

Adaptación al Cambio Climático en el País Vasco

Resumen ejecutivo de los Proyectos KLIMATEK 2016



Ihobe, Ingurumen Jarduketarako Sozietate Publikoa
Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental

EDITA:

Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental
Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda
Gobierno Vasco

C/ Alameda de Urquijo 36, 6ª planta
48011 Bilbao

info@ihobe.eus | www.ihobe.eus
www.ingurumena.eus

EDICIÓN:

Abril 2017



Los contenidos de este documento, en la presente edición, se publican bajo la licencia: Reconocimiento – No comercial – Sin obras derivadas 3.0 Unported de Creative Commons (más información http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.es_ES)

índice

Introducción	pag. 04
---------------------------	----------------

01

Elaboración de escenarios de cambio climático de alta resolución para el País Vasco	pag. 06
--	----------------

02

EGHILUR: Vulnerabilidad hídrica: de las tendencias del pasado reciente a las del futuro	
Adaptación a nuevos escenarios hidrológicos (Enero 2017)	pag. 12

03

OSATU: Olas de calor y salud. Impactos y adaptaciones en el País Vasco	pag. 18
---	----------------

04

Soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco	
Guía metodológica para su identificación y mapeo. Caso de estudio Donostia/San Sebastián	pag. 22

introducción

En 2015, el Gobierno Vasco aprueba la Estrategia de Cambio Climático 2050 del País Vasco. Esta Estrategia presenta unos objetivos de *«reducción de emisiones de GEI para el año 2030 de al menos el 40% de sus emisiones de GEI, y para el año 2050 de al menos en un 80%, respecto del año 2005»*. En materia de adaptación al cambio climático, plantea como objetivo *«Asegurar la resiliencia del territorio vasco al cambio climático»*.

Para alcanzar estos objetivos se incluyen 24 líneas de actuación y 70 acciones. En concreto la línea de actuación 18 propone *«promover la innovación, mejora y transferencia de conocimiento»*. Además dentro de la Metas 3, 4 y 5 que persiguen aumentar la resiliencia del territorio, del medio natural y del sector primario, se incluyen diferentes actuaciones que pueden ir desarrollándose, entre otros, a través de los proyectos de esta convocatoria.

En 2016 se convoca por primera vez la concesión de ayudas para «Proyectos I+D, Innovación y Demostración en Adaptación al Cambio Climático en Euskadi» dentro de la iniciativa KLIMATEK I+B+G, con el fin de promover la realización de proyectos que contribuyan decididamente al objetivo 2 como es *«Asegurar la resiliencia del territorio vasco al cambio climático»* de la Estrategia de Cambio Climático 2050 del País Vasco y que se concretan, al menos, en las metas siguientes:

- Meta 3: Incrementar la eficiencia y resiliencia de territorio
- Meta 4: Aumentar la resiliencia del medio natural
- Meta 5: Aumentar la resiliencia del sector primario

En la citada convocatoria se presentaron 29 proyectos de los cuales fueron seleccionados los proyectos que se presentan en forma de resumen en este documento.

- ESCENARIOS: Elaboración de escenarios climáticos de alta resolución para el País Vasco. El objetivo es la obtención de proyecciones climáticas para diferentes periodos temporales del siglo XXI: 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100.
- EGHILUR: Vulnerabilidad hídrica: de las tendencias del pasado reciente a las del futuro. Adaptación a nuevos escenarios hidrológicos. El objetivo del proyecto ha sido ir dando respuesta, con las incertidumbres inherentes, a dos preguntas de enfoque temporal: ¿de dónde venimos?, ¿hacia dónde parece que vamos?, claves para el conocimiento en el que deben sustentarse las medidas de Adaptación que se deben tomar desde el Territorio (resiliencia hidrológica).
- OSATU: Olas de calor y salud: impactos y adaptación en Euskadi. El objetivo general del proyecto es desarrollar una metodología paso a paso describiendo los elementos clave para ayudar a la toma de decisiones en materia de prevención de los efectos de las olas de calor sobre la salud en Euskadi que puedan complementar y adaptar mejor a las condiciones locales el procedimiento actual de prevención.
- NBS Urban: Mapa del potencial de la CAPV para el despliegue de soluciones basadas en la Naturaleza como medidas de adaptación al cambio climático a escala municipal: Caso de estudio de Donostia-San Sebastián.

01

Elaboración de escenarios de cambio climático de alta resolución para el País Vasco



Datos generales/ Antecedentes

En la lucha contra el cambio climático, el primer paso es predecir cuáles serán las condiciones climáticas en el futuro. En este sentido, se vienen realizando periódicamente proyecciones de las tendencias del clima por medio de modelos de circulación global (GCM-*General Circulation Models*) bajo distintos escenarios.

En el ámbito internacional, esta actividad es coordinada por el IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), cuyo último informe (Fifth Assessment Report, AR5) establece cuatro escenarios denominados trayectorias de concentración representativas (RCP-*Representative Concentration Pathways*). Los RCP se caracterizan por el cálculo aproximado que hacen del forzamiento radiativo total en el año 2100 en relación con 1750, que puede ser de 2.6 W m^{-2} , 4.5 W m^{-2} , 6.0 W m^{-2} ó 8.5 W m^{-2} que se corresponden a los escenarios RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5, respectivamente (concentraciones de CO_2 equivalente —incluidos CH_4 y N_2O — de 475, 630, 800 y 1313 ppm, aproximadamente).

La resolución espacial de los GCMs es de cientos de kilómetros y no permite considerar las heterogeneidades regionales. Pero existen procesos de «regionalización» (*down-scaling*) para aumentar su resolución. Una de estas técnicas es la regionalización dinámica basada

en el uso de modelos regionales (RCM-*Regional Climate Models*). Cada uno de estos pasos del proceso (escenarios, GCMs, RCMs) conlleva sus propias incertidumbres.

En el ámbito europeo, las proyecciones regionales de cambio climático han sido producidas y actualizadas mediante diversos proyectos de investigación que han ido incorporando resultados de los GCMs de los sucesivos informes del IPCC:

Iniciativa	Resolución espacial	Informe del IPCC asociado
PRUDENCE	50km x 50km	AR3 (2001)
ENSEMBLES	25km x 25km	AR4 (2007)
CORDEX	12km x 12km (y 50km x 50km)	AR5 (2013, 2014)

Actualmente, bajo la iniciativa Euro-CORDEX, que es la rama europea de la iniciativa CORDEX (*COrdinated Regional Downscaling EXperiment*), se trabaja con RCMs que tienen una resolución de 0.11° (unos $12 \times 12 \text{ km}^2$) y de 0.44° ($50 \times 50 \text{ km}^2$).

Objetivo

En el presente trabajo el objetivo ha sido generar escenarios climáticos con una resolución espacial mayor, como paso inicial obligado para mejorar el conocimiento sobre el cambio climático y avanzar en la identificación y evaluación de impactos, debilidades y posibles vías de adaptación en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV).

Por ello, se han elaborado para la CAPV:

- Un atlas climático (datos diarios del periodo 1971-2015) de alta resolución espacial (1km x 1km) de variables básicas (precipitación, temperaturas media, temperatura máxima y temperatura mínima), y
- Proyecciones de cambio climático para el siglo XXI (2011-2040, 2041-2070, 2071-2100), de alta resolución espacial (1km x 1km) generados para los experimentos RCP4.5 y RCP8.5, a partir de simulaciones realizadas con RCMs en el marco del proyecto Euro-CORDEX.

Descripción/ metodología

Para la obtención de la información mencionada, el procedimiento ha sido el siguiente (Figura 1):

1) Datos históricos de estaciones meteorológicas (variables básicas diarias)

Se recolectaron datos climáticos procedentes de AEMET (Agencia Estatal de Meteorología), EuskalMet (Agencia Vasca de Meteorología) y Ur Agentzia (Agencia Vasca del Agua).

Se realizaron diferentes análisis para detectar posibles errores (detección de valores anómalos, lagunas, homogeneidad) y, con el apoyo de expertos de EuskalMet, se seleccionaron las estaciones de manera que se distribuyesen de forma homogénea por la CAPV y que fueran representativas del clima en el periodo observado.

2) Climatología histórica de alta resolución de la CAPV (variables básicas diarias, 1km x 1km)

Además de datos climáticos de las estaciones meteorológicas seleccionadas, se incluyeron variables derivadas del modelo digital de elevaciones (orografía, continentalidad, curvatura, bloqueos y exposiciones) para desarrollar un modelo de regresión que reflejara la variabilidad espacial de la precipitación y las temperaturas. Después, en combinación con el modelo de regresión, se realizó una interpolación por medio del método de Kriging Ordinario, para conseguir cartografía de alta resolución (~ 1kmx1km) con datos diarios de precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura media para el periodo 1971-2015.

Aplicando la formulación habitualmente utilizada por Ur Agentzia (Cuaderno nº 56 de la FAO, Allen *et al.*, 1998) sobre las temperaturas máximas y mínimas, también se calculó la evapotranspiración de referencia (ET_0) diaria.

