

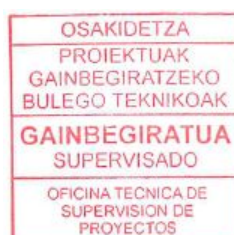


Modificación del Plan Especial del ámbito urbanístico MZ.05 Ciudad Sanitaria (Donostia – San Sebastián)

Documento Ambiental Estratégico

Anexo 2. Valoración del cambio climático en el proyecto

11 Agosto 2023



IDOM

ÍNDICE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 3 |
| 1.1 | OBJETO GENERAL DEL ESTUDIO | 3 |
| 2 | METODOLOGÍA..... | 4 |
| 2.1 | VALORACIÓN DEL IMPACTO DEL PROYECTO EN EL CLIMA. ANÁLISIS DE GEI..... | 4 |
| 2.2 | VALORACIÓN DEL IMPACTO DEL CLIMA EN EL PROYECTO: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMATICO..... | 5 |
| 3 | VALORACIÓN DEL IMPACTO DEL PROYECTO EN EL CLIMA: ANÁLISIS DE GEI..... | 6 |
| 3.1 | ALCANCE DEL ESTUDIO E IDENTIFICACIÓN DE EMISIONES..... | 6 |
| 3.2 | PROPUESTAS/MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI | 8 |
| 4 | VALORACIÓN DEL IMPACTO DEL CLIMA EN EL PROYECTO: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO | 11 |
| 4.1 | ANÁLISIS HISTÓRICO DE VARIABLES CLIMATOLÓGICAS..... | 11 |
| 4.2 | EVENTOS EXTREMOS..... | 18 |
| 4.3 | PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO..... | 22 |
| 4.4 | ANÁLISIS DE IMPACTOS CLIMÁTICOS..... | 32 |
| 4.5 | MEDIDAS DE ADAPTACIÓN | 32 |
| 5 | BIBLIOGRAFÍA..... | 34 |

1 INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO GENERAL DEL ESTUDIO

Entre los objetivos de la Estrategia de Cambio Climático 2050 para Euskadi está el de asegurar la resiliencia del territorio vasco al cambio climático. Según este documento, se espera que el cambio climático impacte en los hábitats de interés comunitario de la siguiente manera: pérdida de biodiversidad, cambios en estructura (dominancia/composición de comunidades), desaparición o disminución de poblaciones en hábitats específicamente vulnerables, cambios en fenología y ciclo vital, migración de algunas especies, establecimiento de otras especies, etc.

La realidad es que existen grandes incertidumbres de en qué medida el cambio climático afectará a los diferentes aspectos ambientales y de la velocidad a la que se pueden dar estos cambios.

De acuerdo con esto, el objeto de este documento es la identificación e integración de la valoración del cambio climático en la evaluación ambiental estratégica del nuevo Plan Especial en el ámbito urbanístico MZ.05 Ciudad Sanitaria que permita la ampliación de los servicios de salud, de Donostia-San Sebastián.

Como resultado de la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la cual se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, se especificó la necesidad de integrar el cambio climático en los estudios de impacto ambiental a través del análisis de la naturaleza y la magnitud de los gases de efecto invernadero, así como la vulnerabilidad del proyecto con respecto al cambio climático (BOE, 2018).

Para ello se ha llevado a cabo un estudio del impacto del cambio climático sobre el proyecto y viceversa:

- Valoración del impacto del proyecto en el clima (mitigación al cambio climático)
Análisis de los gases de efecto invernadero (GEI) generados por el proyecto y propuesta de medidas para reducirlos.
- Valoración del impacto del clima en el proyecto (adaptación al cambio climático)
Estudio de los impactos asociados al cambio climático a través del análisis histórico de variables climáticas, sus proyecciones y propuesta de medidas.

A continuación, se describe brevemente la metodología llevada a cabo para analizar cada uno de los enfoques del estudio.

2 METODOLOGÍA

2.1 VALORACIÓN DEL IMPACTO DEL PROYECTO EN EL CLIMA. ANÁLISIS DE GEI

El análisis de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) involucradas en el proyecto se ha llevado a cabo de forma cualitativa teniendo en cuenta que se trata de un documento de planificación. Al tratarse de un estudio informativo, se dispone exclusivamente de la información a nivel cualitativo de la planificación prevista en el nuevo Plan Especial en el ámbito urbanístico de Donostia-San Sebastián.

Este análisis cualitativo nos aporta una identificación de las posibles emisiones de GEI como resultado de la aprobación de la alternativa elegida finalmente. La identificación y análisis de emisiones de GEI se desarrolla en base a los tres alcances definidos por la norma ISO 14064 que son:

- **Alcance 1** → todas las emisiones directas que se producen dentro de los límites del proyecto
- **Alcance 2** → las emisiones indirectas correspondientes al consumo de electricidad para dar servicio al proyecto
- **Alcance 3 (opcional)** → el resto de las emisiones indirectas como el transporte de las materias primas, la gestión de los residuos, etc.

Los gases de efecto invernadero que se consideran son los siguientes:

- **CO₂** → dióxido de carbono
- **CH₄** → metano
- **N₂O** → óxido nitroso
- **Gases fluorados** → entre ellos: SF₆, HFC, PFC...

En el caso de realizar el análisis de forma cuantitativa, el resultado final del análisis de los anteriores gases se agrupa en kg de GEI (kg CO₂e) para dar un valor del potencial de cambio climático producto de la actividad de la planta.

El procedimiento de cálculo para obtener el resultado de las emisiones será el siguiente:

$$\text{Emisiones de GEI (kg de GEI)} = \text{Dato de actividad (DA)} \times \text{Factor de emisión (FE)}$$

DA = medida cuantitativa de la actividad que produce una emisión

FE = ratio que relaciona el dato de actividad con la emisión de GEI expresado en t GEI/ud (en función de la unidad del dato de actividad)

Como se ha indicado anteriormente, las emisiones de cada GEI se convierten a kg de CO₂e aplicando un nuevo factor llamado potencial de calentamiento global (PCG).

Una vez identificadas las principales fuentes de GEI así como estimado su impacto, se plantea una serie de medidas las cuales garantizarían una reducción en las emisiones en el caso de su aplicación.

2.2 VALORACIÓN DEL IMPACTO DEL CLIMA EN EL PROYECTO: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMATICO

La valoración del impacto del clima en el proyecto se ha llevado a cabo realizando un **análisis histórico de las variables climáticas** más significativas y que mayores consecuencias pueden acarrear al uso final del suelo definido en el plan a evaluación. Se analiza la evolución histórica de variables como la temperatura (medias, máximas, y medias y máximas estacionarias), precipitaciones, eventos extremos y las proyecciones de cambio climático de las mismas.

El análisis de variables climáticas y proyecciones de cambio climático realizado da como resultado una **priorización de amenazas** que ponen en riesgo el normal funcionamiento de la zona. Así, se priorizarán variables climáticas con alta frecuencia histórica cuyas proyecciones de cambio climático mantengan o intensifiquen su intensidad (Tabla 1).

Tabla 1. Priorización ilustrativa de amenazas asociadas al cambio climático

| ILUSTRATIVO | Frecuencia de los eventos históricos | | | Proyecciones de cambio climático | | | Priorización | | |
|--------------------|--------------------------------------|--|--|----------------------------------|--|--|--------------|--|--|
| | | | | | | | | | |
| Sequía | | | | | | | | | |
| Inundación fluvial | | | | | | | | | |
| Inundación pluvial | | | | | | | | | |
| Olas de Calor | | | | | | | | | |
| Heladas | | | | | | | | | |
| Vendavales | | | | | | | | | |

Una vez definidas las amenazas y se especifiquen los **impactos climáticos** que ejercen cada una de las amenazas priorizadas, se tratará de atenuar aquellos impactos asociados al cambio climático que se prevé afecten al complejo a través de la propuesta de diversas **medidas de adaptación** a corto plazo. Estas son actuaciones concretas que permiten reducir los impactos asociados al cambio climático actuando sobre los factores que determinan la exposición y la vulnerabilidad y explotando las oportunidades beneficiosas.

3 VALORACIÓN DEL IMPACTO DEL PROYECTO EN EL CLIMA: ANÁLISIS DE GEI

3.1 ALCANCE DEL ESTUDIO E IDENTIFICACIÓN DE EMISIONES

Se ha propuesto llevar a cabo un análisis exclusivamente cualitativo de las emisiones de GEI. Por lo tanto, no se han calculado las emisiones de GEI de forma cuantitativa, sino que se han identificado cuáles serán las principales fuentes de emisiones y se han descrito los procesos que las generarán.

Teniendo en cuenta que el análisis de emisiones se realiza sobre un plan especial de ordenación, es decir, que afecta principalmente al uso final al que será destinado dicho suelo, solo se tendrán en cuenta las emisiones que puedan producirse del uso final y características definidas en cada una de las alternativas.

A continuación, se recogen los tres alcances de contabilización de emisiones de GEI en base a la norma ISO 14064¹.

ALCANCE 1 – Emisiones producidas dentro de los límites del proyecto.

Las emisiones consideradas dentro de este alcance se pueden agrupar en fuentes fijas, fuentes móviles y fuentes difusas. En este sentido, para el uso del suelo al que está destinado el plan se esperan emisiones por la combustión de combustibles fósiles in situ, por ejemplo, por el uso de calderas, transporte interno. Así mismo es posible que se produzcan emisiones difusas por el uso de gases refrigerantes por el funcionamiento de equipos de climatización.

ALCANCE 2 – Emisiones que se producen fuera de los límites del proyecto, pero son debidas a la producción de energía eléctrica para cubrir la demanda. En este sentido, para el uso al que está previsto el suelo se entiende que existirá un consumo eléctrico para la iluminación, instalaciones, maquinaria etc. de las instalaciones previstas. Asimismo, será requerido para alumbrado público.

ALCANCE 3 – Emisiones que se producen fuera de los límites del proyecto pero que son consecuencia directa del proyecto.

- Dentro de las emisiones de alcance 3 cabe destacar, por su volumen de emisiones, los siguientes procesos: transporte general de personas, gestión de los residuos generados, así como transporte de

¹ Gases de efecto invernadero – Parte 1 – Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero

los materiales o bienes requeridos por el uso final al que está destinado el suelo. Respecto a los residuos, se han identificado dos fuentes de emisiones de GEI, en primer lugar, el transporte de los camiones de los residuos generados hasta el gestor y posteriormente, las emisiones generadas en el gestor por el tratamiento de estos o su disposición final.

De acuerdo con esta identificación cualitativa de emisiones de GEI, podemos realizar de forma simplificada la siguiente comparación entre alternativas:

| | Alternativa 1 | Alternativa 2 |
|---|--|---|
| Impacto en términos de emisiones de GEI | <p>Aumento de la edificabilidad del 47%.</p> <p>Una menor edificabilidad significa un menor impacto en términos de emisiones de GEI. Es decir, que una menor edificabilidad implica una ratio menor en términos de emisiones por m².</p> | <p>Aumento de la edificabilidad del 100%.</p> <p>Una mayor edificabilidad supone un mayor impacto en términos de emisiones de GEI.</p> |


Fuente: Equipo redactor, 2023.

