

Evaluación de la vulnerabilidad y riesgo de los municipios vascos ante el cambio climático



Evaluación de la vulnerabilidad y riesgo de los municipios vascos ante el cambio climático



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

Alda. de Urquijo n.º 36-6.ª (Plaza Bizkaia)
48011 Bilbao

info@ihobe.eus

www.ihobe.eus

www.ingurumena.eus

www.udalsarea21.net

EDICIÓN:

Enero 2019

EQUIPO REDACTOR:

Eusko Jaurlaritza - Gobierno Vasco, Departamento de Medio Ambiente, Planificación
Territorial y Vivienda
Ihobe, Secretaría Técnica de Udalsarea 21
Tecnalia Research & Innovation en colaboración con Enea Estrategias para la Sostenibilidad, S.L.

Autoría fotografía portada: José Miguel Llano. En esta imagen se reflejan los efectos del tornado sufrido en un hayedo
en la Sierra de Entzia, Araba/Álava, la madrugada del 5 de Julio de 2018.



Los contenidos de este libro, 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

01. Contexto del proyecto y antecedentes	05
02. Metodología aplicada para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios de la CAPV ante el cambio climático	09
2.1. Identificación y selección de cadenas de impacto	
2.2. Definición de un modelo de datos basado en las cadenas de impacto seleccionadas	
2.3. Análisis de fuentes de datos disponibles y selección de indicadores	
2.4. Obtención de valores de los indicadores a incluir en el análisis	
2.5. Obtención de índices compuestos de vulnerabilidad y riesgo	
2.6. Generación de datos espaciales de vulnerabilidad y riesgo	
2.7. Elaboración de fichas resumen para cada municipio de la CAPV	
03. Análisis de los resultados de la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios de la CAPV ante el cambio climático	26
3.1. Impacto por olas de calor sobre la salud humana	
3.2. Impacto por inundaciones fluviales sobre el medio urbano	
3.3. Impacto por inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano	
3.4. Impacto por aumento de la sequía sobre actividades económicas (esp. medio agrario)	
04. Medidas de adaptación generales según cadenas de impacto, tipologías y sectores	30
4.1. Tipos de medidas según tipologías y sectores	
4.2. Relación de medidas de adaptación generales para municipios	
05. Resumen, conclusiones generales y potencial uso de los resultados del proyecto	36
06. Referencias y bibliografía	39
Anexo I. Glosario de términos relacionados con vulnerabilidad y riesgo al cambio climático	41

Índice figuras y tablas

Figuras

Figura 1. Marco conceptual de referencia para la metodología de evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios de la CAPV ante el cambio climático	09
Figura 2. Secuencia analítica para el análisis de los efectos del cambio climático a escala local.....	10
Figura 3. Secuencia de la metodología aplicada para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios de la CAPV ante el cambio climático.....	10
Figura 4. Deltas para la precipitación anual.....	12
Figura 5. Gráfico de la intensidad de la precipitación	12
Figura 6. Deltas para la temperatura máxima.....	13
Figura 7. Gráfico de los índices su y su35.....	13
Figura 8. Número y tipo de indicadores incorporados en el análisis de vulnerabilidad y riesgo para cada cadena de impacto	20
Figura 9. Escenarios climáticos contemplados (en azul) en la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo de los municipios de la CAPV ante el cambio climático según cadenas de impacto	21
Figura 10. Pestaña INICIO de la ficha resumen municipal que muestra datos procedentes de la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios de la CAPV ante el cambio climático	23
Figura 11. Ejemplo de cuadro resumen de la vulnerabilidad y el riesgo relativos de un municipio de la CAPV incluido en la ficha municipal.....	24
Figura 12. Ejemplo de datos gráficos sobre la vulnerabilidad y el riesgo relativos de un municipio de la CAPV para una determinada cadena de impacto incluidos en la ficha municipal	25
Figura 13. Índices de riesgo para la cadena de impacto “Olas de calor, potencial efecto sobre la salud”	27
Figura 14. Índices de riesgo para la cadena de impacto “Inundaciones fluviales sobre el medio urbano”	27
Figura 15. Índices de riesgo para la cadena de impacto “Inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano”	28
Figura 16. Índices de riesgo para la cadena de impacto “aumento de las sequías sobre las actividades económicas, con especial interés en el medio agrario”	29

Tablas

Tabla 1. Modelo de datos para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios vascos ante el cambio climático considerando las cadenas de impacto seleccionadas.....	17
Tabla 2. Medidas de adaptación generales para municipios según las cadenas de impacto analizadas, tipologías y sectores de aplicación.....	31

01

Contexto del proyecto y antecedentes

En los ámbitos internacional, regional y local muchos esfuerzos en la lucha contra el cambio climático se han centrado en mayor medida en la mitigación, con el objeto de lograr una reducción de los gases de efecto invernadero (GEI). No obstante, dado que este tipo de acciones, aunque necesarias, no son suficientes para evitar los impactos del cambio climático, es preciso actuar desde la planificación de posibles respuestas, adaptándonos así a las situaciones que generen dichos impactos.

Existe un consenso científico, que evidencia que los efectos del cambio climático son inevitables, incluso aunque seamos capaces de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a los niveles propuestos en los protocolos internacionales. Es por ello por lo que en los últimos años se está produciendo un **impulso importante a las políticas de adaptación**, que en Europa se ven materializadas a través de la **Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático (2013)**¹ y sus instrumentos de despliegue. La citada estrategia reconoce la necesidad del **impulso regional y local a las políticas de adaptación** efectivas especialmente por dos motivos:

- Si bien el cambio climático es un fenómeno global, los impactos del mismo pueden sufrirse en un territorio mucho más reducido, ocasionando graves perjuicios sobre

los ámbitos medioambiental, económico y social de los municipios, e incluyendo pérdidas humanas y afecciones a la salud, daños a viviendas e infraestructuras, pérdida de negocios o disminución de la productividad laboral. La vulnerabilidad y el riesgo frente al cambio climático dependen de las características físicas, biológicas, ecológicas, económicas, sociales y culturales de cada municipio, por lo que el papel de las instituciones públicas en la identificación y valoración de los riesgos climáticos es fundamental. Además, las acciones e iniciativas de adaptación han de ser implementadas a nivel local o regional, pues los impactos y las vulnerabilidades son localmente específicos (FEMP, 2010)².

- Como consecuencia del reparto competencial existente, las regiones y los municipios cuentan con capacidades adaptativas en ámbitos especialmente relevantes, como son la ordenación del territorio, el urbanismo, la gestión de infraestructuras, la salud, los recursos naturales, etc.

Euskadi participa en diferentes iniciativas internacionales donde la adaptación al cambio climático es el eje central de la actuación, como son el *Compact of States and Regions*³ de la Cumbre de Lima (COP20)⁴ o la iniciativa *RegionsAdapt*⁵ en 2015.

¹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0216:FIN:ES:PDF>

³ <http://www.redciudadesclima.es/files/2017-06/vulnerabilidad-cambioclimatico-escalalocal.pdf>

³ <https://www.theclimategroup.org/news/compact-states-and-regions-2016-disclosure-report>

⁴ <http://www.cop20lima.org/>

⁵ <http://www.nrg4sd.org/climate-change/regionsadapt/>

Este compromiso a escala local se observa también en la cada vez mayor concienciación y participación que tienen los municipios vascos en **otras iniciativas internacionales**, como es el *Global Covenant of Mayors for Climate & Energy*⁶ con el objetivo, entre otros, de prepararse para los impactos del cambio climático.

Adicionalmente, en el año 2016, en el marco de la 8ª Conferencia Europea de Ciudades y Pueblos Sostenibles⁷, se ratificaron estos compromisos con la firma de la *“Declaración Vasca como nueva hoja de ruta para crear municipios más productivos, sostenibles y resilientes”*⁸, donde se reconoce la necesidad de acciones transformadoras para “descarbonizar” el sistema energético, configurar patrones de movilidad urbana sostenible, reducir la explotación de espacios naturales, proteger y mejorar los servicios de los ecosistemas y la biodiversidad, proteger los recursos hídricos y la calidad del aire o adaptarse al cambio climático, entre otros objetivos.

La adhesión a ésta u otras iniciativas similares y el seguimiento en el tiempo del grado de cumplimiento de los compromisos que se adquieran, supondrán la necesidad de incorporar indicadores que constaten la puesta en marcha y desarrollo de las políticas emprendidas desde las instituciones locales. Algunos de los mencionados municipios ya han emprendido en los últimos años acciones encaminadas al diagnóstico de su vulnerabilidad al cambio climático y a la elaboración de estrategias de adaptación, como es el caso de Vitoria-Gasteiz⁹ o, más reciente aún, de Donostia / San Sebastián¹⁰. Estos dos municipios, junto con el de Bilbao, y a propuesta del Gobierno Vasco, fueron seleccionados entre los mejores proyectos internacionales por su positiva capacidad de transformación para formar parte del Programa de Acciones Transformadoras (TAP)¹¹, organizado por ICLEI¹² y presentado en 2015 en la Cumbre Mundial del Clima de París (COP21)¹³.

Esta apuesta institucional se constata en la propia Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) con la redacción de la **Estrategia de Cambio Climático del País Vasco (KLIMA 2050)**¹⁴, aprobada en el año 2015. Concretamente, en su Meta 3 aboga por incrementar la eficiencia y la resiliencia del territorio en las próximas décadas. Además, la Acción 20, que se recoge en la mencionada Meta 3, apuesta por proporcionar herramientas de apoyo a los municipios de la CAPV como, por ejemplo, mediante la realización de mapas comparativos de vulnerabilidad, incrementando así el conocimiento que puedan tener los municipios sobre su exposición, vulnerabilidad, riesgo, etc. Y la Acción 25 de esta misma meta contempla también el desarrollo de una metodología que permita identificar áreas vulnerables, así como la elaboración de una cartografía de vulnerabilidad ante el cambio climático para la CAPV.

Previamente, **en el año 2010**, asociado al proyecto K-Egokitzen¹⁵ y al Manual de Planeamiento Urbanístico para la mitigación y adaptación al cambio climático del País Vasco¹⁶, se lleva a cabo un **análisis comparativo a escala municipal**, en el ámbito geográfico de la CAPV, con el objetivo de identificar aquellos municipios que son más vulnerables frente a una serie de amenazas climáticas y sobre los que, en su caso, podrían realizarse estudios de mayor detalle antes de definir e implementar mecanismos y políticas efectivas de respuesta. Este análisis se realizó tomando como marco de referencia el **Cuarto Informe del IPCC sobre Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad (AR4)**¹⁷, publicado en el año 2007, que consideraba la vulnerabilidad como *“una función del carácter, magnitud, y la frecuencia de cambio climático, a la que un sistema está expuesto, a su sensibilidad y a su capacidad adaptativa”*.

No obstante, este marco de referencia ha sido revisado posteriormente y así, **en el año 2014**, se publica el **Quinto Informe del IPCC sobre Impactos, Adaptación**

⁶ <http://www.globalcovenantofmayors.org/>

⁷ <http://conferences.sustainablecities.eu/basquecountry2016/es/>

⁸ http://www.sustainablecities.eu/fileadmin/repository/Basque_Declaration/BD_May_Update/Basque-Declaration-SPANISH-www.pdf

⁹ <http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/41/69/44169.pdf>

¹⁰ https://www.donostia.eus/info/ciudadano/ma_areas.nsf/vowebContenidosId/NT00000CDA?OpenDocument&idioma=cas&id=A501610418492&cat=Cambio%20Clim%20E1tico&subcat=Donostia%20/%20San%20Sebasti%20n%20se%20adapta%20al%20cambio%20clim%20E1tico&doc=D

¹¹ <http://tap-potential.org/>

¹² <http://www.iclei.org/>

¹³ <http://www.cop21paris.org/>

¹⁴ http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/contenidos/informacion/klima_2050/es_def/adjuntos/KLIMA2050_es.pdf

¹⁵ http://www.euskadi.eus/web01-a2inguru/es/contenidos/libro/kegokitzen/es_doc/indice.html

¹⁶ <http://www.udalsarea21.net/Publicaciones/Ficha.aspx?IdMenu=892e375d-03bd-44a5-a281-f37a7cbf95dc&Cod=e9dcf80c-d20d-4193-9b6a-d494e08fefb8&Idioma=es-ES>

¹⁷ https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/contents.html

y Vulnerabilidad (AR5)¹⁸, en el que se da una mayor relevancia al riesgo, entendido éste como una combinación de la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad, y que se expresa como una función de la probabilidad de ocurrencia de un determinado evento (factor amenaza), multiplicado por sus consecuencias adversas (factores exposición y vulnerabilidad). La vulnerabilidad, a su vez, depende de sus dos componentes principales: por un lado, la sensibilidad o susceptibilidad a las amenazas climáticas y, por otro lado, la capacidad adaptativa para hacerles frente y adaptarse. Todo esto conlleva que, desde un punto de vista metodológico, se estén replanteando y reenfocando las maneras de analizar el riesgo y la vulnerabilidad frente al cambio climático.

Además, desde la realización del mencionado análisis comparativo de vulnerabilidad hasta la fecha, también se han producido **cambios en gran parte de los valores de los indicadores** en los que se basó dicho estudio (**UDAL-PLAN**¹⁹ y **EUSTAT**²⁰ como fuentes), lo que ha provocado que sus resultados hayan quedado desactualizados. Hay que resaltar igualmente la **creciente disponibilidad de información** relacionada con el cambio climático que tiene la ciudadanía, las empresas y la administración pública a través del portal de datos espaciales **GEOEUSKADI**²¹.

También parece oportuno revisar el **análisis de los principales impactos y sectores afectados** que han suscitado una mayor preocupación en el marco de la **Estrategia KLIMA 2050**, de manera que sean considerados en el nuevo análisis comparativo de vulnerabilidad ante el cambio climático a nivel municipal. En este sentido, además del principal documento de la Estrategia KLIMA 2050, existen otros documentos de apoyo elaborados durante el proceso de focalización estratégica que incluyen un análisis multicriterio²². Dicho análisis evalúa la relevancia de cada sector con respecto a la adaptación al cambio climático. Entre los sectores y los impactos reflejados cabe destacar, entre otros, el impacto de las olas de calor sobre la salud de las personas; el impacto de la variación en la precipitación en los recursos hídricos (tanto por la reducción de precipitaciones como por la mayor frecuencia de lluvias

intensas que pueden generar inundaciones); o el impacto de la subida del nivel del mar en la costa.

Asumiendo que se esperan diversos impactos en los municipios de la CAPV, **es de gran importancia clasificar el tipo de impacto y el grado de vulnerabilidad de los municipios vascos** para alinear los planes y acciones actuales y proponer otras nuevas para el futuro, de forma que se facilite una transición hacia municipios más resilientes. De hecho, entre las conclusiones que se han recogido en un primer Taller sobre la Evaluación de la Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático (Bruselas, 2017)²³, se destaca la importancia de enfocar la adaptación desde un punto de vista multisectorial, así como el papel dinamizador que tienen las herramientas de evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo para promover una mayor actividad en adaptación en las diferentes escalas.

En el terreno de la lucha contra el cambio climático, los **gobiernos locales** están adquiriendo en los últimos años **un papel cada vez más importante** y es posible augurar que su actuación en el futuro será aún más determinante desde el punto de vista de la adaptación, como se desprende, por ejemplo, del **último informe de evaluación del IPCC**, que sitúa a **los núcleos urbanos como sectores preferentes** por primera vez desde su creación; de las conclusiones del anteriormente mencionado Taller de Evaluación de la Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático; o de los avances que se están llevando a cabo en los últimos años para la definición de normas internacionales (ISO 37120:2014²⁴ sobre Indicadores para los servicios urbanos y la calidad de vida; ISO 37123²⁵ sobre Indicadores para ciudades resilientes, actualmente en desarrollo, etc.).