3) Datos de proyecciones de Euro-CORDEX (variables básicas diarias, 12km x 12km)

Por otra parte, se descargaron los datos del ámbito de la CAPV de la iniciativa Euro-CORDEX a resolución de 0.11° (~12kmx12km), de los modelos que había disponibles a julio de 2016. Concretamente, se descargaron, para los escenarios RCP4.5 y RCP8.5, datos diarios de precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura media del periodo 1971-2100.

4) Indicadores de Euro-CORDEX (12km x 12km)

A partir de las variables básicas (precipitación y temperaturas) de los distintos modelos de la iniciativa Euro-CORDEX, se calcularon numerosos indicadores para toda la CAPV a una resolución espacial de 12kmx12km, para los periodos histórico (1971-2000) y futuros (2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100), bajo los escenarios de concentraciones RCP4.5 y RCP8.5.

En general, los indicadores se utilizan con el fin de analizar y evaluar cambios futuros en el clima. Los datos diarios simulados quedan sintetizados en

indicadores que representan, no ya el dato diario, sino la totalidad de un periodo de 30 años.

Muchos de los indicadores calculados proceden de los propuestos por el ETCCDI-Expert Team on Climate Change Detection and Indices, mientras que otros fueron propuestos por diferentes grupos de investigación de la CAPV.

5) Indicadores de alta resolución de la CAPV (1km x 1km)

Una vez obtenidos los indicadores a una resolución espacial de 12km x 12km, se obtuvieron también a una resolución de 1km x 1km, mediante el método delta. Éste es un método sencillo en el cual, se

calcula la diferencia («delta» o señal de cambio) entre el indicador del periodo futuro simulado y del periodo histórico simulado (12km x 12km) y, después, se aplica sobre un periodo histórico observado (1km x 1km), asumiendo que los sesgos de los modelos desaparecen al considerar estos «deltas». Así, se consigue el mencionado indicador para el mismo periodo futuro pero a mayor resolución espacial (1km x 1km) y adaptado a una serie histórica observada.

Este proceso se realiza para cada uno de los modelos Euro-CORDEX, de forma que finalmente se proporciona un resultado promediado (junto con estadísticos sobre su dispersión).

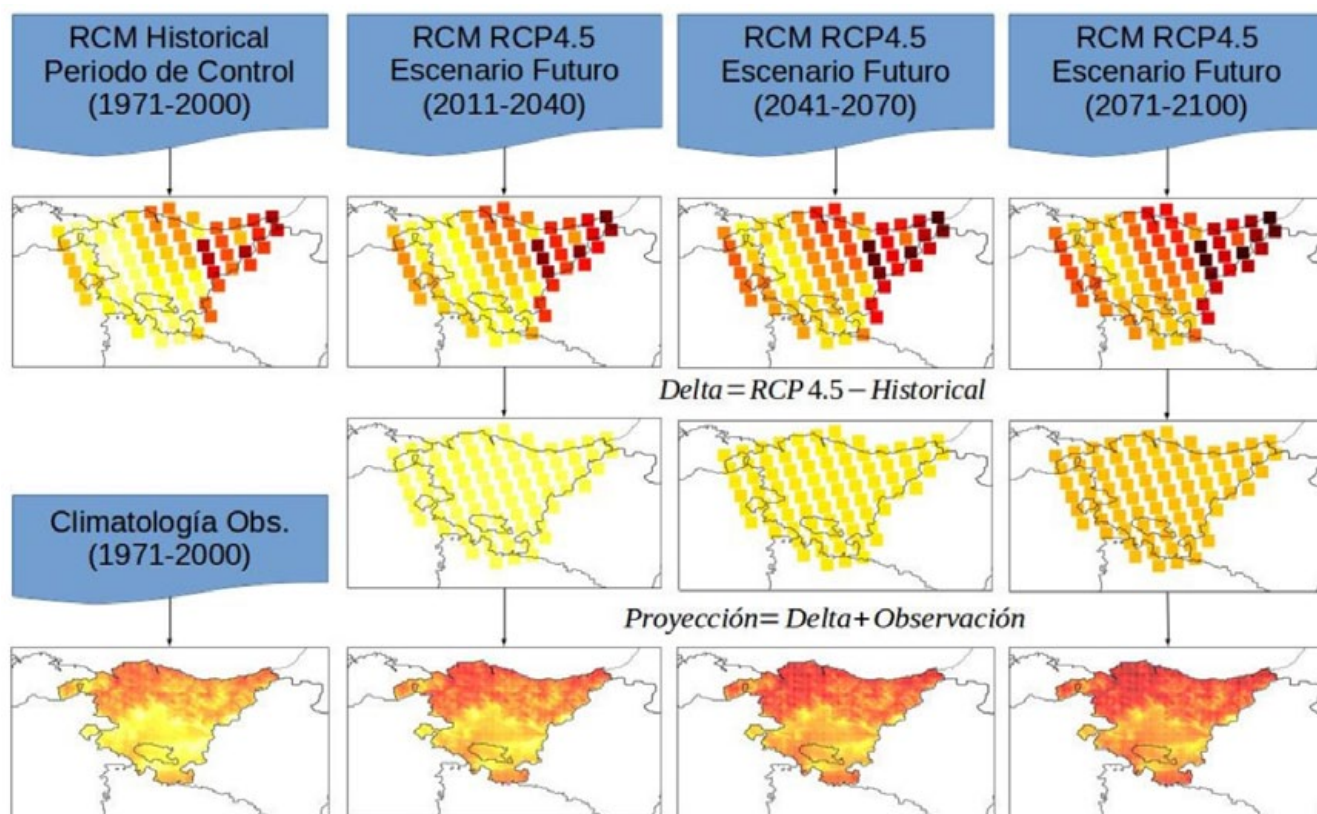


Figura 1.

Esquema con los diferentes pasos que intervienen en el «método delta» aplicado para obtener proyecciones climáticas de la CAPV de alta resolución espacial (1km x 1km).

Resultados

En un primer análisis de los datos proyectados, se puede decir que:

- La media y variabilidad de los RCMs utilizados en el presente trabajo reproducen adecuadamente la evolución de las observaciones en el periodo histórico 1971-2000.
- La incertidumbre respecto a la magnitud del cambio proyectado para el escenario RCP8.5 es mucho mayor que la asociada al escenario RCP4.5.
- En el caso de las temperaturas, la tendencia es claramente positiva (incremento de temperaturas) desde el momento actual. Este incremento de temperaturas oscilaría, dependiendo del escenario y modelo, entre los 1.5°C y los 5°C, siendo más pronunciado a finales de siglo y para el escenario RCP8.5. El patrón de cambio sería muy homogéneo en toda la CAPV, con un incremento levemente menor en la costa que en el interior. El aumento de las temperaturas llevaría asociado, un aumento de la evapotranspiración (ET_0), con un patrón de cambio con un claro gradiente descendiente suroeste-noreste. Es decir, que la evapotranspiración aumentaría más en la zona de Rioja Alavesa o Valles Alaveses que en Donostialdea (Ver Figura 2).
- Los índices asociados con días de temperaturas bajas tenderían a disminuir en el futuro (por ejemplo, el número de días con máximas por debajo de 0°C, con mínimas por debajo de 0°C, o el número de días a lo largo de los cuales se cruzan los 0°C), mientras que los indicadores relacionados con altas temperaturas tenderían a incrementar (número de días que superan los 25°C, número de días de olas de calor, número de noches tropicales con mínimas superiores a 20°C). Incrementaría levemente el rango diario de temperaturas (es decir, la diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas de cada día) asociado más a un mayor aumento en la temperatura máxima que en la mínima y también aumentaría la duración de la estación de crecimiento de las plantas, asociado a un mayor número de días con temperaturas medias moderadas.
- En el caso de la precipitación, únicamente se observa una tendencia negativa (descenso de precipitación), más o menos, clara al final del siglo XXI. En cuanto a la magnitud del cambio, se esperaría, en promedio, un descenso leve en torno a un 15% de la precipitación anual para finales de siglo para el escenario RCP8.5. El cambio promedio sería inferior al 5%, salvo en el

último periodo que oscilaría entre el 10% y el 15%, dependiendo del escenario. El patrón espacial en la CAPV sería, más o menos, común en todos los periodos y escenarios con la región noreste sufriendo cambios menores que el resto; es decir, el descenso de la precipitación anual sería más leve en la zona de Bajo Bidasoa, Donostialdea, Tolosaldea, Urola Kosta.

- En el futuro cabría esperar menos episodios de precipitación, pero con precipitaciones más intensas, seguidos de largos periodos de sequía. Es decir, tendería a reducirse el número de días con precipitaciones de 1 mm o más, así como los días con más de 10 mm, y con más de 20 mm; mientras que, por el contrario, incrementaría la cantidad media de agua que cae cada día de lluvia, así como la precipitación máxima acumulada en un día de lluvia, o el número de días secos consecutivos. Descendería el número de días con precipitaciones suaves y temperaturas máximas negativas.

Aparte de una primera interpretación breve de algunos de los indicadores climáticos obtenidos, el valor del presente trabajo radica en que los datos (climatología histórica y proyecciones futuras) han sido generados a partir de una diversidad de modelos de la iniciativa Euro-CORDEX, son de alta resolución espacial (aproximadamente de 1km²) y se han puesto a disposición pública, tanto para el interesado de a pie como para la comunidad científica. De manera, que pueden ser utilizados bien para consulta o visualización por mera curiosidad, o bien, para aplicaciones prácticas y estudios más avanzados que requieran trabajar con datos climáticos históricos y proyecciones.