3.2 PROPUESTAS/MEDIDAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI

Tabla 2. Medidas propuestas para la reducción de las emisiones de GEI

| Medidas | ALCANCE | | | Flujo fuente reducido |
|---|---------|---|---|--|
| | 1 | 2 | 3 | |
| <p>MEDIDA 1: Optimización de los recursos</p> <p>El diseño del plan de obra considerando una optimización en el uso de los recursos desde un punto de vista económico podría complementarse teniendo en cuenta el aspecto ambiental de forma que al optimizar los recursos energéticos se redujesen emisiones de GEI.</p> | ✓ | | | <ul style="list-style-type: none"> ■ Uso de maquinaria eficiente energéticamente ■ Uso de maquinaria nueva y con el mantenimiento adecuado. ■ Valorar la posibilidad de emplear combustibles con bajo potencial de calentamiento global |
| <p>MEDIDA 2: Gestores de residuos y rellenos sanitarios cercanos al proyecto, y materias primas de cercanía</p> <p>Se proponen proveedores cercanos para reducir las emisiones en el transporte de las materias primas; se plantea tener en cuenta la proximidad de los gestores de tratamiento de residuos, así como los rellenos en los que se depositen las fracciones resto.</p> | | | ✓ | <ul style="list-style-type: none"> ■ Emisiones asociadas al transporte de los residuos |

| Medidas | ALCANCE | | | Flujo fuente reducido |
|--|---------|---|---|--|
| | 1 | 2 | 3 | |
| <p>MEDIDA 3: Programas de sensibilización y concienciación de la separación de residuos</p> <p>Se propone optimizar al máximo la separación de residuos en origen reduciendo al máximo la cantidad de residuos enviados a vertedero. Se propone esta medida mediante una correcta identificación de los contenedores de recogida, señalizaciones, capacitaciones a los usuarios...</p> | | | ✓ | <ul style="list-style-type: none"> Emisiones asociadas a la gestión de los residuos |
| <p>MEDIDA 4: Uso de electricidad para el uso de la iluminación de la instalación procedente de generadoras de energía de fuentes renovables</p> <p>Se propone valorar la posibilidad de emplear electricidad para el funcionamiento de la iluminación de la instalación que provenga de comercializadoras que generen su energía a partir de fuentes renovables. De esta forma, las emisiones asociadas al consumo eléctrico del Alcance 2 se podrían ver reducidas hasta 0.</p> | | ✓ | | <ul style="list-style-type: none"> Emisiones asociadas al uso energético de la iluminación de la instalación durante la etapa de uso |
| <p>MEDIDA 5: Diseño bioclimático de edificaciones</p> <p>Incorporación del diseño bioclimático en edificaciones a través de medidas bioclimáticas, ventilación natural y protecciones solares en los edificios y espacios del complejo. Aplicable en construcción o rehabilitación posterior.</p> | ✓ | ✓ | | <ul style="list-style-type: none"> Combustión de combustibles fósiles para climatización Consumo eléctrico para la refrigeración y ventilación |

| Medidas | ALCANCE | | | Flujo fuente reducido |
|--|---------|---|---|--|
| | 1 | 2 | 3 | |
| <p>MEDIDA 6: Compra privada verde</p> <p>Apostar por compañías suministradoras que el origen de su energía sean fuentes renovables: por ejemplo, compañías con Garantía de Origen Renovable (GdO).</p> | | |  | <ul style="list-style-type: none"> Emisiones asociadas al consumo de electricidad |

4 VALORACIÓN DEL IMPACTO DEL CLIMA EN EL PROYECTO: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

La valoración del impacto del clima en el proyecto se ha llevado a cabo realizando un análisis histórico de las variables climáticas más significativas y que mayores consecuencias pueden acarrear al proyecto y su operabilidad. Se analiza la evolución histórica de variables como la temperatura (medias, máximas, medias estacionales y máximas estacionales), precipitaciones, eventos extremos y las proyecciones de cambio climático de las mismas.

El análisis de variables climáticas y proyecciones de cambio climático realizado da como resultado una priorización de amenazas que ponen en riesgo el normal funcionamiento del proyecto. Así, se priorizarán variables climáticas con alta frecuencia histórica cuyas proyecciones de cambio climático mantengan o intensifiquen su intensidad.

4.1 ANÁLISIS HISTÓRICO DE VARIABLES CLIMATOLÓGICAS

El presente apartado aborda el análisis histórico de las variables climáticas más significativas y que mayores consecuencias pueden acarrear al proyecto. Se ha analizado la evolución histórica de variables como la temperatura (medias, máximas, y medias y máximas estacionales), precipitaciones, eventos extremos y los escenarios de cambio climático de las mismas.

4.1.1 TEMPERATURA

Se ha analizado la temperatura histórica de la zona de estudio considerando la estación climatológica de Donostia-San Sebastian, Igeldo, ya que contiene un registro de variables climáticas amplio (1981-2010).

La zona de estudio presenta un clima mesotérmico, moderado en cuanto a las temperaturas y muy lluvioso, caracterizado por presentar características del clima atlántico. De acuerdo con los datos aportados por la Agencia Estatal de Meteorología descritos en el Estudio Informativo, se tiene una temperatura media anual de 13,5 °C, siendo la media de las temperaturas máximas de 16,5 °C y la mínima de 10,6 °C.

En la siguiente figura se muestra la evolución histórica de las temperaturas medias anuales para el periodo entre 1981 y 2010.

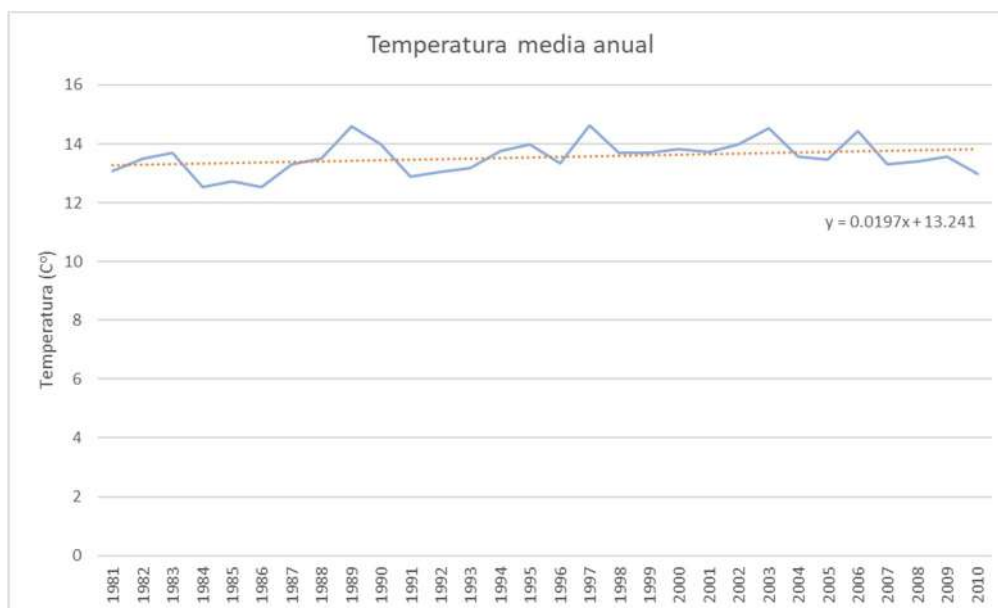


Figura 1. Temperatura media anual junto con la tendencia asociada entre 1981 y 2011

Fuente: elaboración propia a partir de los datos disponibles en AEMET

En cuanto a las temperaturas máximas anuales asociadas, el municipio registra valores superiores a los 20 °C en los últimos 30 años. Asimismo, desde los 80 las temperaturas presentan un comportamiento variable, pero con una tendencia ligeramente decreciente.

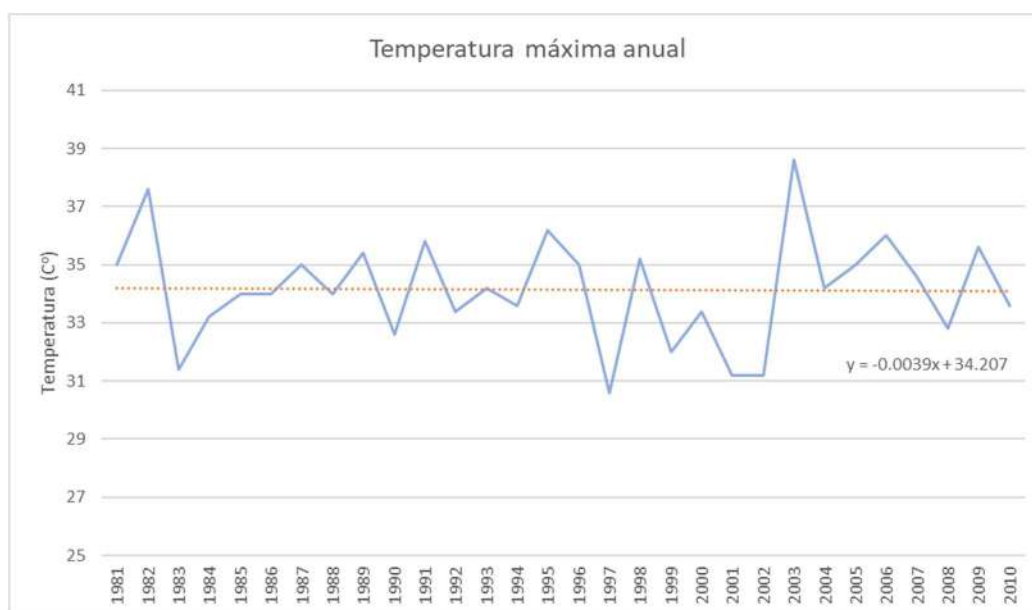


Figura 2. Temperatura máxima anual junto con la tendencia asociada entre 1981 y 2010

Fuente: elaboración propia a partir de los datos disponibles en AEMET

Analizando las temperaturas medias diarias para cada estación se observa que durante el invierno (DEF: siglas de diciembre, enero y febrero) con el clima más frío presenta una variabilidad de temperatura que oscila aproximadamente entre los 12 y los 6 °C, permaneciendo en general prácticamente constante, al igual que la estación de otoño (SON: siglas de septiembre, octubre y noviembre). Por el contrario, el resto de las

SEBASTIÁN

estaciones (MAM: siglas de marzo, abril y mayo; JJA: junio, julio y agosto) muestran una tendencia creciente más acusada, principalmente la estación de primavera.

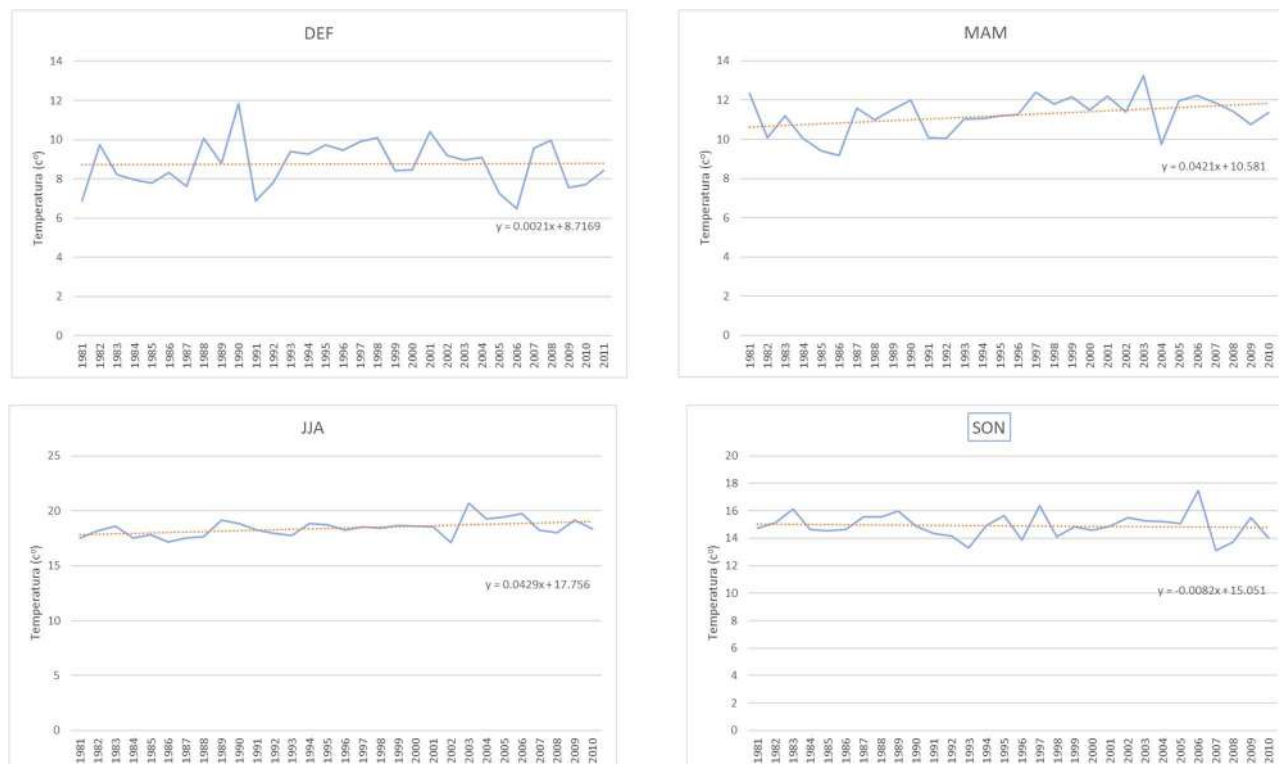


Figura 3. Temperatura media anual y tendencia asociada para distintas estaciones entre 1981 y 2011

Fuente: elaboración propia a partir de los datos disponibles en AEMET

Respecto a las medias máximas anuales, se observa que en general permanece prácticamente constante en las estaciones de invierno y otoño. En cambio, el verano y la primavera muestran una tendencia creciente más acusada.