Las administraciones locales, como responsables de la gestión pública, han de garantizar la salud y calidad de vida de la población, reducir las pérdidas ocasionadas por los efectos adversos del cambio climático y mejorar la eficiencia en el uso de recursos ambientales, con el consiguiente impacto positivo sobre el medio natural (Udalsarea 21, 2011)²⁶.

¹⁸ <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>

¹⁹ http://www.euskadi.eus/web01-a2inguru/es/contenidos/informacion/estadistika_ing_200206/es_def/index.shtml

²⁰ <http://www.eustat.eus>

²¹ <http://www.geo.euskadi.eus/s69-15375/es>

²² <http://participacion.cantabria.es/documents/10711/34286/Estrategia+Vasca/79ac3177-3d25-4e5b-84e9-7390c7b070a3>

²³ https://ec.europa.eu/clima/consultations/evaluation-eus-strategy-adaptation-climate-change_es

¹⁴ http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/contenidos/informacion/klima_2050/es_def/adjuntos/KLIMA2050_es.pdf

²⁴ <https://www.iso.org/standard/62436.html>

²⁵ <https://www.iso.org/standard/70428.html>

²⁶ <http://www.euskadi.eus/gobierno-vasco/-/manual/guia-para-la-elaboracion-de-programas-municipales-de-adaptacion-al-cambio-climatico/>

La presente publicación recoge los resultados obtenidos en el **proyecto “Análisis de impactos y vulnerabilidad de los municipios vascos ante el cambio climático”**, llevado a cabo en el año 2017. En el **apartado 1** se describe el **contexto y antecedentes** en los que se enmarca el proyecto; en el **apartado 2** se expone la **metodología aplicada** para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios de la CAPV ante el cambio climático; en el **apartado 3** se recogen los **principales resultados** de

la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo; el **apartado 4** incluye algunas **medidas de adaptación generales** para los municipios vascos en función de los tipos de riesgos analizados; en el **apartado 5** se exponen **resumen y conclusiones** de interés del proyecto, en general; y el **apartado 6** incluye **bibliografía y referencias** para una consulta más detallada.

02

Metodología aplicada para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios de la CAPV ante el cambio climático

La metodología aplicada para realizar la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios de la CAPV ante el cambio climático se basa en la utilización de un **conjunto combinado de métodos cualitativos, estadísticos y de análisis espacial** que toma como punto de partida las más recientes **aproximaciones y proyectos a nivel interna-**

cional para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo en el ámbito local y regional. Entre estas referencias internacionales donde se está generando un mayor conocimiento para llevar a cabo este tipo de análisis cabe destacar los **proyectos de investigación europeos** *Reconciling Adaptation, Mitigation and Sustainable Development for cities*

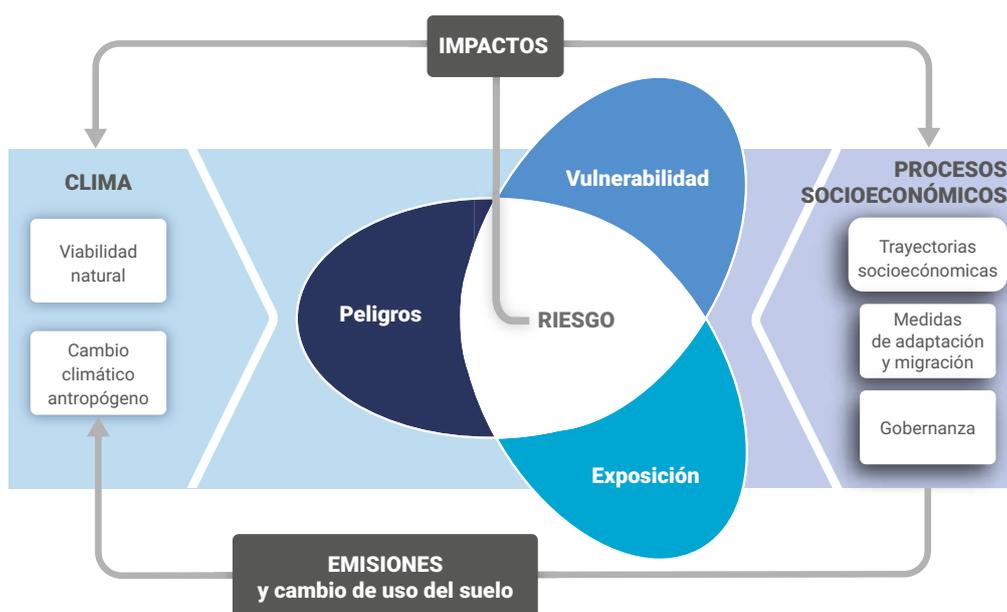


Figura 1. Marco conceptual de referencia para la metodología de evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios de la CAPV ante el cambio climático. IPCC (2014).

(FP7 **RAMSES**, 2012-2017)²⁷ y el proyecto *Climate Resilient Cities and Infrastructures* (H2020 **RESIN**, 2015-2018)²⁸.

La metodología de evaluación para los municipios de la CAPV, al igual que los dos mencionados proyectos europeos de referencia, se alinea con el nuevo marco conceptual fijado en el **Quinto Informe del IPCC sobre Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad** (IPCC, 2014). Como ya se ha señalado anteriormente, este marco se basa en una concepción del riesgo asociado al cambio climático y que se representa de forma gráfica en la Figura 1.

La principal diferencia con respecto al Cuarto Informe del IPCC (2007), vigente durante la realización del anterior análisis comparativo de los municipios de la CAPV (2010), estriba en que **la vulnerabilidad se analiza a través de variables asociadas a la sensibilidad y la capacidad adaptativa**. Por tanto, la exposición ya no forma parte de la vulnerabilidad, sino que es un componente más del riesgo. Es decir, en el contexto de cambio climático, **el riesgo es entendido como una combinación de la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad**. Y suele expresarse como una función de la probabilidad de ocurrencia de un determinado evento (o secuencia de eventos), multiplicado

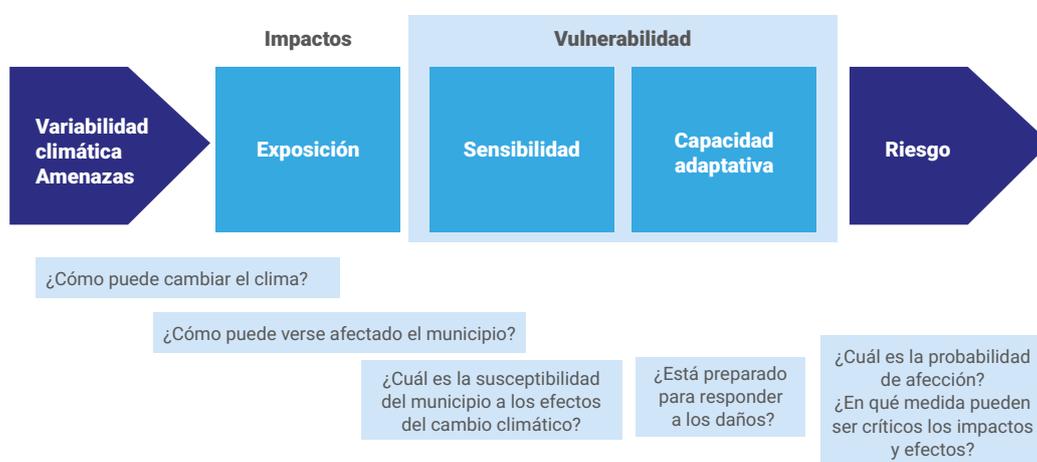


Figura 2. Secuencia analítica para el análisis de los efectos del cambio climático a escala local. Fuente: Tecnalia (2017).



Figura 3. Secuencia de la metodología aplicada para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios de la CAPV ante el cambio climático. Tecnalia (2017).

²⁷ <http://www.ramses-cities.eu/home/>

²⁸ <http://www.resin-cities.eu/home/>

por sus consecuencias adversas. Dos de los tres elementos del riesgo —la exposición y la vulnerabilidad— contribuyen a generar las consecuencias, mientras que la probabilidad viene determinada por la amenaza. Ver Figura 2.

El glosario incluido en el informe del IPCC proporciona las definiciones de los términos también contemplados en esta publicación.

La Figura 3 muestra, de manera resumida, **una visión secuencial de los pasos** que incluye la metodología aplicada para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo ante el cambio climático. En los siguientes subapartados se expone con más detalle cada uno de estos pasos.

2.1 Identificación y selección de cadenas de impacto

Este paso ha tenido como objetivo final **la identificación y selección de un número limitado de cadenas de impacto prioritarias sobre las que acotar y enfocar**, de una manera más práctica y eficiente, la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios de la CAPV. Mediante las cadenas de impacto es posible recoger las **relaciones causa-efecto entre una determinada amenaza climática (actual o futura) y un determinado sector, ámbito o receptor**. A modo de ejemplo, se pueden considerar cadenas de impacto la amenaza “Aumento de las temperaturas y olas de calor” sobre el sector “Salud”, o la amenaza “Aumento de las sequías” sobre el sector “Agrario”.

En este aspecto, para poder priorizar las cadenas de impacto que presentan un mayor interés desde el punto de vista de la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo, ha sido importante disponer previamente de **información relativa al contexto climático actual y futuro de la CAPV**, así como conocer las principales **amenazas e impactos climáticos** que se esperan sobre algunos **sectores o ámbitos** específicos de nuestra Comunidad Autónoma.

2.1.1 El contexto climático de la CAPV

A partir de estudios previos disponibles en la CAPV, se han identificado algunas tendencias históricas y proyecciones futuras regionales con respecto a variables como la temperatura, la precipitación y la subida del nivel del mar. Los datos que se han manejado principalmente son los proporcionados por el proyecto **Elaboración de escenarios regionales de cambio climático de alta resolución para el País Vasco**²⁹, incluido en la convocatoria Klimatek 2016, y en el que se han obtenido proyecciones climáticas para diferentes horizontes temporales (2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100). También se ha tenido en cuenta la información recogida en la **Estrategia de Cambio Climático 2050 del País Vasco (KLIMA 2050)** y en otros estudios anteriores (p. e. **proyecto ETORTEK K-Egokitzen**).

A continuación se resumen los principales cambios esperados en la CAPV para diferentes horizontes temporales.

Ascenso del nivel del mar

Según el trabajo realizado por *Chust et al.* (2010)³⁰ se espera que el nivel medio del mar ascienda entre 29 y 49 cm en el Golfo de Bizkaia para finales del siglo XXI.

Estudios posteriores estiman valores similares o superiores. Por ejemplo, *Slangen et al.* (2011)³¹ estiman un ascenso de 47 ±16 cm bajo el escenario RCP 4.5 y de 64 ±22 cm bajo el escenario RCP 8.5 para el periodo 2081-2100. *Vousdoukas et al.* (JRC, 2017)³² prevén una elevación de 53 cm bajo el escenario RCP 4.5 y 80 cm bajo el escenario RCP 8.5 para 2100.

Precipitación

En el mencionado proyecto Klimatek de 2016 se señala que, para finales de siglo, el promedio de la precipitación anual puede descender alrededor de un 15 %, efecto que será más acusado en el sur y sudoeste de la CAPV (Figura 4).

²⁹ <http://www.lhobe.eus/Publicaciones/Ficha.aspx?IdMenu=750e07f4-11a4-40da-840c-0590b91bc032&Cod=a7c9bcd2-1bd0-4198-a05d-5549aaef6e81&Idioma=es-ES>

³⁰ Regional scenarios of sea level rise and impacts on Basque (Bay of Biscay) coastal habitats, throughout the 21st century. Estuarine, Coastal and Shelf Science.

³¹ <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00382-011-1057-6>

³² <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/extreme-sea-levels-rise-along-europe-s-coasts>

Aunque estos datos llevan asociada una incertidumbre bastante alta, se espera además una reducción de días con precipitaciones bajas, moderadas o intensas ($r1$, $r10$ y $r20$) y, por el contrario, un aumento de la intensidad de las lluvias en los días con precipitación (sdi) y un aumento leve del máximo diario ($rx1day$) (Figura 5). La longitud máxima de rachas secas (CDD) puede verse incrementada en un futuro.

Temperatura

Se espera un aumento de la temperatura, que oscilará, dependiendo del escenario y modelo, entre los $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y los $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Este incremento de la temperatura máxima será más acusado en el sur y sudoeste de la CAPV (Figura 6).

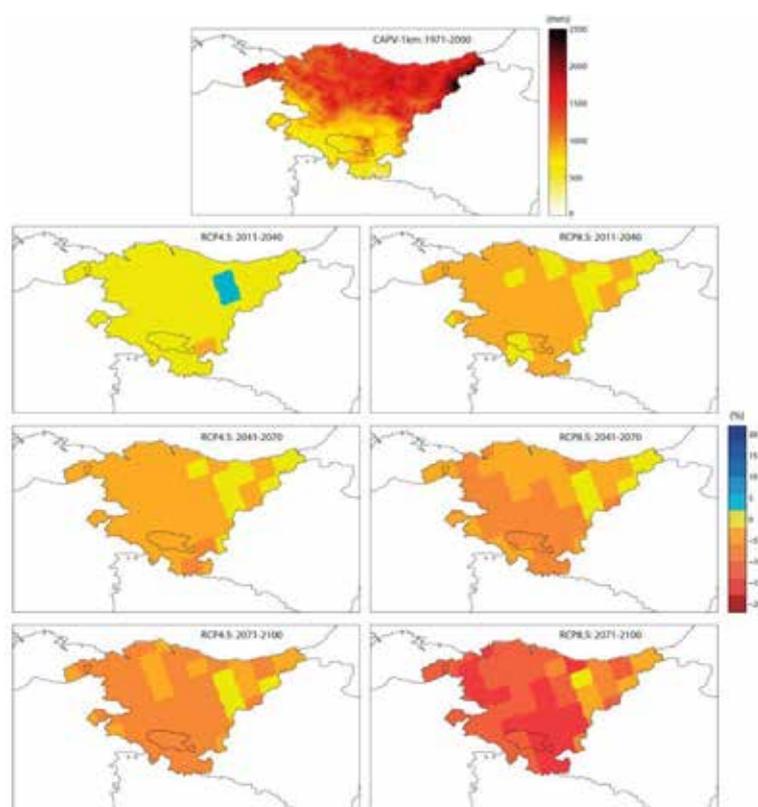


Figura 4. Deltas para la precipitación anual: proyecciones de los RCM de Euro-CORDEX bajo los escenarios RCP 4.5 (izquierda) y RCP 8.5 (derecha) para los tres periodos futuros (2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100). NOTA: En este caso las precipitaciones proyectadas están representadas como porcentaje de incremento (+) o descenso (-) respecto a la precipitación histórica. Fuente: NEIKER-Tecnalia, Klimatek 2016.