Este trabajo constituye un punto de partida para conocer el cambio climático en la CAPV y poder adaptarnos a él. Ha sido realizado teniendo en cuenta la mejor información disponible actualmente, pero será necesario ir actualizando las proyecciones climáticas con el fin de ir incorporando los avances en este campo (informes de evaluación y escenarios del IPCC, GCMs, RCMs, técnicas estadísticas de *down-scaling*, etc.).

En el presente estudio se ha aplicado el método delta, que no permite la obtención de series diarias porque las variables o indicadores obtenidos representan, no ya el dato diario, sino la totalidad de un periodo (p.e., 30 años). A pesar de la disponibilidad de series diarias de los modelos regionales, éstos presentan sesgos sistemáticos que limitan su utilización en estudios de impacto y sería necesario un post-proceso que corrigiera dichos sesgos y regionalizara las proyecciones a la escala de las observaciones de referencia (1km).

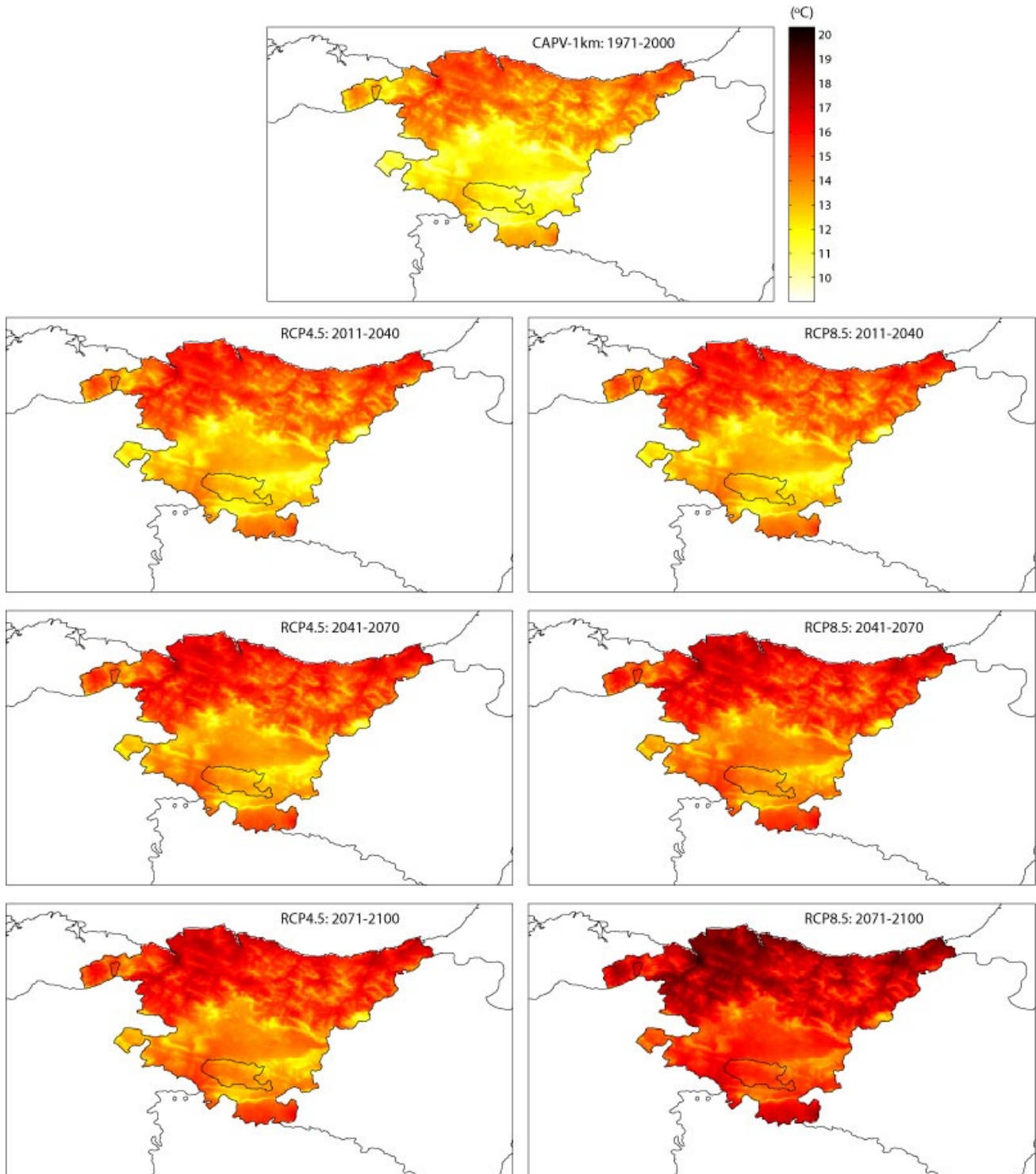


Figura 2.

Temperatura media: climatologías proyectadas por los RCMs de Euro-CORDEX (Tabla 1) bajo los escenarios RCP4.5 (izquierda) y RCP8.5 (derecha) para los tres periodos futuros: 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100

EGHILUR: Vulnerabilidad hídrica: de las tendencias del pasado reciente a las del futuro

***Adaptación a nuevos escenarios
hidrológicos (Enero 2017)***



Datos generales/ Antecedentes

Los escenarios climáticos, para distintos horizontes temporales a lo largo del siglo XXI, que se derivan de los Modelos de Circulación General son bastante variables de un modelo a otro, pero es mucho mayor la variabilidad cuando nos referimos a los «escenarios hidrológicos», es decir, los regímenes hídricos esperables en los ríos (considerando no sólo caudales medios, de interés en la gestión de recursos —embalses, por ejemplo—, sino también bajos —condicionantes básicos del buen estado ecológico de las masas de agua— y altos —ligados a riesgo de avenidas—), ya que a la propia incertidumbre de los modelos climáticos hay que añadirle la de los modelos hidrológicos utilizados en la simulación/predicción.

Resulta necesario que esa simulación se realice desde una visión CUENCA del río, más allá de la visión CAUCE. En la visión CUENCA juega un papel esencial el uso de los suelos (ocupación del territorio), ya que el régimen futuro de caudales en los ríos no sólo será consecuencia del cambio climático (precipitaciones y temperaturas), sino que lo será también del cambio en los usos del suelo, tanto los derivados de la propia adaptación de la vegetación a cambios en el clima como los derivados de las decisiones hoy tomadas en la ordenación del territorio.

Con esta perspectiva, **el objetivo** del proyecto realizado ha sido ir dando respuesta, con las incertidumbres inherentes, a dos preguntas de enfoque temporal: ¿de dónde venimos?, ¿hacia dónde parece que vamos?, claves para el conocimiento en el que deben sustentarse las medidas de Adaptación. Se pretende aportar conocimiento sobre las tendencias pasadas, derivadas del análisis de las series de caudal observadas, a escala regional, en el Golfo de Bizkaia, bajo la premisa de que a corto plazo van a tener mayor incidencia las tendencias del pasado reciente, y sobre las tendencias previsibles futuras, simuladas, en este caso a una escala más local, la de cuencas concretas de la CAPV consideradas de referencia.

Descripción/metodología Tendencias pasadas: ¿De dónde venimos?

Con la pretensión de obtener una visión regional de las tendencias que vienen observándose en los caudales y de incluir series más largas que las existentes en

la CAPV, se ha seleccionado un área de estudio con 164 estaciones con, a priori, un mínimo de 20 años de datos hasta el 30 de septiembre de 2015 (Figura 1). Los datos analizados son series de caudales diarios de estaciones de aforo gestionadas por la Diputación Foral de Gipuzkoa (GFA), la de Bizkaia (BFA), la Confederación Hidrográfica del Cantábrico (CHC), la del Ebro (CHE), el Gobierno de Navarra (GN), Iberdrola, el Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia (CAB) y Eau France (DREAL Aquitaine). En este estudio el interés se ha centrado en los caudales medios y en los bajos. De las 164 iniciales, tras realizar análisis de lagunas, de cambios bruscos y seleccionar los periodos de estudio, se han seleccionado 117 estaciones a analizar en 4 periodos de tiempo: 20 años (desde el año hidrológico 1995-1996 hasta el 2014-2015) con datos de las 117 estaciones, 40 años (desde el 1975-1976 hasta el 2014-2015) con 43 estaciones, 60 años (desde 1955-1956 hasta 2014-2015) con 18 estaciones, 95 años (entre 1920-1921 y 2014-2015) con 3 estaciones.