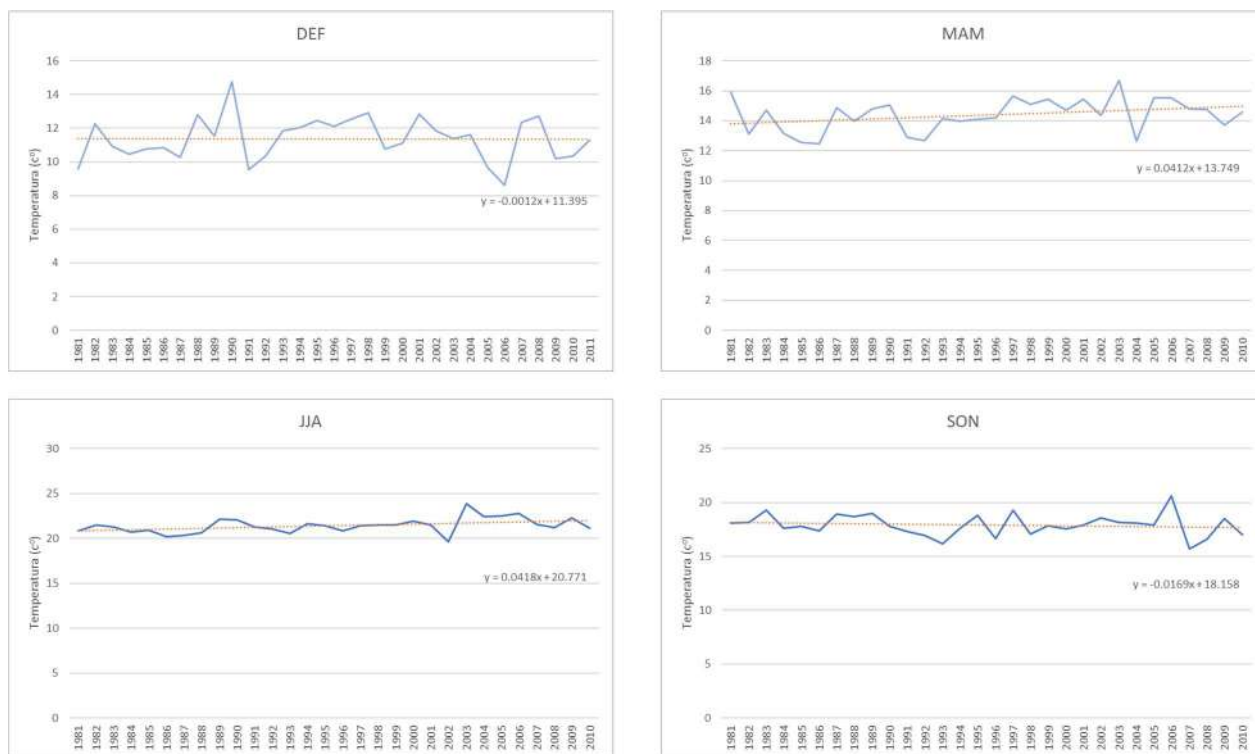


Figura 4. Temperatura máxima media anual y tendencia asociada para las distintas estaciones entre 1981 y 2011

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de AEMET

La **temperatura media y media de máximas anuales** muestran una tendencia contraria, las medias aumentan mientras que la media de las máximas anuales disminuye. Sin embargo, las temperaturas medias máximas presentan un crecimiento acusado durante los meses de primavera (MAM) y verano (JJA). En el caso de las temperaturas medias, se observa el mismo comportamiento estacional, siendo la **estación de primavera** (MAM) la que presenta un incremento más acusado.

4.1.2 PRECIPITACIONES

La CAPV presenta una pluviosidad importante con una intensidad y duración significativa. La precipitación media anual es de 1.507 mm, una cantidad superior a la del conjunto del Planeta, que se encuentra en torno a los 800 mm al año (Uriarte, A. 1989). Tal y como informa la Agencia Vasca de Meteorología (Euskalmet), es el factor orográfico, el relieve, el causante de las abundantes lluvias y el principal motivo de que no exista ninguna estación seca, pues incluso en el verano se recoge una precipitación media de 250 mm. Estas lluvias se producen cuando las masas de aire chocan con las montañas vascas y al ascender, su vapor de agua se condensa formando espesas nubes y lluvia.

De acuerdo con el análisis preliminar llevado a cabo en el Estudio Informativo se ha identificado que las precipitaciones son más abundantes en los meses de otoño e invierno que en verano y primavera.

Analizando los datos históricos recogidos por la estación meteorológica de Donostia-San Sebastian- Igeldo, se observa una tendencia negativa en el intervalo de 1981 a 2011.

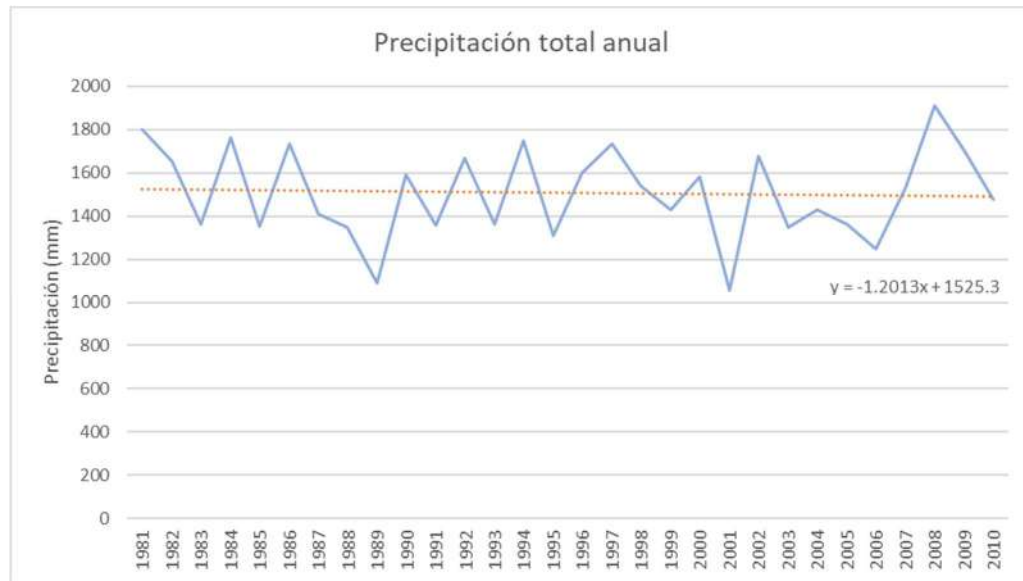


Figura 5. Precipitación total entre 1978 y 2011 junto con la tendencia asociada

Fuente: elaboración propia a partir de datos de AEMET

La precipitación total presenta una variabilidad estacional y anual, sin embargo, se observa esta variabilidad durante todas las estaciones para la precipitación total (Figura 6). Si bien es cierto que esta disparidad en los datos se presenta en todas las estaciones del año, es posible identificar una mayor estabilidad en los valores de los meses más fríos, es decir, durante las estaciones de otoño e invierno.

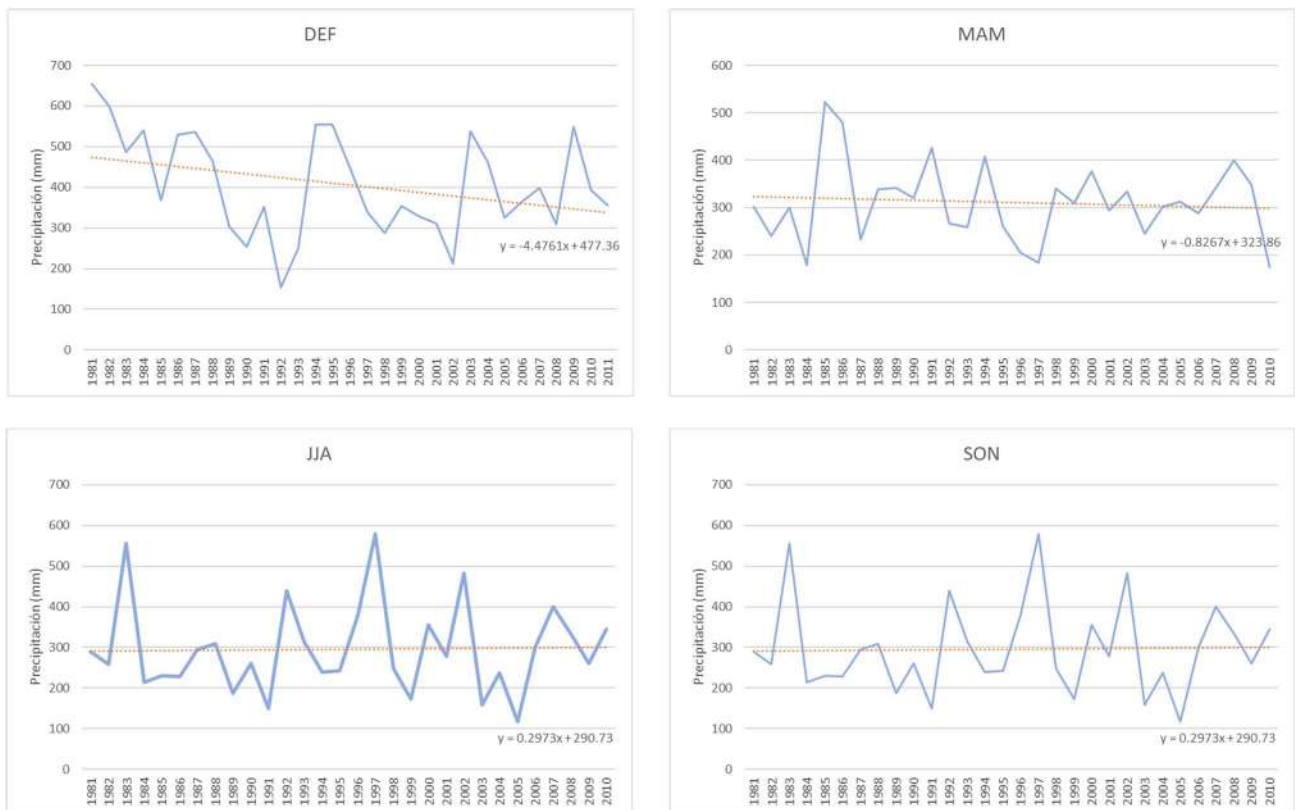


Figura 6. Precipitación total entre 1981 y 2011

Fuente: elaboración propia a partir de datos de AEMET

Por otro lado, las precipitaciones máximas anuales registradas en los últimos años no han superado los 100 mm y han oscilado entre los 40 mm y los 170 mm.