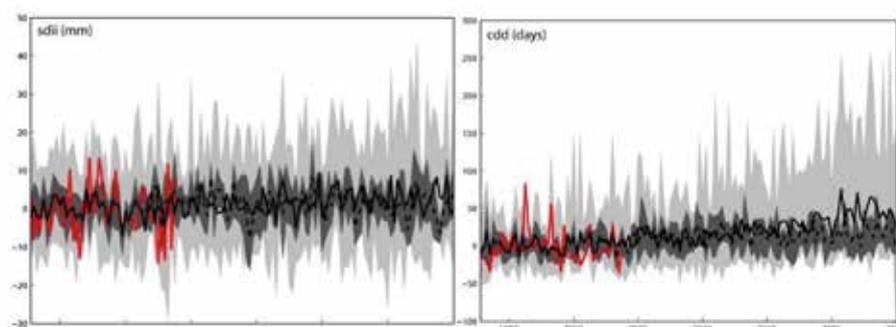


Figura 5. Gráfico de la intensidad de la precipitación (mm). Línea roja: media de observaciones; línea negra discontinua: media de proyecciones para RCP 4.5; línea negra continua: media de proyecciones para RCP 8.5; sombreado gris oscuro: dispersión del escenario RCP 4.5; sombreado gris claro: dispersión del escenario RCP 8.5. Fuente: NEIKER-Tecnalia, Klimatek 2016.

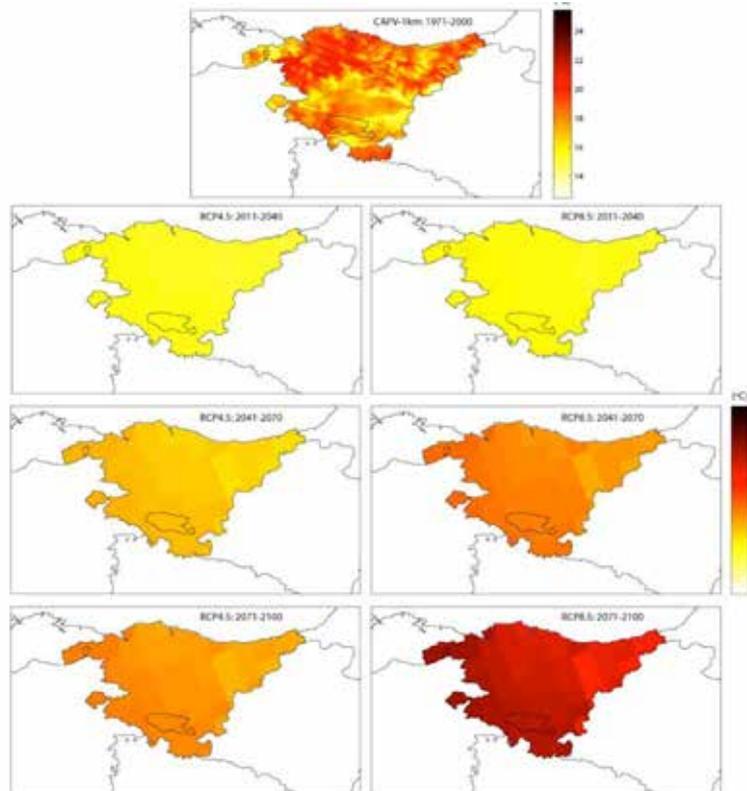


Figura 6. Deltas para la temperatura máxima: proyecciones de los RCM de Euro-CORDEX bajo los escenarios RCP 4.5 (izquierda) y RCP 8.5 (derecha) para los tres periodos futuros (2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100). NOTA: En este caso, las temperaturas proyectadas están representadas como grados Celsius de incremento (+) respecto a la temperatura histórica. Fuente: NEIKER-Tecnalia, Klimatek 2016.

Los índices asociados con días de temperaturas bajas tenderán a disminuir, mientras que los indicadores relacionados con altas temperaturas tenderán a incrementar su valor. Se espera un aumento en los indicadores “su” (número de días con una temperatura máxima mayor de 25

°C), “su35” (número de días con una temperatura máxima mayor de 35 °C), y “tr” (número de días con una temperatura mínima mayor de 20 °C), asociados a días y noches cálidos y a olas de calor (Figura 7).

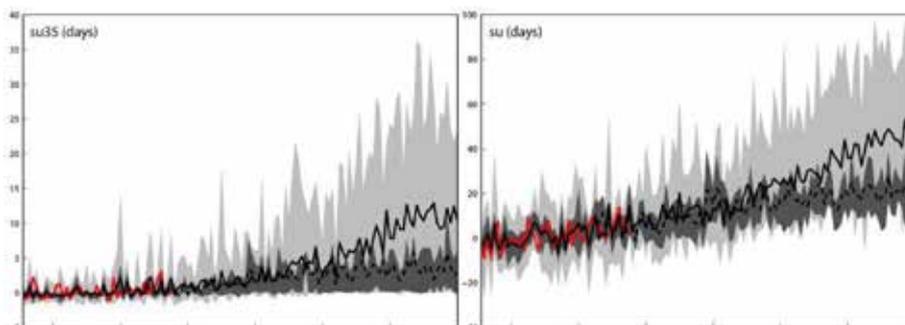


Figura 7. Gráfico de los índices su (número de días con una temperatura máxima mayor de 25 °C) y su35 (número de días con una temperatura máxima mayor de 35 °C); línea negra discontinua: media de proyecciones para RCP 4.5; línea negra continua: media de proyecciones para RCP 8.5; sombreado gris oscuro: dispersión del escenario RCP 4.5; sombreado gris claro: dispersión del escenario RCP 8.5. Fuente: NEIKER-Tecnalia, Klimatek 2016.

2.1.2 Principales amenazas e impactos climáticos sobre sectores de la CAPV

Se resumen a continuación las principales amenazas climáticas que pueden afectar a algunos de los sectores o ámbitos de nuestra región de manera especial, tomando como fuentes de información, principalmente, la **Focalización estratégica para la elaboración de la Estrategia Vasca frente al Cambio Climático** (2013) y la propia **Estrategia KLIMA 2050** (2015).

Medio urbano

El medio urbano se verá afectado por los cambios extremos de temperatura y precipitación, así como por la subida del nivel del mar y oleaje extremo. A estos factores climáticos hay que añadir, además, otros factores no climáticos como son la forma, estructura y funciones de la ciudad, los cambios de usos, el sistema de saneamiento, los cambios sociodemográficos, etc. Como impactos futuros se espera un aumento de las inundaciones, deslizamientos de tierra o subsidencias, efecto de isla de calor urbana y periodos de sequía. Con respecto a las inundaciones, en particular, se esperan incrementos significativos de los caudales máximos de avenida, de la superficie inundada y de los valores de caudal y velocidad de la corriente debido al incremento de precipitaciones intensas.

Sector primario

En el sector agrícola se espera que el cambio climático pueda tener un efecto positivo en el rendimiento de ciertos cultivos (trigo de invierno, vid). Aun así, también tendrá efectos negativos en aspectos tales como, por ejemplo, un incremento de estrés térmico en cultivos y plantaciones forestales, un aumento de las plagas y las enfermedades, y la aparición de especies invasoras. A estos impactos hay que añadir, además, el incremento de los incendios y la erosión del suelo. En el sector ganadero se espera un incremento de las enfermedades parasitarias y un mayor estrés térmico, lo que ocasionará una pérdida en la productividad ganadera.

Biodiversidad

Se espera la desaparición casi total del nicho ecológico del robleal, del hayedo y del pino insigne (*Pinus radiata*) y un desplazamiento progresivo hacia el norte para finales de siglo. La vertiente atlántica sufrirá impacto en las zonas de montaña debido al aumento de temperatura, sobre todo por encima de 900 m (especialmente hayedos y pastos de montaña). Los ecosistemas de la vertiente mediterránea se verán afectadas por un aumento de las sequías y del déficit hídrico.

Salud

Los impactos esperados debido al cambio climático en el ámbito de la salud están relacionados con el incremento de temperatura, el empeoramiento de la calidad de aire y el aumento de las inundaciones y deslizamientos. Todo esto ocasionará una mayor morbi-mortalidad, un incremento de las enfermedades (respiratorias, de la piel, transmitidas por vectores, etc.) y un empeoramiento del confort humano. El caso concreto del impacto de las olas de calor sobre la salud representa uno de los problemas más serios para las próximas décadas a nivel mundial. En este sentido, Euskadi no es una excepción y, según las conclusiones del proyecto Klimatek *“Prevención de los efectos sobre la salud de las olas de calor en un contexto de cambio climático”*³³ (2017), de seguir aumentando las emisiones de efecto invernadero sin que se adopten medidas de mitigación, nuestras principales ciudades se enfrentarán a un aumento de olas de calor, que podrían llegar a provocar un incremento de la mortalidad debida a este fenómeno.

Infraestructuras lineales

Se espera que las infraestructuras lineales presenten una mayor fatiga de los materiales y que se propicie una menor seguridad vial debido al aumento de las inundaciones, oleaje y deslizamientos.

Energía e industria

La disminución de las precipitaciones puede causar una caída en la generación de energía por parte de las centrales hidroeléctricas. Además, el aumento de eventos extremos podrá impactar en las infraestructuras expuestas y en las redes de transporte y distribución, generando los consiguientes daños y pérdidas.

³³ <http://www.lhobe.eus/Eventos/ficha.aspx?IdMenu=74e0675a-2235-4892-af39-e5bf7072bc20&Cod=854&Idioma=es-ES>

2.1.3 Selección de cadenas de impacto

Teniendo en cuenta la información correspondiente al contexto climático de la CAPV y los posibles impactos que puedan ocasionar sobre algunos de sus principales sectores, la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios de la CAPV ante el cambio climático se ha llevado a cabo considerando las cadenas “Impacto por olas de calor sobre la salud humana”, “Impacto por inundaciones fluviales sobre el medio urbano”, “Impacto por inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano”, e “Impacto por aumento de los periodos de mayor sequía sobre las actividades económicas, con especial interés en el medio agrario”.

Impacto por olas de calor sobre la salud humana

La exposición al calor en un determinado territorio está determinada por el calor exterior y el calor interior que, a su vez, está fuertemente influenciada por la propia configuración del territorio, donde el tejido urbano es un elemento clave. El calor exterior es el principal aspecto sobre el cual el cambio climático tiene una especial incidencia. En la población expuesta, con condiciones muy diferentes de sensibilidad frente al calor, el incremento en la temperatura extrema causa una pérdida de confort en el mejor de los casos, cuando no se traduce en una disminución notable en la productividad laboral e incluso en un mayor riesgo de morbilidad y mortalidad para las personas.

Impacto por inundaciones fluviales sobre el medio urbano

Se espera que el cambio climático tenga un efecto intensificador sobre los peligros naturales. Un ejemplo sería el creciente riesgo de inundaciones. Estos factores climáticos, junto con otros factores no climáticos, como el desarrollo socioeconómico de los municipios, la topografía, los sistemas de drenaje, la permeabilidad, la forma construida, etc., aumentan la probabilidad de daños y pérdidas debido a las inundaciones. Las pérdidas económicas que pueden llegar a generar las inundaciones han adquirido una importancia especial a nivel global.

Impacto por inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano

Al igual que en el caso de inundaciones fluviales, las pérdidas económicas que podrían generar las inundaciones por subida del nivel del mar y aumento del oleaje extremo en el medio construido pueden llegar a ser muy importantes debido a la concentración de infraestructuras que se encuentran cerca de la línea de costa.

Impacto por aumento de los periodos de mayor sequía sobre las actividades económicas, con especial interés en el medio agrario

Además del incremento esperado de las lluvias intensas, es importante identificar la duración de periodos sin lluvia que pueden generar una perturbación en aquellas actividades económicas locales que parecen presentar una especial vulnerabilidad ante el cambio climático, como lo son las actividades del sector primario.

2.2 Definición de un modelo de datos basado en las cadenas de impacto seleccionadas

Tomando en consideración las cadenas de impacto seleccionadas, se ha procedido a la búsqueda, selección e identificación de aquellos tipos de datos que, en el contexto geográfico de la CAPV, pueden ser más adecuados para caracterizar los distintos factores que son propios de cada una de ellas. Para ello, se ha tenido en cuenta diferente **documentación científico-técnica** revisada recientemente en el marco del proyecto europeo RAMSES, así como **modelos de datos utilizados en otros proyectos** de evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo ante el cambio climático, que siguen igualmente el enfoque descrito en el Quinto Informe del IPCC sobre Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad (AR5, 2014).

Entre estos modelos de datos analizados cabe mencionar los siguientes:

- El proyecto europeo FP7 *Reconciling Adaptation, Mitigation and Sustainable Development for cities* (RAMSES, 2012-2017);
- El proyecto europeo H2020 *Climate Resilient Cities and Infrastructures* (RESIN, 2015-2018), en el que el municipio de Bilbao es uno de los casos de estudio;
- La planificación en torno a incrementos de temperatura provocados por el clima en el Área Metropolitana de San Salvador (CDKN, 2016)³⁴;
- El Análisis de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en la ciudad de Madrid (2015)³⁵;
- El Plan de Adaptación al Cambio Climático del Municipio de Donostia / San Sebastián (Ayuntamiento de Donostia / San Sebastián, 2017)³⁶; y
- La Norma UNE-ISO 37120:2015: Desarrollo sostenible en las ciudades. Indicadores para los servicios urbanos y la calidad de vida³⁷.

Las estructuras de datos halladas en las anteriores fuentes bibliográficas se han contrastado con la última revisión del **Sistema de Indicadores de Sostenibilidad Local de Udalsarea 21**³⁸, encontrándose una estrecha relación entre los indicadores relevantes para la evaluación de la vulnerabilidad municipal, para las cadenas de impacto identificadas, y los indicadores de Udalsarea 21. Ejemplo de ello son los indicadores relativos al bloque de Aspectos Ambientales, como Territorio y planeamiento, Suelos

o Agua; los indicadores del bloque de Aspectos Sociales, como son Salud, Bienestar e Inclusión Social, Vivienda, Educación o Demografía; los indicadores del bloque de Aspectos Económicos, como Mercado de trabajo y Desarrollo económico; o los indicadores del bloque de Gobernanza, como la Sensibilización y comunicación o Coordinación.

No se ha pretendido disponer de una lista interminable de posibles **tipos de datos**, sino de recoger aquellos que, a priori y a expensas de que existan datos adecuados y con una calidad aceptable, **mejor puedan caracterizar** los distintos componentes de la vulnerabilidad y el riesgo para cada una de las cadenas de impacto seleccionadas, es decir, la amenaza, la exposición, la sensibilidad y la capacidad de respuesta/ capacidad adaptativa.

En la Tabla 1 se recogen de manera esquemática los tipos de datos que más a menudo aparecen en los modelos anteriormente citados. La tabla se ha organizado de tal forma que los tipos de datos que se plantean como de interés para las distintas cadenas de impacto se corresponden con **bloques y ámbitos temáticos definidos para el Sistema de Indicadores de Sostenibilidad Local (SISL) de Udalsarea 21**. Dentro de cada ámbito temático se han incluido los tipos de datos relacionados con cada una de las cuatro cadenas de impacto que se contemplan. Como se puede observar, algunos de ellos son particulares para una cadena de impacto y otros, en cambio, son compartidos por más de una, algo que habitualmente suele ocurrir más con los datos económicos y de gobernanza que con los sociales, ambientales y territoriales.