Posteriormente se generaron series de caudales medios y de duración y severidad de los caudales bajos, a diferentes escalas temporales, para cada una de las longitudes temporales previamente seleccionadas: diaria (365 valores al año), mensual (12 valores al año), estacional (4 valores al año) y anual (un valor por año) y, con el objetivo de detectar cuáles son las épocas del año más sensibles, por estaciones (Invierno: enero-marzo, Primavera: abril-junio, Verano: julio-septiembre, Otoño: octubre-diciembre; 1 dato por año para cada estación), e incluso mes a mes (un valor para cada mes en cada año: serie de enero, de febrero...). Así, para cada una de las 117 series de caudales seleccionadas se han generado 232 tipos de series, un total de 27144 series a las que se ha aplicado el análisis de tendencias. Este análisis se ha realizado mediante el test de Mann-Kendall, una vez eliminado el efecto de la autocorrelación. De este test se han extraído el signo (positivo, de incremento, o negativo, de descenso) y la significancia de la tendencia, la cual siguiendo los criterios del IPCC se ha expresado como probabilidad de ocurrencia, considerando ciertas aquellas tendencias con una probabilidad de ocurrencia mayor al 66%.

Tendencias futuras: ¿Hacia dónde parece que vamos?

El estudio de tendencias futuras se centra en dos subcuencas de la cuenca del Zadorra, concretamente las de Otxandio y Audikana (Figura 1), de una extensión aproximada de 36 y 82 km², respectivamente, cuencas de cabecera de los embalses Urrunaga y Ulibarri-Ganboa. Para realizar la simulación de las proyecciones hidrológicas se ha utilizado el código numérico SWAT (Soil and Water Assessment Tool). A partir del modelo digital de elevaciones (LIDAR; www.geo.euskadi.eus) y el punto de salida elegido por el usuario, SWAT delimita la cuenca y genera la red de drenaje. Posteriormente, crea el mapa de pendientes, y solapándolo con los mapas de usos del suelo (Unión Europea CORINE; 1:100.000) y el edafológico (elaborado a través de la metodología de la erosión hídrica laminar; Gobierno Vasco, 2005) se crean las unidades espaciales con una respuesta hidrológica similar (Unidad de Respuesta Hidrológica; HRU), siendo ésta la unidad de división espacial de mayor resolución en SWAT.

Una vez realizada la discretización espacial, se han introducido los datos climáticos históricos (precipitación y temperatura máxima y mínima a escala diaria) en el código SWAT y se ha procedido a su calibración (1987-1994) y validación (2005-2015) mediante la comparación de los caudales simulados y los realmente medidos en las estaciones de aforo de Otxandio y Audikana. Con el código numérico calibrado y validado es posible realizar cambios en el modelo, como introducir nuevos datos meteorológicos (proyecciones climáticas) o modificar los usos del suelo.

Así, con el objetivo de evaluar el impacto del cambio climático en los caudales de estas dos cuencas se han simulado con SWAT las proyecciones hidrológicas para 16 proyecciones climáticas proporcionadas por AEMET (combinación de distintos Modelos Generales de Circulación, con distintos métodos de downscaling,

y para diferentes escenarios de emisiones: RCP 4.5 y 8.5). Las proyecciones se han realizado para tres horizontes temporales: 2011-2040 (2030), 2041-2070 (2060) y 2071-2100 (2090) y se han estudiado las **tendencias** que pueden existir en los caudales medios (Qm) y en la duración y la severidad de los caudales bajos. Además, debido a que el **uso del**

suelo tiene un importante efecto sobre la hidrología, en este trabajo se realiza una primera aproximación a los efectos de los usos del suelo en los caudales de las sub-cuencas de Otxandio y Audikana. Para ello, se han planteado tres escenarios de cambio posible en cada sub-cuenca, desde los más agrícolas a otros más forestales.

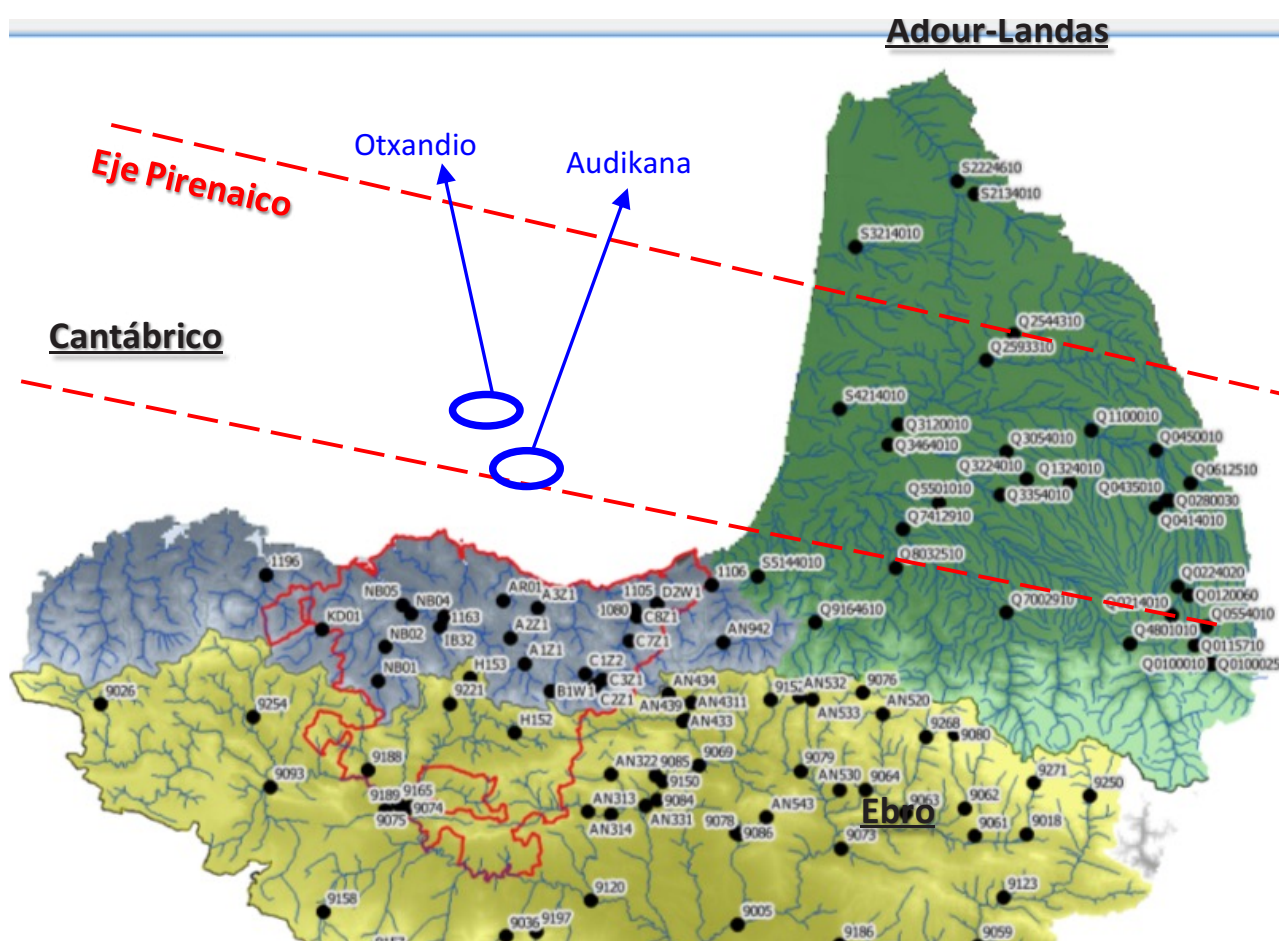


Figura 1.

Ubicación y código de las estaciones analizadas. Zonación espacial general utilizada en este estudio: Cuencas hidrográficas de Adour-Landas, Cantábrico, y Ebro. Adicionalmente se ha considerado el Eje Pirenaico (zona cantábrica y Pirineos).

Conclusiones

En los últimos 60 años (1955/1956 a 2014/2015) se observa una **homogeneidad temporal** en el comportamiento de los caudales, habiéndose dado una evidente tendencia descendente de los caudales medios y un aumento de la duración y severidad de los bajos, generalizable espacialmente. La tendencia anual resultante, es igual a la mencionada a escala estacional, y está condicionada, sobre todo, por las tendencias de Primavera y Verano. Sin embargo, para los últimos 20 años (1995/1996 a 2014/2015) se observa una situación de **heterogeneidad temporal**. Se constata una tendencia al aumento de los caudales medios en Invierno y Primavera, y que el Verano se prolonga hacia el Otoño, con disminución de los caudales medios y aumento de la duración y severidad de los bajos. Esta combinación conlleva un reparto más desigual de caudales a lo largo del año. Los resultados muestran en ambos horizontes temporales una **homogeneidad espacial** que debe entenderse como la consecuencia de una causa regional, climática. Además, **son coherentes**, hasta cierto punto, con estudios **a escala Europea**.

Al intentar responder a la segunda de las preguntas, **¿hacia dónde parece que vamos?**, es necesario tener en cuenta que los resultados obtenidos están sujetos a numerosas fuentes de **incertidumbre**.

Aún y todo, se deduce que, **el caudal descenderá progresivamente** a lo largo del siglo XXI, en todas las estaciones del año y a escala anual. Esta tendencia es más evidente en Audikana (de clima más mediterráneo) que en Otxandio. En ambas, la estación que presenta **la mayor disminución de caudal** es **Otoño**, y la **menor, Invierno**. Esta tendencia a la baja también se detecta, a nivel Europeo, en la región atlántica de Francia y la Península Ibérica. Además de observarse una alta probabilidad de descenso de los caudales medios, también es muy probable la futura tendencia al **aumento de la duración y severidad de los caudales bajos** a escala anual. Estas tendencias al aumento son muy claras en Primavera, y en Verano y Otoño para el RCP 8.5 (escenario de altas emisiones).