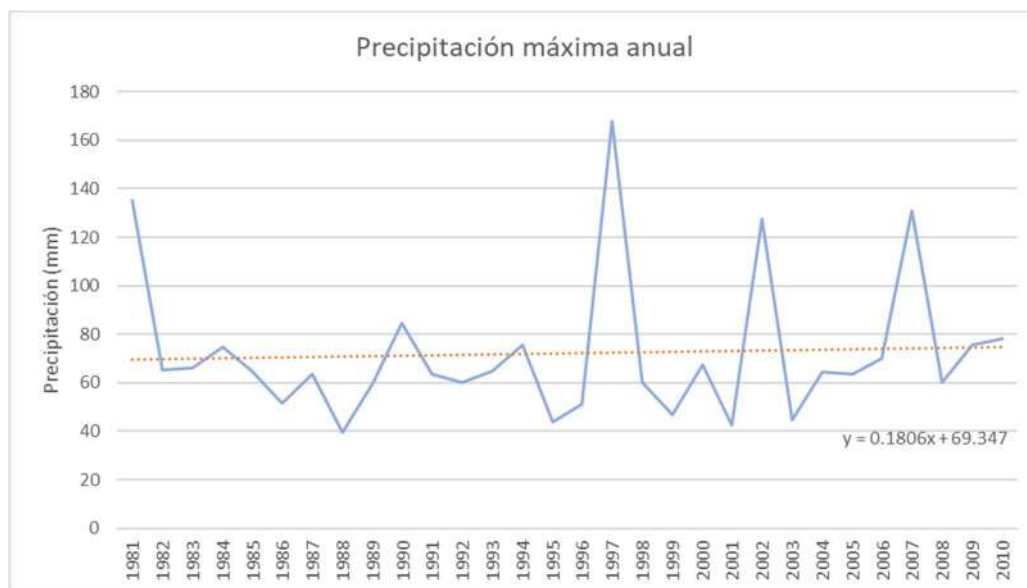


Figura 7. Precipitaciones máximas anuales registradas durante el periodo de 1981 y 2011

Fuente: elaboración propia a partir de datos disponibles en AEMET

Por último, las precipitaciones máximas anuales disminuyen durante el periodo de los meses de otoño e invierno. Sin embargo, los meses de primavera y verano presentan una tendencia creciente en los valores de precipitaciones máximas, sobre todo en los meses de verano.

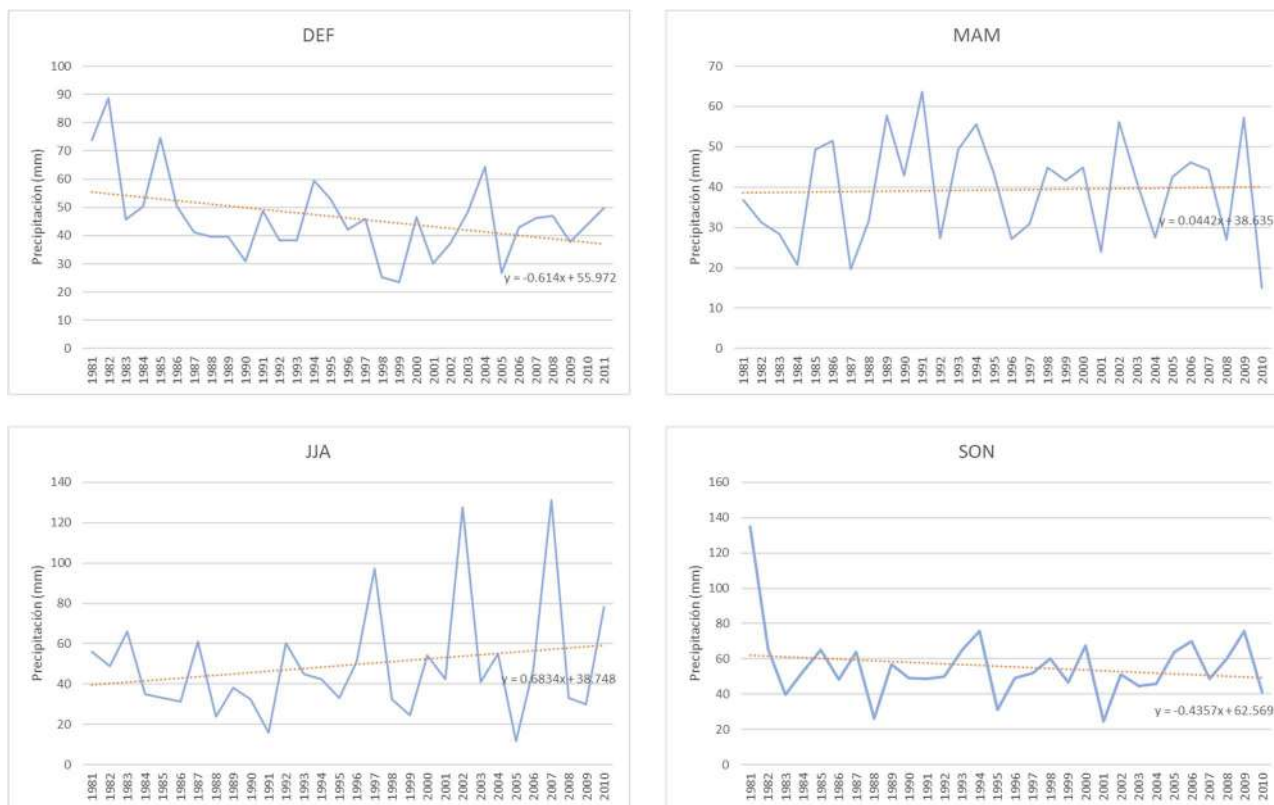


Figura 8. Precipitaciones máximas anuales registradas durante el periodo 1981 y 2011 por estaciones

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de AEMET

La **precipitación total anual** disminuye en el intervalo estudiado mientras que la tendencia de las **máximas anuales**, aumentan ligeramente. El comportamiento de ambas variables para cada estación revela que, en general, durante todas las estaciones disminuyen los valores, presentándose tendencias más acusadas durante los meses de verano, salvo para la estación de primavera para las máximas diarias, que muestra un incremento.

4.2 EVENTOS EXTREMOS

Los eventos extremos hacen referencia a los fenómenos severos o impropios de cada estación. En las últimas décadas en Donostia-San Sebastian se han experimentado olas de calor debido a las altas temperaturas, inundaciones, periodos de sequía y días de heladas.

4.2.1 OLAS DE CALOR

Partiendo de los indicadores históricos generados por la CAPV, la duración media de las olas de calor para el área de estudio es de alrededor de 4,13 días.



Figura 9. Mapa histórico de la duración de las olas de calor entre los años 1971 y 2000 (días/ola)

Fuente: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>

4.2.2 SEQUÍA

Los fenómenos de sequía, que se producen cuando las precipitaciones no alcanzan 1 mm, han impactado en el municipio de forma moderada. La sequía más importante registrada hasta el momento en toda la CAPV, fue la ocurrida entre agosto de 1989 y 1990, que afectó especialmente al área metropolitana de Bilbao y a la ciudad de Vitoria. Durante dicho periodo, las precipitaciones descendieron en un 35% y las temperaturas elevadas junto con el viento sur redujeron de manera significativa el nivel de los embalses (Euskalmet, 2017).

En la siguiente figura se indica el número de días secos consecutivos en los cuales la precipitación acumulada media se encuentra por debajo de 1 mm para el periodo histórico de 1971 y 2000. El resultado de este indicador determina que para la zona de estudio el número de días secos consecutivos es de 25,9 días.

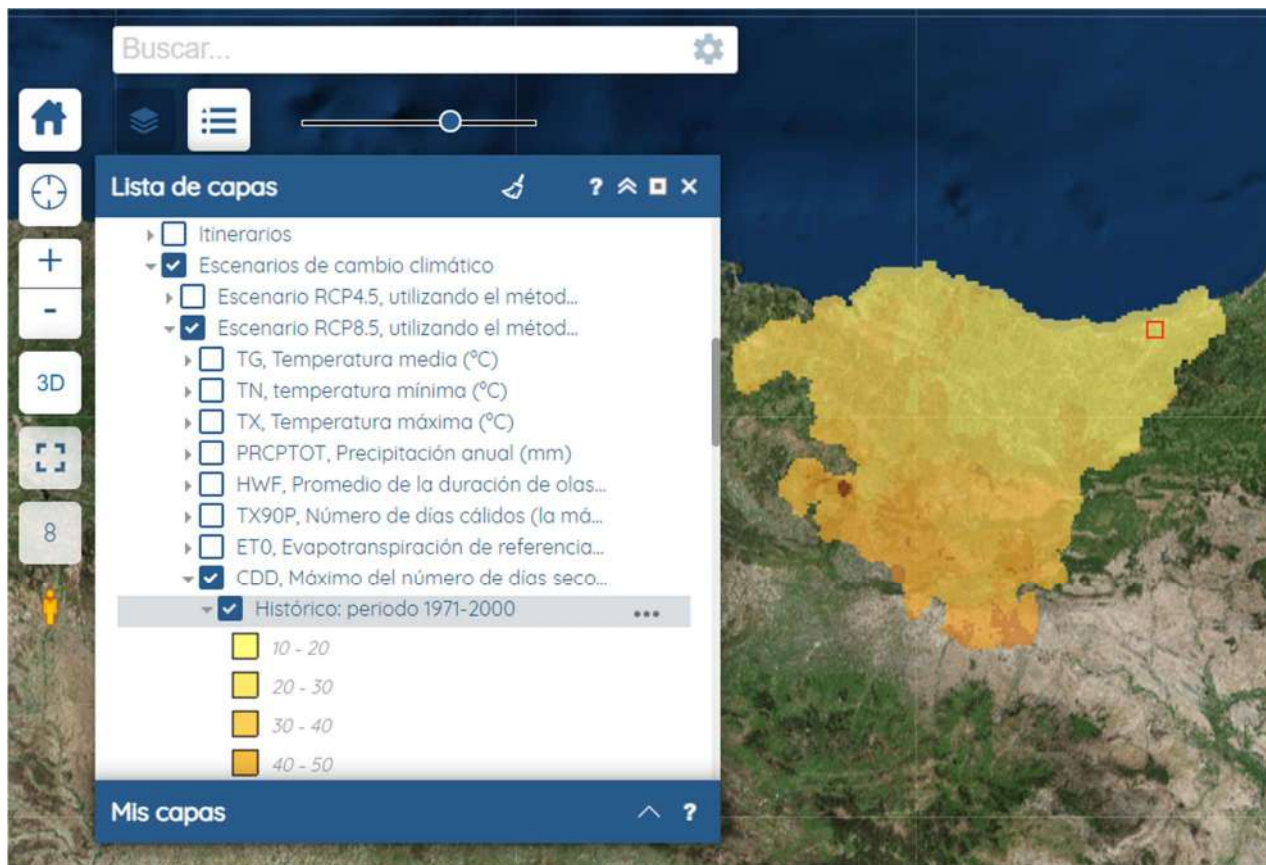


Figura 10. Mapa histórico del máximo de días secos entre los años 1971 y 2000 (días)

Fuente: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>

4.2.3 INUNDACIONES FLUVIALES

Por último, de acuerdo con los mapas de inundabilidad elaborados por URA (Agencia Vasca del Agua) la zona de estudio no registra inundaciones de retorno. En cambio, la zona Este donde se encuentra el río Urumea, registra inundaciones para un periodo de retorno de 10 y 100 años. La zona de estudio al encontrarse en una cota más elevada, la inundabilidad no se presenta como una amenaza.

