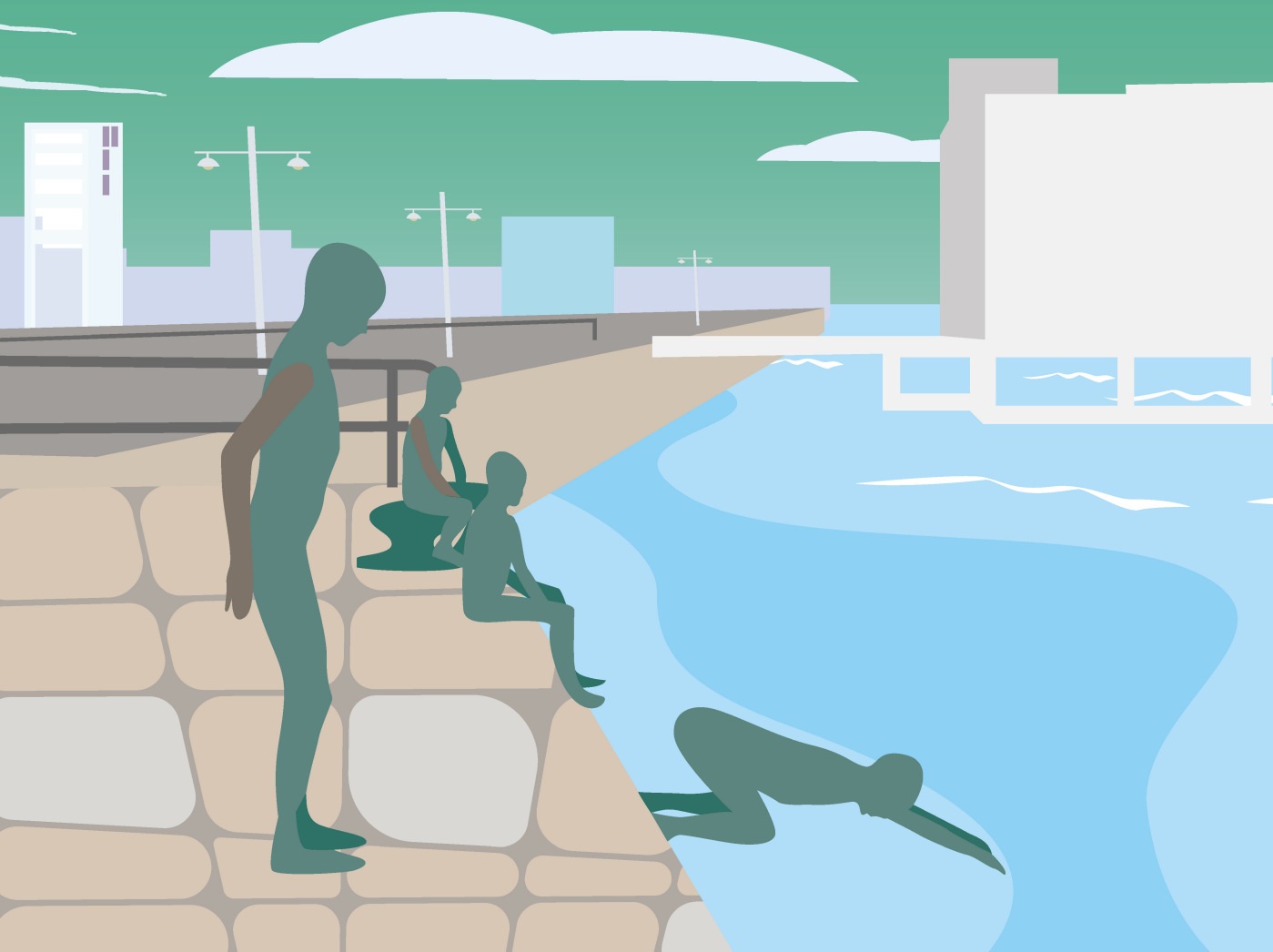


Plan de Adaptación al Cambio Climático



PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO SANTANDER CAPITAL NATURAL

FUNDACIÓN BIODIVERSIDAD

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)
Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR)
Financiado por la Unión Europea – NextGenerationEU.

El Plan de Adaptación al Cambio Climático de Santander se desarrolla en el marco del proyecto Santander Capital Natural.

Santander Capital Natural es un proyecto liderado por el Ayuntamiento de Santander que tiene como objetivo principal el refuerzo del papel de la red de zonas verdes urbanas en la conservación de la biodiversidad a escala local, potenciando los servicios ambientales que ayudan a mejorar la calidad de vida de la ciudadanía de Santander. Contando para ello con la planificación estratégica, la participación ciudadana y la implicación de la sociedad de Santander.

Este proyecto se prolonga hasta diciembre de 2025 y cuenta entre sus socios con el Ayuntamiento de Santander, SEO/BirdLife, la Asociación Amica, la Fundación para la Investigación del Clima y la Universidad de Cantabria.

Santander Capital Natural cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.



PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

SANTANDER CAPITAL NATURAL

Coordinación

Francisco García Sánchez, Cecilia Ribalaygua Batalla y Laura Asensio Martínez

Autores

Universidad de Cantabria. Dpto. de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio

Francisco García Sánchez	Pablo Fernández de Arroyabe Hernández	Juan José González Trueba
Cecilia Ribalaygua Batalla	Domingo Fernando Rasilla Álvarez	Sebastián Pérez Díaz
Nareme Herrera López	Carmen Gil de Arriba	Francisco Conde Oria

Fundación para la Investigación del Clima (FIC)

Laura Asensio Martínez	Luis Torres Michelena	Carlos Prado López
Jaime Ribalaygua Batalla	Emma Gaitán Fernández	Lorena Galiano Sánchez

Otros miembros del Equipo Redactor del Plan: UC: Elena Martín Latorre | FIC: Robert Monjó Agut, César Paradinas Blázquez, María del Carre Díaz, Francisco Cartas Martínez

Colaboradores: Lourdes Galindo Delgado, Mario González Ceballos, Sara Núñez de la Fuente

Diseño Gráfico: Karma Webs

La presente obra ha sido sometida a evaluación científica externa por pares ciegos siguiendo los principios DORA y COARA, y ha superado la revisión de Fundación Biodiversidad y del Comité Editorial.

Agradecimientos

D^a Gema Igual Ortiz (Alcaldesa de Santander); Margarita Rojo Calderón, Belén Domínguez Fernández-Viña, Pablo Ruiz Rodríguez (Concejalía de Medioambiente, Ayto. de Santander); José Trojaola Gutiérrez (Bomberos de Santander); Rosa García Borbolla (Oficina de Turismo, Santander); Mariano Sánchez García (CSIC Real Jardín Botánico); Antonio Bezanilla Cacidedo (Arquitecto); Iñaki Romero Fernández de Larrea (Paisaje Transversal); Daniel González Bedia (Karma Webs); Aurora Ortega (AEMET D.T. de Cantabria); Verónica Gutiérrez Polidura (Telefónica, SMART CITY Santander); Jesús Ignacio Jiménez Chaparro (UC); Cristina Torre Balseiro (EUTA); M^a Mato Vallecillo (Empresa Municipal de Turismo de Santander).

RESUMEN	7
1. DIEZ RAZONES PARA UN PLAN DE ADAPTACIÓN	9
<i>Cecilia Ribalaygua, Francisco García Sánchez</i>	
1.1. ¿QUÉ ES UN PLAN DE ADAPTACIÓN?	11
1.2. ¿POR QUÉ SANTANDER NECESITA UN PLAN DE ADAPTACIÓN?	13
1.3. ¿QUÉ MARCO REGULA ESTE PLAN DE ADAPTACIÓN?	22
2. ENFOQUE Y OBJETIVOS DEL PLAN DE ADAPTACIÓN	29
<i>Cecilia Ribalaygua, Laura Asensio Martínez, Francisco García Sánchez</i>	
3. METODOLOGÍA	31
<i>Laura Asensio Martínez, Cecilia Ribalaygua, Francisco García Sánchez, Luis Torres Michelena</i>	
3.1. LAS FASES DEL PLAN DE ADAPTACIÓN	32
3.2. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIESGO	33
3.3. AVANCES METODOLÓGICOS DEL ESTUDIO	37
4. ESCENARIOS CLIMÁTICOS Y AMENAZAS FUTURAS	41
<i>Laura Asensio Martínez, Jaime Ribalaygua, Emma Gaitán, Luis Torres Michelena, Lorena Galiano Sánchez, Carlos Prado López</i>	
<i>Colaboran: Domingo Rasilla Álvarez, Pablo Fernández de Arroyabe, Francisco Conde Oria</i>	
4.1. IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE AMENAZAS CLIMÁTICAS	41
4.2. ANÁLISIS CLIMÁTICO Y GENERACIÓN DE ESCENARIOS LOCALES	52
4.3. ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE AMENAZAS CLIMÁTICAS	65
5. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS	83
<i>Laura Asensio Martínez, Francisco García Sánchez, Nareme Herrera López, Cecilia Ribalaygua</i>	
5.1. ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN CLIMÁTICA	83
5.2. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	106
5.3. ANÁLISIS DE RIESGOS CLIMÁTICOS	118
5.4. DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS ESTRATÉGICAS PARA SCN	144

6. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN	159
<i>Francisco García Sánchez, Cecilia Ribalaygua, Nareme Herrera López, Pablo Fernández de Arroyabe, Domingo Rasilla Álvarez, Carmen Gil de Arriba, Juan J. González Trueba, Sebastián Pérez Díaz, Francisco Conde Oria</i>	
<i>Colaboran: Lourdes Galindo Delgado, Mario González Ceballos</i>	
6.1. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE MEDIDAS	159
6.2. METODOLOGÍA DE SELECCIÓN Y PRIORIZACIÓN DE MEDIDAS	161
6.3. METAS, OBJETIVOS Y MEDIDAS	164
7. INDICADORES DE SEGUIMIENTO	273
<i>Nareme Herrera López, Laura Asensio Martínez, Francisco García Sánchez</i>	
8. PLAN DE PARTICIPACIÓN	281
<i>Cecilia Ribalaygua, Francisco García Sánchez, Nareme Herrera López</i>	
8.1. OBJETIVO DEL PLAN DE PARTICIPACIÓN	281
8.2. FASES DEL PROCESO PARTICIPATIVO	281
8.3. AGENTES PARTICIPANTES	288
8.4. RESULTADOS DE LOS TALLERES PARTICIPATIVOS	289
CARTOGRAFÍA DE RIESGOS	301
ANEXO: ESTUDIO PALINOLÓGICO	361
<i>Sebastián Pérez Díaz, Sara Núñez de la Fuente</i>	
A.1. INTRODUCCIÓN	361
A.2. MATERIAL Y MÉTODOS	362
A.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	366
A.4. CONCLUSIONES	370
LISTADO DE FIGURAS Y TABLAS	373
REFERENCIAS	377

RESUMEN

El Plan de Adaptación al Cambio Climático de Santander se desarrolla en el marco del proyecto Santander Capital Natural, liderado por el ayuntamiento de esta ciudad. El plan se ha realizado con el apoyo científico de investigadores del Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio, liderados por el Grupo de Investigación CINCC (Ciudad, Infraestructuras y Cambio Climático) de la Universidad de Cantabria (UC), junto con la Fundación para la Investigación del Clima (FIC).

Santander Capital Natural cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea – Next-Generation EU. El proyecto tiene como objetivo principal el refuerzo del papel de la red de zonas verdes urbanas en la conservación de la biodiversidad a escala local, potenciando los servicios ambientales que ayudan a mejorar la calidad de vida de la ciudadanía de Santander, y establecer estrategias y acciones para hacer de Santander una ciudad más resiliente. Este proyecto cuenta entre sus socios con el Ayuntamiento de Santander, SEO/BirdLife, la Asociación Amica, la Fundación para la Investigación del Clima y la Universidad de Cantabria.

El documento propone 85 medidas de adaptación a partir de la generación de robustos escenarios de clima futuro y un detallado cálculo del riesgo a las diferentes amenazas previsibles, basado en la exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa de la ciudad y su población. Estos escenarios de clima futuro se han realizado actualizando la metodología al Sexto Informe del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (CMIP6), que sitúa a Santander en la vanguardia internacional en materia de adaptación. Añadido a esta robusta base científica, el plan se ha desarrollado a lo largo de los años 2023 y 2024 en un continuo proceso participativo con diferentes instituciones y actores locales, e implica a través de diversos talleres a la ciudadanía. Se ha contado con diversas áreas de gestión, concejalías y unidades funcionales del Ayuntamiento de Santander, como el cuerpo de Bomberos y Protección Civil, y entidades regionales y estatales como el CIMA, la Guardia Civil o la AEMET, con las que se han definido un conjunto de potenciales amenazas.

Partiendo de los más recientes escenarios de clima futuro, el estudio recoge la exposición a inundaciones costeras y pluviales, y los impactos de la subida de las temperaturas con los fenómenos de sequía y olas de calor. Se ha desarrollado un exhaustivo análisis de la vulnerabilidad, tanto de sensibilidad y capacidad adaptativa en tres ámbitos básicos, sociedad, actividades económicas y medio ambiente, y se han obtenido resultados a escala de sección censal que

permiten identificar el riesgo en función de las diferentes amenazas analizadas. Como resultado de estos trabajos, el Plan de Adaptación de Santander concluye un detallado estudio de riesgo para los años 2050 y 2100, e identifica cuatro metas de adaptación: Biodiversidad, Ciudad Resiliente, Salud, y Sociedad y Economía Adaptadas. La estructura del plan se articula en torno a estas metas, con diversos objetivos de adaptación para cada una de ellas. Las medidas que permitirán a Santander alcanzar tales objetivos se definieron en los procesos participativos.

Las principales aportaciones del Plan de Adaptación al Cambio Climático de Santander consisten en:

- 1 La definición de los más actualizados escenarios de clima futuro para la ciudad de Santander, recogiendo los últimos avances científicos en la materia y que posicionan a la ciudad en la vanguardia de la información local sobre el clima futuro.
- 2 El enfoque participativo, que ha permitido fundamentar tanto el análisis como las soluciones de adaptación, según los resultados de los sucesivos procesos participativos, que han contado tanto con ciudadanía y diversos colectivos sociales como con la participación activa de los agentes locales implicados en la ciudad.
- 3 La aportación de soluciones desde una aproximación multidisciplinar, evitando la "mala adaptación". El equipo científico multidisciplinar redactor del proyecto está compuesto por 17 investigadores de áreas diversas como Física, Meteorología y Clima, Ingenierías, Geografía, Arquitectura, Urbanismo, Sociología, Arqueología y Turismo.
- 4 La definición del índice de riesgo a escala de sección censal y para cada una de las amenazas detectadas, lo que permite establecer acciones de control, tanto de la exposición a estas como a su sensibilidad a nivel micro, lo cual supone un avance metodológico considerable en planes de adaptación municipales.
- 5 La identificación de 85 medidas de adaptación, con información y recursos claves para ser implementadas en posteriores planes de acción. Cada medida cuenta con objetivos concretos, información base, en muchos casos con geolocalización de puntos de interés, grado de urgencia e indicadores de seguimiento, entre otros aspectos.
- 6 La integración con otros estudios y estrategias de la ciudad. El documento se configura en coordinación y sobre la base de trabajos previos sobre la ciudad de Santander, convirtiéndose en un documento de referencia. Para su elaboración el plan ha recopilado y actualizado de forma rigurosa más de un centenar de bases de datos relacionadas con su población, actividades económicas, espacios libres, salud, seguridad y protección civil, impactos climáticos, etc.

DIEZ RAZONES PARA UN PLAN DE ADAPTACIÓN

1

Cecilia Ribalaygua, Francisco García Sánchez

El Plan de Adaptación al Cambio Climático de Santander se desarrolla en el marco del proyecto Santander Capital Natural, liderado por el Ayuntamiento de Santander. El documento se ha realizado con el apoyo científico de investigadores del Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio, liderados por el Grupo de Investigación CINCC (Ciudad, Infraestructuras y Cambio Climático) de la Universidad de Cantabria (UC), junto con la Fundación para la Investigación del Clima (FIC).

Santander Capital Natural (SCN) cuenta con el soporte de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea – NextGeneration EU. El proyecto tiene como objetivo principal el refuerzo del papel de la red de zonas verdes urbanas en la conservación de la biodiversidad a escala local, potenciando los servicios ambientales que ayuden a mejorar la calidad de vida de la ciudadanía de Santander, y establecer estrategias y acciones para hacer de Santander una ciudad más resiliente. Cuenta entre sus socios con el Ayuntamiento de Santander, SEO/BirdLife, la Asociación Amica, la Fundación para la Investigación del Clima y la Universidad de Cantabria.

Este plan forma parte del proyecto Santander Capital Natural y es una de las tres acciones que conducen a la estrategia municipal (A1 Estrategia SCN), de forma que, recogiendo los resultados desde la perspectiva de adaptación al clima de este plan (Acción A2), y los de la Actualización de la Estrategia de Biodiversidad (Acción A3), se desarrolla un proyecto de Infraestructura Verde Municipal (Acción A4) integrado. En concreto, este documento aporta resultados al resto de las acciones de Santander Capital Natural, el análisis de clima futuro y los riesgos asociados a él, así como las medidas de adaptación aconsejables para evitarlo, con soluciones basadas en la naturaleza y apoyadas en buena medida en la infraestructura verde municipal. El documento del plan se articula en 8 capítulos, consecuentes con el proceso seguido y los resultados esperados:

- En primer lugar, se desarrolla este **apartado introductorio**, que se articula en torno a la respuesta a tres preguntas clave sobre la necesidad y las características de este documento.
- En el segundo capítulo se revisan los **objetivos y enfoque** del documento, mientras que el tercer capítulo desarrolla la **metodología** general seguida, incluyendo las fa-

ses que han permitido desarrollar el plan, su alcance y la unidad de representación básica.

- Los capítulos 4 y 5 condensan el análisis técnico realizado: por un lado, el capítulo 4 recoge los resultados de las **amenazas climáticas** a partir del estudio del clima pasado, presente y su proyección a futuro con la generación de escenarios climáticos; por otro lado, el quinto capítulo integra todos los estudios conducentes a los **índices de riesgo**. Presenta los resultados obtenidos en el estudio sobre la exposición y la vulnerabilidad. El capítulo 5 acaba con el **diagnóstico** y las **propuestas estratégicas** de adaptación derivadas del estudio.
- El capítulo 6 incluye 85 **medidas de adaptación**, previa descripción de las metas y objetivos que se persiguen, así como el detalle de todas las medidas en formato de fichas.
- Los dos últimos capítulos incorporan los planes de acompañamiento necesarios para la elaboración de este plan: los **indicadores de seguimiento** de medidas (capítulo 7) y el **plan de participación** desarrollado a lo largo de todo el proyecto (capítulo 8).
- Finalmente, el documento integra la cartografía y las tablas de niveles de riesgo generadas para las secciones censales.



¿QUÉ ES UN PLAN DE ADAPTACIÓN?

Los planes de adaptación surgen como herramientas de planificación y acción de los municipios, una vez constatada la necesidad de adaptarse a las consecuencias de las variaciones previstas en el clima local. Se trata de documentos que permiten tomar decisiones de adaptación para los riesgos que soportará el municipio a causa del cambio climático. Estos cambios se están acelerando y presentan ya sus efectos en las ciudades, por lo que los municipios buscan herramientas ágiles y eficientes para organizar sus estrategias de adaptación a esta nueva situación.

¿Qué es el cambio climático?

El IPCC (2022), en su Sexto Informe de Evaluación (AR6)¹, define cambio climático como una variación en el estado del clima, que puede ser identificado en la media y/o en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un periodo prolongado de tiempo durante décadas o a más largo plazo. Debido a la acción humana, a partir de la Revolución Industrial, la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera está creciendo de forma constante, lo que ha generado ya modificaciones en los sistemas físicos-biológicos. A pesar de los esfuerzos de mitigación en la emisión de GEI, entre ellos el CO₂, el impacto de este cambio es inevitable, por lo que las estrategias y los planes de lucha contra el cambio climático deben incluir mecanismos de anticipación, prevención y preparación para hacer frente a la ocurrencia de eventos extremos y la variabilidad climática.

¿Por qué las ciudades son claves en la adaptación?

Las ciudades son especialmente sensibles a los efectos del cambio climático, pero también son los ámbitos de decisión con mejores condiciones para abordar la adaptación (Dodman *et al.*, 2022)². El término *adaptación* se utiliza para describir el proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. La capacidad de adaptación es el grado en que los sistemas, las instituciones, los seres humanos y otros organismos se adaptan a los posibles daños, apro-

¹ Véase IPCC (2022), anexo II: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/> IPCC, 2022: Annex II: Glossary [Möller, V., R. van Diemen, J.B.R. Matthews, C. Méndez, S. Semenov, J.S. Fuglestedt, A. Reisinger (eds.)]. En: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 2897–2930, doi:10.1017/9781009325844.029.

² Dodman, D., B. Hayward, M. Pelling, V. Castan Broto, W. Chow, E. Chu, R. Dawson, L. Khirfan, T. McPhearson, A. Prakash, Y. Zheng, and G. Ziervogel, 2022: Cities, Settlements and Key Infrastructure. En IPCC (2022), capítulo 6.

vechar las oportunidades o afrontar las consecuencias³. Son, por tanto, las ciudades las que mejor pueden desarrollar esta capacidad de adaptación, minimizando los efectos negativos y aprovechando las posibles oportunidades que brinde este fenómeno.

¿Con qué antecedentes se cuenta?

Muchos municipios ya han desarrollado planes de acción para la adaptación. Más de 900 ciudades, pueblos y aldeas de toda Europa se han comprometido con la adaptación adhiriéndose al Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía. Muchas otras participan en otras redes e iniciativas (por ejemplo, 100 Ciudades Resilientes, Ciudades C40 o Ciudades Resilientes del ICLEI), que les proporcionan conocimientos, oportunidades de intercambiar experiencias o apoyo en la planificación de la adaptación. También la participación en proyectos financiados por la UE (Life, Interreg o proyectos de investigación) puede ayudar a las ciudades a acceder a financiación para la adaptación, aprender de otras experiencias u obtener de los investigadores unos conocimientos climáticos locales muy necesarios. En la Comunidad Autónoma de Cantabria, otras iniciativas de adaptación se han impulsado en municipios cercanos de la región: los encontramos en Suances, Polanco, Miengo, Arnauero o Noja, entre otros. Estos pueblos, a pesar de no disponer de planes de adaptación local, se han unido al conjunto de firmantes del Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía. Es igualmente el caso de Santander, que se unió en el 2008.

¿Qué estructura tienen los planes de adaptación local?

La estructura general de los planes de adaptación local parte de la creación de unos escenarios de clima futuro, con la idea de detectar los extremos climáticos, para luego identificar qué amenazas conllevará esa situación. Tras conocer las amenazas, el trabajo se centra en conocer el riesgo⁴ de sufrir daños debidos a estas en los diferentes ámbitos urbanos.

El proceso para identificar el riesgo varía en las diferentes metodologías. El resultado es más afinado cuando las bases de datos sobre las que se calcula la exposición y la vulnerabilidad son completas y exhaustivas. En la mayoría de los antecedentes de planes españoles, el escenario futuro se limita al clima. Sin embargo, en el caso de Santander se propone un avance metodológico en el que a los escenarios de clima futuro se suman a los escenarios de

³ IPCC (2022). Anexo II.

⁴ En el contexto del cambio climático, los riesgos pueden surgir de los posibles impactos que provoca, así como de las respuestas humanas al cambio climático. Las consecuencias adversas relevantes incluyen aquellas sobre vidas, medios de subsistencia, salud y bienestar, activos e inversiones económicas, sociales y culturales, infraestructura, servicios (incluidos los servicios ecosistémicos), ecosistemas y especies. En el contexto de los impactos del cambio climático, los riesgos resultan de interacciones dinámicas entre los peligros relacionados con el clima y la exposición y vulnerabilidad del sistema humano o ecológico afectado a los peligros. El riesgo puede ser minimizado con un cuarto factor: la capacidad adaptativa. IPCC, 2022, anexo II.

exposición y vulnerabilidad para los horizontes temporales definidos. Para ello es preciso entender no solo como es en la actualidad la sociedad, la estructura productiva, el tejido urbano, sino también proyectar hacia el futuro sus características y su morfología.

1.2

¿POR QUÉ SANTANDER NECESITA UN PLAN DE ADAPTACIÓN?

El municipio de Santander presenta una situación privilegiada respecto a otros municipios en los que las consecuencias del cambio climático dejan ya huellas de sequía o graves inundaciones. Aun así, los resultados obtenidos sobre el clima futuro en el municipio proyectan cierto nivel de riesgo, debido al clima y a los factores derivados de estas modificaciones en el tejido urbano, en las infraestructuras, la biodiversidad y en la salud de la población.

Añadido a este cambio externo, las particulares condiciones sociales, físicas y económicas de la ciudad proyectadas a futuro muestran una vulnerabilidad creciente a los riesgos detectados. Aspectos como las olas de calor, que según las proyecciones se ampliarán en duración y en intensidad, comportarán un riesgo aún mayor en un escenario en el que el peso de las personas mayores de 75 años se incrementará notablemente. Este ejemplo es tan solo una muestra de la importancia de conocer los riesgos a los que se enfrentará la sociedad santanderina en el futuro escenario climático y diseñar un plan para comenzar a hacer frente a la situación.

A la luz de los estudios científicos realizados y considerando las variables ambientales, urbanísticas, sociales y económicas del municipio, existen al menos **10 razones** para la redacción de un plan de adaptación en Santander:

1.2.1. Existen evidencias científicas de riesgos climáticos

Los estudios realizados muestran un incremento moderado de las temperaturas en Santander para los años 2050 y 2100, tanto en invierno como en verano, con especial afección en el estío, con un aumento notable del número de días de olas de calor y noches tropicales. Se prevé también un cambio en el régimen de precipitaciones, las cuales se espacian en el tiempo, y aumenta la probabilidad de lluvias extremas.



Figura 1.1. Exposición a eventos de oleaje intenso.

Fuente: CINCC (UC), 2023.

1.2.2. Las infraestructuras y el tejido urbano se verán afectados

El cambio climático está ejerciendo una presión significativa sobre las infraestructuras y el tejido urbano de Santander. Esta tendencia parece intensificarse con el paso del tiempo. Eventos climáticos extremos como inundaciones repentinas y tormentas más intensas ya están teniendo un impacto sobre la ciudad, poniendo de manifiesto la vulnerabilidad de su infraestructura actual. Además, el tejido urbano se enfrenta desafíos en términos de gestión



Figura 1.2. Impactos en la infraestructura urbana por eventos climáticos extremos.

Fuente: CINCC (UC), 2024.

de aguas pluviales y drenaje, con inundaciones urbanas más frecuentes y severas que amenazan la habitabilidad y la seguridad de la población. Otros eventos climáticos extremos, como olas de calor más intensas y prolongadas, están ejerciendo también presión sobre la infraestructura urbana, desde sistemas de energía hasta redes de suministro de agua y saneamiento. La urbanización creciente aumenta la impermeabilización del suelo y reduce la capacidad de absorción de las áreas urbanas, lo que contribuye a aumentar el riesgo de inundaciones y deslizamientos de tierra. Para hacer frente a esta situación, es determinante implementar medidas de adaptación que se apoyen en su infraestructura verde y la gestión sostenible del agua.

1.2.3. La salud de la ciudadanía se verá afectada

La subida de temperaturas debido al cambio climático puede aumentar la incidencia y gravedad de enfermedades respiratorias en Santander, debido a la proliferación de alérgenos y contaminantes del aire, como el polen y el humo de los incendios forestales, que pueden desencadenar o empeorar condiciones como el asma y la rinitis alérgica. Además, el calor extremo puede dificultar la respiración y aumentar el riesgo de exacerbaciones para personas con enfermedades respiratorias crónicas como la EPOC.

Añadido a esto, las olas de calor y las noches tropicales y tórridas tienen un impacto significativo en la salud de la ciudadanía de Santander y en su bienestar general. Algunos eventos extremos de esta índole pueden aumentar el riesgo de enfermedades relacionadas con el calor, como golpes de calor, deshidratación, agotamiento y agravamiento de condiciones de salud preexistentes, como enfermedades cardiovasculares y respiratorias. Asimismo, las noches tórridas, caracterizadas por temperaturas nocturnas inusualmente altas, dificultan el descanso adecuado y pueden provocar trastornos del sueño, lo que afecta negativamente a la salud mental y el rendimiento diurno. Para la población vulnerable, como las personas mayores, los niñas y los niños, y las personas con enfermedades crónicas, el impacto de estas condiciones extremas puede ser aún más grave.

Otras amenazas derivadas del clima, como la transmisión de una amplia gama de enfermedades, es una tendencia constatada ya en Europa, y seguirá estando presente en las próximas décadas (EEA, 2021)⁵. A través de la isla de calor urbana y otras condiciones microclimáticas, los entornos urbanos aumentan la exposición de sus poblaciones a enfermedades transmitidas por vectores que están asociadas a la creciente presencia de especies exóticas que migran hacia el norte debido al cambio climático. El *Aedes albopictus* (mosquito tigre) se ha convertido en una especie común en el sur de Europa. Transmite enfermedades como el zika, el dengue y el chikunguña. Dado que la idoneidad climática para el mosquito tigre depende de factores como una cantidad suficiente de precipitaciones, altas temperaturas estivales e inviernos suaves, se prevé que el cambio climático facilite aún más la propagación

⁵ Véase: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/vector-borne-diseases-2/assessment>

de este mosquito por Europa, al modificar los patrones de temperatura y precipitaciones, aumentando así el hábitat adecuado para su proliferación (EEA, 2021).

1.2.4. La biodiversidad local se verá comprometida ante las variaciones climáticas

Añadido a otros factores de cambio global, el clima ejerce también un impacto significativo en la biodiversidad de Santander. El aumento de las temperaturas y los cambios en los patrones de precipitación están alterando los hábitats naturales y desplazando a muchas especies de plantas y animales hacia áreas de clima más favorable.

Consecuencia de ello es la pérdida de biodiversidad, ya que algunas especies podrían no ser capaces de adaptarse lo suficientemente rápido o encontrar nuevos hábitats adecuados. Algunos estudios muestran que los ecosistemas marinos frente a la costa de Santander están experimentando cambios en la distribución de especies debido al aumento de la temperatura del agua, lo que podría afectar a largo plazo a la cadena alimentaria y la pesca local.



Figura 1.3. Estrés hídrico sometido por nuevas condiciones climáticas.

Fuente: CINCc (UC), 2024.

El cambio climático también puede tener repercusiones en la biodiversidad terrestre de Santander, como la pérdida de hábitats naturales debido a la desertificación y la degradación del suelo, así como el aumento de la frecuencia e intensidad de incendios forestales. Algunos cambios pueden llevar a la disminución de la diversidad de especies vegetales y animales, y

a la pérdida de servicios ecosistémicos vitales, como la polinización y la regulación del clima local. La conservación de la biodiversidad en Santander se vuelve aún más crucial en este contexto, con la necesidad de implementar medidas de adaptación para proteger los ecosistemas locales y garantizar su resiliencia frente a los impactos del cambio climático.

Otro grupo de razones por las que Santander debe tener un plan de adaptación se atribuye a sus **características diferenciales**. Además de la frecuencia y magnitud asociada a los eventos climáticos adversos, las características locales vinculadas a la demografía, la socioeconomía y el medioambiente constituyen los conocidos como riesgos diferenciales del cambio climático. De esta realidad se derivan las siguientes razones por las que Santander necesita un plan de adaptación al cambio climático.

1.2.5. El carácter eminentemente urbano del municipio

Los entornos urbanos corren mayores riesgos de daño por el cambio climático que las áreas rurales, debido a la alta concentración de población, actividades económicas e infraestructura crítica.

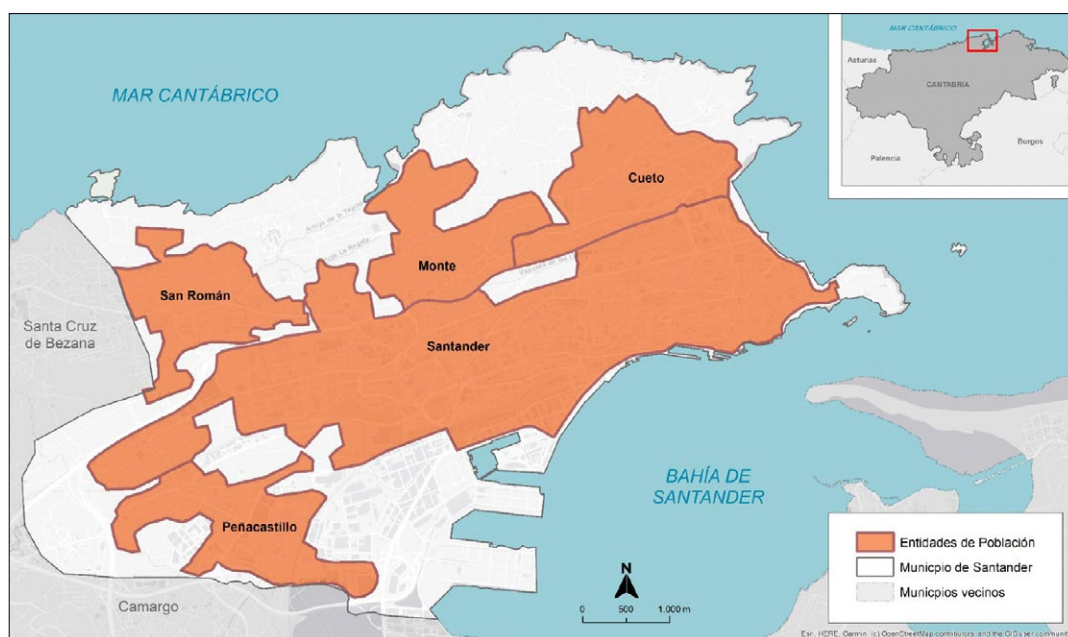


Figura 1.4. Entidades de población (residencial) que conforman el municipio de Santander.

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024 a partir de Entidades de Población del Instituto Geográfico Nacional.

El municipio de Santander presenta una extensión de aproximadamente 36 kilómetros cuadrados y está ubicado en la zona central de la franja costera de la región. El mu-

nicipio, además de englobar la ciudad sobre la que recae la capitalidad de la comunidad autónoma, incluye los núcleos de Cueto, Monte, Peñacastillo y San Román de la Llanilla, lo cual genera un continuo urbano de compleja división espacial. El padrón municipal de habitantes para 2022 cifra en 171.657 los residentes existentes en el municipio, valor de base para los cálculos posteriores, si bien el INE lo sitúa en 171.693 habitantes (INE, 2023). En Santander, como en otras ciudades, la sustitución de la vegetación natural por superficies artificializadas y edificios altera la temperatura, la humedad, la dirección del viento y los patrones de lluvia⁶. Las superficies impermeables evitan que cantidades excesivas de agua de lluvia se filtren al suelo y eleven las temperaturas en las ciudades en comparación con la región circundante al almacenar calor y crear el llamado “efecto de isla de calor urbano”, entre otros.

1.2.6. Una población crecientemente envejecida, que será cada vez más vulnerable

En la actualidad el municipio de Santander entra en la denominación de ciudades intermedias⁷, en las que el desarrollo demográfico y económico ha dejado una marcada huella en varias áreas de la planificación territorial. Desde 1900, con una población de casi 55.000 habitantes, el municipio ha experimentado un constante crecimiento residencial e industrial hasta casi finales del siglo pasado, llegando a estar cerca de 200.000 habitantes en 1995, año a partir del cual comenzó un periodo de declive poblacional, con ciertas fluctuaciones, llegando a la cifra actual de población por debajo de 175.000 habitantes. Según el Censo Decenal de Población y Vivienda del INE del año 2021, la población total del municipio se cifró en 172.002 personas (INE, 2023), de las cuales aproximadamente un 12 % corresponden a menores de 16 años, un 62 % a personas de entre 16 y 64 años, ambos incluidos, y casi un 26 % corresponden a mayores de 64 años.

En la proyección a futuro del reparto de la población de Santander en 2050 y 2100 se han considerado las hipótesis oficiales (Proyecciones de Población del ICANE) de tasas de natalidad, migración y tendencias demográficas actuales, así como las previsibles mejoras médicas y de atención a la salud. Para ambos horizontes se observa un aumento en la proporción de personas mayores en Santander, en línea con la tendencia demográfica global de envejecimiento de la población española, dado que se espera que los avances en la atención médica y en la calidad de vida contribuyan a una mayor longevidad. Este aumento significativo de personas mayores pone de manifiesto un incremento de la vulnerabilidad del municipio a riesgos relacionados con el aumento de las temperaturas y los eventos extremos, tanto de frío como de calor intenso.

⁶ Solo el 37,73 % del suelo municipal es permeable.

⁷ “Una ciudad intermedia es aquella que posee y provee infraestructura y servicios públicos que le permiten ser plataforma de integración de su territorio y a la vez garantiza la intermediación de flujos, sean estos de bienes o de personas; cuenta con una función política y/o administrativa para facilitar la gestión territorial y garantizar la participación ciudadana; su función económica o actividades económicas contribuyen en mayor porcentaje al valor agregado bruto comparado con las aglomeraciones urbanas que la rodean y tiene una población entre 50.000 y 1 millón de habitantes” (GIZ, 2016).

1.2.7. Una importante población flotante, que seguirá creciendo

La densidad poblacional media actual para el municipio de Santander es de 4.914 habitantes/km². Las secciones censales de mayor densidad poblacional se concentran principalmente en el área central del casco urbano. Es de destacar que, si bien esta población es permanente a lo largo del año, en época vacacional, principalmente en verano, aumenta de manera considerable, por ser la ciudad y la región un destino de gran atractivo turístico. Según datos de ICANE⁸, el número total de pernoctaciones en la ciudad de Santander a lo largo de 2022 fue de 1.066.050, cifras muy similares al periodo prepandémico. Se ha de tener en cuenta que la mayor presión se está ejerciendo por los modelos de turismo extrahotelero y que no se contabilizan en estas cifras. Esta población también aumenta en el periodo académico, sin quedar necesariamente reflejada en el censo ni el padrón local.

Hoy en día se registra una tendencia exponencial en el crecimiento de la vivienda vacacional. En los próximos años se prevé la continuidad de esta tendencia. La población flotante, que ya es significativa, seguirá aumentando en un contexto de cambio climático y tendencia a la desestacionalización, lo que implica la necesidad de reforzar el sector turístico con medidas que abarquen la adaptación, mitigación y sensibilización al cambio climático.

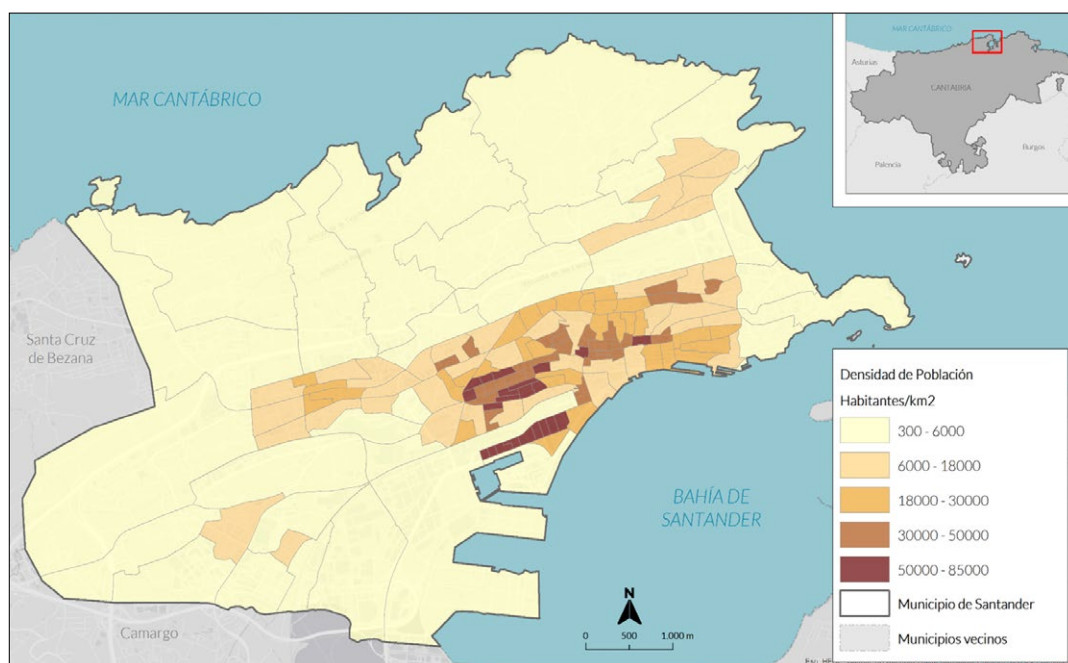


Figura 1.5. Densidad de población (habitantes/km²) por secciones censales en el municipio de Santander.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024 a partir del Censo de Población y Vivienda de 2021 del INE.

⁸ En: <https://www.icane.es/data/viajeros-pernoctaciones-estancia-ocupacion-plazas-categorias-zonas>

1.2.8. Una estructura física que necesita adaptarse para reducir los impactos del clima

La estructura física del municipio se caracteriza por presentar una alternancia de elevaciones y depresiones paralelas, que se disponen a lo largo de un eje noreste-suroeste. Las diferencias entre la orografía y la orientación solar acentúan en algunos puntos la vulnerabilidad a determinadas amenazas climáticas. El municipio se ha desarrollado en el entorno de la bahía mediante el relleno y desecado de terrenos correspondientes a marismas y superficies del estuario destinadas a la instalación principalmente de la actividad portuaria e industrial.

Desde el punto de vista morfológico, todo el municipio está caracterizado por su ubicación sobre antiguas plataformas de abrasión marina, elevadas en la actualidad a diversos niveles. En el espacio interior de la bahía de Santander vierten las aguas varios cursos fluviales. Asimismo, cabría destacar el humedal que conforma el arroyo de Las Llamas en la vaguada de su mismo nombre y otros pequeños arroyos de corto recorrido y zonas pantanosas de la propia bahía, como los humedales del canal de Raos al sur del municipio. La morfología del territorio pone de manifiesto sectores vulnerables a embalsamientos de agua que deben ser analizados. Igualmente, la subida del nivel del mar pone sobre la mesa el riesgo de retroceso de las playas, con los consiguientes impactos económicos y sociales.

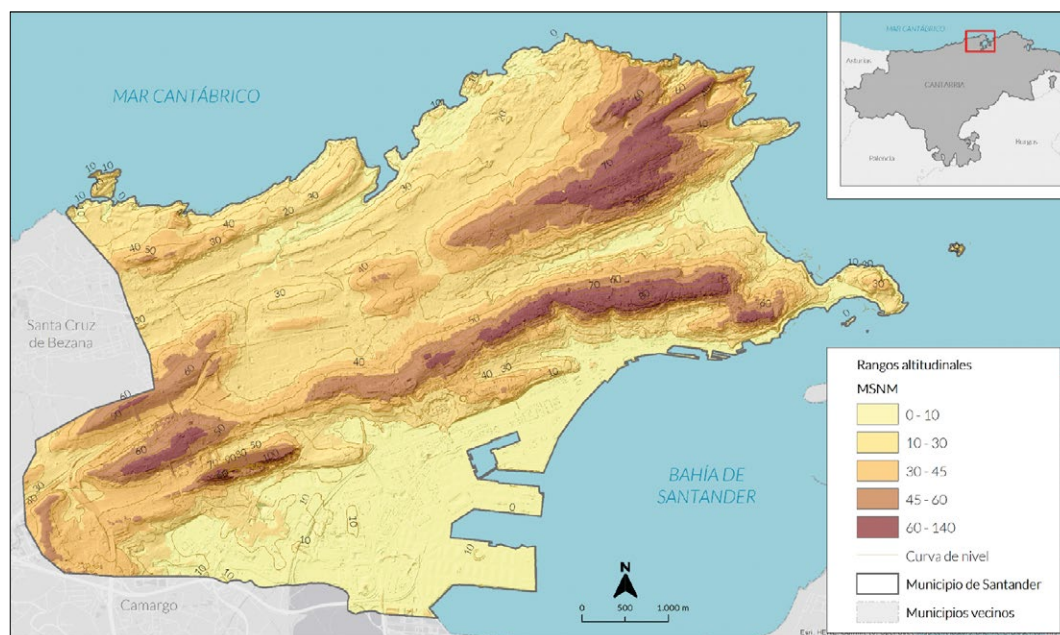


Figura 1.6. Orografía del municipio de Santander.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024 a partir del modelo digital del terreno a 2 metros de resolución procedente de datos LIDAR del Instituto Geográfico Militar y curvas de nivel de la Base Topográfica Nacional a escala 1.25.000.

1.2.9. Un sistema económico que necesitará adaptarse

En la estructura productiva actual de Santander, el sector terciario constituye el motor de la economía municipal. Además del sector administrativo, y otras actividades menores como el sector secundario industrial y de reparaciones, el conjunto de actividades vinculadas al sector turístico tiene un peso relativo muy alto, destacando claramente el comercio, la hostelería y restauración. La estructura empresarial se caracteriza por un predominio de pequeñas y medianas empresas (pymes), aunque las grandes empresas, en menor cantidad, suponen un aspecto muy relevante respecto al volumen de empleo en la economía municipal (Ayuntamiento de Santander, 2016). El sector turístico necesita adaptarse a una nueva demanda y también a unas nuevas condiciones climáticas, minimizando sus efectos para los visitantes y haciéndoles partícipes del plan de adaptación local.

El sector industrial, de gran relevancia histórica, ha sufrido cambios en su ubicación dentro de Santander; sus espacios originales han sido engullidos por el crecimiento de la ciudad en la zona centro. Al suroeste, el espacio industrial de Santander mantiene actualmente una notable presencia, focalizándose principalmente en el puerto y en los polígonos industriales de La Albericia, Candina, Campón-Peñacastillo, Nueva Montaña-Isla de Óleo, Parayas, Mercasantander, Nueva Montaña, Primero de Mayo-Faustino Cavadas, Ciudad del Transporte y Raos. También aparecen industrias aisladas y desarrollos relativamente recientes como el Parque Científico y Tecnológico de Cantabria, zona de implantación empresarial situada en el barrio de Adarzo. Estos grandes espacios industriales suponen plataformas impermeables y de fuerte impacto en la isla de calor urbano. Los planes de reverdeización y consolidación de la infraestructura verde de Santander pasan necesariamente por identificar estos espacios y planificar su futuro para ayudar a la resiliencia municipal.

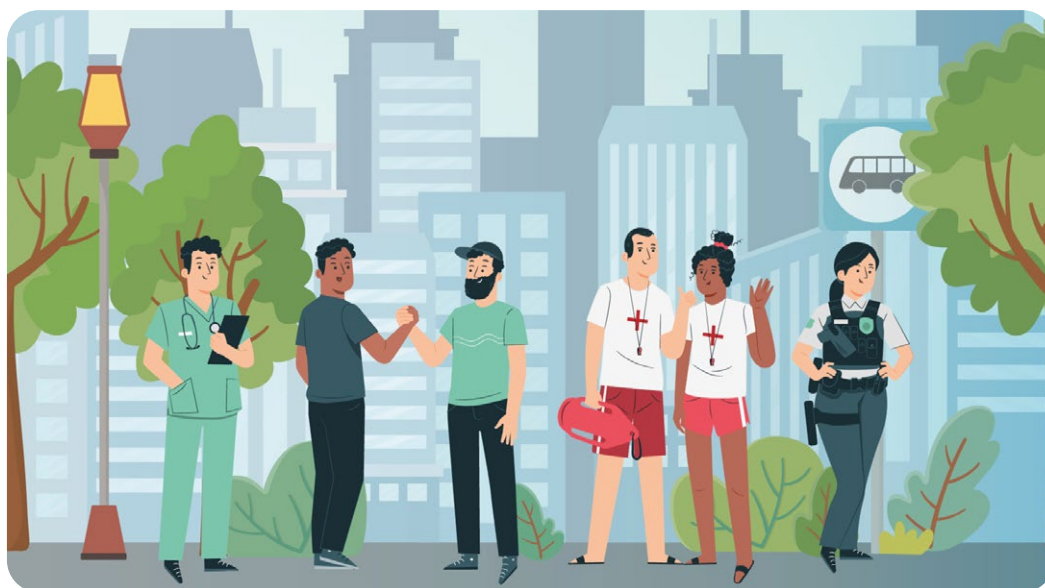
1.2.10. Urgencia de un documento guía

El cambio climático ya es un hecho. Los datos de los últimos años sobre el incremento de temperaturas y las inundaciones sufridas en algunos ámbitos, junto con algunos apuntes de afectaciones en la salud, nos alertan de la urgencia de contar con medidas. Estas medidas, a corto, medio y largo plazo, necesitan ser definidas para iniciar el proceso de adaptación urbana. Santander cuenta con un Plan General de Ordenación Urbana de 1997 y, aunque hay esfuerzos recientes por activar la aprobación de un nuevo plan, estos instrumentos urbanísticos no cuentan con la agilidad de un plan de adaptación, necesario para incorporar la incertidumbre de la realidad a la que nos enfrentamos.

Por último, Santander necesita un plan que permita a la sociedad, las instituciones y todos los agentes locales implicados conocer la proyección a futuro de las implicaciones del cambio climático, con una base científica sólida. Solo con este tipo de documentos, en el que se ha calculado minuciosamente diversos aspectos de cada sección censal para identificar la vulnerabilidad a futuro, se podrán tomar las decisiones adecuadas. Este plan permitirá también avanzar en la sensibilización, uno de los principales objetivos identificados en el

Plan Nacional y la estrategia europea, así como realizar un seguimiento riguroso (a través de indicadores) de la mejora de la capacidad adaptativa del municipio.

Revisadas estas 10 razones, se evidencia que Santander necesita un **plan**, con medidas de **adaptación** que optimicen la estrategia de renaturalización **Santander Capital Natural**, de forma que el incremento de su biodiversidad y mejora de la calidad de vida local se realice con un marco sostenible en el tiempo, basado en proyecciones robustas de los futuros escenarios climáticos, urbanísticos y sociales para los años 2050 y 2100.



1.3

¿QUÉ MARCO REGULA ESTE PLAN DE ADAPTACIÓN?

El documento se ha desarrollado a partir de los **marcos regulatorios y metodológicos** reconocidos por las instituciones científicas y políticas de diferentes escalas.

En primer lugar, el marco metodológico de este documento se ubica en tres escalas distintas: parte de organismos internacionales y de la Unión Europea (EU) para, en coherencia con estas directrices supranacionales, desarrollar los marcos nacional y autonómico:

La **legislación europea** sobre cambio climático y adaptación ha estado impulsada principalmente por la Estrategia de la Unión Europea para la Adaptación al Cambio Climático y

el Marco de Gobernanza de la Unión de la Energía y el Clima. La Estrategia de la UE para la Adaptación al Cambio Climático (Comisión Europea, 2013), actualizada posteriormente en 2021. Se centra en garantizar que las medidas de adaptación estén integradas en diversas políticas sectoriales. Más recientemente, la Comunicación de la Comisión Europea de Directrices sobre las Estrategias y los Planes de Adaptación (Unión Europea, 2023) detalla y actualiza el marco normativo para garantizar una “adaptación transformadora”, llamando la atención sobre aspectos como la “mala adaptación”, una resiliencia climática justa y el impulso de las soluciones basadas en la naturaleza. Todos estos aspectos, si bien la directiva se diseña para planes de escala nacional, han sido tenidos en consideración en la definición de las medidas de adaptación de Santander.

La Comunicación de la Comisión Europea de 2023 “Directrices sobre las estrategias y los planes de adaptación de los Estados miembros”⁹ proporciona orientación a los países de la Unión Europea sobre cómo desarrollar estrategias y planes de adaptación al cambio climático. Algunos de los aspectos clave que supone esta Comunicación en las políticas de adaptación al cambio climático incluyen:

- 1 Desarrollar un marco de acción común:** las directrices establecen un marco común para que los Estados miembros desarrollen sus estrategias y planes de adaptación garantizando la coherencia y armonización en la respuesta al cambio climático en toda la Unión Europea.
- 2 Enfoque basado en la gestión de riesgos:** se promueve un enfoque de gestión de riesgos que identifica y evalúa los riesgos climáticos específicos a los que se enfrenta cada región o sector, favoreciendo una toma de decisiones informada sobre las medidas de adaptación necesarias.
- 3 Participación y consulta pública:** se enfatiza la importancia de la participación pública y la consulta de partes interesadas en la elaboración de estrategias y planes de adaptación. Así se consigue que las políticas sean inclusivas y reflejen las necesidades y preocupaciones de la sociedad civil, el sector privado y otros actores relevantes.
- 4 Enfoque integrado:** se alienta a los Estados miembros a integrar la adaptación al cambio climático en todas las políticas relevantes, como la planificación urbana, la gestión del agua, la agricultura, la salud pública, entre otras. En definitiva, una respuesta holística y coordinada al desafío del cambio climático.
- 5 Monitoreo y evaluación:** se establecen requisitos para el monitoreo y la evaluación de las estrategias y planes de adaptación, lo que permite realizar ajustes según sea necesario y garantizar que las medidas implementadas sean efectivas en la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático.

⁹ Véase el siguiente enlace: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-Z-2023-70034>

El Plan de Adaptación de Santander se ha ajustado a cada uno de estos aspectos clave que se desarrollan en la comunicación. Igualmente, y siguiendo los criterios desarrollados en el documento, hacemos, en este apartado, especial mención a los criterios establecidos en la definición y priorización de las opciones de adaptación. Así, según la tercera fase de las directrices que desarrollar en los planes de adaptación establecidas en el documento, una vez conocidos los riesgos se deberá:



Definir opciones de adaptación.



Evaluar y priorizar las opciones de adaptación.



Evitar la mala adaptación.



Hacer frente a la incertidumbre en lo relativo a los efectos del cambio climático.

Las estrategias y acciones de adaptación deben también contribuir en lo posible a la reducción de los gases de efecto invernadero. El 26 de noviembre de 2019, el Parlamento Europeo adoptó una resolución en la que declaraba la “emergencia climática y medioambiental” en Europa. Por ello, la Comisión Europea propone un marco para las políticas en materia de clima y energía de la Unión Europea (UE) del período 2020-2030 que se base en los progresos logrados para cumplir los objetivos de emisiones de gases de efecto invernadero, energía renovable y ahorro energético. Complementariamente, la Comisión Europea ha adoptado un conjunto de propuestas para adaptar las políticas de la UE sobre clima, energía, transporte y fiscalidad, con el objetivo de reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero en al menos un 55 % de aquí a 2030. Se trata del Pacto Verde Europeo (2019) (Comisión

Europea, 2021), ratificado por el Reglamento (UE) 2021/1119 del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establece el marco para lograr la neutralidad climática. En él se indica, además, la necesidad de mejorar las capacidades de adaptación y de resiliencia en los diversos sectores, teniendo en cuenta los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, para contribuir a minimizar las consecuencias del cambio climático y a abordar sus efectos inevitables.

Los fondos PRTR que financian este proyecto apuestan por la adaptación de las ciudades al cambio climático y se basan en principios que promueven un enfoque integral, participativo y basado en riesgos. Se enfatiza la importancia de la participación comunitaria en la identificación de riesgos climáticos y la formulación de soluciones adaptativas, así como la construcción de resiliencia y sostenibilidad en la planificación urbana. Se destaca la necesidad de coordinación y cooperación entre diversos actores, incluidos gobiernos locales, regionales y nacionales, para garantizar una respuesta efectiva y coordinada a los desafíos del cambio climático en las ciudades.

La **legislación española** relacionada con el cambio climático y la adaptación al mismo se desarrolla fundamentalmente en la Ley de Cambio Climático y Transición Energética (Gobierno de España, 2021a). Esta ley establece objetivos ambiciosos para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, con el objetivo de alcanzar la neutralidad climática para 2050. El título V de la ley recoge que las acciones de adaptación efectivas reducen la exposición y la vulnerabilidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales frente al cambio del clima, y también pueden mejorar su capacidad para recuperarse y reestablecerse tras una perturbación asociada al clima. De manera complementaria, la adaptación aporta beneficios económicos y sociales que la justifican.

La ley establece que el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC; Gobierno de España, 2020a) es el instrumento de planificación básico para promover la acción coordinada y coherente frente a los efectos del cambio climático. El PNACC actual define los objetivos, criterios, ámbitos de aplicación y acciones para fomentar la resiliencia y la adaptación, priorizando la adaptación al cambio climático basada en ecosistemas. Otros documentos de referencia son la Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas. También, aunque no está exclusivamente centrada en el cambio climático, la Estrategia Española de Economía Circular (Gobierno de España, 2020b) tiene implicaciones significativas en la reducción de emisiones y la adaptación al cambio climático.

A **escala autonómica**, el Consejo de Gobierno de Cantabria aprobó el 12 de diciembre de 2019 la **Declaración de Emergencia Climática en Cantabria**, con el objetivo de comprometer actuaciones que contribuyan a luchar contra el cambio climático desde el ámbito regional, adoptar medidas para mitigar sus efectos y promover estrategias en el campo de la economía que contribuyan a esos mismos fines. En lo que respecta a las ordenanzas en materia de adaptación al cambio climático, la Comisión Interdepartamental sobre Cambio Climático del Gobierno de Cantabria aprobó la Estrategia de Acción frente al Cambio Climático de Cantabria

2018-2030, en sesión celebrada el 4 de abril de 2018. Su objetivo prioritario es promover la acción frente al cambio climático de forma alineada con los compromisos adquiridos por España en el marco del Acuerdo de París (recogidos en el Marco de Políticas de Energía y Cambio Climático 2021-2030).

En la actualidad, el Gobierno de Cantabria está promoviendo la actualización de la **Estrategia de Cambio Climático**, que será una de las herramientas que oriente y facilite la transición hacia una economía baja en carbono que actúe a su vez como palanca clave para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, así como los compromisos en materia de emisiones de gases de efecto invernadero, y en general de adopción de medidas de adaptación y mitigación frente a los efectos del cambio climático, en consonancia con el Acuerdo de París de 2015 “Acción por el Clima” y objetivos del mencionado Pacto Verde Europeo y los últimos informes del IPCC.

En segundo lugar, el marco metodológico que ha servido como referencia para la elaboración de este plan tienen fuerte peso el Panel Intergubernamental del Cambio Climático, pero también lo han tenido algunas directrices nacionales de referencia para la elaboración de planes de adaptación, así como algunos documentos previos sobre riesgos municipales. La formulación de resultados en el contexto de adaptación al cambio climático debe ajustarse a marcos de referencia universales, con el objetivo de globalizar el entendimiento de los mismos y adecuar los procedimientos a estándares avalados por las instituciones científicas de referencia.

El **Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático** (IPCC) desempeña un papel estratégico en la comprensión y comunicación de la ciencia del cambio climático. Al reunir a miles de científicos de todo el mundo para evaluar de manera exhaustiva y objetiva la información científica disponible, el IPCC proporciona una base sólida de evidencia para comprender los impactos del cambio climático, sus causas y posibles opciones de mitigación y adaptación. Su importancia radica en su capacidad para traducir la complejidad de la ciencia climática en un lenguaje accesible y en informes periódicos, que son fundamentales para informar las políticas climáticas a nivel global, nacional y local, así como para el desarrollo metodológico de trabajos como este. Para este plan se han aplicado los preceptos contenidos en los documentos metodológicos de análisis^{10,11} de la vulnerabilidad y el riesgo climático publicados por el IPCC en su quinto y sexto informe.

Estos informes del IPCC, a su vez, son sinérgicos con los soportes metodológicos empleados para el desarrollo de estrategias y planes locales derivados de diversas insti-

¹⁰ IPCC (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32.

¹¹ IPCC (2022). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

tuciones internacionales, tales como Naciones Unidas¹², el Banco Mundial¹³, la Comisión Europea¹⁴ y sus guías específicas de planificación para áreas urbanas y municipios¹⁵. Este marco global se considera alineado de los preceptos contenidos en las guías de trabajo y planes territoriales e institucionales de carácter oficial, a través de las cuales se logra un enfoque práctico y operativo del riesgo que se centra en la percepción social y considera las diversas casuísticas que pueden darse en los diferentes sectores para la escala nacional, regional y local.



Figura 1.7. *Herramienta de apoyo a la adaptación Climate-ADAPT.*

Fuente: Climate-ADAPT, 2023. <https://climate-adapt.eea.europa.eu/#t-adap>

A **nivel nacional**, se han considerado los soportes metodológicos derivados del **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático**¹⁶, que establece un marco general de referencia para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, y que quedan de igual forma recogidos en los preceptos de las ordenanzas regionales, específicamente en la Estrategia de Acción frente al Cambio Climático de Cantabria 2018-2030 (Gobierno de Cantabria, 2018).

Por último, respecto a los planes de carácter oficial con vigencia actualmente en el municipio de Santander, adquiere especial relevancia el **Plan de Emergencias Municipal de Santan-**

¹² Naciones Unidas (2010). Cómo desarrollar ciudades más resilientes. Un Manual para líderes de los gobiernos locales. http://www.unisdr.org/files/26462_manualparalideresdelosgobiernosloca.pdf

¹³ Banco Mundial (2011). Guide to Climate Change Adaptation in Cities. Accesible en <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/27396/653590WP0v200B0Urban0Handbook0Final.pdf?sequence=1>

¹⁴ Comisión Europea (2013). Estrategia de adaptación al cambio climático de la UE. Bruselas, 16.4.2013 COM(2013) 216 final. Accesible en: <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2013/ES/1-2013-216-ES-F1-1.Pdf>

¹⁵ Véase: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/guidances/planning-for-adaptation-to-climate-change-guidelines-for-municipalities>

¹⁶ MITECO (2015). Guía para la elaboración de planes locales de adaptación al cambio climático. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/guia_local_para_adaptacion_cambio_climatico_en_municipios_espanoles_tcm30-178446.pdf

der - PEMUSAN - (Ayuntamiento de Santander, 2016), el cual tiene como objetivo planificar las actuaciones necesarias para dar respuesta rápida y eficaz ante cualquier emergencia que se produzca dentro del ámbito territorial del municipio de Santander, y que, a su vez, sigue las directrices generales del Plan Territorial de Emergencias de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Cantabria (PLATERCANT, 2018).

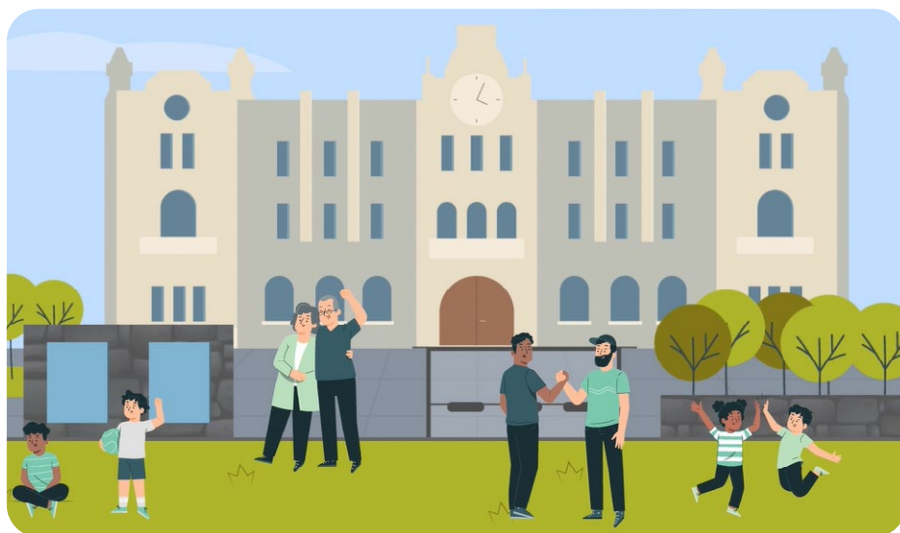
ENFOQUE Y OBJETIVOS DEL PLAN DE ADAPTACIÓN

2

Cecilia Ribalaygua, Laura Asensio Martínez, Francisco García Sánchez

Tradicionalmente, la adaptación al cambio climático ha sido tratada desde una perspectiva sectorial, con el fin de facilitar la gestión y el reparto de responsabilidades. Sin embargo, la complejidad intrínseca de esta realidad requiere de un **enfoque multidisciplinar integrado**, tanto para una comprensión racional del problema en su origen como para abordar su gestión. Con este enfoque, se afronta el análisis de la vulnerabilidad y el riesgo climático sectorial, llegando a criterios sólidos que permitan priorizar medidas que reduzcan sus efectos y mejoren las oportunidades, evitando la mala adaptación. Con este objetivo, el estudio se afronta desde un enfoque holístico, realizando todo el proceso de forma integrada un equipo multidisciplinar de 17 investigadores de áreas diversas como Física, Meteorología y Clima, Ingenierías, Geografía, Arquitectura, Urbanismo, Sociología, Arqueología o Turismo, entre otros.

Además, el plan se basa en un **enfoque participativo**, a través del diseño y la organización de procesos de participación social e institucional, desde su comprensión en el inicio del proceso hasta la identificación del riesgo, así como la formulación y priorización de medidas. Este enfoque ha fortalecido una visión integral de los resultados y de las necesidades de adaptación frente al cambio climático. La participación también ha permitido incentivar la vinculación y el apoyo institucional para su puesta en práctica y la sensibilización e implicación ciudadana.



Con este doble enfoque multidisciplinar y participativo, el Plan de Adaptación de Santander tiene como propósito **aumentar la resiliencia municipal**, identificando **medidas de adaptación** según los resultados de los análisis de riesgo asociado a las amenazas, exposición y vulnerabilidad social, ambiental y económica de todas sus áreas censales.

Los **objetivos** específicos del trabajo son los siguientes:



Contribuir al **conocimiento local sobre el cambio climático** a través de la generación de escenarios climáticos a escala local basados en las recientes salidas del Sexto Informe del IPCC (CMIP6).



Identificar metas de adaptación a largo plazo, así como objetivos concretos de adaptación para cada una de ellas, para garantizar que los resultados científicos alcanzados en el estudio se transfieran y formen parte de la estrategia de resiliencia de Santander.



Definir las medidas de adaptación que necesitan desarrollarse para alcanzar los objetivos de adaptación, aportando información científica para su aplicación (geolocalizada siempre que sea posible), así como indicadores de seguimiento de cada una de ellas.



Geolocalizar y delimitar áreas geográficas y sectores de actividad altamente expuestos a las principales amenazas climáticas e identificar **índices de vulnerabilidad** y riesgo actual y futuro asociados al municipio de Santander.



Facilitar un **proceso participativo** que permita integrar de manera consensuada las perspectivas, conocimientos y experiencias de científicos, tomadores de decisiones, gestores, ciudadanía y actores claves en el ámbito local.



Desarrollo de herramientas de apoyo a la toma de decisiones en el proceso adaptativo local fundamentadas en el conocimiento científico-técnico y en la actualización y sistematización de bases de datos locales, necesarias para el seguimiento de la vulnerabilidad y la mejora de su capacidad adaptativa.

Laura Asensio Martínez, Cecilia Ribalaygua, Francisco García Sánchez, Luis Torres Michelena

Para la elaboración de este documento se ha desarrollado una metodología propia a partir de los marcos de referencia previamente señalados. Esta metodología persigue adecuarse a la realidad institucional y física local, adaptándose a los objetivos del proyecto Santander-Capital Natural en el que se inserta, siguiendo un enfoque multidisciplinar y participativo. El gráfico siguiente muestra el esquema metodológico seguido.



Figura 3.1. Esquema metodológico.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

El plan de adaptación se desarrolla en tres fases principales. En la primera, se analizan los escenarios climáticos y las amenazas futuras. Este primer objetivo se focaliza en diseñar una línea base del estudio, identificar amenazas mediante talleres participativos, realizar un análisis climático y proyectar las amenazas climáticas prioritarias hacia el futuro. La segunda fase implica el análisis de los riesgos asociados a la exposición y vulnerabilidad de cada amenaza identificada. Incluye analizar la exposición y vulnerabilidad zonal y sectorial, así como realizar talleres participativos para validar los resultados. En la tercera fase, se definen medidas de adaptación a partir de los resultados del análisis de riesgos y la participación ciudadana. Se establecen metas y objetivos de adaptación, se identifican y se priorizan medidas para aumentar la resiliencia urbana y se definen los detalles de implementación, incluyendo la geolocalización y la identificación de indicadores de seguimiento para cada medida.

Siguiendo este esquema, el Plan de Adaptación al Cambio Climático de Santander se ha desarrollado en tres amplias fases sucesivas. Cada una de estas se ha colmatado con cuatro pasos, combinando los avances científicos con los talleres participativos.

3.1

LAS FASES DEL PLAN DE ADAPTACIÓN

3.1.1. Fase 1. Escenarios climáticos y amenazas futuras

La primera parte del trabajo se centra en identificar las amenazas futuras en las diferentes áreas de la ciudad. Esta tarea, clave por ser la base del trabajo posterior, se divide en cuatro pasos:

- 1.1** **Diseño de la línea base** del estudio para abordar la gestión de riesgos climáticos, incluyendo la definición del estado del arte, del alcance técnico de los resultados y la identificación de las necesidades de información no cubiertas y sus requisitos técnicos.
- 1.2** **Identificación participativa de amenazas** mediante talleres técnicos con actores clave locales, pertenecientes a sectores como emergencias, salud, turismo, gobernanza local, etc.
- 1.3** **Análisis climático**, incluyendo la evaluación del clima actual y la generación de escenarios locales de cambio climático basados en las salidas CMIP del Sexto Informe del IPCC.
- 1.4** **Proyección a futuro de cada una de las amenazas climáticas** identificadas como prioritarias, incluyendo su modelización y representación espacio-temporal para cada uno de los escenarios.

3.1.2. Fase 2. Análisis de riesgos

En esta fase se analizan los riesgos que puede ocasionar la exposición y vulnerabilidad a cada una de las amenazas, con el fin de detectar la necesaria capacidad adaptativa local.

- 2.1** **Análisis de la exposición** (zonal y sectorial) frente al cambio climático para cada amenaza climática y para cada escenario temporal, teniendo en cuenta el enfoque material, humano y medioambiental. Se identifican los sectores expuestos a cada amenaza.
- 2.2** **Análisis de la vulnerabilidad** para cada amenaza prioritaria. Teniendo en cuenta factores no climáticos de sensibilidad y capacidad de adaptación se evalúa su grado de vulnerabilidad.

- 2.3** **Análisis zonal y sectorial del riesgo climático** para cada amenaza prioritaria y escenario temporal considerado.
- 2.4** **Talleres participativos** con responsables y actores clave locales para la validación de los resultados de los Índices de riesgo.

3.1.3. Fase 3. Definición de medidas de adaptación

A partir de los resultados del estudio de los riesgos, la participación ciudadana y la revisión de referencias nacionales e internacionales, se identifican y posteriormente se priorizan y se definen medidas que permitan alcanzar los objetivos y metas de adaptación. Para ello se siguen los siguientes pasos:

- 3.1** **Definición de metas y objetivos de adaptación.**
- 3.2** **Identificación de medidas y mecanismos** que incrementen la resiliencia urbana del municipio, de su entorno verde y de sus sectores clave frente a eventos extremos derivados del cambio climático y/o variabilidad climática.
- 3.3** **Definición de las medidas de adaptación.** Geolocalización y alimentación de detalles a partir de procesos participativos para el buen desarrollo de las medidas. Relación de casos de referencia para cada medida.
- 3.4** **Identificación de indicadores de seguimiento** para cada medida que permitan evaluar en el tiempo la consecución de los objetivos de adaptación.

3.2

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RIESGO

El análisis de riesgo climático es indicativo de la probabilidad de ocurrencia de daños derivados de eventos climáticos con enfoque humano, material y medioambiental, e integra los siguientes criterios base:

- 1** El **nivel de peligrosidad** en términos de magnitud y recurrencia de las principales amenazas hidrometeorológicas derivadas del cambio climático.
- 2** El **grado de exposición** al que pueden estar sometidas las personas, sus bienes, su modo de vida, la infraestructura urbana y servicios o el medio ambiente.

3

La **sensibilidad** al cambio climático, que reflejará el grado de debilidad o nivel de susceptibilidad a padecer daños por un estímulo relacionado con el clima o la variabilidad climática, atendiendo a un enfoque social, material, económico y ambiental.

4

La **capacidad adaptativa**, entendida como la habilidad de un sistema para ajustarse al cambio y lograr que los daños potenciales sean moderados, aprovechar las oportunidades o hacer frente a las consecuencias. Será indicativa del conjunto de capacidades locales, recursos e instituciones que fomenten la aplicación de medidas efectivas de adaptación.

En el Sexto Informe del IPCC (AR6), la capacidad adaptativa asume los beneficios de desarrollar políticas y documentos que integren la mitigación y la adaptación al riesgo. Sin embargo, el IPPC (2022), a la hora de definir cómo evaluar el riesgo, asume el rol preponderante del trinomio amenaza-exposición-vulnerabilidad, evaluando esta última el aspecto esencial de la sensibilidad.

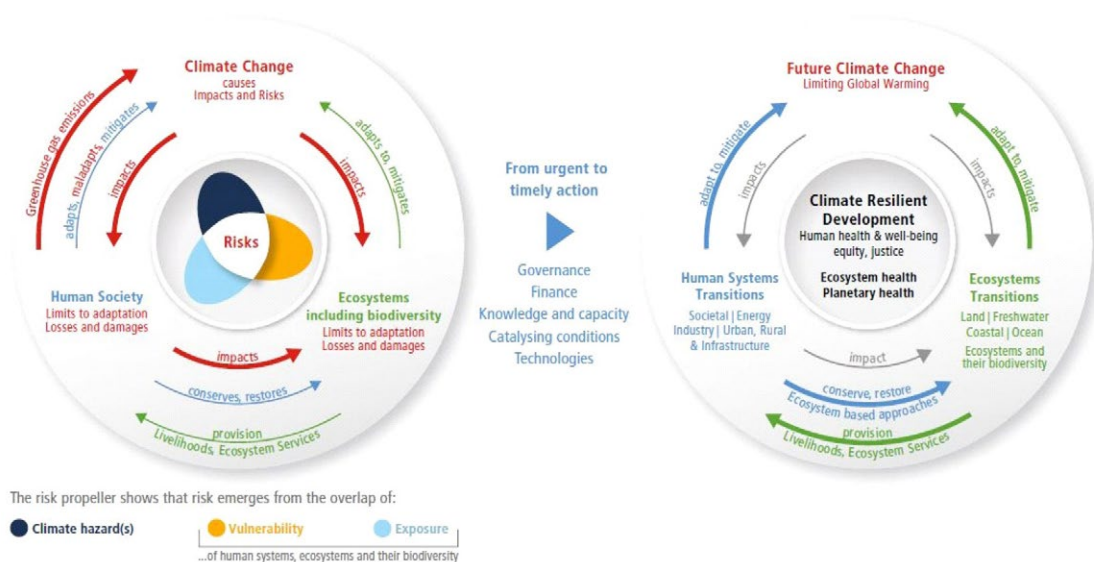


Figura 3.2. Interacciones y opciones de reducción del riesgo.

Fuente: IPCC, 2022.

Así, el marco de referencia propuesto el IPCC asume las siguientes interacciones en la figura adjunta (a); el cambio climático, a través de las amenazas, la exposición y la vulnerabilidad, genera impactos y riesgos que pueden superar los límites de la adaptación y provocar

pérdidas y daños. La sociedad humana puede adaptarse, desadaptarse y mitigar el cambio climático, y los ecosistemas pueden adaptarse y mitigarlo dentro de sus propios límites. Los ecosistemas y su biodiversidad proporcionan medios de vida y servicios ecosistémicos. La sociedad humana impacta en los ecosistemas y puede restaurarlos y conservarlos.

Igualmente, a su vez, define las siguientes opciones para reducir el riesgo (b); el reconocimiento de los riesgos climáticos puede fortalecer las acciones de adaptación y mitigación, y las transiciones que reduzcan los riesgos. La adopción de medidas es posible gracias a la gobernanza, la financiación, el conocimiento y la creación de capacidades, la tecnología y las condiciones catalizadoras. La transformación implica transiciones de sistemas que fortalecen la resiliencia de los ecosistemas y la sociedad¹.

La **integración general** de los componentes del riesgo para cada una de las amenazas analizadas quedará formulada de la siguiente forma:

$$V = S/CA$$
$$R = A1/3 + E1/3 + V1/3$$

V = índice de vulnerabilidad
R = índice de riesgo

El **horizonte temporal** de los índices de riesgo climático se aplica a la situación actual para determinar la línea base, que luego se calcula con la información climática futura (variables climáticas), teniendo presente los niveles de incertidumbre de las proyecciones climáticas asociadas a eventos extremos. Se analizan los escenarios climáticos básicos de los modelos CMIP6: SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5, que forman el denominado *Tier 1*.

Respecto **al horizonte temporal**, se analizan las condiciones climáticas a corto plazo (2010-2040), con el objetivo de derivar las recomendaciones que sean más apremiantes en el contexto climático y centrar la atención en la información más relevante para las políticas de los próximos años, junto con el análisis a medio (2041-2070) y largo plazo (2071-2100), para no perder la visión a final de siglo, cuando los cambios esperados serán más acusados y las intervenciones para afrontar los impactos de mayor envergadura. A su vez permite que los planteamientos reflejados en el plan de adaptación estén alineados con las políticas de adaptación marcadas a nivel nacional, a través del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030, y a nivel regional, a través de la Estrategia de Cambio Climático de Cantabria 2018-2030.

Este **alcance de resultados** se desarrolla siguiendo el enfoque de análisis de cadenas de impacto. Para cada cadena de impacto se desarrollan mapas de la amenaza climática (A),

¹ En a), los colores de las flechas representan las principales interacciones de la sociedad humana (azul), las interacciones de los ecosistemas (incluida la biodiversidad) (verde) y los impactos del cambio climático y las actividades humanas, incluidas las pérdidas y daños, bajo el cambio climático continuo (rojo). En b), los colores de las flechas representan las interacciones del sistema humano (azul), las interacciones del ecosistema (incluida la biodiversidad) (verde) y la reducción de los impactos del cambio climático y las actividades humanas (gris).

exposición (E) y vulnerabilidad (V) del sistema afectado, incluyendo población, vivienda, infraestructura, medio ambiente y biodiversidad, economía y turismo. A su vez, cada una de estas cadenas de impacto puede considerar una o varias dimensiones de estudio, enfoque humano, material o ambiental, según el caso.

Respecto a la unidad de representación del riesgo, el desarrollo de indicadores y los resultados de los índices de vulnerabilidad y riesgo climático tienen como unidad funcional de análisis y representación la **sección censal**, procedente de la cartografía oficial del Ayuntamiento de Santander (año 2021). Esta división del territorio municipal de Santander en 8 distritos y 148 secciones censales se realiza en función de criterios operativos, como el de facilitar la realización de estudios estadísticos, y se define, fundamentalmente, por un criterio de volumen de población. Las secciones censales de Santander comprenden un área de población de entre 1.500 y 2.000 habitantes (Ayuntamiento de Santander)².

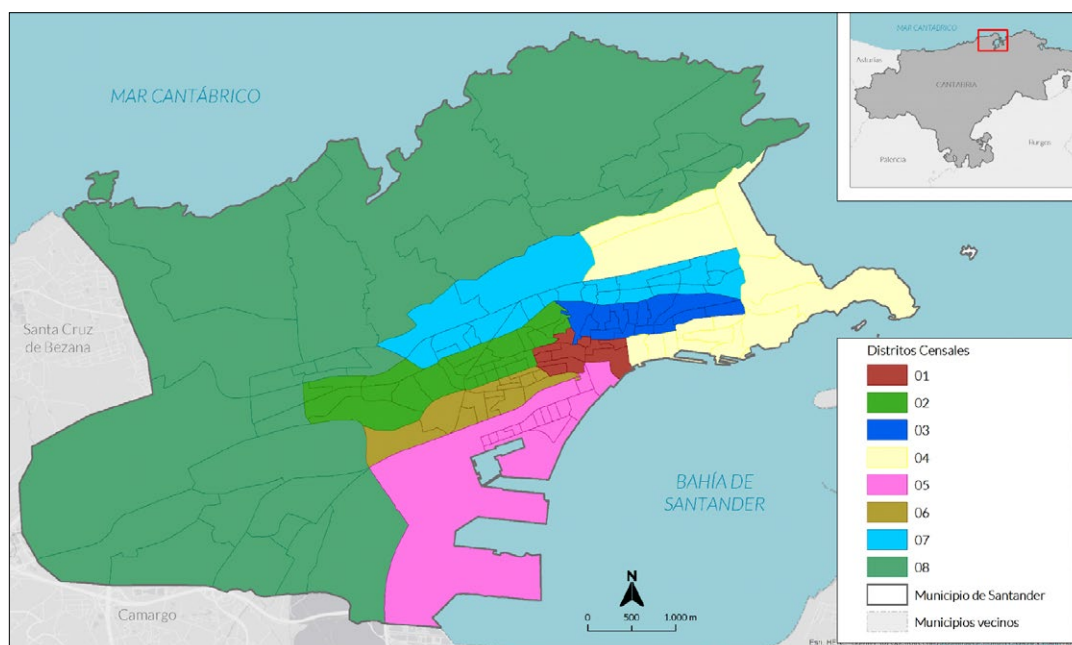


Figura 3.3. Cartografía de secciones censales y distritos en el municipio de Santander.

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024 a partir de la cartografía oficial del Ayuntamiento de Santander, año 2013.

Esta división ha sido modificada en dos de sus secciones censales, específicamente las 011 y 009 han sido agrupadas con el propósito de posibilitar su correspondencia con la cartografía y los códigos de secciones censales publicada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en su última actualización efectuada en el año 2021. El municipio de Santander queda

² Véase el siguiente enlace web: <http://datos.santander.es/resource/?ds=distritos-secciones&id=4df3d23-3784-4eea-99bc-2dac7dab6576>

finalmente dividido en 147 secciones censales, distribuidas en 8 distritos censales que abarcan una superficie de 35,8 km².

Esta unidad ha sido seleccionada debido a varios motivos:

- (i) Por un lado, su empleo ofrece la posibilidad de asociar información temática relevante procedente de fuentes oficiales, disponible por ejemplo a través de los censos de población y vivienda, lo que permite finalmente la generación de indicadores específicos de vulnerabilidad al nivel más detallado posible y cubriendo la totalidad del municipio de Santander.
- (ii) Dado que estas unidades cartográficas tienen un carácter oficial, posibilita su uso común por parte del personal local y las autoridades regionales, incluso nacionales, para identificar las áreas urbanas especialmente expuestas y vulnerables a las diversas amenazas climáticas.
- (iii) Debido a su detallada escala territorial, su empleo es adecuado para recoger la realidad física y socioeconómica del municipio y hacer patentes las desigualdades presentes en el territorio que inciden en el modelo de riesgo climático del municipio. Por lo tanto, su consideración representa no solo una unidad estadística, sino también de índole física o de control y planificación local.

Por último, cabe destacar que los resultados serán de aplicación para la totalidad del municipio de Santander, si bien se analiza su área adyacente para aquellos condicionantes físico-ambientales y socioeconómicos que puedan tener influencia directa en el municipio.

3.3

AVANCES METODOLÓGICOS DEL ESTUDIO

El estudio desarrollado tiene una fuerte base metodológica en los marcos nacionales e internacionales, tal y como se ha detallado en el apartado anterior. Sin embargo, la disponibilidad de acceso a fuentes y bases de datos espacializadas ha permitido avanzar en el conocimiento y realizar algunos avances metodológicos significativos, que permitirán contar con un plan de adaptación robusto. Los principales avances metodológicos son los siguientes:

3.3.1. Alto grado de robustez en la definición del clima futuro como base del trabajo

Un análisis científico riguroso parte del estudio de los posibles resultados de la simulación del cambio climático, cuantificando posteriormente con cierto detalle los efectos probables en cada uno de los distintos escenarios. Estas simulaciones del clima futuro representan aquello a lo que tenemos que adaptarnos y son, por tanto, la base sobre la que se construye el análisis

de la vulnerabilidad, el riesgo y la adaptación. Por lo tanto, es esencial que estas simulaciones cumplan con los requisitos técnicos y científicos para su uso en la adaptación, de acuerdo con el estado de la ciencia climática.

- En primer lugar, se ha trabajado a **escala local**, pues, a pesar de que el cambio climático es un problema con causas globales (emisiones de gases de efecto invernadero, GHG, en todo el planeta), sus consecuencias son y serán locales, con cambios muy diferentes en puntos bastante cercanos, especialmente en terrenos topográficamente complejos. Por ello, suele ser necesario recurrir a técnicas de reducción de escala o *downscaling*.
- Otro requisito destacable es la **necesidad de considerar y cuantificar adecuadamente las incertidumbres** inherentes a cualquier simulación climática, para lo cual es necesario trabajar con el mayor número posible de proyecciones, obtenidas a partir de diferentes modelos climáticos globales, diferentes hipótesis de concentración futura de GEI, diferentes herramientas de *downscaling*, etc.
- Dado que evaluar los efectos de cada una de estas proyecciones puede resultar demasiado laborioso, para cuantificar correctamente la incertidumbre es necesario aplicar metodologías específicas que nos permitan hacernos una idea del rango de **posibles efectos**.
- También puede discutirse la exigencia de que, antes de simular el futuro, se compruebe el buen funcionamiento de las herramientas de simulación mediante la estimación del clima observado en el pasado reciente en la zona de estudio, a través de amplios procesos de verificación de las **herramientas de downscaling y de verificación de los modelos climáticos**. Este análisis debe realizarse en cada zona de estudio y a escala local, ya que tanto las herramientas de *downscaling* como los modelos climáticos pueden ofrecer buenos resultados en una zona determinada del planeta, pero no en otras, o incluso en otros puntos cercanos.

Estos procesos de verificación y validación, además de permitir rechazar aquellos modelos o herramientas que no superen un mínimo de fiabilidad, son imprescindibles para cuantificar mejor las incertidumbres (a mejores resultados, menores incertidumbres) y tener una sólida base.

3.3.2. Detallada definición y espacialización de la exposición y la vulnerabilidad

El segundo paso para abordar el estudio de los riesgos climáticos es analizar la vulnerabilidad de los elementos y del conjunto de **sistemas expuestos** a las inclemencias del clima. Los impactos recientes relacionados con fenómenos climáticos extremos, como olas de calor, sequías, inundaciones, ciclones e incendios forestales, revelan importantes diferencias entre la vulnerabilidad y la exposición de los ecosistemas y los sistemas humanos a la variabilidad climática actual. En otras palabras, los daños observados no están directa ni únicamente co-

relacionados con el nivel de peligro (intensidad y frecuencia) con el que se producen los eventos hidrometeorológicos, sino que también se ven afectados por factores no climáticos, tales como las desigualdades multidimensionales que a menudo resultan de procesos de desarrollo desiguales. Estas diferencias configuran los riesgos diferenciales del cambio climático, que, a su vez, pueden ser sectorizados. Por ello, para abordar un análisis de riesgos e impactos ante el cambio climático existe un marco ampliamente consensuado sobre la necesidad de considerar la vulnerabilidad como una variable indispensable en la ecuación del riesgo.