De forma preliminar se ha evidenciado la importancia hidrológica de los usos del suelo, especialmente a escala estacional, afectando sobre todo a los caudales bajos (Verano-Otoño). Vistas las predicciones futuras, esto tiene una gran importancia desde el punto de vista de la gestión hidrológica y la propia del territorio, debiéndose considerar la planificación territorial como parte de la hidrológica.

Tanto en las series de caudal históricas más largas (60 años; entre 1955-1956 y 2014-2015), como en las series de caudal simuladas a partir de las proyecciones climáticas (2011-2100), resulta clara **la tendencia a la**

años (nº de estaciones)	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	Observaciones
60 (18)	negativa*	negativa*	negativa	negativa	La tendencia anual (Qm) está condicionada por Primavera y Verano. La duración y severidad (Q20) tienen tendencia al aumento.
40 (43)	negativa*	negativa**	negativa	negativa****	La tendencia anual (Qm) está condicionada por Primavera y Verano. En Q20 tendencia al aumento sobre todo en Adour-Landas y eje pirenaico.
20 (117)	negativa	positiva	positiva	negativa***	La tendencia anual (Qm) está condicionada por Invierno y Primavera. En Q20 tendencia a disminuir en Primavera, sobre todo, en Invierno

* Ebro ** Adur-Landas *** Cantábrico **** Eje Pirenaico Sin asterisco, todo el Territorio.

Figura 2.

Tendencias estacionales significativas derivadas del estudio de los caudales medios (Qm), con las zonas en las que esas tendencias son más evidentes.

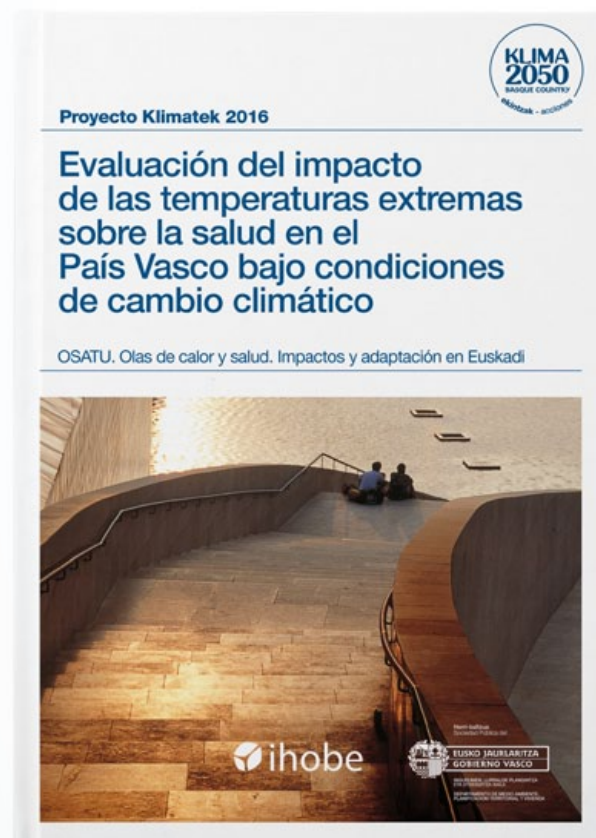
disminución de los caudales medios y al aumento de la duración del periodo de aguas bajas, tanto a escala estacional como a escala anual, aunque la escala espacial de cada uno de estos dos enfoques es totalmente diferente, regional, la primera y, de cuenca, la segunda. Además, **la tendencia positiva observada en los caudales**, a nivel regional, **en Invierno y Primavera** en el último periodo de tiempo de los datos históricos (20 años, 1995-2015) tiene cierta continuación, en las cuencas de Otxandio y Audikana, en el más corto de los horizontes considerados para el siglo XXI (el periodo 2011-2040). Este hecho es indicativo de la existencia de periodos, de menor duración, con

tendencias diferentes a las proyectadas para mayores periodos de tiempo. En cualquier caso, son las tendencias más próximas en el tiempo las que deben considerarse en la planificación hidrológica a corto-medio plazo. **Invierno y Primavera** son las estaciones que presentan **mayor incertidumbre**.

Los resultados obtenidos, tanto a escala espacial regional, como a escala de cuenca, refuerzan la **importancia de abordar los estudios de impactos hidrológicos del cambio climático** (y de usos del suelo) **a escalas más finas** que la anual (estacional, mensual), y con perspectiva temporal amplia.

03

OSATU: ***Olas de calor y salud.*** ***Impactos y adaptaciones*** ***en el País Vasco***



Datos generales/ Antecedentes

Las olas de calor son consideradas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como uno de los fenómenos meteorológicos extremos más peligrosos, aunque reciben una atención mucho menor que otros eventos meteorológicos extremos de naturaleza más violenta y espectacular, como huracanes, ciclones o inundaciones. Los impactos de los eventos de calor extremo sobre la salud pueden ser extremadamente graves. Durante la ola de calor que afectó a Europa en julio y agosto de 2003, algunos autores estiman que pudieron registrarse hasta 70,000 muertes en 16 países (principalmente Francia e Italia), debido a las temperaturas extremas.

A futuro, el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) advertía en su último informe de que, debido al calentamiento global, las olas de calor han aumentado ya su ocurrencia y se espera un aumento de la frecuencia, intensidad y duración de estos fenómenos también en las próximas décadas. Incluso en aquellas zonas donde las olas de calor no hayan representado un riesgo hasta ahora, los gobiernos tendrán que considerar la posibilidad de un aumento de los eventos de calor extremo y en consecuencia definir planes de contingencia para proteger a sus ciudadanos y ciudadanas de este riesgo.

Hasta el momento, las olas de calor no han representado un problema de salud de primera magnitud en Euskadi. Además, Euskadi cuenta desde 2006 con un Plan de Prevención en Situación de Ola de Calor que describe los potenciales efectos de una situación de calor extremo sobre la salud de las personas e identifica los principales grupos de riesgo. A pesar de que ya existen planes de alerta y prevención del impacto de las olas de calor sobre la salud en Euskadi, lo cierto es que, como consecuencia del cambio climático, se espera que este tipo de fenómenos meteorológicos extremos puedan aumentar. En este contexto, resulta por tanto fundamental no sólo hacer frente a los riesgos actuales sino buscar fórmulas para adaptarse a los cambios que se espera que sucedan en el futuro.

Objetivo

Euskadi cuenta con una Estrategia de Cambio Climático KLIMA 2050 que cuenta entre sus objetivos «asegurar la resiliencia del territorio vasco al cambio climático» e incorpora un análisis detallado de las necesidades de adaptación por sectores, entre ellos el de la salud pública. La convocatoria Klimatek se plantea para dar respuesta a las necesidades de la Estrategia y el proyecto OSATU se desarrolla para contribuir a sus objetivos.

En concreto, OSATU se planteó con el objetivo de analizar los impactos potenciales que las olas de calor podrían tener sobre la salud de la población en el futuro e investigar las cuestiones más importantes que pudieran apoyar a la toma de decisiones en materia de prevención de los efectos de las olas de calor sobre la salud en Euskadi.

Descripción/ metodología

Para alcanzar este objetivo general, se ha utilizado una metodología que consta de cuatro fases:

- La recopilación de las últimas proyecciones de temperatura del IPCC regionalizadas;
- la evaluación de los impactos de las temperaturas extremas sobre la salud, en términos de mortalidad;
- la valoración del impacto económico del riesgo de mortalidad asociada a fenómenos de olas de calor; y por último,
- el análisis coste-beneficio del sistema alerta de ola de calor bajo diferentes escenarios climáticos y socio-económicos. Los impactos del cambio climático se han estudiado en base a dos escenarios de emisión, el RCP4.5 y el RCP8.5, para el periodo entre 2020 y 2100.

Se han seleccionado cuatro municipios vascos que representan cada una de las zonas climáticas identificadas por Euskalmet, puesto que los sistemas de alerta están diseñados de forma específica para cada zona climática. Así, se ha seleccionado Donostia-San Sebastián en la Zona Costera, Bilbao en la Zona Cantábrica interior; Vitoria-Gasteiz en la Zona de Transición y Laguardia, en el Eje del Ebro.

Resultados

La aplicación de la metodología a los cuatro municipios ha dado lugar a la producción de información relevante que puede contribuir a la toma de decisiones en materia de adaptación al cambio climático. Concretamente,

se espera que esta información pueda ser de utilidad para la revisión y actualización de los planes de alerta temprana y prevención de los efectos de las olas de calor sobre la salud de las personas en Euskadi.