A continuación, se muestra el mapa de inundabilidad de la zona de estudio:

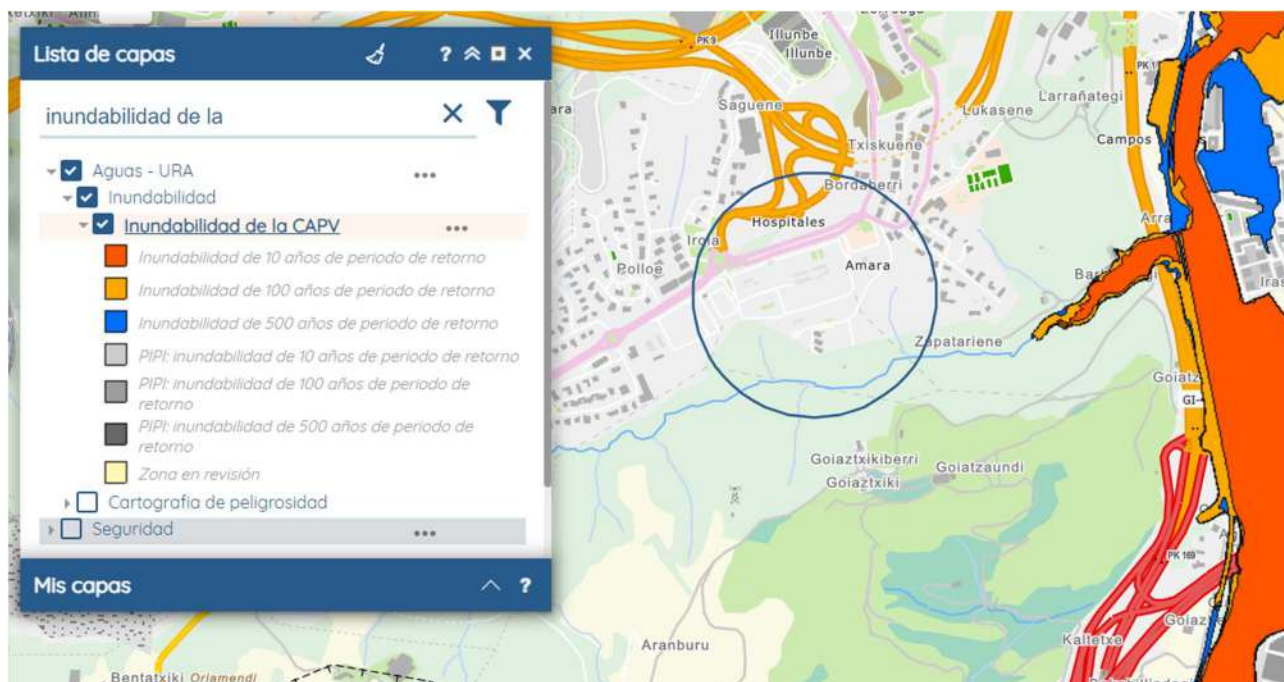


Figura 11. Inundabilidad

Fuente: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>

4.2.4 HELADAS

Debido al clima que presenta Donostia-San Sebastian, el análisis histórico de 1971 a 2000 presenta un número máximo de días de helada consecutivos de 6,5 días.

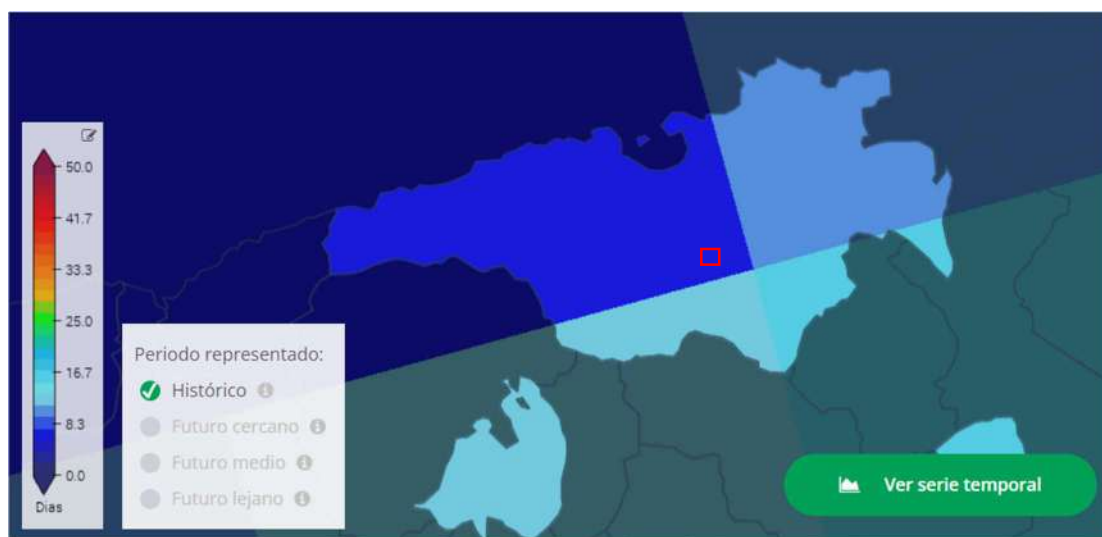


Figura 12. Heladas

Fuente: datos disponibles de Adaptecca

4.2.5 SUBIDAS DEL NIVEL DEL MAR

Por último, se analizan las inundaciones por subida del nivel del mar debido a la localización del proyecto.

Partiendo de los indicadores históricos generados para la CAPV, el riesgo de inundación se clasifica en 5 categorías con valores comprendidos entre 1 y 2, correspondiéndose con riesgo bajo (1-1,2), medio-bajo (1,2-1,4), medio (1,4-1,6), medio-alto (1,6-1,8) y alto (1,8-2) respectivamente. El riesgo de inundación para la zona de estudio presenta un riesgo bajo en las márgenes del proyecto, que son las infraestructuras más afectadas.

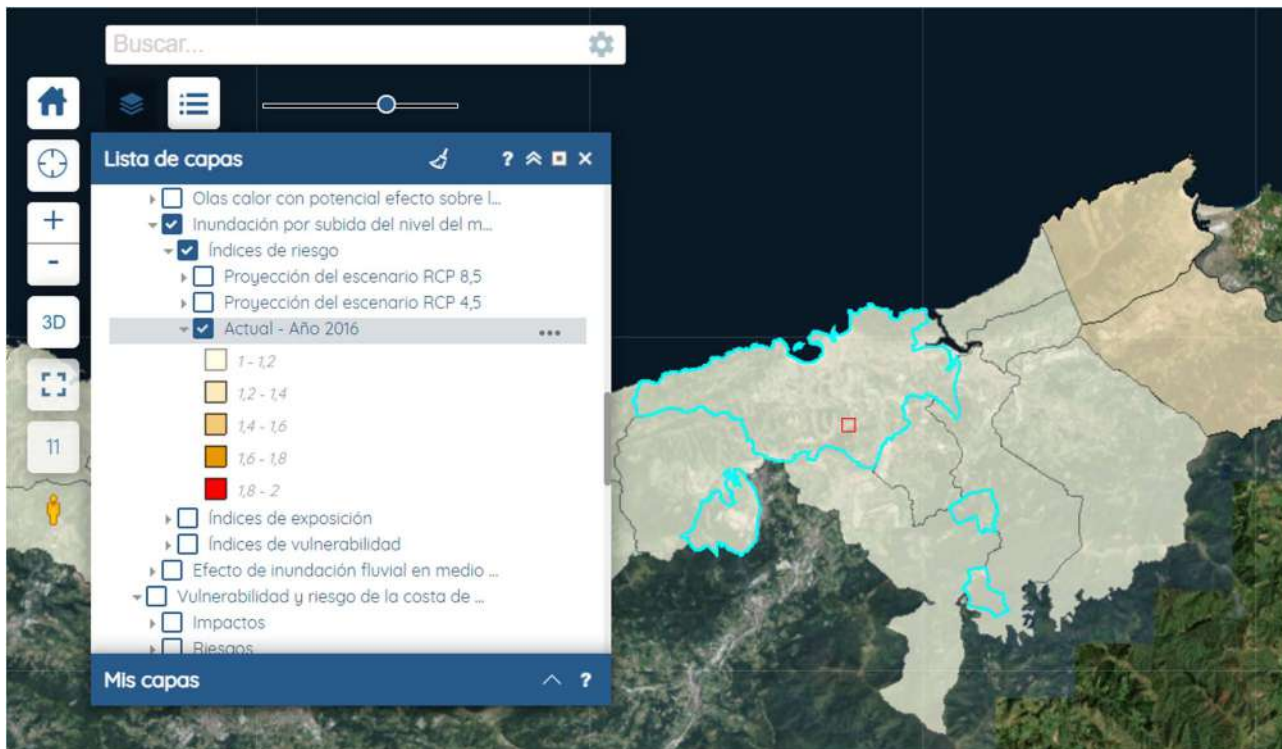


Figura 13. Mapa histórico del riesgo de inundación por subida del nivel del mar en medio urbano en el año 2016.

Fuente: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>

En las últimas décadas, el municipio de Donostia-San Sebastian se ha visto alcanzado por un **aumento de las temperaturas medias y un descenso de las precipitaciones totales** principalmente durante las estaciones de DEF y MAM. Sin embargo, durante el periodo de JJA las precipitaciones máximas han aumentado.

Asimismo, el área de estudio ha registrado **olas de calor** con una duración media de de 4,19 días, **sequías** con un número máximo de 25,9 días consecutivos y **heladas** durante 6,5 días consecutivos.

4.3 PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO

4.3.1 ESCENARIOS RADIATIVOS DE PROYECCIÓN CLIMÁTICA

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) viene realizando periódicamente proyecciones climáticas a través de modelos de circulación global (GCP – *General Circulation Models*), que están basados en distintos escenarios radiativos.

Estos escenarios caracterizan la evolución futura de los factores antropogénicos que afectan al sistema climático y constituyen un instrumento apropiado para analizar de qué manera influirán las fuerzas determinantes en el futuro y evaluar el margen de incertidumbre de dicho análisis.

Las nuevas simulaciones climáticas, que ha realizado el IPCC en el marco de la quinta fase del Proyecto de comparación de modelos acoplados (CMIP5) del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas, consideran cuatro nuevos escenarios de emisión, denominadas Sendas Representativas de Concentración (RCP, por sus siglas en inglés) (Figura 14):

- **RCP 2.6:** el forzamiento radiativo alcanza el valor máximo de aproximadamente 3 W/m² antes de 2100 y posteriormente disminuye.
- **RCP 4.5:** el forzamiento radiativo se estabiliza aproximadamente en 4.5 W/m² después del año 2100.
- **RCP 6.0:** el forzamiento radiativo se estabiliza aproximadamente en 6 W/m² después del año 2100.
- **RCP 8.5:** el forzamiento radiativo alcanza valores superiores a 8.5 W/m² en 2100 y sigue en aumento durante un periodo de tiempo.

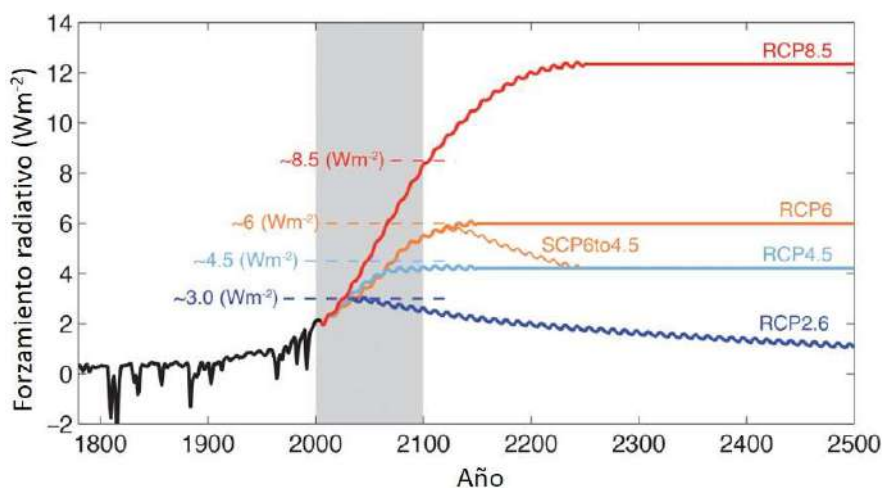


Figura 14. Forzamiento radiativo de los distintos escenarios RCP

Fuente: IPCC, 2013.