La **vulnerabilidad** es un término complejo, sujeto a continuo debate institucional y gubernamental, que engloba tanto las fragilidades sectoriales (sensibilidad) como las oportunidades de beneficiarse o adaptarse al cambio esperado (capacidad de adaptación). Según la definición dada por el actual marco propuesto por grupo de trabajo II del IPCC³, el término queda definido así: “Es la 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”. A pesar de que la vulnerabilidad es un factor independiente de la exposición, su análisis no resulta clave para los sistemas que no están amenazados por ningún peligro. Estas evaluaciones no solo han demostrado incrementar el conocimiento sobre riesgos y posibles impactos frente al cambio climático, sino que también se han convertido en una de las principales herramientas utilizadas por tomadores de decisiones responsables de crear y desarrollar normativas, instrumentos legales, planes y acciones de mitigación y adaptación al cambio climático a escalas nacionales, regionales y globales (Füssel y Klein, 2006).

Finalmente, la **integración de los resultados** de los tres componentes anteriores (amenaza, exposición y vulnerabilidad) permite obtener el riesgo e impacto asociado a cada evento analizado. La relación general viene dada por: $R = H \times E \times V$, y su definición general la siguiente: es el potencial de consecuencias en que algo de valor humano (incluidos los propios humanos) está en peligro con un desenlace incierto. A menudo el riesgo se representa como la probabilidad de acaecimiento de sucesos o tendencias peligrosos multiplicada por las consecuencias en caso de que ocurran tales sucesos. Los riesgos resultan de la interacción de la vulnerabilidad, la exposición y el peligro (IPCC, 2022b; MITECO, 2022). La evaluación del riesgo tiene, por lo tanto, el objetivo de definir un coeficiente sintético cualitativo y/o cuantitativo que represente la convolución de las probabilidades de diferentes intensidades de peligro (H), en relación con las condiciones de exposición (E) y vulnerabilidad (V) en una zona determinada.

3.3.3. Integración de escenarios territoriales y de población para el cálculo del riesgo

El cálculo de escenarios territoriales y de población a futuro es fundamental para una proyección rigurosa del riesgo frente al cambio climático. Los escenarios permiten anticipar cómo evolucionará la distribución geográfica de la población y el uso del suelo en el futuro, lo cual

³ Véase IPCC (2022)

es determinante para entender cómo la población, su tejido urbano y los ecosistemas pueden verse afectados por los impactos climáticos. Al proyectar la expansión urbana, por ejemplo, se han podido identificar áreas en riesgo de inundación, sequías u otros eventos climáticos extremos, pero también contar con la capacidad adaptativa futura del núcleo. Del mismo modo, al estimar el crecimiento demográfico, se ha podido integrar en el cálculo la distribución de la población y el perfil de las personas que habitarán Santander en los escenarios 2050 y 2100. Esta información proporciona una base sólida para la planificación de la adaptación, permitiendo la implementación de medidas específicas para reducir la vulnerabilidad en áreas identificadas como críticas en los escenarios futuros.

Los documentos de referencia para estos cálculos se apoyan en el vigente Plan General de Ordenación Urbana, que establece los sectores de suelo residencial e industrial que pueden desarrollarse, y que cuentan con variables objetivas de edificabilidad y provisión de espacios libres y zonas verdes. En cuanto a las variables socioeconómicas, los principales documentos de que definen las tendencias futuras sobre sociedad, productividad y competitividad publicadas por el Ministerio de la Presidencia (Gobierno de España, 2021b)⁴ y las determinaciones definidas por la Autoridad Independiente de Responsabilidad Fiscal AIREF (AIREF, 2023)⁵.

3.3.4. Seguimiento del efecto de las medidas de adaptación

El desarrollo de una herramienta de seguimiento del efecto de las medidas en la capacidad adaptativa local a través de indicadores es decisivo por varias razones. En primer lugar, proporciona un mecanismo para evaluar la eficacia de las medidas de adaptación implementadas, permitiendo a los responsables políticos y las partes interesadas monitorear y ajustar las acciones según sea necesario para garantizar que se estén logrando los resultados deseados. Además, estas herramientas ofrecen una forma de medir y comunicar el progreso hacia los objetivos de adaptación, lo que facilita la rendición de cuentas y la transparencia en el proceso de toma de decisiones. Por último, al proporcionar datos objetivos y basados en evidencias sobre el impacto de las medidas de adaptación, estas herramientas pueden informar de futuras estrategias y políticas de adaptación, ayudando a fortalecer la resiliencia de la ciudad de Santander frente a los impactos del cambio climático.

Con estos objetivos, enfoque y metodología se ha elaborado el plan de adaptación, cuyos resultados se recogen en este documento en sus tres fases: escenarios climáticos y amenazas futuras (capítulo 4); análisis de los riesgos (capítulo 5) y definición de medidas de adaptación (capítulo 6).

⁴ Oficina Nacional de Prospectiva y Estrategia del Gobierno de España (coord.). España 2050: Fundamentos y propuestas para una Estrategia Nacional de Largo Plazo. Madrid: Ministerio de la Presidencia. 2021.

⁵ Véase el documento en: https://www.airef.es/wp-content/uploads/2024/11/AIREF-2023_Opinion-sostenibilidad-de-las-AA-PP-largo-plazo_20241127.pdf

ESCENARIOS CLIMÁTICOS Y AMENAZAS FUTURAS

4

Laura Asensio Martínez, Jaime Ribalaygua Batalla, Emma Gaitán Fernández, Luis Torres Michelena, Lorena Galiano Sánchez, Carlos Prado López

Colaboran: Domingo Rasilla Álvarez, Pablo Fernández de Arroyabe, Francisco Conde Oria

4.1

IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE AMENAZAS CLIMÁTICAS

Para realizar una selección de las amenazas climáticas que deben contemplarse en el plan de adaptación, es necesario disponer de información contextual actualizada sobre el escenario de peligrosidad climática existente/observado en el municipio, junto con los parámetros climáticos asociados más relevantes en cada caso y a nivel específico. Además, las bases de datos sobre catástrofes o peligros relacionados con el clima, junto con los indicadores multiescalares de vulnerabilidad climática y desarrollo humano, o los planes de acción climática, suelen componer una fuente de información principal y cercana. Finalmente, esta detección temprana de riesgos climáticos se complementa técnicamente con herramientas de apoyo local, como la consulta a personas expertas y el análisis de la percepción social de los riesgos climáticos.

Específicamente, el procedimiento para identificar las amenazas climáticas con mayor incidencia y relevancia en el municipio de Santander ha consistido en la recopilación y análisis de cuatro fuentes de información base:



Consulta a través de herramientas existentes de apoyo al conocimiento y la adaptación. Nivel contextual a escala europea.



Fuentes de información documental, incluyendo estrategias y planes territoriales de ámbito regional y local, artículos científicos y publicaciones de universidades, entre otros. Nivel regional y local.



Consulta pública efectuada a través de talleres de trabajo grupal con actores relevantes. Nivel local.



Registros históricos de daños por climatología adversa documentados en el municipio. Nivel local.

Una vez evaluadas cada una de estas fuentes, se procede a la priorización de las amenazas climáticas en el municipio a través del empleo del método de análisis multicriterio, que consiste en una combinación semicuantitativa de un conjunto de criterios objetivos, que representan la incidencia específica en el territorio de cada una de las amenazas, incluyendo su magnitud y frecuencia, así como los daños originados en términos humanos y materiales, y teniendo en cuenta dos grandes tipologías de amenazas climáticas:



Directas, es decir, claramente asociadas con la ocurrencia de eventos climáticos extremos y con la variabilidad del clima, tales como las olas de calor, las sequías o las lluvias extremas.



Derivadas, aquellas que se ven influenciadas por el clima, generalmente como factor exacerbante, pero que no tienen un origen esencialmente meteorológico o climático, tales como la transmisión de enfermedades.

En los siguientes apartados se analizan detalladamente los resultados obtenidos para cada una de las fuentes de información y, finalmente, se muestra el procedimiento y los criterios empleados en la priorización final de las amenazas climáticas que hay que considerar en el presente marco.

Consulta preliminar mediante herramientas de screening climático

La Plataforma Europea de Adaptación al Clima (Climate-ADAPT)¹ tiene como objetivo ayudar a Europa a adaptarse al cambio climático, facilitando a los usuarios el acceso y que compartan datos e información sobre el cambio climático esperado, la vulnerabilidad y el riesgo climático, y las estrategias y las acciones de adaptación. En cuanto a impactos climáticos, específicamente se definen las áreas costeras y las llanuras aluviales en las partes occidentales de Europa como puntos críticos multisectoriales. Específicamente la región atlántica presentará diversos retos relacionados con el incremento de eventos de precipitación extrema, inundaciones fluviales y costeras o tormentas invernales, entre otros.

Asimismo, Climate-ADAPT pone a disposición del público herramientas que apoyan la planificación de la adaptación. Entre estas últimas, para el caso que nos ocupa, destaca

¹ La Plataforma Europea de Adaptación al Clima (Climate-ADAPT) es fruto de una asociación entre la Comisión Europea y la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA).

la Herramienta de Apoyo a la Adaptación Urbana (UAST), cuyo objetivo es ayudar a las ciudades, pueblos y otras autoridades locales a desarrollar, implementar y monitorear planes de adaptación al cambio climático. La herramienta permite acceder a diversos conjuntos de información generada en las ciudades europeas. Específicamente, el visor de mapas recopila la información de diversas fuentes sobre la distribución espacial y la intensidad observadas y previstas de las altas temperaturas, las inundaciones, la escasez de agua, los incendios forestales y las enfermedades transmitidas por vectores. Los resultados del *screening* básico de la herramienta para la ciudad de Santander se muestran a continuación:

CUADRO 4.1. *Conjunto de datos climáticos para Santander de Climate-ADAPT.*

TIPO DE AMENAZA	INDICADOR EMPLEADO	VALOR PARA SANTANDER
Temperaturas extremas	Número proyectado de olas de calor extremas (2020-2052; RCP 8,5; número en 33 años)	1 - Nivel bajo
	Número anual de grados-día de enfriamiento o refrigeración (1990-2015 media)	31 - Nivel bajo
	Variación del porcentaje de días de verano clasificados como ola de calor entre 1951-200 y 2051-2100	Escenario de impacto alto (percentil 90): 40-50, nivel medio
Inundación costera	Subida del nivel del mar en metros (2081-2100)	Para RCP 8.5: 0,6-1m, nivel muy alto
		Para RCP 2.6: 0,2-0,4 m, nivel medio
	Porcentaje de la zona central de la ciudad inundada en un escenario de subida de nivel del mar de 1m (sin defensas)	2,08 % del núcleo urbano inundado. Nivel bajo
Inundaciones pluviales	Porcentaje de cambio proyectado en los eventos de precipitación extrema en invierno (desde 1971-2000 a 2071-2100; RCP8.5)	5, nivel bajo o moderado
Escasez de agua	Tendencias proyectadas en la frecuencia de la sequía (2071-2100; meses por período de 30 años)	5,98, nivel medio, RCP 8.5
Incendios	Peligro de incendio forestal (1981-2010; índice de gravedad estacional)	1,15, nivel bajo, RCP 8,5
	Peligro de incendio forestal previsto (2071-2100; índice de gravedad estacional)	0,99, nivel bajo, RCP 4,5

[.../...]

Continuación CUADRO 4.1

TIPO DE AMENAZA	INDICADOR EMPLEADO	VALOR PARA SANTANDER
Clima y enfermedades	Aptitud climática para el mosquito tigre (<i>Aedes albopictus</i>) 2008-2009	99,96, nivel muy alto (ciudad de referencia: Bilbao)

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024 a partir de los datos de la Herramienta de Apoyo a la Adaptación Urbana (UAST) de la plataforma europea Climate-Adaptecca.

Disponible en: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/knowledge/tools/urban-adaptation>

- A Las olas de calor se definen como tres días consecutivos en los que tanto la temperatura máxima como la mínima superan sus respectivos percentiles 95 del periodo histórico. El análisis se basa en 50 proyecciones de modelos climáticos de la fase 5 del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP5) (Taylor et al., 2012), bajo el escenario climático RCP8.5.
- B Las inundaciones pluviales en zonas urbanas son el resultado de la combinación de precipitaciones intensas y una elevada proporción de superficies impermeables. Cuando el agua no puede infiltrarse en el suelo, la elevada cantidad de escorrentía superficial puede superar la capacidad del sistema de drenaje y provocar inundaciones. Debido al cambio climático, es probable que las precipitaciones intensas sean cada vez más frecuentes en muchas partes de Europa.
- C El objetivo de esta herramienta es ofrecer una visión general de los peligros climáticos actuales y futuros a los que se enfrentan las ciudades europeas, y no a nivel específico.

La información asociada a cada indicador puede ser consultada en el siguiente enlace: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/knowledge/tools/urban-adaptation/Urban-Adaptation-viewer-datasets>

En Santander, la serie temporal de temperatura máxima observada para el periodo de registro de 1971 hasta 2005 muestra una clara tendencia a su incremento sostenido. Como se observa en la siguiente figura, los registros observados de temperatura máxima anual presentan medias de entre 14 y 15 °C para la década de 1970, situándose en medias en torno a los 16,5 °C para el último quinquenio del siglo XXI.

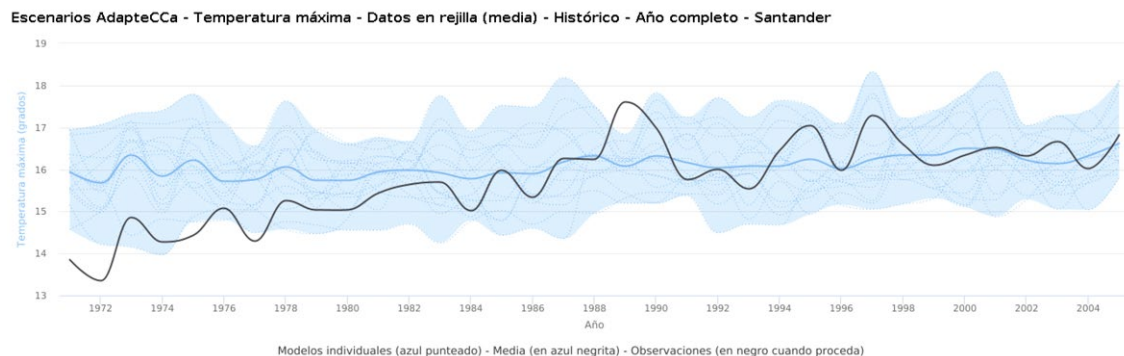
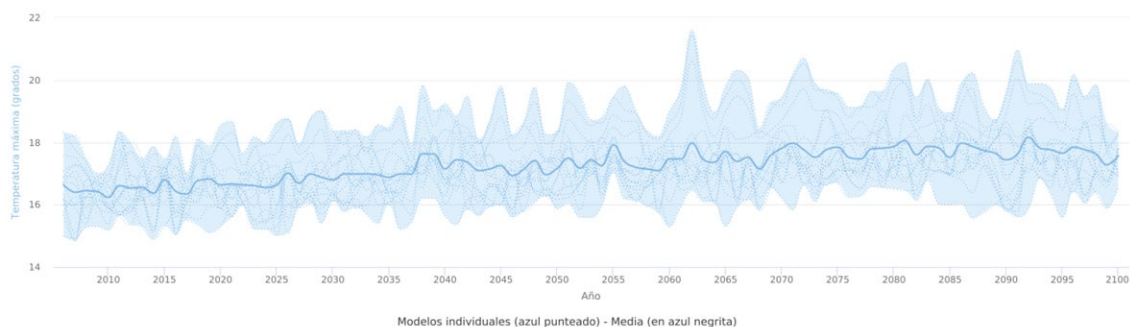


Figura 4.1. Temperatura media, escenarios Adaptecca.

Fuente: Adaptecca, 2022. <http://escenarios.adaptecca.es>

En 2010, la Universidad de Cantabria elaboró los Escenarios Regionales Probabilísticos de Cambio Climático en Cantabria, con la colaboración de la Agencia Estatal de Meteorología, basados en las salidas de los modelos globales del Cuarto Informe del IPCC, los cuales son considerados en la propia Estrategia de Cambio Climático vigente en la actualidad. Los resultados de tales escenarios indican aumentos de temperaturas medias de 3 °C al final de siglo (4 ± 2 °C para el peor escenario, el A2). Es algo más suave para la región del litoral. Asimismo confirman una disminución de la precipitación en toda la región en la segunda mitad de siglo con baja incertidumbre, llegando a descensos del 20 % en toda la región. Además, indican cambios en la distribución de las precipitaciones, con disminuciones mayores en primavera y otoño. En consecuencia, la clasificación climática para finales de siglo a partir de tales proyecciones con los escenarios intermedio y pesimista indica una clara tendencia hacia un clima de tipo mediterráneo para la región oriental, y climas de transición mediterráneo-oceánico que se van desplazando progresivamente del litoral al clima atlántico actual (Gutiérrez *et al.*, 2010)².

Escenarios AdapteCCa - Temperatura máxima - Datos en rejilla (media) - RCP 4.5 - Año completo - Santander (Cantabria)



Escenarios AdapteCCa - Temperatura máxima - Datos en rejilla (media) - RCP 8.5 - Año completo - Santander

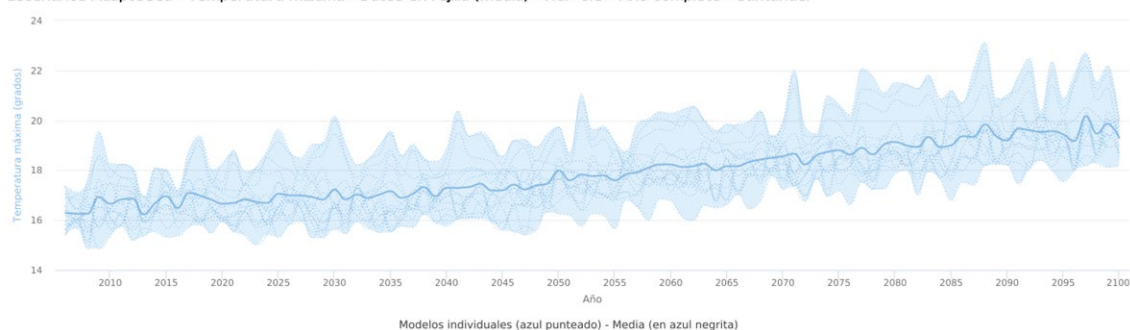


Figura 4.2. Comparativa escenarios RCP4.5 y RCP8.5. Temperatura máxima, Adaptecca.

Fuente: Adaptecca, 2022.

² Gutiérrez, J. M., Herrera, S., San Martín, D., Sordo, C., Rodríguez, J. J., Frochoso, M., Ancell, R., Fernández, J., Cofiño, A. S., Pons, M.R. y Rodríguez, M. A. (2010). Escenarios Regionales Probabilísticos de Cambio Climático en Cantabria: Termopluviometría. Universidad de Cantabria, Consejería de Medio Ambiente, Gobierno de Cantabria.

Posteriormente, fueron publicadas en la plataforma Adapteca³ las proyecciones regionalizadas de cambio climático para toda España, realizadas a partir de las proyecciones globales del Quinto Informe de Evaluación del IPCC, en el marco de la iniciativa Escenarios PNACC y concretamente de la colección de Escenarios PNACC 2017. Los datos disponibles se nutren principalmente de dos fuentes: proyecciones puntuales de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y proyecciones en rejilla procedentes de la iniciativa internacional Euro-CORDEX⁴ (CORDEX, 2023). La media de la temperatura máxima observada en la última década ronda los 16,5 °C en Santander y, según esos escenarios, se incrementará en aproximadamente 1 °C según el escenario RCP4.5 (intermedio) a finales de siglo, y en 3 °C aproximadamente según el escenario RCP8.5 (pesimista).

Tales cambios, en el caso las áreas litorales como Santander, tendrán incidencia en la ocurrencia de eventos climáticos adversos, como el aumento del nivel del mar, variaciones de altura e intensidad del oleaje, precipitaciones extremas o aumentos de la temperatura del agua (Gobierno de Cantabria, 2018).

Según el mareógrafo de Santander, en un periodo de 55 años (entre 1945 y 1999) el nivel del mar ha aumentado en 2 mm por año. Idénticas conclusiones se reproducen en el trabajo titulado *Cambio climático en la costa española*, publicado por el Instituto de Hidráulica Ambiental y la Universidad de Cantabria (IH Cantabria - UC, 2014), donde se indican aumentos del nivel medio del mar en la zona atlántico-cántabra de entre 1,5 y 1,9 mm/año entre 1900 y 2010, siguiendo la tendencia media global observada. Considerando este escenario medio tendencial, el nivel del mar en 2040 habría aumentado en 6 cm, lo que supondría retrocesos medios cercanos a los 3 m, incluyendo algunas playas de Santander.

Asimismo, Santander está expuesto a inundaciones costeras o embates de mar en playas, y estuarios y marismas del entorno, que sirven como llanuras de laminación. Las inundaciones en estas zonas se acentúan aún más cuando coincide el pico de avenida con la pleamar. Específicamente, el fuerte oleaje afecta a las zonas costeras norte y este del municipio, provocado por mar de fondo, y el interior de la bahía, debido principalmente al viento sur. Las zonas más sensibles corresponden a lavenida García Lago y entorno de 2ª Playa del Sardinero (Ayuntamiento de Santander, 2016).

Por otro lado, en el municipio se producen inundaciones generales por precipitación *in situ* o pluviométricas que causan encharcamiento temporal de la vía pública, infraestructuras y edificaciones, debido fundamentalmente a las acumulaciones ocasionadas por precipitaciones intensas, que pueden producir el colapso de la red de saneamiento, especialmente cuando están asociadas a fuertes mareas, lo que actúa como un factor de intensificación del riesgo (Ayuntamiento de Santander, 2016).

³ Puede consultarse en la siguiente web: https://escenarios.adaptecca.es/#&model=EURO-CORDEX-EQM.average&variable=tasmax&scenario=rcp85&temporalFilter=year&layers=AREAS&period=MEDIUM_FUTURE&anomaly=RAW_VALUE

⁴ Véase el siguiente enlace: <https://www.euro-cordex.net/>

4.1.1. Talleres participativos con actores locales para la selección de amenazas

En diciembre de 2022 se celebró el primer Taller Técnico sobre Percepción del Riesgo al Cambio Climático en Santander, como paso inicial para la redacción de este plan de adaptación. Se trata del primero de una serie de encuentros participativos desarrollados a lo largo del proyecto, acompañando las diferentes fases de estudio y decisión, enfocados tanto a técnicos como a la ciudadanía.

El objetivo principal del evento fue recopilar información clave por parte de actores relevantes en relación con la percepción de las amenazas relacionadas con el cambio climático en el municipio de Santander. En la sesión participaron 22 personas representantes, entre otros de Protección Civil y Bomberos, encargados de gestionar directamente los riesgos; las Concejalías de Medio Ambiente, Turismo y Salud del Ayuntamiento de Santander; el CIMA de la Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria; la AEMET; así como investigadores sobre cambio climático, salud, urbanismo y ordenación del territorio y entidades especializadas en naturaleza, como SEO/BirdLife.



El primer cuestionario de este proceso de consulta consistió en evaluar una lista larga de amenazas hidrometeorológicas (directas y derivadas) plausibles para el municipio, con el objetivo final de priorizar la importancia y frecuencia de cada una de ellas específicamente para Santander.

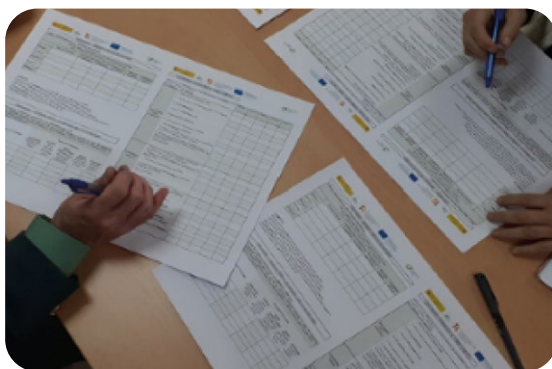


Figura 4.3. Sesión participativa, taller de percepción del riesgo.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Valor Final

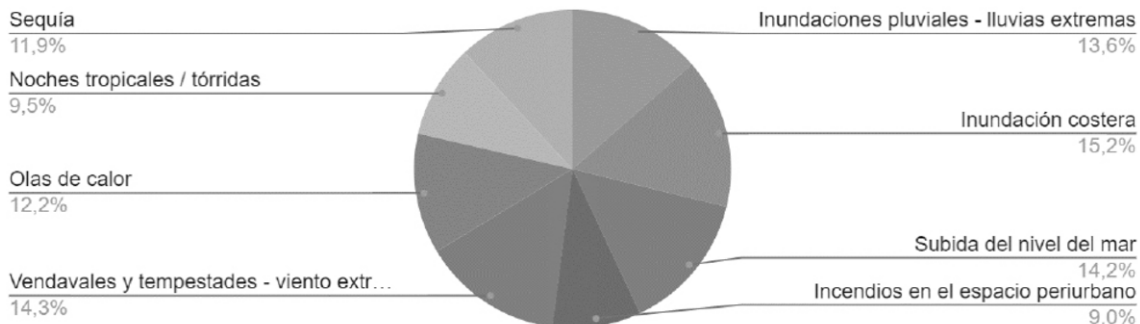


Figura 4.4. Porcentaje puntuación final para amenazas climáticas directas, frecuencia e intensidad.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

La valoración agregada del conjunto de encuestados (un total de 21) indica una relevancia mayor para las **amenazas climáticas costeras**, incluidas las inundaciones costeras y la subida del nivel del mar, junto con eventos de **vendavales acompañados de viento extremo**, seguidos de las inundaciones pluviales derivadas de eventos de precipitación extrema y, en quinto lugar, seguidos de olas de calor, sequías y noches tropicales. En último lugar, se posicionan los incendios periurbanos. Estos niveles de relevancia se mantienen casi invariables para ambos criterios analizados, magnitud y frecuencia de la amenaza.

Respecto a la incidencia de las amenazas climáticas derivadas, la valoración agregada del conjunto de encuestados indica una relevancia mayor para el **aumento de especies invasoras**, junto con un **aumento de vectores de nuevas enfermedades**, con una puntuación final alcanzada del 23 y 22 % respectivamente, seguido de una proliferación de pólenes alergénicos y plagas de insectos, ambas con una puntuación final del 19 % aproximadamente. En último lugar, se posiciona un incremento de la incidencia de polvo sahariano, con casi un 17 % de la puntuación final.

Análisis de registros históricos

Los registros históricos de eventos climáticos peligrosos ocurridos en el municipio de Santander fueron recabados a través del portal de transparencia del **Consorcio de Compensación de Seguros (CCS)**⁵, adscrito al Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. Las bases de datos fueron suministradas para el periodo 1996 - 2021, e incluye los expedientes

⁵ El Consorcio de Compensación de Seguros (CCS) es una entidad pública empresarial adscrita al Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, a través de la Dirección General de Seguros y Fondos de Pensiones. Desempeña múltiples funciones en el ámbito del seguro, entre las que destacan las relacionadas con la cobertura de los riesgos extraordinarios.

de inundaciones, embates de mar y tempestad ciclónica atípica (TCA).

Para el periodo de registro se han cursado un total de 6.573 expedientes de daños, de los cuales casi un 77 % pertenecen a expedientes por TCA. Estos expedientes se corresponden con un total de 133 eventos, de los cuales casi un 70 % corresponden a inundaciones pluviales derivadas de lluvias extremas. Es el tipo de evento más frecuente en el municipio, con una ocurrencia media anual de entre 3 y 4 eventos, mientras que los embates de mar y los TCA presentan frecuencias anuales por debajo de 1.

En términos de **impacto económico**, en el municipio de Santander los expedientes registrados han causado costes por casi 18,3 millones de euros, de los cuales un 47 % se derivan de inundaciones pluviales, un 40 % de eventos de TCA y cerca de un 13 % para embates de mar.

La información suministrada por el CCS permite, además, analizar la ubicación de los eventos registrados por códigos postales y los tipos de activos o bienes que han sido afectados por cada tipo de evento. Atendiendo a su ubicación, cerca del 93 % de los costos acumulados por embates de mar se producen en el código postal (CP) 39005, coincidente con el área costera del este del municipio. El 75 % de los daños económicos por inundaciones se da en los CP 39011, 39001, 39005 y 39002, coincidentes con áreas del sector suroeste y otras densamente pobladas, principalmente del área central de la capital. Finalmente, el 73 % de los daños económicos por TCA se da en los CP 39011, 39001, 39012, con una distribución similar al anterior.

Respecto a los tipos de activos o bienes que han sido afectados por cada tipo de evento: más del 70 % de los costes ocasionados por embates de mar se dan en comercios y almacenes, más del 15 % en viviendas y cerca del 13 % en vehículos y automóviles. Los costos por inundaciones también ocurren principalmente en comercios y almacenes, ocasionando más de 58 % de los costos totales, en segundo lugar, tales costos se dan en obras civiles con casi un 17 %. Los TCA ocasionan los mayores costos en viviendas y comercios y almacenes, con un 35 y 40 % respectivamente, y cerca de un 23 % en edificaciones industriales.

De forma complementaria a la información facilitada por el Consorcio de Compensación de Seguros, a continuación se presentan algunos **registros históricos** o efemérides, definidas como sucesos meteorológicos relevantes por su valor histórico, anecdótico o climatológico (AEMET, 2023).

- 10 septiembre 1581. Intensos aguaceros en Santander, con grandes pérdidas de vidas y bienes.
- 29 diciembre 1777. Un fuerte tornado azota la ciudad y las poblaciones cercanas. Una carta de la época relata que “salió a especie de un volcán de viento tan fuerte que todos pensaban en Santander iban las más de las casas a tierra”.

- 5 febrero 1915. Temporal de viento sur que ocasiona el hundimiento del vapor Alfonso XIII en Santander.
- 15 febrero 1941. Una borrasca con 951,9 mb, la presión más baja registrada en Santander, produce una *surada*, con vientos superiores a 150 km/h que avivaron un fuego hasta provocar el gran incendio de la ciudad que consume los edificios de 37 calles.
- 7 agosto 1943. Máxima de 40,2 °C en Santander.
- 10 marzo 1955. En Cantabria, las nubes eclipsan el sol y se hace completamente de noche tres veces durante la mañana. El fenómeno se observa en Santander y en una zona costera de unos 30 km.
- 27 agosto 1983. El aeropuerto de Santander registra 96,2 mm en una hora.
- 7 junio 1987. Fuerte galerna en la cornisa cantábrica, desde Galicia hasta las costas francesas. Se registran 90 km/h en Santander.
- 16 diciembre 1989. Temporal del Sur con vientos que alcanzan los 147 km/h en el aeropuerto de Santander.
- 27 diciembre 1999. Racha de 172 km/h en Santander y de 167 km/h en su aeropuerto.
- 3 octubre 2006. Racha de 161 km/h en Santander y de 118 km/h en su aeropuerto.
- 14 febrero 2007 Rachas de 130 km/h en Santander.
- 7 marzo 2007. Rachas de viento de 140 km/h en Santander.
- 2014, 2016 y 2018 importantes impactos en la costa por temporales de invierno.

En 2016, el municipio de Santander desarrolla con el Cuerpo de Bomberos un plan de contingencia frente a la diversidad de fenómenos que se han producido en la ciudad a lo largo de su historia. En lo que respecta al ámbito de la respuesta y defensa frente a riesgos, incluyendo los derivados de la climatología adversa, el municipio cuenta con el **Plan de Emergencias Municipal de Santander** (PEMUSAN), en el que se aborda tanto un análisis de riesgos como una batería de medidas de respuesta local frente a la magnitud de los eventos climáticos observados. Dentro de esta clasificación, el PEMUSAN hace una identificación general, primero, y una valoración final de aquellos riesgos que presentan incidencia para el municipio de Santander.

En el cuadro 4.2 se presenta un resumen de los riesgos de ámbito climático que se analizan dentro del PEMUSAN, junto con su valoración correspondiente.

Para cada uno de estos eventos, el PEMUSAN incluye una ficha descriptiva, donde además se identifican los sectores vulnerables, las áreas expuestas, los daños potenciales, los indicadores del riesgo y las medidas preventivas que se adoptan. Las inundaciones pluviométricas tienen el potencial de ocasionar el colapso circulatorio y una diversidad de daños múltiples.

CUADRO 4.2. Análisis de riesgos, PEMUSAN

EVENTO CLIMÁTICO	VALORACIÓN DEL RIESGO ^A	ÍNDICE DE PROBABILIDAD ^B	ÍNDICE DE DAÑOS PREVISIBLES ^C
Inundaciones pluviométricas	IR: 15 Riesgo medio	3	5
Movimientos gravitatorios	IR: 4 Riesgo bajo	2	2
Fenómenos atmosféricos adversos	IR: 12 Riesgo bajo	6	2
Incendios de vegetación	IR: 30 Riesgo medio	6	5

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024 a partir de PEMUSAN (2016).

A Índice de riesgo (IR): Alto (A): Mayor o igual a 40. Medio (M): De 15 a 30. Bajo (B): Menor o igual a 12.

B Índice de probabilidad (IP): 2 Sin constancia registrada. 3 Algún suceso registrado cada diez años. 6 Más de cinco sucesos registrados al año.

C Índice de daños previsibles (ID): 0 Sin daños. 2 Pequeños daños materiales y/o algunas personas levemente afectadas. 5 Grandes daños materiales o numerosas personas afectadas.

En el caso de los fenómenos meteorológicos adversos, estos eventos tienen potencial para ocasionar desalojos de viviendas, posibles afecciones en la salud de los grupos poblacionales de riesgo, y otras implicaciones sociales y económicas. Concretamente para fenómenos relacionados con el viento, se indican como adversos aquellos de intensidad superior a 80 km/h, o galernas que, a su vez, pueden ser de mar o tierra. Por su parte, los incendios de vegetación tienen el potencial de ocasionar daños a las personas, a bienes y al medioambiente, por destrucción de la flora y fauna en las áreas quemadas.

Priorización de amenazas climáticas en el municipio

La metodología empleada para priorizar y seleccionar las principales amenazas hidrometeorológicas en el municipio está basada en el método de **análisis multicriterio**, cuyo objetivo es determinar el grado de incidencia de cada amenaza según el grado de ocurrencia, incluyendo la frecuencia y magnitud de la amenaza, y al potencial de impacto o daño que ocasiona, incluyendo daños humanos en términos de vidas humanas, heridos o damnificados, daños materiales en viviendas e infraestructura, o daños ocasionados en los sectores económicos y ambiental del **municipio**.

Para cada amenaza se obtiene el valor y orden de relevancia final según su ocurrencia. La formulación empleada cuenta con dos ventajas:

- (i) Implica que la valoración final depende en gran medida de las puntuaciones asignadas en el taller local, debido a que esa fuente de información es local, se desarrolla específicamente bajo el contexto de análisis de amenazas climáticas e integra la visión social e institucional del municipio de forma multidisciplinar.

- (ii) Permite suavizar las divergencias propias que se derivan del empleo de múltiples fuentes de información con indicadores de la ocurrencia diversos, algunos sometidos además a interpretación bajo criterio experto.

Los resultados del análisis multicriterio indican una ocurrencia de mayor relevancia para las inundaciones costeras, seguidas de **vendavales, subida del nivel del mar e inundaciones pluviales**. Dentro de un segundo gran orden, se ubican las sequías, seguidas de incendios periurbanos y, por último, olas de calor y noches tropicales.

Respecto a las amenazas derivadas, destaca la aparición de **vectores de nuevas enfermedades**, seguido de la aparición de **nuevas especies invasoras** y aumentos de niveles de **pólenes alergénicos**. Cabe mencionar que es posible que determinadas amenazas, principalmente aquellas de aparición lenta, tales como las olas de calor, adquieran una relevancia mayor a futuro, por lo que estos resultados iniciales son combinados con los resultados del análisis climático, lo que permitirá mejorar el nivel de conocimiento sobre amenazas emergentes en Santander.

4.2

ANÁLISIS CLIMÁTICO Y GENERACIÓN DE ESCENARIOS LOCALES

4.2.1. Análisis del clima actual

La ubicación costera del municipio proporciona un clima suave, tanto en el periodo invernal como estival, sin extremos climáticos acusados. De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, Santander presenta un característico **clima oceánico de tipo Cfb** (marítimo de costa occidental), con un clima templado de veranos frescos (temperatura media del mes más cálido inferior a 22 °C), con precipitaciones abundantes y bien repartidas durante todo el año. La oscilación térmica anual de las temperaturas medias mensuales es baja ($\Delta 8$ °C).

La pluviometría es abundante en primavera y en otoño especialmente, aunque se detecten reducciones significativas en los últimos años. Las variaciones del porcentaje de humedad pueden ser significativas, si bien predominan los valores elevados. Las temperaturas se mantienen a lo largo de todo el año en valores suaves y son muy pocas las ocasiones en que se producen episodios de frío o calor extremo. Veranos generalmente templados, con temperaturas suaves e inviernos fríos, pero no extremos debido al efecto termorregulador del mar, con temperaturas que muy rara vez descienden por debajo de los 0 °C y con un promedio de un día de nieve al año. En términos generales, las temperaturas medias del municipio se mueven entre los 24,5 °C de máxima en agosto y los 5,8 °C de mínima en febrero. Un fenómeno característico de Santander son los episodios de viento sur, con intensidad notable, superiores a 80 km/h, que provocan altas temperaturas y baja humedad, con especial afección a la salud de algunos grupos de población.

CUADRO 4.3. Variables climáticas actuales de Santander

PARÁMETROS CLIMÁTICOS SANTANDER (PERIODO DE REFERENCIA: 1991-2020, EXTREMAS: 1957-2016)													
MES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Temperatura máxima absoluta (°C)	25,1	29,9	31,3	30,6	36,8	37,8	37,2	37,3	37,6	33,5	30,0	25,4	37,8
Temperatura máxima media (°C)	13,7	13,9	15,8	16,9	19,4	21,8	23,7	24,5	22,9	20,6	16,5	14,4	18,7
Temperatura media (°C)	10,0	9,9	11,6	12,9	15,6	18,1	20,1	20,8	18,9	16,5	12,8	10,8	14,8
Temperatura mínima media (°C)	6,3	5,8	7,4	8,7	11,7	14,4	16,6	17,0	14,8	12,3	9,2	7,0	10,9
Temperatura mínima absoluta (°C)	-5,4	-5,2	-3,0	0,6	2,6	5,6	6,0	6,0	2,8	1,4	-3,5	-5,2	-5,4
Precipitación total (mm)	114,4	97,6	95,9	98,7	76,0	62,6	53,7	57,6	90,8	121,1	172,3	128,3	1.169
Días de precipitaciones (≥1 mm)	12,3	11,1	11,1	11,9	10,4	7,6	7,3	7,6	8,9	11,1	13,3	12,1	123,6
Días de nevadas	0,4	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,9
Horas de sol	85	104	135	149	172	178	187	180	160	129	93	75	1.647
Humedad relativa (%)	72	72	71	72	74	75	75	76	76	75	75	73	74

Fuente: Agencia Estatal de Meteorología. Observatorio del Aeropuerto de Parayas (Camargo).

Introducción

La herramienta más sólida para simular el clima son los **modelos climáticos** (MC), mediante los cuales es posible simular la circulación atmosférica general de forma eficaz. Sin embargo, debido a su resolución (en torno a 100 km), no son capaces de simular fenómenos atmosféricos de menor escala, y que son de gran importancia en la climatología local. Con el objetivo de solventar esta y otras limitaciones de los MC, se utilizan lo que se conoce como **técnicas de regionalización o downscaling**.

En este proyecto se propone utilizar una metodología de regionalización estadística en dos pasos desarrollada por la Fundación para la Investigación del Clima (Ribalaygua *et al.*, 2013), ampliamente probada en multitud de proyectos nacionales e internacionales. Esta metodología ha sido aplicada a las variables temperatura (tanto máxima como mínima) y precipitación.

El método trabaja en **dos pasos sucesivos**:

- El primer paso, denominado **estratificación analógica**, consiste en seleccionar, de un banco de datos de referencia, aquellos “n” días con configuraciones atmosféricas más similares a las del día analizado “X”. La medida de similitud utilizada compara el parecido entre las variables predictoras empleadas para caracterizar las situaciones sinópticas atmosféricas; esas variables determinan el forzamiento sinóptico causante de los descensos y ascensos de aire, generadores de nubosidad y precipitación. Se busca, además, aportar información sobre la dirección del viento en superficie, lo que permite estudiar los efectos que la topografía ejerce en esos ascensos de las masas de aire, y por tanto en la distribución espacial de la nubosidad y de la precipitación.
- En el segundo paso se aplican métodos diferentes, en función de la variable que se quiera calcular:
 - Para estimar las temperaturas mínimas y máximas diarias, se realiza, por cada variable, una **regresión lineal múltiple** con selección automática de predictores hacia adelante y hacia atrás.
 - Para el caso de la precipitación se contempla la estima por **simple promediado** de los “k” días análogos más parecidos a “X”.

La metodología FICLIMA, representada en la figura siguiente, presenta algunas ventajas con respecto a otras metodologías estadísticas, que se reflejan en el cuadro adjunto:

CUADRO 4.4. Ventajas de la metodología FICLIMA frente a otras metodologías de downscaling estadístico

El problema de la estacionariedad se minimiza gracias al criterio de selección de predictores, basado en consideraciones teóricas, que reflejen las relaciones físicas entre predictores y predictandos, relaciones físicas que no deben cambiar a lo largo del tiempo.

Cuando se utiliza el método de selección de análogos por sí solo, y dado que la simulación final estará basada en los días más análogos, el valor asignado a la variable meteorológica estudiada estará limitado por el valor observado que tenga en esos días análogos, es decir, su margen de variabilidad vendrá dado por la propia variabilidad del pasado (nunca calcularíamos valores superiores o inferiores). Sin embargo, el segundo paso introducido en la metodología FICLIMA nos permite superar esa limitación: las relaciones lineales diarias establecidas para temperatura y la redistribución de la precipitación según la función de distribución permiten simular valores que pueden exceder la limitación de los valores observados iniciales.

Los resultados de verificación son considerablemente mejores que los de la inmensa mayoría de las metodologías, estadísticas y dinámicas, con las que se ha comparado en diversos proyectos nacionales e internacionales. Estos excelentes resultados de verificación se han comprobado en las diferentes zonas del planeta en las que se ha probado, y se justifican por los sólidos fundamentos teóricos en los que se basa FICLIMA.

Fuente: FIC.

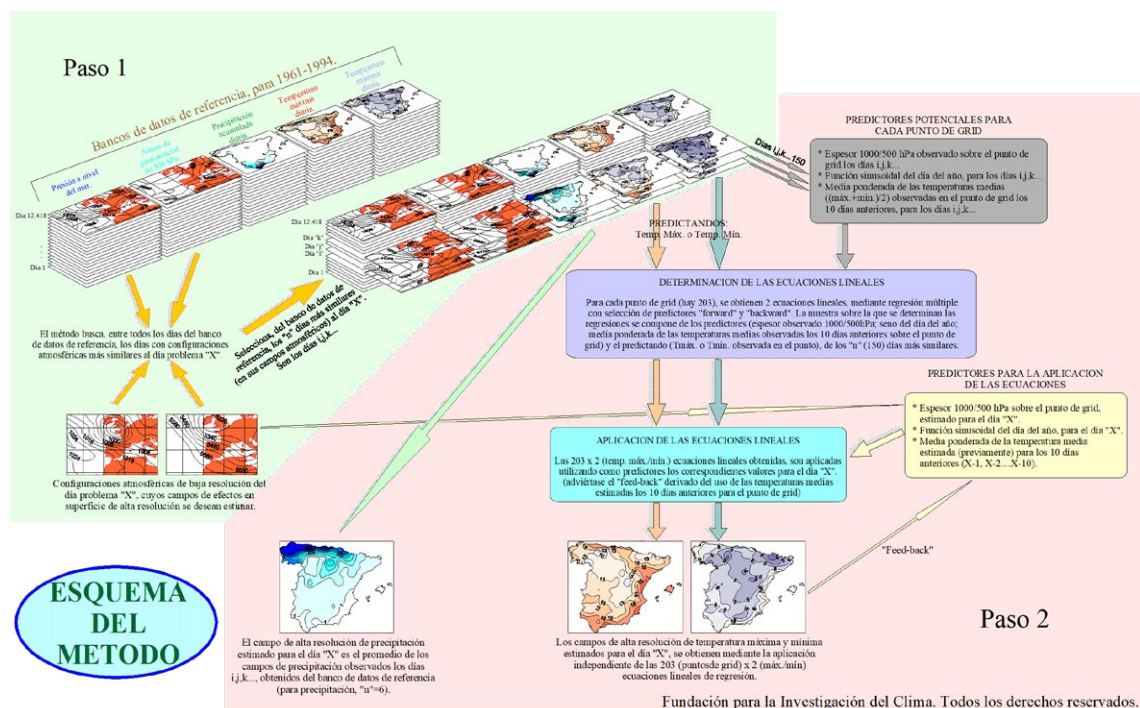


Figura 4.5. Esquema de la metodología FICLIMA.

Fuente: FIC.

Datos y zona de estudio

La ubicación del municipio, al norte de la península ibérica, limítrofe con el mar Cantábrico, implica características climáticas del tipo oceánico templado, con inviernos templados y lluviosos, y veranos frescos y relativamente lluviosos. Para poder llevar a cabo el proceso de regionalización, es necesario disponer de un conjunto de datos, los cuales se resumen en la siguiente figura.

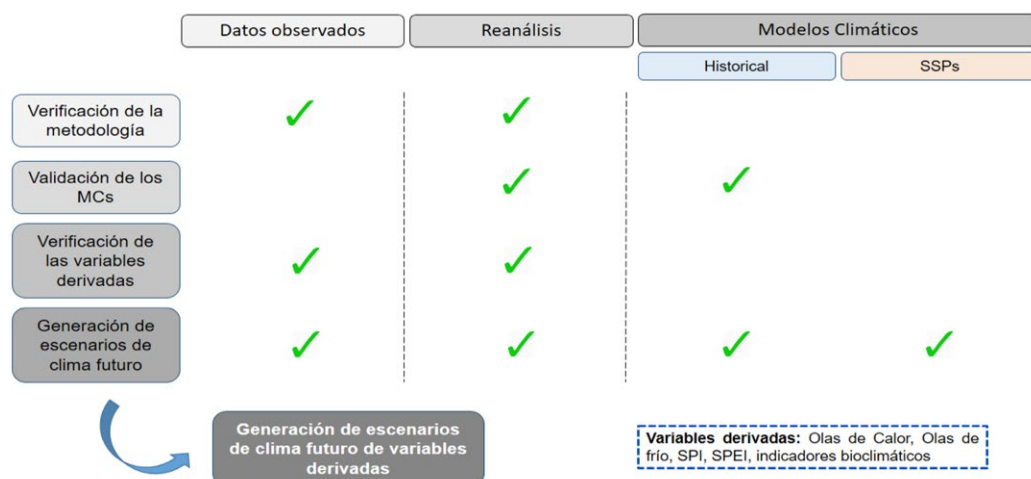


Figura 4.6. Esquema de datos necesarios para el estudio.

Fuente: FIC.

Para el estudio, se dispone de un conjunto de datos observados obtenidos de estaciones meteorológicas pertenecientes a la red de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). En el cuadro siguiente se muestra la ubicación de los observatorios que tenían datos de cada una de las variables.

CUADRO 4.5. Conjunto de observatorios climáticos

VARIABLE	NÚMERO DE OBSERVATORIOS
Temperatura	28
Precipitación	18
Viento	8
Humedad relativa	9
Presión	4

Fuente: FIC.

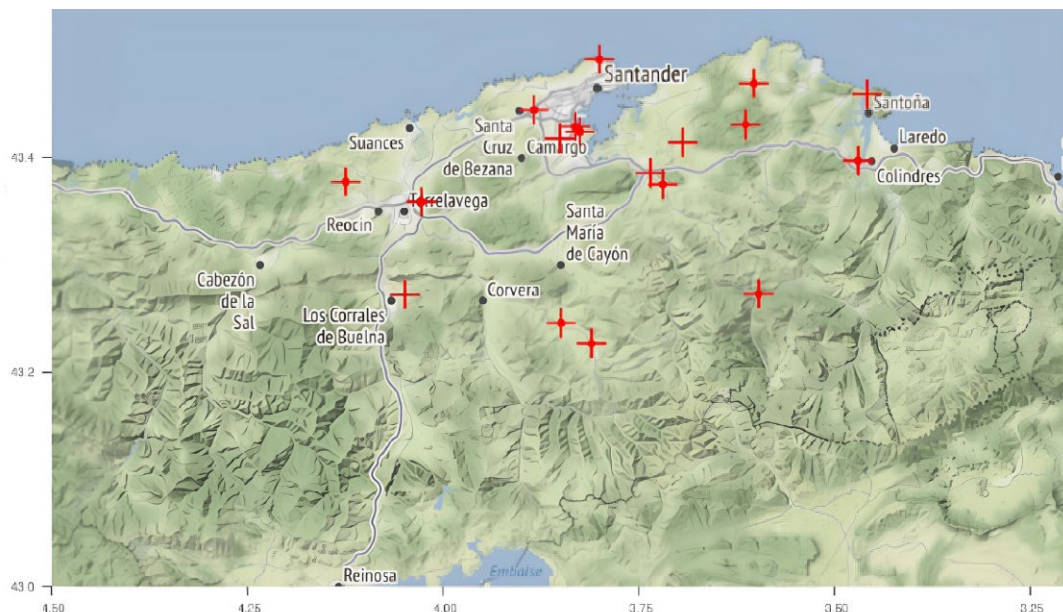


Figura 4.7. Observatorios disponibles de la red AEMET.

Fuente: FIC.

Los datos observados se someten a un estricto control de calidad y homogeneización (Monjo *et al.*, 2013). Se descartan aquellos datos que no superen los estándares de calidad establecidos.

La base de datos del Reanálisis ERA5 y ERA5-Land y los diferentes modelos climáticos completan la generación de escenarios.

Modelos climáticos

En concreto, se ha trabajado con los modelos climáticos pertenecientes a la 6ª fase del CMIP (**CMIP6**) y los escenarios de emisiones definidos en esa fase, los **SSP** (*Shared Socio-economic Pathways*). Las técnicas estadísticas, debido a su rapidez computacional, permiten trabajar con un número elevado de modelos climáticos (n) y SSP (m), por lo que se obtendrá un conjunto de ($n \times m$) proyecciones climáticas. Los modelos climáticos se corren de forma continua desde el pasado hacia el futuro, una vez que se simula el periodo de control, y la ejecución se separa en tantas ejecuciones como SSP se consideren. De cada modelo climático se dispone, por tanto, de una simulación de control denominada “Historical” para el periodo 1951-2014 (si bien el periodo de referencia empelado fue 1985-2014) y de 4 SSP para el periodo 2016-2100 (SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5).

Se han utilizado 10 modelos climáticos de resolución diaria, recogidos dentro del CMIP6. A lo largo de las distintas fases por las que ha pasado este proyecto, se han introducido mejoras en la calidad de los modelos climáticos hasta llegar a los actuales **Earth System Models** (ESM) (Benestad, 2010). Asimismo, en cada una de las fases se han definido nuevos escenarios de emisiones, ajustándose a las nuevas necesidades de adaptación y mitigación frente al cambio climático. CMIP6 cuenta con un conjunto común de escenarios futuros que comprenden el uso del suelo y las emisiones, tal y como se requiere para los futuros SSP (Eyring *et al.*, 2016).

CUADRO 4.6. *Análisis de riesgos, PEMUSAN*

MODELOS CMIP6	RESOLUCIÓN	AGENCIA RESPONSABLE	REFERENCIAS
ACCESS-CM2	1,258° x 1,8758°	Australian Community Climate and Earth System Simulator (ACCESS), Australia	Bi et al. (2020)
BCC-CSM2-MR	1,125° x 1,121°	Beijing Climate Center (BCC), China Meteorological Administration, China	Wu et al. (2019)
CanESM5	2,812° x 2,790°	Canadian Centre for Climate Modeling and Analysis (CC-CMA), Canadá	Swart et al. (2019)
CESM2-WACCM	0,95° x 1,25°	National Center for Atmospheric Research (NCAR), EE. UU.	Gottelman et al. (2019)
CNRM-ESM2-1	1,406° x 1,401°	CNRM (Centre National de Recherches Meteorologiques), Meteo-France, Francia	Seferian (2019)
EC-EARTH3	0,703° x 0,702°	EC-EARTH Consortium	EC-Earth Consortium (2019)
MPI-ESM1-2-HR	0,938° x 0,935°	Max-Planck Institute for Meteorology (MPI-M), Germany	Gottelman et al. (2017)
MIROC6	1,125° x 1,121°	Meteorological Research Institute (MRI), Japan	Yukimoto et al. (2019)
NorESM2-MM	1,250° x 0,942°	Norwegian Climate Centre (NCC), Norway	Bentsen, M. et al. (2019)
UKESM1-0-LL	1,875° x 1,250°	UK Met Office, Hadley Centre, United Kingdom	Good et al. (2019)

Fuente: Elaboración propia.

Nota. Los modelos fueron suministrados por los archivos del Programa de Diagnóstico e Intercomparación de Modelos Climáticos (PCMDI).

Resultados de las proyecciones climáticas

Las proyecciones climáticas se han generado para cada uno de los observatorios disponibles por cada variable. A continuación, se recogen los resultados obtenidos en la generación de los **escenarios de clima futuro** de las distintas variables en función de los resultados mostrados por las medias de cada SSP (líneas gruesas). Se toma de referencia el observatorio "1109X" del Aeropuerto de Santander:

- Se esperan **aumentos progresivos de las temperaturas**, tanto máximas como mínimas, a lo largo de todo el siglo XXI. En el caso de las **temperaturas máximas** se esperan aumentos de entre 1,38 y 2 °C a mediados de siglo, en función del escenario de emisiones considerado y entre 1,41 y 3,83 °C a final de siglo. Estos incrementos supondrían que la temperatura media máxima pasaría de ser de en torno a 18,94 °C a situarse entre los 20,32 y 21,02 °C a mediados de siglo, y entre 20,35 y 22,77 °C a final de siglo.
- En el caso de las **temperaturas mínimas**, los aumentos esperados a mediados de siglo van desde 1,65 °C en el caso más favorable hasta 2,41 °C en el caso menos favorable, lo que supondría que la temperatura mínima media alcance valores de entre 11,94 °C y 12,70 °C. Para finales de siglo, se espera que la temperatura mínima media ascienda entre 1,67 y 4,63 °C, de manera que los valores de temperatura mínima media se situarían entre 11,96 °C y 14,92 °C.
- No se esperan cambios significativos en cuanto a la **precipitación** acumulada anualmente. Todos los escenarios de emisiones muestran un comportamiento similar en cuanto a la evolución futura de las precipitaciones, de manera que estas se situarán en torno a los 1200-1300 mm/año. Sí se espera que la distribución pluviométrica sufra alteraciones con respecto a la distribución actual. De manera que las precipitaciones podrían ser más intensas y concentradas en el tiempo que distribuidas de forma homogénea a lo largo de periodos más extensos.
- La **humedad** se espera que se comporte de manera muy similar a la situación climática actual de la región, sin cambios significativos, especialmente a mediados de siglo. En función del modelo y del escenario considerado, a finales de siglo, la humedad máxima puede oscilar entre un -2,5 y 1 %, mientras que la humedad mínima podrá variar entre un -5 y 2,5 %.
- El comportamiento esperado de la **presión** es muy similar al observado actualmente, con oscilaciones de ± 1 hPa a finales de siglo.
- Respecto al **viento** medio, se observan descensos muy leves que van entre 0,25 m/s (0,9 km/h) y 0,5 m/s (1,8 km/h). Las variaciones esperadas en la racha máxima, tanto media como máxima, se esperan muy similares a aquellos esperados en el viento medio. En el caso de las **rachas máximas**, estas pasarán de ser de una intensidad máxima de unos 93-94 km/h a 88-92 km/h a finales de siglo.

Escenarios de clima futuro de temperatura (máxima y mínima)

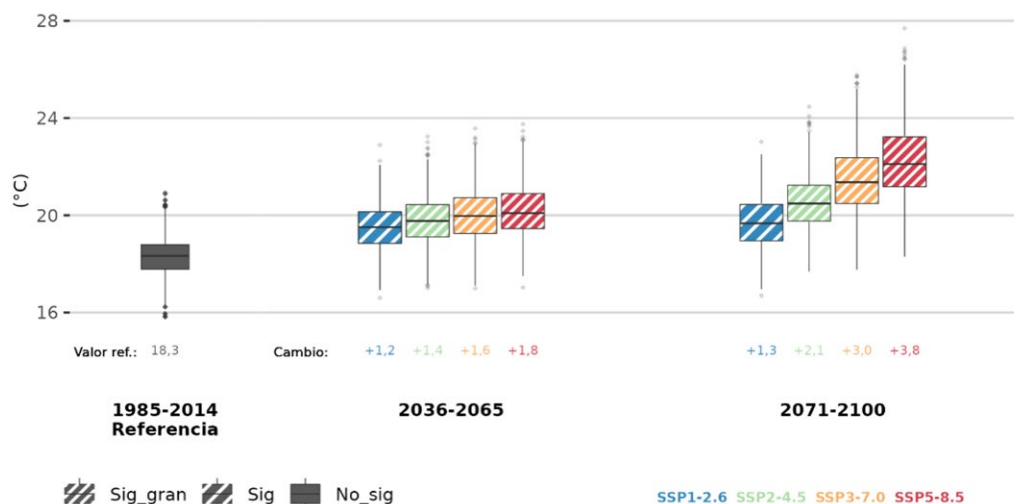


Figura 4.8. Incrementos esperados de temperatura máxima para el siglo XXI.

Nota. Representados como medias móviles de 30 años, según los SSP representados con respecto al promedio del periodo 1976 – 2015 (tomado como referencia). Simulaciones de todos los modelos sobre el observatorio "1109X". Las líneas muestran la mediana de todos los valores para cada SSP; las sombras cubren desde el percentil 10 hasta el 90.

Fuente: FIC.

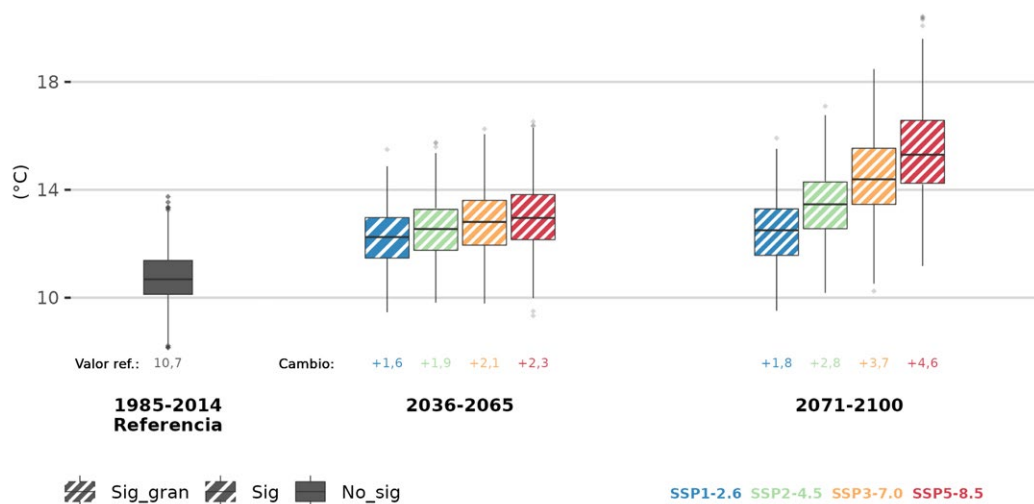


Figura 4.9. Incrementos esperados de temperatura mínima para el siglo XXI.

Nota. Representados como medias móviles de 30 años, según los SSP representados con respecto al promedio del periodo 1976 – 2015 (tomado como referencia). Simulaciones de todos los modelos sobre el observatorio "1109X". Las líneas muestran la mediana de todos los valores para cada SSP; las sombras cubren desde el percentil 10 hasta el 90.

Fuente: FIC.

Escenarios de clima futuro de precipitación

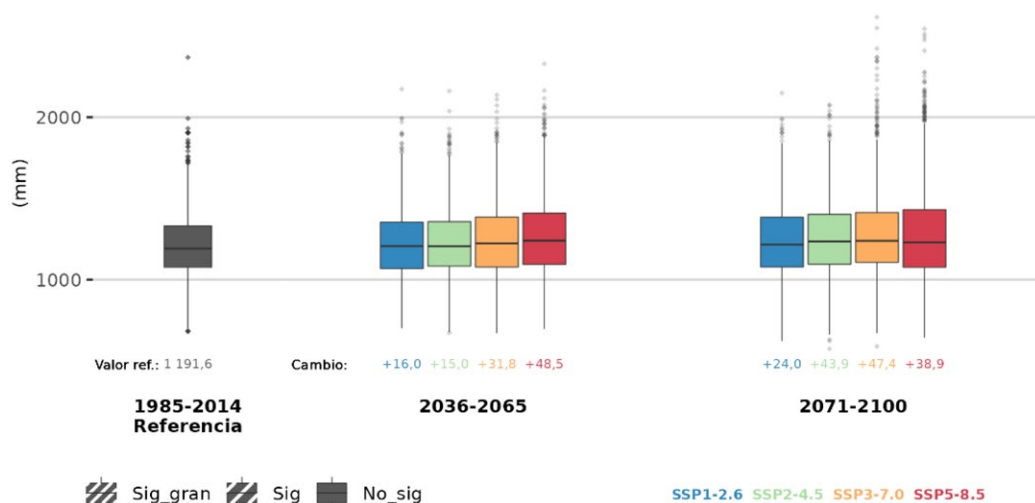


Figura 4.10. Valores absolutos esperados de precipitación (mm) para el siglo XXI.

Nota. Representados como medias móviles de 30 años, según los SSP representados con respecto al promedio del periodo 1976 – 2015 (tomado como referencia). Simulaciones de todos los modelos sobre el observatorio “1109X”. Las líneas muestran la mediana de todos los valores para cada SSP; las sombras cubren desde el percentil 10 hasta el 90.

Fuente: FIC.

Escenarios de clima futuro de humedad relativa

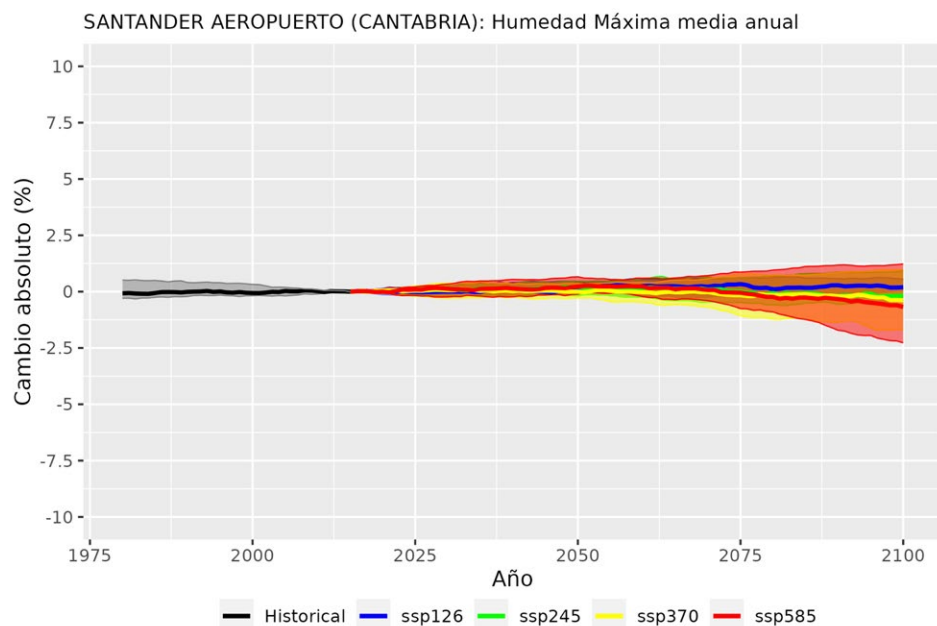


Figura 4.11. Incrementos esperados de humedad máxima para el siglo XXI.

Fuente: FIC.

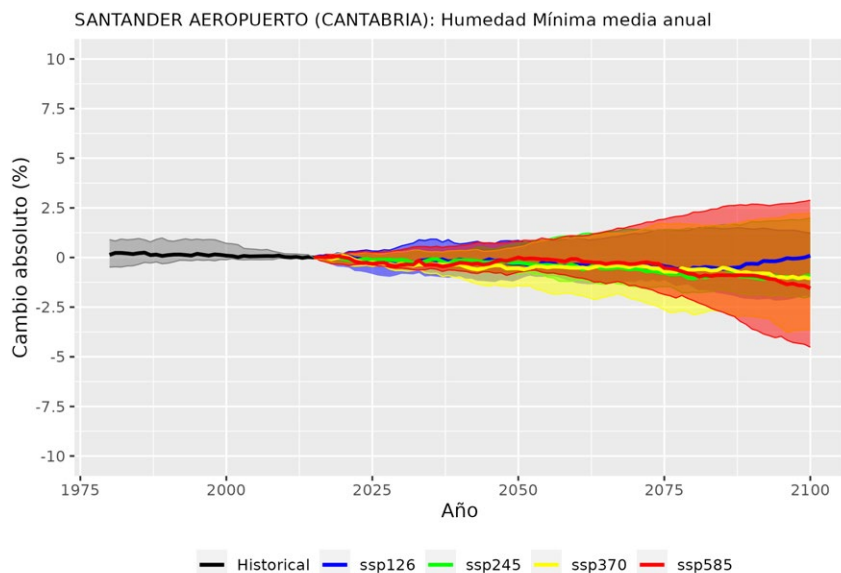


Figura 4.12. Incrementos esperados de humedad mínima para el siglo XXI.

Nota. Representados como medias móviles de 30 años, según los SSP representados con respecto al promedio del periodo 1976 – 2015 (tomado como referencia). Simulaciones de todos los modelos sobre el observatorio “1109X”. Las líneas muestran la mediana de todos los valores para cada SSP; las sombras cubren desde el percentil 10 hasta el 90.

Fuente: FIC.

Escenarios de clima futuro de presión

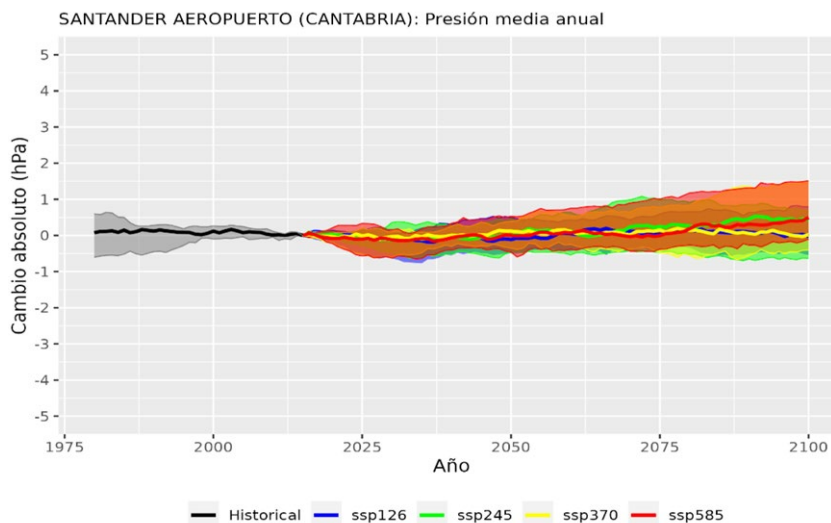


Figura 4.13. Incrementos esperados de presión para el siglo XXI.

Nota. Representados como medias móviles de 30 años, según los SSP representados con respecto al promedio del periodo 1976 – 2015 (tomado como referencia). Simulaciones de todos los modelos sobre el observatorio “1109X”. Las líneas muestran la mediana de todos los valores para cada SSP; las sombras cubren desde el percentil 10 hasta el 90.

Fuente: FIC.

Escenarios de clima futuro de viento medio

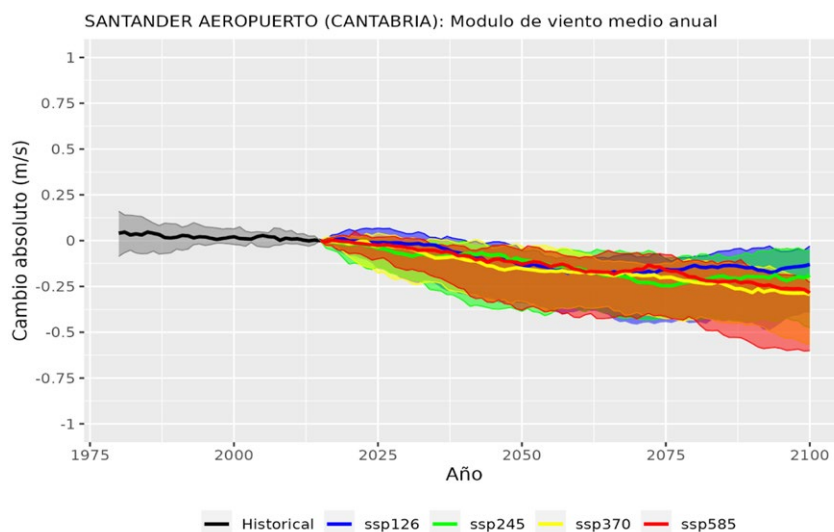


Figura 4.14. Incrementos esperados de viento medio para el siglo XXI.

Nota. Representados como medias móviles de 30 años, según los SSP representados con respecto al promedio del periodo 1976 – 2015 (tomado como referencia). Simulaciones de todos los modelos sobre el observatorio “1109X”. Las líneas muestran la mediana de todos los valores para cada SSP; las sombras cubren desde el percentil 10 hasta el 90.

Fuente: FIC.

Escenarios de clima futuro de racha máxima de viento

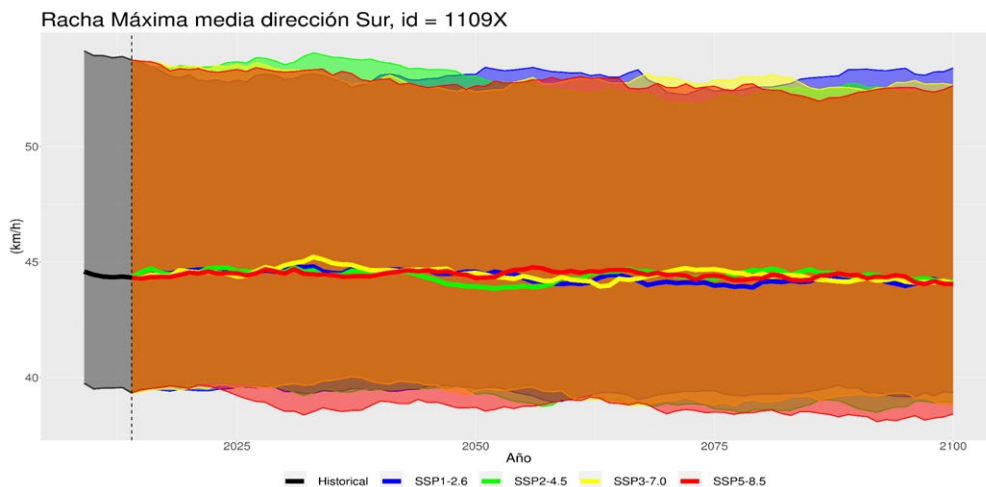


Figura 4.15. Valores esperados de racha máxima media de viento de componente sur para el siglo XXI.

Nota. Representados como medias móviles de 30 años, según los SSP representados con respecto al promedio del periodo 1976 – 2015 (tomado como referencia). Simulaciones de todos los modelos sobre el observatorio “1109X”. Las líneas muestran la mediana de todos los valores para cada SSP; las sombras cubren desde el percentil 10 hasta el 90.

Fuente: FIC.

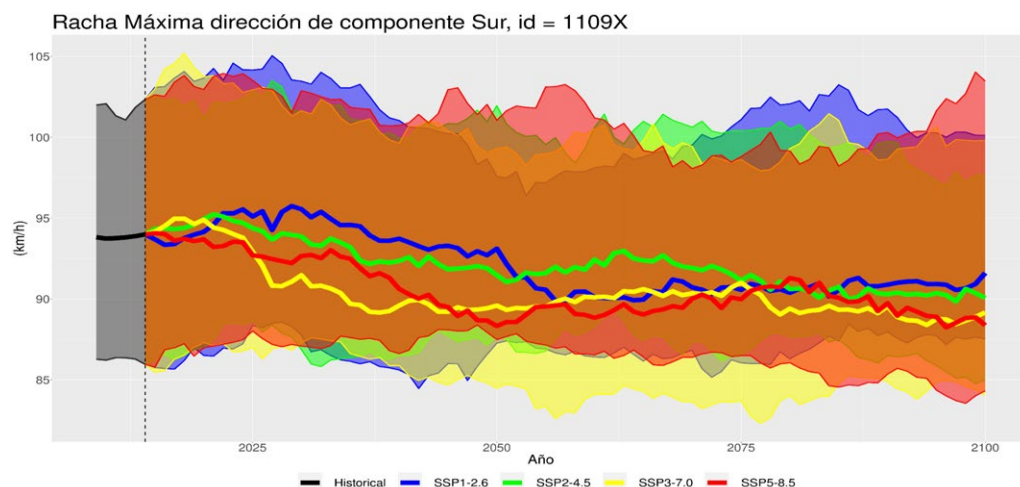


Figura 4.16. Valores esperados de racha máxima de viento de componente sur para el siglo XXI.

Nota. Representados como medias móviles de 30 años, según los SSP representados con respecto al promedio del periodo 1976 – 2015 (tomado como referencia). Simulaciones de todos los modelos sobre el observatorio “1109X”. Las líneas muestran la mediana de todos los valores para cada SSP; las sombras cubren desde el percentil 10 hasta el 90.

Fuente: FIC.

4.2.3. Resumen escenarios climáticos

De los datos climáticos obtenidos a partir del periodo histórico y proyectado a 2100, podemos concluir los siguientes valores para el conjunto de los escenarios climáticos:

- **Temperatura máxima media:** a partir de un valor histórico entre 16-19 °C se proyecta para 2100 una temperatura máxima entre 21-23 °C.
- **Temperatura mínima media:** a partir de un valor histórico entre 8-11 °C se proyecta para 2100 una temperatura mínima entre 13-15 °C.
- **Precipitación:** se mantienen unos promedios similares a los actuales, con leves variaciones. La distribución anual sí puede verse alterada, concentrándose el total de las precipitaciones en periodos más cortos.
- **Olas de calor:** a partir de un valor histórico entre 3-4 días se proyecta para 2100 un aumento hasta los 9-10 días de duración de las olas de calor.
- **Temperatura-ola de calor (Intensidad):** a partir de un valor histórico entre 26-29 °C se proyecta para 2100 una temperatura de 29-32 °C, lo que implica un aumento de la intensidad total.
- **Noches tórridas:** a partir de un valor histórico entre 0-1 día/año se proyecta para 2100 un aumento notable hasta los 6-9 días/año.

En resumen, podemos afirmar que el contexto futuro del clima en Santander seguirá el siguiente patrón:

- Aumentos de temperatura progresivos a lo largo del siglo XXI, 1,3-3,8 °C en 2100.
- Leves variaciones en el régimen pluviométrico, pero de mayor torrenciabilidad.
- Aumentos en el número de días de calor, con el consiguiente aumento en la frecuencia de episodios de olas de calor, así como en su duración e intensidad máxima.
- Aumentos significativos en el número de noches tropicales, ecuatoriales y tórridas de forma progresiva a lo largo de todo el siglo XXI.

4.3

ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE AMENAZAS CLIMÁTICAS

El objetivo de esta fase es analizar las amenazas climáticas seleccionadas para el municipio de Santander, tanto para el periodo histórico o actual como para los periodos proyectados a futuro.

Las amenazas seleccionadas a partir del proceso participativo y del análisis de los eventos históricos son las siguientes:

- Inundación pluvial por precipitaciones extremas
- Tempestad ciclónica atípica (TCA)
- Inundación fluvial
- Islas de calor urbano
- Olas de calor
- Episodios de noches cálidas
- Sequía meteorológica
- Viento extremo, galernas y viento sur
- Inundación costera

La **ocurrencia** (distribución, intensidad, duración y frecuencia) de estos eventos se modeliza a través de las principales variables climáticas analizadas (temperatura, precipitación, viento y humedad) a partir de los escenarios regionalizados de cambio climático para Santander, basados en las salidas CMIP del Sexto Informe del IPCC. Este proceso de modelado se aplica específicamente a las amenazas climáticas por **sequías, olas de calor**, eventos de **viento extremo** e **inundaciones pluviales**, entre otras. Para las amenazas de inundación costera y subida del nivel del mar, la evaluación parte de los recientes resultados obtenidos por el proyecto **PIMA-Adapta**⁶ Costas, dentro del marco de la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático.

⁶ PIMA Adapta Costas (2020). Conocimiento y acción frente a los riesgos derivados del cambio climático. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Madrid.

EVENTOS DE PLUVIOMETRÍA EXTREMA

En este bloque se analizan los viales del municipio con **probabilidad de encharcamiento**, debido a la ocurrencia de eventos de precipitación extrema, definidos como episodios en los que la precipitación acumulada en una hora o menos es de intensidad igual o mayor a 15 mm/h, o cuya precipitación acumulada en 12 horas es de intensidad igual o superior a 40 mm/h (Ayuntamiento de Santander, 2016). Es importante considerar que en este procedimiento no se aborda un modelado detallado de la amenaza de inundación en viales, que debería considerar, entre otros, tanto el sistema de drenaje municipal a escala de detalle como la escorrentía y acumulación del flujo generada por eventos de precipitación extrema considerando condiciones actuales y futuras, para diferentes periodos de retorno. Sin embargo, con la consideración de los escenarios climáticos CMIP6 se podrá delimitar una cartografía válida que permita calcular la exposición potencial a esta amenaza.

La metodología propuesta para el análisis de viales con alta probabilidad de encharcamiento en el municipio de Santander recoge los siguientes pasos:

- (i) Análisis de las condiciones de subsidencia topográfica en el perfil longitudinal de las carreteras del municipio (modelado **Blue Spots**⁷).
- (ii) Análisis de las áreas de encharcamiento documentadas, obtenidas a través de la cartografía aportada por el Ayuntamiento de Santander (2016), y por los registros de intervenciones efectuadas desde 2018 hasta 2022 por eventos de pluviometría extrema por parte del Cuerpo de Bomberos del municipio.
- (iii) Validación y delimitación final de áreas de **alta probabilidad** de encharcamiento vial en el municipio, a partir de los resultados del bloque 1 y 2.
- (iv) Evaluación de la tendencia de eventos de pluviometría extrema en el municipio en condiciones de cambio climático en el corto, medio y largo plazo, según las salidas de los escenarios locales derivados de los modelos CMIP6.

En el último paso de este procedimiento se ofrece una evaluación rigurosa de la tendencia proyectada en la ocurrencia de eventos de pluviometría extrema en el municipio de Santander, en términos de intensidad, duración y frecuencia, y para cada uno de los escenarios de cambio climático a escala local, según las recientes salidas del Sexto Informe de Evaluación del IPCC.

El índice de amenaza por eventos de pluviometría en Santander se obtiene por normalización del valor medio de la frecuencia obtenida para los distintos escenarios climáticos para cada horizonte temporal. Como se puede observar en el cuadro, el índice normalizado presenta valores por encima de 0,6 para todos los periodos, lo que implica que la frecuencia media de los eventos de pluviometría extrema no llega a duplicarse para las proyecciones climáticas a largo plazo respecto a su frecuencia histórica (cuadro 4.7). La

⁷ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/tools/the-blue-spot-model-a-key-tool-in-assessing-flood-risks-for-the-climate-adaptation-of-national-roads-and-highway-systems>

frecuencia media anual de eventos de pluviometría extrema para el conjunto de escenarios climáticos es de casi 3 eventos/año, con resultados medios del índice de amenaza para las secciones censales de Santander en torno a 0,63 en el periodo histórico. Para los periodos proyectados, se esperan incrementos absolutos en torno a 0,5 eventos/año de media, llegando a una frecuencia de 4,5 eventos/año para el periodo proyectado a largo plazo.

Como resultado, obtenemos los valores medios de eventos de pluviometría extrema y el siguiente índice de amenaza normalizada para el municipio de Santander (figura 4.17).

CUADRO 4.7. *Frecuencia media anual e índices de amenaza media*

	FRECUENCIA MEDIA DE EVENTOS	ÍNDICE DE AMENAZA MEDIO
PERIÓDO HISTÓRICO (1985-2014)	2,97	0,63
CORTO PLAZO (2016-2040)	3,58	0,77
MEDIO PLAZO (2041-2070)	4,05	0,87
LARGO PLAZO (2071-2100)	4,49	0,96

Fuente: Fuente: CINCc (UC) - FIC 2024.

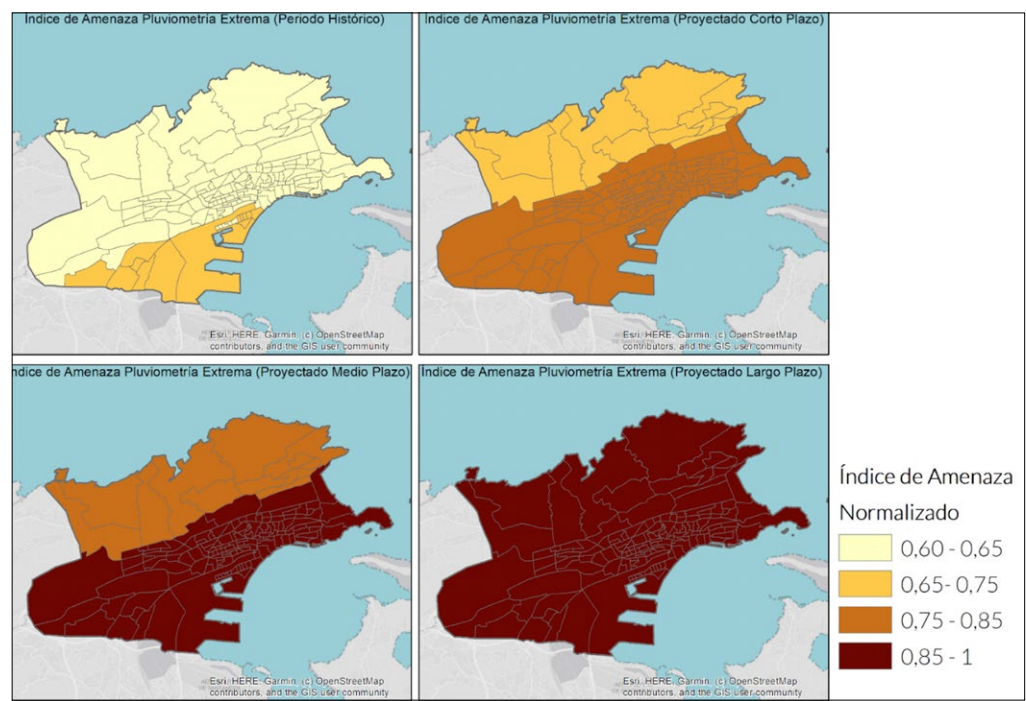


Figura 4.17. *Índice de amenaza normalizado por eventos de pluviometría extrema.*

Nota. Obtenido a través de la media de la frecuencia para los distintos escenarios climáticos y para cada horizonte temporal por sección censal; para periodo histórico (arriba a la izquierda), proyectado a corto (arriba a la derecha), medio (abajo a la izquierda) y largo plazo (abajo a la derecha).

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

TEMPESTAD CICLÓNICA ATÍPICA (TCA)

La tempestad ciclónica atípica o TCA es un evento atmosférico extremadamente adverso, incluyendo tornados y vientos extraordinarios. Para el presente estudio, los fenómenos de TCA en el municipio de Santander han sido analizados como episodios que combinan vientos extremos, por encima de 84 km/h, y precipitación intensa, de más de 40 mm acumulados en un día. Para tales episodios, se han analizado dos índices de frecuencia y duración:

- Frecuencia, analizada como número medio de días con TCA al año.
- Duración media del evento, analizada como la media de los días consecutivos año con TCA.

La **medición de la ocurrencia** de los TCA se analiza para el periodo histórico (1985-2014) y proyectado a futuro, para los periodos temporales de corto (2016-2040), medio (2041-2070) y largo plazo (2071-2100). Las proyecciones a futuro se obtienen a partir de la media de las salidas de 10 modelos climáticos, para un total de 4 escenarios de emisiones, según se establecen en el Sexto Informe del IPCC (SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5). La representación de tales fenómenos por sección censal se efectúa a partir de la media del número de noches al año por cada horizonte temporal, como medida representativa.

A continuación, se presentan los **resultados** para cada uno de los índices de ocurrencia de fenómenos TCA en el municipio de Santander.

CUADRO 4.8. *Número medio de TCA al año en Santander*

MEDIA HISTÓRICA: 0,141575	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP3-7.0	SSP5-8.5
Corto plazo (2016-2040)	0,124126	0,139725	0,152720	0,140067
Medio plazo (2041-2070)	0,134185	0,178395	0,130459	0,125216
Largo plazo (2071-2100)	0,109309	0,140246	0,167540	0,126663

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024 a partir de escenarios climáticos locales basados en las salidas del Sexto Informe del IPCC.

Respecto a la **frecuencia temporal media**, los episodios de TCA en Santander ocurren de media una vez cada 7 años en el periodo histórico, y se espera que tengan una frecuencia moderadamente estable a futuro, que pueda ocurrir un evento cada 5 a 9 años, según el escenario considerado. En el caso de la duración media de los TCA, no se incluye - de los valores para cada escenario, puesto que tanto en el periodo histórico como en todos los escenarios proyectados se mantiene en 1, es decir, son sucesos que se presentan con carácter puntual, o en días concretos no consecutivos.

INUNDACIÓN FLUVIAL

La amenaza de inundación fluvial se considera a partir de los resultados de inundabilidad generados dentro del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables para periodos de retorno de 10, 100 y 500 años (MITECO, 2020). Las inundaciones fluviales presentan una relativa baja incidencia dentro del término municipal de Santander, únicamente aparecen zonas inundables al oeste del municipio, coincidiendo con áreas aledañas al arroyo Otero, de una longitud aproximada de unos 1,3 km, pertenecientes al sistema Pas-Miera de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental.

Específicamente el área de inundación fluvial cubre una extensión total de 8,22 ha de superficie dentro del municipio, de la cuales 5,72 ha se corresponden con áreas de periodo de retorno de 10 años (alta probabilidad), 1 ha con áreas con un periodo de retorno de 100 años (media probabilidad), y las restantes 1,50 ha con áreas con un periodo de retorno de 500 años (baja probabilidad). El área de inundación fluvial afectaría a una única sección censal del municipio, donde el porcentaje de superficie amenazada sería de 0,027 %.