Los resultados obtenidos y las principales conclusiones del estudio se describen a continuación:

- En el escenario de emisión intermedio (RCP4.5) el impacto sobre la mortalidad sería similar al actual. Este efecto no es fruto únicamente de la evolución de las temperaturas, sino también del descenso de población que prevén los escenarios demográficos. No obstante, hay que tener en cuenta que este escenario sólo se alcanzará con la puesta en marcha de medidas de mitigación que reduzcan las emisiones a nivel global.
- El escenario de emisión más desfavorable (RCP8.5) representa una situación en la que no se han implementado políticas de mitigación y las emisiones siguen aumentando. En este caso, los impactos permanecen aproximadamente constantes hasta 2050, momento a partir del cual se observa un aumento significativo de los impactos, que crecen con el tiempo, así como un aumento de la variabilidad de los mismos.
- Si se comparan los resultados de ambos escenarios, en el escenario RCP8.5 la mortalidad aumentaría en Bilbao entre 13-54%, en función de si existe o no aclimatación fisiológica (Figura 1). En Donostia-San Sebastián el incremento del impacto estaría entre el 18% y el 58% y en Vitoria-Gasteiz entre 46-54% (en el periodo 2020-2100). El rango viene determinado por la existencia o no de procesos de aclimatación fisiológica. En Laguardia los resultados deben tomarse con precaución debido a que es un municipio pequeño y difícilmente comparable con las tres capitales en términos estadísticos.
- En relación a los costes, no se registran costes adicionales en el escenario de emisión RCP4.5. En Bilbao y Donostia-San Sebastián incluso se registra un pequeño descenso, que al igual que en el caso del impacto se considera principalmente resultado de las proyecciones de población.
- En el escenario RCP8.5, por el contrario, los costes aumentan en los cuatro municipios en el periodo entre 2020 y 2100. Este aumento es más pronunciado en

Vitoria-Gasteiz y Laguardia, aunque la magnitud del coste es menor en estas dos ciudades.

- Los costes de adaptación, es decir, los costes del sistema de alerta, aumentan en menor proporción que el impacto. Por ejemplo, en Bilbao y Donostia-San Sebastián el aumento en el escenario RCP8.5 sería de un 12-13% respecto al escenario RCP4.5, y en Vitoria-Gasteiz entre 10-47%. Este incremento de costes sería necesario para alcanzar una reducción del impacto de entre un 60% y un 78%.
- Sin embargo, incluso en el escenario donde no hay un aumento del impacto, no sólo sigue siendo necesario disponer de sistemas de alerta y prevención de olas de calor, sino que sería interesante analizar la posibilidad de redefinir los umbrales de alerta establecidos en base al impacto, no sólo de mortalidad, sino también de morbilidad.
- El coste del impacto de morbilidad se ha estimado considerando el exceso en las hospitalizaciones durante los días de ola de calor, con fines ilustrativos. Los resultados muestran que los costes de impacto de morbilidad son mucho mayores que los costes de alerta y presentan, además una mayor variabilidad, por lo que se ve necesario profundizar en este aspecto en futuras investigaciones (Figura 2).
- Otra conclusión interesante se refiere a que los procesos de aclimatación, puesto que se observa que la existencia de aclimatación reduce el impacto y los costes, especialmente a medida que los impactos aumentan.
- Por último, la estimación del ratio entre costes y beneficios muestra que los sistema de alerta y prevención de fenómenos de ola de calor son medidas altamente coste-efectivas y que pertenecen al grupo de medidas conocidas como *medidas low regret* o «útiles en todo caso», es decir, son medidas que generan beneficios netos tanto en la situación actual como bajo diferentes escenarios de cambio climático. De hecho, el ratio coste-beneficio se encuentra entre 25 y 9.000, es decir, en el peor de los casos los beneficios son 25 veces superiores a los costes.

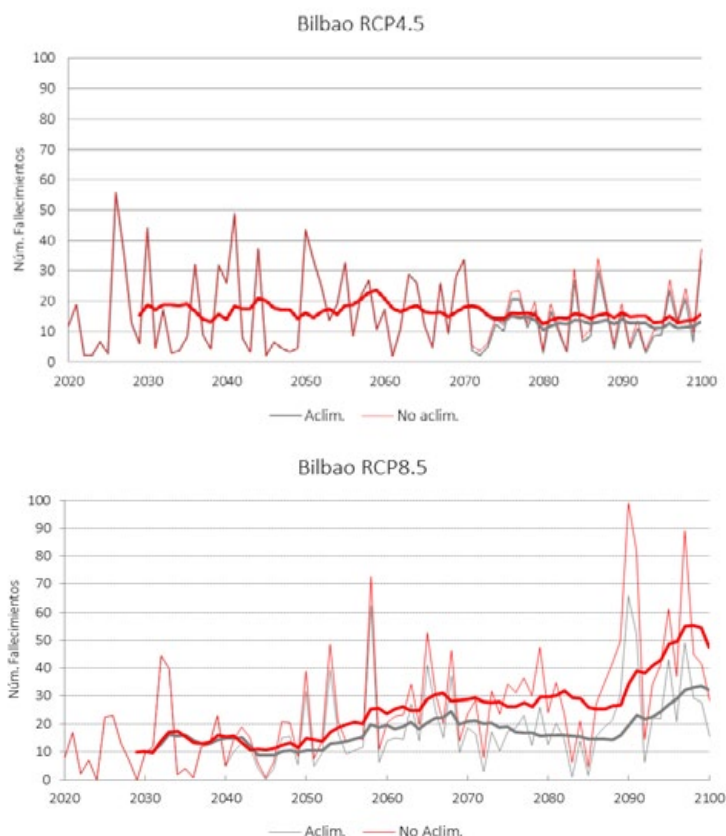


Figura 1.

Proyecciones de mortalidad en los escenarios RCP4.5/SSP2 y RCP8.5/SSP5 en el periodo 2020-2100 en Bilbao. La línea roja representa la mortalidad sin aclimatación y la gris las defunciones cuando se dan procesos de aclimatación.

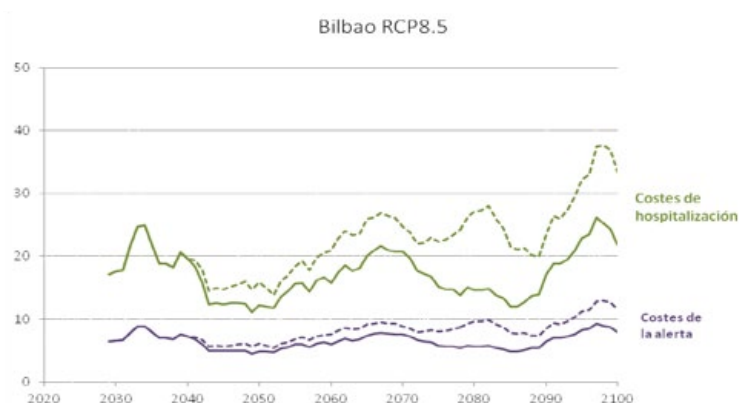


Figura 2.

Costes anuales proyectados del sistema de alerta y de hospitalización en el escenario RCP8.5/SSP5 para Bilbao (millones de euros).

Soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco

Guía metodológica para su identificación y mapeo. Caso de estudio Donostia/San Sebastián



Datos generales/ Antecedentes

La integración de la naturaleza en la planificación urbana de entornos antropizados es una tendencia que, si bien no es nueva, está cobrando cada vez más fuerza en el contexto de la adaptación al cambio climático. Las *Soluciones Naturales* —Nature-Based Solutions en inglés— son intervenciones que utilizan la naturaleza y sus procesos para mitigar los impactos derivados del cambio climático y favorecer la adaptación de la ciudad y la ciudadanía a los cambios.

Los municipios necesitan herramientas que les permitan conocer cómo las *Soluciones Naturales* pueden contribuir a la adaptación al cambio climático, respondiendo a las siguientes preguntas: *¿Cuál es el riesgo?, ¿Cuál es el estado actual y las características del municipio? y ¿Qué opciones hay de adaptarse mediante Soluciones Naturales?*

Objetivo

El objetivo general del proyecto es el desarrollo de una metodología para la incorporación de las *Soluciones Naturales* en distintos ámbitos y niveles del municipio en función de sus necesidades, que les permita iniciarse en la adaptación al cambio climático mediante la naturaleza.

El objetivo es ayudar a los municipios a conocer cuál es su Patrimonio Natural actual, establecer prioridades y concertar esfuerzos en aquellos espacios con mayor potencial para integrar *Soluciones Naturales*, identificar nuevas zonas de desarrollo que podrían albergar *Soluciones Naturales*, crear sinergias entre el uso de la naturaleza e infraestructuras existentes y que permita incorporar las *Soluciones Naturales* en los municipios como parte de una estrategia integral y como elemento a considerar en el planeamiento urbanístico.

Para reforzar el carácter práctico y demostrativo del proyecto, la metodología se ha desarrollado mediante la aplicación al municipio de Donostia-San Sebastián (en adelante DSS). El desarrollo del trabajo se concreta en una guía metodológica objeto de publicación.

Descripción/ metodología

La metodología desarrollada consta de secuencia de trabajo en siete fases principales cuyo alcance y contenido puede adecuarse al tipo de municipio, sus aspiraciones y la disponibilidad de recursos e información. La secuencia metodológica se muestra gráficamente en la Figura1.