Cada escenario RCP tiene asociada una base de datos de alta resolución espacial de emisiones de gases de efecto invernadero, aerosoles y gases químicamente activos, así como del uso del suelo y cubierta terrestre hasta el año 2100. Estos escenarios, a diferencia de los considerados en el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (2007), denominados SRES por sus siglas en inglés (Figura 15), contemplan los efectos de las políticas orientados a limitar el cambio climático del siglo XXI.

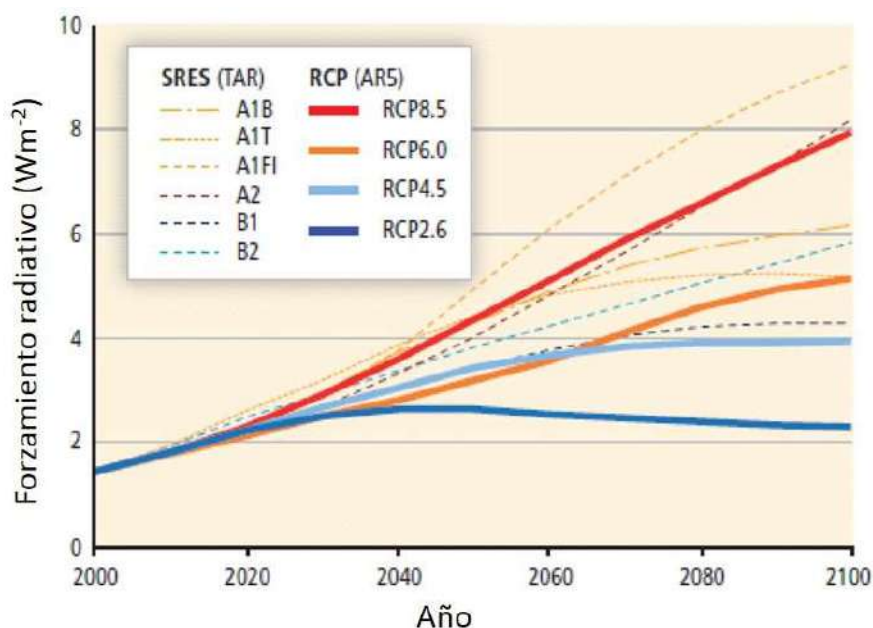


Figura 15. Equivalencia de escenarios SRES y RCP desde el punto de vista del forzamiento radiativo.

Fuente: IPCC, 2007.

En el presente estudio, se ha considerado el peor escenario posible, el RCP 8.5, con el fin de aplicar el principio de precaución y establecer medidas de tipo *no regret*².

Por último, el horizonte temporal estudiado considera dos intervalos 2011-2041 y 2041-2070 dado que la vida útil de los elementos que conforman el proyecto abarca desde los 15 años para las instalaciones hasta los 45 de la obra civil.

4.3.2 CAMBIOS EN EL PATRÓN DE LAS TEMPERATURAS

Según las proyecciones regionalizadas del País Vasco, se espera que la media de las temperaturas máximas diarias aumente desde los 18,18 °C para el periodo histórico de 1971 a 2000, hasta los 19,1 y los 20,15 °C, para los intervalos de 2011-2040 y 2041-2070, respectivamente.

Las temperaturas medias variarán desde los 14,26 °C para el intervalo histórico de 1971 a 2000, hasta los 15,24 y los 16,26 °C para los dos intervalos de las proyecciones estudiados. En el caso de las temperaturas

² Medidas o alternativas de adaptación que se justifican bajo todos los posibles escenarios futuros, incluyendo la ausencia del cambio climático (Raza et al., 2014)

mínimas, se da la misma tendencia desde los 10,28 °C para el intervalo histórico de 1971 a 2000, aumentando 1,03 y 2,09 °C para los dos intervalos.

En las siguientes figuras se representan las imágenes para todo el territorio de la CAPV donde se representan los intervalos de temperatura calculados para las proyecciones de los intervalos estudiados. Se ha marcado con una chincheta el lugar de localización del proyecto analizado.

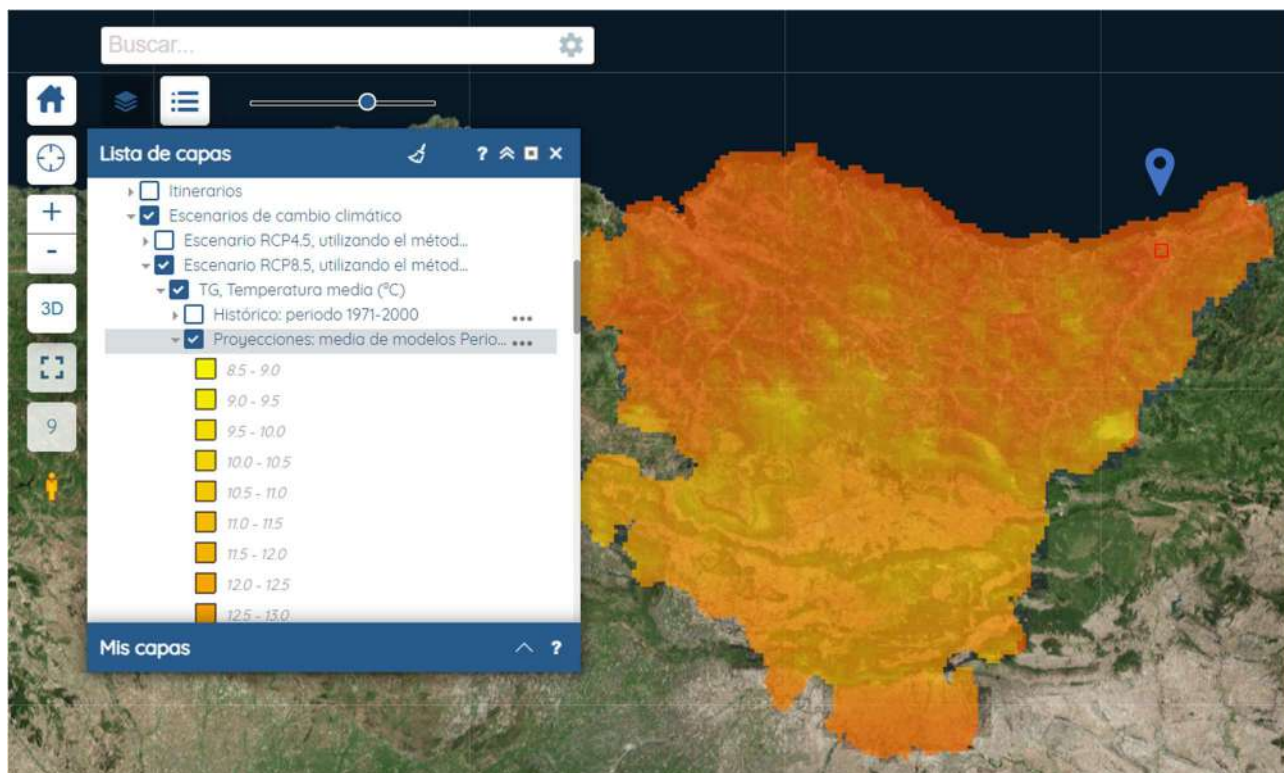


Figura 16. Proyección para el intervalo de 2011 a 2040 de la media de las temperaturas máximas diarias(°C)

Fuente: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>

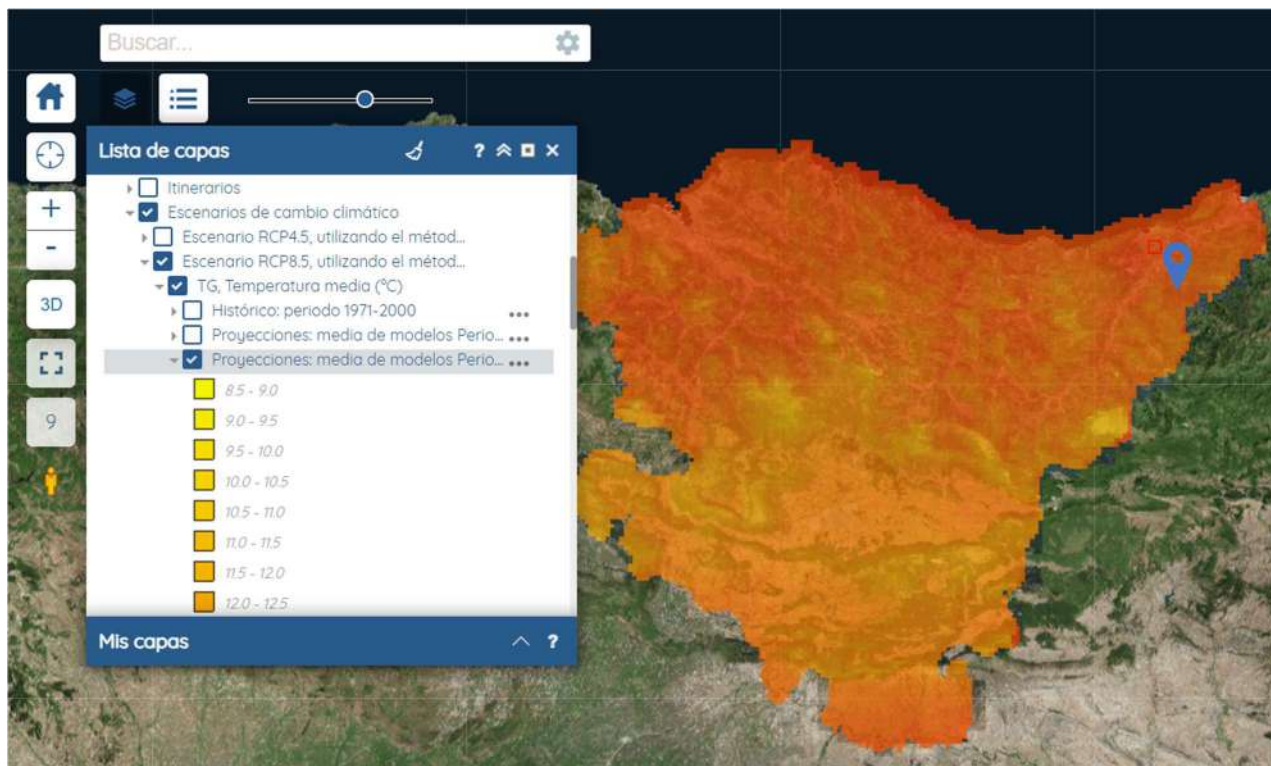


Figura 17. Proyección para el intervalo de 2041 a 2070 de las temperaturas máximas diarias (°C)

Fuente: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>

Las predicciones realizadas para el País Vasco durante los periodos comprendidos entre los años 2011-2040 y 2041-2071 y escenario climático RCP 8.5 muestran un aumento de alrededor de 1 °C para el primer intervalo y de 2 °C tanto en las **temperaturas máximas, medias** y como **mínimas**.

4.3.3 CAMBIOS EN EL PATRÓN DE LAS PRECIPITACIONES

En las próximas décadas, las precipitaciones anuales totales disminuirán 5,31 mm y hasta 68,28 mm para cada intervalo temporal estudiado en el área de estudio ya que se reducirán las precipitaciones desde los 1711,64 mm (periodo 1971-2000) hasta los 1706,33 (periodo 2011-2040) y los 1643,36 mm (periodo 2041-2070).