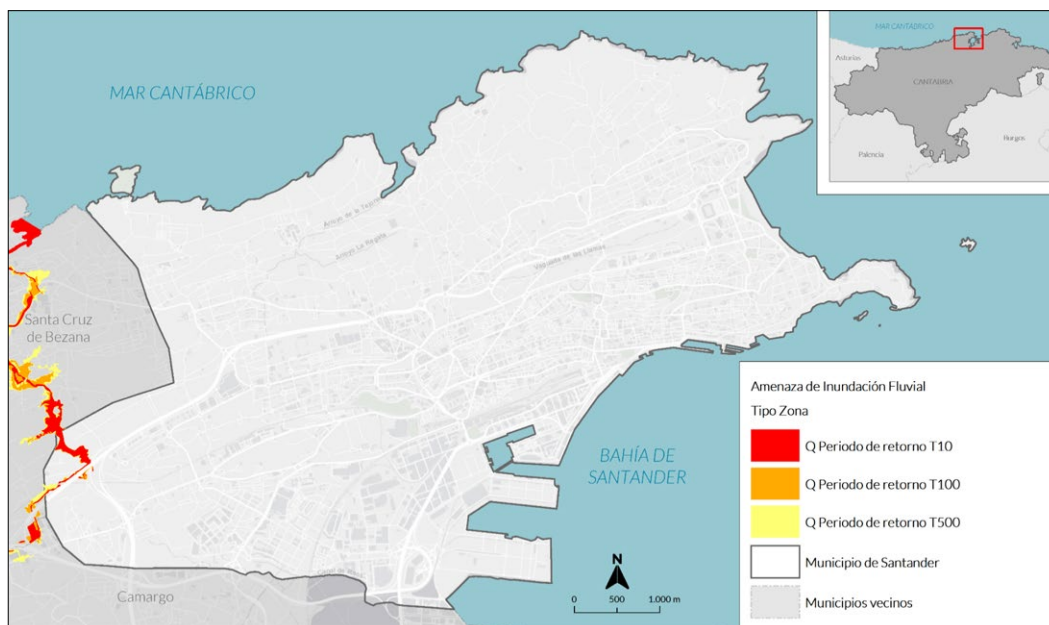


Figura 4.18. Amenaza por inundación fluvial, periodos de retorno 10, 100 y 500 años.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024 a partir de datos del SNCZI (MITECO, 2020).

ISLAS DE CALOR URBANAS

Las islas de calor son un fenómeno que se produce en aquellas zonas urbanas que experimentan temperaturas más altas que las zonas circundantes debido a la actividad humana. El efecto isla de calor se caracteriza por provocar una temperatura mayor en las ciudades que en sus alrededores y es más acusado por las noches.

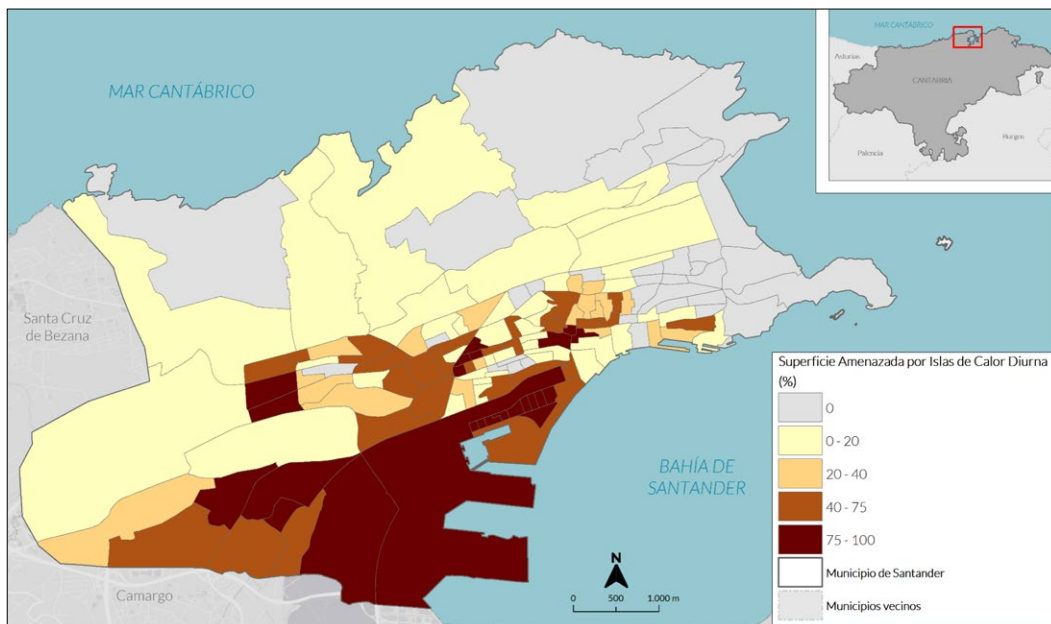
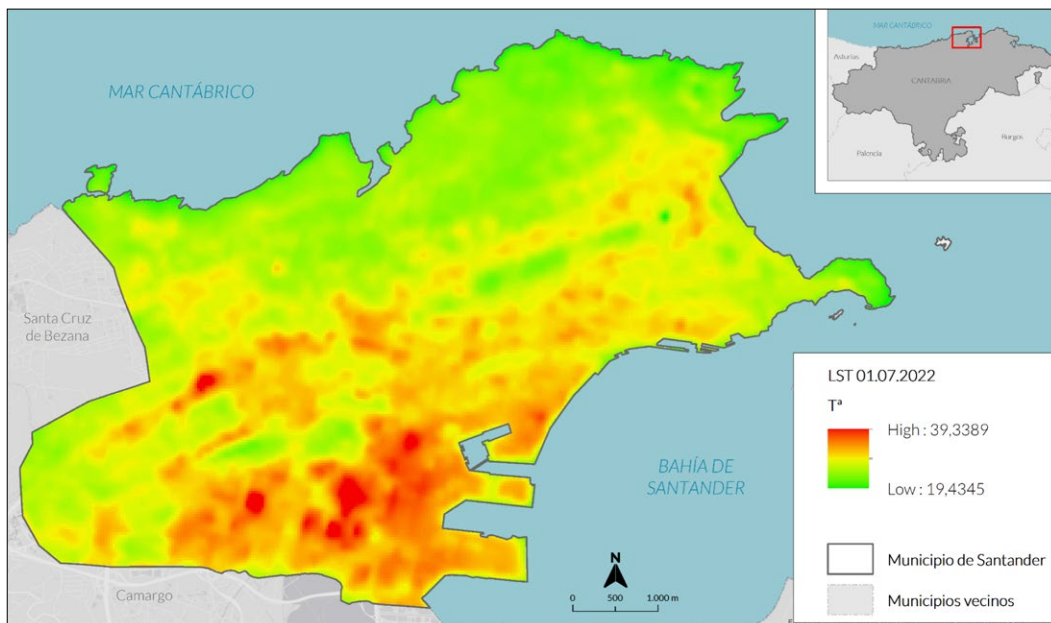
Las **causas principales** son la acumulación de calor en estructuras, como edificios, aceras o asfaltos, que absorben más calor y lo liberan más lentamente. A esto se suma el calor y la contaminación atmosférica generada por el tráfico y la industria, que atrapan la radiación solar evitando que se disipe el calor, lo que a su vez incrementa la temperatura del aire.

Todo ello agrava las consecuencias del cambio climático en las ciudades y disminuye la calidad de vida de sus habitantes. Específicamente, las altas temperaturas pueden afectar a la salud de la ciudadanía de las ciudades, provocando malestar general, problemas respiratorios, insolaciones, deshidratación, cansancio e, incluso, aumentar la mortalidad por golpes de calor. Además, tienen impactos directos a nivel energético y económico, principalmente en verano. Las islas de calor generan un incremento de la demanda de energía para los aires acondicionados, lo que a su vez aumenta el precio de la electricidad.

La detección de las **islas de calor urbanas** (ICU) puede abordarse desde tomas de datos de temperatura ambiente con sensores remotos como estaciones meteorológicas o herramientas que permiten registros de temperatura de manera terrestre, hasta la obtención de datos mediante imágenes satelitales. En ese sentido, el uso de las imágenes de sensores remotos permite calcular la **temperatura superficial terrestre** o LST por sus siglas en inglés (*Land Surface Temperature*). Los datos de LST recopilados del satélite se han comparado y correlacionado con los datos de temperatura ambiente seleccionados para estaciones meteorológicas de superficie próximas. Como resultado de esta correlación, ha sido posible aplicar la ecuación de conversión de los valores LST a temperatura ambiente por píxel, recortado al área municipal de Santander. Finalmente, se ha delimitado espacialmente la geometría de las islas en zonas de alta urbanización, aplicando para ello el criterio de selección de áreas con una temperatura ambiente 2 °C por encima de la temperatura ambiente periférica. Finalmente, se ha efectuado un procedimiento de validación a través de datos de temperatura tomados en Santander por el proyecto Smart City, y a través de un proceso de validación aplicando criterio experto.

Como resultado, se ha obtenido la LST a través de imágenes Landsat 8 para el día 1 de julio como escenario de ejemplo, para abordar posteriormente la delimitación de potenciales islas de calor (figura 4.19).

Finalmente, se realiza un proceso de **validación** de las áreas potenciales delimitadas en el paso anterior, que incluye la validación a través de los datos de temperatura tomados en Santander por el proyecto Smart City desde 2012 hasta 2023 y una validación basada en criterio experto. Este procedimiento ha consistido en el testeo de los resultados de la delimitación potencial de las islas de calor por parte del equipo de personas expertas



locales con conocimiento amplio de la materia. Teniendo en cuenta los dos aspectos y consideraciones anteriores, la delimitación de la ICU propuesta para Santander debe considerarse como una primera aproximación analítica, que debe, en cualquier caso, complementarse con datos de temperatura ambiente en ciudad con cobertura y distribución adecuadas en futuras iniciativas.

La amenaza por episodios de ICU en Santander se representa a continuación mediante el porcentaje de superficie amenazada por fenómenos de ICU diurnas por sección censal. Las áreas con mayores porcentajes de superficie amenazada por ICU, por encima del 75 % de su superficie, se concentran en el sur, suroeste y centro del municipio. Las secciones costeras del este, suroeste y este, por el contrario, presentan valores nulos o muy bajos de superficie amenazada (figura 4.20).

OLAS DE CALOR

Las olas de calor han sido definidas como episodios de al menos tres días consecutivos con máximas por encima del percentil 95 de la serie histórica de temperaturas máximas diarias para los meses comprendidos entre abril y septiembre.

En este marco de trabajo, se han analizado los siguientes índices de amenaza por ola de calor:

- Número de olas de calor al año
- Duración media de la ola de calor
- Número de días de ola de calor al año
- Intensidad media y máxima de la ola de calor

Con el objeto de no extender la información relacionada con este tipo de eventos, mostramos los índices más característicos que muestran la dinámica futura del fenómeno (número de olas de calor y duración media). Según la serie histórica observada para el periodo 1985-2014, en el municipio de Santander el número medio de olas de calor al año es de aproximadamente 1,2. Los escenarios proyectados a corto plazo pronostican un **incremento notable en el número medio de olas de calor** al año, pasando a valores de entre 2 y 2,5 olas de calor al año para el escenario más optimista, SSP1-2.6, y pesimista, SSP5-8.5, respectivamente, es decir, se llega a duplicar la ocurrencia de estos episodios en los próximos años. En el medio plazo, el número de olas de calor al año presenta valores en torno a 3, llegando a 4 para el escenario SSP5-8.5. Esta tendencia se mantiene para finales de siglo, llega a 6 olas de calor anuales para el escenario SSP3-7.0 y supera 7 olas de calor anuales para el escenario más pesimista, SSP5-8.5 (cuadro 4.9).

La **duración media** de los episodios de ola de calor en Santander, según la media de los modelos climáticos para el periodo 1985-2014, es de aproximadamente 4,5 días. Los escenarios proyectados indican igualmente una tendencia creciente en la duración media de tales

CUADRO 4.9. *Número medio de olas de calor al año en Santander*

MEDIA HISTÓRICA: 1,22717	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP3-7.0	SSP5-8.5
Corto plazo (2016-2040)	2,19313	2,09226	2,45672	2,55703
Medio plazo (2041-2070)	2,65326	3,10226	3,96508	4,22697
Largo plazo (2071-2100)	2,77366	4,32831	5,99306	7,01242

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024 a partir de escenarios climáticos locales basados en las salidas del Sexto Informe del IPCC.

episodios para el medio y el largo plazo, aunque de manera más moderada. Para el corto plazo, los escenarios climáticos pronostican una duración media entre 5 y 5,5 días, manteniéndose este umbral para mediados y finales de siglo en el escenario más optimista. Para los escenarios intermedios, SSP2-4.5 y SSP3-7.0, a mediados de siglo y finales de siglo se espera una duración de entre 6 y 7 días de media, respectivamente. En el más pesimista, SSP5-8.5, la duración media de la ola de calor podría duplicarse respecto a la media histórica, llegando a valores de 9,7 días de duración media de estos episodios (cuadro 4.10).

CUADRO 4.10. *Duración media de los episodios de olas de calor en Santander*

MEDIA HISTÓRICA: 4,45443	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP3-7.0	SSP5-8.5
Corto plazo (2016-2040)	5,13939	4,80084	5,20159	5,52596
Medio plazo (2041-2070)	5,65013	6,09086	6,04402	7,03383
Largo plazo (2071-2100)	5,38460	6,82348	7,38716	9,7208

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024 a partir de escenarios climáticos locales basados en las salidas del Sexto Informe del IPCC.

Para representar la amenaza por episodios de olas de calor en Santander por secciones censales se han empleado dos indicadores combinados:

- (i) **Número de días** de ola de calor al año, que, a su vez, incluye los pronósticos de duración media y de frecuencia de tales episodios.
- (ii) **Intensidad máxima** de la ola de calor. Para cada uno de los horizontes temporales considerados se obtienen y combinan valores medios representativos del conjunto de escenarios analizados, previamente normalizados.

Tanto los días de ola de calor como las intensidades máximas presentan cambios notables para el conjunto de los escenarios climáticos proyectados en cada escenario temporal respecto a la media histórica, lo que hace que los niveles normalizados de amenaza por ola de calor tiendan casi a duplicarse a finales de siglo respecto a los valores históricos.

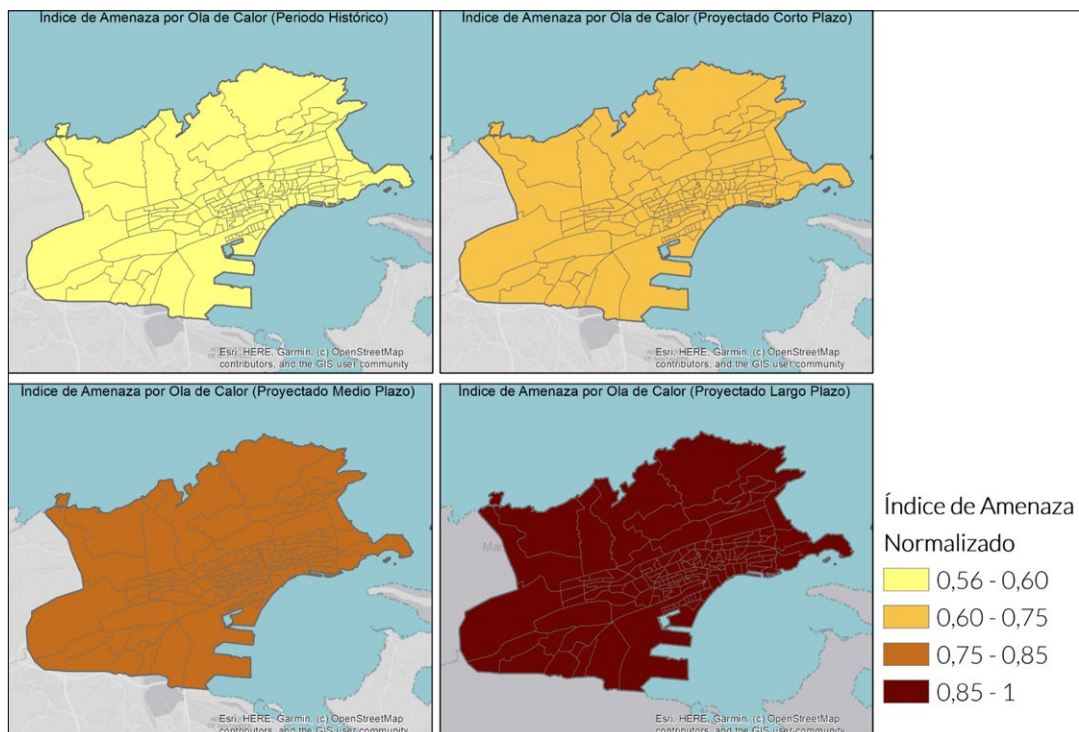


Figura 4.21. Índice de amenaza por ola de calor en Santander.

Nota. Periodo histórico (arriba a la izquierda) proyectado a corto (arriba a la derecha), medio (abajo a la izquierda) y largo plazo (abajo a la derecha).

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

CUADRO 4.11. Valores medios por horizonte temporal de intensidad máxima y días de ola de calor al año.

	DÍAS DE OLA DE CALOR AL AÑO	INTENSIDAD MÁXIMA DE LA OLA DE CALOR	ÍNDICE DE AMENAZA POR OLA DE CALOR
Periodo histórico (1985-2014)	10,23	29,06	0,57
Corto plazo (2016-2040)	19,41	29,52	0,66
Medio plazo (2041-2070)	30,02	29,79	0,77
Largo plazo (2071-2100)	51,48	30,19	0,95

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Nota. Para conjunto de escenarios climáticos y resultados medios del índice de amenaza combinado.

NOCHES TROPICALES Y TÓRRIDAS

Una noche tropical es aquella en la que las temperaturas mínimas no bajan de los 20 °C. Las noches ecuatoriales o tórridas son aquellas en las que la temperatura mínima no desciende de 25 °C, según la AEMET.

Resultados del análisis de noches tropicales en Santander

La frecuencia media anual de las noches tropicales en Santander, referida a eventos de **días consecutivos**, para la serie observada en el periodo histórico de 1985 a 2014, es de 1,160349. Según los escenarios locales de cambio climático, basados en las recientes salidas del IPCC (Sexto Informe del IPCC), la frecuencia media proyectada de las noches tropicales en Santander en el corto plazo ronda valores medios anuales próximos a 3, para todos los escenarios de emisión; para el medio plazo ronda valores medios anuales de entre 3 a 6; y para el largo plazo ronda valores medios anuales de entre 3 a 10 noches seguidas.

CUADRO 4.12. *Frecuencia media de eventos de noches tropicales con temperatura mínima de 20 °C en Santander*

	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP3-7.0	SSP5-8.5
Corto plazo (2016-2040)	2,787025	3,190978	3,348073	3,036371
Medio plazo (2041-2070)	3,636427	4,493451	5,924965	6,181109
Largo plazo (2071-2100)	3,475246	6,361529	9,097015	9,889041

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024 a partir de escenarios climáticos locales basados en las salidas del Sexto Informe del IPCC.

La **duración media anual**, referida a días consecutivos, de las noches tropicales o con temperaturas mínimas de 20 °C en Santander para la serie observada en el periodo histórico de 1985 a 2014 es de 1,837181. Según los escenarios locales de cambio climático, basados en

CUADRO 4.13. *Duración media de las noches tropicales con temperatura mínima de 20 °C en Santander.*

	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP3-7.0	SSP5-8.5
Corto plazo (2016-2040)	3,458352	3,331906	3,822967	3,823205
Medio plazo (2041-2070)	4,042616	4,578436	5,205120	5,751033
Largo plazo (2071-2100)	3,792237	6,093193	7,215842	8,758299

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024 a partir de escenarios climáticos locales basados en las salidas del Sexto Informe del IPCC.

las recientes salidas del IPCC (Sexto Informe del IPCC), la duración media proyectada de las noches tropicales en Santander para el corto plazo ronda valores medios anuales de entre 3 a 4 aproximadamente, según el escenario de emisión; para el medio plazo ronda valores medios anuales de entre 4 a 6; y para el largo plazo ronda valores medios anuales de entre 4 a 9.

Resultados del análisis de noches ecuatoriales o tórridas en Santander

La media de las proyecciones climáticas para el medio plazo incrementa los valores a aproximadamente 0,8 noches tórridas de media al año en Santander, rondando valores proyectados mínimos en torno a 0,23 para el escenario SSP1-2.6 y máximos de 1,78 para el escenario SSP5-8.5.

Para el largo plazo incrementan los valores a aproximadamente 4 noches tórridas de media al año en Santander, rondando valores proyectados mínimos en torno a 0,19 para el escenario SSP1-2.6, y máximos de 9 para el escenario SSP5-8.5.

CUADRO 4.14. *Frecuencia media de eventos de noches tórridas con temperatura mínima de 25 °C en Santander*

HISTÓRICO= 0,005508	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP3-7.0	SSP5-8.5
Corto plazo (2016-2040)	0,046056	0,053913	0,091899	0,05374
Medio plazo (2041-2070)	0,089231	0,222254	0,314885	0,494965
Largo plazo (2071-2100)	0,076732	0,350549	1,490410	2,632053

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024 a partir de escenarios climáticos locales basados en las salidas del Sexto Informe del IPCC.

CUADRO 4.15. *Duración media de las noches tórridas con temperatura mínima de 25 °C en Santander.*

HISTÓRICO = 0,005508	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP3-7.0	SSP5-8.5
Corto plazo (2016-2040)	0,126627	0,116973	0,134218	0,09728
Medio plazo (2041-2070)	0,138409	0,314264	0,49166	0,895114
Largo plazo (2071-2100)	0,135956	0,554091	2,181558	3,03577

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024 a partir de escenarios climáticos locales basados en las salidas del Sexto Informe del IPCC.

SEQUÍA METEOROLÓGICA

La importancia de la sequía reside en su impacto y en los sectores a los que afecta. Lo que diferencia a los distintos tipos de sequías son la **intensidad**, la **duración**, la **cobertura espacial**

del fenómeno y el sector al que afecta (Hayes *et al.*, 2011). Conocer el comportamiento de estos fenómenos a corto plazo es de gran importancia para minimizar los impactos negativos. El riesgo asociado a un episodio de sequía es consecuencia de las características naturales del propio fenómeno y de la vulnerabilidad de la sociedad frente a él.

El análisis de los episodios de sequía meteorológica, por su propia naturaleza, no se limita a las áreas administrativas de un municipio. Su incidencia presenta un carácter regional con una implicación directa en la disponibilidad del recurso hídrico para el consumo humano.

Los valores medios esperados para el SPI tienen una tendencia general negativa, pero son considerados como normales. Los valores medios esperados para el SPEI se estiman normales para el corto y medio plazo, y moderadamente secos y muy secos para el largo plazo. Como se puede observar en la figura siguiente, el nivel de amenaza por sequía a corto plazo presenta una tendencia negativa, pero dentro del umbral de variabilidad natural del clima en Santander. Esta tendencia negativa se incrementa a medio plazo. Finalmente, para el largo plazo se espera un nivel de amenaza severo, que muestra un umbral de sequía moderadamente seco respecto a la sequía acumulada a medio plazo.

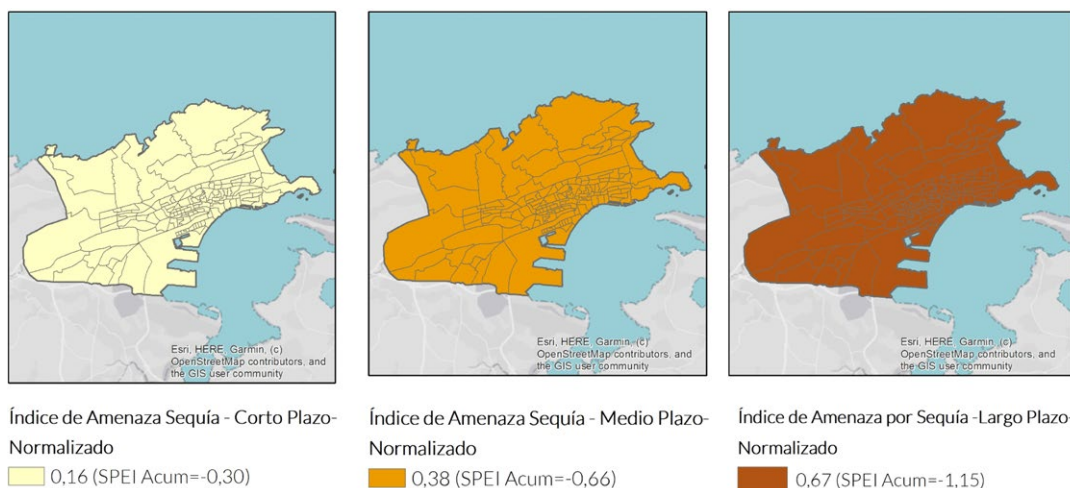


Figura 4.22. Índice de amenaza de sequía.

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

VIENTO EXTREMO, GALERNAS Y VIENTO SUR

En el municipio de Santander, la dirección de los vientos predominantes es oeste. Son también muy frecuentes los de dirección noroeste, con velocidades medias de 13,87 y 13,43 km/h respectivamente (Ayuntamiento de Santander, 2016). Entre los meses de septiembre y

abril tienen lugar los vientos de más de 91 km/h. Todos los años se presentan temporales tanto del noroeste como del suroeste, con rachas que superan los 100 km/h. En general, el viento condiciona la aparición de dos tipos de situaciones climatológicas:

■ Situaciones húmedas

Se producen cuando soplan los vientos del norte al oeste cargados de humedad, debidos a su origen marítimo. Estos, cuando se encuentran con la cordillera cantábrica, ascienden, se enfrían y se producen fenómenos de condensación. De esta forma se originan nubes que se estancan contra la cordillera y provocan lluvias más o menos persistentes.

■ Situaciones secas

Originadas por vientos del noreste y este, de origen continental, secos y fríos. En esta situación el cielo suele estar despejado, aunque se producen fuertes heladas.

Originadas por vientos del sur, que producen sequedad y un aumento anormal de la temperatura. La humedad puede descender hasta un 40 % y la temperatura puede alcanzar los 30 °C, incluso en pleno invierno.

Cualquier zona del municipio queda expuesta a la ocurrencia de episodios de viento extremo, aunque en mayor medida en las áreas costeras y laderas expuestas. Cabe destacar que la zona alta del municipio se divide en la vertiente norte y la vertiente sur, de tal manera que se registran más intervenciones en la ladera sur cuando sopla el viento de este lado y viceversa. Específicamente, los vientos de componente sur representan situaciones de riesgo más común en el municipio. Según el PEMUSAN, los vientos extremos quedan definidos como vientos de intensidad superior a 80 km/h, independientemente de su dirección. Los vientos en Santander tienen incidencia en la ocurrencia de temporales costeros F7, (50-61 km/h), mar gruesa, mar de fondo de 3 a 4 m y en la ocurrencia de galernas:

- En el mar, cambio brusco del viento, que arrecia y rola al noroeste con F7.
- En tierra, giro brusco del viento al noroeste, que aumenta repentinamente con rachas fuertes superiores a 60 km/h en el litoral.

Para el presente estudio se analizan ambos tipos de episodios: (i) vientos de intensidad superior a 80 km/h, y (ii) rachas de vientos de componente sur. Para cada uno de estos eventos de intensidad variable se analizan los siguientes índices de frecuencia y duración:

- Frecuencia, analizada como número medio de episodios de viento extremo al año.
- Duración media del evento, analizada como la media de los días consecutivos al año que ocurren episodios de viento extremo.

Para representar la amenaza por episodios de viento extremo en Santander por secciones censales se ha empleado el valor medio normalizado por sección censal de la racha

máxima de componente sur. Como se aprecia en la siguiente figura, el nivel de amenaza por la ocurrencia de episodios de viento extremo presenta variabilidad geográfica dentro del municipio, generalmente tiende a valores relativamente mayores para las secciones del noreste, pero que, sin embargo, se mantienen con valores comprendidos entre 0,86 y 1, es decir, con un bajo rango de amplitud. Esto es debido a que, como resultado del análisis realizado, las rachas de viento de componente sur, medias o máximas, así como, en general, los episodios de viento extremo, tendrán una **tendencia a la baja** muy poco notoria en términos tanto absolutos como relativos, respecto al periodo histórico, cuando se alcanzan los valores máximos.

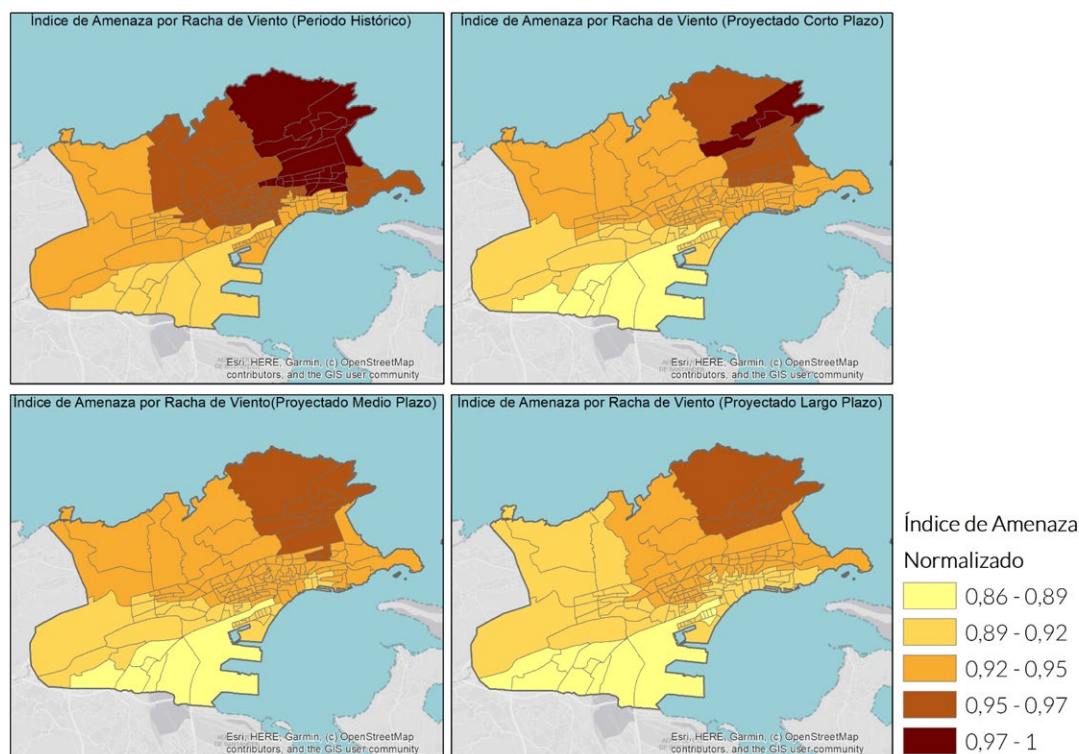


Figura 4.23. Índice de amenaza por viento extremo en Santander.

Nota. Periodo histórico (arriba a la izquierda) proyectado a corto (arriba a la derecha), medio (abajo a la izquierda) y largo plazo (abajo a la derecha).

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

Por lo tanto, el régimen de ocurrencia de vientos extremos y rachas máximas de la componente sur para el conjunto de los escenarios climáticos proyectados en cada escenario temporal no presenta cambios muy notables respecto a la media histórica, lo que hace que los niveles normalizados de amenaza por episodios de viento extremo tiendan a mantenerse por encima de 0,86 en todos los escenarios temporales.

CUADRO 4.16. Valores medios de racha máxima en km/h e índice de amenaza combinado

	RACHA MÁXIMA (MEDIA)	RACHA MÁXIMA (RANGO)	ÍNDICE DE AMENAZA MEDIO
Periodo histórico (1985-2014)	103,21	96,67-108,27	0,95
Corto plazo (2016-2040)	100,67	94,53-105,49	0,93
Medio plazo (2041-2070)	100,32	94,46-104,97	0,92
Largo plazo (2071-2100)	99,44	93,54-104,10	0,92

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Nota. Por horizonte temporal y para conjunto de escenarios climáticos.

INUNDACIÓN COSTERA

En el ámbito de las zonas costeras, **PIMA Adapta**⁸ está desarrollando una amplia batería de actuaciones de restauración de hábitats y estabilización de la línea de costa a lo largo de todo el litoral español. Esta iniciativa, enmarcada dentro de la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española, que fue aprobada en 2017, cuenta con un repositorio de bases de datos de alta resolución generadas para la evaluación de las inundaciones costeras, incluyendo áreas de inundación costera y profundidad de inundación tanto para el periodo histórico como a futuro para los horizontes 2050 y 2100, con un periodo de retorno de 100 años. Esta modelización a futuro se establece además para los escenarios de emisiones RCP4.5 y RCP8.5, intermedio y pesimista respectivamente.

Para la Comunidad de Cantabria, los resultados del informe Adapta Costa (2019-2021) son accesibles a través del Visualizador de Información Geográfica Oficial del Gobierno de Cantabria. A continuación, se muestran las áreas y la profundidad de inundación costera para el periodo histórico y para el escenario de ocurrencia más pesimista (RCP8.5 en el periodo 2100).

A nivel municipal, el área de **inundación costera** para el periodo histórico y con una recurrencia de 100 años es de 108 ha con niveles máximos de profundidad cercanos a los 10 m en las áreas más bajas.

Las proyecciones para mediados de siglo indican incrementos en el área de inundación de aproximadamente un 5 %, algunas décimas más alto para el escenario RCP8.5. Y, por último, los escenarios de proyección a 2100 indican incrementos del área de inundación costera de aproximadamente un 24 % para el RCP4.5 y de un 30 % para el RCP8.5, con niveles máximos de profundidad de la inundación cercanos a 11,4 m. A continuación, se detallan los

⁸ Véase: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/planes-y-estrategias/pima-adapta.html>

resultados de incidencia de la amenaza de inundación costera en el municipio de Santander para cada uno de los escenarios que se contemplan.

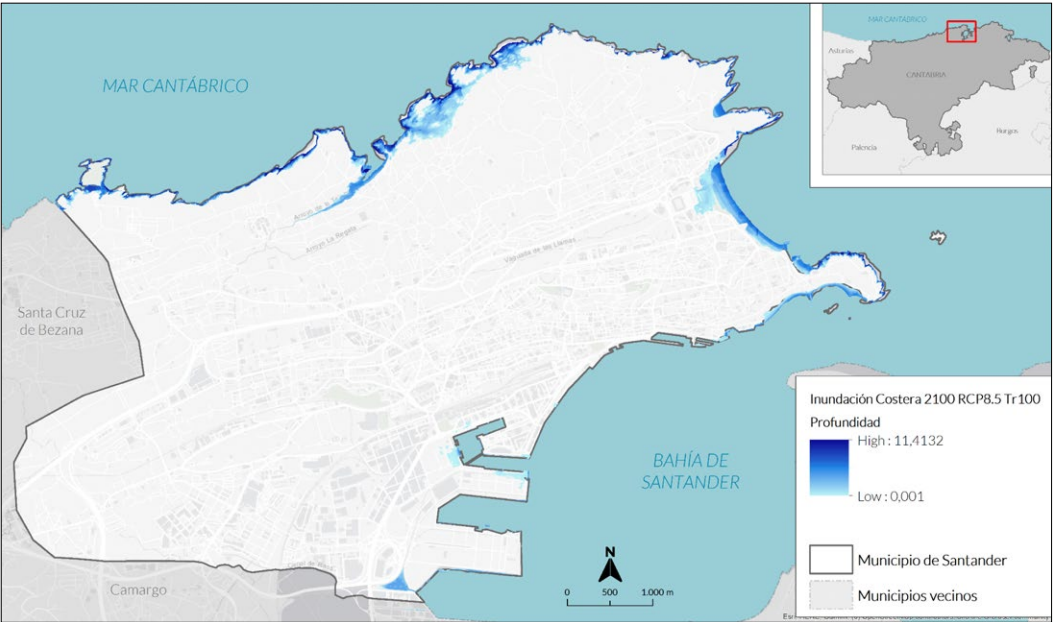


Figura 4.24. Áreas de inundación costera y profundidad de inundación 2100 RCP8.5.
 Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024 a partir de los datos del informe Adapta-Costa Cantabria (2019-2021)

CUADRO 4.17. Variaciones de índices por subida del nivel del mar

ESCENARIO MEDIO (TR100 AÑOS)	ÁREA DE INUNDACIÓN (HA)	RANGO PROFUNDIDAD (M)	CAMBIO RESPECTO AL HISTÓRICO (HA)	% CAMBIO RESPECTO AL HISTÓRICO
Histórico	108,34	0,001 - 9,9008		
Proyección RCP4.5 2050	113,37	0,001 - 10,059	+5,03	+4,64
Proyección RCP8.5 2050	114,24	0,001 - 10,1473	+5,90	+5,44
Proyección RCP4.5 2100	131,90	0,001 - 10,8353	+23,56	+21,75
Proyección RCP8.5 2100	141,35	0,001 - 11,4132	+33,01	+30,47

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024 a partir de los datos del informe Adapta-Costa Cantabria (2019-2021)

5.1

ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN CLIMÁTICA

Según la definición que recoge el Sexto Informe de Evaluación de IPCC (MITECO,2022¹), la **exposición** se define como la presencia de personas, medios de vida, especies o ecosistemas, funciones, servicios y recursos ambientales, infraestructuras o activos económicos, sociales o culturales, en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente. Para el marco que nos ocupa, esta afección está directamente relacionada con la ocurrencia de eventos peligrosos relacionados con el clima, tanto para el horizonte actual como para el proyectado a corto, medio y largo plazo. Las fases para abordar el análisis de exposición son las siguientes:

- **Identificación del conjunto de elementos** que pueden verse afectados para cada una de las amenazas climáticas prioritarias en el municipio de Santander. En este sentido y en términos generales, se identifican cinco grandes conjuntos de elementos o componentes de exposición:
 - 1 Población residente
 - 2 Construcciones y viviendas residenciales
 - 3 Infraestructura, servicios públicos e instalaciones recreativas (viales, líneas eléctricas, infraestructura ferroviaria, área portuaria, construcciones destinadas a servicios públicos, como complejos deportivos, instalaciones industriales o recreativas etc.)
 - 4 Activos económicos (comercios, oficinas, construcciones destinadas a actividades industriales o agrícolas y hoteles)
 - 5 Áreas de interés y recursos naturales (playas, hábitats litorales, ecosistemas etc.)
- Obtención del conjunto de elementos expuestos mediante **intersección cartográfica** en entorno SIG para cada uno de los escenarios de amenaza analizados en el apar-

¹ Cambio climático: impactos, adaptación y vulnerabilidad (guía resumida del Sexto Informe de Evaluación del IPCC, grupo II, disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/ipcc-guia-resumida-gt2-imp-adap-vuln-ar6_tcm30-548667.pdf

tado anterior. Como resultado de esta intersección, se obtiene el nivel de exposición climática a nivel municipal para cada uno de los elementos considerados.

- **Cálculo de indicadores del nivel de exposición** climática por sección censal por conjunto de elementos y escenario climático. Esta fase está dedicada a la generación de indicadores normalizados de exposición climática a escala de sección censal, entendidos como medida representativa del nivel de exposición climática por grupo o conjunto de elementos.
- Cálculo del **índice final de exposición combinado** para cada uno de los escenarios climáticos contemplados. Incluye un sumatorio inicial de los valores obtenidos por componente y una nueva normalización de la serie de datos, tomando como valor máximo el más alto de la sección censal para el escenario más pesimista.

A continuación, presentamos los **resultados de exposición** de Santander para cada una de las amenazas analizadas.

EVENTOS DE PLUVIOMETRÍA EXTREMA

Los resultados de exposición para esta amenaza han sido obtenidos a través del **análisis de puntos encharcables** en condiciones de pluviometría extrema, con especial afectación a viales inundables por sección censal.

Para el estudio de la tendencia de eventos de pluviometría extrema en Santander se analiza la periodicidad de episodios de lluvia acumulada de 40 mm al día o superior para la serie histórica de 1985-2014, y se proyectan estos resultados bajo los escenarios locales de cambio climático en el corto, medio y largo plazo.

Según la media de los modelos climáticos para la serie histórica, se producen cerca de 3 eventos de pluviometría extrema al año en el municipio de Santander. Para el corto plazo se espera un incremento en la frecuencia de tales eventos, pasando a valores de 3,5 eventos/año de media para el conjunto de los escenarios analizados. Para el medio plazo los eventos de pluviometría extrema podrían ocurrir entre 3,5 y 4,5 veces al año de media, según el escenario, y en torno a 5 eventos/año para el largo plazo en los escenarios más pesimistas SSP3-7.0 y SSP5-8.5.

CUADRO 5.1. *Resultados de la frecuencia de eventos de pluviometría extrema en Santander*

MEDIA HISTÓRICA: 2,93878	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP3-7.0	SSP5-8.5
Corto plazo (2016-2040)	3,59749	3,56932	3,54964	3,51727
Medio plazo (2041-2070)	3,63165	3,88392	4,18938	4,46125
Largo plazo (2071-2100)	3,73712	4,42478	4,83402	5,15589

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024 a partir de escenarios climáticos locales basados en las salidas del Sexto Informe del IPCC.

El análisis combina distintos procesos y fuentes de datos, como el análisis de las condiciones de **subsistencia topográfica (Blue Spots)**, el análisis de las áreas de encharcamientos documentadas por el PEMUSAN y la evaluación de tendencias de eventos de pluviometría extrema en condiciones de cambio climático.

A partir de su validación se establece que:

- El conjunto de tramos viales coincidentes con depresiones locales del terreno o puntos azules modelizados, se consideran tramos inundables con alta incertidumbre.
- Por otro lado, los viales coincidentes con las áreas de riesgo de encharcamiento establecidas por el PEMUSAN se consideran tramos inundables con baja incertidumbre y alta probabilidad, con variación a P10 años.

La detección de zonas endorreicas o sumideros, a través de la metodología de modelado *Blue Spots* de nivel 1, que permite una detección inicial de las depresiones locales del territorio. Para ello, se emplea un MDE con suficiente nivel de detalle que permita obtener una representación adecuada de las transformaciones introducidas por el trazado de la carretera. Para tal fin se ha empleado el modelo digital del terreno de 2 m de resolución del Instituto Geográfico Nacional, obtenido a partir de datos LIDAR (2º cobertura).

A partir de este MDE se procede a realizar el cálculo de aquellas zonas que debido a su morfología del relieve pueden verse encharcadas en situaciones de precipitaciones intensas.

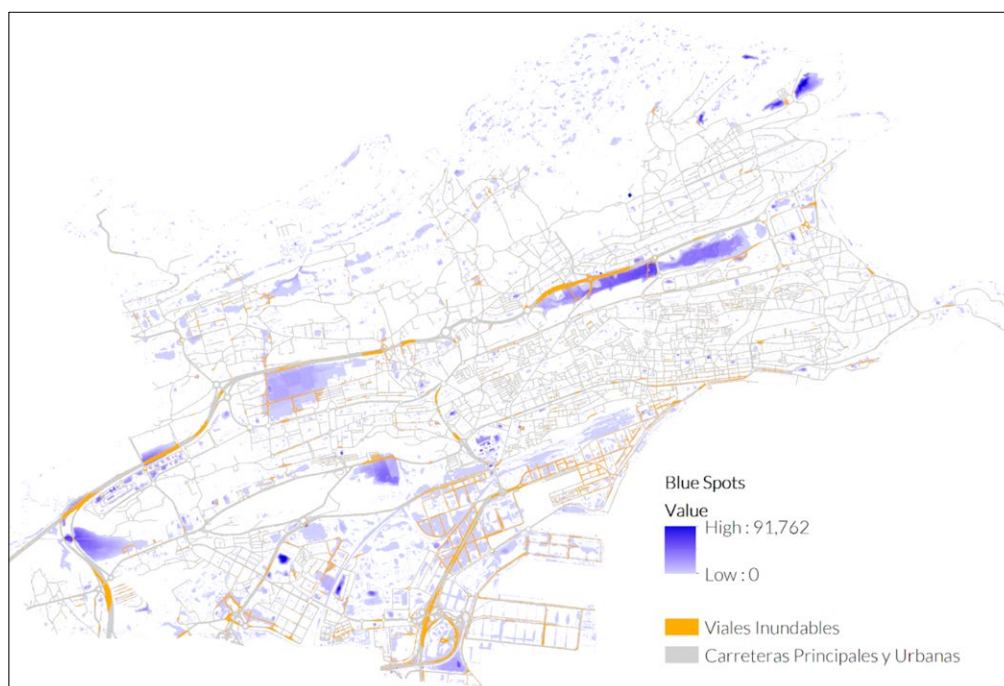


Figura 5.1. Viales susceptibles de encharcamiento obtenidos a través del modelado de *Blue Spots*.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Posteriormente, a través de la **cartografía de riesgos** de encharcamiento aportada por el Ayuntamiento de Santander, a partir del Plan de Emergencias Municipal elaborado en el año 2016 y el trabajo propio de geolocalización de los **registros de intervenciones** efectuadas desde 2018 hasta 2022 por el Cuerpo de Bomberos del municipio, se validan los puntos de conflicto que pueden verse exacerbados por periodos de precipitación extrema a futuro.

El proceso de delimitación de los viales inundables con probabilidad de encharcamiento por eventos de pluviometría extrema en el municipio de Santander integra los resultados obtenidos y analizados en los pasos anteriores, con los siguientes criterios:

- El conjunto de tramos viales coincidentes con depresiones locales del terreno o puntos azules modelizados se consideran tramos inundables con **alta incertidumbre**. La posible ocurrencia de una inundación sobre estos será dependiente de la magnitud de un supuesto evento de pluviometría extrema y del estado del sistema de drenaje y colectores municipales.
- Todos los viales coincidentes con las áreas de riesgo de encharcamiento establecidas por el PEMUSAN se consideran tramos inundables con baja incertidumbre y alta probabilidad, teniendo en cuenta periodos de retorno de diez años. Para estas áreas además se asume una baja capacidad, insuficiencia o deterioro del sistema de drenaje municipal.
- El conjunto de viales incluidos en los registros de intervenciones, que presentan coincidencia en su geolocalización y su descripción, se consideran tramos inundables con baja incertidumbre y de probabilidad variable, ya que no queda documentada la magnitud de los sucesos que generan tales intervenciones.

El conjunto de viales incluidos en los registros de intervenciones, que presentan coincidencia en su geolocalización y su descripción, se consideran tramos inundables con baja incertidumbre y de probabilidad variable. Los resultados muestran la superficie expuesta en ambas condiciones y su porcentaje de afectación respecto al total de kilómetros cuadrados de viales del municipio.

CUADRO 5.2. *Características según nivel de incertidumbre*

CATEGORIA	DESCRIPCIÓN	Km ² ESTIMADOS* DE VIALES INUNDABLES	% RESPECTO A LOS Km ² VIALES TOTALES DEL MUNICIPIO
Viales Inundables con alta incertidumbre	Viales ubicados en depresiones locales del terreno. No se han documentado sucesos de inundación.	0,645985	13,24
Viales inundables con baja incertidumbre	Viales con sucesos de inundación documentados a nivel local, PEMUSAN y Registro de Intervención de Bomberos.	0,17079	3,5

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024 a partir de escenarios climáticos locales basados en las salidas del Sexto Informe del IPCC.

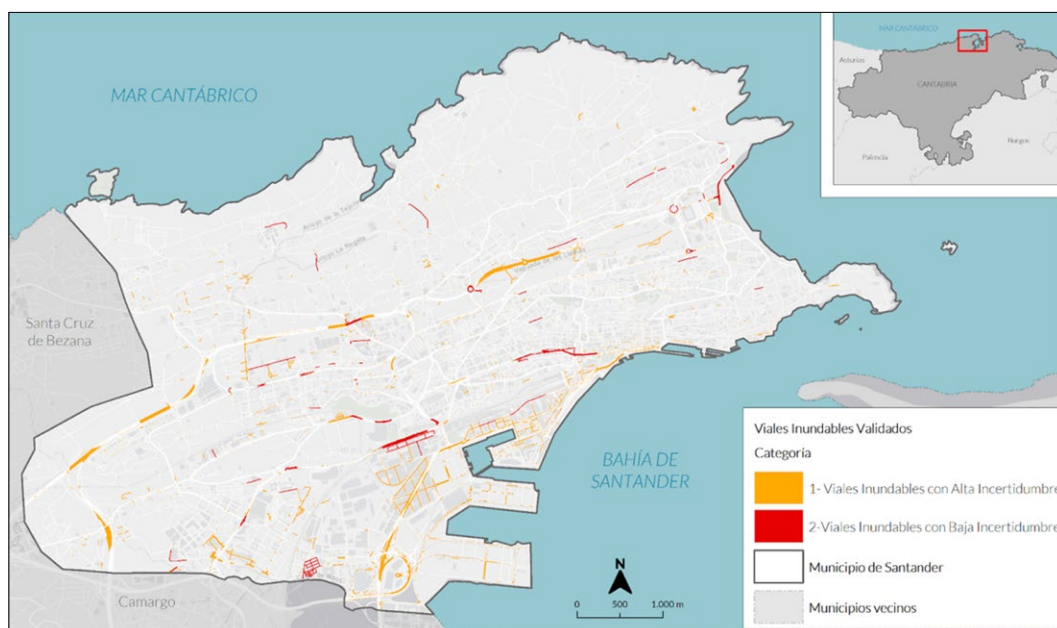


Figura 5.2. Ubicación de viales susceptibles de encharcamiento.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Este análisis y modelizado no considera detalladamente el sistema de drenaje municipal a escala de detalle, como la **escorrentía y acumulación** del flujo generada por eventos de precipitación extrema considerando condiciones actuales y futuras para diferentes periodos de retorno, al no contar con esta información técnica gestionada por la entidad gestora de la red de drenaje. No obstante, en reuniones técnicas realizadas con los responsables técnicos locales, se informa de la capacidad actual del sistema para resolver eventos de encharcamiento puntual y drenar adecuadamente el espacio público. En cualquier caso, la información acumulada es suficiente para que el municipio cuente con una cartografía de exposición que le permita enfocar y priorizar estrategias de acción.

INUNDACIÓN FLUVIAL

Para las áreas de inundación fluvial analizadas se han identificado dos grandes conjuntos de elementos o **componentes de exposición**:

- 1 **Infraestructura vial**, específicamente caminos e infraestructura ferroviaria. La cartografía base procede de la Base Topográfica Nacional a escala de detalle (IGN, 2022).
- 2 **Activos económicos**, específicamente áreas de cultivo herbáceo y recursos naturales, específicamente áreas naturales terrestres cubiertas por arbolado, matorral, prados o

pastizales naturales. La cartografía base procede de la Cobertura y Usos del Suelo SIOSE de alta resolución (PNOA, 2017).

Infraestructura vial expuesta

Un total de 6 tramos de **caminos secundarios**, con una longitud de 381,3 metros, se ubican en zonas de amenaza por inundación fluvial dentro del municipio de Santander. El corte de tales vías por eventos de inundación fluvial podría limitar temporalmente y con carácter puntual, el acceso a determinadas fincas particulares cercanas.

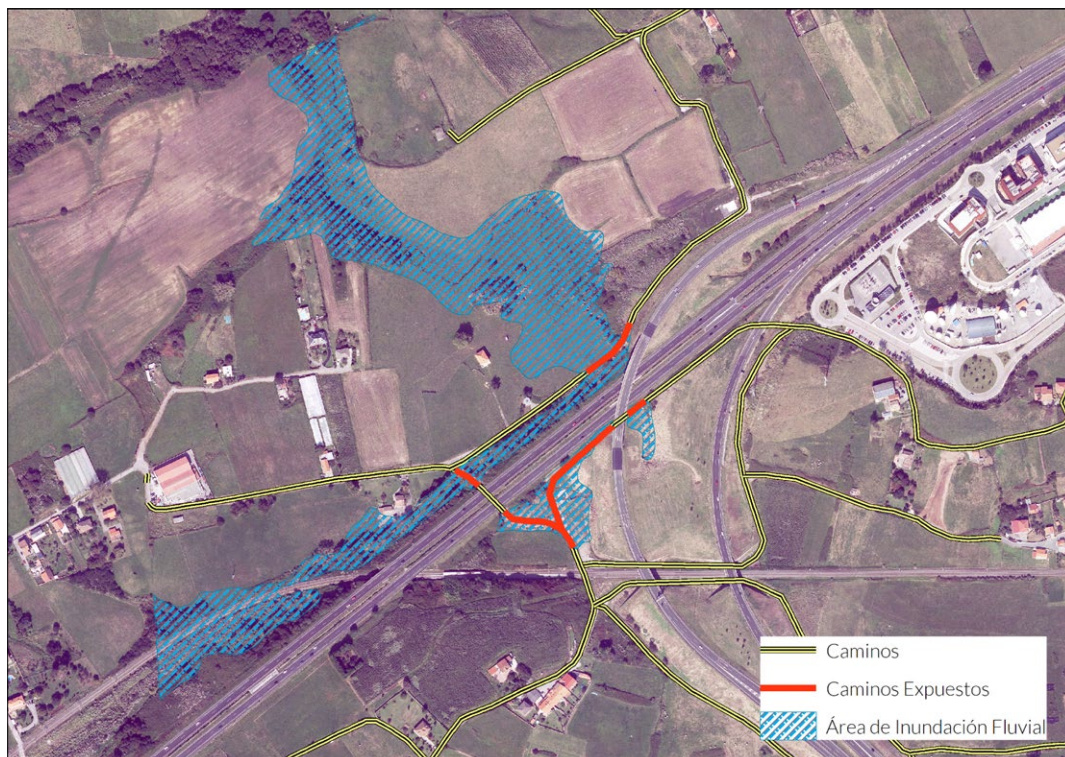


Figura 5.3. *Detalle de los tramos de caminos secundarios que se ubican en áreas de inundación fluvial.*

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Adicionalmente, un pequeño tramo de la línea de **ferrocarril convencional**, con una longitud de 152,5 metros, se encuentra también expuesta a amenaza de inundación fluvial. Específicamente se corresponde con el primer tramo de entrada al municipio en su extremo oeste. En este caso, aunque la longitud del tramo es menor, la inundación puntual podría generar una interrupción temporal en el tránsito regular de la línea de ferrocarril.

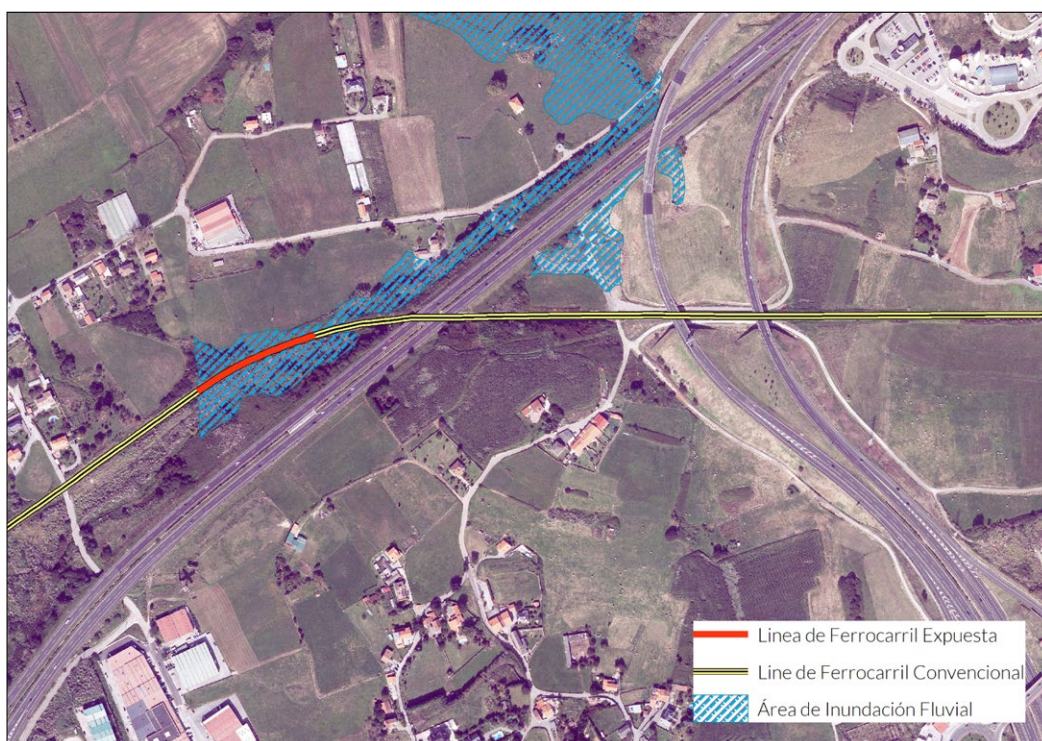


Figura 5.4. Detalle del tramo de la línea de ferrocarril convencional que se ubica en áreas de inundación fluvial.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Cultivos y áreas naturales terrestres expuestas

CUADRO 5.3. Distribución de coberturas vegetales en la zona de inundación

COBERTURA	SUPERFICIE (HA)
Arbolado	0,08361
Cultivos herbáceos	0,074942
Matorral	0,204449
Pastizal	1,918821
Pastizal-matorral	1,622782
Prados	2,170966
Terrenos con escasa o nula vegetación	1,342482
Zona verde artificial y arbolado urbano	0,048441

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

El área de inundación fluvial acoge una superficie de 749,4 m² destinados a cultivos herbáceos y una superficie restante de 7,34 ha con coberturas vegetales naturales varias, entre las que destacan prados naturales, pastizales y matorrales.

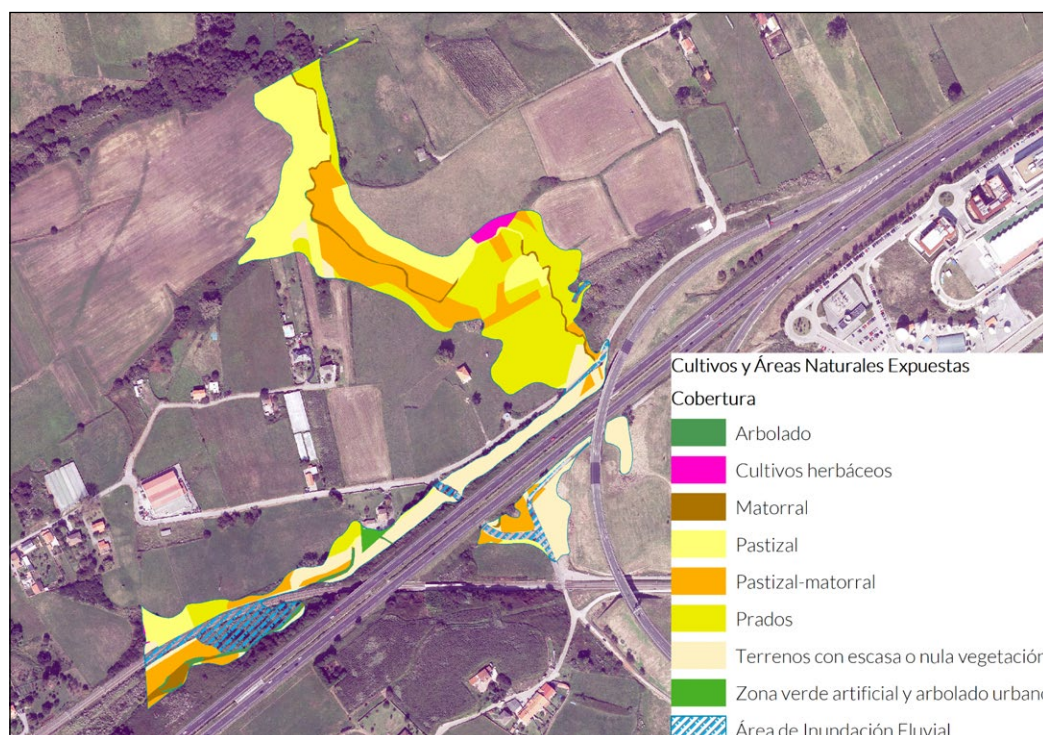


Figura 5.5. Cultivos y áreas naturales expuestas a eventos de inundación fluvial.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

ISLAS DE CALOR URBANAS

La población residente expuesta a islas de calor urbanas (ICU) diurnas se ha obtenido a partir de la intersección entre la mancha propuesta como ICU y la cartografía oficial de habitantes por parcela del Ayuntamiento de Santander, empleando el método de estimación por aproximación a través de densidades de población por parcela, para aquellas áreas expuestas.

Un total de 58.964 personas residen en parcelas ubicadas en el interior de áreas propuestas como ICU para el conjunto del municipio de Santander. En cuanto a la sección censal, el porcentaje de población residente expuesta presenta una alta variabilidad. Los valores porcentuales más altos se concentran en determinadas secciones céntricas coincidentes con el centro urbano consolidado del municipio, junto con las secciones del suroeste, incluyendo las áreas industriales y la zona portuaria del municipio. Por el contrario, la costa este y gran parte de la costa norte presentan valores nulos.

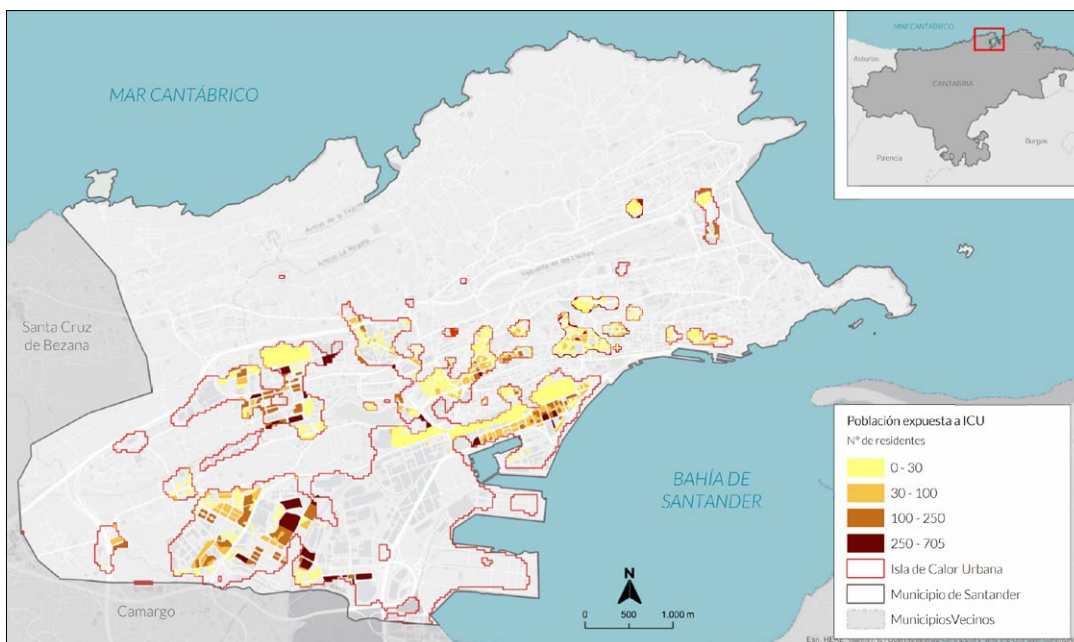


Figura 5.6. Población residente expuesta por parcela frente a potenciales ICU diurnas.
Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

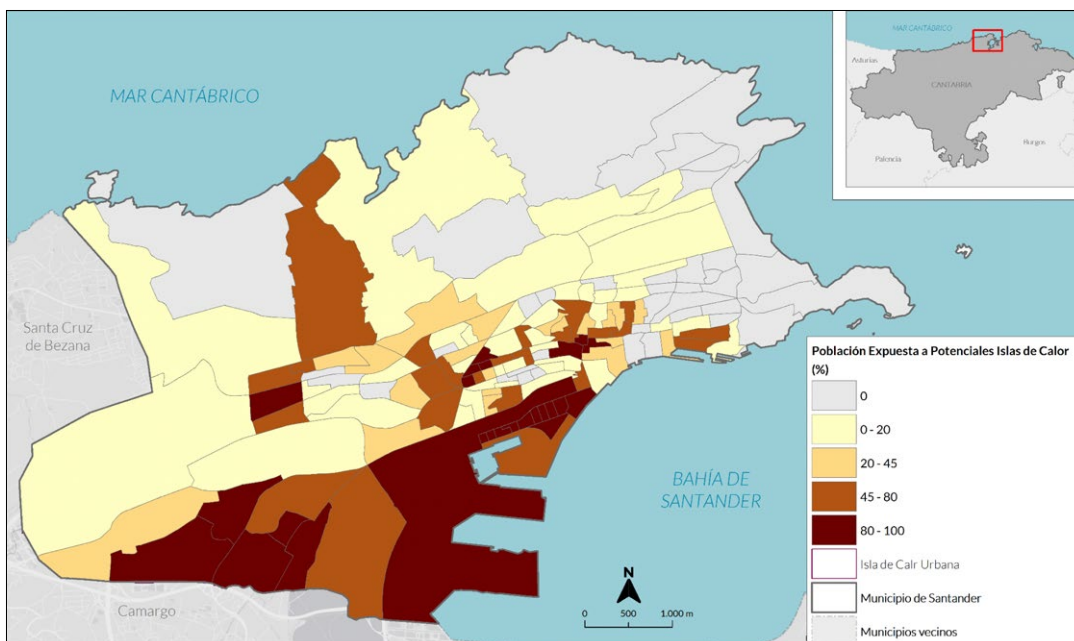


Figura 5.7. Porcentaje de población residente expuesta frente a potenciales ICU diurnas.
Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

VIENTO EXTREMO DE COMPONENTE SUR

Para el caso de los eventos de viento extremo, el PEMUSAN zonifica el municipio en dos grandes áreas: aquellas que experimentan vientos del norte y viento gallego, y aquellas expuestas a vientos del sur. Estas últimas laderas son las que experimentan mayor número de intervenciones.

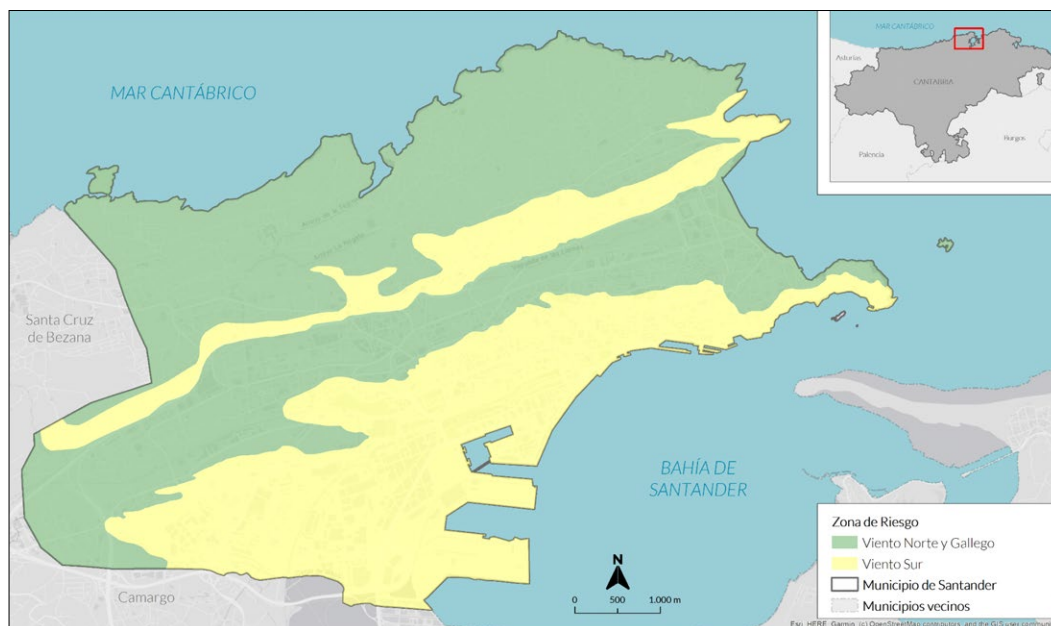


Figura 5.8. Zonas de riesgo por fuerte viento en el municipio de Santander.

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024 a partir de la información del Plan de Emergencias Municipal de Santander, Ayuntamiento de Santander, 2016.

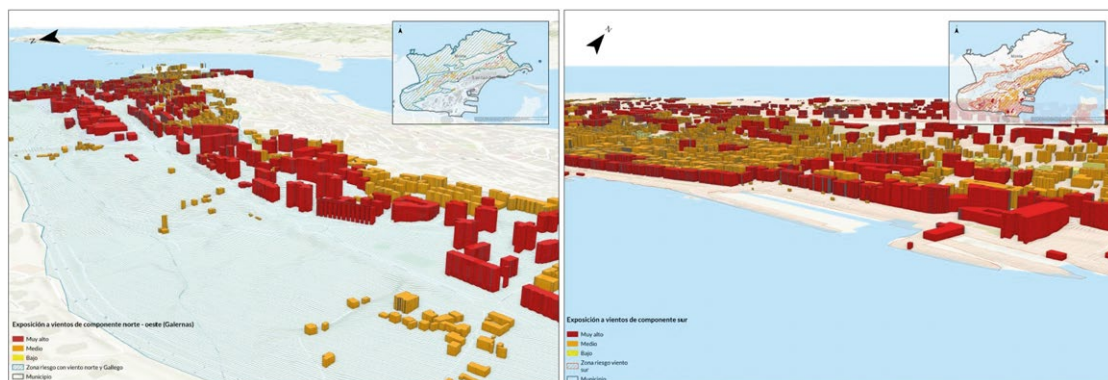


Figura 5.9. Elementos expuestos y grado de exposición a viento extremo.

Fuente: CINCC (UC), 2024.

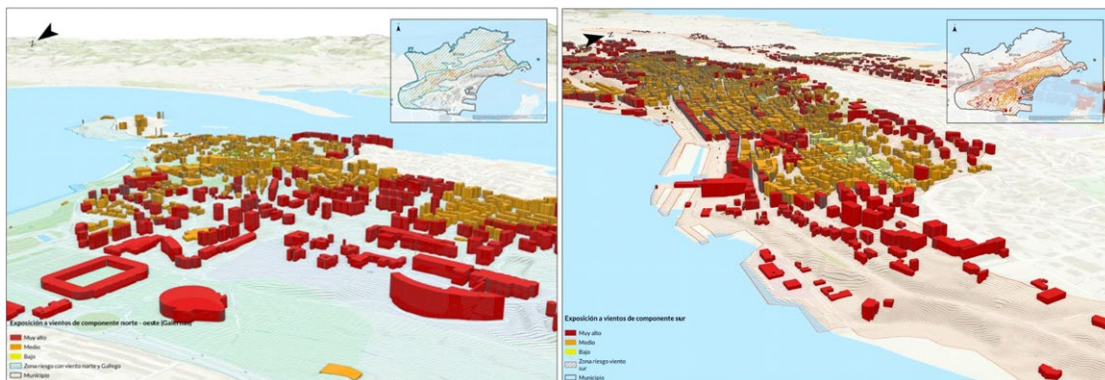


Figura 5.10. Exposición a viento norte-noroeste y sur-suroeste en las áreas definidas por el PEMUSAN (2016).

Fuente: CINCc (UC), 2024.

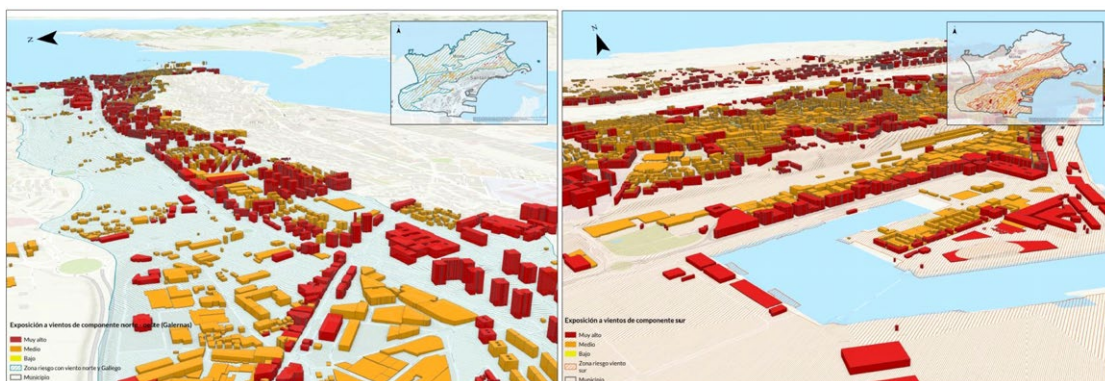


Figura 5.11. Distribución de la exposición a viento extremo en diferentes áreas de la ciudad

Fuente: CINCc (UC), 2024.

En las imágenes anteriores (figuras 5.9-5.11) se presentan algunas áreas de exposición a viento extremo, tanto ante fenómenos de viento del noroeste como viento sur. No obstante, a efectos de cálculo se ha estimado como prioritario la afección a viento sur.

El nivel de exposición derivado de vientos de componente sur se analiza a partir del porcentaje de superficie de la sección censal cuyas laderas presentan esa orientación.

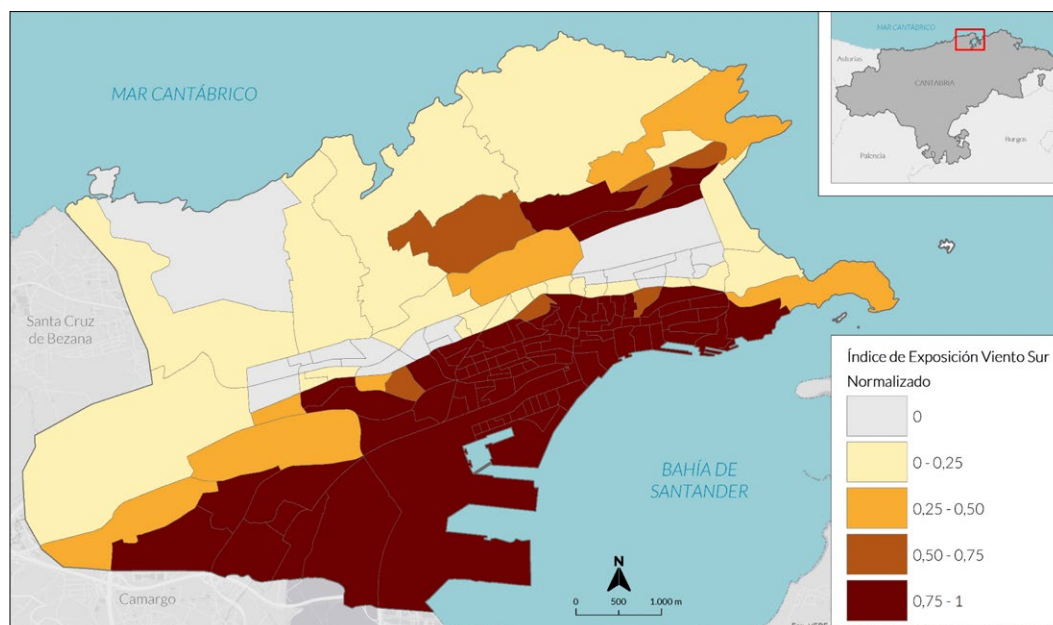


Figura 5.12. Índice normalizado de exposición frente a rachas de viento de componente sur

Nota. Obtenido como porcentaje de superficie de la sección censal que presenta orientación sur.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

INUNDACIÓN COSTERA O EMBATES DE MAR

Población residente expuesta

La población residente expuesta a eventos de inundación costera se obtiene a partir de la intersección entre la mancha de inundación de cada escenario y la cartografía oficial de habitantes por parcela disponible. El empleo de este método de aproximación presenta ciertas

CUADRO 5.4. Población residente expuesta por inundación costera y escenarios, histórico y proyectados

ESCENARIO MEDIO (TR100 AÑOS)	POB. RESIDENTE EXPUESTA TOTAL	INCREMENTO RESPECTO AL HISTÓRICO (%)
Histórico	27 personas	
Proyectado RCP4.5 2050	96 personas	255,5
Proyectado RCP8.5 2050	120 personas	344,4
Proyectado RCP4.5 2100	197 personas	629,6
Proyectado RCP8.5 2100	431 personas	1496,3

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

limitaciones, al no tener en cuenta, por ejemplo, a quienes residen en las plantas superiores de tales parcelas, por lo que debe interpretarse en condiciones de sobreestimación y alta incertidumbre. Otra cuestión que tener en cuenta es la presencia de población flotante que puede estar potencialmente expuesta a eventos de inundación costera: turistas y visitantes o población vinculada. Debido a su alto dinamismo espacio-temporal, su estimación es altamente compleja.

Para el escenario proyectado a 2050 y RCP 8.5, la población estimada en áreas de inundación es de 341 personas aproximadamente, lo que supone un incremento general respecto al histórico de 1496 %. Nuevamente, se observa un incremento de los valores para los barrios expuestos en el periodo histórico, además de afectar a nuevos barrios, específicamente al norte y sur del municipio, coincidente con suelo urbano de carácter residencial.

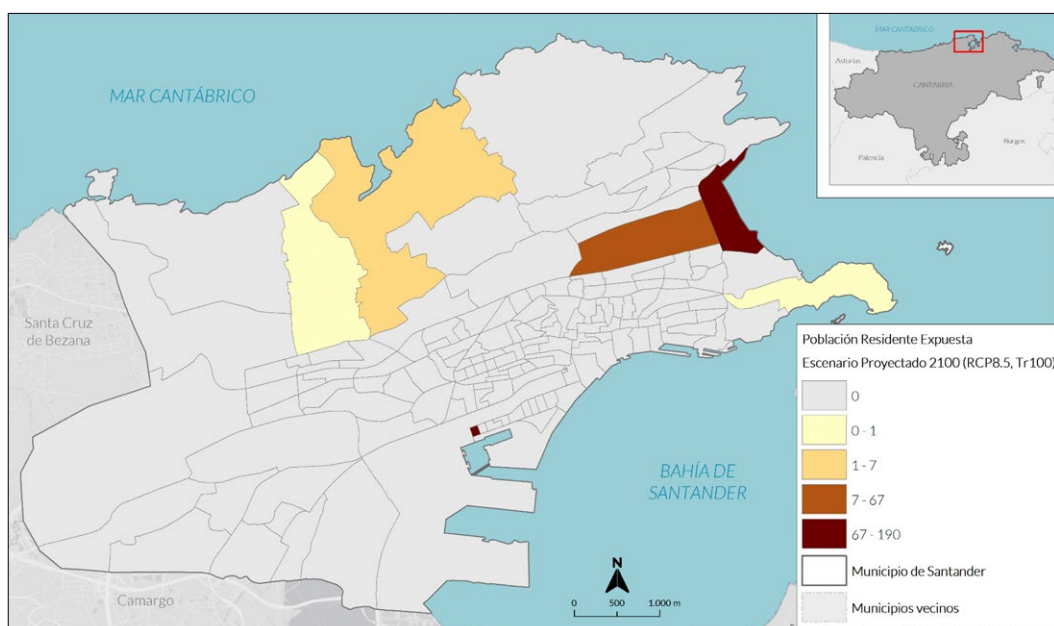


Figura 5.13. Población residente expuesta a amenaza por inundaciones costeras.

Nota. Para el escenario proyectado RCP8.5 a 2100, con un periodo de retorno de 100 años por secciones censales.

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

Construcción residencial y vivienda expuesta

Los edificios de uso residencial expuestos a amenaza de inundación costera en cada uno de los escenarios que se contemplan han sido obtenidos a partir de la cartografía de edificios de la Dirección General de Catastro (Catastro, 2023). Los edificios residenciales expuestos pueden estar total o parcialmente contenidos en las áreas de inundación. Adicionalmente, se ha estimado el número de viviendas en planta baja que corresponden a los edificios residenciales expuestos para cada escenario, a través de consultas específicas a los datos abiertos de la sede electrónica del catastro. El número de viviendas ubicadas en planta baja que presen-

tan exposición a inundaciones costeras para el conjunto del municipio, tanto para el escenario histórico como para los escenarios proyectados a mediados de siglo, es de cinco viviendas. Cifra que se incrementa a siete y nueve viviendas expuestas para los escenarios a finales de siglo, RCP 4.5 y 8.5 respectivamente. A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada uno de los escenarios de amenaza de inundación costera.

CUADRO 5.5. *Resultados para construcción residencial y vivienda expuesta*

ESCENARIO MEDIO (TR100 AÑOS)	EDIFICIOS RESIDENCIALES EXPUESTOS			ESTIMACIÓN DE VIVIENDAS EN PLANTA BAJA EXPUESTAS
	N.º	SUP. (m²)*	INCREMENTO RESPECTO AL HISTORICO (%)	
Histórico	8	10.112		5
Proyectado RCP4.5 2050	8	10.112	0	5
Proyectado RCP8.5 2050	12	11.759	16,3	5
Proyectado RCP4.5 2100	19	14.485	43,2	7
Proyectado RCP8.5 2100	27	18.101	79,0	9

* Superficie construida en planta.
Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.



Figura 5.14. *Detalle de la ubicación de los edificios residenciales expuestos a inundación costera en el norte, este y sur.*

Nota. Para el escenario proyectado a 2050 (RCP8.5, Tr100 años).
Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

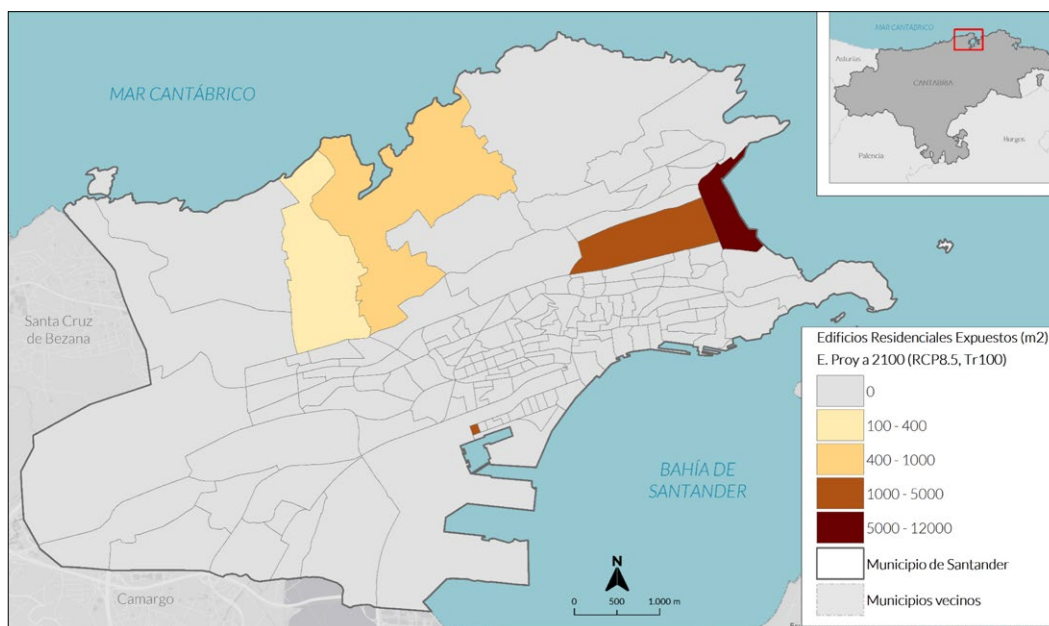


Figura 5.15. Superficie (en metros cuadrados) de edificios residenciales expuestos a inundación costera.

Nota. Para el escenario proyectado a 2100 (RCP8.5, Tr100) en el municipio de Santander.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Puede observarse que en el sector portuario la mancha de inundación pudiera afectar a algún sector residencial, sin embargo se considera plausible que, dada las condiciones de protección del sector Varadero, y con actuaciones constructivas de carácter defensivo y puntuales, estos inmuebles no se verían afectados.

INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS EXPUESTOS

En este bloque se evalúa aquella infraestructura municipal ubicada en las áreas de inundación costera para cada uno de los escenarios, incluyendo infraestructura vial y portuaria, edificios destinados a servicios públicos, instalaciones industriales y recreativas, y conjuntos históricos del municipio. Las bases de datos utilizadas proceden de la Base Topográfica Nacional (IGN, 2022) a escala de detalle (1:2.000) y de las bases de datos de edificios de la Dirección General de Catastro (Servicio INSPIRE de Catastro, 2023).

La evaluación del conjunto de la infraestructura expuesta presenta varias unidades de medida diferentes, según el tipo de elemento específico analizado. Para analizar el nivel de exposición para el conjunto de elementos contenidos en este grupo a escala de sección censal, los resultados obtenidos para cada escenario y elemento se normalizan previamente a escala de 0 a 1. Esto permite, en primer lugar, comparar el nivel de exposición entre cada uno de los escenarios y entre cada una de las secciones censales, y al mismo tiempo identificar de forma

integral aquellas secciones que presentan una mayor concentración de infraestructura e instalaciones expuestas a inundaciones costeras. Se presentan a continuación los resultados del nivel de exposición en infraestructura e instalaciones, obtenidos para el escenario 2100 RCP8.5.

CUADRO 5.6. *Conjunto de infraestructuras e instalaciones expuestas a inundaciones costeras*

ESCENARIO MEDIO (TR100 AÑOS)	VIALES EXPUESTOS			EDIFICIOS PÚBLICOS, INSTALACIONES INDUSTRIALES Y RECREATIVAS		CONJUNTOS HISTÓRICOS (m²)
	CARRETERAS (Km)	CAMINOS (Km)	ESTACIÓN PORTUARIA DE FC (m²)	N.º	SUP. (m²)*	
Histórico	1	2	298	7	40.770	4.538
Proyectado RCP4.5 2050	1,3	2,3	298	8	42.789	6.765
Proyectado RCP8.5 2050	1,9	2,3	298	8	42.789	8.016
Proyectado RCP4.5 2100	3,2	3,1	1.357	10	44.851	12.977
Proyectado RCP8.5 2100	4,1	3,5	3.100	12	58.377	18.045

* Construido en planta baja.
Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

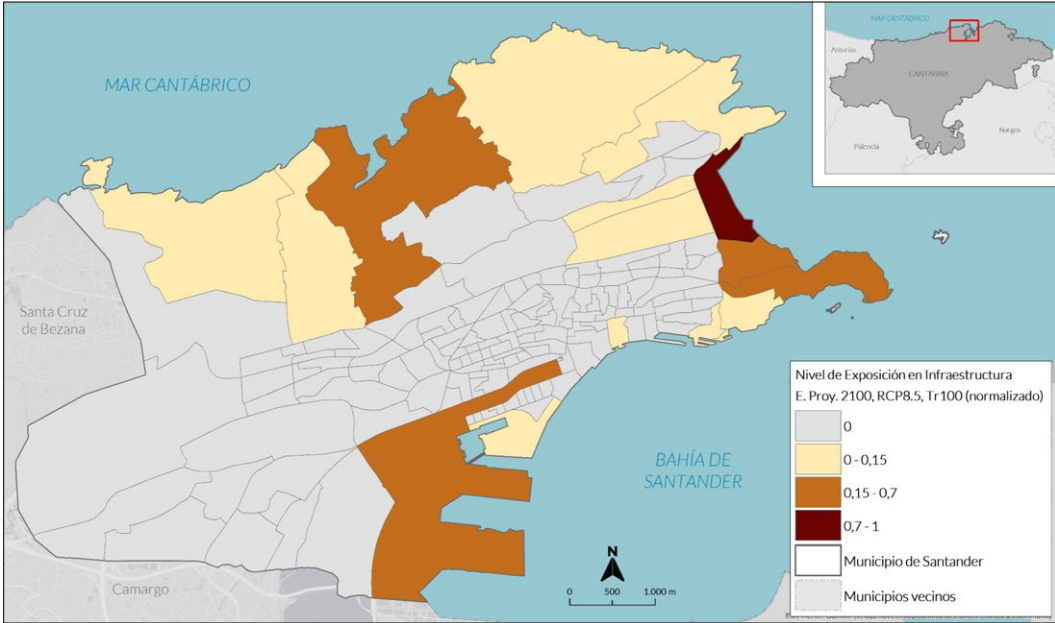


Figura 5.16. *Nivel de exposición en infraestructura e instalaciones por amenaza de inundación costera.*
Nota. Para el escenario proyectado a 2100 (RCP8.5, Tr100) por secciones censales en el municipio de Santander.
Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

ACTIVOS ECONÓMICOS EXPUESTOS

El análisis de activos económicos expuestos a eventos de inundaciones costeras se lleva a cabo a través de la identificación de locales comerciales, oficinas, construcciones destinadas a actividades agrícolas, restaurantes y hoteles ubicados total o parcialmente en las áreas de incidencia de cada uno de los escenarios que se contemplan. Las bases de datos utilizadas proceden de la Base Topográfica Nacional (IGN, 2022) a escala de detalle (1:2.000) y de las bases de datos de edificios de la Dirección General de Catastro (Servicio INSPIRE de Catastro, 2023).