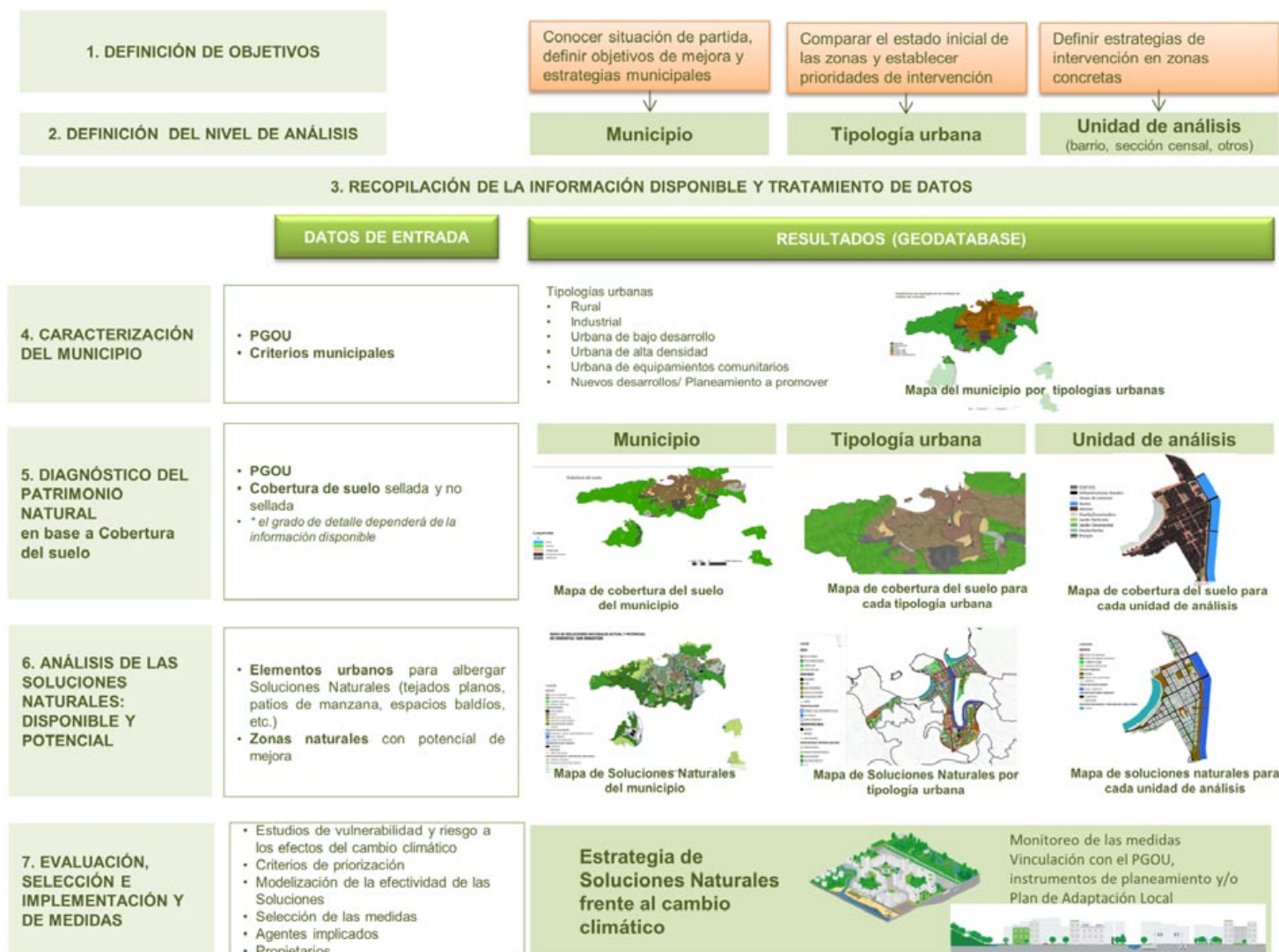


Figura 1.

El proceso debe iniciarse definiendo el **objetivo/s** que motiva el estudio y que condicionará el nivel de agregación al que se realiza el análisis.

La siguiente fase consiste en la **recopilación de la información** disponible y el **tratamiento** de la misma para la consecución de los objetivos planteados. Se trata de información espacial sobre la calificación, distribución espacial, clasificación de usos del suelo y elementos urbanos que será utilizada en cada una de las fases planteadas.

La cuarta fase está dedicada a **caracterizar las unidades de análisis** en función de su tipología y que puede basarse en criterios municipales ya establecidos o en función de los usos del suelo predominantes en el Plan General de Ordenación Urbana. Esta caracterización es conveniente ya que ligado al planeamiento, las

Soluciones Naturales a implementar serán diferentes por ejemplo en zonas urbanas que en zonas rurales. En el marco del proyecto la tipificación de zonas considerada es la siguiente: rural, industrial, urbana de alta densidad, urbana de bajo desarrollo, urbana equipamientos comunitarios y planeamiento a promover.

La quinta fase es el **diagnóstico del Patrimonio Natural actual y potencial** basado en la cobertura del suelo de las unidades de análisis. Esta fase consiste en cuantificar la cobertura del suelo en: i) superficie sellada por edificación, infraestructuras de transporte y espacios estanciales y ii) no selladas por vegetación y por masas de agua. Esta fase permitirá conocer cuál es el estado de partida del municipio en cuanto a Patrimonio Natural, comparar la situación de partida de las distintas zonas del municipio y establecer prioridades de intervención.

La **sexta fase** constituye el elemento central de la metodología propuesta y consiste en analizar y cuantificar las **Soluciones Naturales disponibles en el municipio y el potencial para su despliegue**.

Como resultado de esta fase se ha obtenido un método de **inventariado, cuantificación y mapeo de Soluciones Naturales** en las diferentes escalas urbanas: edificio, espacio público, masas de agua y sistemas de drenaje, infraestructuras lineales y de transporte, espacios naturales y gestión del suelo rural y costa. El mapeo de Soluciones Naturales en el ámbito urbano consiste en identificar los *elementos urbanos*¹ existentes con capacidad de albergar, o convertirse en este tipo de Soluciones por ejemplo: patios de manzana que pueden revegetarse, tejados planos sobre los que pueden instalarse huertos o cubiertas verdes, plazas duras con capacidad de reverdecerse, espacios baldíos, entre otros.

Una **fase final** tiene por objeto la **selección y priorización de las Soluciones Naturales** para su implementación. La selección de medidas dependerá de las necesidades de adaptación, para lo que sería conveniente conocer las amenazas y la vulnerabilidad al cambio climático del municipio. Además es importante identificar y analizar posibles factores determinantes para la implementación de las medidas como puede ser la efectividad de las Soluciones mediante modelizaciones, la titularidad de los espacios si es pública o privada, posibles restricciones de implementación por normativa u ordenanzas, requerimientos económicos, entre otros.

Resultados

De la **fase de diagnóstico** se obtienen los mapas de cobertura de suelo de DSS que permiten tener una primera idea de las características del municipio y del punto de partida en cuanto a su Patrimonio Natural.

El municipio de DSS dispone en la actualidad de un importante Patrimonio Natural con aproximadamente un 75% de su superficie ocupada por vegetación, mayoritariamente en forma de bosques y pradera, que se concentra principalmente en la zona rural del

municipio (aproximadamente el 62% de la superficie del municipio es de esta tipología).

Sin embargo, el Patrimonio Natural en las zonas urbanizadas difiere considerablemente a los valores para todo el municipio, en cuanto al porcentaje y al tipo de vegetación. Las zonas urbanas de alta densidad se encuentran altamente selladas y en algunos de estos barrios, como Gros y Centro, la superficie vegetada no alcanza el 5%, compuesta en su mayoría por jardines ornamentales con una capacidad limitada en adaptación referido a reducción de la temperatura y captación de escorrentía.

Estos resultados proporcionan una idea de las necesidades del municipio en cuanto a incremento de su Patrimonio Natural, que junto con estudios específicos de riesgos, por ejemplo de inundación o afección por olas de calor, puede constituir una valiosa información a la hora de, establecer estrategias u objetivos a nivel municipal, identificar zonas que puedan requerir actuaciones prioritarias de adaptación y por tanto ser objeto de un instrumento urbanístico de desarrollo, véase Planes especiales.

De la fase 6 de la metodología correspondiente al **análisis de Soluciones Naturales**, el resultado principal es el mapa de *Soluciones Naturales* de DSS (ver Figura 2). Del análisis de *Soluciones Naturales* obtenido en DSS por tipologías urbanas pueden extraerse las siguientes conclusiones:

Las zonas **urbanas de alta de densidad** concentran un potencial de reverdecimiento en la escala de edificio: sobre los patios de manzana (en DSS unas 5 ha de las cuales el 1% de la superficie cuenta con vegetación) las cubiertas planas y terrazas. Para aprovechar este potencial es importante coordinar con los propietarios de estos espacios, en su mayoría de titularidad privada, las acciones que propicien su reverdecimiento, socializando sus beneficios, proporcionando pautas e incentivos y actuando sobre posibles barreras a la implementación de las mismas. Así mismo, la Administración puede actuar como motor, con casos piloto de reverdecimiento de edificios de titularidad pública.