³⁴ https://cdkn.org/project/planificacion-en-torno-incrementos-de-temperatura-provocados-por-el-clima-en-el-area-metropolitana-de-san-salvador/?loclang=es_es

³⁵ <http://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Sostenibilidad/EspelInf/EnergiayCC/04CambioClimatico/4b2Vulnera/Ficheros/InfVulneraCC2015VerWeb.pdf>

³⁶ https://www.donostia.eus/info/ciudadano/ma_areas.nsf/vowebContenidosId/NT00000CDA?OpenDocument&idioma=cas&id=a501610418492&cat=Cambio%20Clim%20E1tico&subcat=Donostia%20/%20San%20Sebasti%20E1n%20se%20adapta%20al%20cambio%20clim%20E1tico&doc=D

³⁷ <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0054983>

³⁸ <http://www.udalsarea21.net/Publicaciones/Ficha.aspx?IdMenu=892e375d-03bd-44a5-a281-f37a7cbf95dc&Cod=64d398ef-ab0d-4ce4-9b98-ef4f08c74538&Idioma=es-ES>

Bloques SISL US21	Ámbitos temáticos SISL US21	Olas de calor, potencial efecto sobre la salud humana	Inundaciones fluviales sobre el medio urbano	Inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano	Sequía sobre las actividades económicas, con especial interés en el medio agrario
Aspectos ambientales y territoriales	Territorio y planeamiento	Uso del suelo; Espacios libres urbanos; Edificación	Uso del suelo; Edificación e infraestructuras; Espacios libres urbanos; Hidrología; Hidrogeología	Uso del suelo; Edificación e infraestructuras; Espacios libres urbanos	Uso del suelo
	Biodiversidad y medio natural	Inversiones en proyectos ambientales	Inversiones en proyectos ambientales	Inversiones en proyectos ambientales	Suelos de especial protección; Actividades agrícolas y ganaderas sostenibles; Productividad; Riesgo de incendio
	Movilidad y transporte	Parque de vehículos			
	Suelos		Suelos contaminados	Suelos contaminados	
	Agua				Consumo de agua; Agricultura de regadío
	Cambio climático e impacto global	Mapa de clima urbano; Indicadores de temperaturas máximas, de temperaturas mínimas y gradiente de temperaturas diurno	Mapas de peligrosidad por inundaciones fluviales según diferentes periodos de retorno y escenarios; Indicadores de precipitaciones máximas	Mapas de peligrosidad por subida del nivel del mar según diferentes periodos de retorno y escenarios.	Indicadores de sequías
Aspectos sociales	Salud	Calidad del aire; Atención sanitaria y accesibilidad; Mortalidad; Enfermedades			
	Bienestar e inclusión social	Renta personal; Protección social; Desigualdad y pobreza	Renta personal	Renta personal	
	Vivienda	Tenencia/ propiedad; Equipamiento	Tenencia/ propiedad; Vivienda vacía; Vivienda no principal	Tenencia/ propiedad; Vivienda vacía; Vivienda no principal	
	Educación	Agenda 21 escolar; Nivel de estudios y capacitación	Agenda 21 escolar; Nivel de estudios y capacitación	Agenda 21 escolar; Nivel de estudios y capacitación	Agenda 21 escolar; Nivel de estudios y capacitación
	Demografía	Población; Dependencia; Edad; Núcleo familiar			

Bloques SISL US21	Ámbitos temáticos SISL US21	Olas de calor, potencial efecto sobre la salud humana	Inundaciones fluviales sobre el medio urbano	Inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano	Sequía sobre las actividades económicas, con especial interés en el medio agrario
Aspectos económicos	Mercado de trabajo	Puestos de trabajo			Tipo de actividad; Puestos de trabajo
	Desarrollo económico	PIB; Ingresos municipales; Nivel de endeudamiento	PIB; Ingresos municipales; Nivel de endeudamiento; Pérdidas económicas	PIB; Ingresos municipales; Nivel de endeudamiento; Pérdidas económicas	Tipo de empresa; Valor añadido bruto; PIB; Ingresos municipales; Nivel de endeudamiento; Pérdidas económicas
Gobernanza	Gestión ambiental de la administración municipal	Planes de adaptación	Planes de adaptación	Planes de adaptación	Instrumentos de gestión ambiental; Planes de adaptación
	Sensibilización y comunicación	Actividades de educación; Concienciación ambiental			
	Participación ciudadana	Agenda local 21; Asociacionismo	Agenda local 21; Asociacionismo	Agenda local 21; Asociacionismo	Agenda local 21; Asociacionismo
	Coordinación	Coordinación intramunicipal y supramunicipal; Gestión de riesgos; Sistemas de alerta	Coordinación intramunicipal y supramunicipal; Gestión de riesgos; Sistemas de alerta	Coordinación intramunicipal y supramunicipal; Gestión de riesgos; Sistemas de alerta	Coordinación intramunicipal y supramunicipal; Gestión de riesgos; Sistemas de alerta

Tabla 1. Modelo de datos para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios vascos ante el cambio climático considerando las cadenas de impacto seleccionadas.

2.3 Análisis de fuentes de datos disponibles y selección de indicadores

Una vez seleccionadas las cadenas de impacto e identificados los tipos de datos más apropiados para su caracterización, se ha procedido a analizar la disponibilidad de información a nivel de municipios para el conjunto de la CAPV. Para ello, se ha acudido a **fuentes de datos públicas** ya existentes, dado que proporcionan la información más actualizada que hay y resulta de interés según el modelo de datos propuesto.

Entre estas fuentes de datos destacan principalmente las plataformas de **GEOEUSKADI, EUSTAT y UDALPLAN**, que además también proporcionan información al Sistema de Indicadores de Sostenibilidad Local de Udalsarea 21. Para el cálculo de los **indicadores de amenaza y exposición** de las distintas cadenas de impacto se ha tomado como fuente de información los **indicadores de alta resolución de la CAPV para escenarios de cambio climático en el siglo XXI**³⁹ (periodos 2011-2040 y 2071-2100, bajo escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5). En el caso específico de datos referidos a escenarios sobre subida del nivel del mar, se han tomado como referencia los datos proporcionados en el estudio de Vousdoukas et al. publicado en 2017 por la Comisión Europea a través del *Joint Research Centre (JRC)*, “*Extreme sea levels on*

³⁹ http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/r49-11293/es/contenidos/ds_informes_estudios/escenarios_climatico/es_def/index.shtml

the rise along Europe's coasts", en el que se estima para el Golfo de Bizkaia una elevación para 2050 de entre 18 y 22 cm, y elevación de entre 53 y 80 cm para 2100, según los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5, respectivamente.

Es importante destacar que, puesto que la **unidad de análisis territorial** sobre la que se lleva a cabo la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo **es el municipio**, los datos recopilados han sido, sobre todo, de ámbito supra-municipal y casi siempre con cobertura para el total de municipios de la CAPV.

Puesto que lo que se pretende es poder caracterizar los distintos componentes de la vulnerabilidad y el riesgo para cada cadena de impacto, la identificación y recopilación de datos se ha llevado a cabo **buscando relaciones** directas —o indirectas si se somete a algún tipo de transformación posterior— **con posibles indicadores de amenaza, exposición, sensibilidad o capacidad adaptativa**. Lo que se ha pretendido, en definitiva, es disponer de datos para el mayor número posible de los componentes de la vulnerabilidad y el riesgo en todas las cadenas de impacto seleccionadas.

Una vez completada la búsqueda de datos de interés, se ha definido **la estructura de una base de datos de indicadores**, que se consideran adecuados y representativos para realizar la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de las distintas cadenas de impacto. Para la selección de estos indicadores se han tenido en cuenta criterios de calidad, cobertura y disponibilidad para un conjunto suficiente de municipios, última fecha de actualización, etc.

La estructura de la base de datos de indicadores de entrada para el análisis de vulnerabilidad y riesgo del cambio climático en municipios **sigue un esquema similar** al planteado en el **Sistema de Indicadores de Sostenibilidad Local de Udalsarea 21**, e incluye la siguiente **información descriptiva** para cada uno de los indicadores (entre paréntesis la codificación utilizada en la base de datos):

- Cadena de impacto a la que corresponde el indicador,
- Código identificativo y unívoco del indicador.
- Tipo de amenaza o impacto climático con el que se relaciona:
 - Ola de calor (HW).
 - Inundación fluvial (FLF).
 - Inundación por subida del nivel del mar (FLS).
 - Sequía (DR).
- Componente del riesgo en el que se incluye:

- Amenaza o peligro (HZ).
- Exposición (EX).
- Vulnerabilidad (VU).
- Dimensión de la vulnerabilidad, si aplica:
 - Sensibilidad (SE).
 - Capacidad adaptativa (AC).
- Dominio o receptor de la cadena de impacto:
 - Población o capital humano (HC).
 - Medio urbano (BE).
 - Actividades económicas (EA).
- Nombre del indicador.
- Definición y explicación del indicador y de los parámetros de los que consta.
- Unidades de medida del indicador (p.e., %, m²/hab., hab./ha, etc.).
- Método o forma de calcular el indicador a partir de sus parámetros correspondientes.
- Tipos de procesos adicionales necesarios para la obtención del indicador (p.e., análisis espacial para adecuarlo a la escala municipal, otros tratamientos numéricos, etc.).
- Tipo de fuente del indicador (supramunicipal, local, estatal, etc.).
- Fuente de la que se obtiene el dato (GEOEUSKADI, UDALPLAN, EUSTAT, etc.).
- Año de la última actualización que consta en la fuente de datos consultada.
- Año o rango de años para los que se obtienen valores del indicador.

Como **criterio** para decidir cuándo un **indicador puede ser de sensibilidad o de capacidad adaptativa**, que caracterizan, respectivamente, el grado de fragilidad intrínseca y la capacidad de resistencia o de recuperación de un municipio, se ha utilizado una sencilla clasificación: si a medida que aumenta el valor del indicador se incrementa también la vulnerabilidad, entonces se considera que es un indicador de sensibilidad; y si, por el contrario, disminuye la vulnerabilidad, entonces se considera que se trata de un indicador de capacidad de respuesta/ capacidad adaptativa.

Tal y como se puede observar en la Figura 8, en total se ha generado una base de datos con 30 indicadores para la cadena de impacto por olas de calor sobre la salud humana; 24 indicadores para la cadena de impacto por inundaciones fluviales sobre el medio urbano; 19 indicadores para

CADENAS DE IMPACTO	INDICADORES				TOTAL
	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Capacidad adaptativa	
Impacto por olas de calor sobre la salud humana	3	1	10	16	30
Inundaciones fluviales sobre el medio urbano	1	8	7	8	24
Inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano	0	8	3	8	19
Aumento de los períodos de mayor sequía sobre las actividades económicas, con especial interés en el medio agropecuario	1	2	9	4	16

Figura 8. Número y tipo de indicadores incorporados en el análisis de vulnerabilidad y riesgo para cada cadena de impacto.

la cadena de impacto por inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano, y 16 indicadores para la cadena de impacto por aumento de los períodos de mayor sequía sobre las actividades económicas, con especial interés en el medio agrario.

El listado completo de indicadores, su definición, origen y características se puede consultar en las fichas municipales.

2.4 Obtención de valores de los indicadores a incluir en el análisis

Esta fase ha tenido como objetivo recopilar, preparar y generar, **para cada municipio, los valores de los indicadores seleccionados previamente**, de manera que con estos datos de entrada se pueda llevar a cabo la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo ante el cambio climático para las distintas cadenas de impacto.

Un aspecto importante que destacar es que se ha optado por usar datos **públicos** procedentes de **fuentes oficiales** (preferentemente de ámbito autonómico), que sean

lo más **recientes** posibles, que hayan sido actualizados hasta el momento de **forma periódica** y que tengan una **cobertura** total para el conjunto de los 251 municipios de la CAPV.

Otro punto reseñable en este apartado es que la **mayor parte de los indicadores**, especialmente los que proceden de fuentes como **GEOEUSKADI, UDALPLAN** o los **escenarios climáticos de alta resolución** de la CAPV, han sido sometidos a un **elevado número de procesos de análisis espacial** para adaptarlos así a la unidad de análisis objeto de este proyecto, el municipio. Por tanto, esto ha generado **nuevos datos, creados de manera específica para este proyecto**. Solo los indicadores de carácter más social o económico, procedentes principalmente de **EUSTAT** y ya agregados previamente a nivel municipal, han necesitado un tratamiento considerablemente más sencillo, donde ha sido suficiente su recopilación, archivo y organización dentro de la estructura definida para la base de datos de vulnerabilidad y riesgo.

Es conveniente también recordar que algunos de estos indicadores (**todos los correspondientes a la componente del riesgo amenaza y muchos de los de exposición**) son **variables**, es decir, sus valores cambian en función del horizonte temporal y del escenario climático considerados, lo que multiplica el número de análisis espacio-temporales que se han llevado a cabo en este estudio. Esto ha permitido considerar la problemática del

CADENAS DE IMPACTO	Referencia (1971-2000)	Referencia (2016)	Años 2011-2040		Año 2050		Años 2071-2100		Año 2100	
			RC 4.5	RCP 8.5	RC 4.5	RCP 8.5	RC 4.5	RCP 8.5	RC 4.5	RCP 8.5
			Impacto por olas de calor sobre la salud humana							
Inundaciones fluviales sobre el medio urbano										
Inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano										
Aumento de los períodos de mayor sequía sobre las actividades económicas, con especial interés en el medio agropecuario										

Figura 9. Escenarios climáticos contemplados (en azul) en la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo de los municipios de la CAPV ante el cambio climático según cadenas de impacto.

cambio climático desde diferentes perspectivas (cadenas de impacto), todas de interés para la CAPV, y además según posibles escenarios futuros en cada una de ellas (ver celdas sombreadas en azul en la Figura 9).

2.5 Obtención de índices compuestos de vulnerabilidad y riesgo

Una vez estructuradas y completadas las bases de datos con los valores de los indicadores, éstas han sido sometidas a una serie de **tratamientos y test estadísticos** (normalización, estandarización y rescalado) mediante el software de análisis de datos R. El análisis mediante este software se ha llevado a cabo, de **manera independiente y secuencial, para cada cadena de impacto** que forma parte de la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo, y considerando cada uno de sus respectivos cinco escenarios posibles.

Esta serie de tratamientos estadísticos se ha realizado **con el objeto de poder agregar los valores** de los indicadores normalizados de sensibilidad y de capacidad adaptativa para generar los respectivos índices compuestos de sensibilidad y capacidad adaptativa, y posteriormente, a

partir de la agregación de éstos, para obtener el índice compuesto de vulnerabilidad de cada municipio. Este índice de vulnerabilidad, a su vez, se ha agregado a los índices compuestos de amenaza y de exposición, de forma que se ha obtenido finalmente un índice de riesgo para cada municipio de la CAPV, y que, además, es específico para cada una de las cadenas de impacto y escenarios analizados.

La obtención de los índices compuestos de sensibilidad y de capacidad adaptativa se ha llevado a cabo asignando **pesos diferentes** a los respectivos indicadores individuales. Estos pesos han sido obtenidos, de manera dinámica, **utilizando métodos estadísticos** (análisis de componentes principales y análisis factorial, principalmente). Con ellos se logra **eliminar la redundancia** en la información asociada a cada indicador y no otorgar una importancia relativa a los indicadores. De esta forma, a aquellos indicadores que contienen información redundante se les asignan pesos inferiores y a aquellos cuya carga explicativa individual es mayor reciben pesos superiores, evitando así, en cierta manera, otorgar más importancia de la debida a indicadores que presentan una mayor relación entre sí. Dicho de otra manera, esto no significa necesariamente que aquellos indicadores a los que se les otorga desde un punto de vista estadístico un peso mayor sean más importantes que otros con pesos inferiores, sino que la información que aportan es más específica y se encuentra menos distribuida que la de otros indicadores que presentan una mayor relación entre sí.

Una vez generados los pesos, el último paso ha sido la **agregación de los distintos indicadores en diferentes índices compuestos para cada una de las cadenas de impacto** consideradas, es decir, el cálculo propiamente dicho de los índices de exposición, sensibilidad, capacidad de respuesta o adaptación, vulnerabilidad y riesgo de cada municipio de la CAPV. Como forma de agregación se ha utilizado la **agregación geométrica ponderada (agregación multiplicativa)** en lugar de la agregación aritmética ponderada (agregación aditiva).