Por el contrario, la precipitación media máxima asociada a un periodo de retorno de 50 años aumentará desde los 115,94 mm (intervalo histórico 1971-2000) hasta los 123,79 (periodo 2011-2040) y 136,28 (periodo 2041-2070).



Figura 18. Proyección para el periodo 2011 a 2040 de la precipitación media máxima para un periodo de retorno de 50 años (periodo 2011-2040)

Fuente: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>

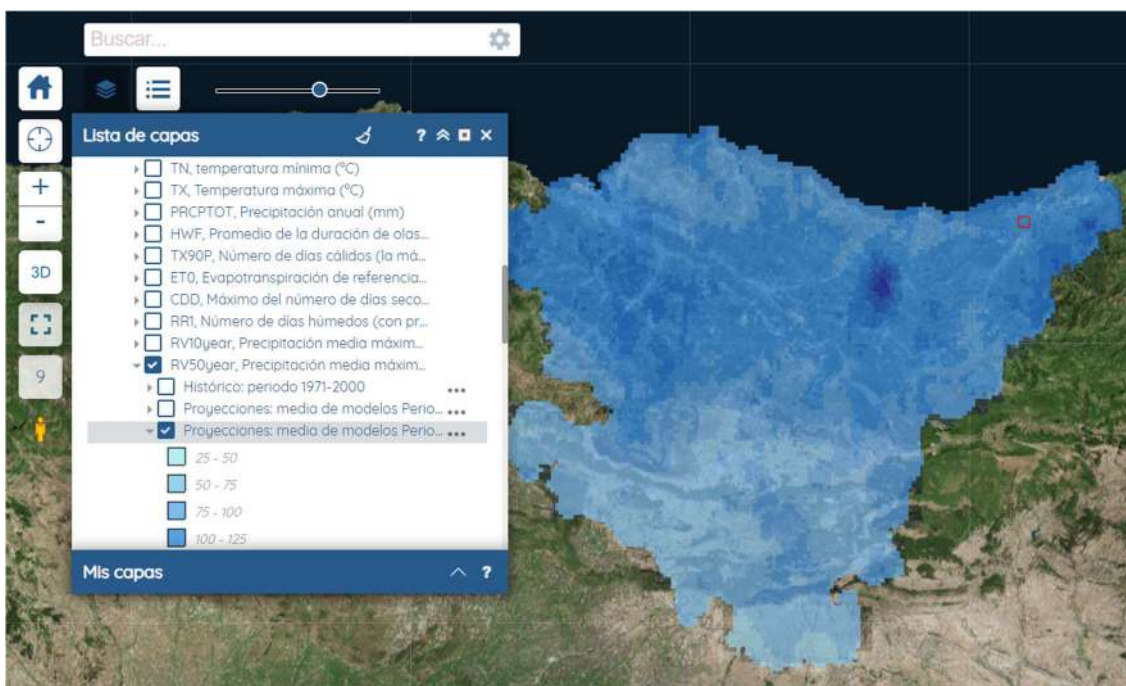


Figura 19. Proyección para el periodo 2011 a 2041 de la precipitación media máxima para un periodo de retorno de 50 años (periodo 2041-2070)

Fuente: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>

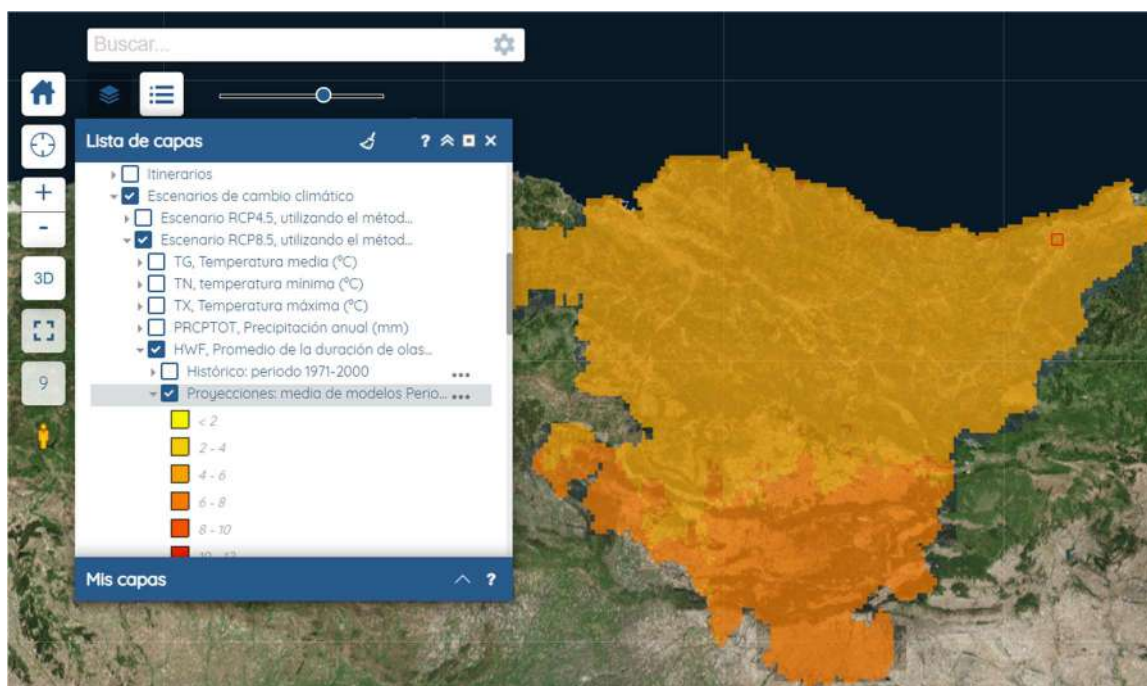
Las **proyecciones de las precipitaciones totales anuales** disminuirán en la zona de estudio para el periodo comprendido entre 2011 y 2040 así como para el periodo posterior de 2041 a 2070 (considerando el escenario climático RCP 8,5). Sin embargo, las precipitaciones serán más concentradas a lo largo del año.

4.3.4 PREVISIÓN DE EVENTOS EXTREMOS

Olas de calor

En cuanto a las olas de calor, las siguientes figuras representan la proyección de la duración media de las olas de calor para los periodos de 2011 a 2040 y 2041 a 2070. Si se comparan los datos de los valores históricos (4,13 días de olas de calor) frente a ambas proyecciones se tiene que para el primer intervalo aumenta el número de días de olas de calor a 4,78 días y para el segundo intervalo a 6,83 días.

Figura 20. Proyección del promedio de la duración de la ola de calor (días/ola). Periodo 2011-2040



Fuente: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>

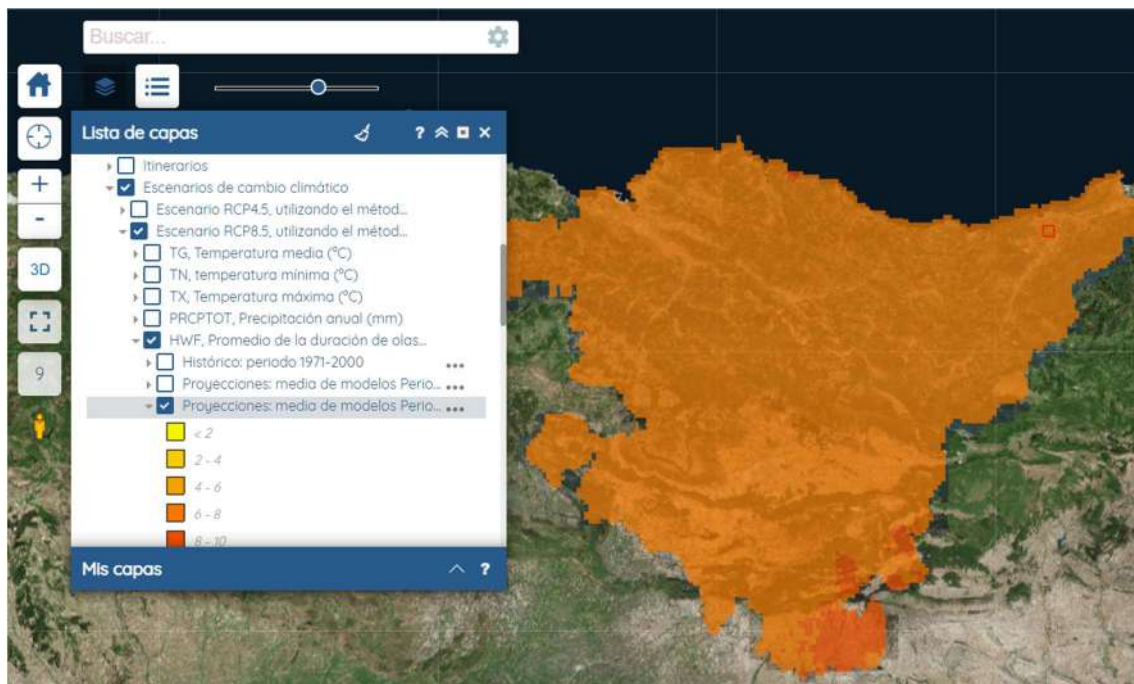


Figura 21. Proyección del promedio de la duración de la ola de calor (días/ola). Periodo 2041-2070

Fuente: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>

Sequía

Las sequías también aumentarán debido a un descenso en las precipitaciones. En concreto, el número de días secos consecutivos aumentará desde los 25,9 a 26,49 y 28,64 días para los intervalos de 2011-2040 y 2041-2070, respectivamente.

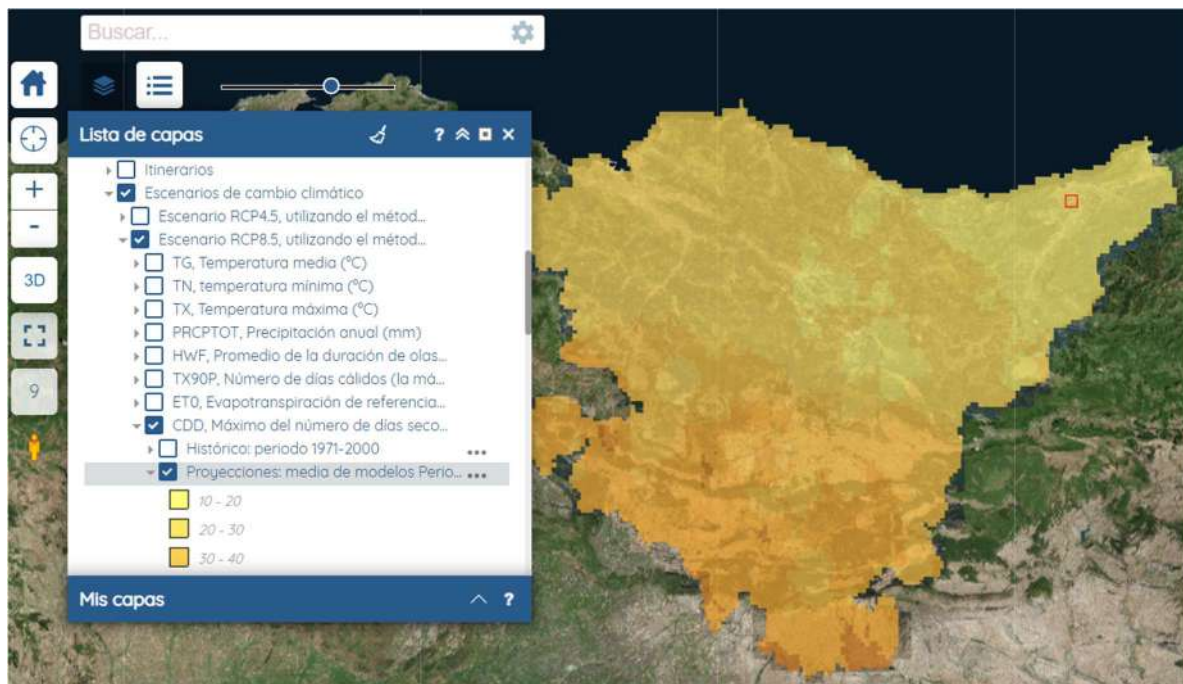


Figura 22. Proyección del número de días consecutivos de sequía (RR<1mm) (días). Periodo 2011-2040