CUADRO 5.7. *Conjunto de activos económicos expuestos a inundaciones costeras para cada uno de los escenarios*

ESCENARIO MEDIO (TR100 AÑOS)	LOCALES COMERCIALES, HOTELES Y OFICINAS			CONSTRUCCIONES DESTINADAS A ACTIVIDADES AGRÍCOLAS		
	N.º	SUP. (m²)	INCREMENTO RESPECTO AL HISTÓRICO (%)	N.º	SUP. (m²)	INCREMENTO RESPECTO AL HISTÓRICO (%)
Histórico	5	10.253	–	27	2.376	–
Proyectado RCP4.5 2050	5	10.253	0	28	2.390	0,6
Proyectado RCP8.5 2050	7	11.576	13	28	2.390	0,6
Proyectado RCP4.5 2100	9	12.824	25	31	2.594	9,2
Proyectado RCP8.5 2100	12	14.334	40	38	2.903	22,2

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

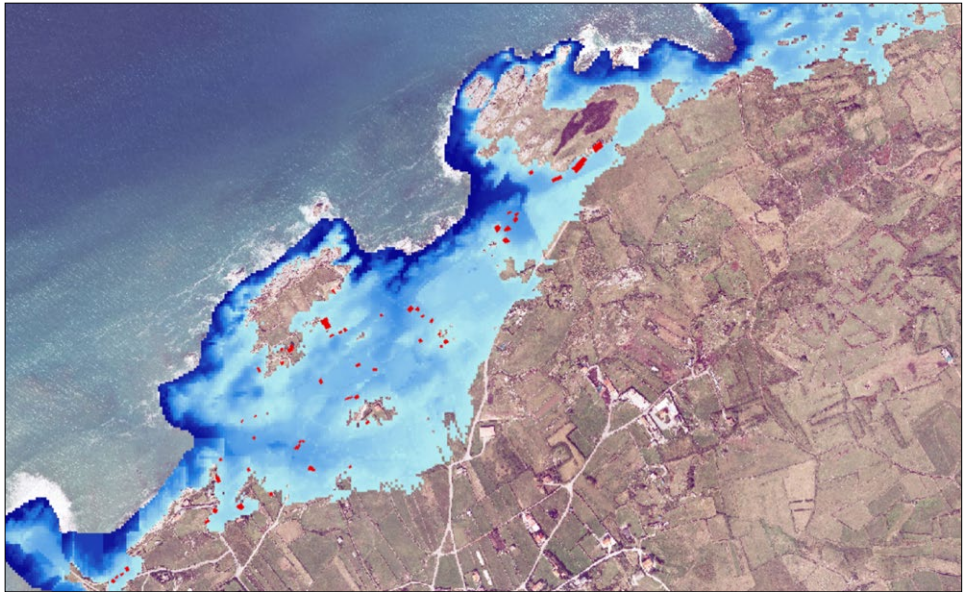


Figura 5.17. *Detalle de la concentración de construcciones expuestas a inundaciones costeras.*
Nota. Destinadas a actividades agrícolas y para el escenario proyectado a 2100 (RCP8.5, Tr100) en el sector norte.
Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

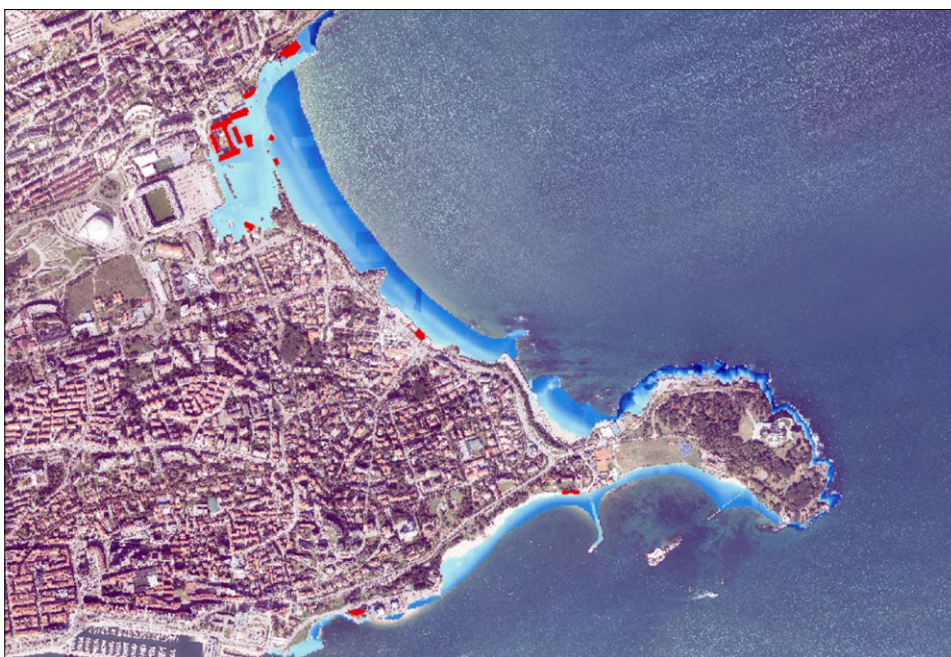


Figura 5.18. Detalle de la concentración de activos económicos en el sector costero este.

Nota. Para el escenario proyectado a 2100.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

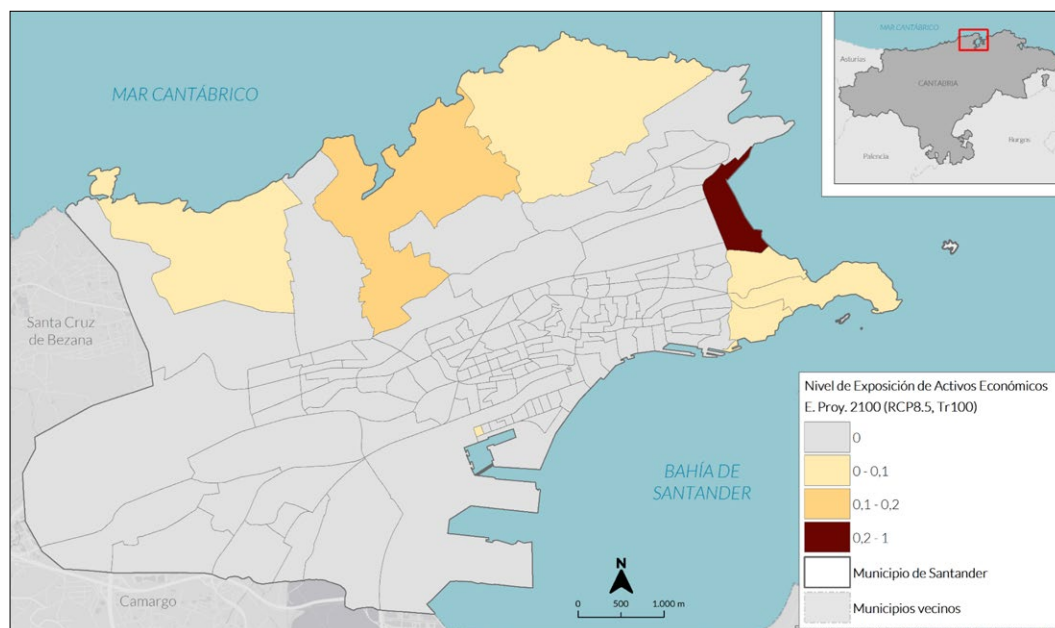


Figura 5.19. Nivel de exposición en activos económicos frente a inundaciones costeras.

Nota. Para el escenario proyectado a 2100 RCP8.5, (Tr100) por sección censal en Santander.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Los resultados obtenidos para cada uno de los escenarios se calculan a nivel de sección censal, incluyendo la superficie expuesta. En la figura 5.19 anterior se presentan los resultados de exposición normalizados en activos económicos frente a amenaza de inundaciones para el escenario de finales de siglo RCP8.5.

ÁREAS DE INTERÉS Y RECURSOS NATURALES EXPUESTOS

El análisis de áreas de interés y recursos naturales expuestos a eventos de inundaciones costeras se lleva a cabo a través de la identificación de playas y hábitats litorales ubicados en las áreas de incidencia de inundaciones costeras para cada uno de los escenarios que se contemplan. La cartografía de playas del municipio procede del informe Adapta-Costa Cantabria (2019-2021), y la cartografía de hábitats litorales considerados procede del Inventario Nacional de Hábitats Terrestres (MITECO, 2005).

CUADRO 5.8. *Conjunto de recursos naturales expuestos a inundaciones costeras*

ESCENARIO MEDIO (TR100 AÑOS)	PLAYAS EXPUESTAS			HÁBITATS LITORALES EXPUESTOS		
	SUP (ha)	(% SUP)	INCREMENTO RESPECTO AL HISTÓRICO (%)	SUP (ha)	(% SUP)	INCREMENTO RESPECTO AL HISTÓRICO (%)
Histórico	32,89	87,15	–	41,87	24,2	–
Proyectado RCP4.5 2050	33,72	89,34	2,5	42,3	24,5	1,23
Proyectado RCP8.5 2050	33,78	89,50	2,7	42,3	24,5	1,23
Proyectado RCP4.5 2100	34,84	92,32	5,9	46,6	26,9	11,3
Proyectado RCP8.5 2100	35,20	93,30	7,1	48,4	28	15,6

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

El municipio cuenta con 15 playas, que cubren una superficie de casi 38 hectáreas, de las cuales 7 corresponden a playas de arena dentro del ámbito urbano. En términos generales, el porcentaje de playas expuestas a eventos de inundación costera es muy alto en todos los escenarios contemplados, desde valores de más del 87 % para el escenario histórico hasta más del 93 % de la superficie de playas expuestas para el escenario más pesimista, RCP8.5 a 2100 (figura 5.20).

Los resultados obtenidos de exposición para cada uno de los escenarios se calculan también en este caso a nivel de sección censal. Para cada uno de los escenarios y para cada sección se obtiene el porcentaje de superficie de playa expuesta respecto a la superficie de playa total de la sección censal. La siguiente figura muestra los resultados obtenidos para el escenario histórico y para el escenario proyectado a 2100, RCP8.5, Tr100 años (figura 5.21).

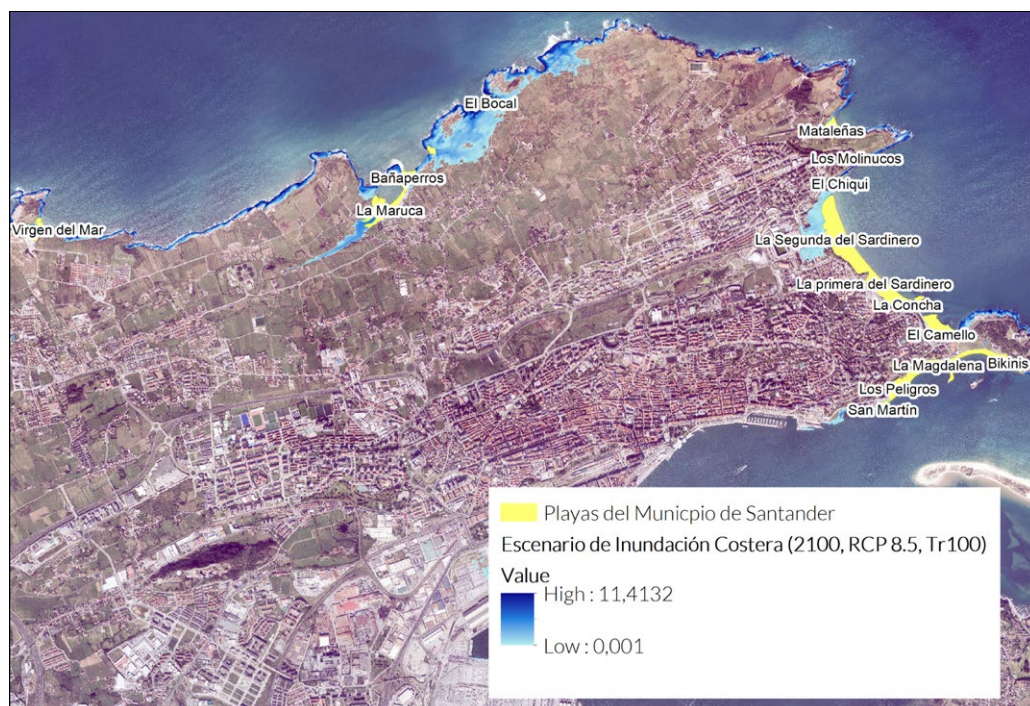


Figura 5.20. Mapa de exposición de inundación costera

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

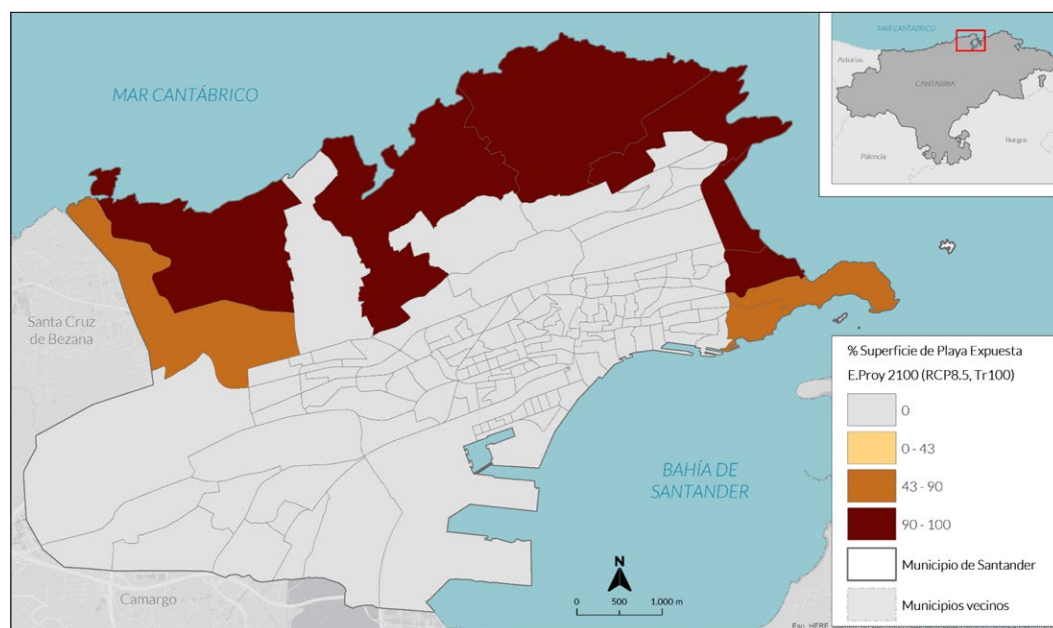


Figura 5.21. Porcentaje de superficie de playa expuesta a inundación costera.

Nota. Por sección censal para el escenario proyectado a 2100 (RCP8.5, Tr100)

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

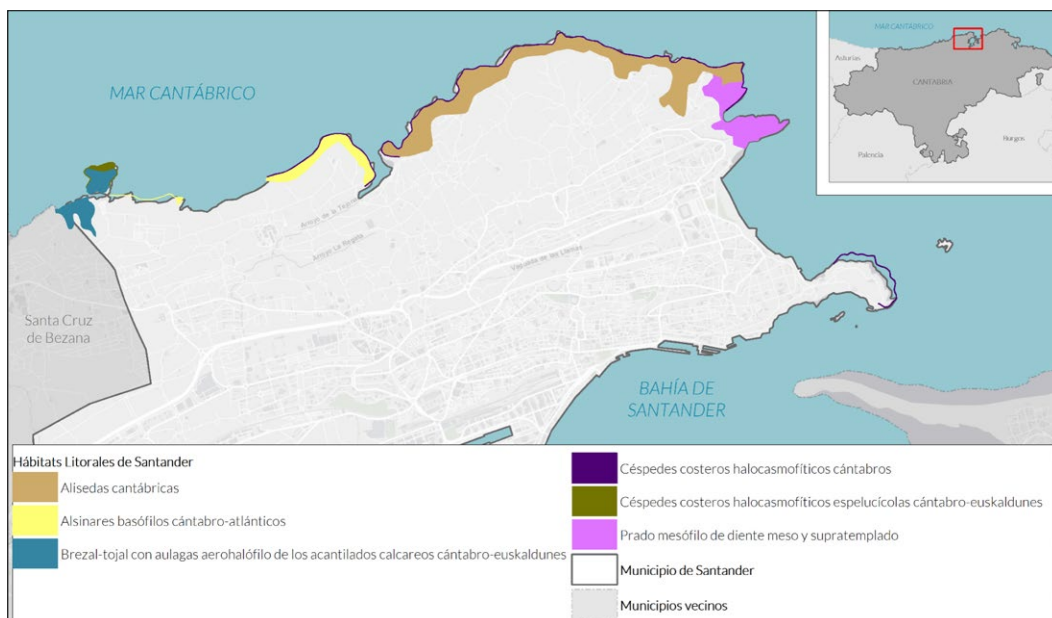


Figura 5.22. Hábitats litorales de Santander.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

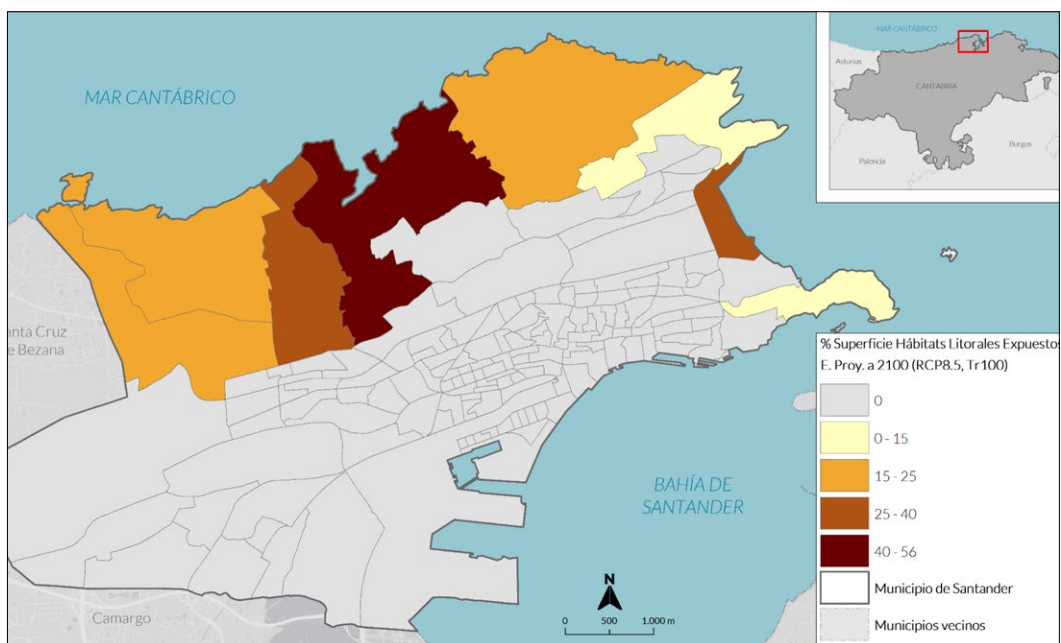


Figura 5.23. Porcentaje de superficie de hábitats litorales expuestos a inundación costera.

Nota. Por sección censal para el escenario proyectado a 2100 (RCP8.5, Tr100).

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024. FIC – UC.

Por otro lado, el municipio de Santander cuenta con una superficie aproximada de 173 hectáreas de hábitats litorales terrestres, representadas principalmente por vegetación costera presentes en los acantilados, y varias alianzas de especies, tales como quercíneas, alisedas cántabras, prados mesófilos, brezales de *Erica*, tojales con aulagas, entre otros, que principalmente se distribuyen al norte y noreste del municipio (figura 5.22).

La superficie de **hábitats litorales terrestres** expuestos a eventos de inundación costera ronda valores absolutos de entre 41 a 48 ha, para el escenario histórico y proyectado a 2100 (RCP8.5, Tr100) respectivamente, lo que supone en términos porcentuales un 24 a 28 % respecto de la superficie total de hábitat litoral del municipio. Por lo tanto, el incremento proyectado es de aproximadamente un 15 % para el escenario más pesimista respecto al histórico (figura 5.23).

Índice de exposición combinado frente a la amenaza de inundación costera

En los apartados anteriores se han obtenido indicadores de exposición para cada uno de los componentes analizados frente a eventos de amenaza por inundación costera, obtenidos a su vez como sumatorio de los valores de exposición normalizados por tipo de elemento incluido en cada componente. Sin embargo, el **índice de exposición combinado** permite:

- 1 Identificar aquellas secciones censales con **mayor concentración** de elementos expuestos frente a inundaciones costeras con enfoque multidimensional o multisectorial.
- 2 Disponer de una **visión holística de la información**, es decir, una valoración integral y combinada, que, no obstante, permite su desagregación en componentes de diferente índole de forma coherente y consistente, ya que son derivados de cuantificaciones elementales precisas sobre el territorio.
- 3 Comparar de forma relativa el nivel de exposición entre **múltiples escenarios climáticos**, evaluar el nivel de cambio, analizar las tendencias en el territorio y derivar posibles puntos de intervención más prioritarios desde la componente de exposición.

A continuación, se presentan los resultados finales del índice de exposición combinado para el escenario histórico, el proyectado a 2050 y RCP8.5 y el proyectado a 2100 y RCP8.5.

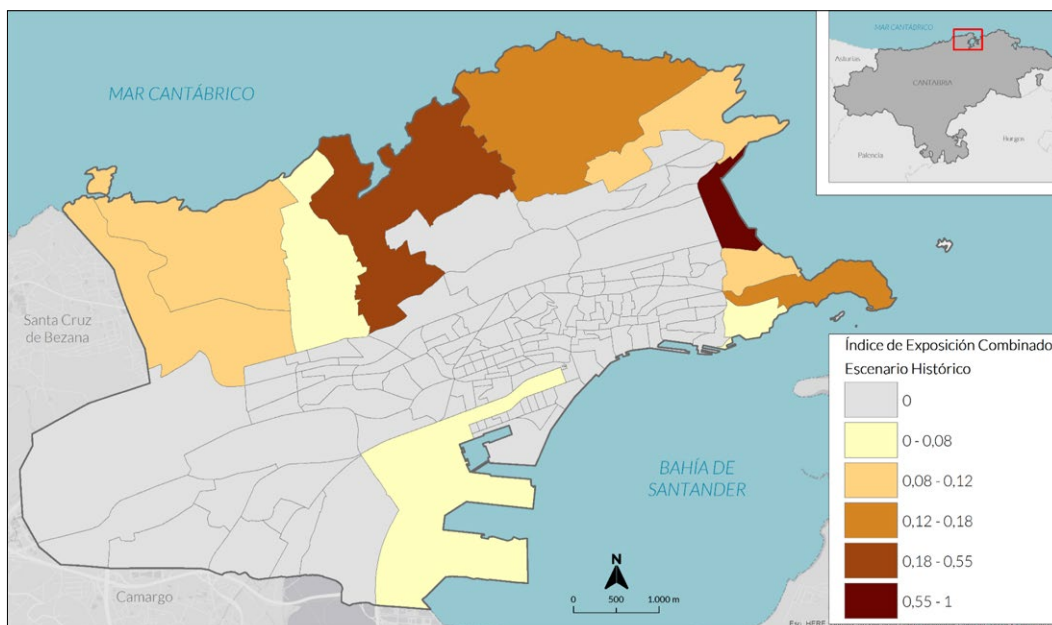


Figura 5.24. Índice de exposición combinado (adimensional) frente a amenaza de inundación costera histórico.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

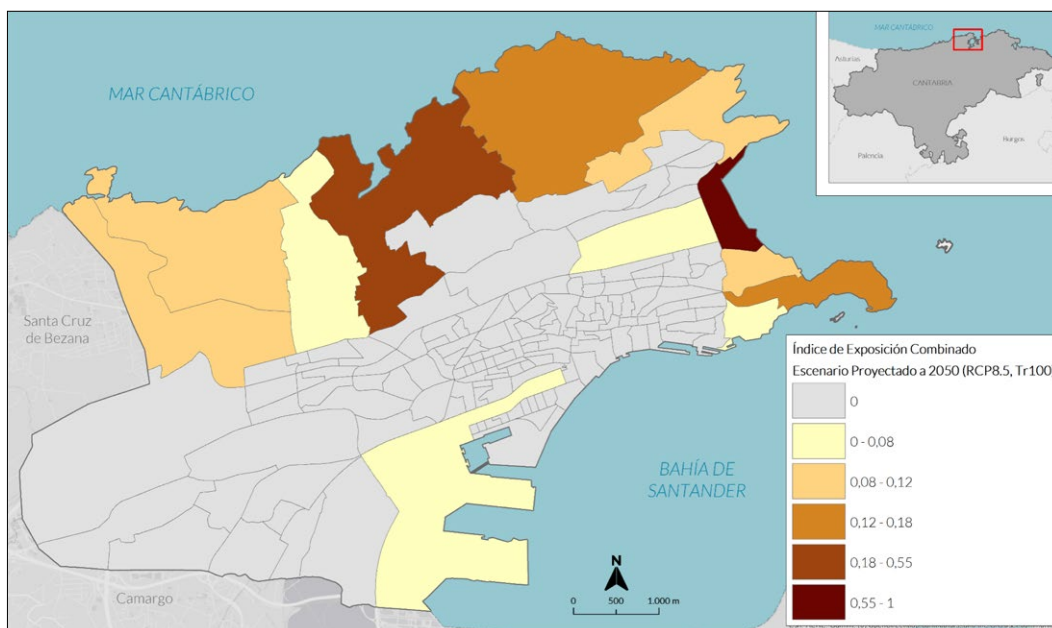


Figura 5.25. Índice de exposición combinado (adimensional) frente a amenaza de inundación costera 2050.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

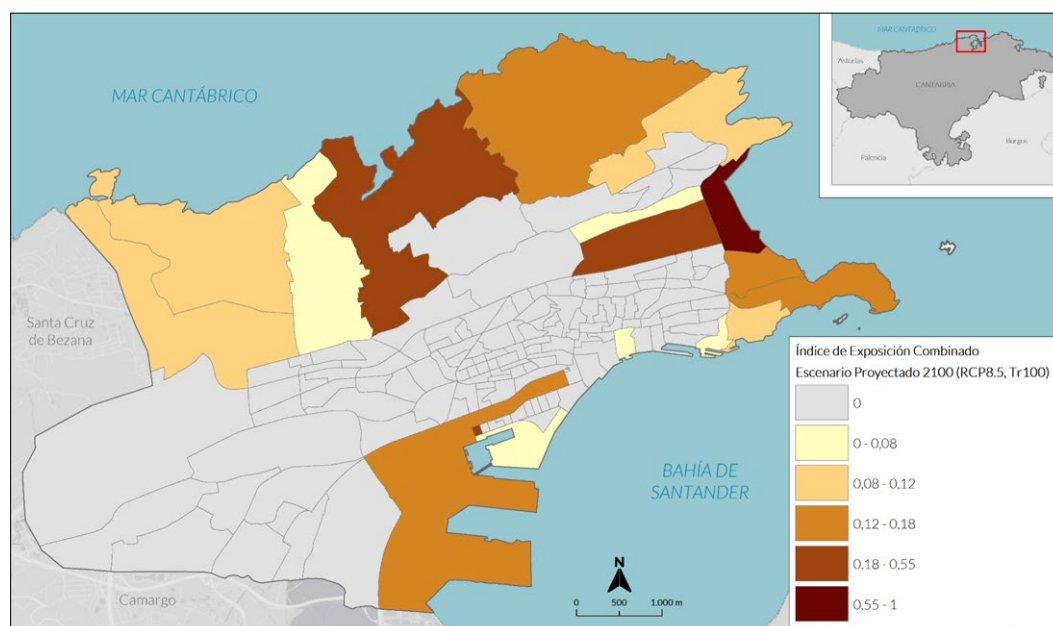


Figura 5.26. Índice de exposición combinado (adimensional) frente a amenaza de inundación costera 2100.

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

5.2

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

La **vulnerabilidad** es la propensión o predisposición a verse afectado negativamente. La vulnerabilidad engloba una serie de conceptos y elementos, como la **sensibilidad** o susceptibilidad al daño y la **capacidad adaptativa**, que implica estar preparado para hacer frente y adaptarse al problema (IPCC, 2022a). En general, la vulnerabilidad de los ecosistemas y las personas al cambio climático difiere sustancialmente entre las regiones. Incluso dentro de ellas está influenciada por aspectos como patrones de desarrollo socioeconómico que se entrecruzan, el uso insostenible de los océanos y la tierra, la inequidad, la marginación, y las pautas históricas y actuales de desigualdad, entre otras muchas cuestiones demográficas.

Entre 2010-2020, la mortalidad humana por inundaciones, sequías y tormentas fue 15 veces mayor en las regiones altamente vulnerables, en comparación con las regiones con una vulnerabilidad muy baja (IPCC, 2022b). La vulnerabilidad a diferentes niveles espaciales se ve exacerbada por la desigualdad y la marginación vinculadas al género, la etnia, los bajos ingresos o combinaciones de estos, especialmente para muchos pueblos indígenas y comunidades locales. También en el futuro, la vulnerabilidad humana seguirá concentrándose allí

donde las capacidades de los gobiernos locales, municipales y nacionales, las comunidades y el sector privado sean menos capaces de proporcionar infraestructuras y servicios básicos. Los sistemas de infraestructuras clave, como el saneamiento, el agua, la salud, el transporte, las comunicaciones y la energía serán cada vez más vulnerables si las normas de diseño no tienen en cuenta las condiciones climáticas cambiantes.

METODOLOGÍA Y FASES DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

La metodología para abordar el estudio de la vulnerabilidad está centrada en un proceso mixto que combina la evaluación de factores específicos de sensibilidad y capacidad de adaptación a nivel local con enfoque social, económico, material y ambiental, junto con el criterio experto, a través de las siguientes fases de desarrollo:

- **Fase 1. Identificación de factores de vulnerabilidad climática** para cada una de las amenazas priorizadas. Esta fase incluye la elaboración inicial de una lista de factores de vulnerabilidad climática derivados de los procesos de revisión documental y bibliográfica a nivel local. Esta lista inicial de factores potenciales se somete a evaluación pública a través de talleres ciudadanos con participación institucional clave.
- **Fase 2. Colecta de información y evaluación** de índices de vulnerabilidad. Para los factores de vulnerabilidad relevantes se analizan las fuentes de información oficiales disponibles que posibiliten su evaluación. Una vez recolectadas, contrastadas y validadas estas fuentes de información primaria, se aborda la evaluación de la vulnerabilidad a través de indicadores, entendidos como medida que caracteriza la vulnerabilidad de un sistema, específicamente para las componentes socioeconómica, ambiental y material. Para cada uno de los factores de vulnerabilidad clave, se desarrolla al menos un indicador de vulnerabilidad representativo.
- **Fase 3. Normalización de los valores** de los índices evaluados respecto al valor más alto que puede alcanzar la serie. Esta normalización permite relativizar la magnitud del índice y posibilita su comparación e integración posterior. Para ello se aplica el método de normalización lineal para obtener valores de 0 a 1.
- **Fase 4. Integración y desarrollo de un índice de vulnerabilidad** climática final para cada una de las amenazas clave, obtenido por combinación de cada uno de los índices de vulnerabilidad normalizados y ponderados según su relevancia. Esta relevancia se analiza combinando el valor de relevancia otorgado por el conjunto de encuestados en el taller de percepción del riesgo, junto con el valor de relevancia otorgado por el criterio experto. Esta ponderación permite establecer un orden de jerarquía y relevancia entre los índices normalizados para cada una de las amenazas.
- **Fase 5: Análisis de vulnerabilidad proyectada** a 2050 y 2100. Esta última fase comprende la definición de hipótesis y escenarios de cambio para cada uno de los

factores de sensibilidad analizados para 2050 y 2100. Como resultado de dichas hipótesis se establecerán previsiones de cambio porcentual que serán de aplicación a nivel de sección censal respecto al valor obtenido para el horizonte actual.

NORMALIZACIÓN Y COMBINACIÓN DE INDICADORES

Realizadas las fases 1 y 2, que consisten en la definición de los indicadores y la obtención de datos específicos de estos, la normalización del conjunto de indicadores de sensibilidad evaluados tiene por objetivo permitir que posteriormente se integren. El índice de vulnerabilidad final para cada una de las amenazas se basa en una combinación de datos o indicadores cuantitativos, por lo que es preciso incorporar un método de control y normalización de variables que las haga comparables entre sí y permita al mismo tiempo su integración estandarizada en un indicador final. La “objetividad” de los datos cuantitativos se mantiene tras el proceso de normalización, aportando informaciones esenciales relativas al contexto o factor analizado en cada caso.

El proceso de **normalización** se realiza mediante el método lineal simple para obtener valores de 0 a 1. Por lo tanto, como resultado del proceso de normalización se obtienen unas tasas cuyos valores se presentan en un rango constante entre 0 y 1, teniendo en cuenta los valores mínimos y máximos que alcanza la serie, a través de la siguiente ecuación:

$$Z_i = (x_i - \text{mínimo } (x)) / (\text{máximo } (x) - \text{mínimo } (x))$$

donde:

- **Z_i** : el i -ésimo valor normalizado del conjunto de datos
- **x_i** : el i -ésimo valor en el conjunto de datos
- **mín (x)**: el valor mínimo en el conjunto de datos
- **mán (x)**: el valor máximo en el conjunto de datos

Para determinados factores de sensibilidad se realiza un proceso adicional de **combinación de indicadores**, con el objetivo de evaluar de manera integral circunstancias complejas que no dependen de un único indicador o de varios indicadores independientes; es decir, una realidad determinada en un contexto específico, como la precariedad en la vivienda, depende, a su vez, de varias variables o circunstancias específicas multidimensionales que inciden de forma sinérgica. Para estos casos, se calcula primero la suma de los valores de sus respectivos indicadores por sección censal y, después, el resultado se normaliza mediante el mismo procedimiento lineal. A continuación, se muestran los cuadros de **indicadores de sensibilidad** (socio-económica, material y ambiental), que recogen el conjunto de factores e indicadores evaluados, junto con el método de normalización y combinación empleado en cada caso.

CUADRO 5.9. Sensibilidad socio-económica

TIPO	N.º	FACTOR DE SENSIBILIDAD	INDICADOR DE SENSIBILIDAD	MÉTODO NORMALIZACIÓN
SENSIBILIDAD SOCIO-ECONÓMICA	SE 1	Nivel de pobreza social por renta	SE1-1: porcentaje de población con ingresos por unidad de consumo por debajo de 60 % de la mediana a nivel nacional	LINEAL 0 A 1
	SE 2	Nivel de pobreza social por precariedad en la vivienda	SE2-1: n° viviendas < 45 m ² secciones renta baja/n° viviendas sección censal	LINEAL 0 A 1 (COMBINADOS)
			SE2-2: n° viviendas de 1 habitación /N° viviendas sección censal	
			SE2-3: n° viviendas sin calefacción colectiva o privada/n° viviendas sección censal	
	SE 3	Nivel de desempleo	SE3-1: porcentaje se población parada / población activa por sección censal	LINEAL 0 A 1
	SE 4	Nivel de desigualdad social	SE4-1: Índice de Gini	LINEAL 0 A 1
	SE 5	Nivel educativo insuficiente	SE5-1 porcentaje de población analfabeta, sin estudios o con primer grado / Población >15 años por sección censal	LINEAL 0 A 1
	SE 6	Nivel insuficiente en la cobertura sanitaria	SE6-1: porcentaje de población que reside fuera de las áreas óptimas de servicio de los centros de salud pública	LINEAL 0 A 1 COMBINADOS
			SE6-2: porcentaje de superficie de la sección censal fuera de las áreas óptimas de servicio de los centros de salud pública	LINEAL 0 A 1 COMBINADOS
	SE 7	Nivel de densidad poblacional	SE7-1: n° habitantes / km ²	LINEAL 0 A 1
	SE 8	Presencia de grupos vulnerables	SE8-1: porcentaje de población de edad > 65 años/Población total de la sección censal	LINEAL 0 A 1
			SE8-2: porcentaje de población de edad < 5 años/Población total de la sección censal	LINEAL 0 A 1
	SE 9	Nivel de dependencia climática sectorial (ocupados en sectores dependientes del clima)	SE9-1: porcentaje de ocupados en sectores dependientes/población total ocupada por sección censal	LINEAL 0 A 1
	SE 10	Diferencias de género	SE10-1: porcentaje de mujeres por sección censal	LINEAL 0 A 1

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

CUADRO 5.10. Sensibilidad material

TIPO	N.º	FACTOR DE SENSIBILIDAD	INDICADOR DE SENSIBILIDAD	MÉTODO NORMALIZACIÓN
SENSIBILIDAD MATERIAL	M1	Antigüedad de la vivienda	M1-1: Porcentaje de viviendas en edificios anteriores a 1940 / Total viviendas por sección censal	LINEAL 0 A 1
	M2	Calidad constructiva deficiente en la vivienda	M2-1: % de viviendas con calidad constructiva deficitaria / N° viviendas total por sección censal	LINEAL 0 A 1
	M3	Estado de mantenimiento deficiente en la vivienda	M3-1: % viviendas en estado ruinoso, malo o deficiente/N° viviendas total de la sección censal	LINEAL 0 A 1
	M4	Nivel de densidad constructiva	M4-1: N° viviendas / ha	LINEAL 0 A 1

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

CUADRO 5.11. Sensibilidad ambiental, calidad de vida y bienestar social

TIPO	N.º	FACTOR DE SENSIBILIDAD	INDICADOR DE SENSIBILIDAD	MÉTODO NORMALIZACIÓN
SENSIBILIDAD AMBIENTAL, CALIDAD DE VIDA Y BIENESTAR SOCIAL	A1	Nivel de pobreza social por precariedad en la vivienda	A1-1 Volumen edificado/superficie de sector	LINEAL 0 A 1
			A1-2 % Superficie urbana impermeable / Superficie de sección censal	
	A2	Nivel de ruido y contaminación atmosférica	A2-1 % pob estimada afectada por ruidos > 65 dB por sección censal (indicador de FB CBA- 004)	LINEAL 0 A 1 (COMBINADOS)
			A2-2 Nivel de contaminación atmosférica por tráfico vehicular	
	A3	Nivel de presión turística	A3-1: Tasa de función turística (plaza tur/100hab)	LINEAL 0 A 1 (COMBINADOS)
			A3-2: Índice de presión socioambiental teniendo en cuenta zonas de afluencia turística (móviles)	
			A3-3: Tasa de función turística de alojamientos no regulados (Airbnb)	
	A4	Nivel de presión antrópica	A4-1: Déficit de m² de áreas verdes por habitante respecto al óptimo de 20m²/hab. por sección censal	LINEAL 0 A 1

[.../...]

Continuación CUADRO 5.11

TIPO	N.º	FACTOR DE SENSIBILIDAD	INDICADOR DE SENSIBILIDAD	MÉTODO NORMALIZACIÓN
SENSIBILIDAD AMBIENTAL, CALIDAD DE VIDA Y BIENESTAR SOCIAL	A5	Presencia de áreas con degradación ambiental	A5-1: % superficie de áreas degradadas por sección censal	LINEAL 0 A 1
	A6	Cobertura insuficiente del sistema de gestión de residuos urbanos	A6-1: pob. estimada de la sección censal fuera del nivel de cobertura óptimo de la gestión de residuos	LINEAL 0 A 1
	A7	Presencia de edificaciones sin certificación energética	A7-1: % de edificios sin certificación energética o con certificación de categoría inferior a la clase E	LINEAL 0 A 1
	A8	Población alejada de zonas verdes	A8-1: % población > 400 m de área verde pública de 0,5 Ha de sup. mínima (CBS-002 de la FB)	LINEAL 0 A 1
	A9	Población sin espacios verdes privados	A9-1: % población estimada por sección censal sin espacios verdes privados	LINEAL 0 A 1

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Integración de indicadores de sensibilidad climática

Una vez concluido el proceso de normalización del conjunto de indicadores, se procede a su integración final para cada una de las amenazas climáticas. El **proceso de integración** ha implicado el desarrollo de las siguientes tareas sucesivas:

- 1 Identificación y selección de los indicadores de sensibilidad climática que inciden en cada una de las amenazas climáticas.
- 2 Evaluación del nivel de relevancia ("peso") de cada uno de los indicadores por amenaza climática.
- 3 Cálculo del índice de sensibilidad climática final para cada una de las amenazas evaluadas en el municipio, a través de la suma de valores alcanzados para el conjunto de los indicadores por sección censal, ponderados por su peso o nivel de importancia relativa. Esta integración, por lo tanto, ofrece la posibilidad de combinar varias entradas para crear un análisis integrado de la sensibilidad, incorporando pesos o importancia relativa con doble enfoque analítico, importancia otorgada para cada indicador y para cada amenaza evaluada.

$$\text{Media ponderada} = \sum_{i=1}^N x_i P(x_i) = x_1 P(x_1) + x_2 P(x_2) + x_3 P(x_3) + \dots + x_N P(x_N)$$

Tanto el proceso de selección como la importancia de los indicadores de sensibilidad se realizan partiendo de dos fuentes de información:

- (i) Resultados obtenidos en el taller participativo con actores clave, específicamente aquellos relativos al bloque de vulnerabilidad y sensibilidad (percepción social e institucional).
- (ii) Resultados obtenidos del análisis por criterio experto a partir de la encuesta a 5 investigadores del equipo de la Universidad de Cantabria y de la Fundación para la Investigación del Clima. El peso específico por indicador se obtiene sumando el puntaje final obtenido por indicador (i+ii), dividido entre el puntaje final obtenido para el conjunto de indicadores de cada amenaza, en tantos por uno.

El resultado de cada indicador se ha proyectado a futuro para los escenarios 2050 y 2100 mediante la incorporación de proyecciones oficiales. Para cada uno de los indicadores de sensibilidad climática analizados en el municipio de Santander se han establecido hipótesis de cambio para 2050 y 2100 según un conjunto amplio de referencias documentales oficiales con implicación en las tendencias territoriales y políticas del municipio.

Resultados del índice de sensibilidad climática proyectada a 2050 y 2100

Sensibilidad climática proyectada frente a inundaciones pluviales

Para la amenaza de inundaciones derivadas de eventos de pluviometría extrema, el valor medio del índice de sensibilidad de Santander es de 0,56, aproximadamente un 12 % superior respecto al valor base del índice. Para este escenario proyectado a mediados de siglo se prevén los valores mínimos más altos, en torno a 0,22. También valores máximos más altos, alcanzando el valor 1 en barrios del sur de la capital, superior a los máximos de 0,9 alcanzados en el horizonte actual. A los incrementos más acusados se llega en barrios periféricos principalmente, ubicados al norte, sur y este del municipio (figura 5.27).

Para el escenario proyectado (2100), se observa una tendencia decreciente en el índice de sensibilidad, con valor medio de 0,52, un 4,18 % superior al escenario base. Los mayores decrementos se producen en secciones ubicadas en la costa sur y centro de la capital (figura 5.28).

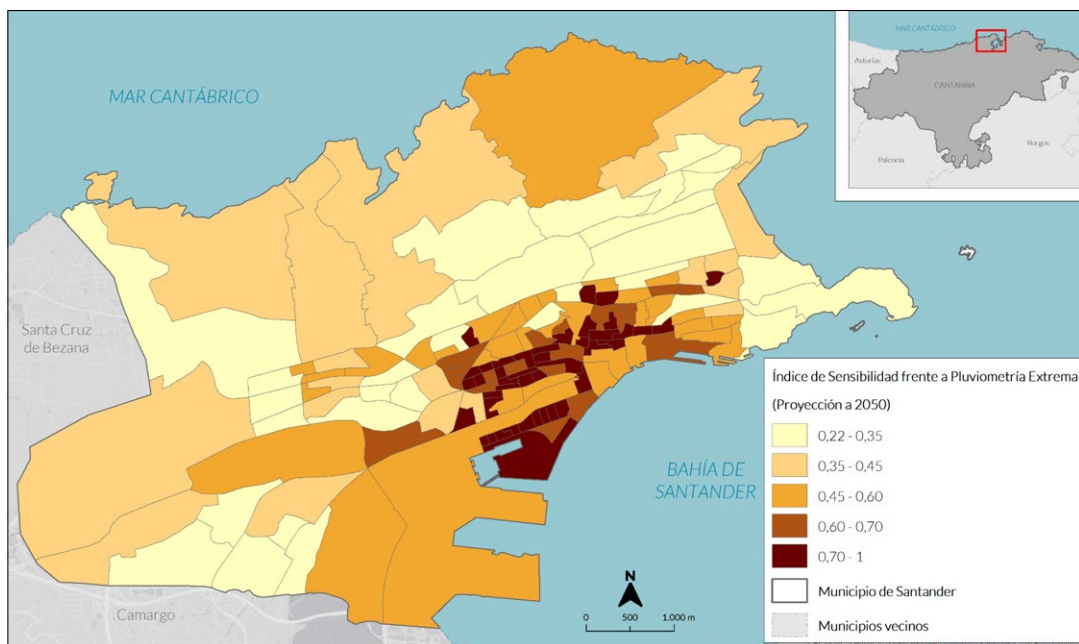


Figura 5.27. Índice normalizado de sensibilidad climática frente a eventos de inundaciones pluviales 2050.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

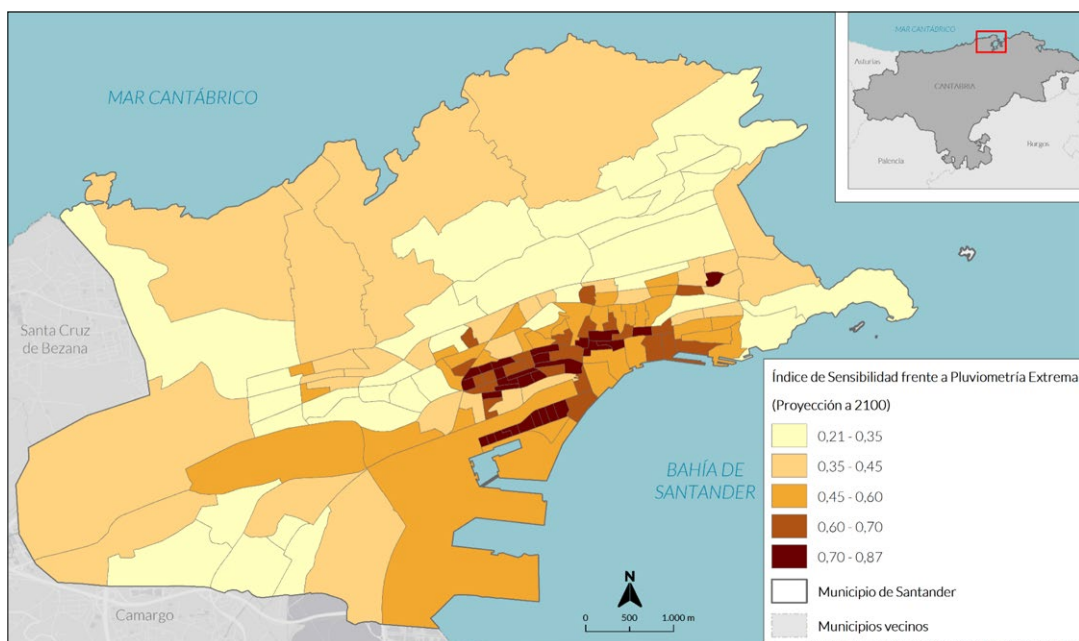


Figura 5.28. Índice normalizado de sensibilidad climática frente a eventos de inundaciones pluviales 2100.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Sensibilidad climática proyectada frente a eventos de temperatura extrema

Por último, para la amenaza de eventos de temperatura extrema, el valor medio es de 0,59, un 9,7 % inferior al valor base del índice. Para este escenario proyectado a mediados de siglo se prevé un descenso generalizado en los valores del índice de sensibilidad.

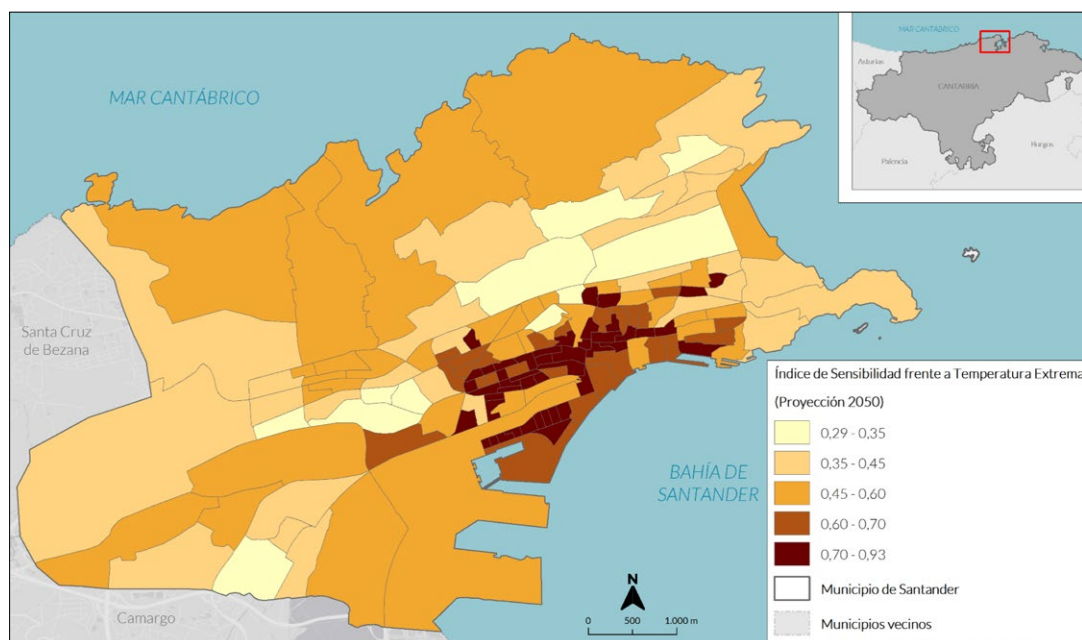


Figura 5.29. Índice normalizado de sensibilidad climática frente a eventos de temperatura extrema 2050.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

En el escenario proyectado a finales de siglo, se alcanza el valor medio del índice de sensibilidad más bajo del municipio, en torno a 0,49, casi un 20 % inferior al valor base del índice. Para este escenario se prevén los valores más bajos de sensibilidad, tanto para el extremo inferior como para el extremo superior del índice, alcanzando máximos de hasta 0,78 en determinadas secciones del centro urbano consolidado. Esta tendencia decreciente es también generalizada, principalmente asociada a los barrios periféricos del norte y oeste.

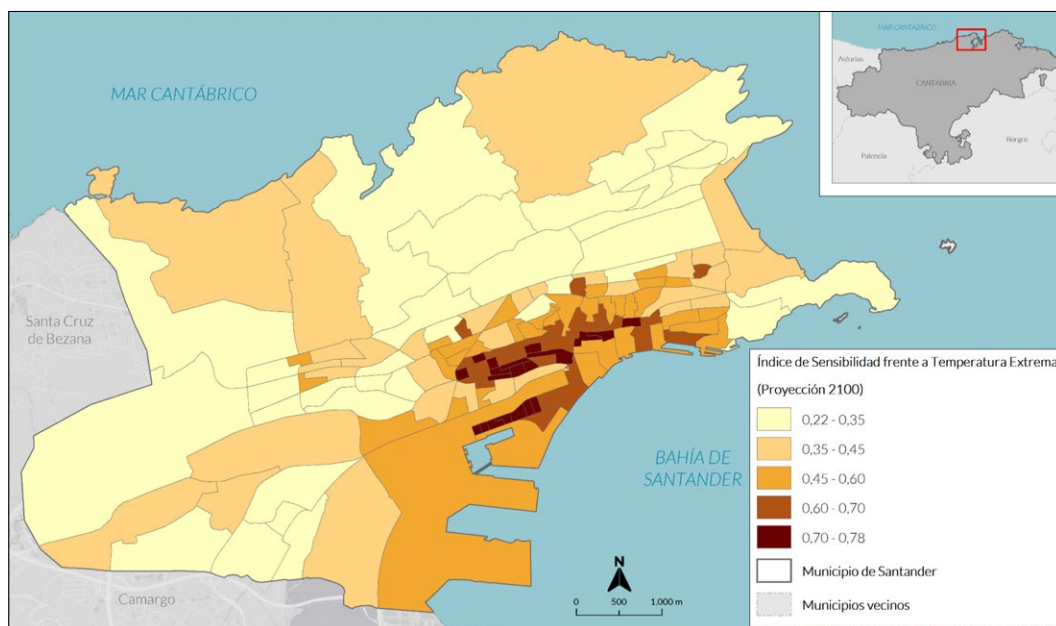


Figura 5.30. Índice normalizado de sensibilidad climática frente a eventos de temperatura extrema 2100.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Sensibilidad climática proyectada frente eventos de sequía meteorológica

Para la amenaza de sequía meteorológica, el valor medio del índice de sensibilidad municipal es de 0,55, aproximadamente un 9 % inferior respecto al valor base del índice. Para este escenario proyectado a mediados de siglo se prevé un descenso generalizado en los valores del índice de sensibilidad, que principalmente se observa en barrios periféricos del norte, oeste y sur, junto con algunos barrios de alta sensibilidad del centro de la capital (figura 5.31).

En el escenario proyectado a finales de siglo se alcanza el valor medio del índice de sensibilidad más bajo del municipio, en torno a 0,48. Para este escenario se prevén los valores más bajos tanto para el extremo inferior como para el extremo superior del índice. Esta tendencia decreciente es también generalizada, principalmente asociada a los barrios periféricos del norte y oeste (figura 5.32).

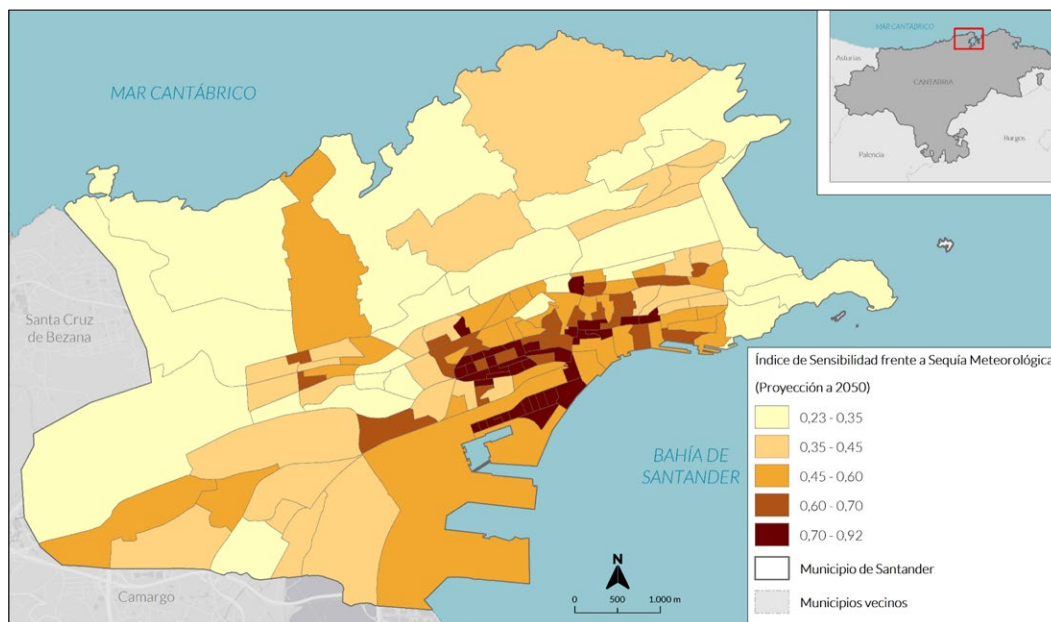


Figura 5.31. Índice normalizado de sensibilidad climática frente a eventos de sequía meteorológica 2050

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

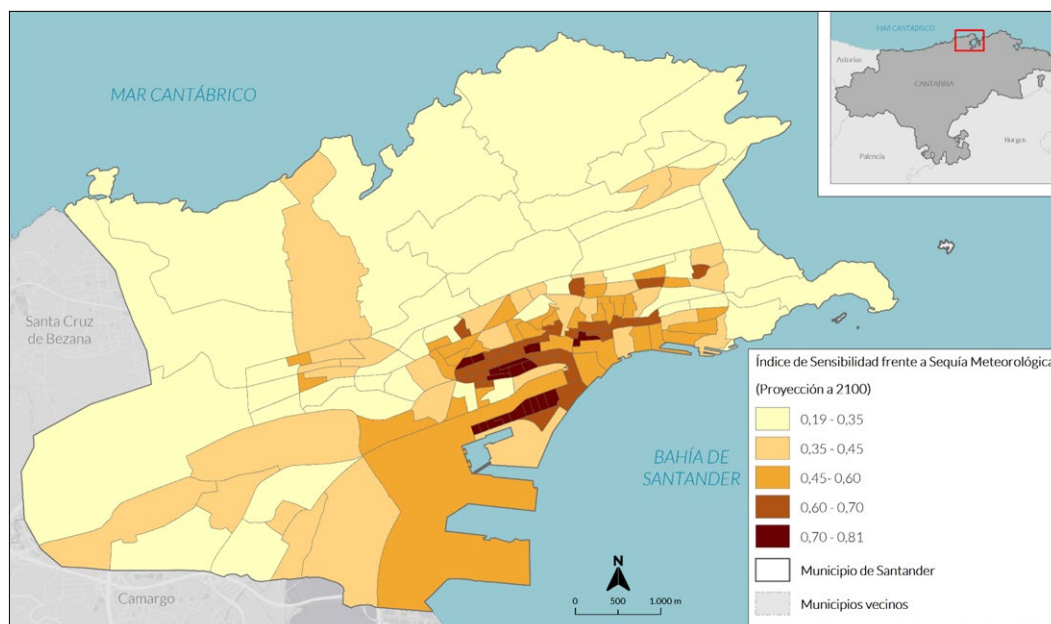


Figura 5.32. Índice normalizado de sensibilidad climática frente a eventos de sequía meteorológica 2100.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Sensibilidad climática proyectada frente a eventos de viento extremo

Para esta amenaza el valor medio del índice de sensibilidad es de 0,56, un 9,3 % inferior respecto al valor base del índice. Para este escenario proyectado a mediados de siglo, se prevé un descenso generalizado en los valores del índice de sensibilidad, que alcanza valores mínimos por encima de 0,31 para algunos barrios ubicados en la diagonal que recorre el municipio.

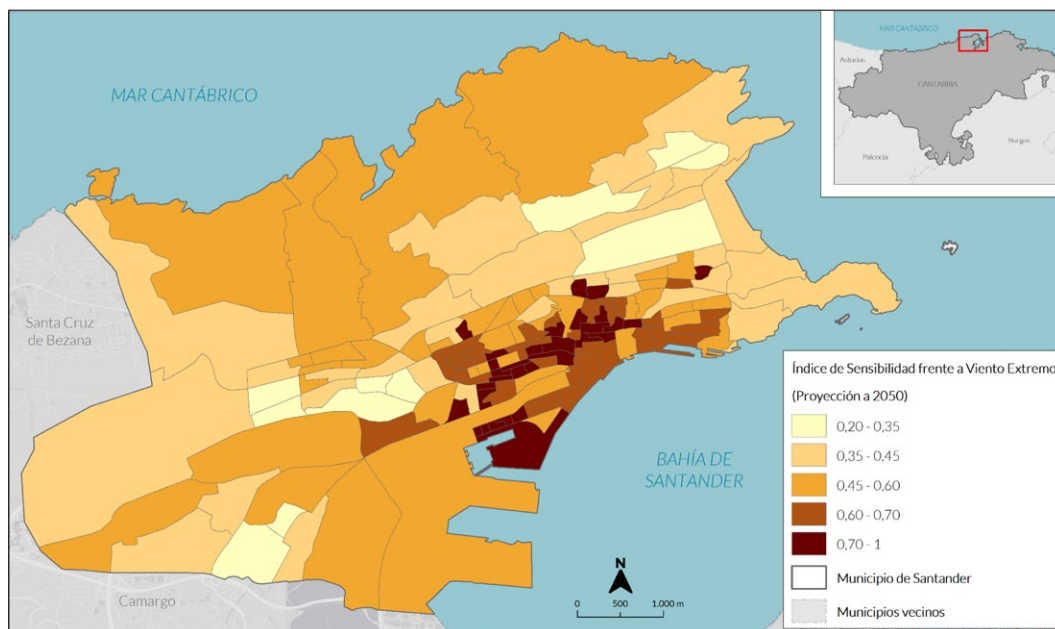


Figura 5.33. Índice normalizado de sensibilidad climática frente a eventos de viento extremo 2050.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Para el escenario proyectado a finales de siglo, se observa una tendencia general decreciente y acusada en el índice de sensibilidad respecto al escenario anterior, con valor medio del municipio de 0,45, un 27 % inferior al escenario base (figura 5.34).

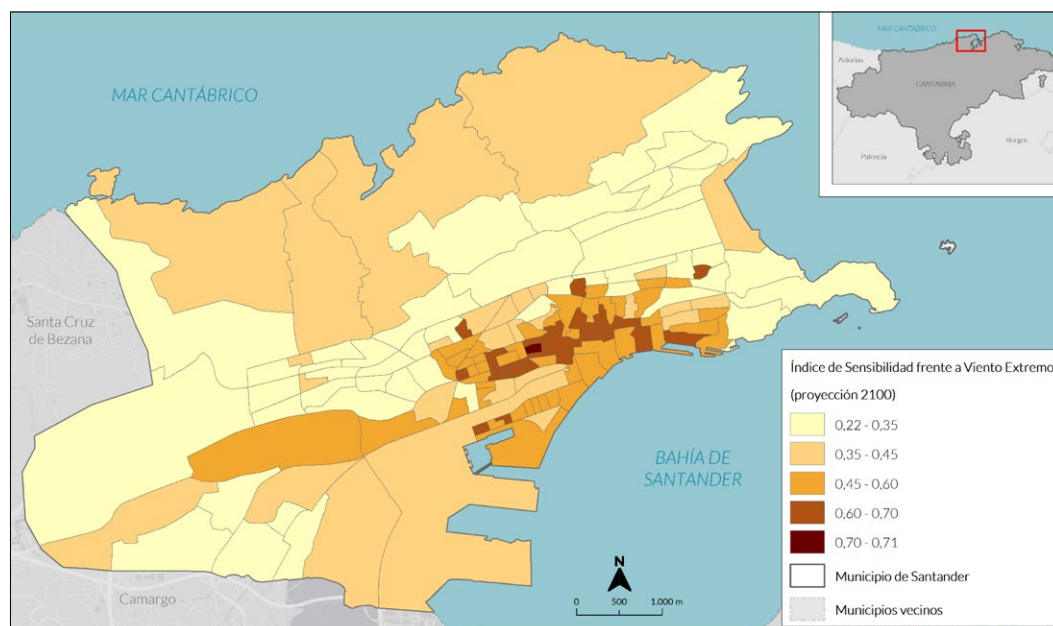


Figura 5.34. Índice normalizado de sensibilidad climática frente a eventos de viento extremo 2100.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Sensibilidad climática proyectada frente a inundaciones costeras

El valor medio del índice normalizado de sensibilidad climática frente a inundaciones costeras es de 0,54 para 2050, lo que supone un incremento final de aproximadamente un 3,3 % respecto al valor medio obtenido para el horizonte actual. En términos generales, la sensibilidad climática por inundación costera tiende a reducirse en el medio plazo en los sectores periféricos del norte, mientras que presenta una tendencia al alza en las secciones del centro urbano (figura 5.35).

Para finales de siglo, la sensibilidad frente a inundaciones costeras ronda valores medios de 0,49, lo que supone una reducción del 5,9 % respecto al valor base del índice. En este escenario existe una tendencia general a la baja en el conjunto del municipio, se alcanzan los valores mínimos (por debajo de 0,19 en secciones al norte de la capital) y se producen fuertes descensos de la sensibilidad para secciones de la costa sur y centro de la capital.

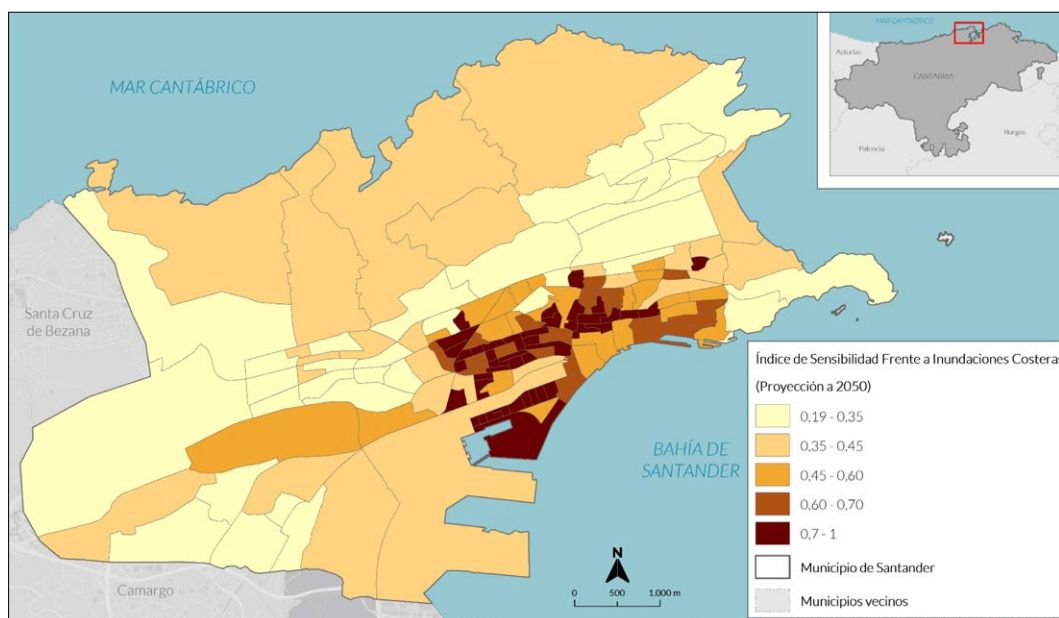


Figura 5.35. Índice normalizado de sensibilidad climática frente a inundaciones costeras 2050.
Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

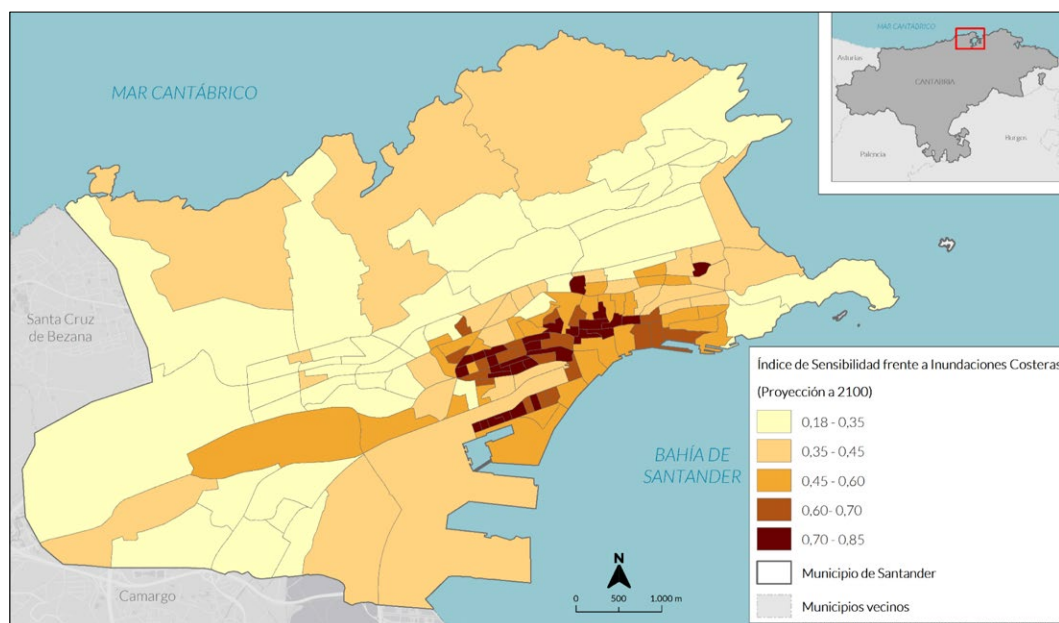


Figura 5.36. Índice normalizado de sensibilidad climática frente a inundaciones costeras 2100.
Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

ANÁLISIS DE RIESGOS CLIMÁTICOS

El riesgo representa el potencial de pérdidas que pueden ocurrirle a un sujeto o sistema expuesto como resultado de la convolución de **amenaza**, **exposición** y **vulnerabilidad**. El riesgo puede expresarse de forma matemática como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un cierto sitio y durante un cierto periodo de tiempo.

$$\text{ÍNDICE DE RIESGO} = \text{AMENAZA CLIMÁTICA} + \text{EXPOSICIÓN} + [\text{Sensibilidad} - \text{Capacidad adaptativa}] \text{ VULNERABILIDAD}$$

En el presente marco de trabajo, el riesgo se conceptualiza de forma holística o integral, de acuerdo con la integración de los enfoques social, económico, material y ambiental. Por lo tanto, para la escala urbana considerada, el riesgo no solamente está relacionado con la ocurrencia potencial de un suceso, sino que considera la vulnerabilidad del municipio como factor interno del riesgo, es decir, su capacidad de soportar esa amenaza y sus implicaciones.



Figura 5.37. Componentes del riesgo.

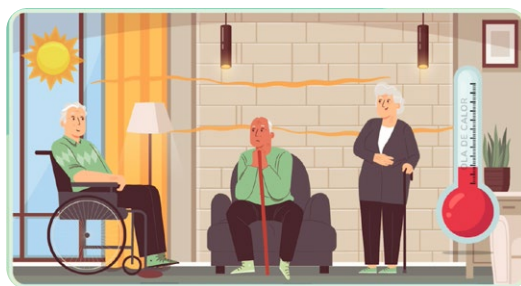
Fuente: IPCC, 2022b.

Esta vulnerabilidad se analiza a través de un conjunto amplio de factores de sensibilidad a escala de sección censal, considerando que la capacidad adaptativa será implementada a través de las medidas de adaptación incluidas en este documento, entre las que se incluyen aspectos clave como la actualización de los diversos documentos de gestión de riesgos y planificación urbana, así como los mecanismos de gestión, sensibilización y capacitación.

La evaluación del Sexto Informe del IPCC incorpora la naturaleza intrínsecamente compleja del riesgo climático, la vulnerabilidad, la exposición y los impactos, que incluyen retroalimentaciones, cascadas, comportamientos no lineales y el potencial de sorpresa.

Valorando el grado de exposición y vulnerabilidad (socioeconómico, material y ambiental) hacia las amenazas analizadas, se han identificado cuatro tipos de riesgo. Un primer grupo recoge los riesgos relacionados con la **pluviometría extrema**, que afecta fundamentalmente a los viales del casco urbano, con fenómenos de encharcamiento o escorrentía superficial, y también pueden suponer periodos de crecidas en cauces y vaguadas.

Otro gran grupo de riesgo recoge los fenómenos derivados de **temperaturas extremas**, con especial incidencia en las temperaturas superficiales. Estas situaciones contribuyen a las islas de calor urbano, las olas de calor y la ocurrencia de noches cálidas con especial afección a la salud. Además, los periodos de sequía meteorológica pueden verse exacerbados por este fenómeno. Un tercer grupo está relacionado con el **viento extremo** y que en este documento se ha centrado en los impactos de viento sur. Finalmente, el cuarto grupo recoge la **inundación costera**, debido al conjunto de impactos derivados de la subida del nivel del mar, combinado con marejadas ciclónicas o la influencia de periodos tormentosos o la afección del viento sur.



5.3.1. Riesgos derivados de pluviometría extrema

Riesgo derivado de eventos de inundación pluvial en viales

El índice de riesgo por eventos de inundación pluvial en viales para cada horizonte temporal y sección censal se obtiene por combinación y normalización de tres variables: (I) del índice de amenaza, obtenido a través de la media de la frecuencia de eventos de pluviometría extrema de los distintos escenarios climáticos; (II) del resultado de viales inundables como medida representativa del nivel de exposición, calculado como porcentaje de km² de viales con probabilidad de inundación respecto a los km² totales de viales del municipio; y (III) del índice de sensibilidad climática para eventos de precipitación extrema actual y proyectada a 2050 y 2100.

El índice de riesgo normalizado por la ocurrencia de inundaciones en viales por eventos de precipitación extrema mantiene valores de bajos a moderados tanto para el periodo histórico como para el proyectado a corto plazo en casi la totalidad del municipio, exceptuando determi-

nados barrios del centro de la capital y costa sur, donde se alcanzan valores relativamente más altos, por debajo de 0,88. El índice de riesgo medio en el municipio es de 0,45 y 0,49 para el periodo histórico y proyectado a corto plazo, respectivamente. Para el medio plazo y largo plazo, se observa una tendencia creciente generalizada, principalmente hacia valores medios o medios-altos en el índice de riesgo normalizado, manteniendo en ambos casos valores muy moderados en los sectores norte y este del municipio. La media para el medio y largo plazo se sitúa en 0,55 y 0,57, respectivamente, alcanzando valores máximos principalmente asociados a barrios residenciales del sur, coincidentes con el sector consolidado de la capital.

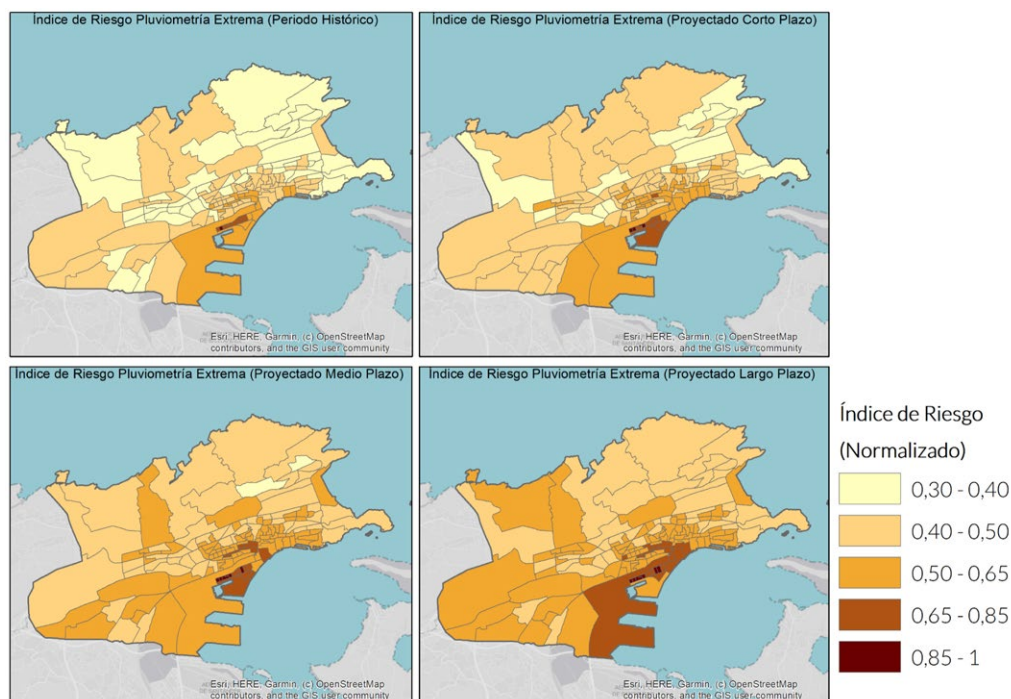


Figura 5.38. Índice de riesgo normalizado por eventos de inundación pluvial en viales.

Nota. Para periodo histórico (arriba a la izquierda) proyectado a corto (arriba a la derecha), medio (abajo a la izquierda) y largo plazo (abajo a la derecha) por secciones censales.

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

El **índice de riesgo normalizado** a eventos de inundación pluvial con significativa afectación a los viales del casco urbano muestra un impacto severo en diferentes secciones del barrio de Castilla – Hermida, y con valores más reducidos, pero igualmente importantes, en otras áreas del centro, en el entorno de las Estaciones, así como en barrios como la calle Alta y San Fernando. Conviene tener presente que la variabilidad de las precipitaciones puede comprometer el sistema de drenaje existente, por lo que se deben plantear estudios específicos relacionados con precipitaciones extremas en cortos periodos de tiempo para los sectores indicados. El análisis pormenorizado de las condiciones reales de la red de drenaje ante estas proyecciones permite definir la necesidad de ampliar la red con un sistema separativo o incrementar las secciones de los colectores existentes.

En cualquier caso, la propuesta del plan de adaptación sigue criterios de sostenibilidad y protección medioambiental, por lo que se prioriza la creación de una red separativa con medidas de aprovechamiento de las precipitaciones y la ejecución combinada de soluciones basadas en la naturaleza, sistemas de drenaje sostenible y el aumento de la permeabilidad de los suelos urbanizados, para favorecer una gestión sostenible de las precipitaciones extremas. Dado el elevado coste de estas medidas, se considera necesario priorizar los sectores urbanos en los que desarrollar las soluciones de adaptación. Por tanto, el sector urbano de Castilla – Hermida y las áreas centrales de la ciudad de Santander deben situarse en la lista prioritaria de inversiones destinadas a reducir el impacto por precipitaciones extraordinariamente intensas y en cortos periodos de tiempo.

CUADRO 5.12. *Barrios y secciones censales con elevado índice de riesgo a impactos por pluviometría extrema*

BARRIO	SECCIÓN CENSAL	PLUVIOMETRÍA EXTREMA			
		ACTUAL	CORTO PLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO
Calle Alta - Cabildo	3907501009				
Castilla - Hermida - Pesquero	3907505005				
	3907505006				
	3907505007				
	3907505008				
	3907505009				
	3907505011				
	3907505012				
	3907505014				
	3907505015				
	3907505013				
	3907501001				
Centro	3907501002				
	3907501008				
	3907505001				
Estaciones - Catedral	3907505002				
	3907505004				
	3907505010				
	3907505003				
	3907502004				
San Fernando	3907502012				
	3907506001				
	3907506003				

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Riesgo derivado de eventos de inundación fluvial

El índice de riesgo por eventos de inundación fluvial se obtiene por combinación de los valores normalizados de amenaza, que es indicativa del porcentaje de área amenazada; de exposición, expresada como el porcentaje de viales expuestos, y de los valores de sensibilidad para eventos de inundación en el periodo actual.

Las inundaciones fluviales presentan una relativa baja incidencia dentro del término municipal de Santander. Únicamente aparecen zonas inundables al oeste del municipio, coincidiendo con áreas aledañas al arroyo Otero, de una longitud aproximada de unos 1,3 km, pertenecientes al sistema Pas-Miera de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental. Esta zona de inundación fluvial afectaría a una única sección censal del municipio. El porcentaje de superficie amenaza para esa sección sería de 0,027 %. Además, dentro de este sector, los viales expuestos apenas alcanzan un 0,5 % de los viales totales, por lo que, en términos generales, el riesgo por inundación fluvial es bajo en Santander, pudiendo desencadenar impactos puntuales por cortes de acceso a fincas privadas, o bien por interrupciones temporales de la vía de ferrocarril.

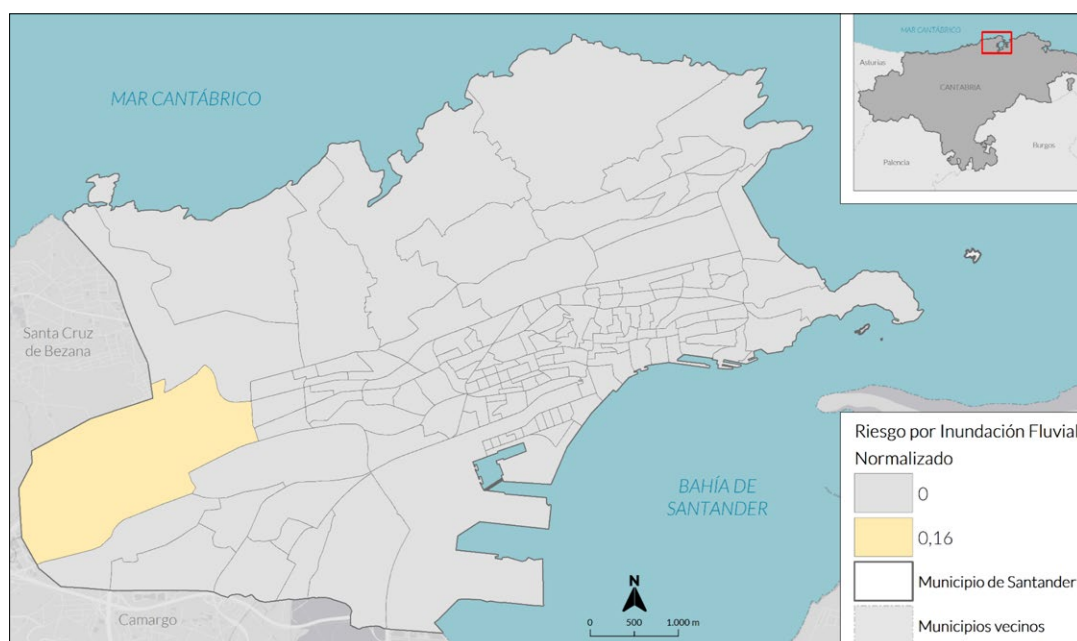


Figura 5.39 Índice de riesgo normalizado por eventos de inundación fluvial.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Como se ha indicado, la única sección censal afectada y con un nivel de riesgo bajo de inundación fluvial se sitúa en el barrio Camarreal – Ojáiz / El Alisal. Si bien el impacto de

esta amenaza sobre el territorio es muy reducido, conviene potenciar el valor natural de este sector y restaurar ambientalmente el área de forma coordinada con el municipio de Santa Cruz de Bezana, con el objetivo de reducir posibles impactos en la infraestructura ferroviaria y el medio natural.

CUADRO 5.13. *Relación de barrios con los índices de riesgo más elevados por inundación fluvial*

BARRIO	SECCIÓN CENSAL	INUNDACIÓN FLUVIAL
Camarreal - Ojaiz / El Alisal	3907508004	

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

5.3.2. Riesgos derivados de temperaturas extremas

Riesgo derivado de episodios de islas de calor diurnas

El índice normalizado de riesgo por fenómenos de **ICU** diurnas en el municipio de Santander presenta valores generalizados bajos o nulos para las secciones del norte y este del municipio. Las áreas del sur del municipio, coincidentes con el sector portuario y secciones residenciales del centro, constituyen las zonas de mayor nivel de riesgo frente a la ocurrencia de fenómenos de ICU diurna. En estas zonas confluyen diversos factores de riesgo, ya que concentran altos porcentajes de superficie expuesta a tales amenazas, con elevados porcentajes de población y, por lo general, varias condicionantes de sensibilidad humana y ambiental.

Estos niveles de riesgo son de aplicación para el ámbito de **salud humana** principalmente, y pueden provocar malestar general, problemas respiratorios, insolaciones, deshidratación o aumento del cansancio. Por lo tanto, puede tener impacto en el número de fallecimientos u hospitalizaciones por golpes de calor derivados de eventos de temperaturas extremas, principalmente para grupos de población de mayor edad. Estos fenómenos, además, agravan las consecuencias del cambio climático en las ciudades, por ejemplo, incrementando el número o intensidad de noches cálidas (tórridas o ecuatoriales) (figura 5.40).

La relación de secciones censales y barrios con los índices de riesgo más elevados corresponde a los definidos en el siguiente cuadro. Dado el volumen de personas que residen en el entorno de Castilla-Hermida, y algunos sectores de zonas céntricas de la ciudad, se debe priorizar en estos barrios la realización de acciones adaptativas a este fenómeno. Igualmente, como se ha señalado en función del grado de exposición, los polígonos industriales próximos a sector portuario, Parayas y Candina especialmente, presentan elevados índices de riesgo con afección directa a las personas que desarrollan sus actividades laborales en estos ámbitos.

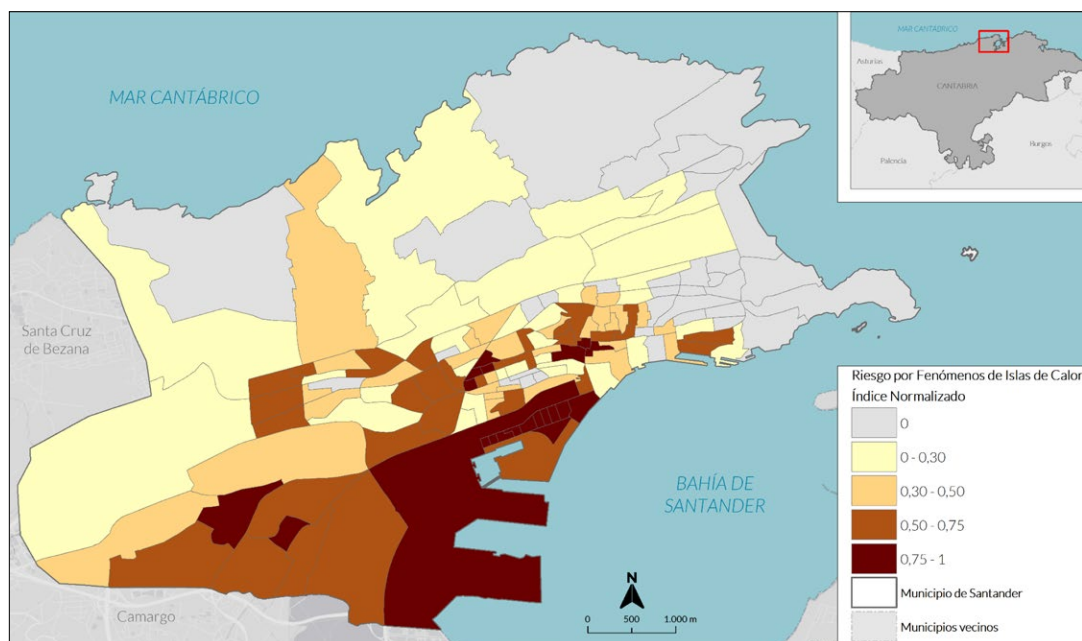


Figura 5.40. Índice normalizado de riesgo por potenciales ICU.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Algunas de estas áreas deberían ser identificadas como áreas de adaptación prioritarias y establecer las medidas correctoras necesarias, con un aumento notable de la vegetación, la permeabilidad del suelo y el uso de materiales de alto albedo, fundamentalmente.