De esta manera, se han obtenido finalmente unos **índices compuestos específicos para cada municipio de la CAPV y por cada una de las cadenas de impacto** y escenarios analizados. Esto permite realizar una comparativa entre los municipios de la CAPV, identificando cuáles son los municipios con mayor vulnerabilidad y riesgo relativos para las diferentes cadenas de impacto, pudiendo aportar información adicional para plantear acciones locales que tengan como objetivo una disminución de la vulnerabilidad o el riesgo ante el cambio climático.

La mayor o menor vulnerabilidad y riesgo se pueden valorar mediante medidas de posición como deciles, quintiles, percentiles, etc. Por ejemplo, seleccionando aquellos municipios con un decil igual a 6 o superior (es decir, equivalente al percentil 60 o superior) estaremos considerando el 40 % de los municipios de la CAPV que presentan mayor riesgo para una cadena de impacto determinada.

Cabe señalar que, a pesar de que los índices de riesgo de cada municipio aumentan en todos los casos a futuro, se puede observar que en algunos de ellos las medidas de posición relativas (los deciles, por ejemplo) con respecto a un periodo de referencia determinado pueden ser menores. Este comportamiento, aparentemente anómalo, aunque no lo sea, se debe a que la magnitud de cambio en el riesgo no es igual en todos los municipios. Mientras que en algunos esa magnitud apenas cambia y, por tanto, su posición relativa puede disminuir, en otros municipios lo hace de manera significativa, aumentando dicha posición relativa.

2.6 Generación de datos espaciales de vulnerabilidad y riesgo

Una vez obtenidos los valores de los índices compuestos de vulnerabilidad y riesgo relativos para el conjunto de los municipios de la CAPV, se han generado los correspondientes **datos espaciales (capas SIG)**, para su publicación en el visor de GEOEUSKADI, en la capa de MEDIO AMBIENTE, así como en el servicio WMS de INGURUMENA.

Por cada una de las cadenas de impacto y escenarios temporales analizados se ha creado una capa SIG específica que contiene los valores numéricos de todos los índices compuestos: sensibilidad (SE), capacidad adaptativa (AC), vulnerabilidad (VU), amenaza (HZ), exposición (EX) y riesgo (RK). Los valores de estas variables se han representado para el clima actual, así como para dos climas futuros, según los escenarios RCP 4.5 y 8.5. En las capas SIG se han publicado para consulta los indicadores normalizados (escala 1 a 2) y los deciles, habiéndose empleado para la representación visual los indicadores normalizados.

2.7 Elaboración de fichas resumen para cada municipio de la CAPV

Con el fin de que **cada uno de los municipios de la CAPV disponga de una manera personalizada de los indicadores locales utilizados en la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo, así como de los índices agregados obtenidos** tras llevarla a cabo, estos datos han sido trasladados a un conjunto de fichas resumen individuales. Para cada uno de los **251 municipios** se han generado dos fichas resumen en formato Excel, una en castellano y otra en euskera.

Cabe destacar que las fichas cuentan con un **apartado habilitado que puede ser completado por los propios municipios**, de forma que puedan incluir y registrar su propia visión, conocimiento o experiencia desde la perspectiva local, y como complemento a los resultados del proyecto, con respecto a las posibles **amenazas**, los **sectores** más vulnerables o las **políticas municipales**,

en curso o previstas, relacionadas con la adaptación al cambio climático. La identificación de estas medidas, planes o políticas locales que ya están contribuyendo a disminuir los riesgos del cambio climático, o pueden contribuir en un futuro cercano, también conocidas como **activos de adaptación**, resultan de gran interés para aprovechar así las oportunidades que de ellas se puedan desprender, sirviendo, además, como punto de partida para abordar otras estrategias de adaptación.

La ficha municipal consta de las siguientes hojas o pestañas:

Inicio

Hoja principal que, mediante hipervínculos, facilita un rápido acceso a cualquiera de las partes de las que consta la ficha resumen municipal. Ver Figura 10.

Introducción

Hoja en la que se describen aspectos generales de la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios de la CAPV ante el cambio climático, así como la estructura de la ficha resumen con datos municipales.

Resumen

Cuadro resumen de vulnerabilidad y riesgo del municipio ante el cambio climático en el que, para cada una de las cadenas de impacto analizadas, se representan gráficamente los valores de los índices normalizados de vulnerabilidad y riesgo del municipio correspondientes al periodo de referencia.

También se muestra la posición relativa (en deciles) que tiene el municipio con respecto al conjunto de municipios

CONTENIDOS	
INTRODUCCIÓN	
RESUMEN	
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	
GRÁFICOS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO	
Impacto por olas de calor sobre la salud humana	
Impacto por inundaciones fluviales sobre el medio urbano	
Impacto por inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano	
Impacto por aumento de la sequía sobre actividades económicas (esp. m. agropecuario)	
ÍNDICES DE VULNERABILIDAD Y RIESGO	
Índices de vulnerabilidad	
Índices de riesgo	
VALORES DE LOS INDICADORES	
GLOSARIO	
RELACIÓN DE INDICADORES	
Impacto por olas de calor sobre la salud humana	
Impacto por inundaciones fluviales sobre el medio urbano	
Impacto por inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano	
Impacto por aumento de la sequía sobre actividades económicas (esp. m. agropecuario)	

Figura 10. Pestaña *INICIO* de la ficha resumen municipal que muestra datos procedentes de la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios de la CAPV ante el cambio climático.

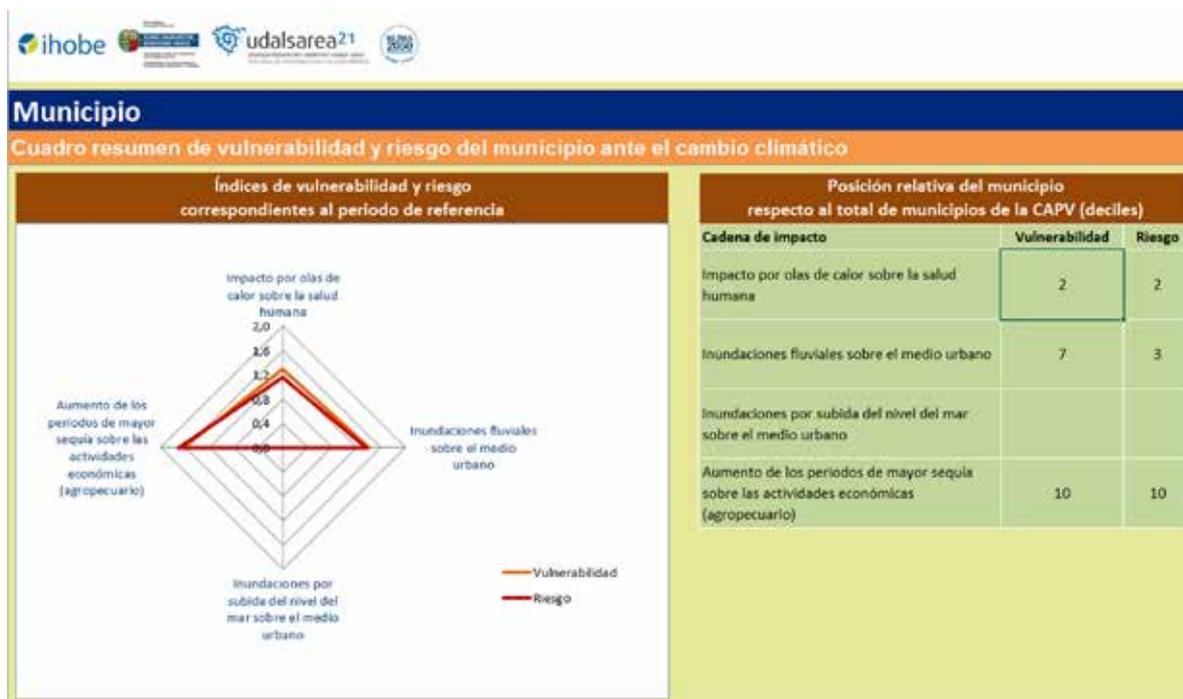


Figura 11. Ejemplo de cuadro resumen de la vulnerabilidad y el riesgo relativos de un municipio de la CAPV incluido en la ficha municipal.

de la CAPV que presentan riesgo para una determinada cadena de impacto. Ver ejemplo en la Figura 11.

Información complementaria

Se incluye una serie de apartados en los que el municipio puede aportar información más actualizada con respecto a los datos generales del propio municipio, sobre aspectos relacionados con las amenazas climáticas actuales y futuras que conoce o percibe que pueden ser relevantes para su territorio, sobre los ámbitos o sectores que pueden sufrir mayores impactos, y sobre las posibles políticas o acciones locales que ya se están llevando a cabo o estén previstas y que tengan alguna relación con la adaptación al cambio climático.

Gráficos_ola_salud, Gráficos_fluvial_urbano, Gráficos_costa_urbano y Gráficos_sequía_economía

Se muestran gráficos con los índices de vulnerabilidad (parte superior de la hoja) y riesgo (parte inferior de la hoja) para cada una de las cuatro cadenas de impacto analizadas. En caso de que la ficha no contenga alguna de estas cuatro pestañas significa que, según los datos actualmente disponibles, no se ha identificado riesgo en el municipio para aquella cadena de impacto a la que hace referencia. En el apartado de vulnerabilidad se muestra el índice de

vulnerabilidad del municipio correspondiente al periodo de referencia comparado con el de la comarca a la que pertenece y el de la CAPV (percentil 50 en ambos casos). También se muestran las contribuciones de los indicadores utilizados (en porcentaje) para la determinación de los índices compuestos de sensibilidad y de capacidad adaptativa. Estas contribuciones son función de los valores de los indicadores que presenta el propio municipio y del peso relativo asignado al indicador, obtenido mediante técnicas estadísticas.

En el apartado de riesgo se muestran los índices de los componentes del riesgo (vulnerabilidad, amenaza y exposición) del municipio según diferentes periodos y escenarios climáticos. También se muestra una comparativa territorial de los índices de riesgo del municipio con el de la comarca a la que pertenece y el de la CAPV, según diferentes periodos y escenarios climáticos. Ver ejemplo en la Figura 12.

Índices_vulnerabilidad

Se muestran los valores normalizados de los índices compuestos de sensibilidad, capacidad adaptativa y vulnerabilidad del municipio, de la comarca a la que pertenece y de la CAPV. Los valores se distribuyen según cadenas de impacto, periodos y escenarios climáticos.

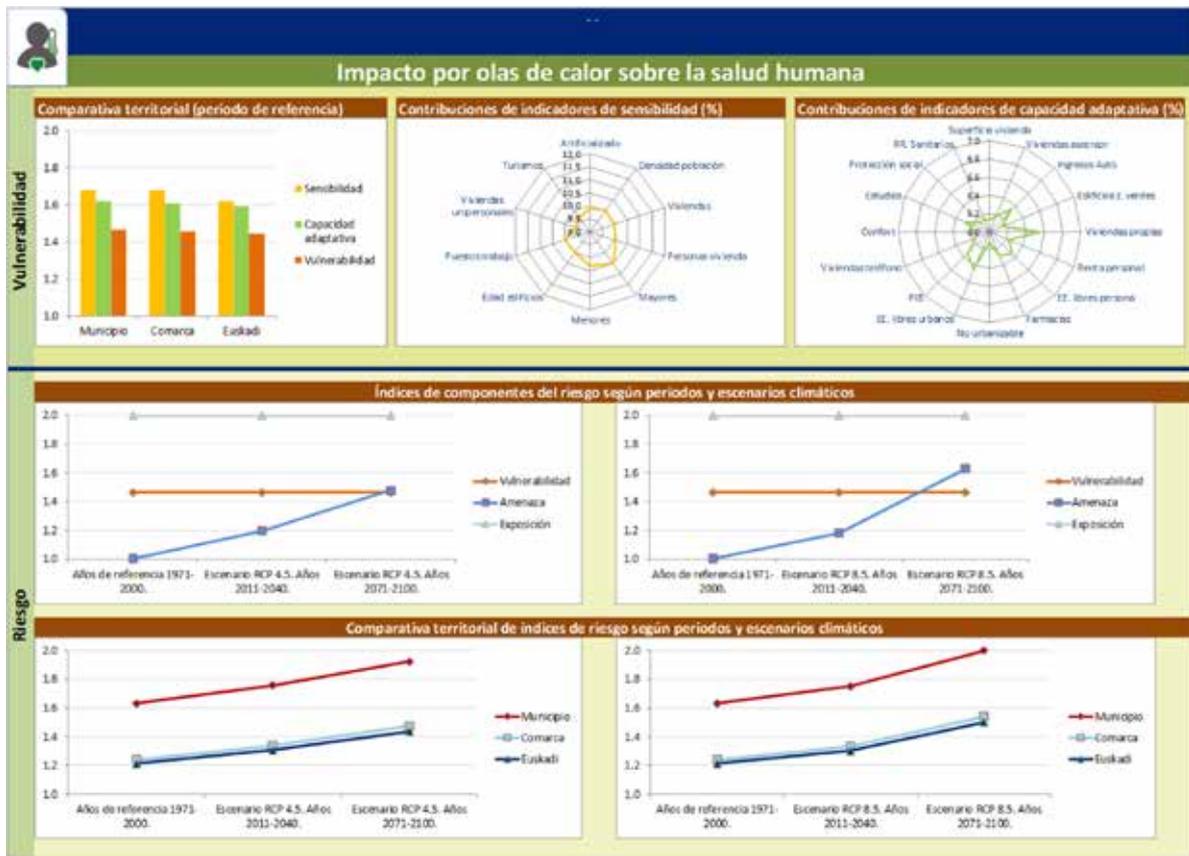


Figura 12. Ejemplo de datos gráficos sobre la vulnerabilidad y el riesgo relativos de un municipio de la CAPV para una determinada cadena de impacto incluidos en la ficha municipal.

También se muestra la posición relativa (en deciles) que tiene el municipio con respecto al conjunto de municipios de la CAPV que presentan riesgo para una determinada cadena de impacto.

Índices_riesgo

Se muestran los valores normalizados de los índices compuestos de vulnerabilidad, amenaza, exposición y riesgo del municipio, de la comarca a la que pertenece y de la CAPV. Los valores se distribuyen según cadenas de impacto, periodos y escenarios climáticos.

También se muestra la posición relativa (en deciles) que tiene el municipio con respecto al conjunto de municipios de la CAPV que presentan riesgo para una determinada cadena de impacto.

Valores_indicadores

Se muestran los valores, sin normalizar, de los indicadores de amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa del municipio que se han utilizado para la obtención

de sus índices de vulnerabilidad y riesgo. Los valores se distribuyen según cadenas de impacto, periodos y escenarios climáticos.

Glosario

Glosario de los principales términos y definiciones utilizadas en el proyecto.

Indicadores_olas_salud, Indicadores_fluvial_urbano, Indicadores_costa_urbano e Indicadores_sequía_economía

Se muestra una descripción de cada uno de los indicadores de amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa que han sido incluidos en la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo de los municipios de la CAPV según las cuatro cadenas de impacto incluidas en el estudio, independientemente de que un municipio concreto finalmente presente o no riesgo para todas ellas.

03

Análisis de los resultados de la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios de la CAPV ante el cambio climático

En este apartado se muestra un resumen de los principales resultados obtenidos en la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios de la CAPV ante el cambio climático para cada cadena de impacto analizada.

3.1 Impacto por olas de calor sobre la salud humana

Dado que la población de cada municipio es la receptora de los posibles impactos por aumento de las temperaturas extremas y del número o duración de las olas de calor, se ha considerado ésta como un factor determinante de la exposición a las actuales y futuras amenazas climáticas. Por ello, el **100 % de los municipios de la CAPV** se encuentran, en mayor o menor medida, afectadas por este tipo de riesgo. Por tanto, para el conjunto de los 251 municipios de la CAPV se ha evaluado su vulnerabilidad y riesgo a partir de un grupo de indicadores de amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa que previamente se habían seleccionado para esta cadena de impacto.

