (Gamarra oeste)	997
	Vitoria-Gasteiz (Abetxuko)	1.153
	Yurre	1.856
	Gobeo	1.098
	Asteguieta	13.139
TOTAL		23.132
Suelo industrial	Polígono industrial de Gamarra (extremo este)	4.706
	Polígono industrial de Gamarra (centro)	8.554
	Polígono industrial de Gamarra (extremo oeste)	206.909
	Pabellones sueltos	98.170
TOTAL		318.339
Servicios generales	AHT Zubia	3.774
	Acceso Amarita	840
	AHT 2	36.979
	Autovía	1076
	Sclectrix Gamarra	1.793
	Gamarra, puente y rotonda	11.894
	Sclectrix autobia Bilbao	22.067
	Acceso Yurre	2.915
	Acceso Lopdana	7.334
	Acceso Astegieta	14.250
	N-1 dos carriles	13.730
	Autovía carril izq.	7.948
TOTAL		124.600
TOTAL ABSOLUTO		466.071

El total de superficie que se encuentra dentro de la mancha de inundabilidad de 10 años y que por su tipología y función no es aconsejable incluir dentro del territorio fluvial y por tanto, hay que compensar con la ampliación en otros espacios es de 466.071 m².

En la siguiente figura se muestran, marcadas en verde, la propuesta de compensación de espacio realizada:



Figura 72: Propuesta de compensación de espacio realizada. (Elaboración propia)

■ MANCHA INUNDABILIDAD T=10

■ AREAS DE COMPENSACIÓN

De este modo, en el caso de crecida, se espera que la dinámica fluvial el río se comporte ocupando los siguientes espacios:



Figura 73: Escenario deseado para las crecidas con un periodo de retorno de 10 años. (Elaboración propia)

■ ESCENARIO DESEADO

■ MANCHA INUNDABILIDAD T=10 .

En las siguientes figuras se muestra este escenario con mayor detalle:



Figura 74: Detalle del escenario deseado. (Elaboración propia)



Figura 75: Detalle del escenario deseado. (Elaboración propia)



Figura 76: Detalle del escenario deseado. (Elaboración propia)



Figura 77: Detalle del escenario deseado. (Elaboración propia)



Figura 78: Detalle del escenario deseado. (Elaboración propia)

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Litología del término municipal de Vitoria-Gasteiz	9
Figura 2: Usos del suelo.	11
Figura 3: Expansión urbanística de Vitoria-Gasteiz.....	12
Figura 4: Ríos de Vitoria-Gasteiz.....	15
Figura 5: Cuenca vertiente del río Zadorra.....	16
Figura 6: Evolución de crecidas históricas (1831–1959).	30
Figura 7: Evolución de las crecidas aforadas (1951-2011).	33
Figura 8: Imagen de la confluencia del río Alegria con el Zadorra.....	37
Figura 9: Desembalse en el embalse de Ullibarri	40
Figura 10: Corredor hídrico de Gamarra	41
Figura 11: Recuperación del meandro de Yurre.....	41
Figura 12: Mapa de la zona a estudio	42
Figura 13: Mapa geológico de la zona a estudio	43
Figura 14: Mapa de isopiezas (37-7-90) del acuífero cuaternario de Vitoria –Gasteiz... <td>45</td>	45
Figura 15: Modificación de la red de drenaje llevada a cabo en el acuífero cuaternario.	47
Figura 16: Evolución de los usos en el acuífero. Expansión experimentada por la ciudad de Vitoria-Gasteiz.....	48
Figura 17: Vista aérea del sector de salburua.....	49
Figura 18: Zona de influencia y dirección del flujo subterráneo, ubicación del sector de Salburua.....	50
Figura 19: Evolución piezómetro de Salburua (2002-2012).	52
Figura 20: Situación sondeo Salburua.....	52
Figura 21: Vitoria-Gasteiz y sus ríos en la Edad Media.....	54
Figura 22: Ríos de Vitoria-Gasteiz. Recorridos actuales y embocinamientos	55
Figura 23: Tormenta de cálculo.....	58
Figura 24: Hidrograma de la avenidas T= 100 en los ríos del sur.....	59
Figura 25: Periodos de retorno de los ríos del sur según el modelo matemático disgregado.....	59
Figura 26: Embocinamiento del río Batán, en la zona residencial al sur de la ciudad.	60
Figura 27: Inundación urbana en el barrio del Batán, junto al río homónimo.	61
Figura 28: Inundación provocada por el Errekatxiki en Olarizu.....	61