CUADRO 5.14. Relación de barrios con los índices de riesgo más elevados por ICU

BARRIO	SECCIÓN CENSAL	ISLA DE CALOR
Castilla - Hermida - Pesquero	3907505005	
	3907505006	
	3907505007	
	3907505008	
	3907505011	
	3907505012	
	3907505014	
	3907505015	
Estaciones - Catedral / Castilla - Hermida - Pesquero	3907505003	
	3907505013	

[.../...]

Continuación CUADRO 5.14

BARRIO	SECCIÓN CENSAL	ISLA DE CALOR
Centro	3907501001	
	3907501004	
	3907501005	
Estaciones - Catedral	3907505004	
	3907505010	
La Tierruca	3907502007	
Peñacastillo - Hermanos - Calderón	3907508021	
	3907508029	
San Fernando	3907502010	
	3907502012	
	3907502026	

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Riesgo derivado de la ocurrencia de noches cálidas

El nivel de riesgo por la ocurrencia de noches cálidas es de aplicación para el ámbito de **salud humana** y para el conjunto del territorio que abarca el municipio de Santander. Según diversas fuentes, la temperatura idónea para el descanso nocturno oscila entre los 16 °C y los 20 °C, por lo que la ocurrencia de estos eventos tiene un efecto directo en el bienestar de la sociedad, asociado a la dificultad para conciliar el sueño, y que, a su vez, está relacionado con otras afecciones como cansancio acumulado o ansiedad.

Para la evaluación del riesgo derivado de la ocurrencia de noches cálidas se emplean los resultados del análisis de noches con temperaturas mínimas de 22 °C en Santander, específicamente a través del número medio de noches con temperatura mínima de 22 °C, como medida representativa de la amenaza, junto con los resultados de sensibilidad climática obtenidos para eventos de temperaturas extremas para horizonte actual y proyectados a 2050 y 2100, ambos previamente normalizados.

El índice de riesgo normalizado por la ocurrencia de noches cálidas mantiene valores de bajos a moderados tanto para el periodo histórico como para el proyectado a corto plazo en casi la totalidad del municipio, exceptuando determinados barrios del centro de la capital y costa sur, donde se alcanzan valores relativamente más altos, siempre por debajo de 0,55. El índice de riesgo medio del municipio es de 0,34 y 0,38 para el periodo histórico y proyectado a corto plazo, respectivamente. Estos valores además están fuertemente influenciados por la **componente de sensibilidad** respecto a la componente de amenaza, que mantiene una incidencia muy poco significativa hasta mediados de siglo.

Para el medio plazo, se observa una tendencia creciente generalizada hacia valores medios a altos en el índice de riesgo normalizado. La media en este caso se sitúa en 0,46, alcanzando máximos de hasta 0,65, principalmente asociados a barrios del sector consolidado de la capital. Para estas proyecciones, se espera un descenso relativamente importante en la componente de sensibilidad climática, que, no obstante, no resulta suficiente para contrarrestar la subida del índice de amenaza.

Esta tendencia se mantiene e incrementa a finales de siglo, cuando se esperan los niveles de riesgo más altos en términos generales, con medias en torno a 0,7 y máximas de hasta 0,87. Este fuerte **incremento en el nivel de riesgo para finales de siglo** es debido fundamentalmente a un fuerte incremento en el número medio de noches cálidas que se espera respecto a los periodos anteriores, y que además irá acompañado de una mayor incidencia en barrios residenciales del sur, incluyendo una parte importante del centro de la capital.

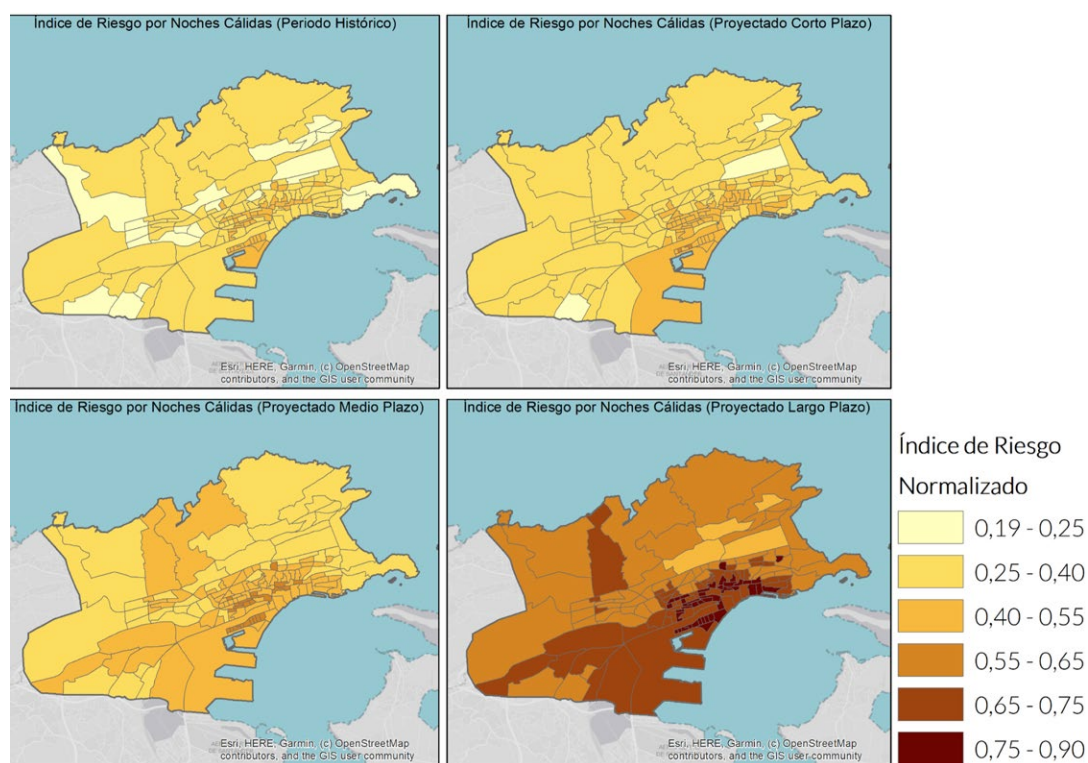


Figura 5.41. Índice de riesgo normalizado por la ocurrencia de noches cálidas.

Nota. Para periodo histórico (arriba a la izquierda) proyectado a corto (arriba a la derecha), medio (abajo a la izquierda) y largo plazo (abajo a la derecha) por secciones censales.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

El impacto de las noches cálidas será muy palpable a largo plazo en los barrios y secciones censales identificados en el siguiente cuadro. Entornos de la calle Alta, Estaciones, algu-

nos sectores del centro y Castilla – Hermida presentan valores elevados junto a otros sectores de menor densidad urbana.

CUADRO 5.15. Barrios y secciones censales afectados por altos índices de riesgo ante noches cálidas

BARRIO	SECCIÓN CENSAL	NOCHES CÁLIDAS	BARRIO	SECCIÓN CENSAL	NOCHES CÁLIDAS
		LARGO PLAZO			LARGO PLAZO
Calle Alta - Cabildo	3907501009		Estaciones - Catedral	3907505002	
	3907501010			3907505004	
	3907506002			3907505010	
	3907506013			3907505003	
Calle Alta - Valdecilla	3907506006		Los Castros - Fndo de Los Ríos	3907507008	
	3907506007		Los Castros - Pinares - V. Cº	3907507018	
	3907506014		Prado - San Roque	3907503005	
Castilla - Hermida - Pesquero	3907505005		Puerto Chico	3907503009	
	3907505006			3907503010	
	3907505007			3907504002	
	3907505011		San Fernando	3907502005	
	3907505012			3907502010	
	3907505014			3907502012	
	3907505015			3907502025	
	3907505013			3907502026	
				3907506001	
Centro	3907501003			3907506003	
	3907501004		Tetuán Vía Cornella	3907504004	
	3907501005			3907501006	
	3907501007			3907503002	
	3907501008				
	3907503004				
	3907503006				

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

En cualquier caso, este fenómeno tiene implicaciones severas en la salud de las personas, con especial afección a personas vulnerables de avanzada edad. La adaptación de

las viviendas, con la mejora de los aislamientos, lo que favorece la ventilación cruzada o forzada, así como el control y gestión mediante alertas tempranas y el seguimiento de la población más vulnerable, son medidas que deben priorizarse en los sectores urbanos aquí identificados.

Riesgo derivado de la ocurrencia de episodios de olas de calor

Para la evaluación del riesgo derivado de la ocurrencia de episodios de olas de calor se emplean los resultados del **índice normalizado** de amenaza por ola de calor obtenidos para periodo histórico, y proyectado a corto, medio y largo plazo, que combina intensidad y frecuencia de estos episodios, junto con los resultados de sensibilidad climática obtenidos para eventos de **temperaturas extremas** para horizonte actual y proyectados a 2050 y 2100.

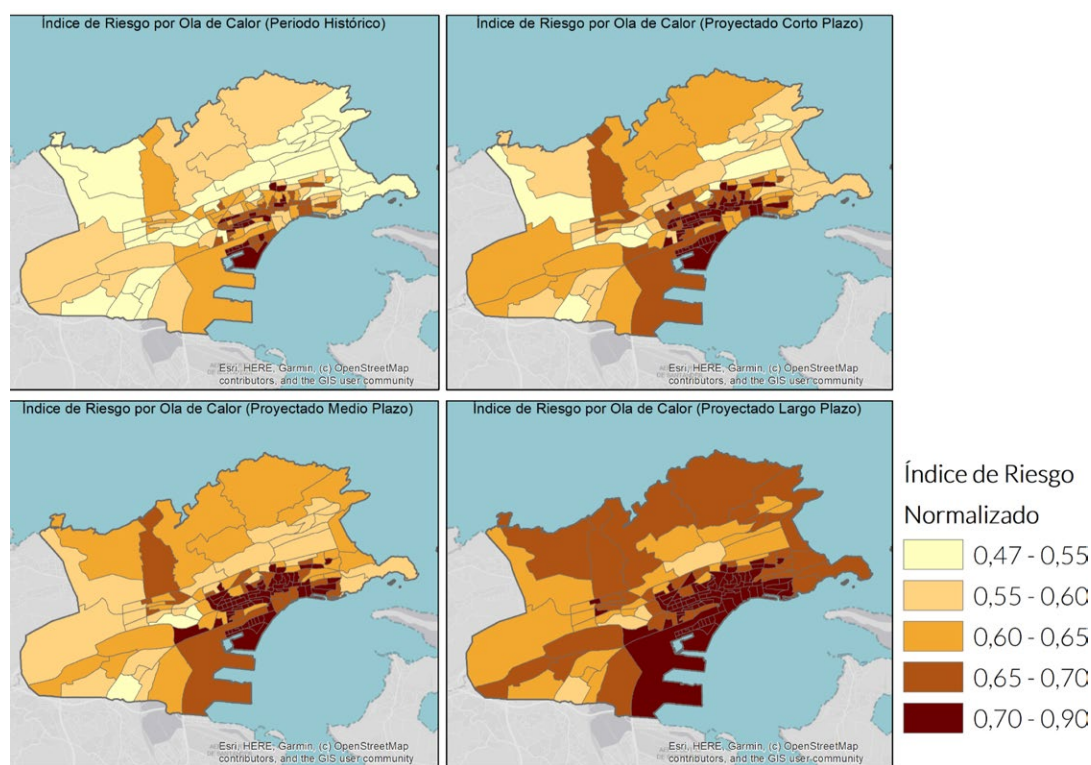


Figura 5.42 Índice de riesgo normalizado por la ocurrencia de olas de calor.

Nota: Para periodo histórico (arriba a la izquierda) proyectado a corto (arriba a la derecha), medio (abajo a la izquierda) y largo plazo (abajo a la derecha) por secciones censales.

Fuente: CINc (UC) - FIC, 2024.

El índice de riesgo normalizado por la ocurrencia de olas de calor mantiene valores de relativa importancia para todos los periodos analizados, con mínimos por encima de 0,47.

Además, se espera que estos episodios adversos tengan una incidencia mayor en los barrios céntricos de la capital, manteniendo valores relativamente más bajos para el resto de los sectores periféricos del municipio.

El índice de riesgo normalizado presenta valores medios de 0,6 en el periodo histórico y de 0,66 para el periodo proyectado a corto y medio plazo, con máximos por debajo de 0,78, 0,83 y 0,85 respectivamente. Para el largo plazo, se observa una tendencia creciente generalizada en el índice de riesgo, que alcanza un valor medio de 0,73 y máximos de 0,87, principalmente asociados a barrios del sector consolidado de la capital y sector portuario. Para los periodos proyectados, se espera un descenso relativamente importante en la componente de sensibilidad climática, que, no obstante, no resulta suficiente para contrarrestar la subida del índice de amenaza. Por lo tanto, este fuerte incremento en el nivel de riesgo para finales de siglo es debido fundamentalmente a una gran subida en el índice de amenaza esperado respecto a los periodos anteriores.

Se muestran a continuación los barrios y secciones censales que alcanzan a final de siglo valores de riesgo muy elevados. La identificación de personas vulnerables en estos sectores permite establecer pautas y programas de gestión del riesgo ante eventos de estas características. Las áreas del centro urbano y del barrio de Cabildo, calle Alta, en Castilla – Hermida, Fernández de los Ríos y San Fernando, son barrios especialmente sensibles a este fenómeno y que cuentan ya con secciones censales que superan umbrales de riesgo muy elevados.

En estos sectores se debe priorizar una batería de acciones centradas en el control de la población más vulnerable y expuesta a este tipo de fenómenos, con protocolos de alerta temprana y gestión de emergencias sanitarias.

CUADRO 5.16. Barrios y secciones censales con índices elevados de riesgo a largo plazo para olas de calor

BARRIO	SECCIÓN CENSAL	OLAS DE CALOR			
		HISTÓRICO	CORTO PLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO
Calle Alta - Cabildo	3907501009				
	3907501010				
	3907506002				
	3907506013				
Calle Alta - Valdecilla	3907506006				
	3907506007				
	3907506009				
	3907506014				

[.../...]

Continuación CUADRO 5.16

BARRIO	SECCIÓN CENSAL	OLAS DE CALOR			
		HISTÓRICO	CORTO PLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO
Campogiro - Cajo	3907506010				
Castilla - Hermida - Pesquero	3907505005				
	3907505006				
	3907505007				
	3907505008				
	3907505009				
	3907505011				
	3907505012				
	3907505014				
	3907505015				
Castilla - Hermida	3907505013				
Cazoña	3907502024				
	3907508006				
Centro	3907501001				
	3907501002				
	3907501003				
	3907501004				
	3907501005				
	3907501007				
	3907501008				
	3907503004				
	3907503006				
Centro / Estaciones	3907505001				
Ciudad Jardín - Cuatro Caminos	3907502008				
	3907502009				
	3907502013				
Estaciones - Catedral	3907505002				
	3907505004				
	3907505010				
Estaciones - Castilla	3907505003				
G. Dávila - Los Castros	3907507005				
La Tierruca	3907502002				
	3907502007				
	3907502022				

[.../...]

Continuación CUADRO 5.16

BARRIO	SECCIÓN CENSAL	OLAS DE CALOR			
		HISTÓRICO	CORTO PLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO
Los Castros - Fernando de Los Ríos	3907507008				
	3907507009				
Los Castros - Los Pinares - V. Del Camino	3907507013				
	3907507014				
	3907507015				
	3907507018				
Prado - San Roque	3907503003				
	3907503005				
	3907503007				
	3907503008				
	3907503013				
	3907503014				
Puerto Chico	3907503009				
	3907503010				
	3907504001				
	3907504002				
	3907504003				
San Fernando	3907502004				
	3907502005				
	3907502006				
	3907502010				
	3907502011				
	3907502012				
	3907502015				
	3907502025				
	3907502026				
	3907506001				
	3907506003				
	3907506005				
San Francisco - Pronillo	3907507002				
	3907507003				

[.../...]

Continuación CUADRO 5.16

BARRIO	SECCIÓN CENSAL	OLAS DE CALOR			
		HISTÓRICO	CORTO PLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO
Tetuán	3907504004				
	3907504005				
	3907504006				
	3907504007				
	3907504008				
Vía Cornella	3907501006				
	3907502020				
	3907502021				
	3907503001				
	3907503002				

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

Las olas de calor están evolucionando hacia eventos de mayor magnitud, duración y afectando a más personas, por lo que requieren de un abordaje integral que incorpore la perspectiva de **salud pública, preparativos y respuesta, y alerta temprana** (OPS, OMS, 2019). El número de muertes atribuibles al calor durante el periodo 2000-2009 para Santander fue de 16 personas (Carmona *et al.*, 2016). No obstante, no contamos con cifras pormenorizadas del impacto del exceso de calor actualizadas. Se dispone de valores absolutos para toda la comunidad de Cantabria. El sistema de monitorización de la mortalidad diaria por todas las causas (MoMo)² fue desarrollado en 2004 en el marco del "Plan de acciones preventivas contra los efectos de las temperaturas excesivas", coordinado por el Ministerio de Sanidad, para reducir el impacto sobre la salud de la población como consecuencia del exceso de temperatura.

En el panel MoMo (Ministerio de Sanidad, 2023) se actualizan diariamente las estimaciones de excesos de mortalidad por todas las causas y atribuibles a un exceso o defecto de la temperatura, por ámbito poblacional (nacional, de comunidad autónoma y provincial), sexo y grupo de edad. La evolución de las muertes atribuibles por exceso de temperatura ha sido muy errática en los últimos años: en 2019 se contabilizaron 3 fallecimientos, 7 en 2020, 2 en 2021 y 3 en 2022. Sin embargo, Cantabria sufre un incremento notable en el periodo estudiado (1 de mayo a 31 de octubre), elevándose la cifra en 2023 hasta los 76 fallecimientos.

Debe indicarse que los episodios de olas de calor del año 2023 fueron extraordinarios e inusuales, con una incidencia muy elevada entre los meses de agosto y septiembre. Las condi-

² Véase: Ministerio de Sanidad (2023). https://momo.isciii.es/panel_momo/

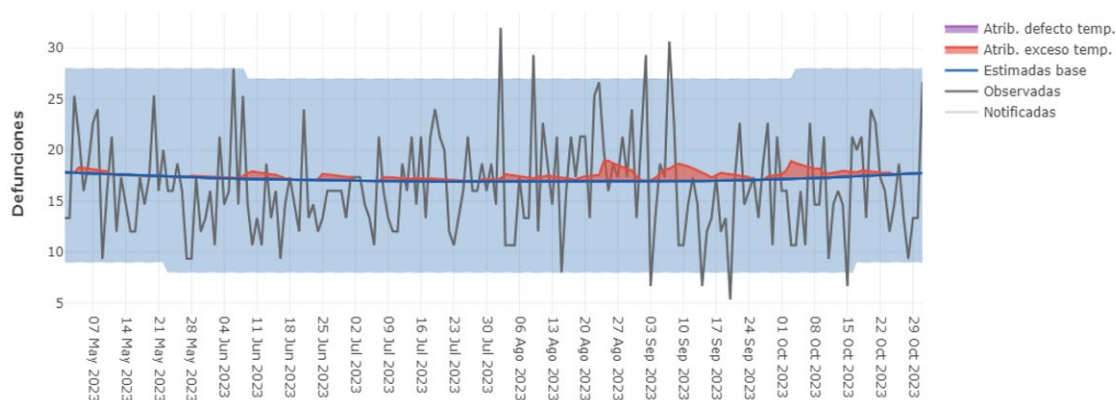


Figura 5.43. Defunciones observadas y estimadas atribuibles al exceso de temperatura.

Fuente: MOMO, 2024.

ciones orográficas de la comunidad de Cantabria determinan la propensión al incremento del impacto por calor en algunos valles de las áreas montañosas, donde se producen concentraciones elevadas de ozono. En sectores donde los límites físicos impuestos por la topografía no son tan evidentes, generalmente en la costa, las situaciones son menos agresivas; no obstante, no podemos descartar, a la luz de los datos, el impacto que las olas de calor tiene sobre municipios costeros como Santander.

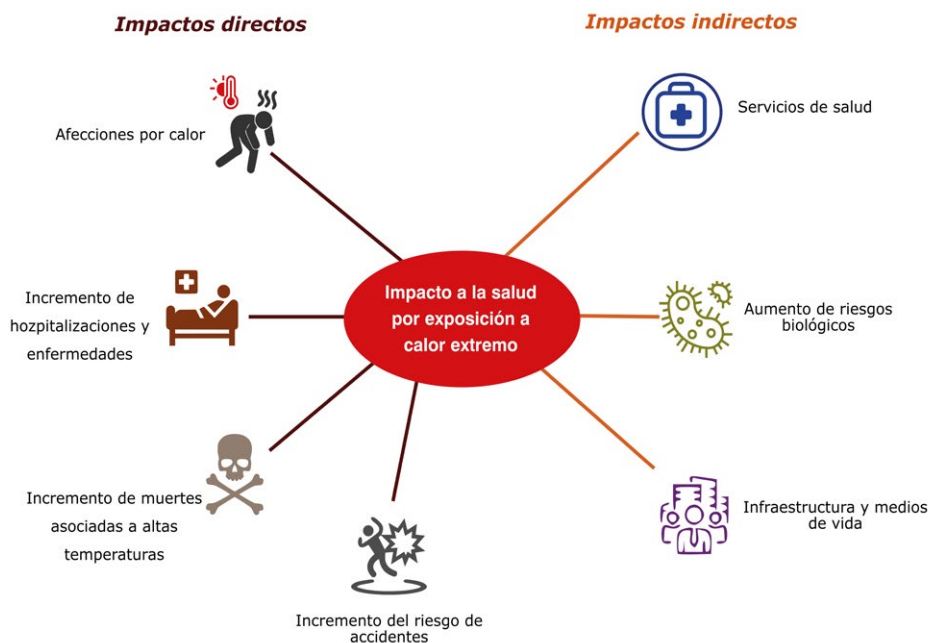


Figura 5.44. Impactos directos e indirectos de la exposición al calor extremo.

Fuente: CINCc (UC) (2024), basado en OPS, OMS (2019).

El exceso de mortalidad registrado en 2023 muestra una situación coyuntural que no puede ser extrapolable a próximos episodios; sin embargo, sí debemos ser conscientes de la magnitud del fenómeno y asegurar una respuesta adecuada para la gestión de las olas de calor.

Los impactos directos e indirectos de la exposición al calor extremo se reflejan en la imagen adjunta. Suponen un conjunto de situaciones que pueden poner en situación crítica a los servicios de salud y asistencia, además de significar un coste considerable en recursos y materiales para el sistema sanitario y de protección civil (figura 5.44).

Riesgo derivado de episodios de sequía meteorológica

El índice de riesgo por sequía meteorológica en Santander se obtiene a través de la integración de los resultados del **índice de amenaza por sequía** para cada horizonte temporal, obtenidos como valor medio normalizado del SPEI acumulado a 24 y 60 meses, junto con los resultados del índice de sensibilidad climática actual y proyectada a medio y largo plazo. El índice de riesgo por sequía para el corto, medio y largo plazo se analiza como valor relativo que trata de establecer una desviación respecto al periodo histórico, considerando la sequía histórica el valor de referencia o valor base.

El índice de riesgo normalizado por la ocurrencia de episodios de sequía mantiene valores bajos a moderados en el corto plazo, con valores medios en torno a 0,38 y máximos por debajo de 0,58, manteniéndose en el umbral de riesgo respecto al periodo histórico y con una incidencia mayor para las áreas del sur, principalmente debido a su mayor sensibilidad.

El riesgo para los sucesivos periodos es creciente, principalmente debido a los incrementos del SPEI acumulado a 24 y 60 meses, y que indican una tendencia hacia umbrales más secos respectivamente. El índice de riesgo normalizado a medio y largo plazo presenta valores medios en torno a 0,46 y 0,58, y máximos por debajo de 0,65 y 0,75, respectivamente. En ambos casos, se espera que estos episodios adversos tengan una incidencia mayor en los barrios céntricos de la capital, manteniendo valores relativamente más bajos para el resto de los sectores periféricos del municipio.

Para los periodos proyectados, se espera un descenso relativamente importante en la componente de sensibilidad climática que, no obstante, no resulta suficiente para contrarrestar la subida del índice de amenaza. Por lo tanto, este incremento en el nivel de riesgo para finales de siglo es debido fundamentalmente al incremento sucesivo en el índice de amenaza esperado respecto al periodo de referencia.

Debemos destacar que el fenómeno de sequía se exacerba para finales de siglo y que son numerosos los barrios y secciones censales que pueden verse afectados con cifras elevadas de índice de riesgo. Los barrios de El Cabildo, calle Alta, Castilla – Hermida y Barrio Pesquero, así como San Fernando, han sido identificados como sectores de riesgo muy alto a medio y largo plazo. Se debe, por tanto, establecer y priorizar un programa de control-seguimiento y respuesta en estos sectores urbanos, dada las numerosas afecciones que, sobre los servicios y la gestión de riesgo público, tienen estos episodios.

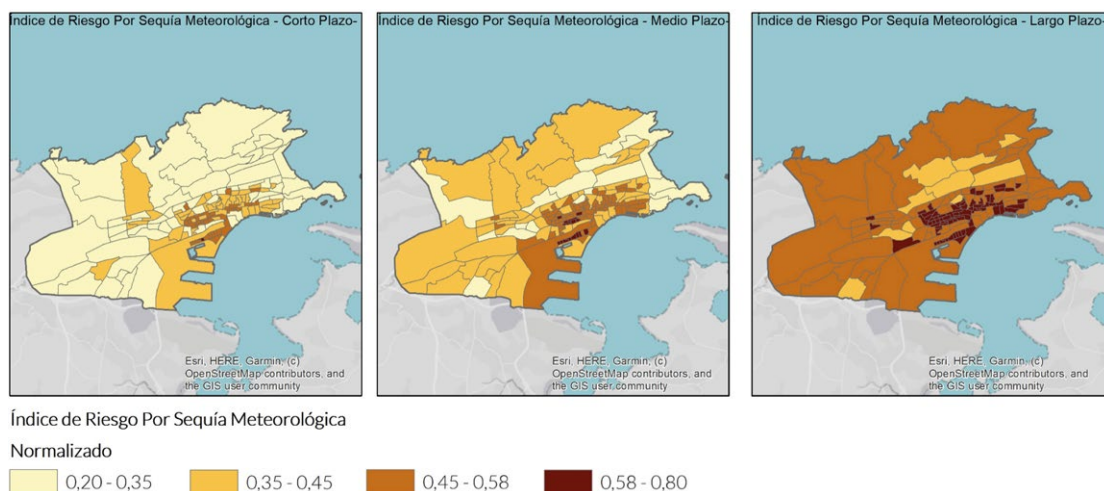


Figura 5.45. Índice de riesgo por sequía meteorológica.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

CUADRO 5.17. Conjunto de barrios y secciones censales con elevados índices de riesgo por sequía

BARRIO	SECCIÓN CENSAL	SEQUÍA		
		CORTO PLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO
Calle Alta - Cabildo	3907501009			
	3907501010			
	3907506002			
	3907506013			
Calle Alta - Valdecilla	3907506006			
	3907506007			
	3907506014			
Campogiro - Cajo	3907506010			
Castilla - Hermida - Pesquero	3907505005			
	3907505006			
	3907505007			
	3907505011			
	3907505012			
	3907505014			
	3907505015			
	3907505013			
Cazoña	3907502024			
	3907508006			

[.../...]

Continuación CUADRO 5.17

BARRIO	SECCIÓN CENSAL	SEQUÍA		
		CORTO PLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO
Centro	3907501001			
	3907501003			
	3907501004			
	3907501005			
	3907501007			
	3907501008			
	3907503004			
	3907503006			
Ciudad Jardín - Cuatro Caminos	3907502008			
	3907502009			
	3907502013			
Estaciones - Catedral	3907505002			
	3907505004			
	3907505010			
	3907505003			
La Tierruca	3907502002			
	3907502007			
Los Castros - Fernando de Los Ríos	3907507008			
	3907507009			
Los Castros - Los Pinares - V. Del Camino	3907507013			
	3907507014			
	3907507015			
	3907507018			
Prado - San Roque	3907503005			
	3907503008			
	3907503013			
Puerto Chico	3907503009			
	3907503010			
	3907504002			
	3907504003			
San Fernando	3907502004			
	3907502005			
	3907502006			
	3907502010			

[.../...]

Continuación **CUADRO 5.17**

BARRIO	SECCIÓN CENSAL	SEQUÍA		
		CORTO PLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO
San Fernando	3907502011			
	3907502012			
	3907502015			
	3907502025			
	3907502026			
	3907506001			
	3907506003			
	3907506005			
San Francisco - Pronillo	3907507002			
	3907507003			
Tetuán	3907504004			
	3907504006			
	3907504007			
Vía Cornella	3907501006			
	3907502020			
	3907502021			
	3907503002			

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

5.3.3. Riesgo derivado de viento extremo

Riesgo derivado de episodios de rachas de viento de componente sur

Para la evaluación del riesgo derivado de la ocurrencia de rachas de viento de componente sur se emplean los resultados del **índice normalizado de amenaza**, obtenido a través del valor medio por sección censal de la racha máxima de componente sur para periodo histórico, y proyectado a corto, medio y largo plazo, junto con los resultados de sensibilidad climática obtenidos para eventos de viento extremo para horizonte actual y proyectados a 2050 y 2100, y junto con los resultados de exposición, obtenidos a través del porcentaje de superficie con orientación sur por sección censal.

El índice de riesgo normalizado por la ocurrencia de rachas de viento de componente sur mantiene valores de relativa importancia para todos los periodos analizados, con mínimos de 0 para las secciones exentas de laderas con orientación sur y mínimos por encima de 0,39 para las restantes secciones. Además, se espera que estos episodios adversos tengan una

incidencia mayor en el sector sur del municipio, incluyendo el área portuaria y los barrios céntricos de la capital, manteniendo valores relativamente más bajos para el resto de los sectores periféricos del municipio.

El índice de riesgo normalizado presenta valores medios de 0,69 en el periodo histórico y de 0,68 y 0,66 para el periodo proyectado a corto y medio plazo, con máximos que alcanzan niveles de 0,97, 0,96 y 0,92 respectivamente. Para el largo plazo, se observa una tendencia a la baja generalizada en el índice de riesgo, que alcanza un valor medio de 0,62 y máximos de 0,87, principalmente asociados a barrios del sector consolidado de la capital. Este descenso en los periodos proyectados es debido principalmente a una bajada del índice de sensibilidad climática a futuro, junto con un descenso, en este caso, poco notorio en el índice de amenaza.

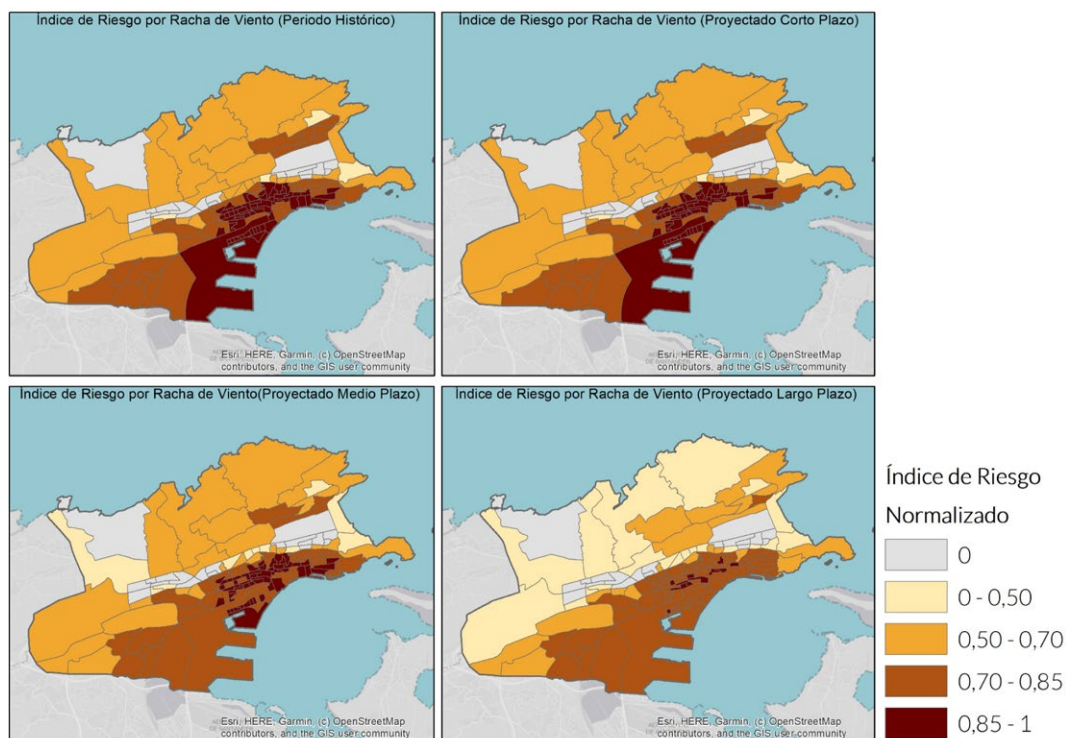


Figura 5.46. Índice normalizado de riesgo por rachas de viento de componente sur.

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

A continuación, se muestra el listado de barrios con sus secciones censales que mantienen unos índices de riesgo a rachas de viento sur muy elevados, a pesar de la reducción general del viento a largo plazo. Con una distribución muy desigual, el impacto de este fenómeno sobre las edificaciones puede ser considerable, por lo que el mantenimiento de estas, con la

revisión de elementos de fachada y de posibles piezas sueltas en cubierta y tejados, se debe programar y gestionar desde el ámbito privado. Las viviendas situadas en puntos elevados y orientación sur y sureste, y que además cuenten con alturas superiores a cinco pisos, son especialmente vulnerables a este fenómeno.

Por otro lado, las afecciones que sobre la salud tiene esta componente climática debe ser considerada por los servicios sanitarios y con el control de la población vulnerable de estos sectores.

CUADRO 5.18. Barrios y secciones que mantienen altos índices de riesgo a largo plazo por viento extremo

BARRIO	SECCIÓN CENSAL	VIENTO EXTREMO			
		HISTÓRICO	CORTO PLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO
Calle Alta - Cabildo	3907501009				
	3907506002				
	3907506013				
Calle Alta - Valdecilla	3907506014				
Castilla - Hermida - Pesquero	3907505007				
Centro	3907501003				
	3907501004				
	3907501008				
Puerto Chico	3907503009				
San Fernando	3907502025				
	3907506001				

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

5.3.4. Riesgo derivado de inundación costera

Riesgo derivado de eventos de inundación costera sobre el medio urbano

El índice de **riesgo normalizado** por eventos de inundación costera presenta valores muy altos para el sector coincidente con las costas del Sardinero en todos los escenarios analizados respecto al resto de los sectores costeros del municipio.

Para el escenario histórico, el índice de riesgo mantiene valores moderados para el sector costero del norte del municipio, incluyendo el área costera adyacente a la ría San Pedro del Mar, Bañaperros y El Bocal, y valores relativamente bajos para el resto de los barrios costeros amenazados al norte, este y sur del municipio.

A mediados de siglo, para el escenario de emisión RCP8.5, se prevé un nivel de riesgo similar respecto al escenario histórico, que puede afectar además al barrio urbano adyacente al sector del Sardinero, debido a la mayor extensión que abarca la mancha de inundación costera en ese sector para ese periodo.

A finales de siglo, para el escenario de emisión RCP8.5, se esperan mayores incrementos en el nivel de riesgo, principalmente para el sector del este y sur del municipio. Además, se incluyen nuevos barrios que podrían presentar impactos frente a eventos de inundación costera. El índice de riesgo alcanza en este escenario su valor más alto en el sector del Sardinero, seguido del sector urbano consolidado del sur del municipio.

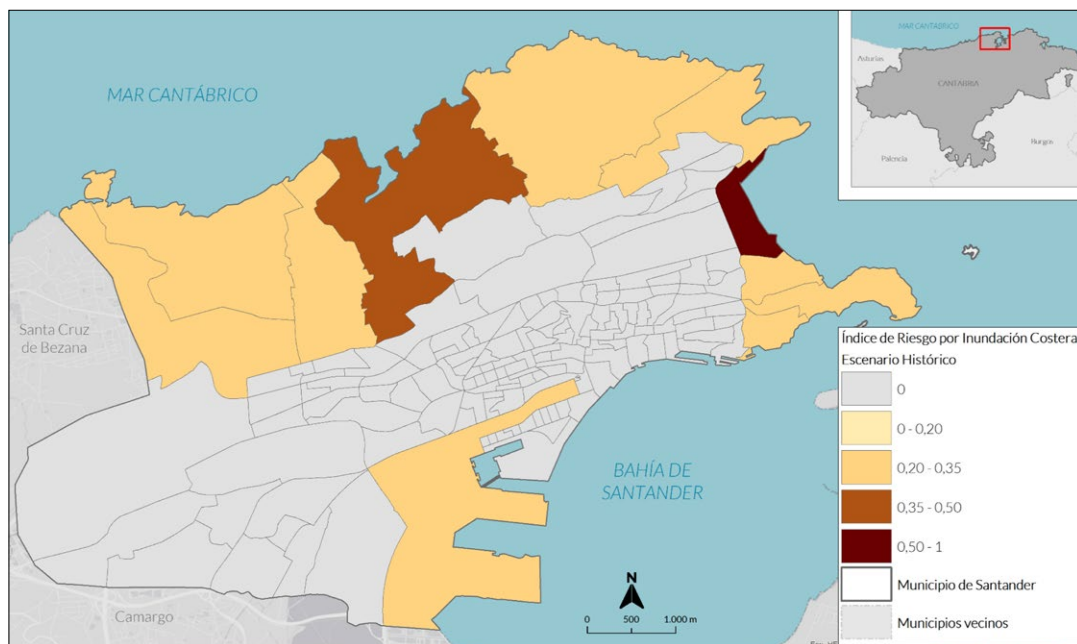


Figura 5.47. Índice de riesgo normalizado por inundación costera, escenario histórico.

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

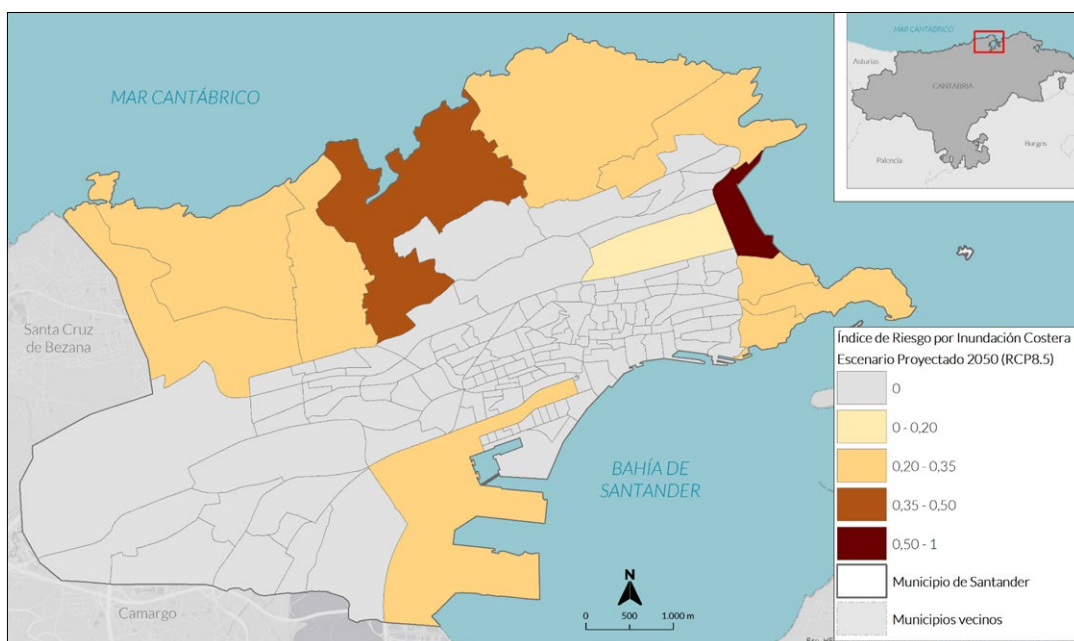


Figura 5.48. Índice de riesgo normalizado por inundación costera, escenario proyectado a 2050 (RCP8.5).

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

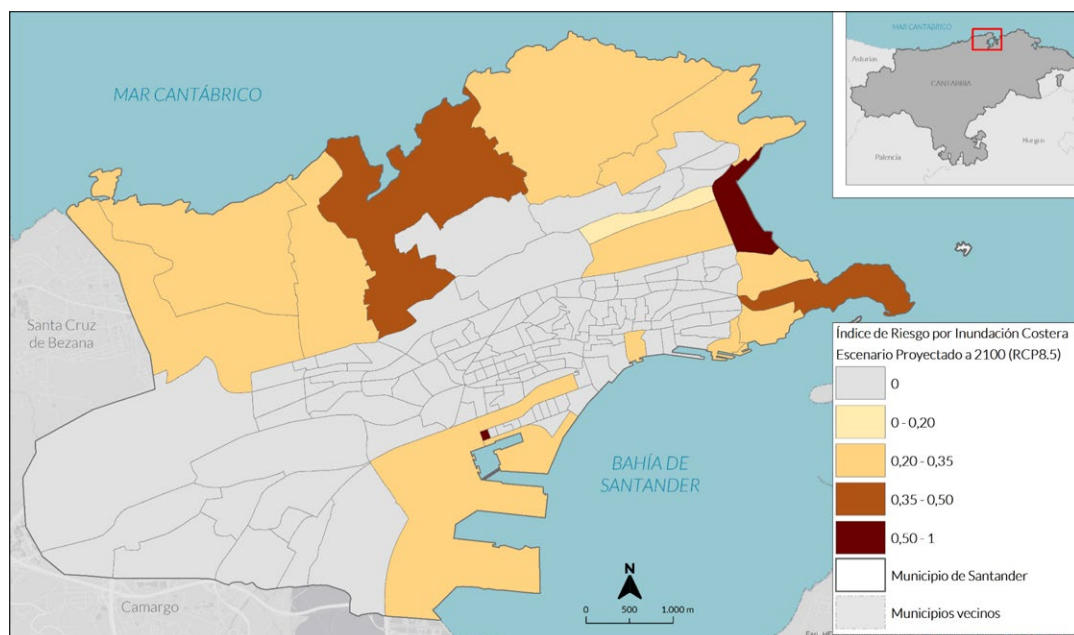


Figura 5.49. Índice de riesgo normalizado por inundación costera, escenario proyectado a 2100 (RCP8.5).

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

CUADRO 5.19. Barrios y secciones censales con riesgo medio, alto y muy alto a largo plazo por inundación costera

BARRIO	SECCIÓN CENSAL	INUNDACIÓN COSTERA		
		ACTUAL	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO
Puerto Chico	3907504001			
Tetuán	3907504008			
Sardinero	3907504009			
	3907504010			
	3907504011			
	3907504012			
	3907504013			
Castilla - Hermida - Pesquero	3907505008			
	3907505009			
	3907505015			
Monte	3907508009			
Cueto	3907508011			
	3907508012			
San Román de la Llanilla	3907508007			
	3907508024			

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

La subida del nivel del mar, con fenómenos extremos como las marejadas ciclónicas, suponen un riesgo evidente sobre el litoral de la ciudad de Santander. Los impactos más significativos se producen en las playas del municipio, con retrocesos y pérdida de arena, lo que pone en riesgo áreas peatonales e infraestructuras. El barrio de El Sardinero y el conjunto de playas de su entorno, en especial la Segunda Playa, es un sector altamente vulnerable que mantiene índices de riesgo muy alto a lo largo de los diferentes periodos analizados. Esta situación puede hacer elevar la cota en determinadas zonas costeras, donde, en periodos de viento sur intenso, el agua puede afectar a diversos sectores de Castilla – Hermida y Puerto Chico. Igualmente, las playas del norte incluidas en los barrios de Cueto hasta San Román de la Llanilla pueden verse afectadas e incrementar los valores de riesgo.

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS ESTRATÉGICAS PARA SCN

F. García, C. Ribalaygua, N. Herrera, L. Asensio, C. Gil, J. González, D. Rasilla, P. Fernández, S. Pérez, F. Conde

Partiendo de un diagnóstico integral, se proponen varias **propuestas estratégicas** para Santander Capital Natural. Se trata de proyectos temáticos que recogen las principales ideas y soluciones aportadas a lo largo del proceso, tanto en los talleres técnicos y ciudadanos como en las sesiones técnicas desarrolladas con personas expertas.

5.4.1. Diagnóstico

Una vez elaborados los índices de riesgo específicos para cada amenaza, las conclusiones transversales identifican cuatro principales grupos de riesgo a los que se enfrenta Santander: el impacto de las **precipitaciones extremas**, las **elevadas temperaturas**, las posibles afecciones a la salud y a las edificaciones producidas por el **viento extremo**, y finalmente, los impactos sobre el litoral debido a las **inundaciones costeras**. Todo ello pone de manifiesto la necesidad de afrontar un conjunto de medidas de adaptación que den una respuesta eficaz en la resiliencia de Santander al clima.

Requiere una atención prioritaria abordar los riesgos asociados a eventos de **inundación pluvial**, especialmente en áreas urbanas críticas como Castilla-Hermida y el centro de la ciudad de Santander. Estos lugares muestran un impacto severo, debido a la variabilidad de las precipitaciones, lo que compromete el sistema de drenaje existente y requiere la ampliación de la red con sistemas separativos o el aumento de secciones de colectores.

Si bien el riesgo de **inundación fluvial** es prácticamente inexistente, conviene identificar y proteger estas áreas poco afectadas actualmente para reducir riesgos futuros, colaborando con el municipio de Santa Cruz de Bezana para restaurar ambientalmente estas zonas.

También es destacable el riesgo asociado a las **altas temperaturas**, que requiere la definición de áreas de adaptación urbana (García, 2019), enfatizando la necesidad de implementar acciones adaptativas en los polígonos industriales cercanos al puerto y en las áreas con alta densidad de población vulnerable. Las olas de calor, la sequía prolongada y la amenaza de noches cálidas son cuestiones que también requieren atención, especialmente en barrios densamente poblados como la calle Alta, las Estaciones y Castilla-Hermida, donde se recomienda mejorar las condiciones de las viviendas y establecer protocolos de alerta temprana para proteger a la población vulnerable.

La exposición a **viento extremo**, especialmente las de componente sur, tiene una afección especial sobre la población vulnerable, también sobre la edificación en altura y situada en primera línea de impacto de esas rachas.

Para completar este diagnóstico, cabe destacar el riesgo asociado a la **subida del nivel del mar**, en combinación con fenómenos tormentosos o marejadas ciclónicas (lo que afectaría principalmente a las playas del municipio, como El Sardinero), y la necesidad de establecer diversas medidas de protección en otras áreas costeras vulnerables.

Destaca, por tanto, la necesidad de tomar medidas para proteger a la población y las infraestructuras de los riesgos asociados al cambio climático en la ciudad de Santander, para favorecer la recuperación temprana ante eventos extremos. El conjunto de medidas que a continuación se proponen buscan dar respuesta mediante el control y la gestión de los impactos asociados a los riesgos analizados.

5.4.2. Propuestas estratégicas para Santander Capital Natural

En coherencia con el diagnóstico previo, se proponen cuatro estrategias centradas en el reto de hacer frente a los impactos principales deducidos para el escenario futuro en el municipio de Santander, en el marco del proyecto Santander Capital Natural. Estas propuestas identifican los principales objetivos de adaptación a partir de las necesidades detectadas en el estudio y contando con la colaboración de instituciones y personas expertas, así como la ciudadanía.

1. Desarrollar una infraestructura verde como recurso transversal de adaptación

Los beneficios que la presencia de naturaleza aporta en términos de salud, bienestar, sostenibilidad ambiental y resiliencia ante el cambio climático llevan a la necesidad de incorporar este recurso como herramienta clave en la mejora de las ciudades. En el contexto del cambio climático, algunos de los servicios que proporciona la infraestructura verde contribuyen drásticamente a la mejora de la calidad del aire, la mitigación de los gases de efecto invernadero, la regulación del clima urbano y la adaptación del tejido urbano a las amenazas directas, en especial a la pluviometría extrema y la subida de las temperaturas.

Por todo ello, la identificación y el desarrollo de una potente infraestructura verde en la ciudad de Santander es una medida transversal determinante para conseguir una ciudad realmente resiliente. La infraestructura verde debe ser planificada, diseñada y mantenida para maximizar sus beneficios, minimizando los impactos negativos. Para garantizar su efectividad, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- La conectividad de los espacios verdes
- El tipo de vegetación
- La gestión del agua
- La participación de la comunidad en su desarrollo y mantenimiento

La **conectividad ecosistémica** de la infraestructura verde es necesaria para promover la biodiversidad y proporcionar servicios ecosistémicos estratégicos para la adaptación urbana de Santander. Los corredores ecológicos y la conectividad entre áreas verdes pueden contribuir a aumentar la resiliencia de los ecosistemas urbanos frente a los impactos del cambio climático, como las olas de calor, las inundaciones y las sequías, ayudando a regular el ciclo del agua, mejorando la calidad del aire, controlando la erosión del suelo o proporcionando hábitats para la polinización y el control de plagas.



Figura 5.50. Conectividad ecosistémica de la infraestructura verde de Santander.

Fuente: CINc (UC), 2024.

En el caso de Santander, **el corredor de la Vaguada de Las Llamas** se ha convertido en el centro de gravedad de un complejo sistema multifuncional que permite la conectividad entre las áreas rurales del norte y los polos ajardinados, generalmente en áreas privadas, del este (El Sardinero) y del suroeste (Nueva Montaña). Una estructura verde con una componente **este – oeste** muy marcada, definida por las condiciones topográficas, y cuya protección y fomento deben ser una cuestión estratégica por introducir en los documentos normativos de desarrollo del planeamiento urbanístico.

Por tanto, el diseño de la infraestructura verde municipal deberá optimizar el potencial de conectividad entre los espacios verdes públicos y privados. Una evaluación inicial de las parcelas privadas destinadas a espacios verdes ajardinados o naturalizados, bien por falta de edificaciones o usos específicos, suman casi tres millones de metros cuadrados de superficie.

Equivale, por tanto, al 44 % del espacio verde existente dentro del suelo urbano.

El desarrollo del Plan de Infraestructura Verde, incorporado como acción específica dentro de la estrategia Santander Capital Natural, ofrece la oportunidad de integrar los potenciales lugares del espacio privado que pueden ser incorporados en la red ecosistémica. Estos espacios verdes facilitan la conexión de los potentes equipamientos verdes urbanos que funcionan como corredores lineales estratégicos, la península de la Magdalena y los acantilados litorales (Peligros – Magdalena - El Camello), el sistema verde costero nororiental (El Faro, parque de Mataleñas – parque de Mesones), los corredores transversales (Las Llamas – parque de Sotileza o del Agua – parque del Doctor Morales o de la Vaca – La Remonta) y sus prolongaciones hacia Peñacastillo y hasta las marismas del canal de Raos. No hay que olvidar el extenso espacio rural del norte, donde es posible recuperar, a través de su red de caminos y sendas, un entramado lineal de encinar costero, antaño abundante, que potencie los valores naturales del área y proteja de la influencia de los vientos del norte y del noroeste.

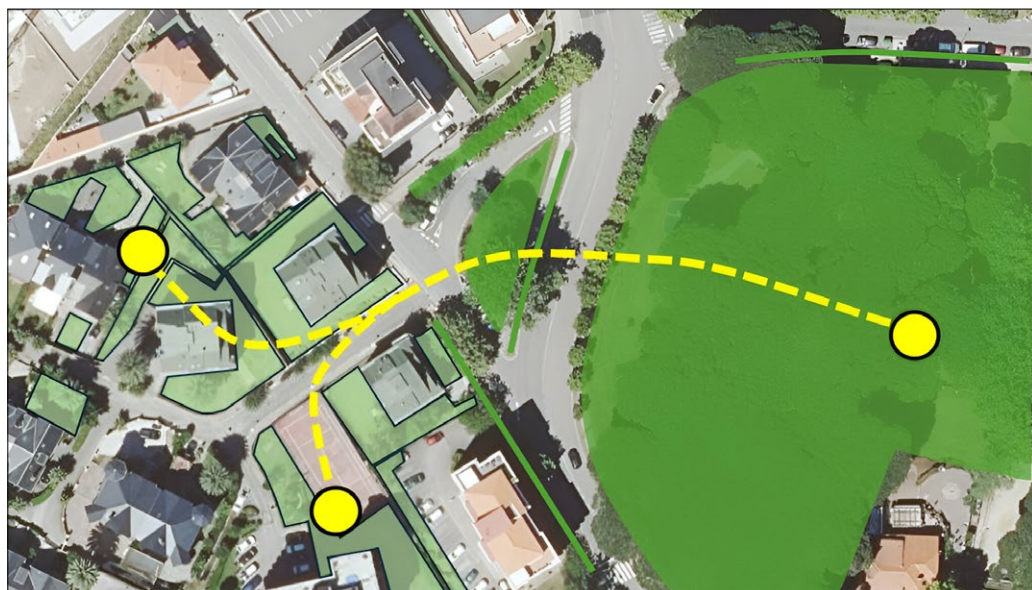


Figura 5.51. *Potencial conectividad entre espacios verdes privados y públicos.*

Fuente: CINCc (UC), 2024.

Las condiciones naturales históricas³ de Santander distan de los **escenarios climáticos** futuros desarrollados por la FIC para este plan (contando con las últimas técnicas de *downscaling*

³ Para la comprensión de los orígenes de la conectividad ecosistémica del municipio, y dentro del proyecto SCN, en febrero de 2023 Sebastián Pérez y Sara Núñez procedieron a la recogida de un total de 15 muestras de sedimento destinadas a ser estudiadas desde el punto de vista palinológico en la necrópolis medieval de Los Azogues, Santander. Las muestras presentaron características relativamente homogéneas a lo largo de la secuencia estudiada. De este análisis se deduce

estadístico). Los escenarios futuros de clima dibujan un horizonte en el que la subida generalizada de las temperaturas puede comprometer la capacidad resiliente de las tradicionales especies arbóreas y arbustivas que se han desarrollado en el municipio.

En este contexto climático futuro no todas las especies vegetales contemporáneas tendrán opciones de sobrevivir. Por ello, el plan aporta un listado de **especies vegetales adaptadas**. El objetivo es proporcionar un listado de especies adaptadas para las plantaciones por los servicios técnicos municipales y dentro de las acciones recogidas en el proyecto Santander Capital Natural, a partir del análisis del potencial comportamiento de estas especies ante las nuevas condiciones. Conviene señalar la posibilidad de encontrar microclimas favorables en ciertas zonas de la ciudad, sin embargo se debe considerar el estrés que pueden sufrir estas especies en un futuro próximo.

En la realización de este análisis destaca la valoración realizada a solicitud del equipo redactor por el Dr. Mariano Sánchez García (Real Jardín Botánico de Madrid), que se plasma en el cuadro 5.20, donde se identifica el comportamiento de las especies actuales en un escenario de incremento de las temperaturas y el cambio en el régimen de precipitaciones previsto. El cuadro recoge el comportamiento para 2050 y 2100 de **42 especies de árboles y plantas arbustivas**, mediante un semáforo de cuatro colores. El color verde representa un comportamiento favorable a la evolución del clima para cada horizonte. En amarillo se representan aquellas especies que, para 2050, pueden emplearse con cierta precaución, en función de dónde se realicen las plantaciones. Estas especies requieren superficies ligeramente protegidas del sol de la tarde en los meses de verano, estableciendo nuevas zonificaciones o situándolas a media sombra de otras plantas.

Prácticamente la totalidad de las especies, en un horizonte lejano (2100), empeorarán su capacidad de resistencia a las condiciones ambientales, situándose en las franjas de color naranja y rojo. Las especies en estas condiciones requieren de riego ante las olas de calor y los periodos de sequía. Una estrategia adecuada pasaría por realizar plantaciones en zonas de semisombra o a la sombra de árboles o grandes arbustos, y en lugares donde después de una lluvia se almacene cierta cantidad de agua en el subsuelo.

que el lugar del yacimiento estaría compuesto a nivel paisajístico por un bosque de tipo caducifolio en lo que se refiere al estrato arbóreo, en donde especies como el roble, el sauce o el avellano tienen una buena presencia en el paisaje. A estas especies las acompañan otras típicas del cortejo del bosque caducifolio, como serían el aliso, el abedul o el Fresno, evidenciando de este modo un momento climático relativamente húmedo.

Apoya también la tesis de un clima húmedo la presencia de vegetación hidro-higrófila, como son los diferentes tipos de helechos. No obstante, el espacio que rodeaba al yacimiento habría estado dominado más por zonas abiertas, en las que la vegetación herbácea era la más importante, siendo los arbustos muy escasos. En concreto, el dominio paisajístico correspondía a pastizales de gramíneas junto con comunidades antrópicas-nitrófilas, lo que podría estar evidenciando que esta población habría estado ligada, entre otras cosas, a actividades económicas productoras, pues estos pastizales de gramíneas corresponderían a pastizales de uso ganadero.

CUADRO 5.20. Listado de especies propuesta para plantaciones en Santander

N.º	ESPECIE	2050	2100
1	Cajiga (<i>Quercus robur</i>)		
2	Rebollo (<i>Quercus pyrenaica</i>)		
3	Encina costera (<i>Quercus ilex subsp. ilex</i>)		
4	Castaño (<i>Castanea sativa</i>)		
5	Haya (<i>Fagus sylvatica</i>)		
6	Abedul (<i>Betula alba / celtiberica</i>)		
7	Fresno (<i>Fraxinus excelsior</i>)		
8	Aliso (<i>Alnus glutinosa</i>)		
9	Tilo de hoja grande (<i>Tilia platyphyllos</i>)		
10	Tilo de hoja pequeña (<i>Tilia cordata</i>)		
11	Sauce blanco (<i>Salix alba</i>)		
12	Salguera negra (<i>Salix atrocinerea</i>)		
13	Olmo (<i>Ulmus glabra</i>)		
14	Olmo (<i>Ulmus minor</i>)		
15	Nogal (<i>Juglans regia</i>)		
16	Arce campestre (<i>Acer campestre</i>)		
17	Arce pseudoplatano (<i>Acer pseudoplatanus</i>)		
18	Cerezo (<i>Prunus avium</i>)		
19	Cerezo de Santa Lucía (<i>Prunus mahaleb</i>)		
20	Acebo (<i>Ilex aquifolium</i>)		
21	Laurel (<i>Laurus nobilis</i>)		
22	Madroño (<i>Arbutus unedo</i>)		
23	Labiérnago (<i>Phillyrea latifolia</i>) [Taxón]		
24	Aladierno (<i>Rhamnus alaternus</i>)		
25	Lentisco (<i>Pistacia lentiscus</i>)		
26	Aligustre (<i>Ligustrum vulgare</i>)		
27	Arraclán (<i>Frangula alnus</i>)		
28	Avellano (<i>Coryllus avellana</i>)		
29	Espino albar (<i>Crataegus monogyna</i>)		
30	Manzano silvestre (<i>Malus sylvestris</i>)		
31	Peral silvestre (<i>Pyrus cordata / pyrastrer</i>)		
32	Mostajo (<i>Sorbus aria</i>)		
33	Serbal de cazadores (<i>Sorbus aucuparia</i>)		
34	Endrino (<i>Prunus spinosa</i>)		
35	Agracejo (<i>Berberis vulgaris</i>)		
36	Cornejo (<i>Cornus sanguinea</i>)		
37	Bonetero (<i>Euonymus europaeus</i>)		
38	Sauco (<i>Sambucus nigra</i>)		
39	Viburno (<i>Viburnum lantana</i>)		
40	Durillo (<i>Viburnum tinus</i>)		
41	(<i>Rosa canina</i>)		
42	(<i>Rosa sempervirens</i>)		

Fuente: CINCC (UC), 2024, a partir de listado aportado por el Ayuntamiento de Santander.

Con el cambio global también se deben desarrollar **nuevas técnicas de jardinería**, puesto que los métodos tradicionales no siempre ofrecen una adecuada adaptación. Se debe procurar la creación de bancales o acolchados inorgánicos, para que el agua de lluvia se aproveche al máximo y se reduzca la evaporación con la incidencia del sol. Por ejemplo, el uso de combinaciones de plantaciones y la colocación de piedras con bancales específicos para cada planta o grupo de ellas, para conseguir captar el agua de lluvia con un tratamiento adecuado del subsuelo. En este sentido, las soluciones de jardines de lluvia pueden ser una medida eficaz, fomentando técnicas de diseño paisajístico que maximicen la eficiencia hídrica.

Frente a los esperados cambios en la distribución anual de las precipitaciones y el aumento del número de días con temperaturas elevadas y duración de las olas de calor, se hace imprescindible una adecuada **gestión del agua**. Los espacios verdes urbanos, tanto públicos como privados, requieren una gestión adaptada, basada en ordenanzas consecuentes con el cambio climático. Además de las ya mencionadas técnicas en el uso de especies adaptadas al futuro clima de Santander y el diseño de los espacios verdes para reducir el consumo de agua, y en el que el almacenamiento del agua de lluvia debe concebirse como una prioridad, es clave también el **control de las pérdidas y fugas** de agua del sistema de distribución. Priorizar los esfuerzos en la detección de fugas y el ahorro en el consumo permitirá una mejor adaptación a los periodos de sequía.

Consideramos que la **participación de la comunidad**, en el desarrollo y mantenimiento de la infraestructura verde municipal (tanto los espacios públicos como los privados), es determinante para obtener los máximos beneficios. Los programas de capacitación y campañas de sensibilización sobre la sequía y la gestión del agua, así como la promoción de la gestión adecuada del recurso y la adopción de prácticas de jardinería sostenibles, permitirán alcanzar los objetivos de resiliencia que ofrece una buena red ecosistémica impulsada por la ciudadanía.

2. Permeabilizar el suelo para hacer frente a las inundaciones pluviales

Los escenarios de clima muestran que el volumen total de precipitaciones en el largo plazo no sufrirá variaciones significativas; sin embargo, el aumento de los periodos secos implica que los eventos de lluvias torrenciales en cortas franjas de tiempo se incrementarán. Por tanto, la red de drenaje municipal puede verse comprometida y provocar que las aguas residuales se viertan a la superficie, lo que representa un riesgo para la salud pública y el medio ambiente. Las inundaciones pueden provocar daños en propiedades, interrupciones en el tráfico y riesgos para la seguridad de las personas.

Para hacer frente a las inundaciones pluviales y reducir los impactos de las precipitaciones extremas en Santander, es necesario implementar una serie de estrategias que aumenten la **permeabilidad** y la **capacidad de drenaje**.

La mejora y el rediseño de la **red de saneamiento** municipal en las áreas identificadas de riesgo implica la ampliación de las secciones de los colectores existentes, así como la implemen-

tación de una red separativa de aguas pluviales que permita gestionar de manera más eficiente el flujo de agua de lluvia y evitar la saturación del sistema de alcantarillado. Algunos sectores, como el entorno del Ayuntamiento en la calle Jesús de Monasterio, la calle Gerardo de Alvear y la avenida de Candina, en el polígono industrial del mismo nombre, o algunos tramos de la calle Castilla, pueden requerir estudios específicos para la implementación de mejoras en la red.

Igualmente, se debe reforzar la **vigilancia y control de la red de evacuación pluvial** de los diversos túneles con los que cuenta la ciudad, por ser estos tramos especialmente vulnerables al colapso vehicular por encharcamientos e inundaciones.

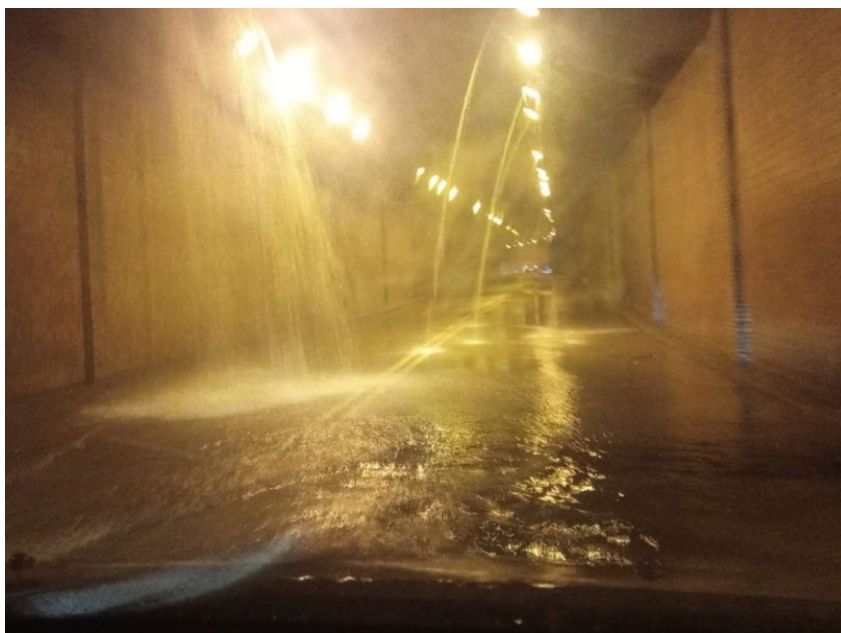


Figura 5.52. Encharcamiento en el túnel de la calle Burgos, Santander.

Fuente: CINCc (UC), junio 2023.

Algunas áreas recurrentes con eventos de inundación, como la urbanización Santiago Mayor en Nueva Montaña o la calle Joaquín Salas, próximo al polígono de Mercasantander, pueden ser resueltas con soluciones técnicas dirigidas a controlar la apertura al mar y el sistema de drenaje del canal de Raos, implementando el sistema de evacuación.

Adicionalmente, la **construcción de tanques de tormenta** es una estrategia efectiva para reducir el impacto de las precipitaciones extremas. Los tanques de tormenta son estructuras de almacenamiento subterráneo que retienen temporalmente el exceso de agua de lluvia y la liberan de manera controlada a la red de drenaje, evitando así desbordamientos e inundaciones. El municipio cuenta ya con este tipo de infraestructuras, pero no es descartable la instalación de otros nuevos en otros puntos de interés.



Figura 5.53. Localización de posibles zonas de encharcamiento
(Santiago Mayor – Avenida de Parayas).

Fuente: CINCc (UC) (2024).

Para impulsar la **permeabilización** del casco urbano, una de las principales medidas es la adopción de sistemas urbanos de drenaje sostenible (**SUDS**). Se trata de sistemas de drenaje basados en técnicas capaces de capturar y retener temporalmente las precipitaciones, empleando elementos como pavimentos permeables o jardines de lluvia, entre otros. Las diversas soluciones de SUDS permiten infiltrar el agua lentamente en el subsuelo, lo cual reduce el volumen de escorrentía superficial que llega a la red de drenaje. Es fundamental que estas medidas se integren en una estrategia global de gestión del ciclo del agua, considerando tanto la infraestructura verde como las soluciones basadas en la naturaleza. Combinando la creación de corredores verdes, y la protección y restauración de los ecosistemas hídricos (que actúan como amortiguadores naturales frente a las inundaciones), los proyectos de renaturalización de espacios impermeabilizados, como la transformación de áreas pavimentadas en parques y zonas privadas, contribuirán a aumentar la capacidad de absorción del suelo y a reducir la escorrentía, con lo que se mitigará el riesgo de inundaciones.

3. Incorporar soluciones de diseño urbano para combatir las islas de calor

Para que la ciudad de Santander sea más resiliente al calor extremo y pueda reducir los impactos de las islas de calor urbano, las estrategias deberán abordar tanto la mitigación como la adaptación al cambio climático.

En cuanto a las estrategias de mitigación, la promoción de medios de transporte sostenible como la bicicleta y el transporte público no contaminante contribuirán a una reducción notable de las emisiones de gases de efecto invernadero, lo cual reducirá el calentamiento urbano generado por los vehículos motorizados. En términos de adaptación, es necesaria una **planificación urbana sostenible** que impulse el incremento de la vegetación urbana con la plantación de árboles y la creación de **zonas de sombra**, dirigidas a reducir la temperatura

ambiente. Además de absorber el dióxido de carbono, el arbolado urbano tiene capacidad termorreguladora y ayuda a mejorar la calidad del aire, con los consiguientes efectos positivos en la salud de la población.

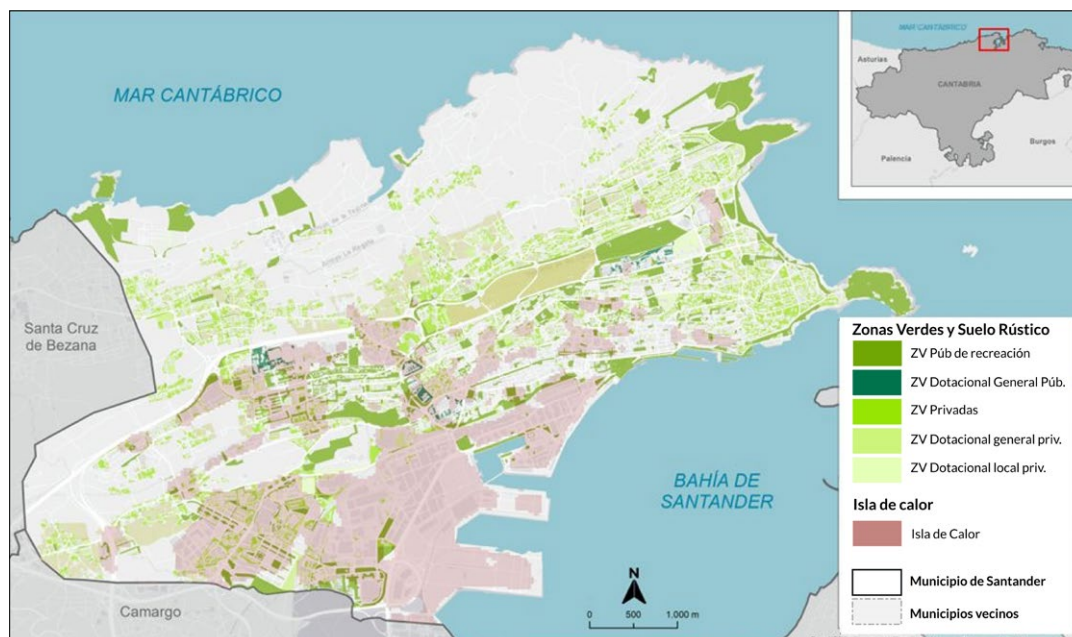


Figura 5.54. Superposición de islas de calor urbano y zonas verdes.

Fuente: CINCc (UC), 2024.

Las **islas de calor urbano de Santander** vienen determinadas, en ciertos periodos del año, por las condiciones orográficas del municipio, la dirección e intensidad del viento, y la concentración de temperaturas elevadas impulsadas por las superficies pavimentadas (sectores con poca permeabilidad del suelo, con grandes superficies asfaltadas y pavimentadas con baldosas de bajo albedo, o sectores con concentración de actividades y edificaciones). Al sur del promontorio natural de Peñacastillo, a ambos lados de la avenida Primero de Mayo en los barrios residenciales de Luis Pombo, Peñacastillo, entorno de Mercasantander o Nueva Montaña, las temperaturas superficiales pueden llegar a ser notables, al igual que en los polígonos próximos al área portuaria, Candina, Parayas, Ciudad del Transportista. En otros barrios densamente poblados como El Alisal, La Albericia, entorno de Cuatro Caminos, la calle Alta, las Estaciones y Castilla-Hermida, o en áreas del centro urbano, junto al Ayuntamiento o en la falda sur del paseo de Canalejas, se recomienda mejorar el **aislamiento térmico de las viviendas** con sistemas de ventilación y equipos de climatización energéticamente eficientes. La instalación de techos frescos (cubiertas frías y ajardinadas), que reflejan la radiación, ayuda a reducir la temperatura en los edificios y disminuye el efecto de las islas de calor urbano, siendo estas soluciones de especial interés en las áreas industriales.

Por último, en el **espacio público** existe un margen de mejora considerable. Por un lado, con el empleo de pavimentos de alto albedo, diseñando calles y lugares de esparcimiento a base de materiales y colores que reflejen la luz solar y reduzcan la absorción de calor. También con la incorporación de fuentes de agua, que actúan como sistemas de enfriamiento natural, así como creando zonas de sombra, empleando el arbolado urbano como principal recurso adaptativo.

4. Reordenar el litoral para adaptarse a la subida del nivel del mar y sus efectos asociados

La **subida del nivel del mar**, en combinación con fenómenos extremos tormentosos o marejadas ciclónicas, tiene una especial afección sobre el litoral de Santander. Este fenómeno se registra ya, especialmente sobre las playas del Sardinero, así como otros efectos en diferentes áreas costeras vulnerables, identificadas a partir del proyecto estatal PIMA Adapta.

El calentamiento global provoca la expansión térmica de los océanos y la fusión de los casquetes polares y glaciares, lo que resulta en un aumento neto progresivo del nivel del mar. Los cambios en la carrera de mareas hacen que las olas y las corrientes erosionen la costa, pero también la construcción de infraestructuras costeras y otros desarrollos y actividades antrópicas han alterado el equilibrio natural de las costas, aumentando su vulnerabilidad a la erosión. Para abordar el **retroceso de la línea de costa** se requieren medidas de adaptación, como la restauración de hábitats costeros, **la ordenación del espacio litoral** y la planificación de usos del suelo que tenga en cuenta los riesgos asociados al cambio climático y el aumento del nivel del mar.

En el caso del frente litoral de las playas de El Sardinero, el retroceso de la línea de costa podría obligar a **reordenar los usos y la fisonomía actual** del entorno, poniendo en riesgo infraestructuras y edificaciones situadas al borde de las playas, como el paseo y el aparcamiento en la playa de El Camello, el balneario de la Concha (playa de la Concha), el antiguo balneario de Pombo (Primera Playa de El Sardinero) y los edificios conocidos como Cormorán y parque de Trueba en la Segunda Playa de El Sardinero. Esta reordenación podría conllevar la demolición de las edificaciones y la ampliación del espacio intermareal, para aumentar la superficie de playa. El actual parque de Mesones y su paseo marítimo a pie de la Segunda Playa de El Sardinero podría verse alterado en su fisonomía: se reubicaría su recorrido y cedería parte de su superficie al arenal. En cualquier caso, estas intervenciones deberán ser analizadas en profundidad a medida que se vaya reduciendo la incertidumbre asociada a la línea de penetración del oleaje derivada de la subida del nivel del mar y los eventos extremos asociados (Figura 5.55).

Al final del paseo marítimo de la calle Manuel García Lago, junto al hotel Chiqui, es posible **ordenar el espacio litoral** entre el acantilado y el mirador con una estructura de piscinas seminaturales distribuidas para reducir la energía del oleaje, aprovechando la experiencia de proyectos en esta línea, como el proyecto europeo LIFE COSTAdapta, que promueve el diseño de sistemas innovadores y progresivos de arrecife-charcos de marea (*tidal pool-reef*) para la adaptación de la costa.



Figura 5.55. Áreas expuestas y posibles acciones sobre el frente litoral.

Fuente: CINCc (UC), 2024.

En el interior de la bahía, el frente litoral puede verse afectado por la acción erosiva del oleaje, con vientos de componente sur-sureste. La alternativa de emplear soluciones de protección con infraestructuras duras debe ser analizada en detalle por las implicaciones que sobre el paisaje tienen este tipo de intervenciones. En el área portuaria podría ser necesario elevar la cota de los muelles para evitar la penetración del oleaje en los temporales de viento sur.

Santander, como municipio costero, requiere también de un conjunto estrategias de gestión de su espacio litoral conectado con los servicios ecosistémicos que ofrecen las zonas verdes. **Los espacios azules**, tanto los asociados a las aguas continentales como a las aguas marinas y los espacios de transición del dominio público marítimo-terrestre (rías, bahías, lagunas litorales, franja litoral, zonas de rompientes, playas, marismas, etc.), son áreas de indudable **valor patrimonial** y un gran recurso como infraestructura azul estratégica para el desarrollo sostenible⁴ y la **resiliencia** de la ciudad. Relacionado con las políticas comunitarias de la UE, como la *blue growth* (crecimiento azul) o la *blue economy* (economía azul), se debe proponer **su incorporación en los planes**, instrumentos y políticas presentes y futuras.

El municipio de Santander cuenta con varios **sectores** en los que los espacios azules plantean **potencialidades y limitaciones particulares** frente al cambio climático:

⁴ El desarrollo sostenible debe apoyarse en el impulso del conocimiento de la ciudadanía sobre los riesgos a los que se enfrentan las zonas verdes y el litoral, realizando programas educativos, formativos y culturales en el marco de los ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), 13 (Acción por el Clima) y 14 (Medio Marino) y la Agenda 2030. Programas como la iniciativa "Centinelas Cantabria", o "La Mar empieza aquí. No tires basura a la alcantarilla", iniciativa internacional ya presente en otras ciudades españolas, o "Agentes del Cambio: Geografía y Educación para la Sostenibilidad", que fomenta los contenidos de sostenibilidad entre los distintos centros educativos de Cantabria, son algunos ejemplos de acciones demostrativas que ponen el foco en el conocimiento y conservación de este recurso adaptativo.

- 1 **Franja acantilada norte:** presenta un alto grado de naturalidad y valor paisajístico, al conectar con los paisajes de campiña costera periurbana.
- 2 **Playas protegidas interiores:** es el espacio natural más utilizado y valorado de la ciudad (paseo, juego, baño, natación, *surf*, etc.), pero también con notables amenazas en el contexto de cambio climático actual.
- 3 **Frente marítimo urbano:** aquí los elementos, componentes y dinámicas naturales tienen notable influencia sobre los muchos e intensos usos que en este espacio azul se realizan.
- 4 **Reborde interior de la bahía y marismas:** en este caso la actividad industrial y otros usos residenciales y comerciales se intercalan con los espacios naturales.

Para conservar y darle el valor que merece a la calidad ambiental y el uso sostenible de los espacios azules de Santander, será necesario desarrollar **un instrumento de ordenación territorial** integral del frente marítimo y coordinarlo con otros proyectos recientes, como el “Plan Bahía”, promoviendo la interconexión con el anillo verde y facilitando la creación de un “Cinturón Azul de Santander”, con medidas de adaptación como la creación de un sistema de **drenaje y evacuación de aguas pluviales** en los viales cercanos a las principales playas, especialmente las zonas inundables (extensible al resto del frente marítimo a futuro), para reducir los vertidos y mejorar la calidad de las aguas.

El **potencial turístico** de los espacios azules como motor económico requiere un análisis en profundidad ante los desafíos que presenta el cambio climático, desarrollando una estrategia de turismo azul que garantice un uso resiliente. Ejemplos de ello pueden ser la evaluación del retroceso de las playas del municipio y su impacto económico, o el análisis de la evolución a futuro de las rompientes singulares de interés para el *surf* (la Vaca Gigante, las rompientes históricas de El Sardinero, etc.), que puede llevar a delimitar una reserva de *surf* para Santander como activo turístico.

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

6

Francisco García Sánchez, Cecilia Ribalaygua, Nareme Herrera López, Pablo Fernández de Arroyabe, Domingo Rasilla Álvarez, Carmen Gil de Arriba, Juan J. González Trueba, Sebastián Pérez Díaz, Francisco Conde Oria

Colaboran: Lourdes Galindo Delgado, Mario González Ceballos

Partiendo del diagnóstico anterior, y con la participación ciudadana y la colaboración de personas expertas y con responsabilidades técnicas e institucionales, se han diseñado un conjunto de medidas que permitan a Santander alcanzar sus objetivos de adaptación. Están agrupadas en cuatro metas de adaptación fundamentales: ciudad resiliente, biodiversidad, salud, y sociedad y economía adaptadas.

6.1

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE MEDIDAS

Ante la necesidad de impulsar medidas de adaptación que den respuesta a los posibles impactos derivados de la variabilidad climática, y asumiendo la dificultad de reducir a corto plazo las emisiones de gases de efecto invernadero, el plan de adaptación se articula como la herramienta para la transformación hacia la adaptación. Según el documento *AR6 Synthesis Report, Summary for policy makers* (IPCC, 2022b), esta capacidad “transformadora” se produce con medidas que den prioridad a la equidad, la justicia social, la justicia climática, los enfoques basados en los derechos y la inclusividad. Son este tipo de medidas las que conducen a resultados más sostenibles, reducen las soluciones de compromiso y promueven un desarrollo resiliente al clima.

En esta etapa de definición de las medidas de adaptación, y en consonancia con la comunicación “Directrices sobre las estrategias y los planes de adaptación de los Estados miembros”, las medidas del Plan de Adaptación de Santander se han definido siguiendo las recomendaciones establecidas en su anexo II (Unión Europea, 2023):

- **Resiliencia justa:** los grupos más vulnerables de la sociedad suelen verse más afectados por el cambio climático, por lo que las evaluaciones del impacto y la vulnerabilidad respecto a este fenómeno deben prestar atención a las consecuencias desproporcionadas para los grupos de personas y las zonas geográficas desfavorecidas. Para lograr una resiliencia justa, resulta fundamental evitar cargas desiguales y no dejar a nadie atrás.

El Plan de Adaptación de Santander, atendiendo a este aspecto, ha identificado los grupos vulnerables a escala de sección censal y se han definido los

niveles de riesgo para cada amenaza desde diversas perspectivas: de género, de grupos de edad, de desigualdad socioeconómica. El análisis de los diversos indicadores de sensibilidad ha permitido establecer medidas enfocadas a generar una sociedad más adaptada y segura.

- **Mala adaptación:** todas las labores de adaptación tienen lugar en un contexto que se encuentra en constante cambio y están asociadas a un elevado nivel de incertidumbre. La adaptación es un proceso continuo cuyos resultados son difíciles de predecir. En algunos casos, estas labores pueden dar lugar a consecuencias negativas imprevistas y no deseadas, denominadas “mala adaptación”. Las medidas de adaptación planteadas en este plan han sido revisadas y evaluadas desde esta perspectiva, identificando ulteriores problemas en la implementación de estas. Comprender las causas de la vulnerabilidad y los impactos derivados de la exposición, a pesar del grado de incertidumbre, permite ofrecer un alto grado de efectividad de las medidas. Como avance metodológico, este plan proyecta el riesgo a las condiciones hipotéticas de la ciudad para el horizonte a largo plazo, por lo que el grado de incertidumbre se reduce notablemente.
- **Soluciones basadas en la naturaleza:** el Pacto Verde Europeo, en general, y las políticas de adaptación y biodiversidad de la UE en particular, exigen que se realicen mayores esfuerzos para implementar soluciones basadas en la naturaleza con mucha más rapidez y a mayor escala que en la actualidad.

El plan de adaptación aborda una batería de medidas centradas en las directrices marcadas por la comunicación: conservación y restauración (incluida la renaturalización); la gestión sostenible de la infraestructura verde, y la creación de nuevos ecosistemas diseñados para necesidades de adaptación concretas (como techos verdes o soluciones híbridas para la gestión de las costas).

- **Pruebas de resistencia climática:** la prueba de resistencia climática detecta posibles riesgos en un ámbito concreto, derivados de peligros relacionados con eventos climáticos. Las pruebas se llevan a cabo mediante la recopilación y la creación de información sobre los efectos del cambio climático (elemento al que hay que hacer resistencia), y sobre la vulnerabilidad de los sistemas y objetos ante tales efectos.

El exhaustivo análisis realizado de las amenazas, la exposición y la sensibilidad social, económica y medioambiental de Santander garantizan el aporte de información básica que ha sido contrastada en los diferentes debates desarrollados en los talleres participativos. El intercambio de información entre las diversas entidades participantes en el proceso consultivo y las aportaciones de los diferentes colectivos ciudadanos han permitido valorar la resistencia climática de las diferentes acciones propuestas.

Las **características de las medidas** diseñadas para Santander, además de atender a los criterios de adaptación señalados, están alineadas con los diferentes marcos institucionales revisados en el capítulo introductorio y cumplen los siguientes requisitos:

- Medidas que puedan ejecutarse a **corto y medio plazo**, en periodos no superiores a 10 años. No obstante, alguna de las medidas pueden desarrollarse en periodos superiores, debido a que sean más complejas en cuanto a la técnica aplicada o la gestión.
- Las centradas en el **refuerzo de la capacidad adaptativa**, que mejoran la comprensión y preparación local, implementan capacidades de formación y garantizan una respuesta efectiva frente al cambio climático a través de acciones concretas.
- Medidas con **beneficios ambientales, económicos y sociales** demostrados superiores al costo de su implementación.
- Medidas con **costos relativamente bajos**, aunque, dado que sus beneficios pueden ser importantes, se pueden implementar asumiendo cierto grado de incertidumbre en la efectividad.
- Medidas **flexibles o reversibles** que no suponen una ruptura drástica con lo existente y que pueden mejorarse en el tiempo con avances tecnológicos o con nuevas capacidades.

Teniendo en cuenta estos aspectos, se contemplan medidas que respondan a las diversas tipologías, que se pueden agrupar como sigue:

- Medidas blandas o de **capacidad adaptativa**: refuerzan la capacidad adaptativa. Apoyan la mejora de la gestión de los riesgos (tanto con avances en la comprensión del fenómeno como en cuestiones de gestión del riesgo o de capacitación).
- Medidas de adaptación **"verdes"**, basadas en los ecosistemas y la infraestructura verde: acciones específicas basadas en los ecosistemas y la infraestructura verde, que incrementen la resiliencia urbana.
- Medidas duras o de **infraestructura gris**: obras de Ingeniería que minimizan los efectos del riesgo.
- Medidas o **soluciones híbridas** (verde + gris): combinación de obra de ingeniería con las medidas verdes basadas en ecosistemas o en la infraestructura verde.

Siguiendo estos criterios, se plantea la siguiente metodología para la selección y priorización de las medidas de adaptación de Santander.

6.2

METODOLOGÍA DE SELECCIÓN Y PRIORIZACIÓN DE MEDIDAS

En consonancia con la Comunicación de la Unión Europea sobre Planes de Adaptación (2023), la metodología seguida se estructura en dos fases fundamentales: en primer lugar,

con la definición de opciones de adaptación y la creación de una cartera de opciones; después está la fase participada de coevaluación y priorización de las opciones de adaptación.

Opciones de adaptación

A partir de la evaluación del riesgo, teniendo en consideración las amenazas, su exposición y la sensibilidad asociada a estas, se inicia el proceso de identificación de las medidas específicas con las que enfrentarse a la totalidad de los fenómenos identificados. Para ello, el equipo redactor realizó una propuesta larga de medidas, seleccionadas a partir de una exhaustiva revisión bibliográfica de diversos planes locales españoles en situaciones y configuración similares, y de un conjunto de ejemplos internacionales de interés para Santander. Sumado a esto, el diagnóstico de las condiciones de exposición y vulnerabilidad locales permitió identificar las medidas concretas que a escala municipal y de barrio pueden reducir el nivel de riesgo. En esta fase, un total de 558 medidas fueron agrupadas por las líneas de acción relacionadas con los impactos, conforme al siguiente cuadro:

CUADRO 6.1. *Lista larga de medidas*

LINEAS DE ACCIÓN	N.º MEDIDAS	LINEAS DE ACCIÓN	N.º MEDIDAS
Salud humana	20	Educación y sociedad	64
Patrimonio natural y biodiversidad	52	Sector primario	31
Agua y recursos hídricos	57	Industria	11
Ciudad, urbanismo, edificación	73	Finanzas y seguros	16
Costas y medio marino	19	Cohesión social	5
Clima y escenarios climáticos	28	Movilidad y transporte	66
Energía	55	Patrimonio cultural	16
Turismo	6	Transversales; Otros	39

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

Con este amplio espectro de opciones de adaptación, se definió un listado ajustado de medidas específicas, que fue evaluado para el caso específico de Santander. Al igual que la primera lista larga de opciones, este grupo se estructuró en las líneas de acción que siguen.