La figura 13 muestra la distribución de los índices de riesgo de “Olas de calor, potencial efecto sobre la salud”, para el periodo de referencia 1971-2000, periodo 2011-2040, y periodo 2071-2100 bajo el escenario RCP 8.5.

En el presente proyecto se ha identificado una **tendencia al alza en todos los escenarios contemplados en un futuro. Así, en el periodo 2011-2040**, tanto en el escenario RCP 4.5. como el escenario RCP 8.5, se produciría un incremento del riesgo para los municipios de la CAPV que oscila **entre un 7 y un 12 %** con respecto al riesgo del periodo de referencia 1971-2000. En cambio, **en el periodo 2071-2100** este incremento sería aún mayor, **entre 16 y 25 %** en el escenario RCP 4.5 y **entre 21 y 35 %** en el escenario RCP 8.5.

3.2 Impacto por inundaciones fluviales sobre el medio urbano

En la actualidad **no se dispone para la CAPV de una modelización de impactos por inundación fluvial que considere precipitaciones intensas en el futuro y acciones de mejora llevadas a cabo recientemente** (ampliaciones de cauces, puentes, colectores de pluviales, etc.). Por ello, y siguiendo un principio de precaución, se ha utilizado la extensión de la **zona inundable actual por una avenida de 500 años de periodo de retorno** (cartografía de inundabilidad realizada por URA y dispo-

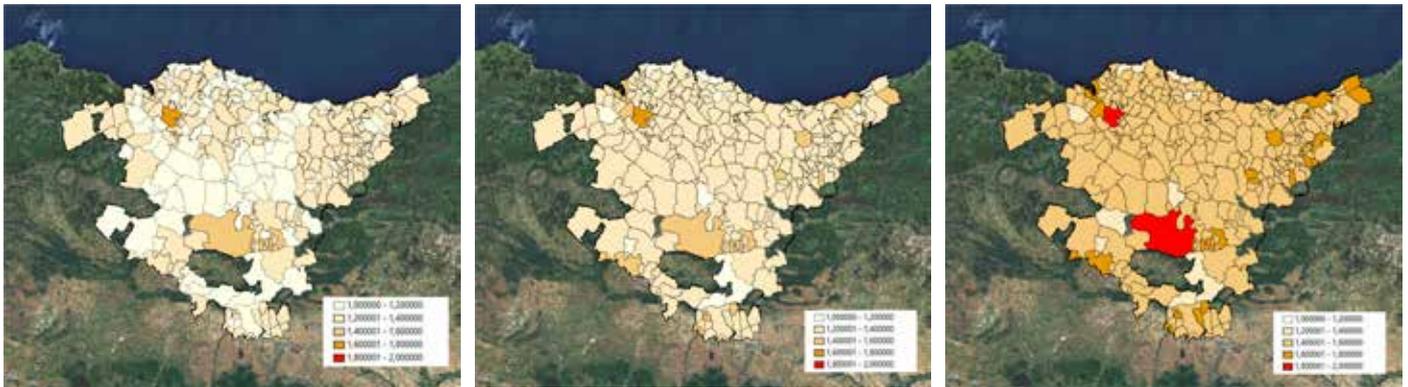


Figura 13. Índices de riesgo para la cadena de impacto “Olas de calor, potencial efecto sobre la salud”, para el periodo de referencia 1971-2000, periodo 2011-2040, y periodo 2071-2100 bajo el escenario RCP 8.5.

nible en el portal público GeoEuskadi) como una primera aproximación de la extensión de la zona de **inundabilidad futura con un periodo de retorno de 100 años**. Esto ha determinado que **204 municipios de los 251 que forman parte de la CAPV (81 %)** estén **expuestos** de alguna forma a esta amenaza. De manera análoga a lo mencionado en la anterior cadena de impacto, para estos municipios se ha evaluado su vulnerabilidad y riesgo a partir del correspondiente grupo de indicadores de amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa previamente seleccionados.

La figura 14 muestra la distribución de los índices de riesgo de “Inundaciones fluviales sobre el medio urbano”, para el periodo de referencia 1971-2000, periodo 2011-2040, y periodo 2071-2100 bajo el escenario RCP 8.5.

Respecto a la evolución del riesgo, en general, se ha identificado una **tendencia al alza en todos los escenarios contemplados en un futuro**. No obstante, y sin olvidar la mayor incertidumbre que existe para las proyecciones de precipitaciones futuras, esta tendencia positiva no se distribuye de igual forma en todos los municipios. El índice climático RV100YEAR (promedio de las precipitaciones máximas para un período de retorno de 100 años), utilizado en este proyecto como indicador de amenaza, determina los valores de riesgo obtenidos. Así, se puede observar que **en el periodo 2011-2040**, en el escenario RCP 4.5, la variación del riesgo con respecto al periodo de referencia 1971-2000 es **entre -1 y +4 %**, muy similar a la que se produciría en el escenario RCP 8.5, con valores **entre -2 y +4 %**. Esta variabilidad se observa de manera aún más evidente en el periodo 2071-2100, con rangos que oscilan **entre -1 y +8 %** para el escenario RCP 4.5 y **entre 0 y +10 %** para el escenario RCP 8.5.

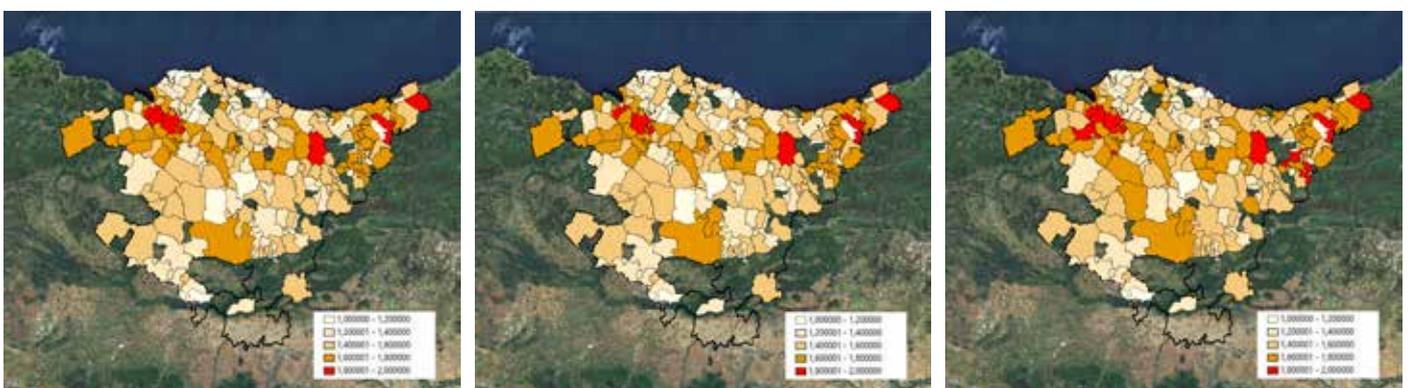


Figura 14. Índices de riesgo para la cadena de impacto “Inundaciones fluviales sobre el medio urbano”, para periodo de referencia 1971-2000, periodo 2011-2040, y periodo 2071-2100 bajo el escenario RCP 8.5.

3.3 Impacto por inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano

Según las proyecciones, datos y metodología utilizados en este proyecto, se ha identificado que **58 municipios de los 251 que forman parte de la CAPV (23 %)** están **expuestos** de alguna forma a esta amenaza. De manera análoga a lo mencionado en anteriores cadenas de impacto, para estos municipios se ha evaluado su vulnerabilidad y riesgo a partir del correspondiente grupo de indicadores de amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa previamente seleccionados, análogos en gran medida con los indicadores utilizados para elaborar los índices compuestos de la cadena Impacto por inundaciones fluviales sobre el medio urbano.

La figura 15 muestra la distribución de los índices de riesgo de “Inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano”, en la actualidad (año 2016), año 2050, y año 2100, bajo el escenario RCP 8.5.

Respecto a la evolución del riesgo, en general, se ha identificado una **tendencia al alza en todos los escenarios contemplados en un futuro**. Así, se puede observar que, **en el año 2050**, en el escenario RCP 4.5, la variación del riesgo con respecto al año de referencia 2016 es **entre 0 y 8 %**, mientras que en el escenario RCP 8.5 se sitúa **entre 0 y 21 %**. Esta variabilidad se observa de manera aún más evidente **en el año 2100**, especialmente en el escenario

más desfavorable, con rangos que oscilan **entre 0 y 9 %** para el escenario RCP 4.5 y **entre 0 y 35 %** para el escenario RCP 8.5.

3.4 Impacto por aumento de la sequía sobre actividades económicas (esp. medio agrario)

Dado que el suelo no urbanizable, en general, y el suelo agrario destinado a actividades económicas, en particular, pueden ser los receptores de los posibles impactos por aumento de los periodos de sequías, se han considerado ambos factores como determinantes de la exposición a este tipo de amenaza climática. Por ello, el **100 % de los municipios de la CAPV** se encuentran, en mayor o menor medida, afectadas por este tipo de riesgo. Por tanto, para el conjunto de los 251 municipios de la CAPV se ha evaluado su vulnerabilidad y riesgo a partir de un grupo de indicadores de amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa previamente seleccionados para esta cadena de impacto.

La figura 16 muestra la distribución de los índices de riesgo de “aumento de las sequías sobre las actividades económicas, con especial interés en el medio agrario”, para el periodo de referencia 1971-2000, periodo 2011-2040, y periodo 2071-2100 bajo el escenario RCP 8.5.

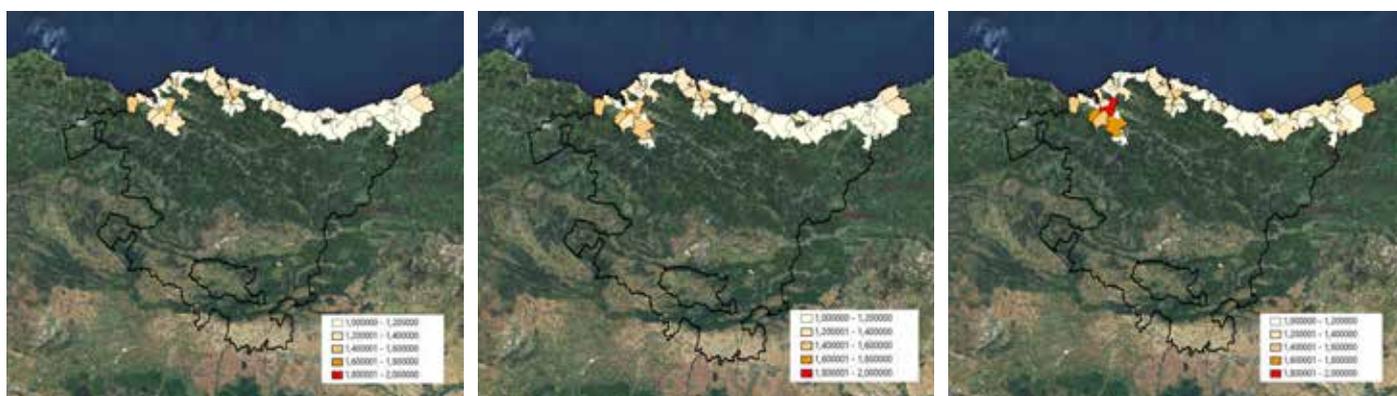


Figura 15. Índices de riesgo para la cadena de impacto “Inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano”, en la actualidad (2019), año 2050, y año 2100, bajo el escenario RCP 8.5.

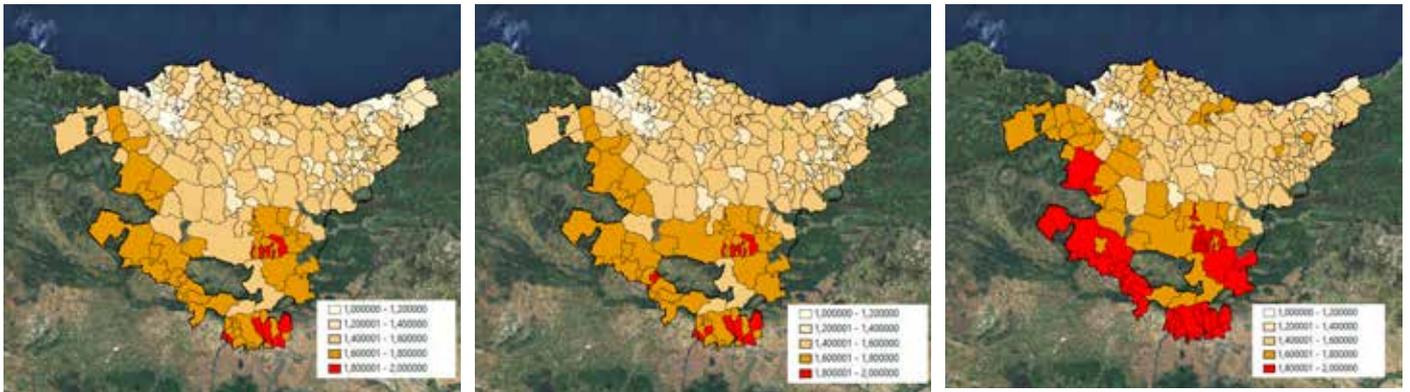


Figura 16. Índices de riesgo para la cadena de impacto “aumento de las sequías sobre las actividades económicas, con especial interés en el medio agrario”⁴⁰, para el periodo de referencia 1971-2000, periodo 2011-2040, y periodo 2071-2100 bajo el escenario RCP 8.5.

Respecto a la evolución del riesgo se ha identificado una **tendencia al alza en todos los escenarios contemplados en un futuro. Así, en el periodo 2011-2040**, y según el escenario RCP 4.5, se produciría un incremento del riesgo para los municipios de la CAPV que oscila **entre un 1 y un 3 %** con respecto al riesgo del periodo de

referencia 1971-2000. Según el escenario RCP 8.5, este incremento del riesgo se situaría **entre valores de 0 y 3 %**. Por su parte, **en el periodo 2071-2100** este incremento sería más acusado, **entre 2 y 6 %**, en el escenario RCP 4.5, y **entre 4 y 11 %** en el escenario RCP 8.5.

⁴⁰ Por razones de espacio, en el visor de GeoEuskadi se ha renombrado a “efecto de la sequía sobre el sector agropecuario”.

04

Medidas de adaptación generales según cadenas de impacto, tipologías y sectores

Se presenta a continuación un **conjunto de medidas generales**, a considerar por los municipios de la CAPV, **alineadas con los resultados obtenidos en la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo**. Esta batería de posibles medidas no pretende de ninguna forma sustituir la elaboración de un plan de adaptación municipal propio, sino proponer y facilitar a los municipios la selección de algunas medidas tipo que, a priori, podrían contemplar en función de los riesgos particulares que les afecten.

Las medidas **se clasifican por cadena de impacto** y, a partir de ahí, la propuesta de medidas está caracterizada **por sectores y tipologías**. Para la elaboración del listado de medidas se ha acudido a la siguiente documentación:

- El Cuaderno de trabajo n.º 12 de Udalsarea 21 *“Guía para la elaboración de programas municipales de adaptación al cambio climático”*,
- Guía Metodológica *“Medidas para la mitigación y la adaptación al cambio climático en el planeamiento urbano”*⁴¹ de la FEMP (2015),
- Proyecto asociado a la Estrategia de Cambio Climático del País Vasco KLIMA 2050 para la *“Identificación buenas prácticas de adaptación al cambio climático en el ámbito municipal y elaboración material de divulgación”*,

- *“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, proyecto Klimatek 2016⁴², y
- Plan de adaptación al cambio climático de Donostia / San Sebastián.