Figura 29: Obras en la canalización del Zapardiel, sacado temporalmente a superficie. Mediados del siglo XX	62
Figura 30: Actuación llevada a cabo en el río Ali en el barrio de Zabalgana (Febrero 2012)	64
Figura 31: Trasvase Zapardiel-Batán (Febrero 2012)	65
Figura 32: Conexión trasvase Zapardiel-Batán (Febrero 2012)	66
Figura 33: Balsa de derivación en el trasvase Zapardiel-Batán (Febrero 2012)	67
Figura 34: Propuesta de balsas en las graveras del batán y sus conexiones.....	68
Figura 35: Antiguas graveras de Lasarte, donde se ubicaría una de las lagunas (Febrero 2012).....	69
Figura 36: Ensanchamiento para laminación en el Ali, en Zabalgana (Febrero 2012) ...	71
Figura 37: Plano de las lagunas de Armentia	72
Figura 38: Balsa de laminación del Ali en Zabalgana (Febrero 2012).	72
Figura 39: Laguna de laminación en el Zarauna y toma de la derivación a las lagunas de Zabalgana (Febrero 2012)	73
Figura 40: Lagunas del Zarauna y conexión con las de Zabalgana y río Torroguico	74
Figura 41: Balsa de laminación en el Torroguico justo antes de embocinarse (Febrero 2012).....	75
Figura 42: Propuesta de derivación del río Esquivel.....	76
Figura 43: Escolleras en el Errekaleor (Febrero 2012).....	78
Figura 44: Futuro parque fluvial del Errekaleor (Febrero 2012).....	78
Figura 45: Vista aérea del parque fluvial del Errekaleor.....	79
Figura 46: Canal de Alegría y recuperación del cauce del río Arganzubi (Alaba)	81
Figura.47: Azud de derivación del río Alegría en el municipio de Alegría-Dulantzi	81
Figura 48: Mancha de inundabilidad en el municipio de Alegría-Dulantzi (Álava)	82
Figura 49: Vista aérea del Humedal de Salburua en Vitoria-Gasteiz (Álava).....	84
Figura 50: Propuesta de red separativa de drenaje de las aguas de bombeo y puntos de desagüe en los ríos Errekaleor y Santo Tomás	90
Figua 51: Hidrograma Errekaleor-Santo Tomás. Elaboración propia.....	92
Figura 52: Volumen de capacidad de laminación. Elaboración propia.....	92
Figura 53: Propuesta de ampliación de la balsa de Zurbano. En verde, la actual balsa, y en azul, las zonas que se proponen como rebosadero.....	93

Figura 54: Localización de los ríos Alegría, Eguileta y Arganzubi	95
Figura 55: Azud en el río Eguileta, en febrero de 2012, que se propone derribar.....	96
Figura 56: Propuesta para las lagunas de Lasarte. En rojo las conexiones de los ríos a las balsas.	100
Figura 57: Hidrograma Batán-Zapardiel. Elaboración propia.....	101
Figura 58: Volumen de capacidad de laminación. Elaboración propia	101
Figura 59: Esquema de las actuaciones en Olarizu: balsa y derivación al Errekaleor. .	103
Figura 60: Curva de garantía establecida en el sistema Zadorra en 2008.	106
Figura 61: Gráfica de explotación del sistema Zadorra.....	107
Figura 62: Propuesta de descenso de las curvas de garantía y explotación del 2008....	109
Figura 63: Relación cota-volumen del Embalse de Ullíbarri	110
Figura 64: Capacidad de laminación deseado 2012	110
Figura 65: Desembalse de seguridad abril 2012. Elaboración propia.....	111
Figura 61: Propuesta de territorio fluvial en la zona de Menidbil y Retana.....	109
Figura 62: Propuesta de territorio fluvial en la zona de Durana y Gamarra Menor.....	110
Figura 63: Propuesta de territorio fluvial en la zona del polígono industrial de Betoño y alrededores.....	110
Figura 64: Propuesta de territorio fluvial en la zona del polígono industrial de Gamarra	110
Figura 65: Propuesta de territorio fluvial entre la zona de Gobeo y Asteguieta	111
Figura 66: Propuesta de territorio fluvial en la zona de Crispíjana	118
Figura 67: Propuesta de compensación de espacio realizada	119
Figura 68: Escenario deseado para las crecidas con un periodo de retorno de 10 años.	119
Figura 69: Detalle del escenario deseado.	120
Figura 70: Detalle del escenario deseado.	120
Figura 71: Detalle del escenario deseado.	121
Figura 72: Detalle del escenario deseado.	139
Figura 73: Detalle del escenario deseado.	140
Figura 74: Detalle del escenario deseado. Elaboración propia.....	141
Figura 74: Detalle del escenario deseado. Elaboración propia.....	141
Figura 76: Detalle del escenario deseado. Elaboración propia.....	142
Figura 77: Detalle del escenario deseado. Elaboración propia.....	142

Figura 78: Detalle del escenario deseado. Elaboración propia.....143