En el marco del proyecto, se llevó a cabo una acción de comunicación y contraste con comerciantes y vecinos

¹ Se entiende como elemento urbano, cualquier elemento disponible en un municipio y que sea susceptible de convertirse o albergar Soluciones Naturales. Por ejemplo, cubiertas planas, plazas, carreteras, etc. que puedan reverdecerse.

del barrio Área Romántica de DSS sobre las *Soluciones Naturales* en general y el reverdecimiento de los patios de manzana en particular. El objetivo del contraste fue recoger su percepción e identificar posibles acciones por parte del Ayuntamiento para impulsar el reverdecimiento de patios de manzana. Como resultados de esta sesión de contraste se puso de manifiesto el interés de esta intervención para todas las partes implicadas. El vecindario lo considera un valor positivo, especialmente cuando se trata de árboles que alcanzan los pisos superiores por temas estéticos y por el sonido de los pájaros atraídos por los árboles. Para los comerciantes supone un activo importante para hacer más atractivos sus negocios.

Otro elemento sobre el que se puede actuar en las zonas de alta densidad es sobre las plazas y zonas peatonales, normalmente duras y con escasa vegetación, en el caso de DSS el 30% de la superficie de las plazas cuenta actualmente con vegetación. En zonas expuestas a inundaciones pueden adecuarse los espacios públicos para su inundación temporal y la sustitución del pavimento convencional por pavimentos permeables. Otro activo importante en las zonas urbanas es el aprovechamiento de zonas baldías o sin uso como espacios de oportunidad para su reverdecimiento y aprovechamiento, en DSS se han identificado unas 2 ha de zonas sin uso.

En las zonas **urbanas de bajo desarrollo**, las actuaciones deben ir orientadas, a que los propietarios privados incrementen la vegetación en sus jardines particulares (aproximadamente unas 24 ha en el municipio de DSS) mediante concienciación y acciones similares a las citadas en el caso anterior. Las infraestructuras lineales de transporte y la red de bidegorris, pueden jugar un papel importante en la conexión entre espacios verdes. Ampliar las masas de agua existentes, por ejemplo los lagos o estanques existentes en parques, puede ser una medida para aliviar el riesgo de inundación.

Las zonas **industriales**, situadas normalmente en la periferia, disponen de superficies extensas ocupadas por parques y bosques, que pueden servir de conexión entre las zonas rurales y la zona urbana. En estas zonas el potencial de mejora debe centrarse en densificar la vegetación, favorecer la plantación de especies autóctonas y analizar la posible conexión entre los distintos espacios verdes existentes, analizando la ciudad en su conjunto. Las zonas industriales cuentan con superficies importantes de zonas de aparcamiento de fábricas y centros comerciales (aproximadamente

unas 24 ha en el municipio de DSS) con un potencial para incrementar su permeabilidad, mediante pavimentos porosos. Además estas zonas cuentan con edificios de tipo industrial o comercial que se caracterizan por disponer de cubiertas planas (unas 15 ha en DSS) de amplia extensión suponiendo un importante potencial para su revegetación. Igual que en los casos anteriores, en los que la titularidad de los elementos urbanos es privada, será crítico establecer los canales de comunicación pertinentes (Parques Tecnológicos, asociaciones industriales, etc) así como las motivaciones e incentivos adecuados para fomentar la implementación de *Soluciones Naturales*.

Las características y funcionalidad de las **zonas rurales**, que ocupan una superficie importante en muchos municipios de la CAPV, son diferentes a las de la trama urbana. En este caso la mejora del Patrimonio Natural existente, pasa por mejorar y conectar las zonas naturales existentes. Además de la correcta gestión de los suelos agrícolas y forestales con prácticas que fomenten la biodiversidad local y autóctona, incrementado las superficies de captación de agua, que puedan minimizar riesgos por inundaciones aguas abajo.

Por último, las zonas **costeras y de playa**, suponen un importante activo para muchos municipios de la CAPV. En algunos casos ubicados en zonas de carácter más natural y en otros integradas totalmente en la trama urbana, pueden verse amenazadas en un futuro próximo por los efectos del cambio climático. Son elementos con potencial de renaturalizarse mediante restauración de dunas, humedales, marismas y arrecifes de ostras, entre otras.

No hay que olvidar el papel de las **soluciones azules** asociadas a masas y cursos de agua. Los elementos urbanos, que puedan albergar o transformarse en Soluciones azules como ríos, arroyos, canalizaciones, estanques, humedales, etc. se encontrarán en diferentes puntos del municipio independientemente de su tipología. Analizar las posibilidades de incrementar la capacidad de captación de agua, la posible renaturalización de los cauces, la renaturalización de conducciones, etc. debe analizarse como un activo para incrementar el Patrimonio Natural del municipio y como medidas de adaptación al cambio climático.

En las zonas de **nuevos desarrollos** la inclusión de las Soluciones Naturales es posible realizarla desde la fase de diseño. En el caso de DSS la zona inundable de Txomin Enea es una *Solución Natural azul*, que responde a una problemática concreta de inundación fluvial en la zona.

El **análisis de Soluciones Naturales** realizado en DSS, es una guía para que otros municipios, en función de su tipología, necesidades y recursos, conozcan las alternativas de actuación en el ámbito de sus competencias. Esta Guía para la

identificación y mapeo de *Soluciones Naturales* constituye una contribución para avanzar en la integración de la naturaleza en la adaptación de las zonas más vulnerables al cambio climático en la CAPV.

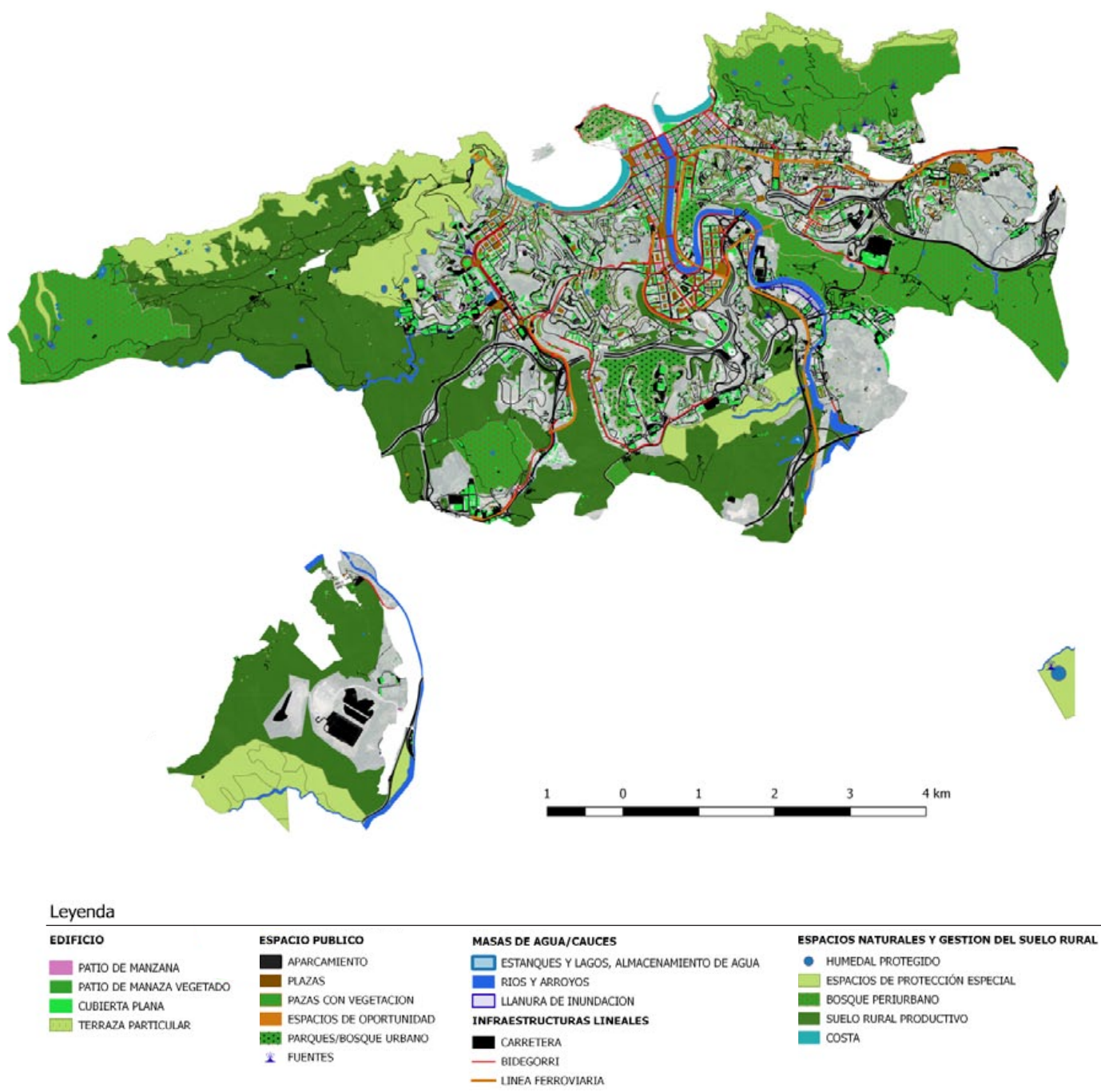


Figura 2.
Mapa de Soluciones Naturales actual y potencial de Donostia / San Sebastián