Un proceso de priorización diseñado por un criterio experto redujo el número de medidas de adaptación a un total de 215. Esta priorización, a través de una valoración cuantitativa de cada medida entre 0 y 10 puntos, fue realizada por el equipo redactor, personas expertas del campo científico y personal del equipo técnico del Ayuntamiento de Santander. Posteriormente, el conjunto de medidas preseleccionadas se contrastó con la ciudadanía y con

personas expertas en riesgos a lo largo de cuatro talleres participativos, donde se trabajó con 88 medidas agrupadas en metas y objetivos de adaptación. Finalmente, el conjunto de medidas seleccionadas y priorizadas para Santander se redujo a 85 acciones, distribuidas en cuatro grandes metas y ordenadas en función del grado de prioridad dado en el proceso participativo.

CUADRO 6.2. *Listado ajustado de medidas específicas*

LINEAS DE ACCIÓN	N.º MEDIDAS	LINEAS DE ACCIÓN	N.º MEDIDAS
Salud humana	14	Educación y sociedad	22
Patrimonio natural y biodiversidad	25	Sector primario	8
Agua y recursos hídricos	26	Industria	5
Ciudad, urbanismo, edificación	34	Finanzas y seguros	6
Costas y medio marino	11	Cohesión social	2
Clima y escenarios climáticos	16	Movilidad y transporte	17
Energía	18	Patrimonio cultural	5
Turismo	5	Transversales; Otros	1

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

Las cuatro metas que agrupan el conjunto de medidas recogen los principios y estrategias definidos en el marco normativo y cubren el amplio espectro de soluciones de adaptación necesarias: **Biodiversidad, Ciudad Resiliente, Salud, y Sociedad y Economía adaptadas**. Para cada meta se han establecido una serie de objetivos de adaptación, para los que se diseñan el conjunto de medidas correspondiente.

CUADRO 6.3. *Listado validado de metas, objetivos y medidas*

METAS	N.º DE OBJETIVOS	N.º DE MEDIDAS
Biodiversidad	3	11
Ciudad Resiliente	7	31
Salud	4	20
Sociedad y Economía Adaptadas	6	23

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

La información para el desarrollo en un posterior plan de acción de cada una de estas medidas se recoge en una **ficha individual**, cada una de las cuales incluye información sobre la tipología de la medida, las amenazas a las que da respuesta, el alcance territorial de la acción, la misión de cada una de estas medidas, el nivel de prioridad en la acción (incluida su valoración cuantitativa) y los indicadores de seguimiento que permiten evaluar el grado de consecución de las metas.

6.3

METAS, OBJETIVOS Y MEDIDAS

Las medidas diseñadas dan respuesta a los objetivos de adaptación necesarios para el cumplimiento de las cuatro grandes metas que tiene por delante Santander para ser una ciudad resiliente.

META BIODIVERSIDAD

La meta Biodiversidad se centra en impulsar una infraestructura verde resiliente y adaptada al clima futuro, al tiempo que favorece la biodiversidad y potencia los servicios ecosistémicos. Debería abarcar varios aspectos fundamentales, para asegurar su efectividad y sostenibilidad a largo plazo. Entre ellos están:

- 1 Conservación y restauración ecológica:** esta meta prioriza la conservación de hábitats naturales existentes y la restauración de áreas degradadas. Se trata no solo de proteger áreas de alto valor para la biodiversidad, sino también de conectar fragmentos de hábitats para formar corredores ecológicos que permitan el movimiento y la adaptación de especies ante cambios climáticos.
- 2 Diseño y planificación de una infraestructura verde integrada:** la infraestructura verde contribuirá a la integración con el entorno urbano, promoviendo la multifuncionalidad de los espacios. Se incluye aquí la creación de parques urbanos, jardines comunitarios, hasta la implementación de cubiertas y fachadas verdes. La infraestructura verde debe diseñarse de manera que se maximice la captura de carbono y se mejore la gestión de aguas pluviales, con lo que se promueve la conectividad ecológica.
- 3 Adaptación al cambio climático:** la infraestructura verde debe ser resiliente frente a los impactos del cambio climático. Es necesario, por tanto, considerar los escenarios futuros de cambio climático en la planificación y gestión de estas áreas, asegurando que puedan resistir y recuperarse de eventos extremos como inundaciones,

- olas de calor y sequías. La selección de especies vegetales debe ser estratégica, priorizando aquellas nativas y resilientes.
- 4 Potenciación de servicios ecosistémicos:** la meta reconoce y potencia los servicios ecosistémicos que la infraestructura verde ofrece, como la regulación del clima, el soporte de biodiversidad y los beneficios para la salud mental y física de las personas.
 - 5 Participación comunitaria y sensibilización:** es necesario fomentar la participación de la comunidad en la planificación, custodia y mantenimiento de la infraestructura verde.
 - 6 Monitoreo y evaluación:** debe establecerse un sistema de monitoreo y evaluación para medir la efectividad de las acciones implementadas y adaptar las estrategias según sea necesario.

Al abordar estos aspectos, la meta Biodiversidad podría guiar efectivamente la transición hacia una ciudad resiliente y biodiversa, creando sistemas que no solo soporten la flora y fauna locales, sino que también beneficien a la sociedad de Santander y contribuyan a la mitigación y adaptación al cambio climático.

OBJETIVOS

- B1** Fomentar la biodiversidad y la calidad de los suelos para una mayor resiliencia urbana.
- B2** Convertir la infraestructura verde urbana en un aliado frente a los impactos del cambio climático.
- B3** Garantizar la participación de la sociedad en la gestión de la infraestructura verde frente al cambio climático.

Objetivo B.1. Fomentar la biodiversidad y la calidad de los suelos para una mayor resiliencia urbana

Fomentar la biodiversidad y la calidad de los suelos en áreas urbanas es básico para construir ciudades más resilientes frente a los desafíos del cambio climático y la degradación ambiental. Una estrategia efectiva para lograr esto es la renaturalización de las superficies pavimentadas, transformándolas en áreas verdes que incrementen la permeabilidad del suelo y fomenten la biodiversidad. Con ello, no solo se mejora la gestión del agua, evitando inundaciones urbanas mediante la absorción y filtración natural del agua de lluvia, sino que también contribuye a la creación de hábitats para diversas especies.

La pavimentación excesiva en las ciudades limita la capacidad del suelo para absorber y filtrar el agua, lo que agrava los problemas de escorrentía y aumenta el riesgo de inundaciones. Al renaturalizar estas áreas, reintroduciendo suelos de alta calidad y vegetación, se mejora la capacidad de infiltración del suelo, se recarga el acuífero subterráneo y se mejora la calidad del agua a través de procesos de filtración natural.

Las áreas verdes urbanas son vitales para la biodiversidad, pues ofrecen hábitats para insectos, aves y pequeños mamíferos. La selección de plantas nativas en estos proyectos de renaturalización, con el control de las especies invasoras, es clave para proporcionar alimento y refugio para la fauna local, lo que contribuye a la conservación de la biodiversidad. Estas áreas no solo enriquecen el paisaje urbano, sino que ofrecen servicios ecosistémicos esenciales, como la regulación del clima, el secuestro de carbono y el mejoramiento de la calidad del aire.

Implementar medidas de renaturalización requiere una planificación cuidadosa y la colaboración entre diferentes actores, incluido el Ayuntamiento, comunidades y personas expertas en medio ambiente. También es fundamental integrar estos espacios verdes en el tejido urbano, de manera que sean accesibles para toda la ciudadanía, proporcionando así beneficios sociales adicionales como espacios de recreación y bienestar.

Cinco medidas de adaptación son recogidas en este objetivo:

- B1.1** Renaturalización de superficies pavimentadas
- B1.2** Renaturalización de espacios privados
- B1.3** Control de especies invasoras
- B1.4** Renaturalización de corredores fluviales
- B1.5** Acciones demostrativas y fomento de las soluciones basadas en la naturaleza

Renaturalización de superficies pavimentadas

B1.1

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Constructivas	Olas de calor, inundación pluvial	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Renaturalizar grandes superficies pavimentadas, incrementando la permeabilidad de los suelos con la aportación de terrenos de alta calidad para el fomento de la biodiversidad.

FIGURA B1.1. Espacios públicos impermeables.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,38
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Un país para renaturalizarlo (Equipo EYS Municipales, 2022)

Más información en: <https://www.eysmunicipales.es/articulos/un-pais-para-renaturalizarlo>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Porcentaje superficie permeable / Superficie municipal

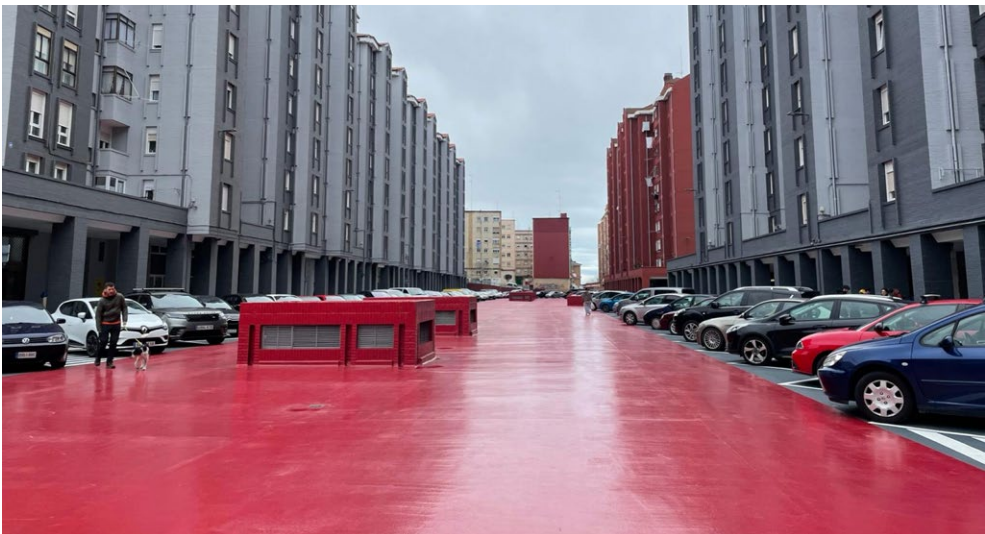
Porcentaje superficie permeable de espacios libres / Superficie total de espacios libres

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Soluciones basadas en la naturaleza	Olas de calor, inundación pluvial	Barrio

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Reverdecer el ámbito urbano en los espacios comunes entre bloques y patios de manzana.

FIGURA B1.2. Sector con elevada artificialización (c/ Blas Cabrera, Santander).



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,31
--------------------	----------------	--------------	-------------	--------------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Plan municipal de Valle de Egüés (Ayuntamiento de Valle de Egüés, 2024)

Más información en: https://www.valledeegues.com/recurso_turistico_cp/sarriguren/

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Porcentaje de superficie de áreas verdes privadas / Superficie de espacios libres públicos

Porcentaje de superficie áreas verdes en espacios privados / Superficie privada no edificada

Control de especies invasoras

B1.3

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Soluciones basadas en la naturaleza	Olas de calor, viento / amenazas derivadas – vectores de enfermedades	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Controlar y erradicar las especies invasoras generando un exhaustivo sistema de toma de datos y evolución de las especies.

FIGURA B1.3. Ejemplar de plumero, especie exótica invasora en Santander.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,38
--------------------	----------------	--------------	-------------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Proyecto para la eliminación del plumero de la pampa en la Mancomunidad de Servicios de Uribe Kosta (SOPELA, 2023)

Más información en: <https://sopela.eus/areas-municipales/sostenibilidad/proyecto-para-la-eliminacion-del-plumero-de-pampa-en-la-mancomunidad-de-servicios-de-uribe-kosta/>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Porcentaje de superficie con áreas degradadas / Superficie municipal
Número de especies exóticas invasoras por hectárea

Renaturalización de corredores fluviales

B1.4

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Soluciones basadas en la naturaleza	Olas de calor, sequía, inundación pluvial	Puntual

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Renaturalizar corredores fluviales, como el corredor fluvial del arroyo Otero, eliminando cualquier barrera al flujo hídrico y biológico. Incrementar la renaturalización de los arroyos menores del municipio (Tejona, Regata y Molinucos) y del canal de Raos.

FIGURA B1.4. Corredores fluviales, láminas de agua y espacios afectados por inundabilidad costera.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024 a partir de datos del PEMUSAN (2016)

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,23
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Estrategia para la restauración y renaturalización de los ecosistemas fluviales en el término municipal de Loja y la reducción del riesgo de inundación del entorno urbano del río Genil a su paso por Loja (paseo del Genil)

Más información en: <https://fundacion-biodiversidad.es/>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Corredores fluviales y láminas de agua naturalizadas, creadas o restauradas (n.º, m²)
Superficie de infraestructura azul terrestre / Superficie municipal

Acciones demostrativas y fomento de las SbN

B1.5

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Educación	Olas de calor, sequía, inundación pluvial, inundación costera, viento	Barrio

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Realizar acciones demostrativas de incrementos de la biodiversidad y la infraestructura verde publica para su replicación en los espacios privados.

FIGURA B1.5. Jardín vertical Subida al Gurugú.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 6,85
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: High Line, Nueva York, Estados Unidos (Friends of the high line, 2024)
 Más información en: <https://www.thehighline.org/about/>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de acciones demostrativas de soluciones SbN
 Nº de proyectos de comunicación y sensibilización
 Nº de actividades de transferencia de conocimiento

Objetivo B.2. Convertir la infraestructura verde urbana en un aliado frente a los impactos del cambio climático

La transformación de la infraestructura verde urbana en un aliado clave contra los impactos del cambio climático es una estrategia adecuada para incrementar la resiliencia urbana. Esta adaptación implica varias medidas innovadoras que armonizan los espacios urbanos con el entorno natural, fomentando una coexistencia sostenible y resiliente.

La revegetación adaptada al cambio climático es el primer paso hacia este objetivo con la selección y plantación de especies nativas y resilientes, capaces de sobrevivir y prosperar en las nuevas condiciones climáticas. Esta práctica no solo refuerza la biodiversidad urbana, ofreciendo hábitats a una amplia gama de especies, sino que mejora la calidad del aire y proporciona espacios verdes para el esparcimiento de la comunidad.

Incorporar soluciones basadas en la naturaleza (SbN) para la protección de las costas es otra medida vital, especialmente en áreas urbanas vulnerables a la erosión y el aumento del nivel del mar. Algunas técnicas, como la restauración del litoral, la protección frente a la erosión o la introducción de especies nativas para la protección frente al oleaje, no solo protegen las líneas costeras de los impactos físicos, sino que también apoyan la biodiversidad y potencian la economía local a través del turismo y la pesca.

Las nuevas metodologías para una jardinería adaptada incluyen el diseño de espacios verdes que requieran menos mantenimiento y recursos, optando por plantas tolerantes a la sequía y sistemas de riego eficientes que minimicen el uso del agua. Esta aproximación reduce la demanda de agua potable para riego y fomenta el uso sostenible de los recursos hídricos.

Las estrategias de aprovechamiento hídrico para la jardinería urbana, como la captura y reutilización de aguas pluviales, son fundamentales. Estos sistemas no solo disminuyen la presión sobre el suministro municipal de agua, sino que contribuyen a la gestión sostenible del agua lluvia, reduciendo la escorrentía y el riesgo de inundaciones.

Cada una de estas medidas contribuye a crear una infraestructura verde urbana que no solo sirve para hacer frente a los desafíos del cambio climático, sino que también promueve un entorno más saludable, biodiverso y agradable para la vida urbana. El objetivo B.2 está conformado por las siguientes cuatro medidas de adaptación:

- B2.1** Revegetación adaptada al cambio climático
- B2.2** Incorporación de SbN para la protección de la costa
- B2.3** Nuevas metodologías para una jardinería adaptada
- B2.4** Estrategias de aprovechamiento hídrico para la jardinería urbana

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Soluciones basadas en la naturaleza	Olas de calor, sequía, viento	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Plantar especies adaptadas al cambio climático del catálogo validado por el plan y establecer una monitorización de su evolución.

FIGURA B2.1. Estrategias de plantación adaptadas al clima (calle Tetuán, Santander).



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 9,23
--------------------	----------------	--------------	-------------	--------------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Adapta Biofilia (Diputación de Badajoz, 2024)
Más información en: <https://transicionecologica.dip-badajoz.es/proyecto/adapta-biofilia>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Porcentaje de especies adaptadas al clima futuro / Total del catálogo municipal de especies

Incorporación de SbN para la protección de la costa

B2.2

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Soluciones basadas en la naturaleza	Inundación costera	Puntual

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Incorporar soluciones basadas en la naturaleza para la contención de la línea de costa, en especial de las playas, reforzando los sistemas dunares y los ecosistemas marinos, y evitando la intervención mediante infraestructuras de protección con impactos en el paisaje y el patrimonio costero.

FIGURA B2.2. Zonificación para la implementación de SbN para la protección costera.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024, a partir de datos del PEMUSAN 2016

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 9,15
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Soluciones basadas en la naturaleza frente al cambio climático: restauración de dunas y marismas (Uhina, B. 2020)
 Más información en: https://www.ehu.es/cdsea/web/wp-content/uploads/2017/03/Articulos_Uhina_bea2020.pdf

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Longitud (m) (km) de infraestructuras verdes urbanas destinadas a la protección costera

Nuevas metodologías para una jardinería adaptada

B2.3

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL		
Gestión	Olas de calor, sequía, viento	Municipal		
MISIÓN DE ESTA MEDIDA				
Adaptar las prácticas de jardinería actuales a las condiciones climáticas a futuro (mantenimiento, plantación de especies, etc.).				
FIGURA B2.3. Supervisión de nuevas plantaciones en el marco del proyecto Santander Capital Natural.				
				
Fuente: SEO/BirdLife, 2024				
NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,38
PARA SABER MÁS				
Referencia: Nuevos pasos para adaptar la jardinería municipal al cambio climático (Eldiarioex, 2023) Más información en: https://www.eldiario.es/extremadura/sociedad/nuevos-adaptar-jardineria-municipalclimatico_1_1720721.html				
INDICADORES DE SEGUIMIENTO				
Volumen anual de agua reutilizada en riego municipal Porcentaje de especies adaptadas / Total de especies del catálogo municipal				

Estrategias de aprovechamiento hídrico para la jardinería urbana

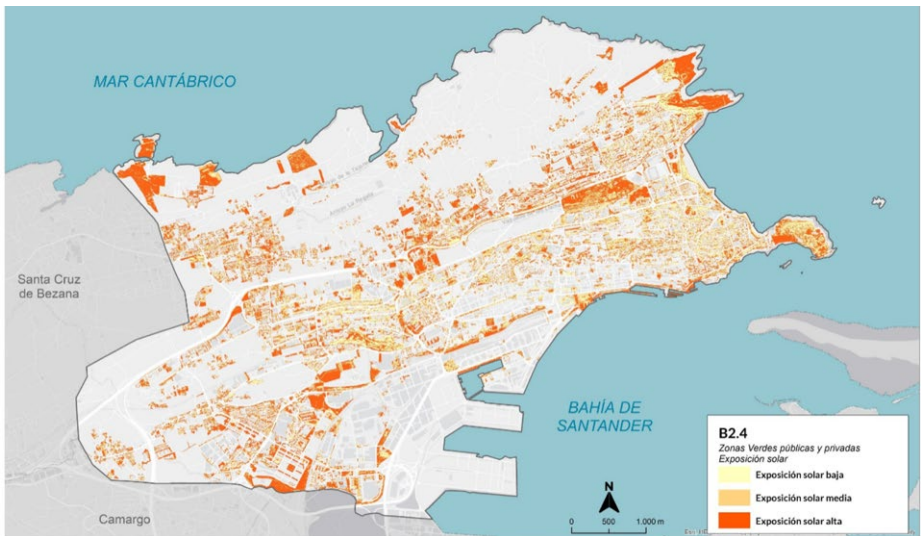
B2.4

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Soluciones basadas en la naturaleza	Inundación pluvial, sequía, olas de calor	Puntual

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Realizar nuevas plantaciones en zonas protegidas del clima, con sombra, bancales o acolchados predominantemente inorgánicos para que el agua de lluvia se aproveche al máximo y no se pierda por evapotranspiración.

FIGURA B2.4. Exposición solar de zonas verdes públicas y privadas.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 6,38
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Las 10 ciudades más sostenibles: Líderes en prácticas de gestión del agua (Tappwater, 2023)
 Más información en: <https://tappwater.co/es/blogs/blog/10-ciudades-mas-sostenibles-gestion-del-agua>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Volumen anual (m³) de agua de lluvia captada y almacenada
 Vol. anual (m³) de agua reutilizada riego municipal / Vol. anual (m³) agua para riego municipal

Objetivo B.3. Garantizar la participación de la sociedad en la gestión de la infraestructura verde frente al cambio climático

Garantizar la participación de la sociedad en la gestión de la infraestructura verde permite abordar eficazmente los retos del cambio climático, especialmente en lo que respecta a la conservación de los espacios costeros y la biodiversidad marina, así como la custodia de espacios naturales. Esta participación colectiva no solo fomenta una mayor conciencia y responsabilidad ambiental entre la ciudadanía, sino que también asegura que las estrategias de conservación sean más inclusivas, sostenibles y adaptadas a las necesidades y valores locales.

La conservación de espacios costeros y la protección de la biodiversidad marina requieren de un enfoque colaborativo, que las comunidades locales, las organizaciones no gubernamentales, las empresas y los Gobiernos trabajen juntos para desarrollar e implementar planes de manejo que promuevan la resiliencia de estos ecosistemas. La participación activa de la sociedad puede tomar varias formas, desde la participación en limpiezas de playas y recuperación natural del litoral, por ejemplo, encinares costeros, hasta la implicación en proyectos de ciencia ciudadana que monitorizan la salud de los ecosistemas marinos. Estas acciones no solo contribuyen a la conservación ambiental, sino que también fortalecen los lazos comunitarios y promueven un sentido de pertenencia y responsabilidad hacia los recursos naturales.

Por otro lado, la custodia de espacios naturales implica la gestión y protección de estas áreas por parte de la comunidad local, en colaboración con los propietarios de tierras y las autoridades ambientales. Este modelo de conservación permite a la ciudadanía participar directamente en la protección de su entorno, adoptando prácticas sostenibles de uso del suelo, restauración de hábitats y prevención de especies invasoras. La custodia del territorio fomenta una gestión más descentralizada y adaptada a las características específicas de cada espacio natural, asegurando que las medidas de conservación sean efectivas y cuenten con el respaldo de la comunidad.

Fomentar la participación ciudadana en la gestión de la infraestructura verde y la conservación de la naturaleza es esencial para crear una sociedad más resiliente y comprometida con el medio ambiente. A través de la educación ambiental, el voluntariado y la colaboración comunitaria, se pueden desarrollar estrategias efectivas que respondan a los desafíos del cambio climático, protegiendo y restaurando nuestros valiosos ecosistemas para las generaciones futuras.

En el objetivo B.3 se definen dos medidas de adaptación principales.

B3.1 Conservación de espacios costeros y biodiversidad marina

B3.2 Custodia de espacios naturales

Conservación de espacios costeros y biodiversidad marina

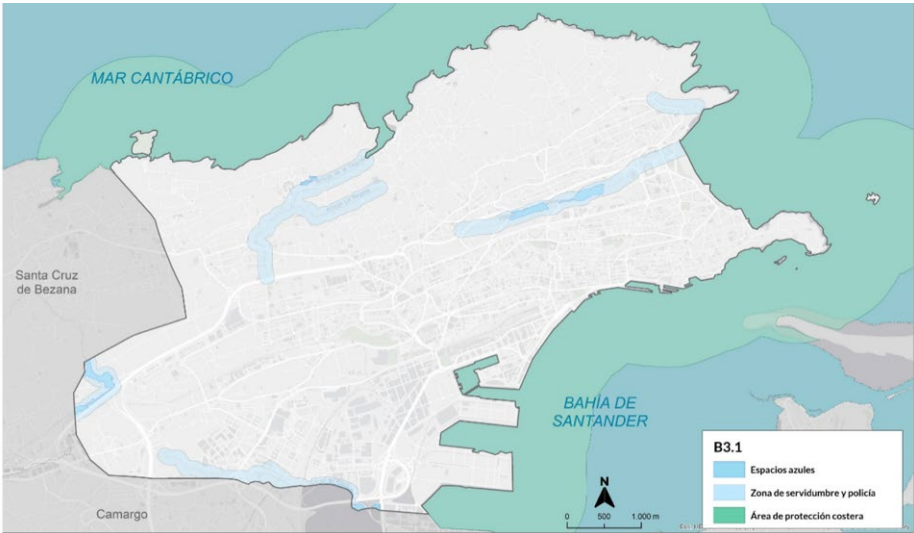
B3.1

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Soluciones basadas en la naturaleza	Inundación costera, inundación pluvial, olas de calor	Puntual

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Crear un programa de conservación, calidad ambiental y uso sostenible de los espacios azules, así como programas de incremento y seguimiento de la biodiversidad marina en la franja costera inmediata de forma coordinada con las Administraciones competentes en materia de costas.

FIGURA B3.1. Áreas susceptibles de conservación de espacios costeros.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,92
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Programa LIFE Intemares (Life Intemares, 2024)
Más información en: <https://intemares.es/en/>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

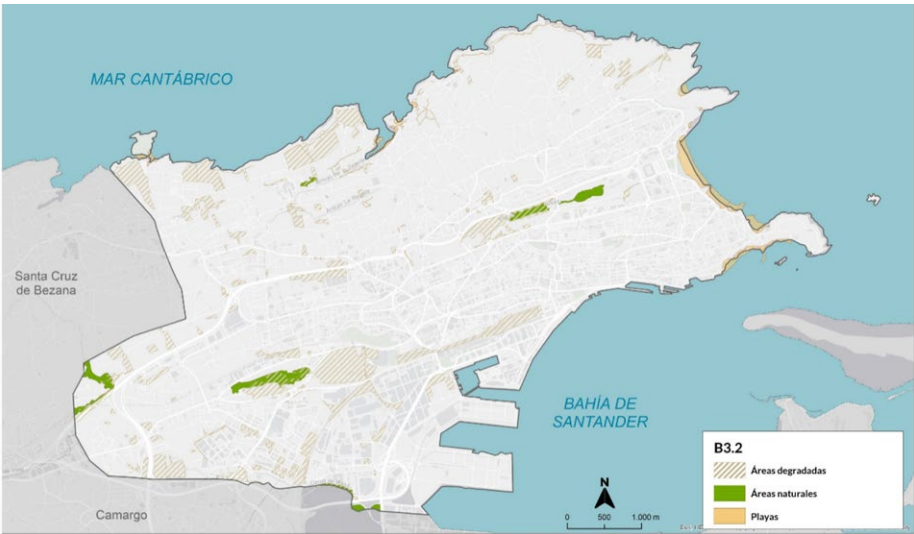
Superficie (m²) de espacio litoral amenazado con pérdida de biodiversidad
Superficie (m²) con proyectos de restauración costera y marina
Identificación de vertidos y efluentes (nº) en el litoral

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Inundación costera, inundación pluvial, olas de calor, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Definir una estrategia de custodia de espacios naturales con el seguimiento continuado de su estado y proceso evolutivo.

FIGURA B3.2. Áreas susceptibles de integración en estrategias de custodia del territorio.



Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024, a partir de datos del Ayuntamiento de Santander

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,00
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Programa de Fomento de la Custodia del Territorio para la Conservación y el Desarrollo Sostenible de los Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (portal ambiental de Andalucía, 2021)
Más información en: <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/areas-tematicas/espacios-protegidos/dinamizacion-socioeconomica-espacios-protegidos/programa-fomento-custodia-territorio>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Superficie de áreas degradadas / Superficie de áreas naturales
Nº de áreas naturales con plan de gestión y conservación (custodia del territorio)

META CIUDAD RESILIENTE

Lograr una ciudad resiliente frente al cambio climático implica un enfoque multidimensional que adapte tanto el tejido urbano como las infraestructuras críticas a los desafíos futuros. Esta meta se alcanza mediante el desarrollo e implementación de herramientas de planificación urbana innovadoras, capaces de anticiparse a los impactos climáticos y diseñar estrategias efectivas de adaptación. Para reducir el impacto de las temperaturas extremas, se debe fomentar el desarrollo de infraestructuras, como parques y techos verdes, que puedan proporcionar zonas de sombra y ayudar a disminuir el efecto isla de calor urbano. Estas áreas no solo mejoran la calidad de vida y el bienestar de la ciudadanía, sino que también se convierten en herramientas para la regulación térmica de las ciudades.

Las precipitaciones extremas requieren una atención especial, con sistemas de drenaje mejorados y técnicas de gestión de aguas pluviales, como jardines de lluvia y pavimentos permeables, que permitan la absorción y el manejo eficiente del exceso de agua, reduciendo así el riesgo de inundaciones urbanas.

Ante la subida del nivel del mar, es necesario reforzar la gestión del litoral y desarrollar zonas de protección que puedan absorber los fenómenos costeros, protegiendo las infraestructuras críticas y las zonas residenciales cercanas a la costa. Esta medida debe complementarse con la reevaluación y, si es necesario, la reubicación de las infraestructuras más vulnerables. Los protocolos de alerta temprana y los sistemas de respuesta rápida son determinantes para minimizar los daños y garantizar la seguridad de la ciudadanía ante eventos climáticos extremos. Los sistemas de alerta deben ser accesibles y globales, asegurando una comunicación eficaz y una movilización rápida de recursos y servicios de emergencia.

Por tanto, es necesario implementar sistemas eficientes de recolección y reutilización de aguas pluviales, mejorar la eficiencia del riego en espacios verdes urbanos y desarrollar políticas que promuevan el uso responsable del agua entre la ciudadanía. En conjunto, estas medidas y estrategias contribuyen a la construcción de ciudades más resilientes, capaces de enfrentarse y adaptarse a los retos impuestos por el cambio climático, con el objetivo de asegurar la sostenibilidad, la seguridad y la calidad de vida de sus habitantes.

OBJETIVOS

- R1** Desarrollar herramientas que permitan la planificación de una ciudad resiliente.
- R2** Reducir el impacto de la temperatura extrema en el tejido urbano.
- R3** Reducir el impacto de las precipitaciones extremas en el tejido urbano.
- R4** Reducir el impacto de la subida del nivel del mar en la costa.
- R5** Estar preparados con protocolos de alerta y respuesta temprana a eventos extremos.
- R6** Optimizar y controlar los recursos hídricos en un escenario de cambio climático.

Objetivo R.1. Desarrollar herramientas que permitan la planificación de una ciudad resiliente al cambio climático

El desarrollo de estrategias de adaptación con un enfoque multidisciplinar implica la colaboración entre personas expertas en medio ambiente, urbanismo, agricultura, salud pública y otras áreas relevantes. Este enfoque integrado garantiza que las soluciones sean holísticas y aborden múltiples aspectos del desafío climático.

La redacción de un planeamiento urbanístico adaptado al clima es una herramienta para incorporar consideraciones climáticas en el diseño y la gestión de los espacios urbanos. Es necesario una política de ordenación que integre la infraestructura verde, los espacios públicos sostenibles y las zonas de conservación de la biodiversidad en el tejido urbano. Además, se deben adoptar prácticas de desarrollo urbano que minimicen el impacto ambiental y promuevan la eficiencia energética y el uso racional del suelo.

El Plan de Infraestructura Azul se centra en la gestión sostenible del agua, utilizando sistemas naturales como humedales, ríos urbanos restaurados y áreas de infiltración para mejorar la calidad y disponibilidad del recurso hídrico en los entornos urbanos. Dentro de este aspecto se deben considerar los espacios costeros, que en el caso de Santander tienen diversas funciones estratégicas.

Los protocolos de seguimiento y evaluación de la adaptación son fundamentales para garantizar que las medidas implementadas sean efectivas a lo largo del tiempo. Permiten monitorear el progreso, identificar las áreas de mejora y ajustar las estrategias según sea necesario para mantener la resiliencia urbana, entre ellos el control del sistema energético, las condiciones de las viviendas o el uso y transformación del suelo rústico.

- R1.1** Desarrollo de estrategias de adaptación con enfoque multidisciplinar
- R1.2** Redacción de un planeamiento urbanístico adaptado al clima
- R1.3** Plan de Infraestructura Azul
- R1.4** Protocolos de seguimiento y evaluación de la adaptación
- R1.5** Sistema eléctrico adaptado
- R1.6** Suelo agrícola protegido
- R1.7** Control de espacios insalubres en los edificios

Desarrollo de estrategias con enfoque multidisciplinar

R1.1

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, sequía, viento	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Evitar la maladaptación, planificando con enfoque multidisciplinar medidas eficaces que incluyan criterios paisajísticos, socioeconómicos, ambientales, etc.

FIGURA R1.1. Equipos multidisciplinarios.



Fuente: Getty Images (CC).

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 9,64
--------------------	----------------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Mejora de la adaptación intersectorial al cambio climático en el sudeste de Queensland, Australia

Más información en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-013-0442-6#citeas>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de sectores beneficiados por la acción de adaptación

Valoración en la reducción de GEI de la acción de adaptación (beneficios de mitigación)

Redacción de un planeamiento urbanístico adaptado al clima

R1.2

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, sequía, viento	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Integrar en el planeamiento urbanístico criterios de adaptación: 1. Escenarios de clima futuro; 2. Delimitación de áreas de adaptación urbana (AAU) y 3. Sistemas generales de espacios libres como reserva para la adaptación.

FIGURA R1.2. Planificación urbana resiliente.



Fuente: Getty Images (CC).

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 9,38
--------------------	----------------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Diseño de un escenario estratégico para la región central de Arizona-Phoenix
 Más información en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204619309478>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Existencia de análisis de clima futuro en el planeamiento urbanístico
 N° de áreas de adaptación urbana identificados
 Superficie (m²) del sistema general de espacios libres destinada a refugios climáticos

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Inundación pluvial, inundación costera	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Crear un plan director de infraestructura azul de Santander, con una estrategia adaptada al cambio climático.

FIGURA R1.3. Entorno de El Bocal en Costa Quebrada, Santander.



Fuente: CINCc (UC), 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,23
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Integración de la infraestructura azul-verde en la planificación urbana en las ciudades de Chennai y Kochi, India

Más información en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837722004823>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Identificación de la superficie de espacios azules

Superficie de láminas de agua naturalizadas creadas o restauradas

Nº de espacios azules con funciones ecológicas

Protocolos de seguimiento y evaluación de la adaptación

R1.4

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, sequía, viento	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Crear un protocolo de seguimiento de criterios de adaptación en los proyectos de obras públicas y privadas, justificando los avances conseguidos.

FIGURA R1.4. Herramientas de apoyo a la adaptación urbana.



NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 9,64
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Mejora de la adaptación intersectorial al cambio climático en el sudeste de Queensland, Australia

Más información en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10113-013-0442-6#citeas>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de sectores beneficiados por la acción de adaptación

Valoración en la reducción de GEI de la acción de adaptación (beneficios de mitigación)

Sistema eléctrico adaptado

R1.5

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Olas de calor	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Adaptar la capacidad de carga del sistema eléctrico municipal ante picos de demanda por temperaturas extremas.

FIGURA R1.5. Red eléctrica.



Fuente: Getty Images (CC).

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,00
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Adaptación del sector eléctrico de California al cambio climático (Klotz, M., y Schäuble, B. 2011)

Más información en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-011-0242-2>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de evaluaciones de seguridad y resiliencia del sistema eléctrico municipal

Tiempo de restablecimiento del servicio en caso de corte o colapso de la red

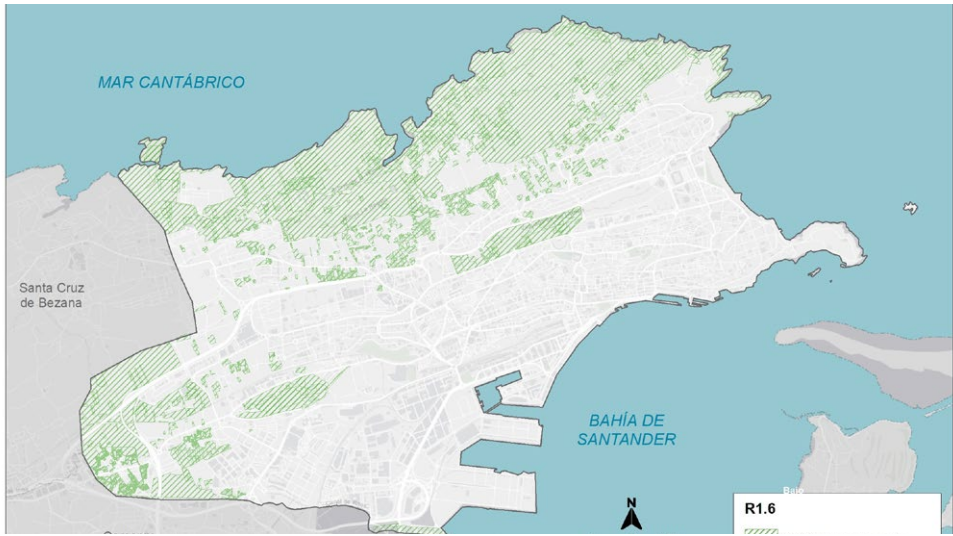
Porcentaje de diversificación de las fuentes de suministro / Grado de dependencia exterior

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Olas de calor, inundación pluvial, derivadas vectores	Puntual

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Proteger la superficie municipal destinada a actividades agropecuarias para el fomento de una mayor soberanía alimentaria.

FIGURA R1.6. Superficies destinadas a actividades agropecuarias.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 6,62
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Agenda de la Alimentación Urbana (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2024)
Más información en: <https://www.fao.org/urban-agriculture/es/>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Superficie agrícola total anual / Superficie municipal
Diversidad y tipología de cultivos ecológica / Superficie agrícola total
Nivel de materia orgánica del suelo (valores anuales)

Control de espacios insalubres en los edificios

R1.7

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Salud – derivadas- vectores	Puntual

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Identificar espacios insalubres en edificios antiguos que puedan tener bajos lúgubres con presencia de humedades.

FIGURA R1.7. Presencia de humedades en edificación.



Fuente: CINCc (UC), 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 6,15
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Control de espacios y viviendas en situaciones de insalubridad (Ayuntamiento de Terrassa, 2024)

Más información en: <https://www.terrassa.cat/es/control-d-espais-i-habitatges-en-situacio-d-insalubritat>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de viviendas en condiciones insalubres / Nº total de viviendas en el municipio

Objetivo R.2. Reducir el impacto de la temperatura extrema en el tejido urbano

Para reducir el impacto de la temperatura extrema en el tejido urbano es fundamental implementar medidas que promuevan la mitigación del calor y mejoren el confort térmico de los espacios urbanos. La plantación de arbolado en zonas con temperaturas críticas es una estrategia efectiva, ya que los árboles proporcionan sombra y reducen la temperatura del aire, contribuyendo a crear microclimas más frescos y agradables.

El incremento de cubiertas y fachadas verdes es otra medida clave. Las cubiertas vegetales y las fachadas verdes actúan como aislantes naturales, reduciendo la absorción de calor en los edificios y ayudando a mantener temperaturas más frescas en su interior. Estas infraestructuras mejoran la calidad del aire, absorben el dióxido de carbono y proporcionan hábitats para la biodiversidad urbana.

La creación de espacios públicos protegidos climáticamente proporciona áreas de descanso y recreación durante periodos de calor extremo. Los espacios públicos deben diseñarse con elementos de sombra (como pérgolas, toldos o estructuras vegetales) y con materiales que reflejen el calor (como pavimentos permeables y superficies de alto albedo).

Incrementar las superficies de alto albedo, es decir, aquellas que reflejan la radiación solar, contribuye a reducir la absorción de calor en la ciudad y a mitigar el efecto isla de calor urbano. La utilización de materiales reflectantes en calles, plazas y aparcamientos, así como el uso de cubiertas frías, favorece la consecución de estos objetivos.

La revegetación de caminos y sendas proporciona múltiples beneficios, incluida la reducción de la temperatura del suelo, la retención de humedad y la mejora del paisaje urbano. Así mismo, la creación de recorridos peatonales climáticamente confortables, que conecten áreas verdes y sombreadas, facilita la movilidad sostenible y promueve la actividad física al aire libre.

En conjunto, estas medidas no solo ayudan a reducir el impacto de la temperatura extrema en el tejido urbano, sino que también contribuyen a crear ciudades más sostenibles, saludables y resilientes frente al cambio climático.

Seis son las medidas seleccionadas para el objetivo R.2.:

- R2.1** Plantación de arbolado en zonas con temperaturas críticas
- R2.2** Incremento de cubiertas y fachadas verdes
- R2.3** Espacios públicos protegidos climáticamente
- R2.4** Incremento de superficies de alto albedo
- R2.5** Revegetación de caminos y sendas
- R2.6** Creación de recorridos peatonales climáticamente confortables

Plantación de arbolado en zonas con temperaturas críticas

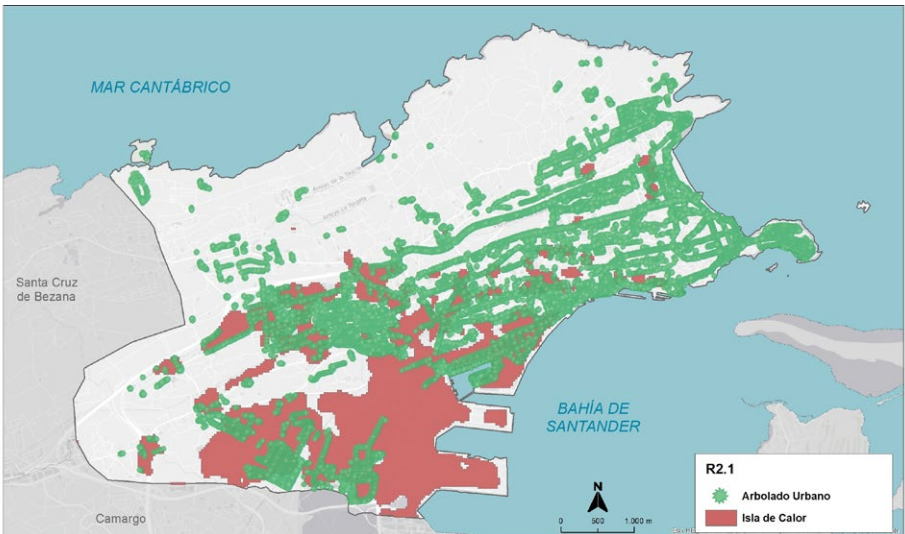
R2.1

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Soluciones basadas en la Naturaleza	Olas de calor, inundación pluvial	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Incrementar el número de árboles para obtener un aumento de la evapotranspiración y frescor urbano en áreas identificadas como posibles islas de calor.

FIGURA R2.1. Áreas de plantación de arbolado en zonas de altas temperaturas superficiales.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,77
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: El papel del paisaje arbóreo para reducir los efectos de las islas de calor urbanas en las ciudades brasileñas de Curitiba y Sao Paulo
 Más información en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00468-021-02230-8>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Superficie de nuevos espacios naturalizados / Superficies con posibilidad de altas temperaturas
 N° de árboles y arbustos plantados en zonas identificadas con altas temperaturas

Incremento de cubiertas y fachadas verdes

R2.2

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Constructivas	Olas de calor, inundación pluvial	Puntual

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Aumentar la superficie de cubiertas verdes / frías y fachadas verdes con un programa que localice las edificaciones más viables y establezca objetivos a corto plazo.

FIGURA R.2.2. Cubierta verde ubicada en el edificio del Instituto de Física de Cantabria



Fuente: Universidad de Cantabria

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,31
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: El edificio residencial Agora Garden (Taiwán) como jardín vertical

Más información en: <https://www.construible.es/2019/03/01/edificio-residencial-agora-garden-eleva-taiwan-jardin-vertical-forma-helicoidal>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Superficie de cubiertas verdes – frías / Superficie total de cubiertas en zonas de isla de calor
Superficie de fachadas verdes

Espacios públicos protegidos climáticamente

R2.3

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Constructivas	Olas de calor, inundación pluvial	Barrio

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Incorporar en el diseño de los espacios públicos zonas de protección frente a la lluvia y al soleamiento que mejoren su confort térmico.

FIGURA R2.3. Plaza de la Ciencia.



Fuente: CINCC (UC), 2024

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,08
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Proyecto de mejora del confort térmico en el casco antiguo de Trebujena (Ayuntamiento de Trebujena, 2022)

Más información en: Confort Térmico Trebujena. https://contrataciondelestado.es/wps/portal/!ut/p/b0/DcqxCoAgEADQTzpagokGCBfbGipd4tArjk6tkKC_z_HBAwsr2lgvH5g5RZRi44ku4Xi2njKK0CbsOKMrARawYNmrV8CYcaC9OQdd1az0M0-3pK_vOrhC6H97qjDv/

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de espacios públicos con elementos de protección frente al clima

Nº de infraestructuras y equipamientos destinados a la protección por lluvia e insolación

Incremento de superficies de alto albedo

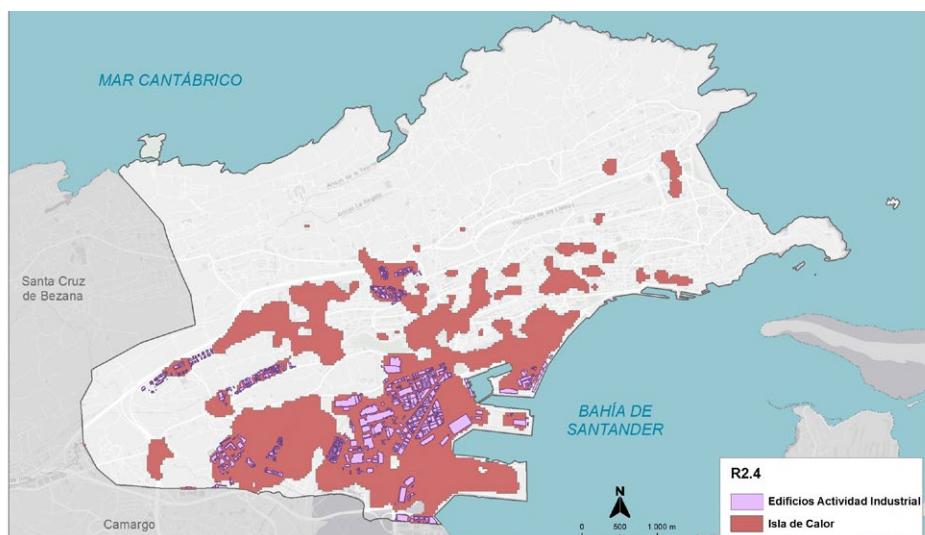
R2.4

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Constructivas	Olas de calor	Barrio

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Incrementar las superficies de alto albedo en pavimentos y cubiertas en zonas industriales, especialmente en sectores afectados por isla de calor urbano.

FIGURA R2.4. Áreas industriales en sectores de altas temperaturas superficiales.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,00
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Rendimiento térmico del pavimento y contribución al clima urbano y global (Federal Highway Administration, US Department of Transportation)

Más información en: <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/infrastructure/pavements/ltp/17012/index.cfm>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Superficie pavimentada de alto albedo / Superficie total pavimentada

Porcentaje de superficie de cubiertas industriales con alto albedo en zonas de isla de calor

Revegetación de caminos y sendas

R2.5

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Olas de calor, inundación pluvial, viento	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Desarrollar intervenciones de revegetación mediante elementos arbustivos y arbolado autóctono en caminos y sendas rurales para generar zonas de sombra y protección al viento.

FIGURA R2.5. Caminos y sendas rurales con potencial para la plantación de arbolado.



Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,70
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Corredor verde Oliver-Valdefierro, Zaragoza
 Más información: <https://www.zaragoza.es/ciudad/urbanismo/arquitect/valdefierrooliver.htm>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Longitud (m) de itinerarios o caminos revegetados
 Porcentaje de la red de caminos y sendas con cobertura de arbolado

Creación de recorridos peatonales climáticamente confortables

R2.6

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Constructivas	Olas de calor	Puntual

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Vincular los recorridos peatonales verticales (rampas y escaleras) a áreas de descanso con sombra.

FIGURA R2.6. Parque de la Teja.



Fuente: CINCc (UC), 2024

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 6,69
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Buenas prácticas en accesibilidad universal (Junta de Comunidades de Castilla La Mancha, 2012)

Más información en: <https://www.castillalamancha.es/sites/default/files/documentos/20120511/librobuenaspracticass accesibilidaduniversal.pdf>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Superficie de espacios libres con zonas protegidas / Superficie total de espacios libres
Nº de árboles por longitud total de viales y senderos de recorridos en espacios públicos

Objetivo R.3. Reducir el impacto de las precipitaciones extremas en el tejido urbano

Para el control de las precipitaciones extremas en el tejido urbano se pueden adoptar medidas que gestionen eficazmente el exceso de agua y reduzcan el riesgo de inundaciones. La implementación de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) permite utilizar técnicas naturales para gestionar el agua de lluvia, como zonas verdes permeables, estanques de retención y techos verdes, lo que permite la infiltración del agua en el suelo y reduce la escorrentía superficial.

La implementación de una red de saneamiento separativa es otra medida estratégica. Esta red separa las aguas pluviales de las residuales, y canaliza estas hacia sistemas de drenaje sostenible, en lugar de mezclarlas con aguas residuales tratadas. Reducir la carga sobre la red de drenaje y las plantas de tratamiento de aguas residuales minimiza el riesgo de desbordamientos durante eventos de lluvia intensa.

La creación de espacios públicos y privados permeables es una medida habitual para aumentar la capacidad de absorción del suelo y reducir la escorrentía. Con ello se logra mediante el uso de pavimentos permeables, jardines de lluvia, zonas ajardinadas y áreas verdes permeables que permitan que el agua de lluvia se infiltre gradualmente en el suelo. La red de jardines de lluvia consiste en la creación de áreas ajardinadas diseñadas para capturar y retener el agua de lluvia, lo que permite su infiltración en el suelo y reduce el riesgo de inundaciones. En este sentido, la captura en balsas de agua y depósitos es también una medida eficiente. Los jardines de lluvia pueden ubicarse en espacios públicos y en propiedades privadas, como jardines residenciales y áreas comerciales, pero también a lo largo de viales de alta capacidad y con pendientes elevadas, que generan un gran volumen de agua en las escorrentías superficiales. Adaptar el mobiliario urbano o desarrollar estrategias en la planificación urbana son también medidas necesarias entre las seleccionadas para el objetivo R.3.

Las medidas seleccionadas son las siguientes:

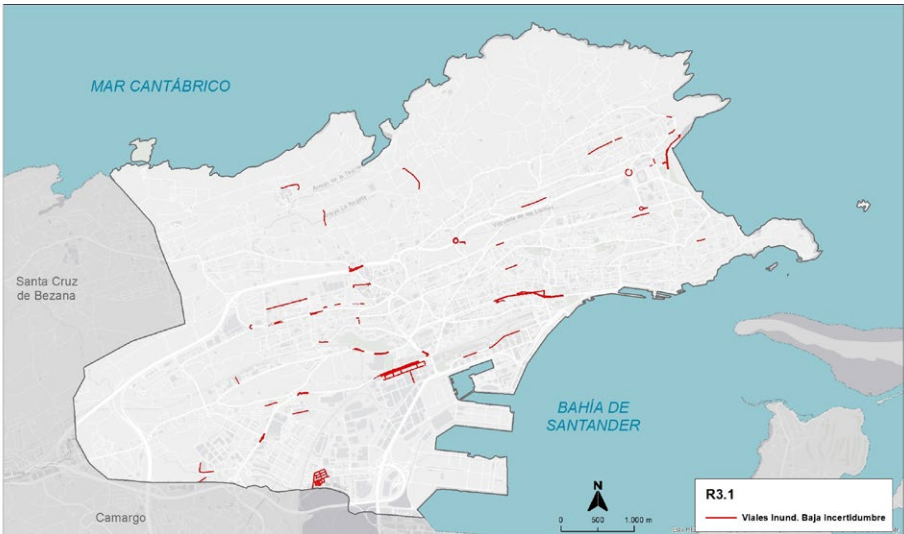
- R3.1** Implementación de SUDS
- R3.2** Implementación de una red de saneamiento separativa
- R3.3** Espacios públicos y privados permeables
- R3.4** Red de jardines de lluvia
- R3.5** Paradas de transporte público adaptadas al clima
- R3.6** Estrategias de aprovechamiento urbanístico
- R3.7** Implementación de balsas de recarga de agua

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Constructivas	Olas de calor, inundación pluvial, sequía	Puntual

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Implementar una red de SUDS que contribuya a la permeabilidad del suelo, la gestión de las escorrentías superficiales y la mejora de la calidad de las aguas de baño.

FIGURA R3.1. Viales inundables de baja incertidumbre.



Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,69
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: The Circle, solución sostenible frente a inundaciones en Normal (Illinois) (Hoerr Schaudt, 2010)

Más información en: <https://www.hoerrschaudt.com/project/uptown-normal/?parent=90>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de SUDS implementados

Superficie permeable impulsada por SUDS / Superficie permeable municipal

Implementación de una red de saneamiento separativa

R3.2

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Constructivas	Inundación pluvial	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Desarrollar una red separativa del sistema de alcantarillado y tanques de tormenta para el control de precipitaciones extremas.

FIGURA R3.2. Construcción del tanque de tormentas de El Sardinero.



Fuente: Ayuntamiento de Santander

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,54
--------------------	----------------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: El camino del agua en el paisaje urbano, barrio de Bon Pastor, Barcelona
 Más información en: https://aus.arquitectes.cat/wp-content/uploads/2014/05/2017_Soto_Perales_SuDSBonPastor_Bcn.pdf

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Porcentaje de la red saneamiento de carácter separativo respecto del total
 Volumen (hm³) captado por tanques de tormenta

Espacios públicos y privados permeables

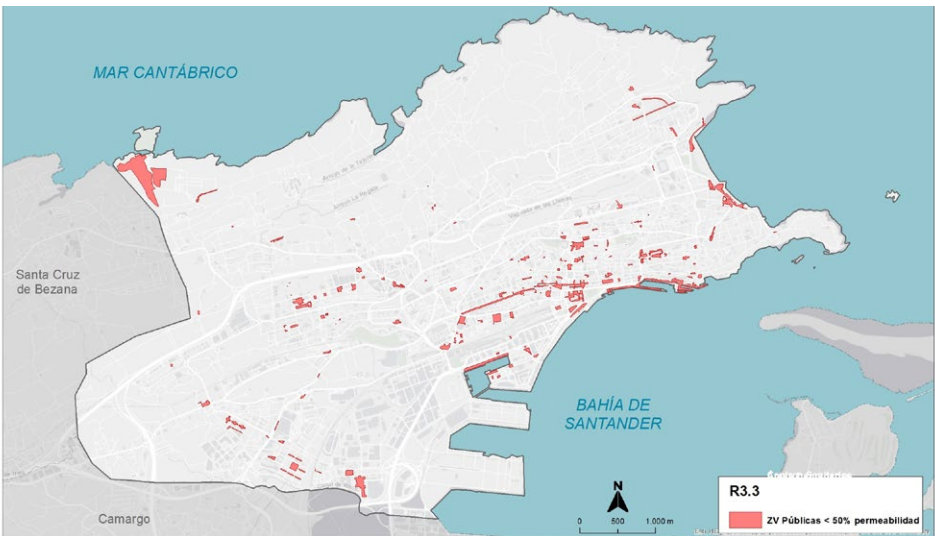
R3.3

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Olas de calor, inundación pluvial, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Garantizar que al menos el 50 % de la superficie de los espacios libres identificados públicos y privados sean permeables.

FIGURA R.3.3. Zonas verdes públicas con menos del 50 % de superficie permeable.



Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD

ELEVADA

MEDIA

BAJA

Valor: 8,54

PARA SABER MÁS

Referencia: Proyecto de ordenación urbana en el barrio de Vallcarca, en Barcelona
Más información en: <https://ciclca.eu/es/projects/proyecto-de-ordenacion-urbana-en-el-barrio-de-vallcarca-en-barcelona/>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

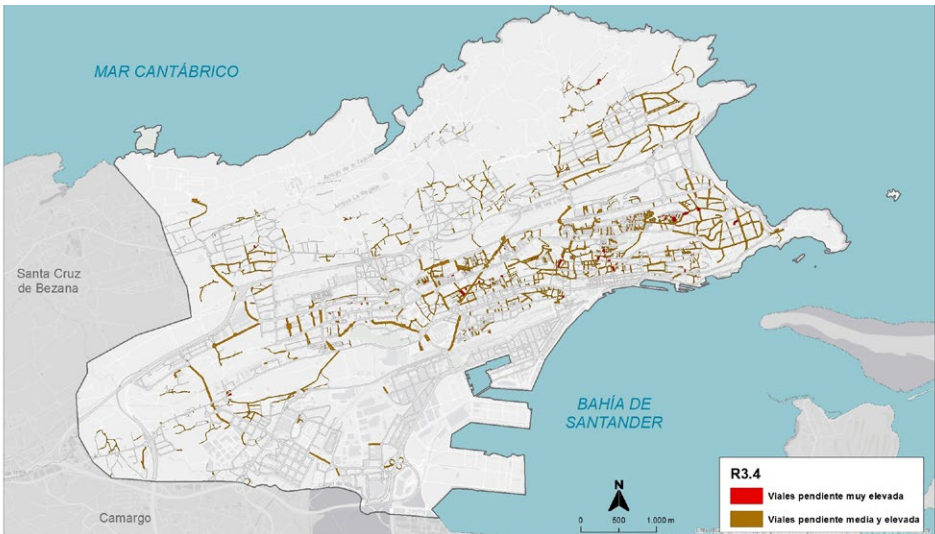
Porcentaje de superficie de espacios libres permeable / Superficie total de espacios libres

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Soluciones basadas en la naturaleza	Inundación pluvial	Puntual

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Crear una red de jardines de lluvia para la escorrentía superficial, en especial junto a vías de alta capacidad y secciones urbanas altamente impermeabilizadas.

FIGURA R3.4. Viales con pendientes elevadas y medias para jardines de lluvia.



Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,77
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Jardines de lluvia en Salamanca en el marco del proyecto LIFE Vía de la Plata
 Más información en: <https://www.lifeviadelaplata.com/jardines-de-lluvia/>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Superficie instalada de jardines de lluvia
 Superficie de captación de jardines de lluvia

Paradas de transporte público adaptadas al clima

R3.5

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Constructivas	Olas de calor, inundación pluvial, viento	Puntual

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Adaptar el diseño de las paradas de autobús a la exposición al viento y las precipitaciones para que sirvan de resguardo durante el invierno.

FIGURA R3.5. Parada de autobús en la plaza de San Martín.



Fuente: CINCC (UC), 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 6,54
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Refugios populares adaptados al clima: evaluación sobre el terreno (University of Technology Sydney (UTS), 2018)

Más información en: <https://www.uts.edu.au/isf/explore-research/projects/climate-adapted-people-shelters#:~:text=The%20Climate%20Adapted%20People%20Shelters%20%28CAPS%29%20project%20has,heat%20and%20extreme%20weather%20events%20in%20Western%20Sydney>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

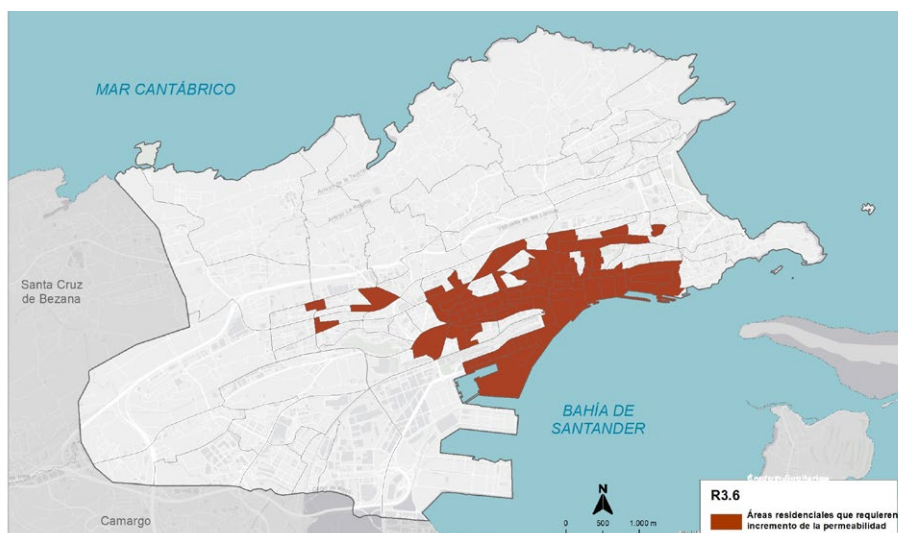
Nº de paradas de autobús protegidas del viento y las precipitaciones

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Inundación pluvial	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Emplear estrategias de transferencia de aprovechamiento urbanístico para incrementar la presencia de zonas permeables en áreas densas.

FIGURA R3.6. Secciones censales con baja permeabilidad.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 6,38
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Proyecto Madrid-Río (Besomi, A. 2011)

Más información en: <https://www.archdaily.co/co/02-89344/proyecto-madrid-río-mrio-arquitectos-asociados-y-west-8>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de proyectos de transferencia de aprovechamiento urbanístico destinados a la adaptación
Superficie permeable generada con proyectos de transferencia de aprovechamientos

Implementación de balsas de recarga de agua

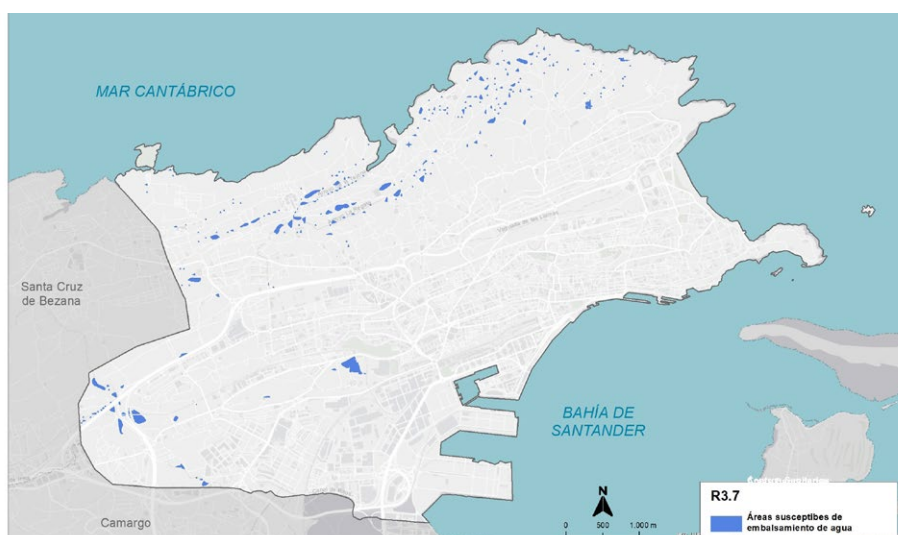
R3.7

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Constructivas	Inundación pluvial	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Crear balsas de agua de recarga protegiendo los sectores proclives al encharcamiento identificados en la cartografía de **Blue Spots**.

FIGURA R3.7. Áreas susceptibles de embalsamiento de agua.



Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 5,92
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Construcción de balsas para la recarga del acuífero del Baix Camp en el marco del proyecto LIFE REMAR

Más información en: <https://www.comaigua.cat/-/la-recarga-del-acuífero-del-baix-camp-proyecto-seleccionado-en-la-primer-fase-del-programa-life-2020-de-la-union-europea->

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Superficie identificada de balsas de recarga de agua

Volumen anual (hm³) de captación de las balsas de recarga

Objetivo R.4. Reducir el impacto de la subida del nivel del mar en la costa

Con el objeto de reducir el impacto de la subida del nivel del mar en la costa, se deben implementar medidas que protejan las infraestructuras y edificaciones costeras, así como conservar los ecosistemas naturales que actúan como barreras contra la erosión y las inundaciones.

En primer lugar, se propone adaptar las infraestructuras y edificaciones a la subida del nivel del mar mediante el diseño y la ordenación del espacio litoral. En ocasiones es necesario hacer permeables las plantas inferiores de los edificios existentes, construir refuerzos de contención, rediseñar el espacio público para adaptarlo al impacto del oleaje o reubicar las infraestructuras críticas fuera de las zonas de riesgo. Se deben implementar medidas de control del riesgo para gestionar de manera efectiva las amenazas asociadas a la subida del nivel del mar. Se pueden establecer perímetros de seguridad en las zonas costeras vulnerables y desarrollar sistemas de vigilancia para monitorear el comportamiento del mar durante temporales costeros y eventos climáticos extremos.

La conservación de los sedimentos costeros es otra estrategia importante para reducir el impacto de la subida del nivel del mar. Estos actúan como barreras naturales que absorben la energía de las olas y protegen la línea costera de la erosión. Mantener la integridad de estos ecosistemas mediante la protección de las áreas costeras y la restauración de los hábitats degradados es esencial para preservar su función como amortiguadores contra el aumento del nivel del mar.

Una planificación adecuada del frente litoral permitirá reducir los impactos y, en situaciones extremas, recuperar la funcionalidad de estos sectores en menor tiempo. Las playas de Santander son lugares especialmente propensos a impactos por subida del nivel del mar. El rediseño del frente litoral de la Segunda Playa de El Sardinero puede llegar a ser necesario. Algunas opciones, como el retroceso del paseo marítimo y el rediseño del parque de Mesones elevando su cota actual, podrían garantizar una respuesta al impacto de los temporales. Un sector muy sensible corresponde con el final del paseo marítimo, junto al hotel Chiqui. En esta área se deben proponer estructuras marítimas de protección que mermen la energía del oleaje mediante el incremento de la lámina de agua, con soluciones similares a las piscinas naturales recogidas en el proyecto LIFE COSTAdapta. Este tipo de soluciones están siendo probadas en costas con sustrato rocoso como el que nos ocupa.

Para el desarrollo del objetivo R.4 se han definido tres medidas básicas:

- R4.1** Infraestructuras y edificaciones adaptadas a la subida del nivel del mar
- R4.2** Implementación de medidas de control del riesgo
- R4.3** Conservación de sedimentos costeros

Infraestructuras y edificaciones adaptadas a la subida del nivel del mar

R4.1

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Constructivas	Inundación costera	Puntual

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Ejecutar trabajos de defensa y/o reubicación de las infraestructuras y edificaciones expuestas a la subida del nivel del mar, embates de mar y fuerte oleaje en las zonas en riesgo.

FIGURA R4.1. Edificaciones expuestas a subida del nivel del mar.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024 a partir de datos del PEMUSAN 2016

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,31
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Desarrollar la adaptación costera al cambio climático en la infraestructura de la ciudad de Nueva York: proceso, enfoque, herramientas y estrategias (García et al., 2018)

Más información en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837717314278>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de edificios expuestos a inundación costera

Superficie edificada expuesta a subida del nivel del mar

Implementación de medidas de control del riesgo

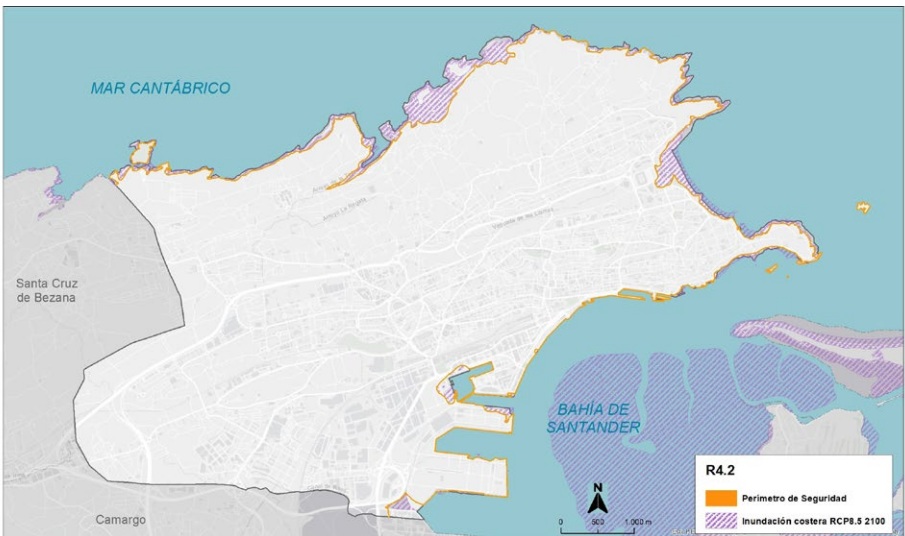
R4.2

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Inundación costera	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Establecer perímetros de seguridad y medidas de vigilancia durante temporales costeros en las áreas en riesgo.

FIGURA R4.2. Perímetros de seguridad frente a inundación costera.



Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024 a partir de datos del PEMUSAN 2016

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,00
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Sistema de Alerta Temprana de Tsunamis del Pacífico (PTWS) Estrategia (2022-2030). (Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) of UNESCO, 2012)
Más información en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384524>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Superficie incluida dentro del perímetro de seguridad ante eventos extremos en el litoral
Presupuesto asignado a medidas de seguridad y vigilancia ante eventos extremos en el litoral

Conservación de sedimentos costeros

R4.3

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Constructivas	Inundación costera	Puntual

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Diseñar medidas integrales para la conservación de los sedimentos que favorezcan la alimentación de playas, sin afectar a su valor paisajístico.

FIGURA R4.3. Desplazamiento de sedimento en la península de la Magdalena, Santander.



Fuente: CINCc (UC), 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 6,85
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Restauración de islas barreras para defensa de huracanes y del aumento del nivel del mar en Louisiana
Más información en: <https://www.audubon.org/magazine/fall-2017/louisiana-restoring-its-barrier-islands-defend>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Volumen (m³) de sedimentos con capacidad de protección costera

Objetivo R.5. Estar preparados con protocolos de alerta y respuesta temprana a eventos extremos

Estar preparados con protocolos de alerta y respuesta temprana a eventos extremos permite proteger a las comunidades y reducir los daños causados por los desastres naturales. Uno de los pilares de estos protocolos es el seguimiento continuo de la respuesta a eventos extremos, lo que implica monitorear de cerca la evolución de fenómenos climáticos como tormentas, inundaciones, sequías u otros eventos extremos. Este seguimiento permite anticipar posibles riesgos, evaluar la magnitud del impacto y tomar medidas preventivas de manera oportuna.

Para eventos como la sequía, es necesario contar con un protocolo de actuación bien definido. Se pueden implementar medidas para la conservación del agua, promoviendo el uso eficiente del recurso y estableciendo restricciones cuando sea necesario. También se deben desarrollar estrategias para diversificar las fuentes de abastecimiento, como la inversión en infraestructuras de captación y almacenamiento de agua de lluvia, y la promoción de prácticas de reutilización de agua tratada.

Garantizar el abastecimiento de agua es imprescindible en la preparación ante eventos climáticos extremos. Se deben establecer mecanismos para garantizar la disponibilidad de agua potable incluso en condiciones de escasez, como la optimización de la gestión de los recursos hídricos y la implementación de sistemas de almacenamiento y distribución robustos y resilientes.

Una estrategia adicional para estar preparados frente a eventos extremos es la implementación de pólizas de seguro con cobertura a siniestros climáticos. Los seguros pueden proporcionar compensación económica en caso de pérdidas materiales causadas por eventos climáticos extremos, lo que ayudaría al municipio a recuperarse más rápidamente de los impactos adversos y reduciría su vulnerabilidad económica.

El objetivo, por tanto, es estar preparados con protocolos de alerta y respuesta temprana a eventos extremos, lo que implica una combinación de seguimiento, planificación, gestión de recursos y medidas de adaptación.

Un total de cuatro medidas han sido priorizadas para el objetivo R.5:

- R5.1** Seguimiento de la respuesta a eventos extremos
- R5.2** Protocolo de actuación frente a la sequía
- R5.3** Abastecimiento de agua garantizado
- R5.4** Implementación de pólizas con cobertura a siniestros climáticos

Seguimiento de la respuesta a eventos extremos **R5.1**

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Crear una herramienta de seguimiento de la respuesta de las infraestructuras y equipamientos urbanos frente a eventos extremos.

FIGURA R5.1. Herramientas de seguimiento.



NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,23
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: 2023: Un año récord de eventos climáticos extremos y emisiones de dióxido de carbono (Greenpeace, 2023)
 Más información en: <https://es.greenpeace.org/es/noticias/eventos-climaticos-extremos-en-2023-entre-la-esperanza-y-la-ecoansiedad/>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de herramientas de seguimiento
 Nº de personas destinadas al seguimiento de los eventos extremos

Protocolo de actuación frente a la sequía

R5.2

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Olas de calor, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Desarrollar un protocolo de actuación para eventos de sequía, con acciones en función del grado de intensidad (número de días sin precipitación y altas temperaturas) y evaluación de la demanda de riego.

FIGURA R5.2. Eventos de sequía prolongados.



Fuente: Getty Images (CC)

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,00
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Protocolo de actuación por situación de sequía (Ajuntament de Barcelona, 2023)
Más información en: <https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/es/que-hacemos-y-porque/energia-y-cambioclimatico/plan-sequia>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de protocolos de seguimiento frente a la sequía / Sector de actividad

Abastecimiento de agua garantizado

R5.3

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Constructivas	Olas de calor, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Garantizar el abastecimiento de agua con un sistema suplementario en caso de corte del suministro.

FIGURA R5.3. Escudo depósito de pronillo.



Fuente: CINCc (UC), 2024

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,00
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Gestión sostenible del agua para la población y el medio ambiente de Nueva York
 Más información en: <https://www.nyc.gov/assets/dep/downloads/pdf/climate-resiliency/one-nyc-one-water.pdf>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Volumen (hm³) de agua almacenada en sistemas suplementarios
 N° de evaluaciones de seguridad y resiliencia del sistema eléctrico municipal
 Tiempo de restablecimiento del servicio en caso de corte o colapso de la red

Implementación de pólizas de seguro con cobertura a siniestros climáticos

R5.4

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Confirmar la cobertura de las pólizas de seguros municipales para riesgos asociados al cambio climático.

FIGURA R5.4. Gestión de pólizas de seguros.



Fuente: Getty Images (CC).

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 6,15
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Cobertura de riesgos extraordinarios derivables del cambio climático (AdapteCCa, 2024)
 Más información en: <https://adaptecca.es/casos-practicos/cobertura-de-riesgos-extraordinarios-derivables-del-cambio-climatico>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Valor económico de cobertura de las pólizas para riesgos asociados al cambio climático
 Importe económico soportado por las pólizas ante impactos asociados al cambio climático

Objetivo R.6. Optimizar y controlar los recursos hídricos en un escenario de cambio climático

En un escenario de cambio climático, optimizar y controlar los recursos hídricos resulta imprescindible para garantizar la disponibilidad de agua potable y reducir los efectos de la variabilidad climática. Para lograrlo, es necesario implementar medidas en los municipios, así como en el ámbito privado. En primer lugar, es fundamental introducir elementos de ahorro y control de fugas en la red de abastecimiento de agua municipal. Se hace imprescindible la modernización de las infraestructuras y la instalación de tecnologías que reduzcan las pérdidas de agua durante el transporte y la distribución. Además, es importante implementar sistemas de control de fugas en los espacios libres, instalaciones y equipamientos municipales para evitar desperdicios.

Para fomentar el ahorro de agua entre la ciudadanía, se deben llevar a cabo campañas de comunicación y sensibilización. Estas campañas pueden incluir consejos prácticos sobre el uso eficiente del agua en el hogar, la promoción de tecnologías de bajo consumo y la importancia de reducir el desperdicio de agua en actividades cotidianas. En el ámbito privado, es necesario desarrollar normativas que promuevan el aprovechamiento hídrico en las nuevas construcciones, incluyendo la exigencia de captación y almacenamiento de aguas pluviales en los edificios, así como el uso de tecnologías de reutilización de agua para usos no potables, como el riego de jardines y la limpieza de espacios exteriores.

Para incrementar el volumen de almacenamiento de aguas pluviales, se debe priorizar la construcción de una red de depósitos cerrados conectados con la red separativa de aguas pluviales. Estos depósitos pueden utilizarse para almacenar el agua de lluvia y luego utilizarla para el riego municipal.

Se deben proteger las zonas de recarga del Acuífero Subsistema 4A Unidad San Román y 4D Unidad Santander, para prevenir la intrusión salina, debido a la elevación del nivel del mar. La ampliación de zonas permeables que permitan la infiltración del agua de lluvia en el subsuelo, recargando así los acuíferos subterráneos y manteniendo su calidad y cantidad adecuadas, garantizarían el éxito de esta medida.

La optimización y el control de los recursos hídricos requieren la implementación de medidas integrales en el municipio y en el ámbito privado, que van desde la modernización de infraestructuras hasta la promoción del uso eficiente del agua y la protección de los recursos naturales.

El objetivo R.6 se conseguirá con las siguientes cuatro medidas prioritarias:

- R6.1** Red de abastecimiento eficiente
- R6.2** Fomento del ahorro de agua
- R6.3** Almacenamiento de aguas pluviales
- R6.4** Protección de acuíferos

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Tecnificación	Sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Introducir elementos de ahorro y control de fugas en la red de abastecimiento y en los espacios libres, instalaciones y equipamientos de carácter municipal.

FIGURA R6.1. Registro de red de distribución de agua, Santander.



Fuente: CINCc (UC), 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,31
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Orientaciones y gobernanza en la gestión del agua y cambio climático (Gobierno de España)
 Más información en: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/sistema-espaniol-gestion-agua.html>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de fugas identificadas y reparadas
 Volumen anual (hm³) de agua perdida en fugas / Volumen total de agua de abasto
 Consumo medio de los recursos hídricos (l/hab/día)

Fomento del ahorro de agua

R6.2

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Educación	Sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Fomentar el ahorro de agua con campañas de comunicación a la ciudadanía.

FIGURA R6.2. Pérdidas de recursos hídricos.



Fuente: Getty Images (CC)..

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,00
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Análisis crítico de las campañas de comunicación para fomentar la cultura del agua en México (Hernández Ávila, M., y Masso-Delgado, Y., 2016)

Más información en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-252X2016000200223&script=sci_arttext

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Consumo de agua por habitante y población flotante

Nº de eventos de sensibilización ciudadana y de materiales de divulgación

Almacenamiento de aguas pluviales

R6.3

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Constructivas	Olas de calor, inundación pluvial, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Incrementar el volumen de almacenamiento de aguas pluviales con una red de depósitos cerrados y conectados con la red separativa. Favorecer su uso para el riego municipal. En el ámbito privado, desarrollar normativas de aprovechamiento hídrico, exigiendo en las nuevas construcciones la captación y almacenamiento de las aguas pluviales.

FIGURA R6.3. Depósito de agua de Pronillo.



Fuente: Aguas Municipales de Santander (2020)

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,85
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Depósito regulador de pluviales Joan Miró de Barcelona
 Más información en: <https://www.iagua.es/blogs/jordi-oliveras/deposito-regulador-pluviales-joan-miro-barcelona>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

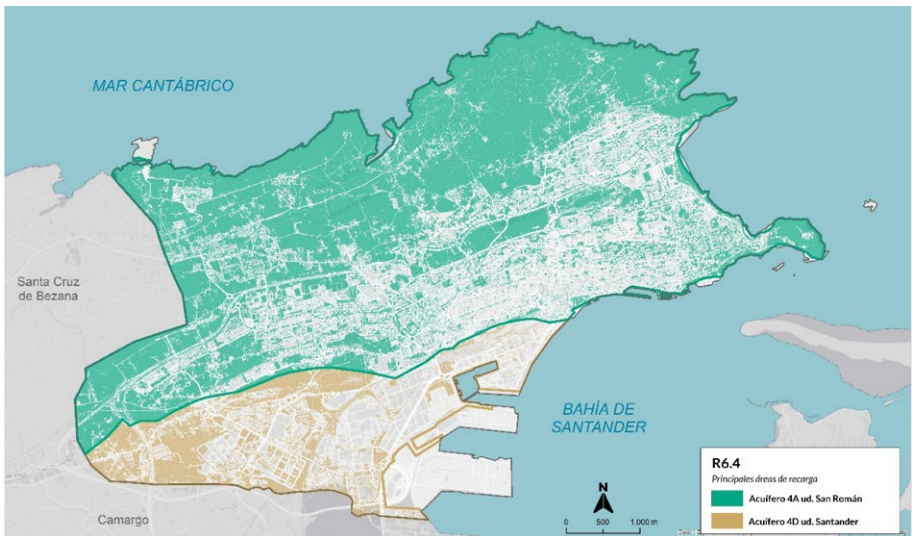
Capacidad de almacenamiento de aguas pluviales (volumen m³) público y privado
 Volumen (hm³) de aguas pluviales directamente aprovechadas para el riego municipal

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Inundación pluvial, inundación costera	Puntual

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Proteger las zonas de recarga del Acuífero Subsistema 4A Unidad San Román y 4D Unidad Santander, con el objeto de prevenir la intrusión salina debido a la elevación de la cota del nivel del mar con la ampliación de zonas permeables.

FIGURA R6.4. Áreas de recarga de acuíferos.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,23
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Medidas urbanísticas de adaptación al cambio climático en Santa Cruz de Galápagos, Ecuador (Pérez Celaya, N., 2020)
Más información en: <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/21363>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Superficie permeable de áreas de recarga del acuífero / Superficie del área de recarga

META SALUD

La meta Salud se enfoca en mejorar la resiliencia de los servicios de atención médica y del sistema de vigilancia epidemiológica para proteger la salud de la población en un contexto de cambio climático. Para lograrlo, es necesario desarrollar mecanismos de control y seguimiento del cambio climático y su impacto en la salud pública, lo que supone establecer sistemas de monitoreo que permitan identificar y prever los riesgos asociados a eventos climáticos extremos y enfermedades relacionadas con el clima.

Es importante contar con la capacidad para actuar ante el clima extremo y sus efectos sobre la salud, lo que incluye la implementación de medidas de mitigación y adaptación, así como la capacitación del personal médico y de emergencia para hacer frente a situaciones de crisis relacionadas con el clima, como olas de calor, inundaciones o enfermedades transmitidas por vectores.

Una parte importante de esta meta es reducir el riesgo de la población más sensible a las temperaturas extremas, como los ancianos, los niños pequeños y las personas con enfermedades crónicas. La implementación de programas de concienciación y prevención favorece la identificación y protección de grupos vulnerables, y la provisión de servicios de salud adecuados durante eventos climáticos adversos para estos sectores de población. También, se busca minorar los condicionantes ambientales negativos que afectan a la salud pública, lo que permitiría abordar problemas como la contaminación del aire, la calidad del agua, la degradación de los ecosistemas y la exposición a sustancias tóxicas, que pueden agravarse con el cambio climático. Se deben implementar políticas y acciones para reducir estas amenazas ambientales y promover entornos más saludables y seguros para la población.

La meta Salud busca fortalecer la capacidad de respuesta y adaptación del sistema de salud frente al cambio climático, mediante la implementación de medidas de control y seguimiento del clima, la preparación para eventos climáticos extremos, la protección de grupos vulnerables y la promoción de entornos saludables. Estas acciones son fundamentales para enfrentarse a los desafíos de salud pública en un entorno en constante cambio climático.

OBJETIVOS

SL1 Desarrollar mecanismos de control y seguimiento del cambio climático y su impacto sobre la salud.

SL2 Tener capacidad para actuar ante el clima extremo, minimizando sus efectos sobre la salud de la población.

SL3 Reducir el riesgo de la población más sensible a las temperaturas extremas.

SL4 Minorar los condicionantes ambientales negativos que afectan a la salud.

Objetivo SL.1. Desarrollar mecanismos de control y seguimiento del cambio climático y su impacto sobre la salud

Desarrollar mecanismos de control y seguimiento del cambio climático y su impacto en la salud permite proteger a la población ante los desafíos ambientales emergentes. Una estrategia clave es establecer un laboratorio de investigación biometeorológica y de salud humana. Este laboratorio estudiaría las relaciones entre los procesos atmosféricos y la salud de las personas, permitiendo una comprensión más profunda de cómo el clima afecta al bienestar humano.

Se propone la creación de una red complementaria de observatorios de la calidad del aire y de control de bioaerosoles, equipados con estaciones de captura de aeroalérgenos, que monitorizarían las emisiones contaminantes y las nanopartículas a nivel de distrito o sección censal, proporcionando datos detallados sobre la calidad del aire.

La optimización de la red de sensores de Smart City es otra medida clave. Esta red permitiría detectar en tiempo real los puntos críticos de elevada temperatura en la ciudad, lo que facilitaría la implementación de acciones preventivas para proteger a la población de los efectos del calor extremo, como golpes de calor o deshidratación. Se deberían seleccionar aquellos sensores correctamente ubicados y que ofrezcan datos fiables para la toma de decisiones.

Para reforzar la vigilancia epidemiológica, se propone un control sistemático de los vectores que representan un riesgo potencial para la salud pública, con la monitorización de la presencia y actividad de mosquitos, garrapatas y otros vectores transmisores de enfermedades, lo que permitiría una detección temprana de posibles brotes y la implementación de medidas de control adecuadas. Además, se sugiere crear una cartografía de posibles focos de anidamiento de vectores, como el embalsamiento de agua al aire libre.

Finalmente, se propone valorar los impactos del viento sur en la salud física y mental de la población, lo que permitiría entender mejor cómo este fenómeno climático afecta al bienestar de las personas para desarrollar estrategias de adaptación y mitigación adecuadas. En conjunto, estas medidas contribuirían a mejorar la capacidad de respuesta de la sociedad santanderina ante los desafíos de salud pública asociados al cambio climático.

Para el objetivo SL.1 se han establecido las siguientes seis medidas:

- SL.1.1** Laboratorio de investigación biometeorológica y de salud humana
- SL.1.2** Red de observatorios de calidad del aire
- SL.1.3** Red de sensores aplicados al clima
- SL.1.4** Vigilancia y alerta temprana ante vectores de riesgo para la salud
- SL.1.5** Cartografía de focos de vectores de enfermedades asociadas a altas temperaturas
- SL.1.6** Seguimiento del impacto del viento sur

Laboratorio de investigación biometeorológica y de salud humana

SL1.1

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Tecnificación	Salud	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Desarrollar un laboratorio de investigación biometeorológica y de salud humana que estudie las relaciones entre los procesos atmosféricos y la salud y el bienestar de las personas.

FIGURA SL1.1. Laboratorios de control biometeorológico.



Fuente: Pixabay Creative Commons Zero (CC0).

NIVEL DE PRIORIDAD

ELEVADA

MEDIA

BAJA

Valor: 8,69

PARA SABER MÁS

Referencia: El cambio climático y la salud en Cuba (Borroto et al., 2022)

Más información en: <https://www.paho.org/sites/default/files/2023-05/cambio-climatico-salud-cuba.pdf>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de personas contratadas en el laboratorio de investigación biometeorológica-salud humana

Nº de investigaciones y estudios publicados por el laboratorio

Red de observatorios de calidad del aire

SL1.2

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Tecnificación	Salud	Ciudad

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Crear una red complementaria de observatorios de la calidad del aire, de control de bioaerosoles (con estaciones de captura de aeroalérgenos) para el monitoreo de emisiones contaminantes y nanopartículas a escala de sección censal.