4.1 Tipos de medidas según tipologías y sectores

Cada una de las medidas propuestas se encuentra caracterizada según su tipología y el sector sobre el que es aplicable. Así, las medidas según su **tipología** pueden ser:

- Estructurales.
- Tecnológicas
- Soluciones basadas en la naturaleza (NBS).
- Medidas de sensibilización y formación.
- Generación de conocimiento y apoyo a toma de decisiones.

⁴¹ http://www.gea21.com/_media/publicaciones/guia_femp_medidas_ccc_planeamiento_urbano.pdf

⁴² <http://www.udalsarea21.net/Publicaciones/Ficha.aspx?IdMenu=892e375d-03bd-44a5-a281-f37a7cbf95dc&Cod=adb2e51-3d8c-4879-ab8d-9a7ab8d48e45&Idioma=es-ES>

- Financiación, subvenciones e incentivos fiscales.
- Planes y programas, normativa, gobernanza y gestión.
- Preventivas.
- Sistemas de alerta.

Por su parte, si atendemos a los sectores sobre los que pueden ser aplicables, la agrupación podría hacerse de la siguiente manera:

- MEDIO NATURAL-Recursos hídricos.
- MEDIO NATURAL-Ecosistemas terrestres y costeros.
- MEDIO NATURAL-Suelo.
- MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS-Infraestructuras críticas.
- MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS-Infraestructuras lineales de transporte.
- MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS-Planificación del territorio y planeamiento urbano.
- MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS-Medio Urbano.
- MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS-Edificaciones.

- ACTIVIDAD-Agrario, forestal, ganadero y pesquero.
- ACTIVIDAD-Industria.
- ACTIVIDAD-Turismo.
- ACTIVIDAD-Finanzas-Seguros.
- SALUD Y PROTECCIÓN CIVIL-Salud.
- SALUD Y PROTECCIÓN CIVIL-Protección civil y emergencias.
- OTROS-Otros sectores no contemplados o acciones transversales.

4.2 Relación de medidas de adaptación generales para municipios

Se expone en la Tabla 2 una relación de las medidas generales propuestas para municipios, indicando a qué cadena o cadenas de impacto respondería cada una de ellas, su tipología y el sector principal en el que se aplicaría.

Medidas	 Impacto por olas de calor sobre la salud humana	 Impacto por inundaciones fluviales sobre el medio urbano	 Impacto por inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano	 Impacto por aumento de la sequía sobre actividades económicas	Sector	Tipología
01. Incrementar la superficie verde y permeable de plazas, espacios y edificios públicos del municipio	X	X			MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS-Planificación del territorio y planeamiento urbano	NBS
02. Realizar obras de reacondicionamiento para mejorar la eficiencia energética de los edificios públicos	X				MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS-Edificaciones	Estructurales
03. Crear una red de conectividad ecológica local para mantener la biodiversidad en el ecosistema urbano	X	X	X	X	MEDIO NATURAL-Ecosistemas terrestres y costeros	NBS
04. Fomentar el reverdecimiento de azoteas y balcones de edificios, así como de espacios comunes y patios de manzana	X				MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS-Edificaciones	NBS

Medidas	 Impacto por olas de calor sobre la salud humana	 Impacto por inundaciones fluviales sobre el medio urbano	 Impacto por inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano	 Impacto por aumento de la sequía sobre actividades económicas	Sector	Tipología
05. Elaborar un protocolo de actuación preventivo ante eventos de olas de calor implicando a agentes del municipio que incluya alerta temprana, consejos y recomendaciones para la población vulnerable	X				SALUD Y PROTECCIÓN CIVIL-Salud	Sistemas de alerta
06. Identificar, adaptar y mantener zonas urbanas de refresco como recurso para la población vulnerable en episodios de olas de calor (plazas y paseos con sombra, fuentes, etc.)	X				SALUD Y PROTECCIÓN CIVIL-Salud	NBS
07. Fomentar el conocimiento y dar a conocer a la ciudadanía los posibles efectos del cambio climático sobre el municipio	X	X	X	X	OTROS-Otros sectores no contemplados o acciones transversales	Medidas de sensibilización y formación
08. Llevar a cabo un análisis de los recursos hídricos existentes y la demanda bajo condiciones climáticas futuras (prever la necesidad de aumentar la capacidad de almacenamiento de agua con antelación)	X				MEDIO NATURAL-Recursos hídricos	Generación de conocimiento y apoyo a toma de decisiones
09. Actualizar periódicamente los planes de emergencia de protección civil incorporando los riesgos climáticos previstos	X	X	X	X	SALUD Y PROTECCIÓN CIVIL-Protección civil y emergencias	Preventivas
10. Elaboración de protocolos de actuación de forma participada junto con vecinos/as que habitualmente puedan verse afectados/as por impactos concretos	X	X	X		SALUD Y PROTECCIÓN CIVIL-Protección civil y emergencias	Preventivas
11. Elaborar un listado de residencias de personas mayores, centros de educación infantil y otros centros en los que sea previsible la presencia de personas vulnerables a episodios de altas temperaturas	X				SALUD Y PROTECCIÓN CIVIL-Salud	Medidas de sensibilización y formación
12. Instalar piscinas urbanas de poca profundidad y alimentadas por agua de lluvia para contrarrestar el efecto "isla de calor"	X				MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS-Medio Urbano	Estructurales

Medidas de adaptación generales según cadenas de impacto, tipologías y sectores

Medidas	 Impacto por olas de calor sobre la salud humana	 Impacto por inundaciones fluviales sobre el medio urbano	 Impacto por inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano	 Impacto por aumento de la sequía sobre actividades económicas	Sector	Tipología
13. Equipar los hogares de personas más vulnerables con medidas que ayuden a mejorar el confort y el control térmico dentro de los hogares en episodios de altas temperaturas: termómetros, ventiladores, toldos, etc.)	X				MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS-Edificaciones	Preventivas
14. Renaturalizar el cauce de los ríos en zonas expuestas y vulnerables a inundación fluvial		X			MEDIO NATURAL-Recursos hídricos	NBS
15. Implementar Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUD)		X			MEDIO NATURAL-Recursos hídricos	Estructurales
16. Asegurar que la normativa urbanística municipal relativa a nueva construcción tenga en cuenta el aumento de riesgo de inundación (costero y fluvial) y el aumento de riesgo de sequía		X	X		MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS-Edificaciones	Planes y programas, normativa, gobernanza y gestión
17. Restringir la construcción de nuevas edificaciones en zonas anegables (incluso en aquellas que actualmente no corren alto riesgo de inundación)		X	X		MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS-Planificación del territorio y planeamiento urbano	Planes y programas, normativa, gobernanza y gestión
18. Revisar las pólizas de seguros contratadas por el ayuntamiento y garantizar que dan cobertura a los riesgos asociados al cambio climático		X	X		ACTIVIDAD-Finanzas-Seguros	Planes y programas, normativa, gobernanza y gestión
19. Coordinar con los agentes públicos competentes la gestión y/o intervención en las zonas expuestas a inundación		X			MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS-Planificación del territorio y planeamiento urbano	Planes y programas, normativa, gobernanza y gestión
20. Analizar la capacidad de la red de saneamiento municipal bajo escenarios de cambio climático		X			MEDIO NATURAL-Recursos hídricos	Estructurales
21. Instalar "jardines de lluvia". Los jardines de lluvia consisten en áreas de depresión con vegetación específica (plantas y hierbas autóctonas de raíz larga) para la absorción de agua de lluvia, que se llenan en episodios de lluvia y el agua se va filtrando al suelo en lugar de enviarlo a la red		X			MEDIO NATURAL-Recursos hídricos	NBS

Medidas	 Impacto por olas de calor sobre la salud humana	 Impacto por inundaciones fluviales sobre el medio urbano	 Impacto por inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano	 Impacto por aumento de la sequía sobre actividades económicas	Sector	Tipología
22. Cambio de ubicación de centros con afluencia de público expuestos a inundaciones		X	X		MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS-Planificación del territorio y planeamiento urbano	Preventivas
23. Construir tanques de tormenta con el fin de incrementar la capacidad de evacuación de las lluvias reduciendo así los riesgos de inundación		X			MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS-Medio Urbano	Estructurales
24. Establecer un procedimiento de revisión y mantenimiento de las infraestructuras del municipio expuestas a la subida del nivel de mar y/o de fuerte oleaje			X		MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS-Medio Urbano	Planes y programas, normativa, gobernanza y gestión
25. Estudiar el efecto del oleaje y la subida del nivel del mar en las corrientes y en las playas del municipio			X		MEDIO NATURAL-Ecosistemas terrestres y costeros	Generación de conocimiento y apoyo a toma de decisiones
26. Frenar el avance de la línea costera mediante intervenciones de diferente naturaleza (restauración de dunas, regeneración de playas, regeneración de marismas y humedales, etc.)			X		MEDIO NATURAL-Ecosistemas terrestres y costeros	NBS
27. Construir diques que tengan como objetivo reducir el riesgo de los acontecimientos asociados a la subida del nivel del mar			X		MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS-Medio Urbano	Estructurales
28. Adaptar las redes de saneamiento a la posibilidad de sufrir avenidas e inundaciones, especialmente en los lugares donde los ríos descargan en el mar			X		MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS-Infraestructuras críticas	Estructurales
29. Vigilar el litoral para hacer aportaciones de sólidos desde ríos y otras zonas de la costa con objeto de estabilizarlo. Esta medida se ha de desarrollar en coordinación con otros municipios y administraciones públicas			X		MEDIO NATURAL-Ecosistemas terrestres y costeros	Preventivas
30. Implantar sistemas de alerta temprana para fuegos forestales				X	SALUD Y PROTECCIÓN CIVIL-Protección civil y emergencias	Sistemas de alerta

Medidas de adaptación generales según cadenas de impacto, tipologías y sectores

Medidas	 Impacto por olas de calor sobre la salud humana	 Impacto por inundaciones fluviales sobre el medio urbano	 Impacto por inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano	 Impacto por aumento de la sequía sobre actividades económicas	Sector	Tipología
31. Considerar el uso de especies alternativas para árboles y arbustos en parques y zonas verdes, seleccionando aquellas variedades con mayor tolerancia a la sequía				X	MEDIO NATURAL- Ecosistemas terrestres y costeros	NBS
32. Facilitar la adaptación del sector primario (agrario y pesquero) a las nuevas condiciones climáticas (a combatir los efectos negativos del cambio climático y a aprovechar las oportunidades que del mismo se deriven)				X	ACTIVIDAD-Agrario, forestal, ganadero y pesquero	Generación de conocimiento y apoyo a toma de decisiones
33. Explorar nuevos mercados y nuevas oportunidades económicas derivadas del cambio climático				X	OTROS-Otros sectores no contemplados o acciones transversales	Generación de conocimiento y apoyo a toma de decisiones
34. Dedicar las zonas de mayor riesgo de inundación a usos menos sensibles como parques y zonas deportivas		X	X		MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS- Planificación del territorio y planeamiento urbano	Preventivas
35. Evitar mediante la regulación de los usos dotacionales en el proceso de calificación del suelo, la ubicación de instalaciones críticas (hospitales, cuarteles de bomberos y policía, plantas de tratamiento de residuos...) en zonas de riesgo, especialmente de inundación e incendio	X	X	X		MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS- Planificación del territorio y planeamiento urbano	Preventivas
36. Evitar la creación de aparcamientos subterráneos en zonas afectadas por riesgo de inundación		X	X		MEDIO URBANO E INFRAESTRUCTURAS- Planificación del territorio y planeamiento urbano	Preventivas

Tabla 2. Medidas de adaptación generales para municipios según las cadenas de impacto analizadas, tipologías y sectores de aplicación.

Resumen, conclusiones generales y potencial uso de los resultados del proyecto

Se exponen a continuación un resumen y conclusiones generales sobre los objetivos, alcance y resultados del proyecto, así como el potencial uso de estos últimos.

El objetivo principal del proyecto ha sido la **realización de una evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo de los municipios de la CAPV ante el cambio climático**.

El conocimiento sobre qué municipios y en qué medida pueden verse afectados ante las principales amenazas climáticas actuales y futuras resulta de gran interés y ayuda para la puesta en marcha de mecanismos y políticas de respuesta efectivas a diferentes escalas.

Para lograr este objetivo se ha llevado a cabo una serie de **tareas más específicas**, que se resumen a continuación:

- Revisión del enfoque metodológico y modelo de datos del anterior análisis de vulnerabilidad de municipios de la CAPV, llevado a cabo en el año 2010 en un contexto muy diferente al de nuestros días: impulso a las políticas de adaptación en Europa (Estrategia Europea de Adaptación al cambio climático, 2013, e iniciativa “*Mayors Adapt*”, 2014, por ejemplo); adhesión de municipios vascos a otras iniciativas internacionales (“*Compact of Mayors*”, por ejemplo); marco conceptual propuesto en el 5º Informe del IPCC sobre Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad (2014); publicación de la Estrategia Vasca de Cambio Climático KLIMA 2050 (2015); oportunidad de incorporar nuevas fuentes de datos públicos o más actualizados en la escala regional y local (Geoeuskadi, Udalplan, Eustat, etc.).
- Revisión de los diagramas o árboles de problemas, las principales amenazas climáticas y los posibles sectores o ámbitos más impactados que aparecen identificados en la Estrategia KLIMA 2050, que han servido de soporte, a su vez, para el enfoque de la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo, priorizando aquellas cadenas de impacto que se han considerado más relevantes para el conjunto de municipios de la CAPV:
 - a. Impacto por olas de calor sobre la salud humana,
 - b. Impacto por inundaciones fluviales sobre el medio urbano,
 - c. Impacto por inundaciones por subida del nivel del mar sobre el medio urbano, e
 - d. Impacto por aumento de la sequía sobre actividades económicas (especialmente medio agrario).
- Elaboración, mediante técnicas de análisis espacial, de unas bases de datos de indicadores municipales orientadas a las cadenas de impacto seleccionadas.
- Realización de una evaluación cuantitativa de la vulnerabilidad y el riesgo relativos de los municipios de la CAPV, basado en indicadores y técnicas estadísticas, para cada cadena de impacto seleccionada y desde una perspectiva de escenarios climáticos múltiples (periodos de referencia y futuros).
- Generación de una amplia colección de datos geográficos, tablas, gráficos y salidas cartográficas con el fin de facilitar la interpretación y comparación de los resultados obtenidos en la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo en el conjunto de la CAPV.

- Elaboración de fichas resumen, para cada municipio de la CAPV, en las que se incluyen los datos resultantes de la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo, comparándolos con los de la comarca a la que pertenecen y los de la comunidad autónoma.
- Propuesta de una batería general de medidas de adaptación para los municipios en función de sus tipos de riesgo, identificando asimismo la tipología de la medida y el sector al que aplica.

Es importante señalar que no se trata solo de una evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo desde un punto de vista cualitativo, sino que la metodología empleada para el conjunto de municipios de la CAPV se basa en la utilización de un **conjunto combinado de métodos cualitativos, estadísticos y de análisis espacial** que toma como referencia **recientes aproximaciones a nivel internacional** para la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo **en el ámbito local y regional**.

Esta evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo se ha llevado a cabo a partir de una **batería de indicadores municipales** que ha sido **generada de manera expresa para este proyecto** y cuya definición se ha alineado, en la medida de lo posible, con otros sistemas de indicadores ya existentes y, en particular, con el **Sistema de Indicadores de Sostenibilidad Local de la Comunidad Autónoma del País Vasco (2017)**.