Fuente: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>

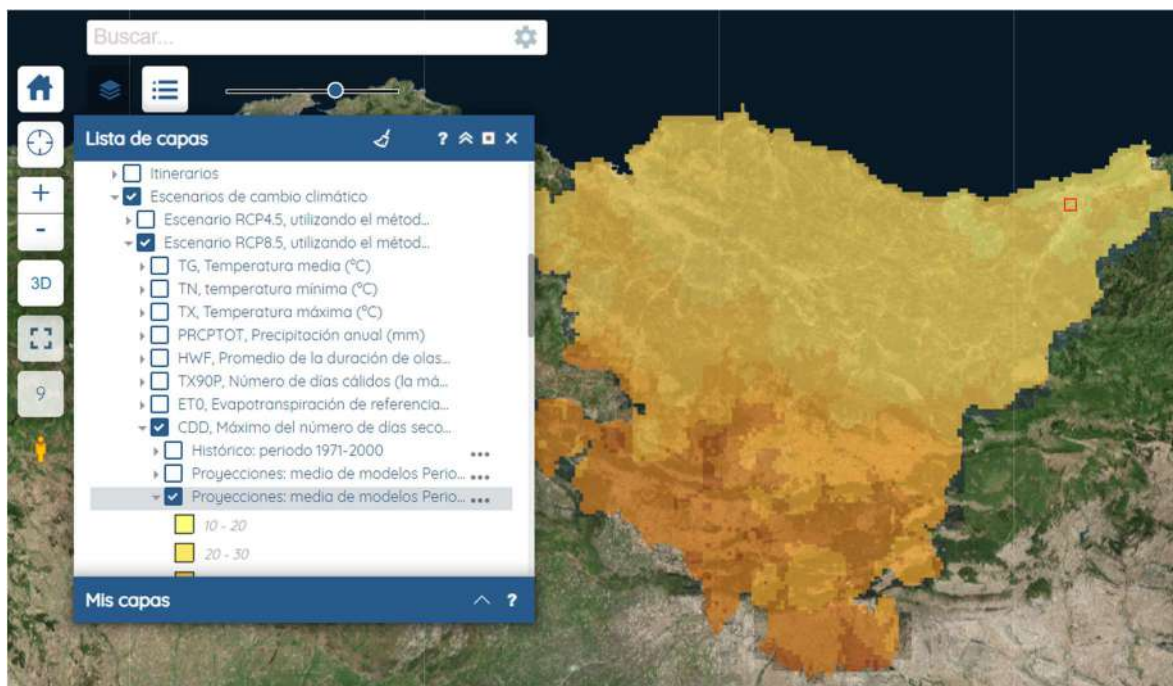


Figura 23. Proyección del número de días consecutivos de sequía (RR<1mm) (días). Periodo 2041-2070

Fuente: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>

Inundación fluvial

Actualmente, no se disponen de mapas de inundabilidad para los distintos escenarios de cambio climático; por tanto, se desconoce el impacto asociado a esta amenaza. Sin embargo, se prevé que las lluvias torrenciales incrementen las condiciones de inundabilidad.

Heladas

De acuerdo con las proyecciones para los intervalos de 2011-2040 y 2041-2070, los días de heladas consecutivos para el territorio de Donostia-San Sebastian es de 3,75 días y 2 días, respectivamente.

Subida del nivel del mar

Respecto al riesgo de inundación por subida del nivel del mar en medio urbano, las siguientes figuras representan la proyección del riesgo para los años 2050 y 2100, respectivamente. Al igual que en el apartado 4.2.5, se ha clasificado en 5 categorías con valores comprendidos entre 1 y 2, correspondiéndose con riesgo bajo (1-1,2), medio-bajo (1,2-1,4), medio (1,4-1,6), medio-alto (1,6-1,8) y alto (1,8-2).

Realizando la comparación entre los valores históricos frente a ambas proyecciones se obtiene que, para la zona de estudio afectada, existe variación del nivel de riesgo para la proyección del año 2050, aumentando en determinadas zonas el nivel de riesgo. No obstante, las márgenes se encuentran en un nivel de riesgo bajo. Para la proyección en el año 2100, se observan de nuevo variaciones del nivel de riesgo en la zona estudiada. Parte del trazado y un margen se encuentra entonces en riesgo medio-bajo, pero la otra margen

presenta un riesgo bajo – medio alto. En cualquier caso, debe ser un factor a considerar en el uso final al que se va a destinar el proyecto.



Figura 24. Proyección RCP 8.5 para el año 2050 para el riesgo de inundación por subida del nivel del mar en medio urbano.

Fuente: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>

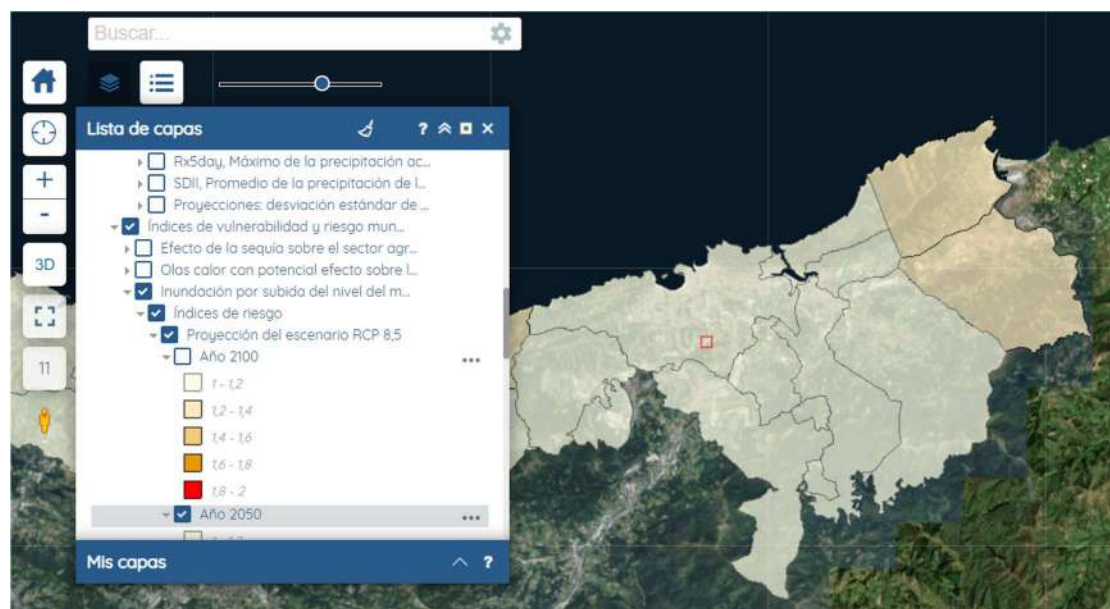


Figura 25. Proyección RCP 8.5 para el año 2100 para el riesgo de inundación por subida del nivel del mar en medio urbano.

Fuente: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGoeuskadiWAR/index.jsp>

El aumento generalizado de las temperaturas afectará directamente a la duración de las **olas de calor** y a las **temperaturas máximas alcanzadas durante las olas de calor**.

Las **precipitaciones** se verán reducidas y la duración de los días secos aumentará; no obstante, las lluvias torrenciales aumentarán en la zona de estudio pudiendo incrementar las posibilidades de fenómenos de inundación.

El número de días con **heladas** consecutivos disminuirá para los dos intervalos estudiados.

4.4 ANÁLISIS DE IMPACTOS CLIMÁTICOS

El análisis de variables climáticas y proyecciones de cambio climático realizado en el apartado anterior da como resultado una priorización de amenazas que podrían poner en riesgo el uso final del suelo definido en este plan y por tanto el equipamiento y la operatividad de dicho uso.

Tabla 3. Priorización de amenazas asociadas al cambio climático

| | Frecuencia de los eventos históricos | Proyecciones de cambio climático | Priorización |
|--|--------------------------------------|----------------------------------|--------------|
| Cambio en los patrones de precipitación ³ | ● ● | ● ● | ● ● |
| Cambio en los patrones de temperatura | ● ● | ● ● | ● ● |
| Sequía | ● ● | ● ● | ● ● |
| Inundación fluvial | ● ● | ● | ● |
| Olas de Calor | ● ● | ● ● ● | ● ● ● |
| Heladas | ● ● | ● | ● |

4.5 MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

MEDIDA 1: Plan de actuación ante olas de calor

Incluir un plan de actuación contra olas de calor. Con este plan se pretende tener preparada la información y coordinación para poder prevenir y mitigar los efectos que las olas de calor pudieran generar en el personal de mantenimiento y en los operarios de las labores de construcción, y si se dieran labores de mantenimiento de las infraestructuras durante la operación, también.

Fomentar un diseño y construcción sostenible que minimice el impacto por olas de calor:

- Fomentar la ‘naturalización’ de los edificios a través de la implementación de medidas arquitectónicas basadas en la naturaleza y diseños de construcción que incluyan aislamiento natural,

³ A pesar de que se prioriza el cambio en los patrones de precipitación, realmente el impacto va a ser producido por los fenómenos de inundación, por lo que en la matriz causa-efecto solo se analizarán las inundaciones fluviales.

tejados y fachadas verdes que busquen la amortiguación de las temperaturas y el control de drenaje de aguas pluviales mejorando la capacidad de regulación térmica, así como la disminución del consumo energético por parte de aire acondicionado.

- Habilitar lugares de descanso frescos o a la sombra con previsión de bebidas y duchas.

MEDIDA 2: Restauración/inclusión de zonas verdes

- Fomentar el acondicionamiento, restauración o revegetación de zonas verdes cercanas. Las zonas verdes entre otros beneficios disminuyen la temperatura de las superficies y del ambiente gracias a la sombra que proporcionan y al evitar la evapotranspiración. Esto hace que se necesite menos el uso del aire acondicionado en épocas de calor. Por otro lado, retienen el agua de las precipitaciones, lo que disminuye las escorrentías que se producen cuando llueve en exceso y por tanto las inundaciones. Asimismo, aumenta la biodiversidad biológica y actúan como sumideros de CO₂ y otros gases contaminantes mejorando la calidad del aire.

5 BIBLIOGRAFÍA

BOE, 2018. Boletín Oficial del Estado. Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes e Igualdad. Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-B-2018-19178

Euskalmet, 2017. Climatología del País Vasco. Recuperado de <http://www.euskalmet.euskadi.eus>

AEMET. Datos históricos de estaciones meteorológicas. (Datos de la Estación meteorológica de Igeldo a partir de AEMET). Disponibles en: <https://datosclima.es/Aemethistorico/Tempestad.php>

GeoEuskadi, 2018. Infraestructura de datos espaciales (IDE) de Euskadi. Disponible en: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-bisorea/es/x72aGeoeuskadiWAR/index.jsp>

IPCC, 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T F, D Qin, G K Plattner, M Tignor, S K Allen, J Boschung, A Nauels, Y Xia, V Bex and P M Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.

Raza, A., Barrow, E., Zapata, F., Cordero, D., Podvin, K., Kutegeka, S. Gafabuso, R., Khanal, R. y Adhikari, A. (2014). Ecosystem based Adaptation: Building on No Regret Adaptation measures. 20th session of the Conference of the Parties to the UNFCCC and the 10th session of the Conference of the Parties to the Kyoto Protocol, Lima, Peru, 1-12 December 2014.

Uriarte, A. (1989). Itsasoa. El mar de Euskal Herria. La naturaleza, el hombre y su historia. Ed: Etor.