FIGURA SL1.2. Estaciones de medida.



Fuente: CINCC (UC), 2024,, a partir de CIMA, Gobierno de Cantabria

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,62
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Red de control y vigilancia de la calidad del aire en Cantabria (Centro de Investigación de Medio Ambiente (CIMA), 2015)

Más información en: <https://cima.cantabria.es/calidad-del-aire>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de estaciones recogida de datos

Contabilización diaria de concentración de material particulado inferior a 2,5 micras

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Tecnificación	Salud	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Optimizar la red de sensores de Smart City que permita detectar en tiempo real los puntos críticos por elevada temperatura.

FIGURA SL1.3. Equipamiento Smart City Santander.



Fuente: CINCC (UC), 2024

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,46
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Red de sensores SmartCity para la vigilancia de la salud en Barcelona
 Más información en: <https://www.barcelona.cat/infobarcelona/ca/tema/smart-city>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de sensores optimizados de Smart City
 Superficie de cobertura de los sensores

Vigilancia y alerta temprana ante vectores de riesgo para la salud

SL1.4

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Olas de calor, salud	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Reforzar la vigilancia epidemiológica con una vigilancia sistemática de los vectores que supongan riesgo potencial para la población, para su posible incorporación en un sistema de alerta temprana.

FIGURA SL1.4. Mosquito transmisor de vectores.



Fuente: Pixabay, Creative Commons, Zero (CC0).

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,46
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Mosquito Alert, pieza clave de un proyecto reconocido por la Comisión Europea para alertar sobre enfermedades transmitidas por mosquitos (premio EIC Horizon de Alerta Temprana para Epidemias)
Más información en: Mosquito Alert (<https://map.mosquitoalert.com/es>).

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de vectores identificados
Nº de campañas anuales de vigilancia de vectores

Cartografía de focos de vectores de enfermedades asociadas a altas temperaturas

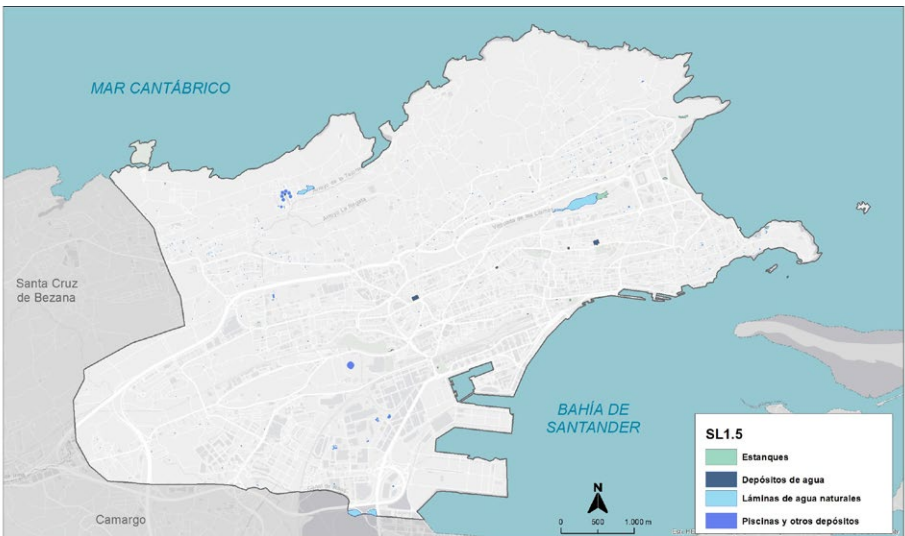
SL1.5

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Olas de calor, salud	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Crear una cartografía de posibles focos de anidamiento de vectores de enfermedades asociados a las altas temperaturas, en especial el embalsamiento de agua al aire libre.

FIGURA SL1.5. Posibles fuentes de vectores de enfermedades.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 6,85
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: El observatorio mundial de la salud (Organización Mundial de la Salud, 2024)
Más información en: <https://www.who.int/data/gho/map-gallery>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Superficie de áreas identificadas como fuentes de vectores de enfermedades

Seguimiento del impacto del viento sur

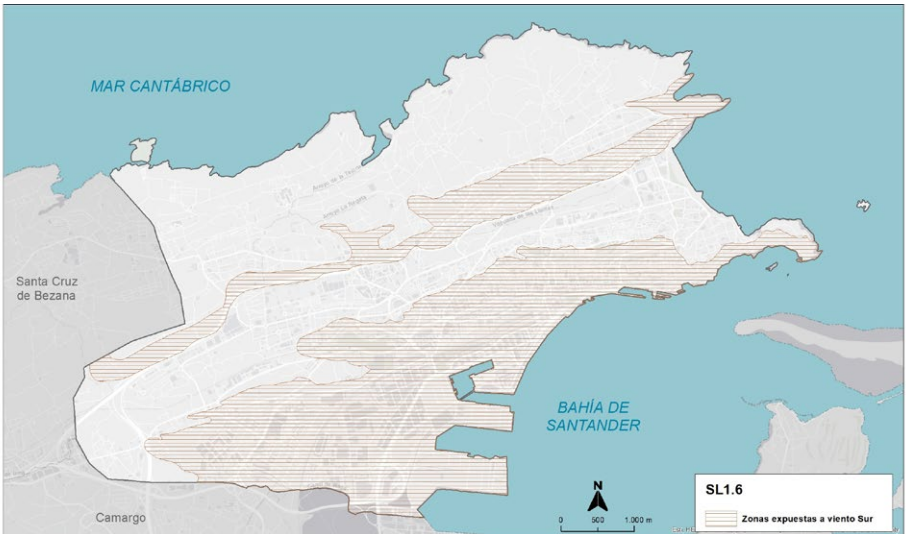
SL1.6

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Educación	Olas de calor, viento, salud	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Valorar los impactos de viento sur (midiendo sus características eléctricas) en la salud física y mental de la ciudadanía.

FIGURA SL1.6. Exposición a viento sur.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024 a partir de datos del PEMUSAN 2016

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 6,31
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Evaluación del viento y directrices para ciudades inteligentes (Actiflow, 2020)
 Más información en: <https://actiflow.com/wind-assessment-and-guidelines-for-smart-cities/#>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de habitantes en zonas expuestas a riesgo por viento sur
 Nº de afectados hospitalarios en función de la frecuencia y duración de los eventos

Objetivo SL.2. Tener capacidad para actuar ante el clima extremo, minimizando sus efectos sobre la salud de la población

Para desarrollar mecanismos de control y seguimiento del cambio climático y su impacto en la salud, se debe establecer un sistema de alerta temprana de salud pública, el cual proporcionaría advertencias anticipadas sobre eventos climáticos extremos, como olas de calor, condiciones desfavorables de calidad del aire o viento sur. Esto permitiría la coordinación efectiva entre los servicios de atención primaria, las entidades sociosanitarias y protección civil.

Una medida necesaria pasa por establecer un protocolo de actuación específico para eventos de ola de calor. Este protocolo incluiría una jerarquía de acciones en función del grado de intensidad de la ola de calor, desde la vigilancia y seguimiento de las personas vulnerables hasta la coordinación entre los organismos sanitarios y asistenciales para proporcionar atención médica y asistencia a quienes lo necesiten. El esperado incremento de este fenómeno obliga a sistematizar los programas de prevención y control, localizando los grupos vulnerables, especialmente las personas mayores.

Otro aspecto importante es definir protocolos de actuación para el control de plagas y vectores de enfermedades asociados a las olas de calor y elevadas temperaturas, implementando medidas de control y prevención, como la fumigación de áreas propensas a la proliferación de mosquitos y garrapatas, así como la eliminación de criaderos de insectos y roedores.

Asimismo, es necesario gestionar adecuadamente el almacenamiento de agua en fuentes y estanques para evitar la proliferación de vectores de enfermedades. Algunas medidas plausibles pasan por la implementación de sistemas de filtración y tratamiento del agua, así como el mantenimiento regular de las fuentes y estanques para prevenir la acumulación de agua estancada, que es un caldo de cultivo ideal para los mosquitos y otros vectores de enfermedades.

Los eventos de temperatura extrema, aunque no son propios de la ciudad de Santander, pueden aparecer como episodios puntuales en los que se alcancen largos periodos con temperaturas elevadas, por lo que debe tenerse en cuenta en los mecanismos de control y gestión de emergencias sociales y sanitarias.

Se han establecido cuatro medidas de adaptación principales para el objetivo SL2:

- SL.2.1** Sistema de alerta temprana ante eventos extremos
- SL.2.2** Protocolos para eventos de olas de calor
- SL.2.3** Protocolos de actuación para control de plagas derivadas del calor
- SL.2.4** Gestión del almacenamiento de aguas para el control de vectores

Sistema de alerta temprana ante eventos extremos

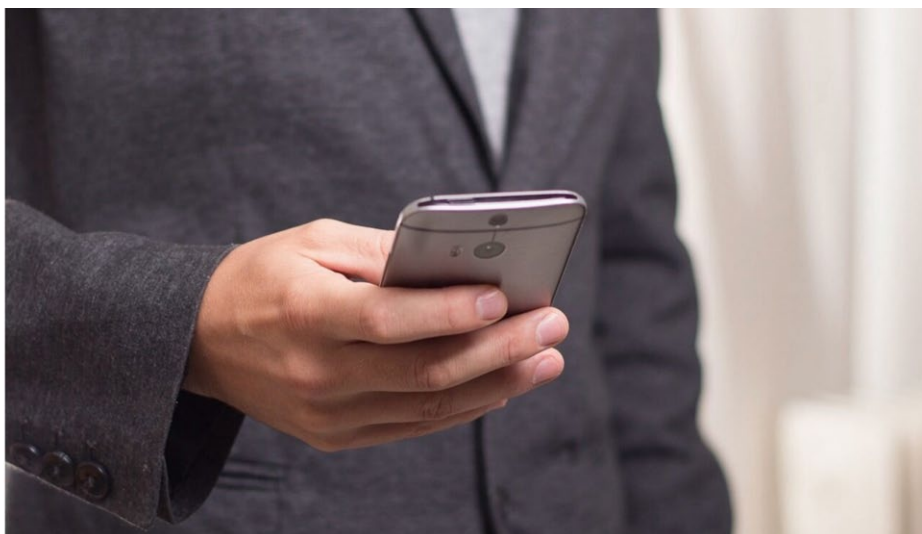
SL2.1

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, viento, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Establecer un sistema de alerta temprana de salud pública para eventos de calor extremo, condiciones desfavorables de calidad del aire o viento sur y facilitar la coordinación de los servicios de atención primaria, entidades sociosanitarias y protección civil.

FIGURA SL2.1. Sistemas móviles de alerta temprana.



Fuente: Getty Images (CC)

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,62
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: La OMS prepara un sistema de alerta temprana para personas en riesgo de olas de calor (Agencia SINC, 2023)

Más información en: <https://www.agenciasinc.es/Noticias/La-OMS-prepara-un-sistema-de-alerta-temprana-para-personas-en-riesgo-por-olas-de-calor>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de personas con acceso asegurado al sistema de alerta temprana

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Olas de calor	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Establecer un protocolo de actuación para eventos de ola de calor a través de una jerarquía de acciones en función del grado de intensidad (seguimiento de personas vulnerables y coordinación entre organismos sanitarios y asistenciales).

FIGURA SL2.2. Centro de salud Sardinero Santander.



Fuente: CINCC (UC), 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD

ELEVADA

MEDIA

BAJA

Valor: 8,62

PARA SABER MÁS

Referencia: El Ayuntamiento de Madrid elabora un protocolo de actuación ante olas de calor en la ciudad (Diario de Madrid, 2023)

Más información en: <https://diario.madrid.es/blog/notas-de-prensa/el-ayuntamiento-de-madrid-elabora-un-protocolo-de-actuacion-ante-olas-de-calor-en-la-ciudad/>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de protocolos oficiales aprobados para la gestión de eventos de calor extremo

Nº de personas de los servicios sanitarios involucrados en la gestión de las olas de calor

Protocolos de actuación para control de plagas derivados del calor

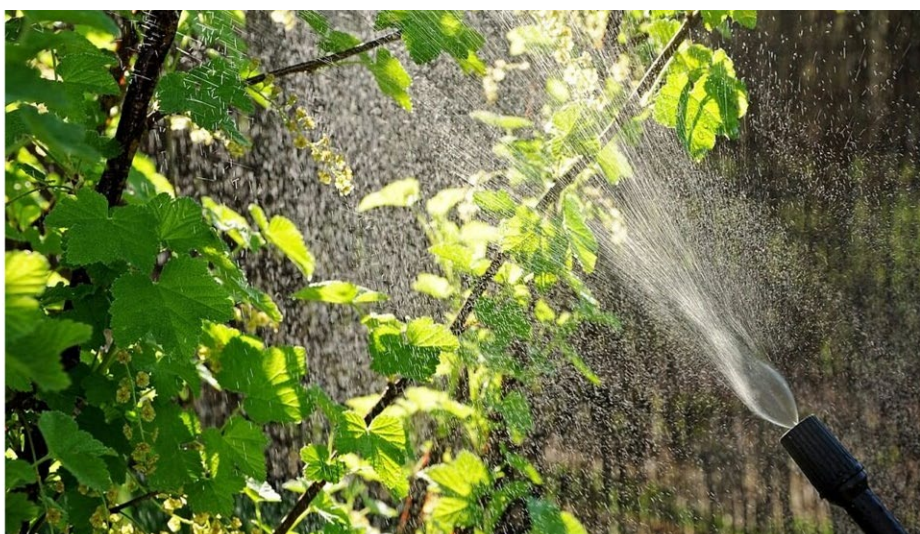
SL2.3

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Definir protocolos de actuación para el control de plagas y de los vectores de enfermedades derivados de las olas de calor y elevadas temperaturas.

FIGURA SL2.3. Tratamiento y control de plagas.



Fuente: Getty Images (CC)

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,23
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Impactos del cambio climático en la incidencia de plagas y enfermedades de los cultivos (Croplife LA, 2023)

Más información en: <https://www.croplifela.org/es/actualidad/impactos-del-cambio-climatico-en-la-incidencia-de-plagas-y-enfermedades-de-los-cultivos>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de protocolos establecidos para las diferentes tipologías de plagas por calor

Gestión del almacenamiento de aguas para el control de vectores

SL2.4

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, sequía	Barrio

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Gestionar el almacenamiento de agua en fuentes y estanques para el control de vectores de enfermedades

FIGURA SL2.4. Focos de vectores.



Fuente: Nueva España, 2020

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,85
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Estrategia de Gestión Integrada de Prevención y Control de Dengue para Uruguay. (Pan American Health Organization 2023)

Más información en: <https://www.paho.org/sites/default/files/2024-12/egi-dengue-uruguay.pdf>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Volumen (m³) de agua en fuentes y lugares de almacenamiento abiertos al aire libre tratados

Objetivo SL.3. Reducir el riesgo de la población más sensible a las temperaturas extremas

Con el objetivo de reducir el riesgo de la población más sensible a las temperaturas extremas, se deben proponer medidas dirigidas a mitigar el impacto del calor intenso y garantizar un ambiente más saludable y seguro en los entornos urbanos. Una estrategia clave es incrementar el frescor urbano mediante la creación de jardines con fuentes en áreas identificadas como islas de calor. Los espacios verdes no solo proporcionan un ambiente más fresco y agradable, sino que ayudan a reducir la temperatura ambiente a través de la evaporación del agua. Sin embargo, es importante asegurar que estas fuentes cuenten con sistemas de cierre o vaciado para prevenir el estancamiento de agua y la proliferación de vectores de enfermedades, como los mosquitos.

Además, establecer una red de aparcamientos disuasorios y limitar el acceso vehicular a las áreas identificadas como islas de calor urbano durante periodos de calor intenso puede contribuir significativamente a reducir la temperatura ambiente y mejorar la calidad del aire.

Es conveniente diseñar controles preventivos de cuidado para las personas mayores en su propio domicilio en los planes de acción relacionados con el impacto del calor y situaciones epidémicas, incluyendo la instalación de sistemas de aire acondicionado, visitas regulares de personal médico o de cuidado, y la promoción de medidas de autocuidado. Desarrollar programas divulgativos de prevención dirigidos a personas vulnerables es otra medida útil para evitar situaciones de riesgo durante olas de calor. Estos programas pueden incluir información sobre la importancia de mantenerse hidratado, evitar la exposición directa al sol durante las horas más calurosas y realizar actividades físicas moderadas. Finalmente, es necesario fomentar el desarrollo de estudios sobre grupos vulnerables que definan el riesgo asociado a la ausencia de confort térmico, teniendo en cuenta sus perfiles sanitarios, comorbilidades y situaciones socioeconómicas, así como en el ámbito laboral.

Un total de seis medidas han sido diseñadas para el objetivo SL.3:

- SL.3.1** Creación de zonas verdes y fuentes en las islas de calor urbanas
- SL.3.2** Disminución del tráfico rodado en las islas de calor urbano
- SL.3.3** Control preventivo del impacto de la isla de calor en las personas mayores
- SL.3.4** Programas divulgativos de prevención ante las olas de calor
- SL.3.5** Cartografía del riesgo laboral ante el calor
- SL.3.6** Estudios sobre grupos vulnerables al calor

Creación de zonas verdes y fuentes en las islas de calor urbanas

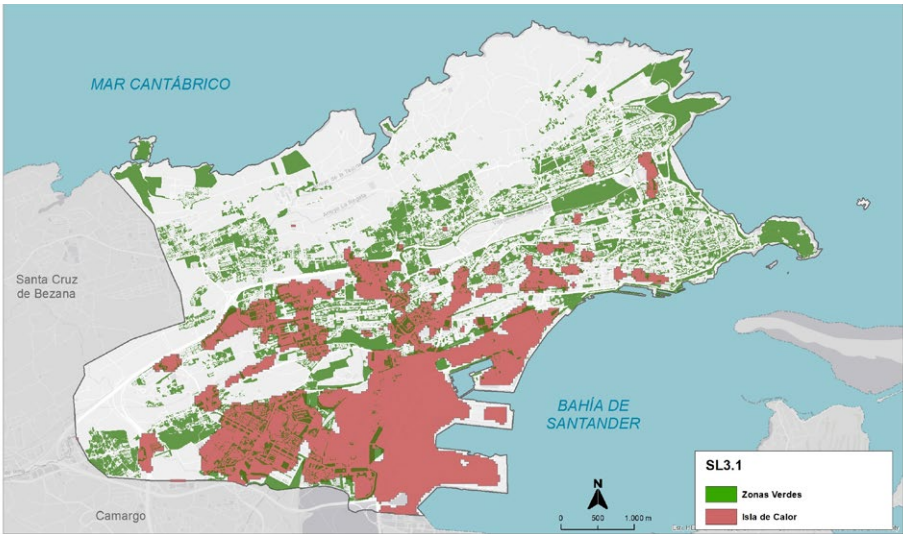
SL3.1

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Constructivas	Olas de calor, sequía	Barrio

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Incrementar el frescor urbano con jardines con fuentes en las áreas identificadas como islas de calor. Estas fuentes deben tener sistemas de cierre o vaciado para evitar el estancamiento de agua y la proliferación de vectores de enfermedades.

FIGURA SL3.1. Áreas de mejora ambiental en sectores de isla de calor urbano.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,46
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Reducir los efectos de las islas de calor urbanas es el objetivo de los ganadores de Climathon 2023 (ORM, 2024)

Más información en: <https://www.orm.es/noticias-2024/reducir-los-efectos-de-las-islas-de-calor-urbanas-es-el-objetivo-de-los-ganadoras-de-climathon-2023/>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Tomas de datos de temperatura y humedad horaria en las áreas de isla de calor urbano
Superficie naturalizada con infraestructura verde y azul en áreas de isla de calor urbano

Disminución del tráfico rodado en las islas de calor urbano

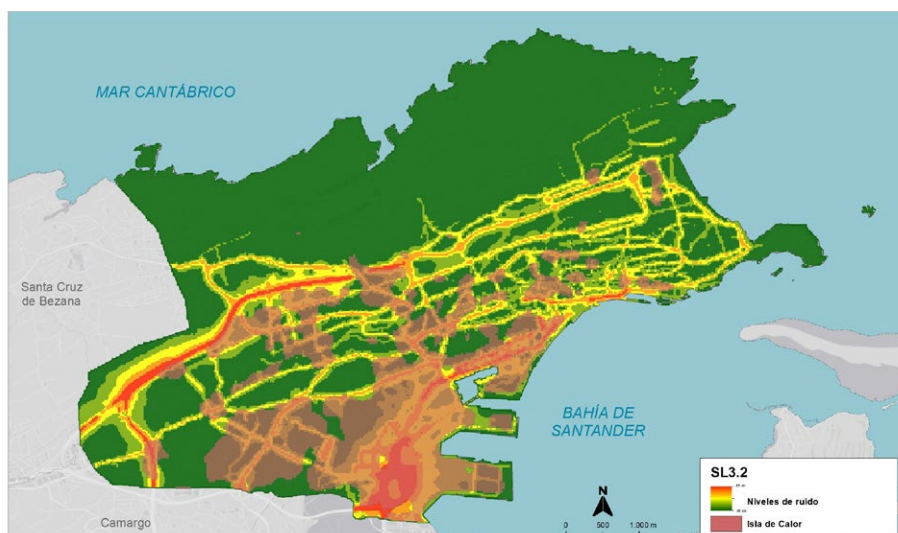
SL3.2

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Olas de calor	Barrio

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Establecer una red de aparcamientos disuasorios y limitar el acceso vehicular a las áreas identificadas como islas de calor urbano al menos en periodos de calor intenso.

FIGURA SL3.2. Áreas de alta concentración vehicular en islas de calor urbano.



Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024 a partir de datos del MER 2016

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,15
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Planificación para la reducción de la isla de calor en Valencia

Más información en: <https://www.valencia.es/documents/20142/424002/Estrategia%2520Valencia%25202020.pdf/45a6bf21-6304-7509-c717-ea0e105de538>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de protocolo de gestión del tráfico vehicular en periodos de calor intenso (vehículos/hora)

Nº de aparcamientos disuasorios

Proporción uso vehículos de combustión y vehículos no contaminantes ni emisores de calor

Longitud (m) (km) de viales incorporados a la red de control ante eventos extremos

Control preventivo del impacto de la isla de calor en personas mayores

SL3.3

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, salud	Barrio

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Diseñar controles preventivos de cuidado de los mayores en su propio domicilio en los planes de acción relativos al impacto del calor y a situaciones epidémicas.

FIGURA SL3.3. Atención a personas mayores.



Fuente: CINCc (UC), 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD

ELEVADA

MEDIA

BAJA

Valor: 8,15

PARA SABER MÁS

Referencia: Plan Nacional de Actuaciones Preventivas de los Efectos del Exceso de Temperaturas sobre la Salud (Ministerio de Sanidad, 2022)

Más información en: https://www.sanidad.gob.es/areas/sanidadAmbiental/riesgosAmbientales/calorExtremo/publicaciones/planesAnteriores/docs/PlanNacionalExcesoTemperaturas_2022.pdf

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de hospitalizaciones de personas mayores en periodos de calor extremo

Programas divulgativos de prevención ante las olas de calor

SL3.4

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Educación	Olas de calor, salud	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Desarrollar programas sanitarios divulgativos de prevención dirigidos a personas vulnerables para evitar situaciones de riesgo ante olas de calor (realizar ejercicio físico, deshidratación, etc.).

FIGURA SL3.4. Programas divulgativos de prevención.



Fuente: CINCC (Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030)

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,08
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Protocolo general de actuación en el ámbito educativo andaluz no universitario ante olas de calor o altas temperaturas excepcionales. (Junta de Andalucía, 2023)

Más información en: <https://www.juntadeandalucia.es/educacion/portals/delegate/content/a9cb922b-91ab-4cd3-8d82-ac3c6a96518a/Protocolo%20ola%20calor%20y%20altas%20temperaturas%202023>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de programas divulgativos de actividades preventivas frente a olas de calor

Cartografía de riesgo laboral ante el calor

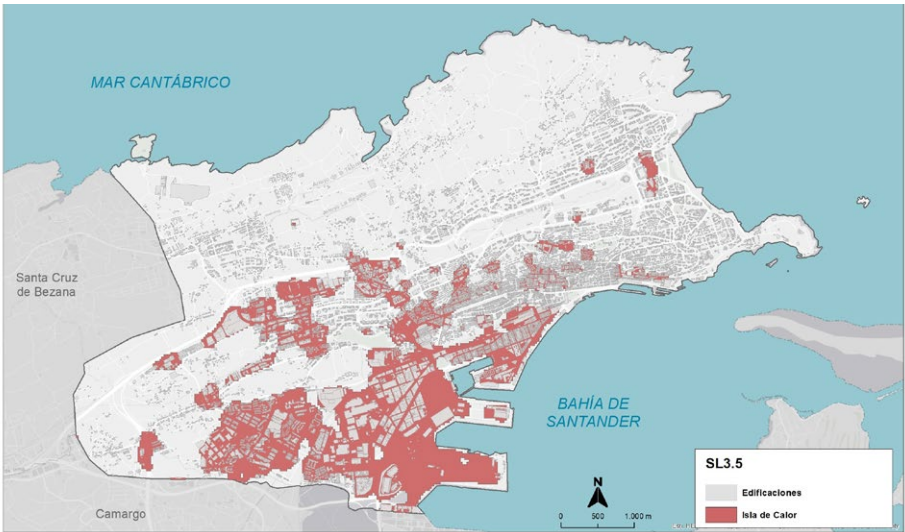
SL3.5

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Olas de calor	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Garantizar la salud laboral, identificando zonas y puestos de trabajo sometidos a un mayor estrés térmico, posibilitando una mayor frecuencia en las rotaciones.

FIGURA SL3.5. Áreas edificadas en sectores de isla de calor urbano.



Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,85
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Rastreador de calor y salud (CDC, 2024)
Más información en: <https://ephtracking.cdc.gov/Applications/heatTracker/>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de personas y de puestos de trabajos en condiciones de estrés térmico
Nº de hospitalizaciones anuales por efecto de olas de calor extremo

Estudios sobre grupos vulnerables ante el calor

SL3.6

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Políticas	Salud	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Fomentar el desarrollo de estudios sobre grupos vulnerables que definan el riesgo asociado a la ausencia de confort térmico, atendiendo a sus perfiles sanitarios, de comorbilidades y a las situaciones socio-económicas.

FIGURA SL3.6. Confort térmico en espacios públicos.



Fuente: Getty Images (CC).

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 6,85
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: El calor extremo no afecta a todos por igual: deja más muertes en barrios con menos recursos. (Zafra, J.L. 2020)

Más información en: <https://valenciaplaza.com/valenciaplaza/el-calor-extremo-puede-acelerar-el-deterioro-cognitivo-en-poblaciones-vulnerables>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de personas identificadas como vulnerables ante el calor

Objetivo SL.4. Minorar los condicionantes ambientales negativos que afectan a la salud

El objetivo SL.4 se centra en minorar los condicionantes ambientales negativos que afectan a la salud, para lo que resulta eficaz realizar un análisis exhaustivo de la mortalidad y morbilidad en la población asociadas a las condiciones climáticas, proporcionando información clave para desarrollar estrategias eficaces que ayuden a paliar y reducir los efectos adversos sobre la salud.

En cuanto a la contaminación acústica, es necesario implementar medidas para reducir su impacto con el uso de maquinaria de jardinería de bajo impacto acústico y la creación de barreras verdes en sectores con alta exposición al ruido. La contaminación acústica no solo afecta a la salud auditiva de las personas, sino que puede tener repercusiones negativas en la salud mental, el sueño y la calidad de vida en general, así como en la biodiversidad.

Las infraestructuras azules, como los cuerpos de agua naturales y artificiales, pueden aprovecharse como espacios terapéuticos para promover el bienestar y la salud. Las talasoterapias, que implican el uso terapéutico del agua de mar y sus derivados, son un ejemplo de cómo estas infraestructuras pueden utilizarse para promover la salud. Santander, como ciudad-balneario histórica, cuenta con importantes recursos en este aspecto que deben ser aprovechados de una manera eficiente, especialmente teniendo en cuenta el incremento de las temperaturas globales.

Resulta necesario también redimensionar las secciones del saneamiento urbano, para evitar la acumulación de aguas estancadas que propicien el desarrollo de patógenos y favorezcan la aparición de brotes de enfermedades asociadas al agua. Una posible medida implica mejorar la gestión de aguas pluviales y residuales, asegurando un drenaje adecuado y evitando la contaminación de fuentes de agua potable.

De modo que, para minorar los condicionantes ambientales negativos que afectan a la salud, es necesario realizar análisis detallados de los factores de riesgo y desarrollar intervenciones específicas y efectivas. También hay que poner en práctica medidas para reducir la contaminación acústica, aprovechar las infraestructuras azules para promover el bienestar, y mejorar la gestión del agua y el saneamiento urbano para prevenir enfermedades asociadas al agua.

Las principales medidas planteadas para el Objetivo SL.4 son las siguientes:

- SL.4.1** Estudios sobre mortalidad y morbilidad asociada a condiciones climáticas
- SL.4.2** Reducción de la contaminación acústica en jardinería
- SL.4.3** Infraestructura azul como espacio terapéutico y de bienestar
- SL.4.4** Redimensionado de las infraestructuras de saneamiento urbano

Estudios sobre mortalidad y morbilidad asociada a condiciones climáticas

SL4.1

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Educación	Salud	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Analizar y estudiar la mortalidad y morbilidad en la población asociadas a las condiciones climáticas para paliar y reducir sus efectos.

FIGURA SL4.1. Estudios de salud y clima.



Fuente: Getty Images (CC).

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,00
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: El cambio climático está detrás de casi el 40 % de las muertes por calor (National Geographic, 2024)

Más información en: https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/el-cambio-climatico-esta-detras-de-casi-el-40-de-las-muertes-por-calor_16979

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de defunciones asociadas a procesos climáticos
Nº de patologías influenciadas por condiciones climáticas

Reducción de la contaminación acústica en jardinería

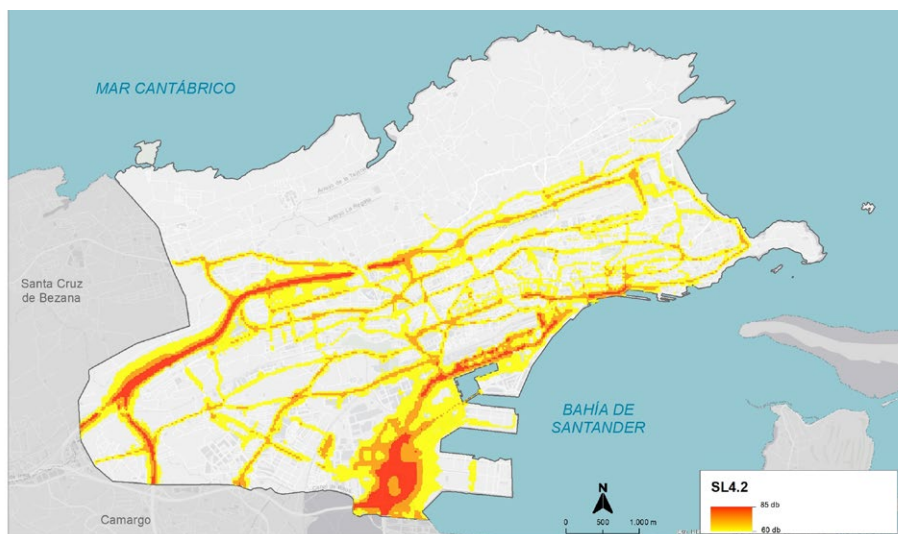
SL4.2

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Constructivas	Olas de calor, salud	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Reducir la contaminación acústica mediante el uso de maquinaria de jardinería de bajo impacto acústico y el apantallamiento verde en sectores de alta exposición al ruido por su repercusión sobre la salud y la biodiversidad.

FIGURA SL4.2. Áreas de contaminación acústica.



Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024 a partir de datos del MER 2016

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,69
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Guía técnica para la gestión del ruido ambiental en las Administraciones locales (Diputación Foral de Bizkaia)

Más información en: https://www.bizkaia.eus/home2/archivos/DPT09/Temas/Pdf/RUIDO/RUIDO%20DEF/3C%20GUIA%20TECNICA%20RUIDO%20AMBIENTAL%20AYUNTAMIENTOS_DFB.pdf?hash=1fa615ea97ca2134b5d9943ccb4bf075&idioma=EU

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Presupuesto destinado a herramientas de jardinería de bajo impacto acústico
Nº de equipamiento de jardinería con bajo impacto acústico / Nº total de equipamiento

Infraestructura azul como espacio terapéutico y de bienestar

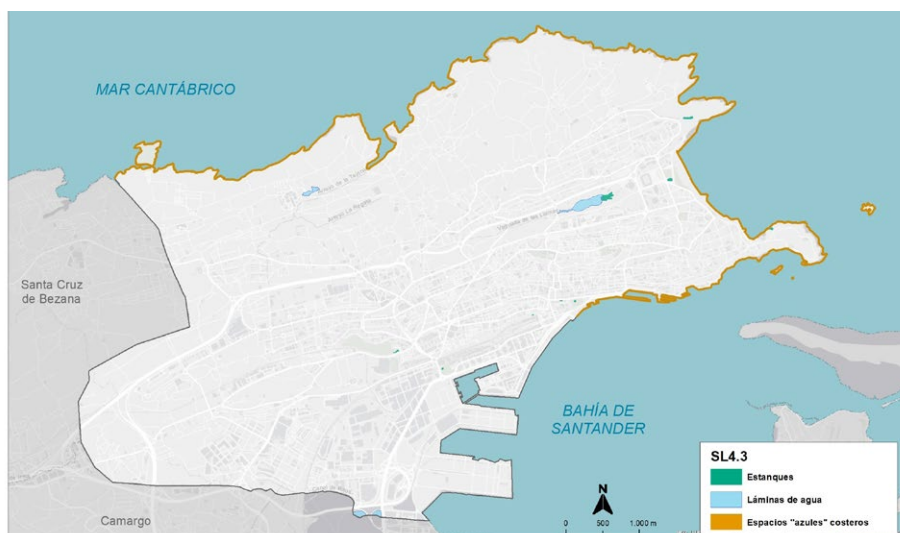
SL4.3

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Salud	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Aprovechar las infraestructuras azules como espacios terapéuticos, de sanación y bienestar (fomento de la talasoterapia, etc.).

FIGURA SL4.3. Infraestructuras azules.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,31
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Infraestructura verde-azul de Bizkaia (Diputación de Bizkaia, 2023)

Más información en: <https://www.bizkaia.eus/es/cambio-climatico/infraestructura-verde-azul>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Superficie (m²) infraestructura azul identificado como espacios terapéuticos / Superf. inf. azul

Redimensionado de las infraestructuras de saneamiento urbano

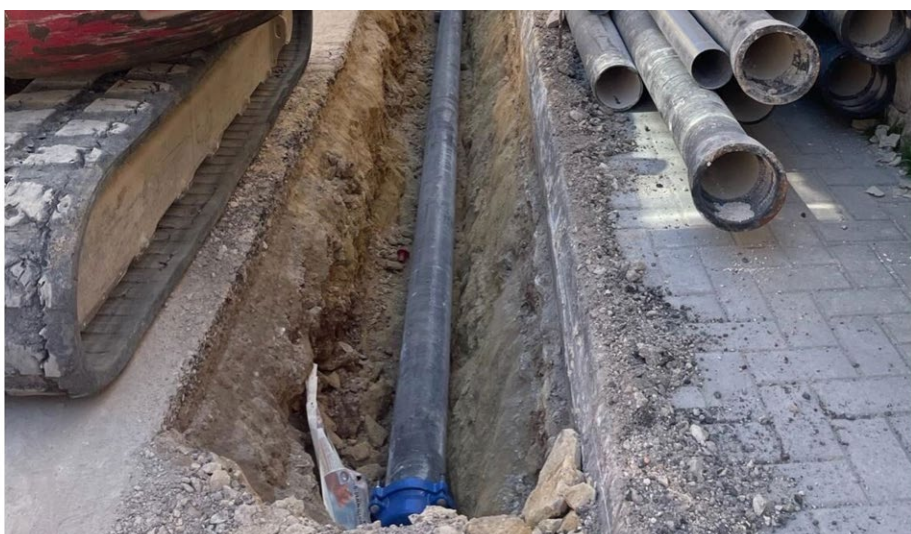
SL4.4

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Constructivas	Olas de calor, inundación pluvial, sequía	Barrio

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Redimensionar las secciones del saneamiento urbano para evitar aguas estancadas que propicien el desarrollo de patógenos y favorezcan la aparición de brotes de enfermedades asociadas al agua.

FIGURA SL4.4. Obras de mejora de la red de saneamiento.



Fuente: CINCC (UC), 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 6,92
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Vietnam invierte 4.300 millones de euros en 38 nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales en Hanói (iAgua, 2023)

Más información en: <https://www.iagua.es/noticias/saneamiento/13/06/03/vietnam-invertira-4300-millones-de-euros-en-38-nuevas-plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales-e>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Longitud (m) (km) de red estratégica de saneamiento redimensionada a eventos extremos

META SOCIEDAD Y ECONOMÍA ADAPTADAS

La meta Sociedad y Economía Adaptadas busca aumentar la capacidad de adaptación del tejido socioeconómico ante el cambio climático, asegurando la sensibilización de la población y la monitorización de los impactos para estar preparados y responder eficazmente a los eventos extremos. Para lograrlo, es necesario desarrollar acciones integrales que aborden tanto la concienciación como la preparación y adaptación de diversos sectores de la sociedad.

En primer lugar, se debe garantizar la sensibilización de la población frente al cambio climático y sus impactos, llevando a cabo campañas de concienciación y educación pública sobre los riesgos y las medidas de adaptación necesarias. Además, se deben desarrollar programas de información y comunicación que promuevan la comprensión de las implicaciones del cambio climático y fomenten la participación ciudadana en la adaptación. Conviene que la sociedad se prepare para dar respuesta a eventos extremos mediante la implementación de planes de emergencia y protocolos de actuación.

Estos planes deben incluir medidas de prevención, alerta temprana, evacuación y gestión de crisis que involucren a diferentes actores y sectores de la sociedad en su implementación. La actualización del Plan de Emergencias Municipal a los nuevos escenarios climáticos podría ser una herramienta decisiva. La monitorización y evaluación del efecto del cambio climático y sus impactos son igualmente importantes para comprender mejor las tendencias y los riesgos emergentes.

Fomentar un tejido empresarial preparado y adaptado al cambio climático favorece la resiliencia económica y la sostenibilidad, impulsa estrategias empresariales que integren consideraciones climáticas y fomenta la innovación y la inversión en tecnologías y prácticas sostenibles. Por último, promover un turismo sostenible y adaptado al cambio climático es clave para proteger los recursos naturales y favorecer el desarrollo económico sostenible en la ciudad de Santander. La promoción de prácticas turísticas responsables, la diversificación de productos y servicios turísticos, y la creación de destinos resilientes al cambio climático son algunas de las estrategias posibles para alcanzar este objetivo.

OBJETIVOS

- SE1** Estar preparados para dar respuesta a los eventos extremos.
- SE2** Controlar y evaluar el efecto del cambio climático y sus impactos en Santander.
- SE3** Comprender las implicaciones del cambio climático y fomentar la participación de la ciudadanía en la adaptación.
- SE4** Reducir la vulnerabilidad social al cambio climático.
- SE5** Fomentar un tejido empresarial preparado y adaptado al cambio climático.
- SE6** Impulsar un turismo sostenible y adaptado al cambio climático.

Objetivo SE.1. Estar preparados para dar respuesta a los eventos extremos

El objetivo SE.1 se centra en cómo la sociedad debe estar preparada para dar respuesta a eventos extremos, protegiendo a la población y minimizando los impactos adversos que puedan surgir debido a fenómenos climáticos severos. Para lograrlo, se requieren acciones coordinadas y planificadas que aborden diferentes aspectos de la gestión de emergencias.

En primer lugar, es necesario adaptar el Plan de Emergencias Municipal considerando la variabilidad climática esperada. Es necesario revisar y actualizar el documento para incluir medidas específicas de respuesta ante pluviometría extrema, olas de calor y viento extremo. Es necesario definir los servicios de emergencia adecuados y establecer protocolos claros de actuación para cada tipo de evento extremo. El municipio debe asumir la necesidad de volcar recursos económicos en el desarrollo de un nuevo documento y aportar las medidas correctoras necesarias que hagan de los servicios de seguridad y atención comunitarios elementos bien preparados ante posibles eventos extremos.

Identificar refugios climáticos entre los espacios libres y equipamientos es otra medida acertada. Los refugios proporcionarían un lugar seguro para la población en caso de eventos extremos. Además, facilitar un listado de centros asistenciales para las personas vulnerables garantizaría que quienes necesiten atención médica puedan acceder a ella rápidamente durante situaciones de emergencia. Una adecuada cartografía de equipamientos seguros y accesibles en situaciones extremas debe ser desarrollada y divulgada entre los servicios de respuesta ante eventos climáticos extremos y entre la ciudadanía.

Crear un sistema de alerta temprana a través de aplicaciones de telefonía móvil es también una herramienta efectiva para informar a la ciudadanía sobre eventos climáticos extremos. Estas aplicaciones permiten proporcionar a la población alertas instantáneas y consejos de seguridad.

Establecer aforos de seguridad en eventos, festejos o espacios con alta concentración puntual de personas permitirá garantizar una respuesta eficaz ante eventos extremos, limitando el número de personas permitidas en un área determinada para evitar situaciones de riesgo durante emergencias climáticas.

Cuatro medidas de adaptación son recogidas en el objetivo SE.1:

- SE.1.1** Adaptación del Plan de Emergencias Municipal a los riesgos de clima futuro
- SE.1.2** Cartografía de refugios climáticos
- SE.1.3** Aplicación móvil para sistema de alerta temprana
- SE.1.4** Aforos de seguridad en eventos

Adaptación del plan de emergencias municipal a los riesgos del clima futuro

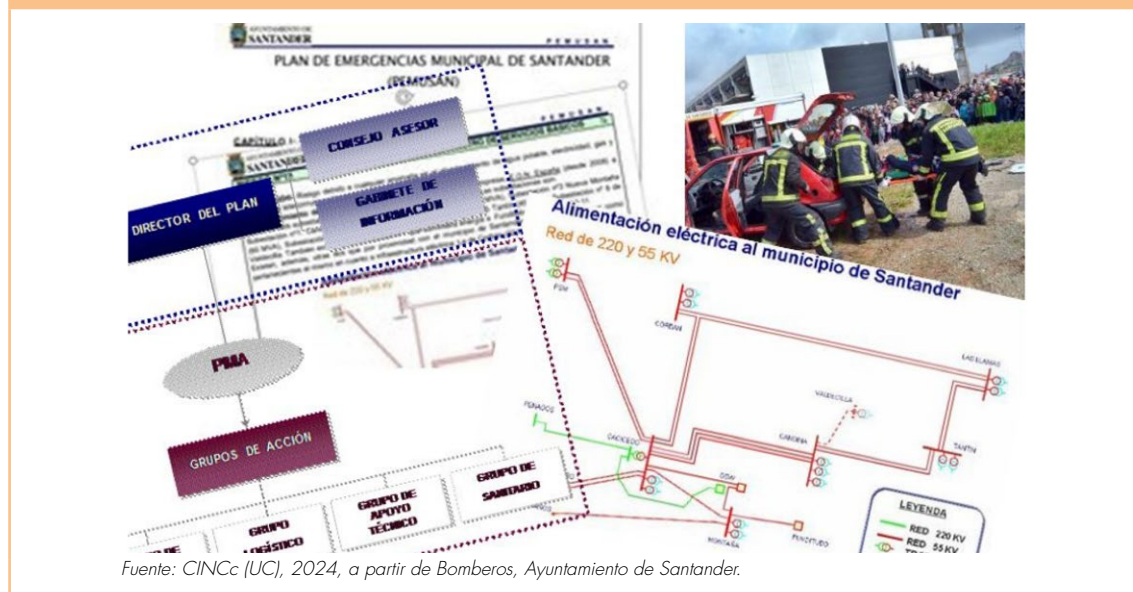
SE1.1

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Adaptar el Plan de Emergencias Municipal considerando la variabilidad climática esperada, definiendo los servicios de emergencia adecuados ante pluviometría extrema, olas de calor y viento extremo.

FIGURA SE1.1. Plan de Emergencias Municipal.



NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 9,46
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Plan de Emergencias Municipal de Santander (PEMUSAN)
 Más información en: <https://www.santander.es/ciudad/plan-emergencias>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

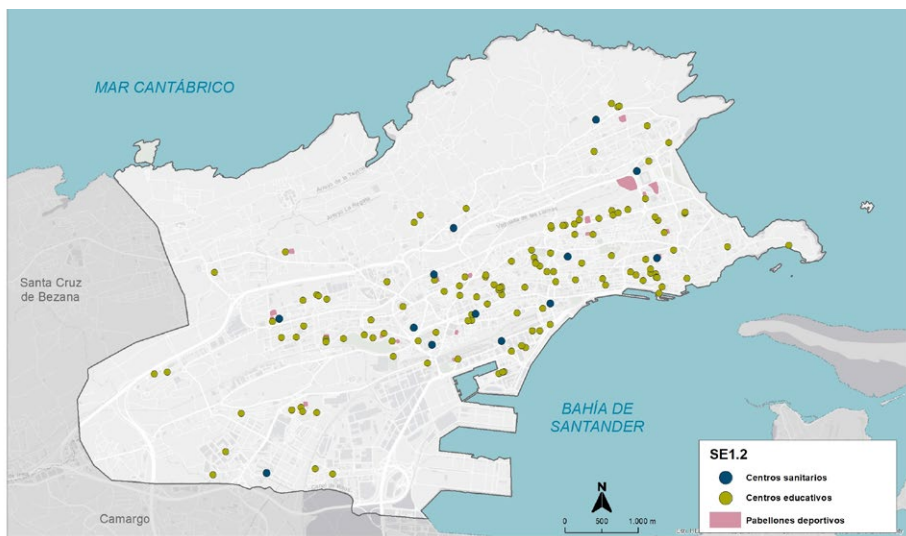
Nº de planes de emergencia según sectores ajustados a la variabilidad climática esperada

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Barrio

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Identificar refugios climáticos entre los espacios libres y los equipamientos, facilitando un listado de centros asistenciales para las personas vulnerables en caso de eventos extremos para información de ciudadanos y visitantes.

FIGURA SE1.2. Potenciales refugios climáticos.



Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD

ELEVADA

MEDIA

BAJA

Valor: 8,77

PARA SABER MÁS

Referencia: 155 refugios climáticos repartidos por toda la ciudad para hacer frente al calor (Ayuntamiento de Barcelona, 2021)

Más información en: https://www.barcelona.cat/infobarcelona/es/tema/emergencia-climatica/mas-de-160-refugiosclimaticos-repartidos-por-toda-la-ciudad-para-hacer-frente-al-calor-4_1083949.html

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de refugios climáticos

Aforo total de los refugios climáticos

Cobertura poblacional dentro de los 300 m y de superficie urbana de los refugios climáticos

Aplicación móvil para sistema de alerta temprana

SE1.3

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Tecnificación	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Crear un sistema de alerta temprana a través de aplicaciones de telefonía móvil (SmartCity u otras) relacionado con eventos climáticos extremos.

FIGURA SE1.3. Notificación de alerta de protección civil.



NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,15
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Sistema de alerta integral para la adaptación al cambio climático (LIFE BAETULO, 2022)
Más información en: https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/230220_aq_laymansreport_baetulo_es.pdf

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de personas inscritas en la aplicación móvil del sistema de alerta temprana

Aforos de seguridad en eventos

SE1.4

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, inundación pluvial inundación costera, viento, sequía	Puntual

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Establecer aforos de seguridad en eventos, festejos o espacios con alta concentración puntual de personas, para garantizar la respuesta a eventos extremos.

FIGURA SE1.4. Aglomeraciones multitudinarias.



Fuente: CINC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,22
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: La gira de Taylor Swift en Brasil, empañada por dos muertes, varios atracos y una peligrosa ola de calor (El Mundo, 2023)

Más información en: <https://www.elmundo.es/cultura/musica/2023/11/21/655c52fd9398b459e.html>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de eventos anuales con concentraciones superiores a la capacidad de respuesta municipal
Registro de superación de aforos establecidos
Nº de eventos cancelados o modificados por condiciones climáticas extremas

Objetivo SE.2. Controlar y evaluar el efecto del cambio climático y sus impactos en Santander

Se proponen diversas medidas para monitorear de manera efectiva los cambios climáticos y evaluar su impacto en la ciudad y su entorno. Para ello, en primer lugar es necesario desarrollar un marco de indicadores de seguimiento y parámetros objetivo para el control de los impactos del cambio climático. Los indicadores podrían abarcar aspectos como cambios en las temperaturas, niveles de precipitación, calidad del aire o nivel del mar, entre otros. Estos parámetros permitirían realizar un seguimiento sistemático de los cambios climáticos y evaluar la efectividad de las medidas de adaptación implementadas. Este plan de adaptación aporta, hasta el estado del conocimiento actual, una serie de indicadores como punto de partida en el desarrollo de una herramienta de seguimiento eficaz y adaptable.

Fomentar la cooperación entre ciudades mediante la participación en redes, como la Red de Ciudades por el Clima o similares, sería beneficioso. Este tipo de colaboraciones permite intercambiar experiencias y mejores prácticas en materia de adaptación al cambio climático, así como aprender de las estrategias implementadas por otras ciudades que se enfrentan a desafíos similares.

Crear un órgano interno municipal encargado de la gestión de las medidas de adaptación resulta estratégico para coordinar y gestionar de manera eficaz las acciones relacionadas con el cambio climático. Este órgano sería responsable de diseñar e implementar políticas y programas de adaptación, así como de monitorear y evaluar su impacto.

Asimismo, es importante inventariar las posibles afecciones al patrimonio cultural del municipio debido a fenómenos climáticos extremos, lo que implica identificar los bienes culturales vulnerables a los efectos del cambio climático, como inundaciones, erosión costera o tormentas, y desarrollar estrategias de protección y conservación para mitigar su deterioro.

Por tanto, para garantizar el control y la evaluación del efecto del cambio climático, se requiere la implementación de medidas integrales que aborden tanto el monitoreo del clima como la evaluación de su impacto en la ciudad y su patrimonio. Al adoptar un enfoque sistemático y colaborativo, la ciudad de Santander estará mejor preparada para afrontar los desafíos del cambio climático y proteger su entorno natural y cultural.

Para el objetivo SE.2 se han establecido las siguientes medidas de adaptación:

- SE.2.1** Indicadores de seguimiento del impacto del clima y de la adaptación
- SE.2.2** Intercambio de experiencias con otras ciudades
- SE.2.3** Órgano municipal para la adaptación al clima
- SE.2.4** Evaluación de impactos climáticos en el patrimonio cultural

Indicadores de seguimiento del impacto del clima y de la adaptación

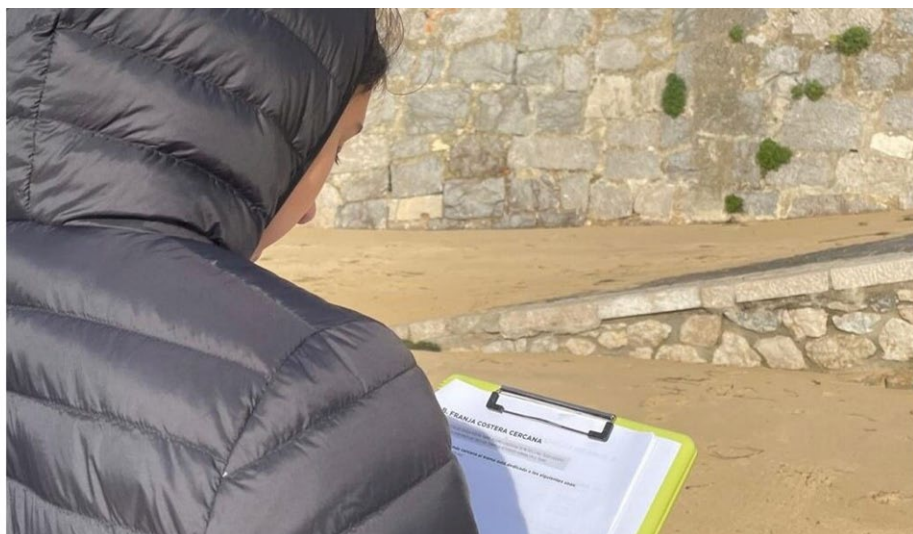
SE2.1

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Desarrollar un marco de indicadores de seguimiento y parámetros objetivo para el control de los impactos del cambio climático y los avances realizados en materia de adaptación.

FIGURA SE2.1. Toma de datos de indicadores.



Fuente: CINCC (UC), 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD

ELEVADA

MEDIA

BAJA

Valor: 8,85

PARA SABER MÁS

Referencia: Sistema de Información de la Agenda de Transparencia de Acciones Climáticas a Nivel Subnacional (SIAT-Subnacional) (Gobierno de México, 2020)

Más información en: <https://siatsubnacional.semarnat.gob.mx>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de eventos climáticos extremos anuales

Nº de eventos climáticos que superan los umbrales esperados

Nº de medidas de adaptación implementadas

Intercambio de experiencias con otras ciudades

SE2.2

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Educación	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Fomentar la cooperación entre ciudades intercambiando experiencias de adaptación (Red de Ciudades por el Clima, etc.).

FIGURA SE2.2. Instituciones, asociaciones y organizaciones internacionales y europeas.



Fuente: CINCc (UC), 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,77
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Red Española de Ciudades por el Clima y FEMP, 2024
 Más información en: <https://redciudadesclima.es/jornadas>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de programas de intercambio de experiencias de adaptación al clima en las que se participa
 Nº de proyectos de adaptación desarrolladas coordinadamente con otras ciudades y regiones
 Nº de eventos-congresos para el intercambio de experiencias realizados
 Fondos en programas europeos con impacto en la adaptación urbana

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Crear un órgano interno municipal encargado de la gestión de medidas de adaptación.

FIGURA SE2.3. Ayuntamiento de Santander.



Fuente: CINCc (UC), 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 6,85
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Comisión Municipal de Medioambiente para la elaboración del Plan Municipal contra el Cambio Climático de Córdoba (Ayuntamiento de Córdoba, 2023)

Más información en: <https://www.cordoba.es/servicios/medio-ambiente/temas/cambio-climatico/plan-municipal-contra-cambio-climatico>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de personas involucradas en el desarrollo del órgano municipal de adaptación

Nº de medidas de adaptación gestionadas anualmente por el órgano municipal de adaptación

Evaluación de impactos climáticos en el patrimonio cultural

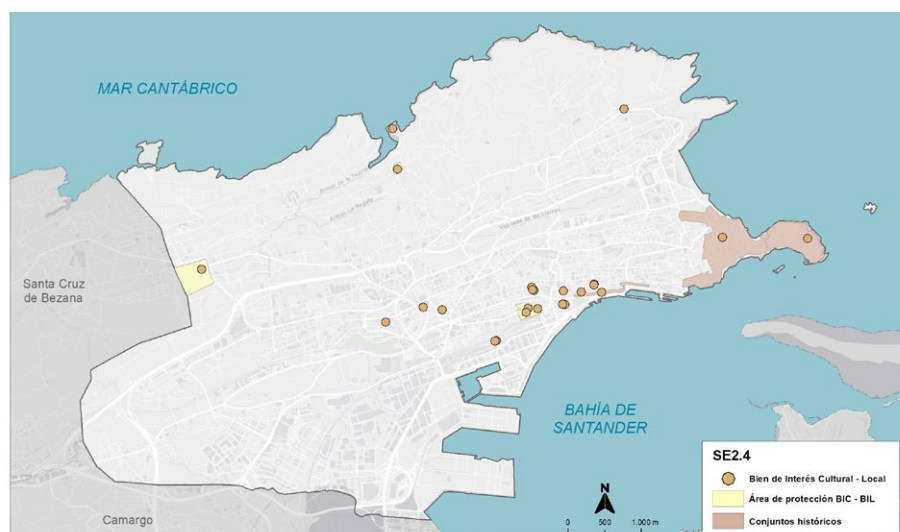
SE2.4

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Inventariar las posibles afecciones al patrimonio cultural del municipio por efectos derivados de fenómenos climáticos extremos.

FIGURA SE2.4. Potenciales BIC y conjuntos históricos expuestos.



Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 6,46
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Los expertos dicen que hay que vigilar el cambio climático para la conservación de Altamira (La Información, 2018)

Más información en: https://www.lainformacion.com/mundo/los-expertos-dicen-que-hay-que-vigilar-el-cambioclimatico-para-la-conservacion-de-altamira_wuww2naozsxkomeok3un06/

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de elementos patrimoniales expuestos a fenómenos climáticos extremos

Nº de impactos sufrido por exposición a fenómenos extremos de los bienes inventariados

Objetivo SE.3. Comprender las implicaciones del cambio climático y fomentar la participación de la ciudadanía en la adaptación

Para comprender las implicaciones del cambio climático y fomentar la participación ciudadana en la adaptación, es importante implementar diversas estrategias educativas y de sensibilización que informen y empoderen a la población.

Una primera medida pasa por llevar a cabo campañas divulgativas sobre el cambio climático y sus efectos. Estas campañas pueden utilizar diversos medios de comunicación, como información visual en la red de autobuses urbanos de Santander, redes sociales y carteles en espacios públicos, para transmitir información clara y accesible sobre los impactos del cambio climático en la ciudad y en la vida cotidiana de sus habitantes.

Es necesario desarrollar un plan de formación sobre los efectos del cambio climático dirigido a diferentes grupos de la sociedad, incluyendo estudiantes, profesionales y ciudadanos en general. Este plan de formación puede incluir charlas, talleres y cursos que aborden cuestiones como la ciencia del cambio climático, la exposición a las amenazas climáticas, los riesgos y vulnerabilidades asociados, y las medidas de adaptación necesarias.

Es importante también articular un plan de formación técnica y sensibilización dirigido específicamente a trabajadores municipales, quienes desempeñan un papel clave en la implementación de medidas de adaptación y mitigación en la ciudad. Esta formación puede incluir aspectos técnicos relacionados con la gestión ambiental y el diseño de políticas públicas, así como la sensibilización sobre la importancia del cambio climático y la necesidad de actuar de manera proactiva.

Para facilitar el acceso a información sobre cambio climático y medidas de adaptación, es necesario habilitar un punto de información en la web municipal, que puede ofrecer recursos como documentos, guías, enlaces a sitios web relevantes y actualizaciones sobre los avances en la implementación de medidas de adaptación en la ciudad. Complementar esta información con cartelería física en lugares públicos ayuda a llegar a quienes no puedan acceder a la información en línea. De modo que comprender las implicaciones del cambio climático y fomentar la participación ciudadana en la adaptación requiere una combinación de estrategias educativas, de sensibilización y de acceso a la información.

Para el objetivo SE.3 se han establecido las siguientes medidas de adaptación:

SE.3.1 Campañas divulgativas sobre el cambio climático y sus efectos

SE.3.2 Plan de formación sobre los efectos del cambio climático

SE.3.3 Punto de información web sobre cambio climático

Campañas divulgativas sobre el cambio climático y sus efectos

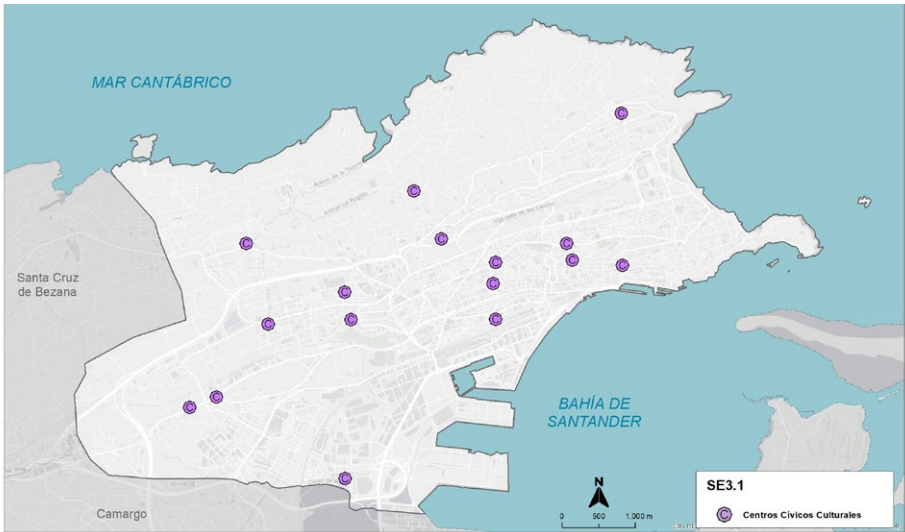
SE3.1

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Educación	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Barrio

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Desarrollar campañas divulgativas dirigidas a la ciudadanía sobre el cambio climático y sus efectos.

FIGURA SE3.1. Potenciales puntos de información: centros cívicos.



Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,38
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Campañas sobre cambio climático (Manos Unidas, 2024)
Más información en: <https://www.manosunidas.org/observatorio/cambio-climatico/campanas-cambio-climatico>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de campañas de divulgación
Nº de materiales de divulgación y sensibilización

Plan de formación sobre los efectos del cambio climático

SE3.2

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Educación	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Articular un plan de formación técnica y sensibilización dirigido a trabajadores y trabajadoras municipales.

FIGURA SE3.2. Actuaciones del servicio de bomberos del Ayuntamiento de Santander.



Fuente: Bomberos Ayuntamiento de Santander.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,46
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Educación para el cambio climático (UNESCO, 2023)
 Más información en: <https://www.unesco.org/en/climate-change/education>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de actividades formativas a personal de áreas técnicas de la Administración
 Nº de personas beneficiarias de la transferencia de conocimiento sobre adaptación

Punto de información web sobre el cambio climático

SE3.3

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Tecnificación	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Habilitar en la web municipal un punto de información sobre cambio climático, medidas de mitigación y adaptación, y monitoreo de los avances producidos, complementario a información en cartelería física.

FIGURA SE3.3. Página web del Ayuntamiento de Santander.

Fuente: Ayuntamiento de Santander, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 6,62
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: ¿Qué me ofrece AdapteCCA? (AdapteCCA, 2024)
Más información en: <https://adaptecca.es/>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de visitas a la sección web del cambio climático
Tiempo de navegación promedio en las secciones habilitadas sobre cambio climático

Objetivo SE.4: Reducir la vulnerabilidad social al cambio climático

Con el objetivo de reducir la vulnerabilidad social al cambio climático se requieren medidas específicas que aborden las necesidades de las comunidades más afectadas. Una estrategia efectiva implica implementar programas y políticas que proporcionen apoyo directo a las personas en situación de vulnerabilidad.

Un programa de subvenciones para la rehabilitación de viviendas vulnerables es fundamental. Este programa puede proporcionar fondos para mejorar la eficiencia energética de las viviendas y fortalecer su resistencia a los impactos del cambio climático, como inundaciones o temperaturas extremas. Priorizar estas subvenciones para las viviendas de personas con mayor vulnerabilidad climática identificada garantizará que quienes tengan mayor riesgo reciban el apoyo necesario para protegerse. Se debe continuar con las políticas de renovación del parque edificado, no solo por su efecto en la mitigación, sino también para garantizar su adaptación al clima futuro y sus impactos.

Establecer un registro de personas vulnerables al clima permitirá identificar y proporcionar asistencia específica a quienes más lo necesitan. Este registro puede incluir información sobre personas mayores, personas con discapacidad, familias de bajos ingresos y otras poblaciones vulnerables. Una unidad municipal dedicada puede encargarse de gestionar este registro, garantizando la recopilación de información relevante, la asistencia oportuna y la difusión de información sobre medidas de protección y adaptación.

Complementariamente se propone crear una red de huertos urbanos climáticamente adaptados también, que puede contribuir a reducir la vulnerabilidad social al cambio climático. Los huertos pueden diseñarse para resistir condiciones climáticas extremas y proporcionar alimentos frescos y saludables a las comunidades locales. Además, promover actividades intergeneracionales en estos huertos fomenta la colaboración y el apoyo mutuo entre diferentes grupos de edad, fortaleciendo así el tejido social y la resiliencia comunitaria.

La reducción de la vulnerabilidad social al cambio climático requiere implementar medidas que aborden las necesidades específicas de las comunidades más afectadas, incluyendo programas de subvenciones para la rehabilitación de viviendas, establecimiento de registros de personas vulnerables, y creación de espacios comunitarios resilientes, como huertos urbanos climáticamente adaptados.

Se presentan a continuación las medidas de adaptación recogidas en el Objetivo SE.4:

- SE.4.1** Programa de Subvenciones para la rehabilitación de viviendas vulnerables
- SE.4.2** Registro de personas vulnerables al clima
- SE.4.3** Red de Huertos climáticamente adaptados

Programa de subvenciones para la rehabilitación de viviendas vulnerables

SE4.1

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Priorizar subvenciones para la rehabilitación de viviendas de personas con mayor vulnerabilidad climática identificada.

FIGURA SE4.1. Barrio de El Cabildo, Santander.



Fuente: CINc (UC), 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,77
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Estrategia de Rehabilitación Energética de Edificios (Ayuntamiento de Madrid, 2023)
 Más información en: <https://transforma.madrid.es/rehabilitacion/>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Evaluación de la eficiencia energética de los edificios
 N° de viviendas rehabilitadas
 Porcentaje de viviendas con personas vulnerables rehabilitadas / Total de viviendas vulnerables
 Fondos públicos destinados a la rehabilitación climática

Registro de personas vulnerables al clima

SE4.2

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Garantizar el registro, asistencia e información de personas vulnerables al cambio climático a través de una unidad específica municipal.

FIGURA SE4.2. Colectivos vulnerables.



Fuente: Getty Images (CC).

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,08
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Cambio climático y salud en la ciudad de Barcelona (Agencia de Salud Pública de Barcelona, 2023)

Más información en: <https://www.aspb.cat/noticia/canvi-climatic-salut-barcelona/>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº total de personas vulnerables al cambio climático identificadas anualmente
 Porcentaje de personas mayores solas que reciben atención por parte de los servicios sociales
 Porcentaje de personas que reciben ayudas para el suministro de energía eléctrica

Red de huertos climáticamente adaptados

SE4.3

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Olas de calor, inundación pluvial, salud	Barrio

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Crear una red de huertos urbanos climáticamente protegidos, diseñados para la promoción de actividades intergeneracionales.

FIGURA SE4.3. Huertos urbanos, Santander.



Fuente: Ayuntamiento de Santander

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,08
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Lanzamos "Semillas por el clima", un proyecto agroecológico en los centros educativos de la sierra de Madrid (La Troje – Asociación, 2022)

Más información en: <https://www.latroje.org/lanzamos-semillas-por-el-clima-un-proyecto-agroecologico-en-los-centros-educativos-de-la-sierra-de-madrid/>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de personas participantes en el cultivo de huertos urbanos municipales

Superficie total de huertos urbanos / Población urbana total municipal

Volumen (kg) de alimentos producidos en los huertos urbanos / Personas participantes

Objetivo SE.5: Fomentar un tejido empresarial preparado y adaptado al cambio climático

Con el objetivo de fomentar un tejido empresarial preparado y adaptado al cambio climático, se deben promover diversas estrategias centradas en la gestión sostenible y la colaboración entre el sector público y privado.

Una primera medida efectiva consiste en estimular la gestión empresarial sostenible a través de iniciativas como la certificación y programas formativos, ya que pueden proporcionar a las empresas las herramientas necesarias para implementar prácticas más sostenibles en sus operaciones, desde la reducción de emisiones de carbono hasta la gestión eficiente de recursos naturales. Además, fomentar la colaboración público-privada basada en la Responsabilidad Social Corporativa (RSC) permite impulsar acciones de adaptación urbana. Esta colaboración puede traducirse en proyectos conjuntos para mejorar la infraestructura verde, promover la movilidad sostenible y desarrollar soluciones innovadoras para adaptarse a los impactos del cambio climático en el entorno urbano de Santander.

Otro aspecto importante es exigir la justificación objetiva de los beneficios aportados en la lucha frente al cambio climático en las actuaciones subvencionables en diversos sectores económicos. Esto garantiza que las inversiones públicas y privadas se dirijan hacia proyectos que contribuyan efectivamente a la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático.

Dada la importancia que tiene el sector de la hostelería en la ciudad de Santander, se propone sensibilizar a la población y formar a las personas encargadas de la manipulación de alimentos sobre la conservación y cadena del frío ante eventos de calor extremo. La adecuada formación en este aspecto garantiza una correcta seguridad alimentaria en condiciones climáticas adversas, teniendo en consideración que no existe una experiencia prolongada en el tiempo para condiciones de calor extremo.

Fomentar un tejido empresarial preparado y adaptado al cambio climático requiere una combinación de medidas que promuevan la gestión sostenible, la colaboración público-privada y la sensibilización de la población. Al impulsar acciones concretas en estos ámbitos, se puede fortalecer la resiliencia de las empresas y contribuir a la construcción de una economía más sostenible y resiliente a los efectos del cambio climático.

A continuación, se presentan las tres medidas prioritarias del Objetivo SE.5:

SE.5.1 Estímulo de la Gestión Empresarial Sostenible

SE.5.2 Incorporación de criterios de adaptación en la adjudicación de subvenciones

SE.5.3 Formación y sensibilización sobre conservación de alimentos ante eventos de calor extremo

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Estimular la gestión empresarial sostenible mediante certificación y programas formativos, y la colaboración público-privada, basados en la responsabilidad social corporativa, destinados al fomento de las acciones de adaptación urbana.

FIGURA SE5.1. Gestión empresarial.



Fuente: Getty Images (CC)

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,00
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Hacia la responsabilidad social como estrategia de sostenibilidad en la gestión empresarial (Bom-Camargo, Y. I. 2021)

Más información en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7927655>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de empresas con certificaciones ambientales reconocidas / Nº de empresas en el municipio
Nº de acuerdos de colaboración público-privada orientados a la adaptación urbana

Incorporación de criterios de adaptación en la adjudicación de subvenciones

SE5.2

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Exigir la justificación objetiva de los beneficios aportados en la lucha frente al cambio climático en las actuaciones subvencionables en los sectores productivos, industriales, comercio, edificación, turismo, etc.

FIGURA SE5.2. Control de subvenciones para la adaptación.



Fuente: Getty Images (CC)

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,46
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Convocatoria de ayudas para la elaboración/actualización de los planes de acción para el clima y la energía sostenible (PACES) de los municipios de la Comunidad Valenciana (Generalitat Valenciana, 2024)

Más información en: https://www.gva.es/es/inicio/procedimientos?id_proc=G23320

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Porcentaje de las actuaciones subvencionables con beneficios ambientales
Volumen (tn) de emisiones de dióxido de carbono evitadas de las medidas de adaptación acordadas

Formación y sensibilización sobre conservación de alimentos ante eventos de calor extremo

SE5.3

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Educación	Olas de calor, salud	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Sensibilizar a la población y formar a las personas encargadas de manipular alimentos sobre conservación y cadena del frío ante eventos de calor extremo.

FIGURA SE5.3. Manipulación de alimentos.



Fuente: Pixabay, Creative Commons, Zero (CC0).

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 6,54
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Guía didáctica de adaptación al calor (Gobierno de España, 2020)

Más información en: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ceneam/recursos/materiales/guiaaclimatarnos_tcm30-540408.pdf

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de personas del sector de la restauración con certificación de manipulación de alimentos
Nº de actividades formativas y de capacitación de profesionales del sector

Objetivo SE.6: Impulsar un turismo sostenible y adaptado al cambio climático

Para impulsar un turismo sostenible y adaptado al cambio climático es necesario impulsar acciones que promuevan la resiliencia y la sostenibilidad en el sector turístico. Una primera acción pasa por estudiar la capacidad de carga de determinados espacios e infraestructuras turísticas, considerando la población visitante ante eventos climáticos extremos. Medidas de esta índole permiten gestionar de manera adecuada el flujo de visitantes y garantizar la seguridad y el bienestar de quienes acuden a esos destinos, especialmente en situaciones de riesgo climático.

Desarrollar campañas de desestacionalización del turismo reduciendo la presión sobre los destinos en épocas de alta demanda o captar financiación para proyectos de adaptación del sector turístico al cambio climático puede incluir la implementación de infraestructuras resilientes, la promoción de prácticas sostenibles y la formación del personal turístico en medidas de adaptación y gestión de riesgos climáticos.

Implantar medidas de control de viviendas de uso turístico en zonas saturadas permitiría garantizar una gestión adecuada de la vulnerabilidad social real, lo que supondría establecer regulaciones y controles que aseguren un desarrollo turístico equilibrado y sostenible, evitando la sobreexplotación de recursos y la saturación de infraestructuras.

Integrar los riesgos y las medidas de adaptación en los planes estratégicos dedicados al turismo en el municipio garantiza una gestión eficaz de los impactos del cambio climático en el sector (Ley et al., 2024). La medición de indicadores turísticos relacionados con la sostenibilidad y la resiliencia permiten evaluar el progreso y ajustar las estrategias según sea necesario. Por último, estimular la adaptación del sector turístico en la renovación de su parque edificado, considerando el aumento global de las temperaturas, es clave para garantizar la comodidad y seguridad de los turistas en un contexto de cambio climático.

Para el Objetivo SE.6 se han establecido las siguientes medidas de adaptación:

- SE.6.1** Estudios de Capacidad de Carga en espacios turísticos ante eventos extremos
- SE.6.2** Campañas de atracción turística adecuadas a las nuevas condiciones climáticas
- SE.6.3** Captación de Financiación para la Adaptación del Sector Turístico
- SE.6.4** Cálculo de la vulnerabilidad real en espacios residenciales turísticos
- SE.6.5** Integración de la Adaptación al Clima en los Planes Turísticos
- SE.6.6** Estímulo a la renovación del parque edificado del sector turístico

Estudios de capacidad de carga en espacios turísticos ante eventos extremos

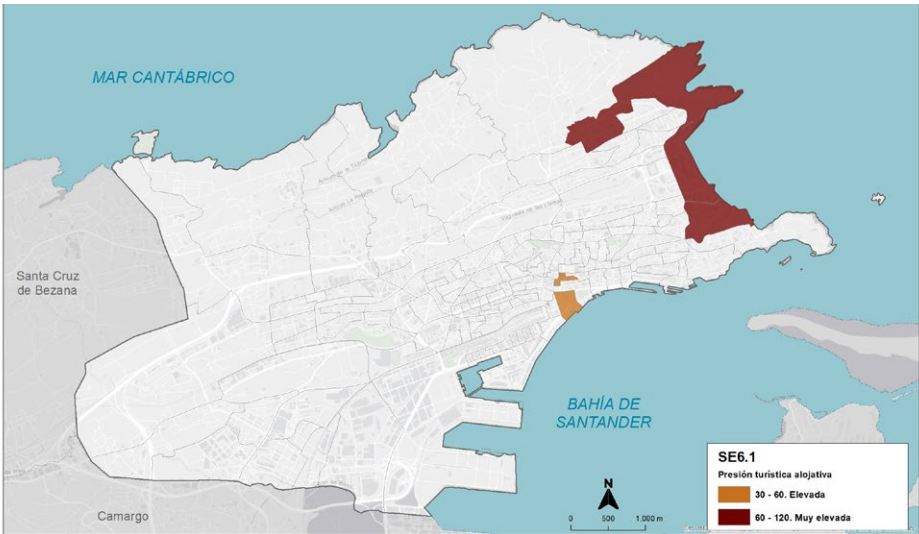
SE6.1

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Barrio

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Estudiar la capacidad de carga de determinados espacios e infraestructuras de gran afluencia turística, considerando la población visitante ante eventos extremos.

FIGURA SE6.1. Secciones censales con alta tasa de función turística.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,44
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Estudio sobre la capacidad de carga turística en Lanzarote (Cabildo de Lanzarote, 2024)
Más información en: <https://www.cabildodelanzarote.com/documents/35307/0/Capacidad+de+Carga+Lanzarote.pdf/b956ae9b-bcbe-f3b2-2fb6-51b25f5a56d?i=1684154327999>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de establecimientos turísticos hoteleros / Superficie no edificada de la sección censal
Nº de camas turísticas / Población de la sección censal

Campañas de atracción turística adecuadas a las nuevas condiciones climáticas

SE6.2

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Desarrollar campañas para atraer visitantes en temporada baja, fomentando la desestacionalización del turismo en condiciones climáticas adecuadas.

FIGURA SE6.2. El principal motor turístico: El Sardinero.



Fuente: CINCC (UC), 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,11
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: El impacto del cambio climático en el turismo en España: análisis y perspectivas (Heymann, D.A. 2024)

Más información en: <https://www.caixabankresearch.com/es/analisis-sectorial/turismo/impacto-del-cambio-climatico-turismo-espana-analisis-y-perspectivas>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de campañas de promoción del turismo
Nº de eventos turísticos en temporada baja

Captación de financiación para la adaptación del sector turístico

SE6.3

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Captar financiación para proyectos de adaptación del sector turístico al cambio climático.

FIGURA SE6.3. Turismo y economía.



Fuente: Getty Images (CC).

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 8,11
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Guía para inversiones adaptadas al cambio climático para un turismo sustentable y resiliente (ADAPTUR, 2021)

Más información en: <https://www.unwto.org/es/covid-19-oneplanet-iniciativas-recuperacion-responsable/guia-para-inversiones-adaptadas-al-cambio-climatico>

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Fondos destinados para proyectos de adaptación del sector turístico al cambio climático

Cálculo de la vulnerabilidad real en espacios residenciales turísticos

SE6.4

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Implantar medidas de control de viviendas de uso turístico en zonas saturadas para garantizar el cálculo de la vulnerabilidad social real.

FIGURA SE6.4. Alojamiento extrahotelero.



Fuente: CINCC (UC), 2024

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,89
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Análisis preliminar de la vulnerabilidad de la costa de Andalucía a la potencial subida del nivel del mar asociado al cambio climático (Consejería de Medio Ambiente/Junta de Andalucía, 2011)
 Más información en: https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/documents/20151/522644/vulnerabilidad_costas.pdf/a71d25a3-3b00-d755-4246-e2724b2b3df9?i=1402329434000

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Ratio de turistas sobre población residente
 N° de viviendas extrahoteleras / N° de viviendas por sección censal

Integración de la adaptación al clima en los planes turísticos

SE6.5

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Planificación	Olas de calor, inundación pluvial, inundación costera, viento, sequía	Municipal

MIIÓN DE ESTA MEDIDA

Integrar los riesgos y las medidas de adaptación en los planes estratégicos dedicados al turismo en el municipio, incorporando la medición de indicadores turísticos.

FIGURA SE6.5. Plan de actuación turística.



Fuente: Turismo, Santander. Ayuntamiento de Santander, 2023.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 7,23
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 (Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres [UNISDR], 2015)
 Más información en: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/59231/3/2016_Olcina_Vera_AnGeogrUnivComplut.pdf

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Nº de planes destinados al turismo con criterios de adaptación climática
 Intensidad de uso turístico por hectárea en áreas vulnerables o expuestas
 Nº de itinerarios turísticos redefinidos con criterios de adaptación al clima futuro

Estímulo a la renovación del parque edificado del sector turístico

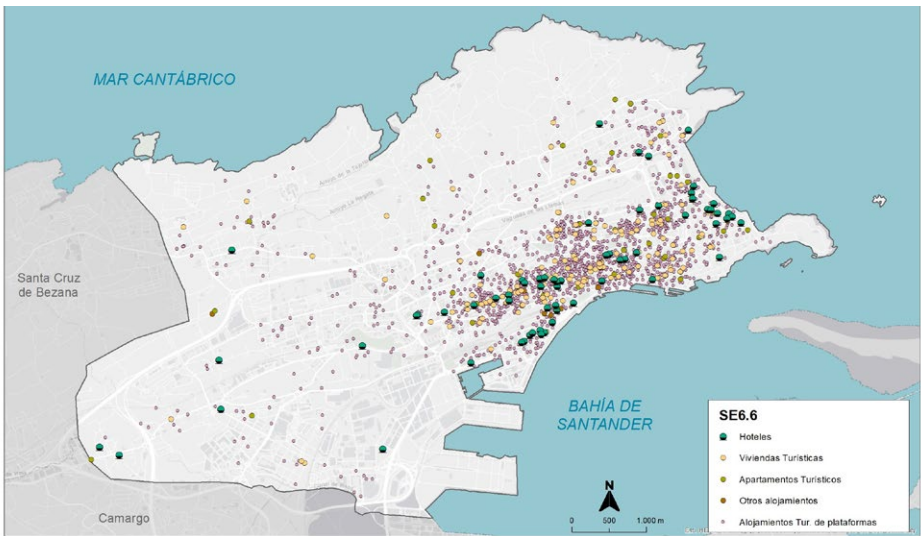
SE6.6

TIPO DE MEDIDA	AMENAZAS	ALCANCE TERRITORIAL
Gestión	Olas de calor, inundación pluvial	Municipal

MISIÓN DE ESTA MEDIDA

Estimular la adaptación del sector turístico en la renovación de su parque edificado, considerando el aumento global de las temperaturas.

FIGURA SE6.6. Ubicación del parque edificado de alojamientos turísticos.



Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

NIVEL DE PRIORIDAD	ELEVADA	MEDIA	BAJA	Valor: 6,38
--------------------	---------	-------	------	-------------

PARA SABER MÁS

Referencia: Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector turístico (Gómez, M., 2016)

Más información en: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/impactosvulnerabilidadyadaptacionalcambioclimaticoenelsectorturistico_tcm30-178443.pdf

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

Eficiencia energética del sector turístico
Nº de edificaciones turísticas renovadas y adaptadas a las nuevas condiciones climáticas

Nareme Herrera López, Laura Asensio Martínez, Francisco García Sánchez

En este documento se establece un conjunto de indicadores que sirven de base para la monitorización del plan de adaptación, que se apoya en dos elementos básicos:

- El conjunto de indicadores definidos por la fundación Biodiversidad para el marco del programa de renaturalización de ciudades, cuya finalidad es facilitar el seguimiento de los avances realizados y la evaluación de los resultados de los proyectos, así como establecer las bases de un marco de gestión a medio y largo plazo para evaluar los avances del municipio en su proceso de renaturalización urbana. Diversos indicadores de la *Guía para la medición y seguimiento de indicadores* en proyectos de renaturalización urbana gestionados por la fundación Biodiversidad han sido incorporados como parte de la acción A2 Plan de Adaptación al Cambio Climático.
- La definición de indicadores de seguimiento específicos para cada una de las medidas propuestas, garantizando la evaluación de los logros obtenidos en materia de adaptación urbana.

El Plan de Seguimiento de Indicadores de Medidas de Adaptación al Cambio Climático es fundamental para evaluar la efectividad de las acciones implementadas y para ajustarlas según sea necesario. Si bien no es objeto de desarrollo en el presente documento de un plan de seguimiento del plan de adaptación, se ha considerado aconsejable establecer un primer listado de indicadores de seguimiento y evaluación. En un posterior desarrollo específico del Plan de Seguimiento de Indicadores, la herramienta debe contener los siguientes componentes:

- Definición de objetivos y metas: las metas y los objetivos que engloban las medidas de adaptación definidas en este plan proporcionan un marco para la selección de indicadores y para evaluar el progreso hacia esos objetivos a lo largo del tiempo.
- Complementariamente a los indicadores definidos para cada una de las medidas en este plan de adaptación, se deben añadir nuevos indicadores relevantes para monitorear el progreso de las medidas de adaptación. Los indicadores deben ser específicos, medibles, relevantes, alcanzables y oportunos. Pueden incluir indicadores de exposición, vulnerabilidad, impacto y capacidad de adaptación, entre otros.
- Se deben en lo posible establecer las líneas base para cada indicador, proporcionando un punto de referencia para evaluar el progreso y determinar el impacto de las acciones.
- Es conveniente establecer mecanismos claros para la recolección de datos necesarios para los indicadores seleccionados, como la recopilación de datos existentes, la implementación de nuevos sistemas de monitoreo y la colaboración con diferentes actores para obtener la información requerida.

- El plan debe especificar la frecuencia con la que se recogerán y analizarán los datos, así como las responsabilidades de monitoreo de cada indicador se deben designar personas o entidades responsables de recopilar, analizar y reportar los datos. Se estima que una evaluación anual podría ser necesaria para la mayor parte de los indicadores, si bien para algunos pueden establecerse plazos superiores.

Finalmente, el plan debe incluir disposiciones para la elaboración de informes regulares sobre el análisis y el progreso del plan de adaptación con la preparación de informes internos para los responsables de la toma de decisiones, así como la comunicación de los resultados a las diferentes partes interesadas, incluidos el público en general y otros actores relevantes.

LÍNEA BASE DE INDICADORES DE SENSIBILIDAD

Se añade a continuación el valor medio municipal (línea base) de los indicadores de sensibilidad:

CUADRO 7.1. *Valor base indicadores de sensibilidad (valor medio municipal)*

ÍNDICE DE SENSIBILIDAD (MEDIA MUNICIPIO)	
SE1-1: Porcentaje de población con ingresos por unidad de consumo por debajo de 60 % de la mediana a nivel nacional	18,70 %
SE2-1: N° viviendas < 45 m ² /N° viviendas totales de baja renta (entre el 20 al 40 % de la población con rentas > al 60 % de la mediana a nivel nacional)	470 / 0,51 %
SE2-2: Porcentaje de viviendas de baja renta con una habitación	0,16 %
SE2-3: N° viviendas sin calefacción colectiva o privada/N° viviendas	13.515 / 14,70 %
SE3-1: % Población parada / Población activa	5,80 %
SE4-1: Índice de Gini	31,006
SE5-1: % Población analfabeta, sin estudios o con primer grado / Población > 15 años	12,95 %
SE6-1: Porcentaje de población que reside fuera de las áreas óptimas de servicio de los centros de salud pública.	2,06 %
SE6-2: Porcentaje de superficie fuera de las áreas óptimas de servicio de los centros de salud pública.	42,00 %
SE7-1: N° habitantes / km ²	4.792
SE8-1: % Población de edad > 65 años/ Población total	25,73 %
SE8-2: % Población de edad < 5 años/ Población total	3,89 %
SE9-1: Porcentaje de ocupados en sectores dependientes/ Población total ocupada	1,21 %
SE10-1: Porcentaje de mujeres	53,95 %

[.../...]

Continuación **CUADRO 7.1**

ÍNDICE DE SENSIBILIDAD (MEDIA MUNICIPIO)	
M1-1: Porcentaje de viviendas en edificios anteriores a 1940 / total viviendas	12,63 %
M2-1: % Viviendas con calidad constructiva deficiente / N° viviendas Total	15,90 %
M3-1: % Vivienda en estado ruinoso, malo o deficiente/N° viviendas total	8,30 %
M4-1: N° viviendas / ha	25,75
A1-1: Volumen edificado/superficie municipal	1,267
A1-2: % Superficie urbana impermeable / Superficie municipal	62,26 %
A2-1: % Población estimada afectada por ruidos > 65 dB (indicador de FB CBA-004)	22,16 %
A2-2: Nivel de contaminación atmosférica por tráfico vehicular	
A3-1: Tasa de función turística (plaza tur/100 hab)	4,85
A3-2: Índice de presión socio-ambiental en zonas de afluencia turística (móviles)	
A3-3: Tasa de función turística de alojamientos no regulados (Airbnb)	
A4-1: Superficie m ² de áreas verdes (espacios de recreación + públicas) por habitante (espacios de recreación: zonas verdes y espacios peatonales de estancia)	21,97
A5-1: % Superficie de áreas degradadas	7,49 %
A6-1: Población estimada fuera del nivel de cobertura óptimo de la gestión de residuos	0,20 %
A7-1: % Edificios sin certificación energética o con categoría inferior a la clase E	86,23 %
A8-1: % Población > 400m de area verde pública (o espacio de recreación) de 0,5 Ha de sup mínima (CBS-002 de la FB)	3,47 %
A9-1: % Población estimada sin espacios verdes privados	53,85 %

Fuente: CINCc (UC) – FIC, 2024.