Los resultados obtenidos han permitido realizar una **comparativa entre municipios** e identificar aquellos cuyas vulnerabilidades y riesgos frente al cambio climático son más relevantes según las **cadenas de impacto** seleccionadas y los **escenarios climáticos** futuros.

Un aspecto también importante para la elaboración de las bases de datos de indicadores es que se ha optado por utilizar datos públicos procedentes de **fuentes oficiales** (preferentemente de ámbito autonómico), que sean **lo más recientes posibles**, que hayan sido actualizados hasta el momento **de forma periódica** y que tengan una **cobertura total para el conjunto de los 251 municipios** de la CAPV.

Aunque en principio no era objeto del proyecto, se ha considerado de especial interés que los resultados obtenidos para cada uno de los municipios de la CAPV, especialmente los representados en tablas y gráficos, **se agrupen** en unidades territoriales supramunicipales, concretamente **en comarcas**, de modo que se puedan interpretar más

fácilmente aspectos tales como, por ejemplo, si todos los municipios de una comarca se comportan bajo un mismo patrón para un determinado riesgo o, por el contrario, si presentan diferencias evidentes entre ellos. Es muy interesante resaltar que los resultados se pueden visualizar y analizar también desde un punto de vista cartográfico, lo que facilita la **comprensión de los mismos en un contexto territorial** y su comparación entre municipios.

Además, como aspecto novedoso de este proyecto con respecto a otros similares realizados hasta la fecha, no solo en el ámbito nacional, sino también en el internacional, cabe destacar que el **análisis de riesgo** de las diferentes cadenas de impacto se ha llevado a cabo **desde una perspectiva de escenarios múltiples**. De esta manera, los resultados de la evaluación del riesgo según cada cadena de impacto han permitido detectar tanto las **diferencias entre los índices** de los distintos municipios, considerando un determinado horizonte temporal y escenario, como mostrar, muy especialmente, **la posible tendencia o evolución** y el grado de intensidad del cambio en los valores de estos índices **a lo largo del tiempo**, teniendo en cuenta de forma conjunta varios horizontes temporales y escenarios.

Los recursos metodológicos y los resultados que ofrece este estudio pueden permitir tomar **decisiones de planificación territorial y planeamiento urbanístico** mejor informadas, con el fin de anticiparse a los posibles impactos del cambio climático, así como actuar de manera proactiva, para incrementar la eficiencia y resiliencia del territorio, tal y como persigue la Meta 3 de la Estrategia KLIMA 2050.

Desde el punto de vista de la planificación territorial, los resultados del proyecto permitirían la **identificación de patrones territoriales de vulnerabilidad y riesgo**, destacando puntos o ámbitos críticos ante diferentes amenazas climáticas, desde una perspectiva multiescalar, tanto a nivel de toda la CAPV, de los territorios históricos, como de las diferentes áreas funcionales. Esta identificación de puntos o zonas críticas podría servir como información de partida y potencial marco para establecer **requerimientos** a nivel de ordenación y planificación territorial sobre la necesidad **de estudios específicos o de detalle** sobre amenazas, vulnerabilidad y riesgos en puntos o zonas críticas de nuestro territorio, teniendo en cuenta la consideración de la información climática disponible. Los resultados podrían igualmente posibilitar la toma de decisiones sobre **inversiones y/o zonas de actuación** prioritarias en materia de adaptación.

Por ejemplo, los **Planes Territoriales Parciales** (PTP) podrían incorporar, en su documento de afecciones al planeamiento municipal en el que se resumen las principales determinaciones que afectan a cada municipio del área funcional, la información individualizada de las fichas generadas en este estudio para los municipios que forman parte de dicho área. De esta forma, se tendría una visión global del estado del área funcional en materia de vulnerabilidad y riesgo frente al cambio climático y, por consiguiente, se podría tomar decisiones de planificación e intervención en el territorio con una perspectiva de gestión adaptativa. En función de la situación específica de cada área funcional, si procede, se podría valorar solicitar a aquellos municipios que presentan una mayor vulnerabilidad y riesgo la realización de estudios específicos para aquellos riesgos más significativos o, en caso de no llevarlos a cabo, la correspondiente justificación motivada.

También en el nivel de planificación territorial, los índices de vulnerabilidad y riesgo ante el cambio climático podrían incorporarse junto con otros **indicadores de monitorización y seguimiento** (anexo 12.2. Indicadores de Sostenibilidad Territorial y Urbanística de la revisión de las Directrices de Ordenación del Territorio de la CAPV) con el objeto de enriquecer los análisis comparativos de planificación territorial y urbanística en el marco de las memorias de seguimiento de los PTP y Planes Territoriales Sectoriales (PTS).

En la escala local, la identificación de zonas de intervención prioritaria en los Documentos de Avance de los Planes Generales de Ordenación Urbana (PGOU), así como los informes estratégicos ambientales que los acompañan y, en mayor o menor medida, la toma de decisiones en los procesos de **planeamiento urbanístico general o estructural** son algunos de los potenciales usos de los resultados del proyecto. El planteamiento del Manual de Planeamiento Urbanístico en Euskadi para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático supone un marco adecuado para la integración del análisis pues, de forma exhaustiva, propone qué enfoque y alcance pueden tener el componente de cambio climático en diferentes escalas e instrumentos, asociados a amenazas como las analizadas en este estudio y en el que ocupan un lugar destacado las inundaciones y las temperaturas extremas / isla de calor urbana.

También desde la escala local, es claro que los municipios cuentan con una importante capacidad adaptativa a través de políticas locales especialmente relevantes como son, además de la planificación urbanística, el abastecimiento de agua potable, las redes de saneamiento y el trata-

miento de aguas residuales, la gestión de vías y espacios públicos, la protección medioambiental o la salud pública, entre otros. Desde esta perspectiva, los resultados de esta evaluación de vulnerabilidad y riesgo se convierten en una herramienta para el **autodiagnóstico en la escala municipal** identificando políticas en las que es necesario considerar la adaptación al cambio climático haciendo uso de la información disponible a través de estudios específicos.

En este contexto la información global de riesgos y **necesidades de adaptación a nivel municipal** puede servir como información de partida para:

- La posible elaboración de **planes de adaptación** autónomos, estableciendo un enfoque común que permita armonizar y comparar conceptos e indicadores que puedan ser incorporados en la **monitorización** de los planes de adaptación.
- La revisión y actualización de planes de cambio climático existentes.
- Su consideración en procesos y planes de sostenibilidad o **Agendas 21 Locales** integrando el componente de vulnerabilidad y riesgo del cambio climático, asociado a herramientas de gestión y seguimiento de políticas de sostenibilidad, como eMugui en el País Vasco.
- Su consideración en políticas y planes sectoriales locales claves para hacer frente a los efectos de cambio climático, como la **gestión de riesgos** en los **planes de emergencia**, u otros planes municipales como los de salud pública, para ayudar a actualizarlos incorporando aspectos climáticos.
- El cumplimiento y seguimiento de **compromisos internacionales** como el *Global Covenant of Mayors* para el Clima y la Energía.
- La identificación de cadenas de impacto que requieran **estudios específicos** en nuestro municipio (mapas térmicos, inundaciones, etc.) para su uso en planes de desarrollo urbanístico, planes de regeneración urbana, proyectos de inversión, etc.
- Identificación de oportunidades de colaboración y **actuación a nivel comarcal**, para trabajar conjuntamente, a fin de reducir el impacto asociado a cadenas de impacto que afecten a espacios supramunicipales como las cuencas o costas.

Cabe también por último destacar el potencial uso tanto en el ámbito académico y de investigación, como por parte de **agentes privados**, tomando decisiones sobre la elaboración de estudios, la adopción de criterios de inversiones, etc.

Referencias y bibliografía

- AENOR. Norma UNE-ISO 37120:2015. *Desarrollo sostenible en las ciudades. Indicadores para los servicios urbanos y la calidad de vida sobre Indicadores para los servicios urbanos y calidad de vida*. URL: <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0054983>
- Alianza Clima y Desarrollo (CDKN). 2016. *Planificación en torno a incrementos de temperatura provocados por el clima en el Área Metropolitana de San Salvador*. URL: <https://cdkn.org>
- Ayuntamiento de Donostia/San Sebastián. *Plan de Adaptación de Donostia/San Sebastián*. 2017. URL: <https://www.donostia.eus>
- Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. *Plan de Adaptación al cambio climático de Vitoria-Gasteiz*. 2011. URL: <http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/41/69/44169.pdf>
- Ayuntamiento de Madrid. *Análisis de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático en la ciudad de Madrid*. 2015. URL: <http://www.madrid.es>
- Climate Group. *Compact of States and Regions. Disclosure report*. 2016. URL: https://www.theclimategroup.org/sites/default/files/downloads/compact_report_2016_0.pdf
- Comisión Europea. *Estrategia de adaptación al cambio climático de la UE*. Bruselas. 2013. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0216:FIN:ES:PDF>
- Comisión Europea. *Evaluación de la Estrategia de adaptación al cambio climático de la Unión Europea*. 2018. URL: <https://ec.europa.eu>
- Comisión Europea. Proyecto RAMSES. *Reconciling Adaptation, Mitigation and Sustainable Development for cities (2012-2017)*. URL: <http://www.ramses-cities.eu/home/>
- Comisión Europea. Proyecto RESIN. *Climate Resilient Cities and Infrastructures (2015-2018)*. URL: <http://www.resin-cities.eu/home/>
- Chust G., Caballero A., Marcos M., Liria P., Hernández C., Borja A. 2010. *Regional scenarios of sea level rise and impacts on Basque (Bay of Biscay) coastal habitats, throughout the 21st century*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 87: 113-12
- Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP). *Guía Metodológica "Medidas para la mitigación y la adaptación al cambio climático en el planeamiento urbano" 2015*. URL: <http://www.gea21.com>
- Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP). *La vulnerabilidad al cambio climático a escala local*. 2010. URL: <http://www.redciudadesclima.es/files/2017-06/vulnerabilidad-cambioclimatico-escalalocal.pdf>
- Global Covenant of Mayors for Climate and Energy. URL: <https://www.globalcovenantofmayors.org/>
- Gobierno Vasco. *Cambio climático: impacto y adaptación en la Comunidad Autónoma del País Vasco*. K-Egokitzen. 2011. URL: <http://www.euskadi.eus>
- Gobierno Vasco. *Estrategia de Cambio Climático 2050 del País Vasco*. 2015. URL: <http://www.euskadi.eus>
- Gobierno Vasco. *Estrategia Vasca de cambio climático 2050. Líneas estratégicas y económicas básicas*. 2015. URL: <http://participacion.cantabria.es>
- Gobierno Vasco. *Infraestructura de Datos Espaciales de Euskadi (GeoEuskadi)*. URL: <http://www.geo.euskadi.eus/s69-15375/es>
- Gobierno Vasco. *Sistema de información geográfica y banco de datos territoriales (Udalplan)*. 2016. URL: <http://www.euskadi.eus>

- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). *Cambio Climático 2014: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad*. URL: https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/index_es.shtml
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2007. URL: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/contents.html
- Ihobe. 2016. *Identificación buenas prácticas de adaptación al cambio climático en el ámbito municipal y elaboración material de divulgación*.
- Ihobe. Klimatek 2016. *Elaboración de escenarios regionales de alta resolución para el País Vasco*. 2016. URL: <http://www.ihobe.eus/publicaciones/coleccion-klimatek-elaboracion-escenarios-regionales-alta-resolucion-sobre-pais-vasco>
- Ihobe. Klimatek 2016. *Prevención de los efectos sobre la salud de las olas de calor en un contexto de cambio climático*. URL: <http://www.ihobe.eus/publicaciones/coleccion-klimatek-evaluacion-impacto-temperaturas-extremas-sobre-salud-en-pais-vasco-bajo-condiciones-cambio-climatico>
- Instituto Vasco de Estadística (EUSTAT). URL: <http://www.eustat.eus/indice.html>
- Udalsarea 21. *Cómo medir la sostenibilidad local. Sistema de indicadores de sostenibilidad local de la Comunidad Autónoma del País Vasco 2017*. 2017. URL: <http://www.udalsarea21.net>
- Udalsarea 21. *Guía para la elaboración de programas municipales de adaptación al cambio climático*. 2011. URL: <http://www.udalsarea21.net>
- Udalsarea 21. *Manual de planeamiento urbanístico en Euskadi para la mitigación y adaptación al cambio climático*. URL: <http://www.udalsarea21.net>
- Udalsarea 21. *‘Soluciones Naturales’ para la adaptación al cambio climático en el ámbito local de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. 2017. URL: <http://www.udalsarea21.net>
- Slangen, A. B. A., C. A. Katsman, R. S. W. van de Wal, L. L. A. Vermeersen, and R. E. M. Riva (2011), *Towards regional projections of twenty-first century sea-level change based on IPCC SRES scenarios*, *Clim. Dyn.*, 38, 1191–1209, doi:10.1007/s00382-011-1057-6.
- Tapia, C., Abajo, B., Feliu, E., Mendizabal, M., Martínez, J.A., Fernández, G., Laburu, T., y Lejarazu, L. 2017. *Profiling urban vulnerabilities to climate change: An indicator-based vulnerability assessment for European cities*. *Ecological Indicators* 78 (2017) 142–155. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.02.040>

Anexo I

Glosario de términos relacionados con vulnerabilidad y riesgo al cambio climático

El glosario incluido en el Quinto Informe del IPCC sobre Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad (IPCC, 2014) proporciona las definiciones de los conceptos utilizados en esta publicación:

Riesgo (*Risk*)

Potencial de consecuencias en que algo de valor humano (incluidos los propios humanos) está en peligro con un desenlace incierto. A menudo se representa como la probabilidad de acaecimiento de tendencias o sucesos peligrosos multiplicada por las consecuencias en caso de que ocurran tales sucesos. Los riesgos resultan de la interacción del peligro, la exposición y la vulnerabilidad.

Peligro o amenaza (*Hazard*)

Tendencia o eventos climático (p. ej., cambio en temperatura o precipitación) que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos negativos sobre la salud, así como daños y pérdidas en propiedades, infraestructuras, medios de subsistencia, prestaciones de servicios y recursos ambientales.

Exposición (*Exposure*)

La presencia de personas, medios de subsistencia, especies o ecosistemas, servicios y recursos ambientales, infraestructura o activos económicos, sociales o culturales en lugares que podrían verse afectados negativamente.

Vulnerabilidad (*Vulnerability*)

Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación.

Sensibilidad (*Sensitivity*)

Grado en que un sistema o especie resultan afectados, positiva o negativamente, por la variabilidad o el cambio climáticos. Los efectos pueden ser directos (p. ej., una variación del rendimiento de los cultivos en respuesta a una variación de la temperatura) o indirectos (p. ej., los daños causados por un aumento de la frecuencia de las inundaciones costeras como consecuencia de una elevación del nivel del mar).

Capacidad de adaptación (*Adaptive capacity*)

Capacidad de los sistemas, las instituciones, los humanos y otros organismos para adaptarse ante posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias.

El objetivo del estudio llevado a cabo en la CAPV es precisamente evaluar el riesgo y la vulnerabilidad ante el cambio climático como una combinación de los factores que forman parte de estos elementos, es decir, la exposición, la sensibilidad y la capacidad de respuesta y adaptación.



EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

INGURUMEN, LURRALDE PLANGINTZA
ETA ETXEBIZITZA SAILA

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE,
PLANIFICACION TERRITORIAL Y VIVIENDA

www.ihobe.eus

www.ingurumena.eus

www.udalsarea21.net