INDICADORES ESPECÍFICOS DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

META BIODIVERSIDAD	
B1. Fomentar la biodiversidad y la calidad de los suelos para una mayor resiliencia urbana	
Porcentaje de superficie de áreas verdes privadas / Superficie de espacios libres públicos	
Porcentaje de superficie áreas verdes en espacios privados / Superficie privada no edificada	
Controlar y erradicar las especies invasoras generando un exhaustivo sistema de toma de datos y evolución de las especies	
Porcentaje de superficie con áreas degradadas / Superficie municipal	
Número de especies exóticas invasoras por hectárea	
Corredores fluviales y láminas de agua naturalizadas, creadas o restauradas (nº, m²)	
Superficie de infraestructura azul terrestre / Superficie municipal	
Nº de acciones demostrativas de soluciones SbN	
Nº de proyectos de comunicación y sensibilización	
Nº de actividades de transferencia de conocimiento	
B2. Convertir a la infraestructura verde urbana en un aliado frente a los impactos del cambio climático	
Porcentaje de especies adaptadas al clima futuro / Total del catálogo municipal de especies	
Longitud (m) (km) de infraestructuras verdes urbanas destinadas a la protección costera	
Volumen anual de agua reutilizada en riego municipal	
Porcentaje de especies adaptadas / Total de especies del catálogo municipal	
Volumen anual (m³) de agua de lluvia captada y almacenada	
Vol. anual (m³) de agua reutilizada riego municipal / Vol. anual (m³) agua para riego municipal	
B3. Garantizar la participación de la sociedad en la gestión de la infraestructura verde frente al cambio climático	
Superficie (m²) de espacio litoral amenazado con pérdida de biodiversidad	
Superficie (m²) con proyectos de restauración costera y marina	
Identificación de vertidos y efluentes (nº) en el litoral	
Superficie de áreas degradadas / Superficie de áreas naturales	
Nº de áreas naturales con plan de gestión y conservación (custodia del territorio)	
META CIUDAD RESILIENTE	
R1. Desarrollar herramientas que permitan la planificación de una ciudad resiliente al cambio climático	
Nº de sectores beneficiados por la acción de adaptación	
Valoración en la reducción de GEI de la acción de adaptación (beneficios de mitigación)	
Existencia de análisis de clima futuro en el planeamiento urbanístico	
Nº de áreas de adaptación urbana identificados	
Superficie (m²) del sistema general de espacios libres destinada a refugios climáticos	
Identificación de la superficie de espacios azules	
Superficie de láminas de agua naturalizadas creadas o restauradas	
Nº de espacios azules con funciones ecológicas	
Nº de protocolos de seguimiento por áreas o sectores de actividad	

Nº de medidas de adaptación realizadas o impulsadas por las actuaciones
Nº de evaluaciones de seguridad y resiliencia del sistema eléctrico municipal
Tiempo de restablecimiento del servicio en caso de corte o colapso de la red
Porcentaje de diversificación de las fuentes de suministro / Grado de dependencia exterior
Superficie agrícola total anual / Superficie municipal
Diversidad y tipología de cultivos ecológica / Superficie agrícola total
Nivel de materia orgánica del suelo (valores anuales)
Nº de viviendas en condiciones insalubres / Nº total de viviendas en el municipio
R2. Reducir el impacto de la temperatura extrema en el tejido urbano
Superficie de nuevos espacios naturalizados / Superficies con posibilidad de altas temperaturas
Nº de árboles y arbustos plantados en zonas identificadas con altas temperaturas
Superficie de cubiertas verdes – frías / Superficie total de cubiertas en zonas de isla de calor
Superficie de fachadas verdes
Nº de espacios públicos con elementos de protección frente al clima
Nº de infraestructuras y equipamientos destinados a la protección por lluvia e insolación
Superficie pavimentada de alto albedo / Superficie total pavimentada
Porcentaje de superficie de cubiertas industriales con alto albedo en zonas de isla de calor
Longitud (m) de itinerarios o caminos revegetados
Porcentaje de la red de caminos y sendas con cobertura de arbolado
Superficie de espacios libres con zonas protegidas / Superficie total de espacios libres
Nº de árboles por longitud total de viales y senderos de recorridos en espacios públicos
R3. Reducir el impacto de las precipitaciones extremas en el tejido urbano
Nº de sistemas urbanos de drenaje sostenible implementados
Superficie permeable impulsada por SUDS / Superficie permeable municipal
Porcentaje de la red saneamiento de carácter separativo respecto del total
Volumen (hm ³) captado por tanques de tormenta
Porcentaje de superficie de espacios libres permeable / Superficie total de espacios libres
Superficie instalada de jardines de lluvia
Superficie de captación de jardines de lluvia
Nº de paradas de autobús protegidas del viento y las precipitaciones
Nº de proyectos de transferencia de aprovechamiento urbanístico destinados a la adaptación
Superficie permeable generada con proyectos de transferencia de aprovechamientos
Superficie identificada de balsas de recarga de agua
Volumen anual (hm ³) de captación de las balsas de recarga
R4. Reducir el impacto de la subida del nivel del mar en la costa
Nº de edificios expuestos a inundación costera
Superficie edificada expuesta a subida del nivel del mar
Superficie incluida dentro del perímetro de seguridad ante eventos extremos en el litoral
Presupuesto asignado a medidas de seguridad y vigilancia ante eventos extremos en el litoral
Volumen (m ³) de sedimentos con capacidad de protección costera

R5. Estar preparados con protocolos de alerta y respuesta temprana a eventos extremos
Nº de herramientas de seguimiento
Nº de personas destinadas al seguimiento de los eventos extremos
Nº de protocolos de seguimiento frente a la sequía / Sector de actividad
Volumen (hm ³) de agua almacenada en sistemas suplementarios
Nº de evaluaciones de seguridad y resiliencia del sistema eléctrico municipal
Tiempo de restablecimiento del servicio en caso de corte o colapso de la red
Valor económico de cobertura de las pólizas para riesgos asociados al cambio climático
Importe económicos oportado por las pólizas ante impactos asociados al cambio climático
R6. Optimizar y controlar los recursos hídricos en un escenario de cambio climático
Nº de fugas identificadas y reparadas
Volumen anual (hm ³) de agua perdida en fugas / Volumen total de agua de abasto
Consumo medio de los recursos hídricos (l/hab/día)
Consumo de agua por habitante y población flotante
Nº de eventos de sensibilización ciudadana y de materiales de divulgación
Capacidad de almacenamiento de aguas pluviales (volumen m ³) público y privado
Volumen (hm ³) de aguas pluviales directamente aprovechadas para el riego municipal
Superficie permeable de áreas de recarga del acuífero / Superficie del área de recarga
META SALUD
SL1. Desarrollar mecanismos de control y seguimiento del cambio climático y su impacto sobre la salud
Nº de personas contratadas en el laboratorio de investigación biometeorológica y salud humana
Nº de investigaciones y estudios publicados por el laboratorio
Nº de estaciones recogida de datos
Contabilización diaria de concentración de material particulado inferior a 2,5 micras
Nº de sensores optimizados de Smart City.
Superficie de cobertura de los sensores
Nº de vectores identificados
Nº de campañas anuales de vigilancia de vectores
Superficie de áreas identificadas como fuentes de vectores de enfermedades
Nº de habitantes en zonas expuestas a deriesgo por viento sur
Nº de afectados hospitalarios en función de la frecuencia y duración de los eventos
SL2. Tener capacidad para actuar ante el clima extremo, minimizando sus efectos sobre la salud de la población
Nº de personas con acceso asegurado al sistema de alerta temprana
Nº de protocolos oficiales aprobados para la gestión de eventos de calor extremo
Nº de personas de los servicios sanitarios involucradas en la gestión de las olas de calor
Nº de protocolos establecidos para las diferentes tipologías de plagas por calor
Volumen (m ³) de agua en fuentes y lugares de almacenamiento abiertos al aire libre tratados

SL3. Reducir el riesgo de la población más sensible a las temperaturas extremas
Tomas de datos de temperatura y humedad horaria en las áreas de isla de calor urbano
Superficie naturalizada con infraestructura verde y azul en áreas de isla de calor urbano
Nº de protocolo de gestión del tráfico vehicular en periodos de calor intenso (vehículos /hora)
Nº de aparcamientos disuasorios
Proporción uso vehículos de combustión y vehículos no contaminantes ni emisores de calor
Longitud (m) (km) de viales incorporados a la red de control ante eventos extremos
Nº de hospitalizaciones de personas mayores en periodos de calor extremo
Nº de programas divulgativos de actividades preventivas frente a olas de calor
Nº de personas y de puestos de trabajos en condiciones de estrés térmico
Nº de hospitalizaciones anuales por efecto de olas de calor extremo
Nº de personas identificadas como vulnerables ante el calor
SL4. Minorar los condicionantes ambientales negativos que afectan a la salud
Nº de defunciones asociadas a procesos climáticos
Nº de patologías influenciadas por condiciones climáticas
Presupuesto destinado a herramientas de jardinería de bajo impacto acústico
Nº de equipamiento de jardinería con bajo impacto acústico / Nº total de equipamiento
Superficie (m²) infraestructura azul identificado como espacios terapéuticos / Superf. inf. azul
Longitud (m) (km) de red estratégica de saneamiento redimensionada a eventos extremos
META SOCIEDAD Y ECONOMÍA ADAPTADAS
SE1. Estar preparados para dar respuesta a los eventos extremos
Nº de planes de emergencia según sectores ajustados a la variabilidad climática esperada
Nº de refugios climáticos
Aforo total de los refugios climáticos
Cobertura poblacional dentro de los 300 m y de superficie urbana de los refugios climáticos
Nº de personas inscritas en la aplicación móvil del sistema de alerta temprana
Nº de eventos anuales con concentraciones superiores a la capacidad de respuesta municipal
Registro de superación de aforos establecidos
SE2. Controlar y evaluar el efecto del cambio climático y sus impactos en Santander
Nº de eventos climáticos extremos anuales
Nº de eventos climáticos que superan los umbrales esperados
Nº de medidas de adaptación implementadas
Nº de programas de intercambio de experiencias de adaptación al clima en las que se participa
Nº de proyectos de adaptación desarrolladas coordinadamente con otras ciudades y regiones
Nº de eventos – congresos para el intercambio de experiencias realizados
Fondos en programas europeos con impacto en la adaptación urbana
Nº de personas involucradas en el desarrollo del órgano municipal de adaptación
Nº de medidas de adaptación gestionadas anualmente por el órgano municipal de adaptación
Nº de el elementos patrimoniales expuestos a fenómenos climáticos extremos
Nº de impactos sufridos por exposición a fenómenos

SE3. Comprender las implicaciones del cambio climático y fomentar la participación de la ciudadanía
Nº de campañas de divulgación
Nº de materiales de divulgación y sensibilización
Nº de actividades de formativas a personal de áreas técnicas de la administración
Nº de personas beneficiarias de la transferencia de conocimiento sobre adaptación
Nº de visitas a la sección web del cambio climático
Tiempo de navegación promedio en las secciones habilitadas sobre cambio climático
SE4. Reducir la vulnerabilidad social al cambio climático
Evaluación de la eficiencia energética de los edificios
Nº de viviendas rehabilitadas
Porcentaje de viviendas con personas vulnerables rehabilitadas / Total de viviendas vulnerables
Fondos públicos destinados a la rehabilitación climática
Nº total de personas vulnerables al cambio climático identificadas anualmente
Porcentaje de personas mayores solas y que reciben atención por parte de los servicios sociales
Porcentaje de personas que reciben ayudas para el suministro de energía eléctrica
Nº de personas participantes en el cultivo de huertos urbanos municipales
Superficie total de huertos urbanos / Población urbana total municipal
Volumen (kg) de alimentos producidos en los huertos urbanos / Personas participantes
SE5. Fomentar un tejido empresarial preparado y adaptado al cambio climático
Nº de empresas con certificaciones ambientales reconocidas / Nº de empresas en el municipio
Nº de acuerdos de colaboración público-privada orientada a la adaptación urbana
Porcentaje de las actuaciones subvencionables con beneficios ambientales
Volumen (tn) de emisiones de CO ₂ evitadas de las medidas de adaptación acordadas
Nº de personas del sector de la restauración con certificación de manipulación de alimentos
Nº de actividades formativas y de capacitación de profesionales del sector
SE6. Impulsar un turismo sostenible y adaptado al cambio climático
Nº de establecimientos turísticos hoteleros / Superficie no edificada de la sección censal
Nº de camas turísticas / Población de la sección censal
Nº de campañas de promoción del turismo
Nº de eventos turísticos en temporada baja
Fondos destinados para proyectos de adaptación del sector turístico al cambio climático
Ratio de turistas sobre población residente
Nº de viviendas extrahoteleras / Nº de viviendas por sección censal
Nº de planes destinados al turismo con criterios de adaptación climática
Intensidad de uso turístico por hectárea en áreas vulnerables o expuestas
Nº de itinerarios turísticos redefinidos con criterios de adaptación al clima futuro
Eficiencia energética del sector turístico
Nº de edificaciones turísticas renovadas y adaptadas a las nuevas condiciones climáticas
Nº de eventos cancelados o modificados por condiciones climáticas extremas

Cecilia Ribalaygua, Francisco García Sánchez, Nareme Herrera López

8.1

OBJETIVO DEL PLAN DE PARTICIPACIÓN

El objetivo principal de este apartado es recopilar las acciones llevadas a cabo para elaborar el Plan de Adaptación al Cambio Climático de Santander, involucrando a los actores locales y ciudadanía en el proceso de toma de decisiones y en la identificación de medidas para hacer frente a los impactos del cambio climático. Para fomentar la participación de la ciudadanía se han desarrollado diversas actividades, como talleres, mesas de trabajo, encuestas y reuniones públicas, con el fin de recoger la información, opiniones y preocupaciones de los residentes, empresas, organizaciones y otros actores clave en el área de Santander.

Además, el plan de participación busca promover la sensibilización y la educación sobre el cambio climático y sus consecuencias, así como sobre las estrategias de adaptación disponibles. Para ello, se ha combinado la difusión de los resultados de los estudios realizados sobre los riesgos climáticos específicos a los que se enfrenta Santander, con talleres públicos en los que se han recogido aportaciones tanto de la ciudadanía como de diferentes actores clave en los riesgos locales. Con estas sesiones se ha buscado también fomentar la colaboración de estas entidades en la identificación de soluciones y en el aporte de información relevante, actualizada y altamente útil para garantizar la eficacia de este plan.

8.2

FASES DEL PROCESO PARTICIPATIVO

El proceso de participación ciudadana en la elaboración del Plan de Adaptación al Cambio Climático de Santander se organiza en varias fases clave, diseñadas para garantizar la colaboración efectiva de todos los sectores de la sociedad en la identificación y priorización de las medidas de adaptación:

La primera fase, “Planteamiento del trabajo para cocrear el plan”, se centró en compartir el planteamiento del proyecto por hacer, identificando las prioridades locales y la percepción del

riesgo de los diferentes agentes implicados. En esta fase inicial se busca establecer una base sólida para el trabajo conjunto, empezando con la presentación del objetivo y alcance del plan. Además, se llevaron a cabo talleres y entrevistas con una amplia gama de partes interesadas, como representantes de la administración municipal, servicios de emergencia, empresas locales, personas expertas en biodiversidad y otras entidades relevantes, con el fin de recabar información valiosa sobre los riesgos climáticos y las necesidades específicas de adaptación de la ciudad. En la segunda fase, “Análisis e identificación del índice de riesgo”, se realizaron diferentes acciones, destinadas a garantizar un análisis adecuado de la información recopilada y a identificar los principales riesgos climáticos a los que se enfrenta Santander. Para ello, se llevaron a cabo consultas y encuestas con personas expertas locales y ciudadanía, entre las que destaca el segundo taller técnico de actores locales, en el que se realizaron valiosas aportaciones para terminar de validar el análisis de los riesgos. Esta fase permitió establecer los índices de riesgos climáticos que sirvieron como base para la posterior definición y priorización de medidas de adaptación.

Por último, en la tercera fase, “Definición y priorización de las medidas de adaptación”, se involucró a la ciudadanía en la consulta técnica sobre las posibles medidas de adaptación y en la identificación de aquellas que se consideraran más relevantes y urgentes. Se llevaron a cabo talleres ciudadanos, promoviendo al mismo tiempo la sensibilización y la participación de niños y jóvenes. En una última fase se realizan encuestas a través de la web para garantizar una participación amplia y diversa en la toma de decisiones sobre el futuro de Santander frente al cambio climático.

A continuación, se detallan las principales acciones que se desarrollaron en cada una de las fases indicadas:

8.2.1. Fase 1. Planteamiento del trabajo de cocrear un plan de adaptación

En esta fase se han llevado a cabo tres tipos de acciones:

Presentación pública del plan

El proyecto lo presenta públicamente la alcaldesa de Santander en septiembre de 2022 en el foro *Sustainability Room* de la edición 2022 de *Greencities*. Unos meses más tarde se hace una presentación más extensa en Santander, en la que se da a conocer el calendario de actuaciones previsto, entre ellos el programa de participación para el Plan de Adaptación al Cambio Climático.

En la presentación pública del proyecto se insiste especialmente en la importancia de la participación pública en el proceso: “La participación social es clave para alcanzar los objetivos de Santander Capital Natural, por ello se ha integrado a toda la población de la ciudad en la propuesta para que puedan hacer suyas las acciones que se emprendan, mediante la participación en la toma de decisiones o el voluntariado”.

En el mismo acto se dan a conocer los canales de participación y acceso a la información generada, coordinados a través de la página web, específicamente para la convocatoria y difusión de eventos de participación. Así mismo, se hace público el calendario aproximado de participación en el plan.

Taller técnico inicial sobre la percepción del riesgo

En diciembre de 2022 se realiza el primer taller técnico, en el que se cuenta con una amplia representación de agentes e instituciones locales relacionadas con los sectores afectados. Se trata de una sesión amplia, en la que se combina la presentación de los objetivos del proyecto con trabajos técnicos en grupos para la identificación de las principales amenazas locales, la priorización de los factores de vulnerabilidad y la localización de los principales lugares expuestos. La sesión concluye con un amplio espectro de resultados cuantitativos y cualitativos.

A partir de este evento, en el que se creó un ambiente colaborativo entre participantes y redactores del plan, se establecen las bases para las consultas técnicas posteriores.



Figura 8.1. Desarrollo del taller con la presencia de la concejala Margarita Rojo.

Fuente: CINCc (UC), 2022.

Consultas técnicas bilaterales con entidades clave

Durante los meses de enero a junio de 2023 se realiza un trabajo de colaboración bilateral con las entidades que pueden aportar información relevante para el plan. En este periodo, el equipo redactor se reúne con varias instituciones y recaba aportaciones muy relevantes para el estudio, así como bases de datos, cartografía, estudios previos y todo tipo de información esencial para el desarrollo del trabajo. Entre las reuniones mantenidas destacan las siguientes:

- Responsable de Smart City, para la colecta de datos climáticos y de afluencia de personas en áreas turísticas.

- Responsable de Bomberos de Santander, para la identificación de lugares de riesgo constatados, potenciales soluciones, así como el suministro y verificación de importantes bases de datos de salidas efectuadas para proceder a su geolocalización.
- Aqualia, para la identificación de potenciales obras de mejora y la solicitud de información de bases cartográficas.
- Oficina de Turismo municipal y Concejalía de Turismo, para la recopilación de datos y la interpretación de los potenciales y debilidades constatados en el tejido turístico local respecto al cambio climático.
- AEMET, para el suministro de información climática relevante para el estudio.
- Responsable del Área de Parques y Jardines del Ayuntamiento, para la identificación y caracterización de áreas verdes municipales, así como los principales problemas de gestión.
- Responsables de la Concejalía de Medioambiente y Dirección de Urbanismo municipal, para facilitar información base municipal y la coordinación con el resto de entidades.
- Oficina del Padrón Municipal, para actualizar las bases de datos socioeconómicos empleados en el estudio, así como el suministro de buena parte de ellas, complementario a las entrevistas y solicitudes mantenidas con la oficina del Instituto Nacional de Estadística.
- Equipo redactor de documentos de ordenación urbana recientes (Santander Hábitat Futuro), que aportan una actualizada base de datos de algunos rasgos físicos y sociales de la ciudad. A partir de reuniones mantenidas con sus responsables compartiendo los criterios de análisis, se han interpretado y actualizado los trabajos previos, dando continuidad a los estudios siempre que ha sido posible.
- Responsables de otros proyectos de investigación en curso sobre adaptación urbana local y regional, con el fin de coordinar las metodologías e integrar sus propuestas en las medidas de adaptación.

Estas consultas y entrevistas bilaterales permitieron identificar las prioridades, conseguir información y abrir un canal de participación y colaboración que ha garantizado la fiabilidad de todos los estudios realizados en este documento.

8.2.2. Fase 2: Análisis e identificación del índice de riesgo

En esta fase se han llevado a cabo tres tipos de acciones:

Realización el segundo taller técnico

El segundo taller técnico, “Análisis del riesgo al cambio climático en Santander”, tuvo lugar el 27 de junio de 2023 y contó con 26 participantes activos. En él se cuenta con las mismas personas e instituciones asistentes al taller inicial. Se trata de una sesión técnica de 5 horas en la que se revisa la metodología aplicada para la obtención del índice de riesgo

y los principales resultados obtenidos hasta ese momento. Las aportaciones de las personas participantes resultan claves para completar el estudio y garantizar una correcta identificación de la vulnerabilidad en Santander al cambio climático. Con las contribuciones de este taller oportunamente incorporadas al estudio, se validan los resultados y se procede a la siguiente fase de identificación de medidas de adaptación.



Figura 8.2. Fotografías de segundo taller técnico. Resultados preliminares.

Fuente: CINCc (UC), 2023.

Consultas con personas expertas

En el proceso de selección y ponderación de los factores de sensibilidad (social, material y ambiental), las personas expertas han seguido un proceso de consulta y priorización. En este sentido, la metodología desarrollada implica la colaboración de 5 técnicos con criterio experto para identificar el peso de diferentes aspectos en la sensibilidad. Estas ponderaciones fueron posteriormente validadas en el segundo taller técnico realizado para la validación del índice de riesgo.

Acciones de divulgación y participación de niños y jóvenes

Para completar el diagnóstico, se han realizado también diferentes acciones divulgativas, en las que se han transmitido las ideas fundamentales del proyecto y se ha solicitado la ubicación en el mapa de los lugares identificados como más afectados por el cambio climático. Con ello se ha buscado no solo recopilar información valiosa para el diagnóstico, sino también contribuir a la formación y sensibilización sobre la temática de la ciudadanía en general y de niñas y niños participantes.



Figura 8.3. Participación en actividades en la Noche Europea de los Investigadores e Investigadoras, 2023.

Fuente: CINCC (UC), 2023.

Algunas de estas acciones han tenido una componente divulgativa y lúdica, por ejemplo la participación en eventos como “La Noche Europea de los Investigadores e Investigadoras” (29 de septiembre de 2023), en la que se pudo experimentar y conocer de primera mano las bondades de la renaturalización a través de experimentos, para posteriormente aportar soluciones de naturalización en un mapa gigante de Santander.

Otras acciones se han desarrollado en el seno del programa “Geografícate” de la Universidad de Cantabria en diferentes centros educativos de Cantabria. Las sesiones han incluido información y sensibilización sobre el cambio climático, para después contar con la implicación de estudiantes de ESO y Bachillerato en la identificación de puntos de mejora en la ciudad y aportando soluciones de adaptación. Estos eventos se han realizado en los propios institutos durante los cursos 2022-23 y 2023-24.

8.2.3 Fase 3. Definición y priorización de las medidas de adaptación

En la última fase del proceso de participación se han realizado las siguientes actividades:

Consultas técnicas sobre medidas y priorización de personas expertas

Partiendo del trabajo científico previo, en el que se identificaron las necesidades de adaptación de Santander, se realizaron consultas técnicas específicas para la definición de medidas. Entre estas consultas destaca la encuesta realizada a personas expertas para la identificación de las especies locales adaptadas, con el objeto de priorizar su plantación. Se contó con personas expertas del Real Jardín Botánico de Madrid y otros especialistas en ingeniería de montes y palinología, por la importancia que tiene la infraestructura verde dentro del plan.

Complementariamente se realizaron diversas consultas con los equipos técnicos municipales de parques y jardines, la Concejalía de Medioambiente y la Dirección de Urbanismo del Ayuntamiento de Santander. Dada la importancia en la gestión de riesgos, se mantuvieron diversas reuniones con el jefe del Cuerpo de Bomberos de Santander, lo que derivó en información primaria de alta calidad para la toma de decisiones.

Pero también la globalidad de las medidas fueron objeto de análisis participativo con criterio experto y de los responsables técnicos municipales. En total un grupo de 15 personas expertas y responsables técnicos colaboraron en la priorización de las medidas iniciales propuestas, tanto con la votación como con comentarios cualitativos para matizar y, en algunos casos, agrupar medidas. Con estas contribuciones se consolidó un listado de 88 medidas de adaptación, que fueron llevadas a la consulta en los talleres ciudadanos.

Talleres ciudadanos (codiseño de medidas de adaptación al cambio climático en Santander)

Una vez identificadas las medidas por parte del equipo investigador, y tras su priorización en la acción anterior, en la última semana de noviembre de 2023 se llevó a consulta pública el contenido de estas, agrupadas en objetivos y metas de adaptación. En los talleres se realizaron tareas de presentación, tanto de la realidad esperable en Santander en lo relativo a los riesgos climáticos como de las posibles estrategias de adaptación.

Los talleres se realizaron en diferentes centros culturales en los barrios más afectados, así como en diferentes ámbitos académicos, con escolares, universitarios y con personas pertenecientes al programa senior. En las sesiones se realizaron numerosas aportaciones sobre las medidas, lo que ayudó a su definición final y priorización. De ello resultaron finalmente 85 medidas de adaptación.

Sensibilización y participación de niños y jóvenes

La priorización de las 85 medidas además permite la sensibilización en centros escolares en los que actualmente se continúa difundiendo el plan y solicitando a los participantes su colaboración con nuevas aportaciones. Estas sesiones siguen un formato similar a los talleres ciudadanos: una primera parte de presentación; una segunda parte de trabajo en grupos pequeños para priorizar las medidas de una determinada meta, y una última parte de puesta en común de resultados, en la que se tiene la oportunidad de incluir matices, mejoras y posibles localizaciones o agentes implicados para las medidas propuestas. En estas sesiones se toma nota de las puntuaciones otorgadas para la priorización por parte de sus participantes.



Figura 8.4. Talleres participativos IES Alberto Pico, Santander.

Fuente: CINCc (UC), 2023.

Validación mediante encuestas web

El último paso del plan de participación consiste en la publicación de los resultados en un medio al que pueda acceder toda la ciudadanía. En este último paso del proceso se presentan tanto los resultados de riesgo como las metas, objetivos y medidas de adaptación de Santander. En este formato se busca la participación de la ciudadanía en la identificación de las prioridades de adaptación, así como la sensibilización y mejora del conocimiento sobre la problemática.

8.3

AGENTES PARTICIPANTES

En las primeras fases del proceso, la participación se ha centrado en las personas responsables de oficinas técnicas municipales y diferentes agentes locales con responsabilidades asociadas al riesgo en Santander, así como a los ámbitos económicos y sociales más vulnerables al cambio climático. Estos agentes, junto con las personas expertas en la investigación del clima y sus repercusiones, han sido los principales grupos participantes en la parte inicial del proceso. Sus aportaciones han permitido enfocar el estudio desde sus primeros pasos hacia las prioridades reales de Santander, así como afianzar una relación de colaboración y enriquecimiento del proceso.

En la fase relacionada con la identificación y priorización de medidas, la participación se ha abierto y se ha centrado principalmente en la ciudadanía. La participación en estos procesos permite sensibilizar a la población sobre la temática y conocer los riesgos a los que se enfrenta Santander en un futuro.

RESULTADOS DE LOS TALLERES PARTICIPATIVOS

Se incluye en este apartado el resultado y el contenido de las principales acciones participativas desarrolladas, así como los agentes participantes, la dinámica seguida y sus aportaciones.

8.4.1. Taller técnico participativo I: percepción del riesgo al cambio climático en Santander

Sobre la percepción de las amenazas climáticas de Santander

El primer cuestionario de este proceso de consulta consistió en evaluar una lista, que fue larga, de las amenazas hidrometeorológicas (directas y derivadas) posibles para el municipio y establecer la importancia de cada una de ellas específicamente para el caso de Santander. En primer lugar, el nivel de importancia de cada amenaza se puntuó según dos criterios: la frecuencia con la que ocurre y su magnitud, en cuanto a intensidad. Los resultados se presentan a continuación. El proceso se repitió en dos ocasiones, primero para las amenazas directas y en un segundo proceso con las amenazas derivadas.

CUADRO 8.1. *Intensidad y frecuencia de las amenazas directas consideradas*

CRITERIO 1: INTENSIDAD O MAGNITUD DE LA AMENAZA				
AMENAZA CLIMÁTICA	BAJA (1)	MEDIA (2)	ALTA (3)	PUNTAJE TOTAL
Inundaciones pluviales	1	12	8	49
Inundaciones costeras	1	7	13	54
Subida del nivel del mar	3	5	13	52
Incendios periurbanos	8	7	3	31
Vendavales – viento extremo	8	7	3	31
Olas de calor	8	7	3	31
Noches tropicales / tórridas	8	7	3	31
Sequía	7	4	9	42

[.../...]

Continuación CUADRO 8.1

CRITERIO 2: FRECUENCIA O RECURRENCIA DE LA AMENAZA				
AMENAZA CLIMÁTICA	BAJA (1)	MEDIA (2)	ALTA (3)	PUNTAJE TOTAL
Inundaciones pluviales	5	12	4	41
Inundaciones costeras	2	9	9	47
Subida del nivel del mar	7	7	7	42
Incendios periurbanos	9	4	3	29
Vendavales – viento extremo	4	9	3	46
Olas de calor	4	10	3	39
Noches tropicales / tórridas	7	1	3	29
Sequía	6	5	3	37

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

Si tomamos el rango de valores posibles para cada criterio, de 0 a 63 puntos, observamos que ninguna de las amenazas alcanza puntuaciones bajas o por debajo de su tercer cuantil (inferior a 21), por lo que, a priori, ningunas de ellas se puede considerar irrelevante para el municipio.

Más del 50 % de los encuestados (alta confianza) coinciden en que las inundaciones costeras y las subidas del nivel de mar son las amenazas que presentan una magnitud o intensidad mayor para el municipio respecto al resto, mientras que la percepción de su recurrencia se hace menos cohesiva. Por ejemplo, hay un mismo número de respuestas en cada uno de los niveles de relevancia del criterio frecuencia (baja o media confianza).

Respecto a las inundaciones pluviométricas, más del 50 % de los encuestados opinan que tanto su intensidad como su recurrencia presentan un nivel de importancia media (alta confianza) respecto al resto de amenazas. En el caso de los vendavales acompañados de viento extremo, se observa una mayor variabilidad en las respuestas obtenidas. Cerca de un 80 % de los encuestados opina que su importancia es media o alta para el municipio, tanto en términos de magnitud como en recurrencia, adquiriendo un puntaje global por encima incluso de las inundaciones pluviales. Respecto a las amenazas de inicio lento, como las sequías, los resultados presentan un nivel de confianza, a veces, muy bajo, principalmente debido a que este tipo de amenazas son de percepción generalmente más compleja. No obstante, las sequías, las olas de calor y el aumento de noches tropicales alcanzan puntajes generalmente medios.

En último lugar, los incendios periurbanos que afectan a las zonas verdes del municipio y los incendios periurbanos de vegetación alcanzan el menor porcentaje de valoración, aproximadamente 9 % respecto al total.

Respecto a la incidencia de las amenazas climáticas derivadas, la valoración agregada del conjunto de encuestados (un total de 21) indica una relevancia mayor para el aumento de especies invasoras, junto con un aumento de vectores de nuevas enfermedades, con una puntuación final alcanzada del 23 y 22 % respectivamente. Le sigue una proliferación de pólenes alergénicos y plagas de insectos, ambas con una puntuación final del 19 % aproximadamente. En último lugar se posiciona un incremento de la incidencia de polvo sahariano, con casi un 17 % de la puntuación final. Tal y como ocurría en la valoración de las amenazas directas, ninguna de estas amenazas climáticas derivadas adquiere en términos globales puntuaciones bajas, siendo el nivel medio el que habitualmente han indicado los encuestados.

CUADRO 8.2. *Intensidad y frecuencia de las amenazas derivadas consideradas*

CRITERIO 1: INTENSIDAD O MAGNITUD DE LA AMENAZA				
AMENAZA CLIMÁTICA DERIVADA	BAJA (1)	MEDIA (2)	ALTA (3)	PUNTAJE TOTAL
Niveles elevados de pólenes alergénicos	7	12	8	37
Intrusión de polvo sahariano	8	7	13	32
Aparición de vectores de nuevas enfermedades	5	10	6	43
Incendios periurbanos	4	10	5	39
Vendavales – viento extremo	2	13	6	46
CRITERIO 2: FRECUENCIA O RECURRENCIA DE LA AMENAZA				
Niveles elevados de pólenes alergénicos	7	10	4	39
Intrusión de polvo sahariano	8	7	4	34
Aparición de vectores de nuevas enfermedades	4	11	6	44
Incendios periurbanos	6	8	5	37
Vendavales – viento extremo	4	10	7	45

Fuente: CINCC (UC) - FIC, 2024.

Sobre la percepción de la vulnerabilidad

Se obtuvieron los siguientes resultados de la sumatoria de las 20 aportaciones identificadas. Las variables estudiadas se valoran entre 0-1 a 3, por lo que los valores máximos serán 60 y los mínimos entre 0 y 20.

En el cuestionario n°1, los participantes valoraron los cambios observados en cinco amenazas climáticas en Santander. En la figura siguiente los datos obtenidos muestran que las olas de calor son la amenaza priorizada en la que esos cambios han sido más percibidos por los participantes, en especial en variables relativas al aumento de su intensidad, su frecuencia y sus extremos.

Por otro lado, todos los participantes observan cambios notables en las amenazas priorizadas. La alteración geográfica de la subida del mar es la única que no parece ser tan relevante para estos.

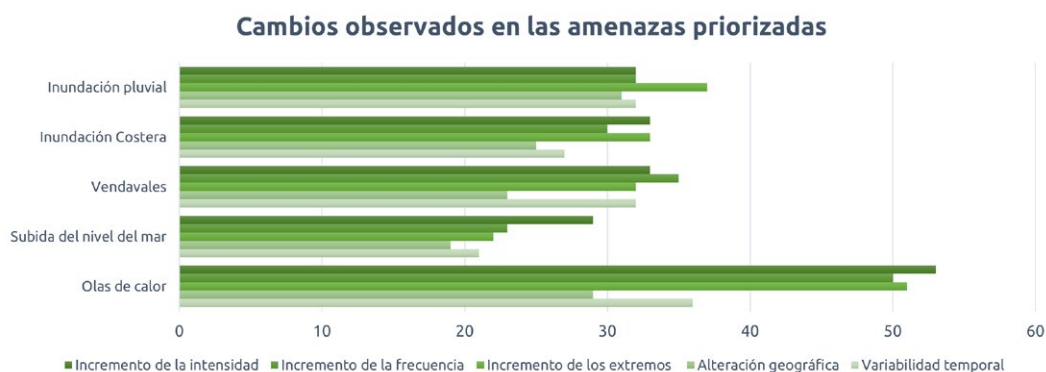


Figura 8.5. *Cambios percibidos en las amenazas directas.*

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

El cuestionario n° 2 consiste en la identificación de distintos elementos expuestos frente a las amenazas priorizadas en Santander. Para ello se escogieron cinco elementos: población, vivienda, infraestructuras críticas, medioambiente y economía.

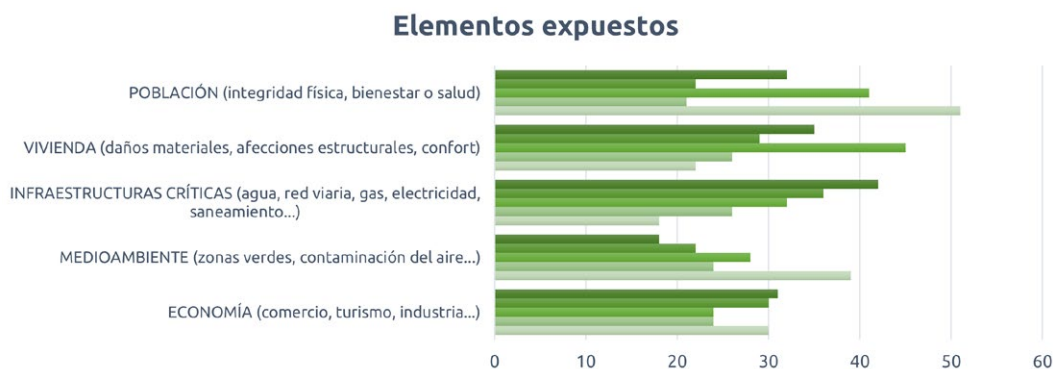


Figura 8.6. *Elementos expuestos por amenazas directas.*

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

En este caso, los participantes consideran que la población, las viviendas y las infraestructuras críticas son los elementos con una mayor exposición frente a las amenazas descritas, destacando en especial las afecciones derivadas de las olas de calor (amenaza 5) sobre la población, seguida en segundo lugar de la exposición de las viviendas frente a los vendavales.

Para los participantes tiene un nivel menor a la exposición del medio ambiente frente a las inundaciones pluviales y la exposición de las infraestructuras críticas a las olas de calor.

Por otra parte, el cuestionario n° 3 analiza la relevancia de distintos factores de sensibilidad frente al cambio climático en Santander y las amenazas priorizadas: sensibilidad socio-económica, sensibilidad material y sensibilidad ambiental. Para la sensibilidad socio-económica, son los factores relativos a la insuficiencia de la cobertura sanitaria como la más relevante de todas las analizadas, en especial cuando se ve afectada por amenazas de olas de calor. En este caso se trata de un problema muy relevante para los encuestados. En cambio, la variable de desempleo y el nivel educativo obtienen los valores más bajos, al considerarse como poco relevante. En este caso las distintas amenazas priorizadas no se consideran como factores significativos sobre estos.

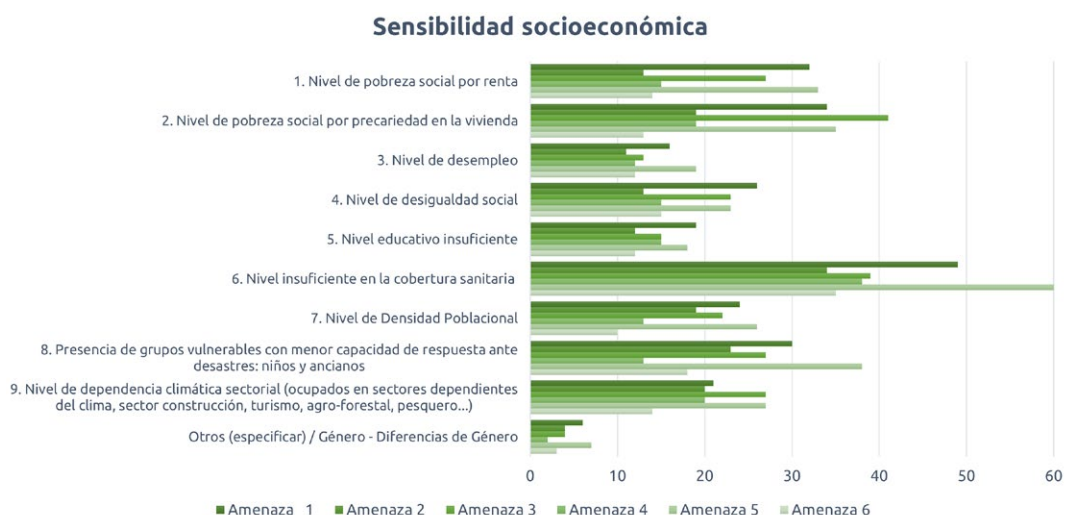


Figura 8.7. Valoración de los factores de sensibilidad socioeconómica a las amenazas directas.

Fuente: CINc (UC) - FIC, 2024.

En cuanto a la sensibilidad material, observamos que ninguna de los factores analizados llega a ser muy relevante, si bien es cierto que parece haber una continuidad de la relevancia de distintas amenazas priorizadas sobre los distintos factores analizados. En este sentido, las inundaciones pluviales y los vendavales son las dos amenazas que obtienen los valores más altos, como precursores de la sensibilidad material en las cuatro variables estudiadas.

Sensibilidad Material

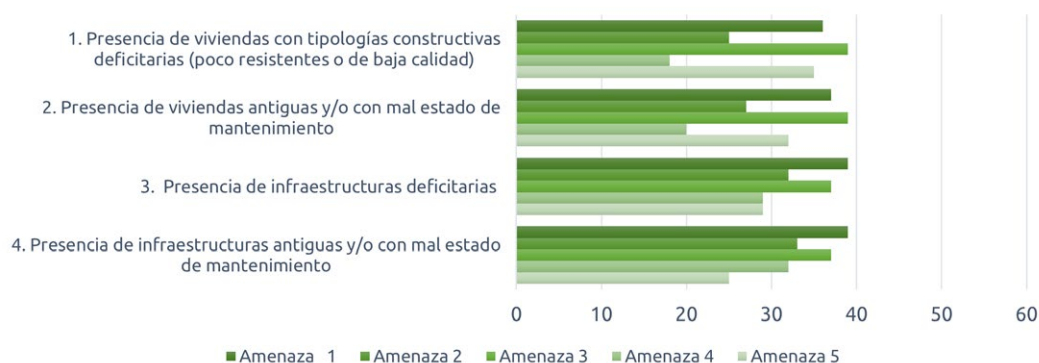


Figura 8.8. Valoración de factores de sensibilidad material a las amenazas directas.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Por otro lado, como podemos observar en la siguiente figura, la sensibilidad ambiental se considera, al igual que la sensibilidad material, un factor poco relevante para los participantes. Se observa que únicamente la inundación pluvial y las olas de calor son las únicas amenazas para algunas de las variables descritas.

Sensibilidad ambiental

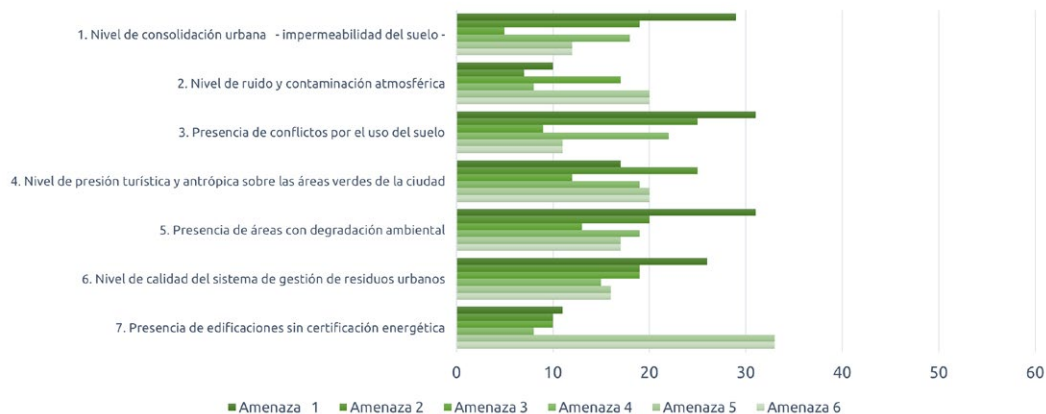


Figura 8.9. Valoración de factores de sensibilidad ambiental a las amenazas directas.

Fuente: CINCc (UC) - FIC, 2024.

Por último, en el cuestionario n° 4 los participantes valoraban cómo distintos factores pueden ayudar a adaptarse, reducir o eliminar los daños potenciales derivados de las amenazas priorizadas. Para ello se establecen seis bloques, que agrupan distintas medidas-capacidades frente al cambio climático.

Para la capacidad de anticiparse y prevenir los daños derivados de fenómenos extremos se analizaron los siguientes factores:

- A.1** Disposición de sistemas de alerta temprana eficaces, sistemas de monitoreo y control de amenazas capaces de predecir fenómenos adversos y alertar adecuadamente
- A.2** Conocimiento de la población sobre qué hacer en caso de emergencia – nivel de formación social en materia de riesgos
- A.3** Existencia de regulación legislativa y planificación urbanística en materia de riesgos

En este bloque, los participantes coinciden en que todos los factores descritos son importantes para hacer frente a todas las amenazas.

Para la capacidad de intervención y respuesta local o enfoque social, se consideraron los siguientes factores:

- B.1** Disponibilidad de servicios de protección civil ante eventos desastrosos (primera respuesta de los medios de seguridad y protección ciudadana)
- B.2** Existencia de centros de evacuación y reubicación de personas afectadas
- B.3** Disponibilidad de recursos de asistencia médico-sanitaria local ante eventos desastrosos en términos de número de personas potencialmente afectadas

En general, se consideró que no tienen una importancia muy significativa, a excepción del factor B.1, el más relevante frente a las distintas amenazas priorizadas, y el factor B.3, con la amenaza 5 (olas de calor).

En cuanto a las capacidades de recuperación tras eventos desastrosos (enfoque institucional y económico), se consideraron los siguientes factores:

- C.1** Disposición de mecanismos y recursos para la recuperación temprana ante los daños ocurridos (existencia de un sistema de seguros, flexibilidad de empresas afectadas, eficacia de las empresas de reconstrucción de viviendas, etc.)
- C.2** Existencia de recursos económicos públicos para invertir de manera inmediata en labores de recuperación de daños materiales
- C.3** Existencia de recursos económicos privados para invertir de manera inmediata en labores de recuperación de daños materiales
- C.4** Capacidad institucional para promover y financiar proyectos de recuperación de áreas siniestradas y medidas de adaptación con implementación local

En este caso, todos los factores se consideraron importantes frente a las amenazas priorizadas, pero se observa que en las amenazas 4 y 5 (subida del nivel del mar y olas de calor) los factores tienen menos importancia frente a la capacidad de recuperación tras eventos desastrosos con un enfoque institucional y económico.

Por otra parte, se consideran dos factores para la capacidad de soportar un evento potencialmente desastroso (enfoque material).

- D.1** Infraestructuras (redes de saneamiento, viario, diques, etc.) adecuadas para contener amenazas climáticas o reducir los daños potenciales
- D.2** Edificios y equipamientos críticos cuya tipología constructiva sea eficiente para soportar amenazas climáticas o reducir notablemente los daños potenciales

Por último, con relación a los amortiguadores ecosistémicos frente a eventos potencialmente desastrosos (enfoque sistémico), se analizaron dos factores:

- E.1** Espacios libres e infraestructura verde capaces de amortiguar los daños derivados de eventos climáticos extremos
- E.2** Grado de cobertura verde en el municipio para reducir o prevenir daños climáticos

Los resultados obtenidos en este taller fueron trasladados al análisis multicriterio de selección de factores de vulnerabilidad. Así mismo, tal y como se ha mencionado anteriormente, los resultados referidos a la selección de amenazas fueron integrados en el análisis del clima presente y futuro.

8.4.2. Taller técnico participativo II: análisis del riesgo al cambio climático en Santander (presentación de resultados preliminares)

Tras la intervención de los ponentes, en el último bloque se dejó que los distintos asistentes presentaran sus dudas, consideraciones y aportaciones que tener en cuenta en la modificación de algunas variables o para la validación de estas.

Además, se abrió un recurso en línea y colaborativo, Mymaps: los asistentes pudieron, en una cartografía establecida por la FIC y la UC con capas de información relativa a amenazas climáticas, poner comentarios y ubicar zonas donde ellos perciben o han presenciado problemáticas de la misma índole.

Para la participación se utilizó el siguiente enlace web de Mymaps: <https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1MrgOU6Y35hXPq9KAOLJOUTsCXc7xXo&ll=43.46658008636385%2C-3.86348592455598&z=12>



Fuente: CLINCC (UC), 2023.

8.4.3. Talleres ciudadanos: codiseño de medidas de adaptación al cambio climático en Santander

Fuente: CLINCC (UC), 2023.

Mediante agrupaciones de 2 y 3 personas, en formato de tormenta de ideas, los distintos grupos que se forman se disponen a valorar y discutir las medidas específicas para cada una de las metas, para finalmente indicar cuál de ellas desde su percepción y conocimiento es la prioritaria para cada uno de los objetivos específicos descritos, y justificando y debatiendo después con el resto de los asistentes.

Los asistentes validaron la agrupación de las medidas en cuatro metas: Ciudad Resiliente, Biodiversidad, Salud, y Sociedad y Economía Adaptadas, que a su vez tienen objetivos específicos:

METAS	OBJETIVOS
META 1: CIUDAD RESILIENTE <i>Conseguir un tejido urbano e infraestructuras críticas adaptadas al clima futuro</i>	R1. Desarrollar herramientas que permitan la planificación de una ciudad resiliente al clima R2. Reducir el impacto de la temperatura extrema en el tejido urbano R3. Reducir el impacto de las precipitaciones extremas en el tejido urbano R4. Reducir el impacto de la subida del nivel del mar en la costa R5. Estar preparados con protocolos de alerta y respuesta temprana a eventos extremos R6. Optimizar y controlar los recursos hídricos en un escenario de cambio climático
META 2: BIODIVERSIDAD <i>Impulsar una Infraestructura Verde resiliente adaptada al clima futuro, favoreciendo la biodiversidad y potenciando los servicios ecosistémicos que nos ofrece</i>	B1. Fomentar la Biodiversidad y la calidad de los suelos para una mayor resiliencia urbana B2. Convertir a la infraestructura verde urbana en un aliado frente a los impactos del cambio climático B3. Reducir los impactos del cambio climático a través de Soluciones basadas en la Naturaleza B4. Garantizar la participación de la sociedad en la gestión de la infraestructura verde frente al cambio climático
META 3: SALUD <i>Mejorar la resiliencia de los servicios de atención y del sistema de vigilancia epidemiológica para garantizar la salud de la población en el contexto de clima futuro</i>	SL1. Desarrollar mecanismos de control y seguimiento del cambio climático y su impacto sobre la salud SL2. Tener capacidad para actuar ante el clima extremo, minimizando sus efectos sobre la salud de la población SL3. Reducir los problemas de salud asociados a las elevadas temperaturas SL4. Reducir el riesgo de la población más sensible a las temperaturas extremas SL5. Minorar los condicionantes ambientales negativos que afectan a la salud
META 4: SOCIEDAD Y ECONOMÍA ADAPTADAS <i>Aumentar la capacidad de adaptación del tejido socio-económico, garantizando la sensibilización de la población frente al cambio climático y la monitorización de los impactos</i>	SE1. Estar preparados para dar respuesta a los eventos extremos SE2. Controlar y evaluar el efecto del cambio climático y sus impactos en Santander SE3. Comprender las implicaciones del cambio climático y fomentar la participación de la ciudadanía en la adaptación SE4. Reducir la vulnerabilidad social al cambio climático SE5. Fomentar un tejido empresarial preparado y adaptado al cambio climático SE6. Impulsar un turismo sostenible y adaptado al cambio climático

Figura 8.12. Estructura de metas y objetivos preseleccionados.

Fuente: CINCC (UC), 2024.

Las medidas que obtuvieron las puntuaciones más elevadas fueron las siguientes:

Meta 1. Ciudad Resiliente

- Evitar la mala adaptación, planificando con enfoque multidisciplinar medidas eficaces que incluyan criterios paisajísticos, socioeconómicos, ambientales, etc.
- Integrar en el planeamiento urbanístico criterios de adaptación: 1. Escenarios de clima futuro; 2. Delimitación de áreas de adaptación urbana (AAU) y 3. Sistemas generales de espacios libres como reserva para la adaptación.

- Crear un protocolo de seguimiento de criterios de adaptación en los proyectos de obras públicas y privadas, justificando los avances conseguidos.

Meta 2. Biodiversidad

- Renaturalizar grandes superficies pavimentadas, incrementando la permeabilidad de los suelos con la aportación de terrenos de alta calidad para el fomento de la biodiversidad.
- Reverdecer en el ámbito urbano los espacios comunes entre bloques y patios de manzana.
- Controlar y erradicar las especies invasoras generando un exhaustivo sistema de toma de datos y evolución de las especies.

Meta 3. Salud

- Desarrollar un laboratorio de investigación biometeorológica y de salud humana que estudie las relaciones entre los procesos atmosféricos y la salud y el bienestar de las personas.
- Crear una red complementaria de observatorios de la calidad del aire, de control de bioaerosoles (con estaciones de captura de aeroalérgenos) para el monitoreo de emisiones contaminantes y nanopartículas a escala de sección censal.
- Optimizar la red de sensores de Smart City que permita detectar en tiempo real los puntos críticos por elevada temperatura.

Meta 4. Sociedad y Economía Adaptadas

- Adaptar el Plan de Emergencias Municipal, considerando la variabilidad climática esperada, definiendo los servicios de emergencia adecuados ante pluviometría extrema, olas de calor y viento extremo.
- Identificar refugios climáticos entre los espacios libres y equipamientos, facilitando un listado de centros asistenciales para las personas vulnerables en caso de eventos extremos.
- Crear un sistema de alerta temprana a través de aplicaciones de telefonía móvil (SmartCity u otras) relacionado con eventos climáticos extremos.
- Establecer aforos de seguridad en eventos, festejos o espacios con alta concentración puntual de personas, para garantizar la respuesta a eventos extremos.

Las aportaciones realizadas en los talleres han contribuido al ajuste del contenido de las medidas, finalmente reducidas a 85 acciones, incorporando los matices, correcciones y aportaciones de los talleres realizados. Esta consolidación de los resultados permite afrontar una última fase de validación del plan.

8.4.3. Conclusiones del plan de participación

El conjunto del proceso de participación ha permitido codiseñar este plan de adaptación, tanto con personas expertas y actores clave locales como con el conjunto de la ciudadanía. El proceso participativo ha estado presente a lo largo de todo el desarrollo del plan. Desde el inicio, se han sentado las bases de lo que era necesario estudiar para hacer un buen plan, hasta el final del proceso en el que la ciudadanía ha intervenido para definir y priorizar las medidas de adaptación adecuadas.

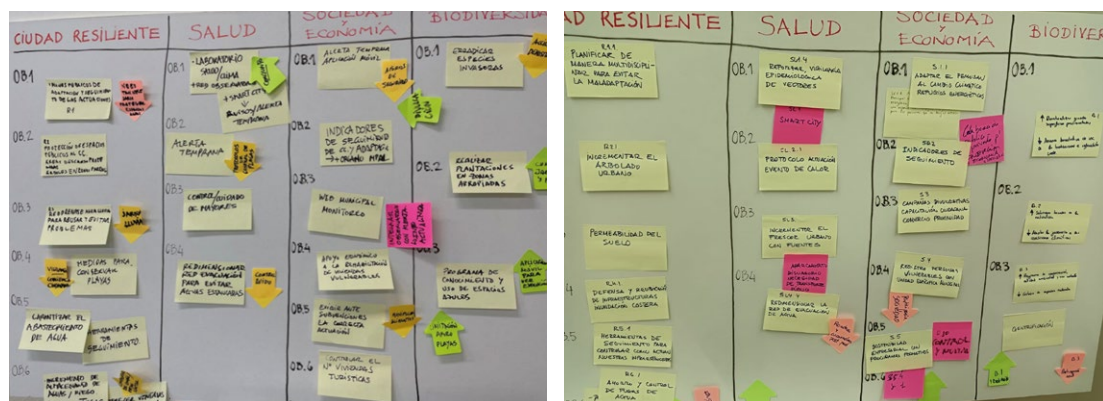


Figura 8.13. Panel de discusión del segundo ciclo de talleres ciudadanos.

Fuente: CINCC (UC), 2024.

De los procesos participativos seguidos para la elaboración del plan destacan las siguientes aportaciones:

- La identificación de las **amenazas climáticas**, a partir de la encuesta realizada en el taller presencial inicial 1.
- La **valoración de la vulnerabilidad y sensibilidad** por parte de los actores clave y técnicos del taller 1, que ha permitido otorgar pesos a los diferentes factores, partiendo del conocimiento de la realidad social, económica y material local.
- Crear un **sistema de alerta temprana** a través de aplicaciones de telefonía móvil (SmartCity u otras) relacionado con eventos climáticos extremos.
- El perfeccionamiento y **validación del índice de riesgo** y los valores empleados para cuantificar la vulnerabilidad a través de las aportaciones realizadas por los actores sociales de la ciudad en el taller técnico 2.
- La **valoración y priorización de las 85 medidas** de adaptación por parte de la ciudadanía, a partir de los talleres 3 a 6 realizados en los centros cívicos y en la universidad. Las aportaciones realizadas han permitido la matización y agrupación de algunas de las medidas, así como la reconsideración de algunas de las inicialmente listadas entre las 88 prioritarias.

La consolidación de un listado de medidas suficientemente contrastado permite realizar una última fase de divulgación y publicación de los resultados, que consiste en la difusión de la información generada a las entidades afectadas y las personas expertas que han participado en el proceso, así como la divulgación ciudadana a través de la web del proyecto y la realización de eventos de divulgación científica desde la Universidad de Cantabria.

CARTOGRAFÍA DE RIESGOS

MAPAS DE EXPOSICIÓN
E.01: Ubicación de viales susceptibles de encharcarse
E.02: Índice de exposición combinado frente a inundación costera proyectado a 2100 (RCP 8.5, Tr 100 años)
E.03 Ubicación de edificios expuestos a inundación costera con escenario proyectado a 2100 (RCP 8.5, Tr 100 años)
E.04: Cálculo de temperatura superficial terrestre (LST) para el día 01 / 07 / 2022
E.05: Porcentaje de población residente expuesta a potenciales islas de calor urbana diurnas
E.07: Detalle de tramos de caminos, líneas de ferrocarril y coberturas naturales expuestas a eventos de inundación fluvial
E.08: Ubicación de edificios expuestos a eventos atmosféricos de viento de componente norte y gallego (galernas)
E.09: Ubicación de edificios expuestos a eventos atmosféricos de viento de componente sur
VULNERABILIDAD: SENSIBILIDAD SOCIOECONÓMICA
SE/1-1: Porcentaje de población con ingresos por unidad de consumo por debajo de la mediana a nivel nacional en Santander
SE/2-1: Porcentaje de viviendas precarias por falta de espacio (< 45 m ²) en el municipio de Santander
SE/2-2: Porcentaje de viviendas precarias por falta de espacio (1 habitación) en el municipio de Santander
SE/2-3: Porcentaje de viviendas precarias por falta de calefacción colectiva o pública en el municipio de Santander
SE/3-1: Porcentaje de población parada respecto a la población activa por secciones censales en el municipio de Santander
SE/4-1: Índice de Gini por sección censal
SE/5-1: Porcentaje de población analfabeta, sin estudios o con primer grado / población > 15 años por sección censal

VULNERABILIDAD: SENSIBILIDAD SOCIOECONÓMICA

SE/6-1: Porcentaje de población que reside fuera de las áreas óptimas de servicio de los centros de salud pública

SE/6-2: Porcentaje de superficie fuera de las áreas óptimas de servicio de los centros de salud pública por sección censal

SE/7-1: Densidad de habitantes (hab./km²) por sección censal

SE/8-1: Porcentaje de población anciana de igual o mayor a 65 años por secciones censales en el municipio de Santander

SE/8-2: Porcentaje de población con edad igual o menor a 5 años por secciones censales en el municipio de Santander

SE/9-1: Porcentaje de población ocupada en sectores dependientes del clima respecto a la población total ocupada por sección censal (l. costera - SNM)

SE/9-2: Porcentaje de población ocupada en sectores dependientes del clima respecto a la población total ocupada por sección censal (pluviometría extrema)

SE/9-3: Porcentaje de población ocupada en sectores dependientes del clima respecto a la población total ocupada por sección censal (viento extremo - TCA)

SE/9-4: Porcentaje de población ocupada en sectores dependientes del clima respecto a la población total ocupada por sección censal (sequía)

SE/9-5: Porcentaje de población ocupada en sectores dependientes del clima respecto a la población total ocupada por sección censal (olas de calor)

SE/10-1: Porcentaje de mujeres por sección censal

VULNERABILIDAD: SENSIBILIDAD MATERIAL

M1-1: Porcentaje de viviendas en edificios anteriores a 1940 / total de viviendas por sección censal

M2-1: Porcentaje de viviendas en edificios construidos en el año 1940 o anteriores por sección censal

M3-1: Porcentaje de viviendas con estado de mantenimiento deficitario

M4-1: Densidad de vivienda por hectárea por sección censal

VULNERABILIDAD: SENSIBILIDAD AMBIENTAL

A1-1: Volumen edificado (m³) por la superficie total (m²) por sección censal en el municipio de Santander

A2-1: Porcentaje de suelo urbano impermeable por sección censal en el municipio de Santander

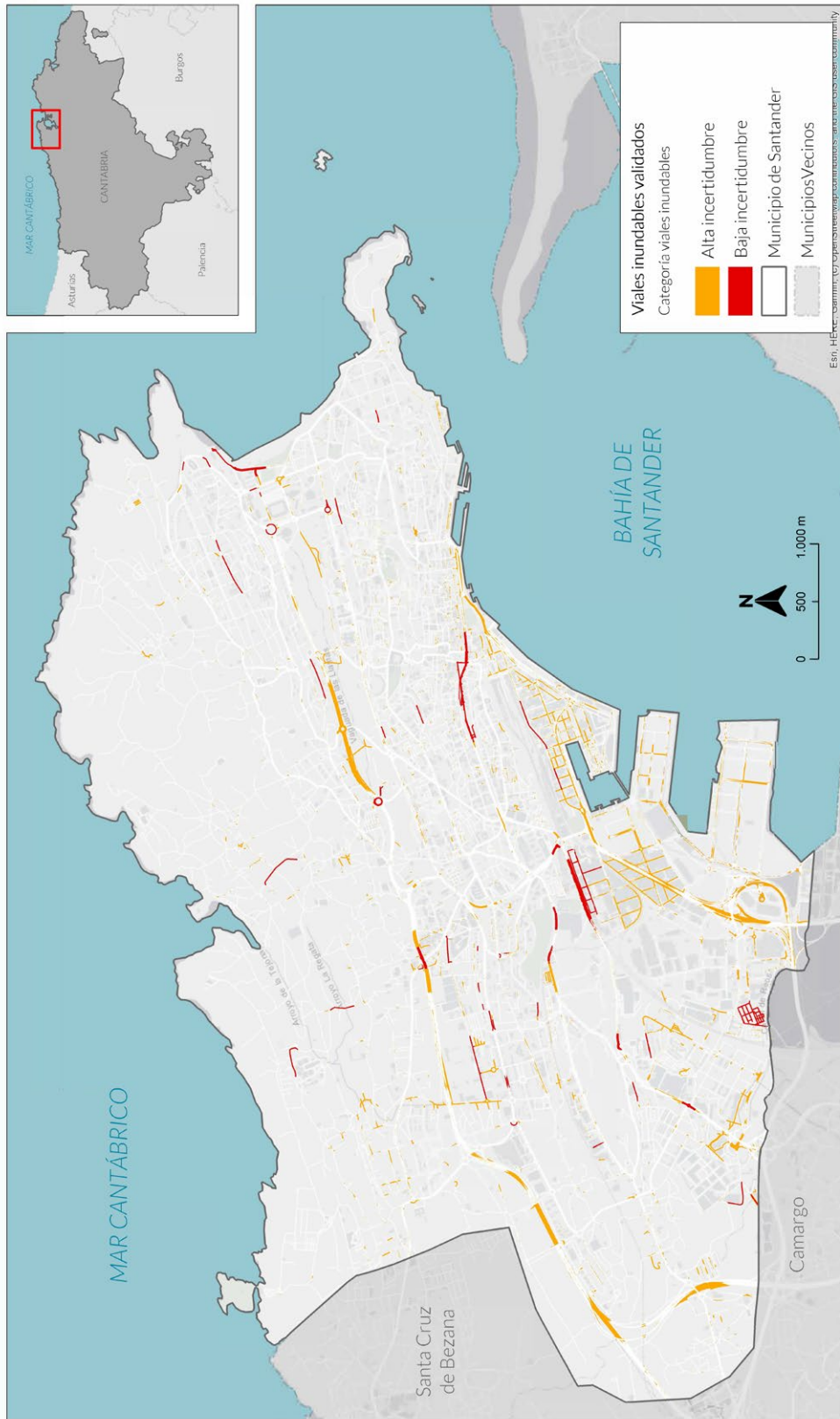
A2-2: Porcentaje de población afectada por ruidos => 65dB por sección censal

VULNERABILIDAD: SENSIBILIDAD AMBIENTAL

A3-1: Tasa de Función Turística por sección censal
A3-2: Índice de presión socioambiental teniendo en cuenta las zonas de afluencia turística
A3-3: Tasa de Función Turística de alojamientos no reglados por sección censal
A4-1: Déficit de m ² de zonas verdes y de recreación por habitante respecto al óptimo de 20m ² /hab por sección censal
A5-1: Porcentaje de superficie degradada por sección censal
A6-1: Porcentaje de población fuera de cobertura óptima de gestión de residuos urbanos por sección censal
A7-1: Porcentaje de edificios sin certificación energética o con certificación energética inferior a la clase "E"
A8-1: Porcentaje de población a más de 400 m de un área verde pública o de recreación con una superficie => 0,5 Ha
A9-1: Porcentaje de población por sección censal sin espacios verdes privados

ÍNDICES DE RIESGO

Ri.01: Índice normalizado de riesgo por pluviometría extrema por sección censal
Ri.02: Índice normalizado de riesgo por inundación fluvial por secciones censales
Ri.03: Índice normalizado de riesgo por potenciales Islas de Calor Diurna por secciones censales
Ri.04: Índice normalizado de riesgo por noches cálidas por secciones censales
Ri.05: Índice normalizado de riesgo por olas de calor por secciones censales
Ri.06: Índice normalizado de riesgo por sequía meteorológica por secciones censales
Ri.07: Índice normalizado de riesgo por rachas máximas de viento por secciones censales
Ri.08: Índice normalizado de riesgo por eventos de inundación costera por secciones censales



Proyecto:
SANTANDER CAPITAL NATURAL

Fecha:
Abril 2024

Acción:
A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos

Mapa:
E.01: Ubicación de viales susceptibles de encharcamientos

Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

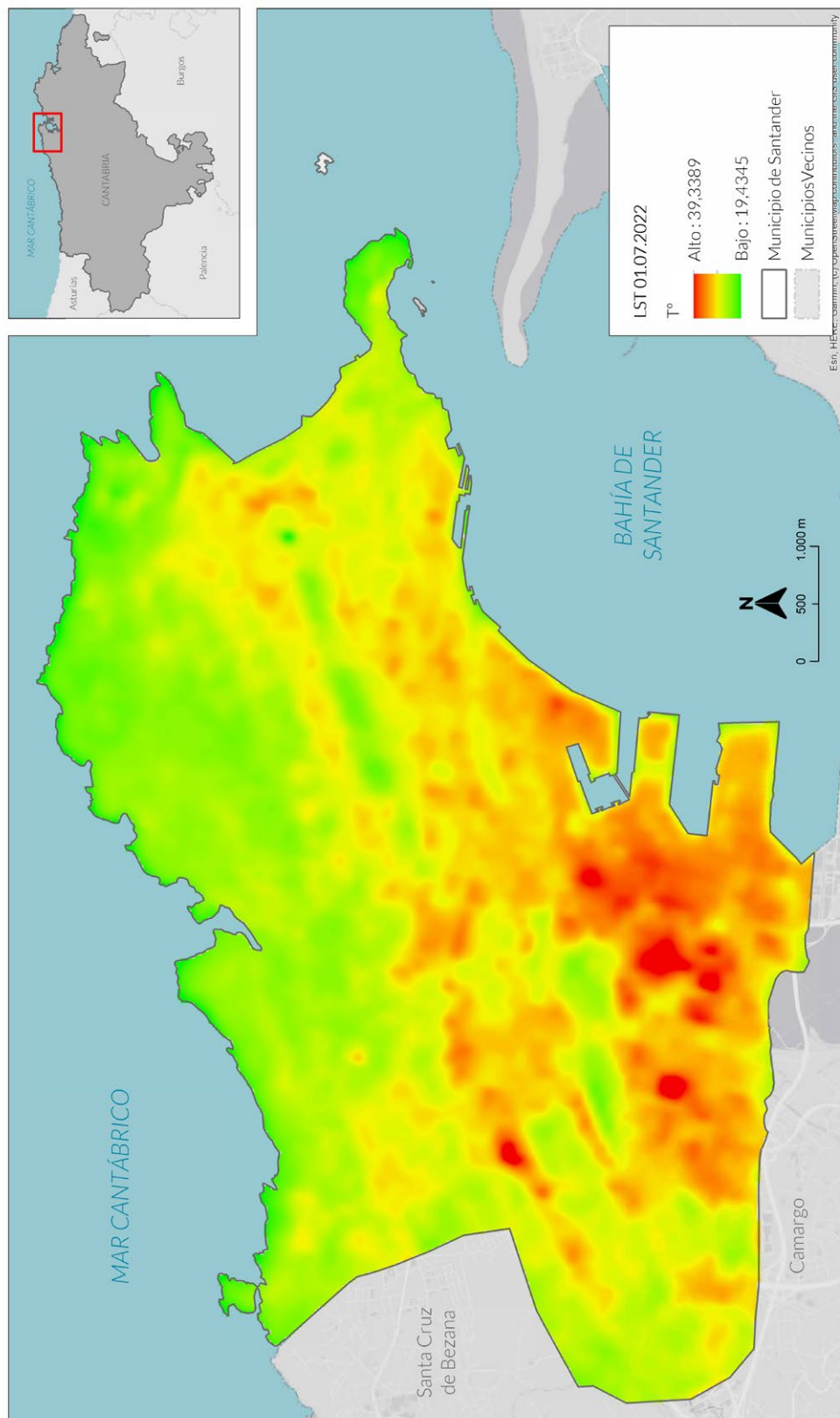
Autoría:
UC | Universidad de Cantabria

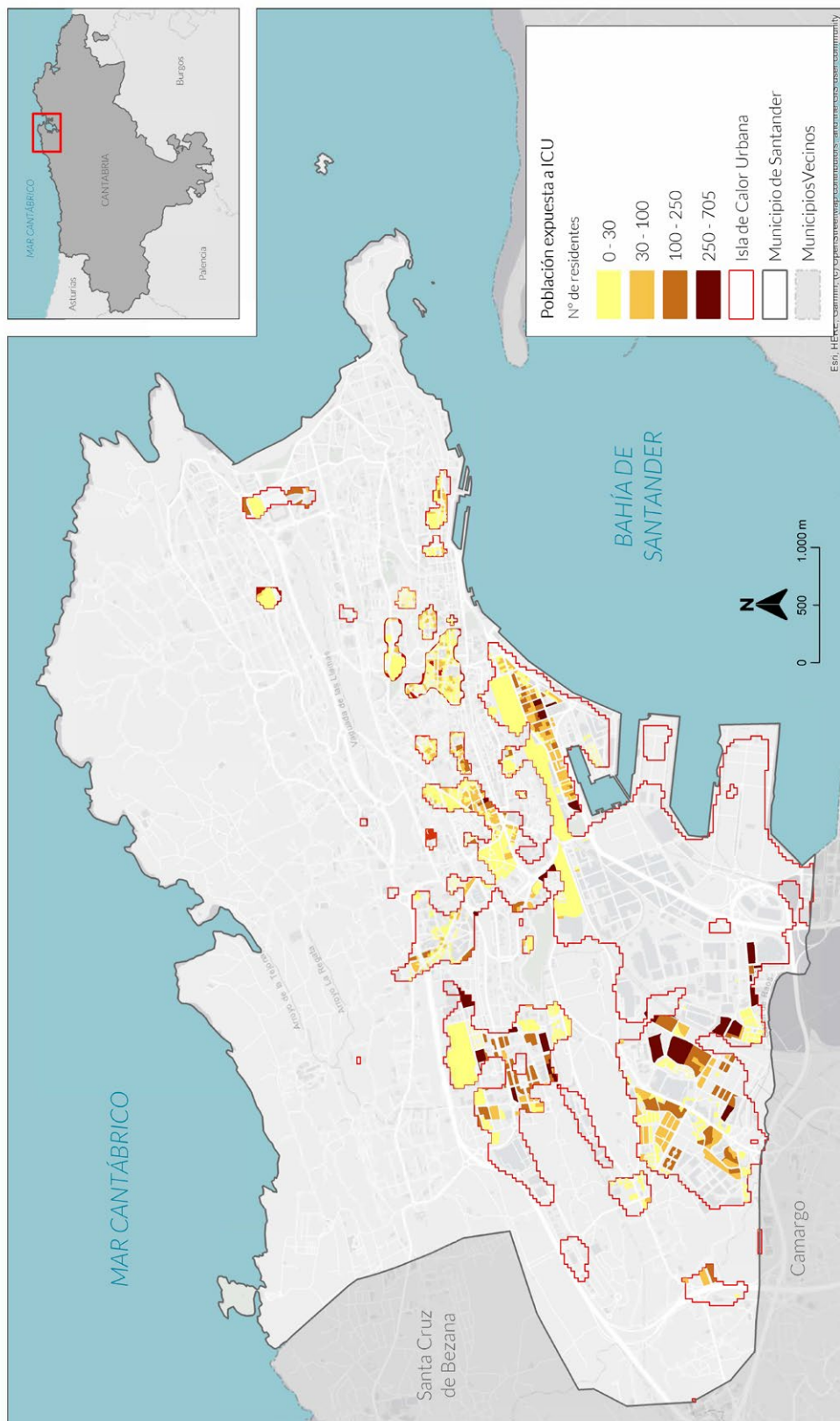
SANTANDER
CAPITAL NATURAL

fic

Reducción de Inundaciones

GOBIERNO DE CANTABRIA
DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA TERRITORIAL Y DE LA VIVIENDA





Proyecto:
SANTANDER CAPITAL NATURAL

Acción:
A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos

Mapa:
E.06: Población residente estimada expuesta por parcela frente a potenciales Islas de Calor Urbana Diurna

Fecha:
Abril 2024

Autoría:

GOBIERNO DE CANTABRIA
GOBIERNO DE CANTABRIA

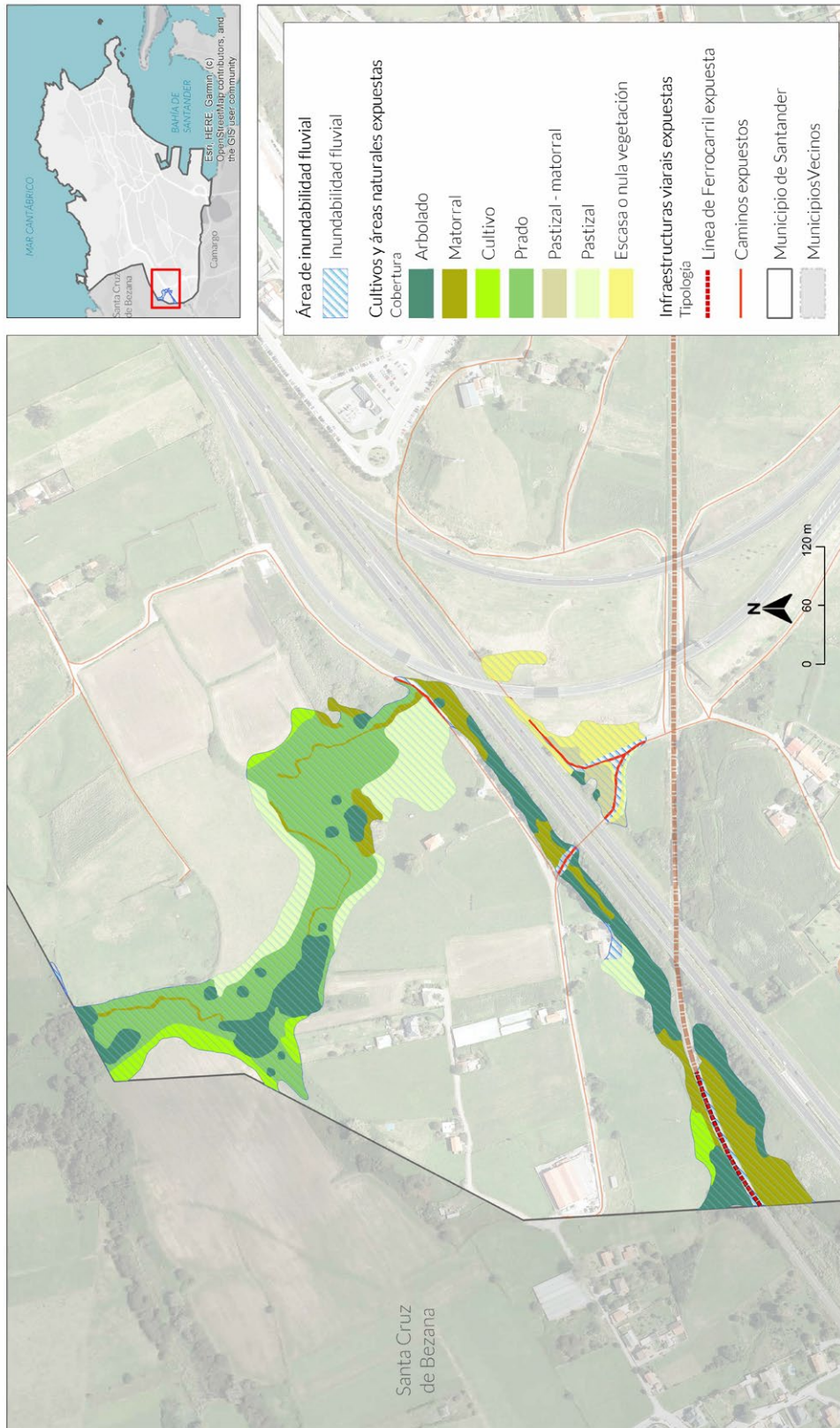
GOBIERNO REGIONAL DE CANTABRIA
GOBIERNO REGIONAL DE CANTABRIA

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

Financiado por la Unión Europea
 NextGenerationEU

UC | Universidad de Cantabria

SANTANDER CAPITAL NATURAL



Proyecto: SANTANDER CAPITAL NATURAL

Acción: A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos

Mapa: E.07: Detalle de tramos de caminos, líneas de ferrocarril y coberturas naturales expuestas a eventos de inundación fluvial

Fecha: Abril 2024

Autoría:

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

UC | Universidad de Cantabria

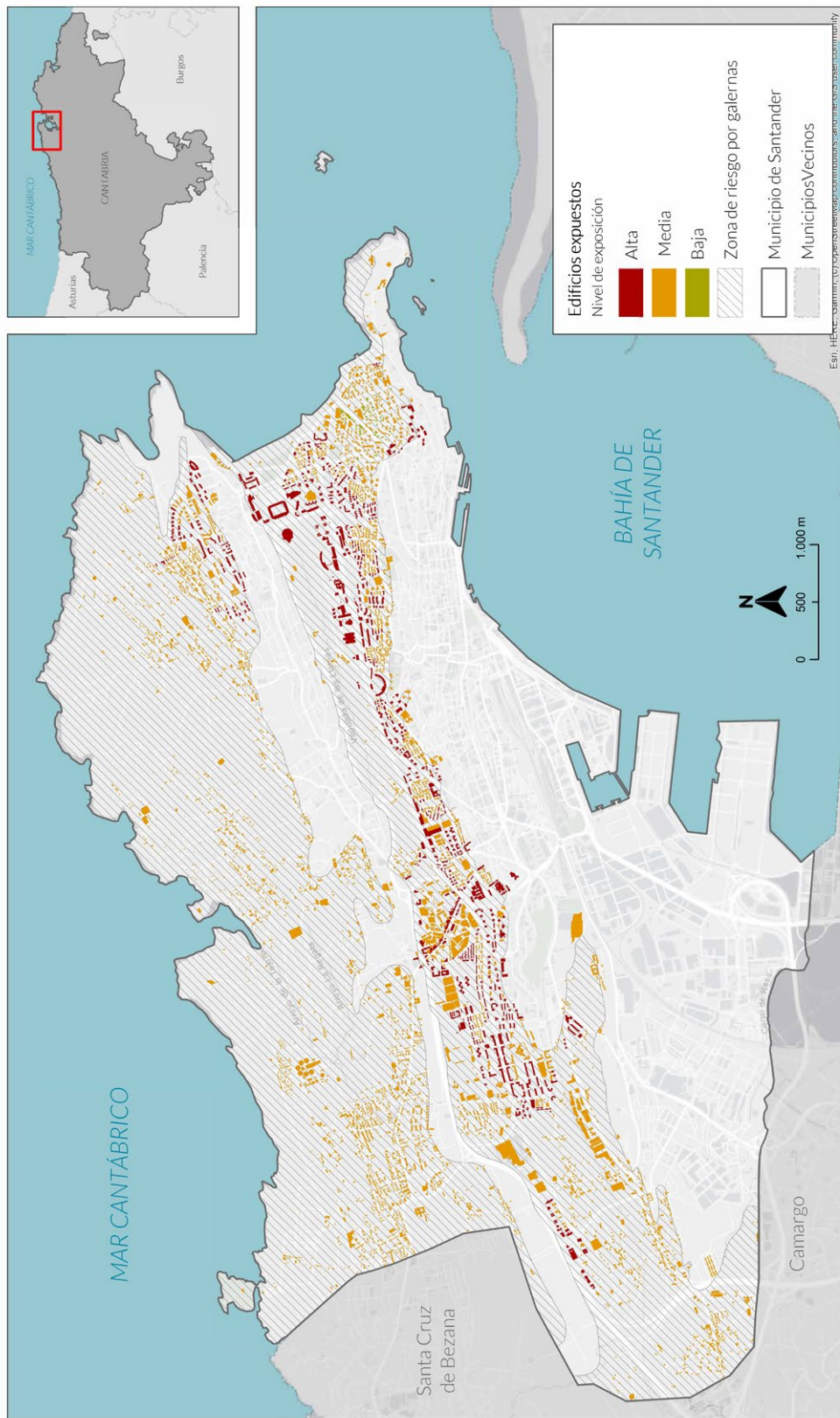
SANTANDER CAPITAL NATURAL

fic

Reducción de la vulnerabilidad

GOBIERNO AUTÓNOMO DE CANTABRIA

GOBIERNO REGIONAL DE CANTABRIA



Proyecto: SANTANDER CAPITAL NATURAL

Acción: A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos

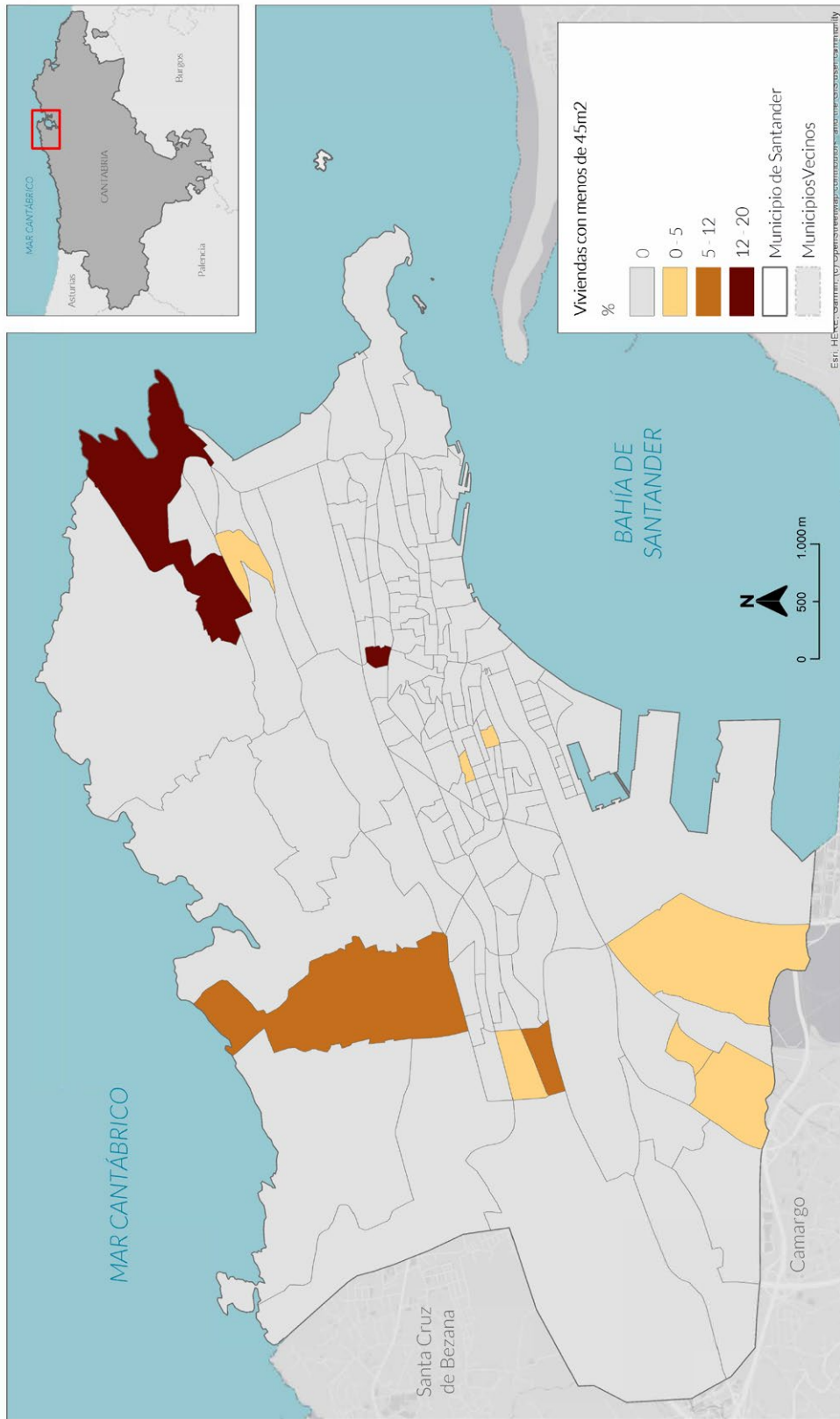
Mapa: E.08: Ubicación de edificios expuestos a eventos atmosféricos de viento de componente norte y gallego (galernas)

Fecha: Abril 2024

Autoría:       





Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU

SANTANDER
CAPITAL
NATURAL



Proyecto: SANTANDER CAPITAL NATURAL
Acción: A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos
Mapa: SE/2-1: Porcentaje de viviendas precarias por faltas de espacio (<45m²) en el municipio de Santander

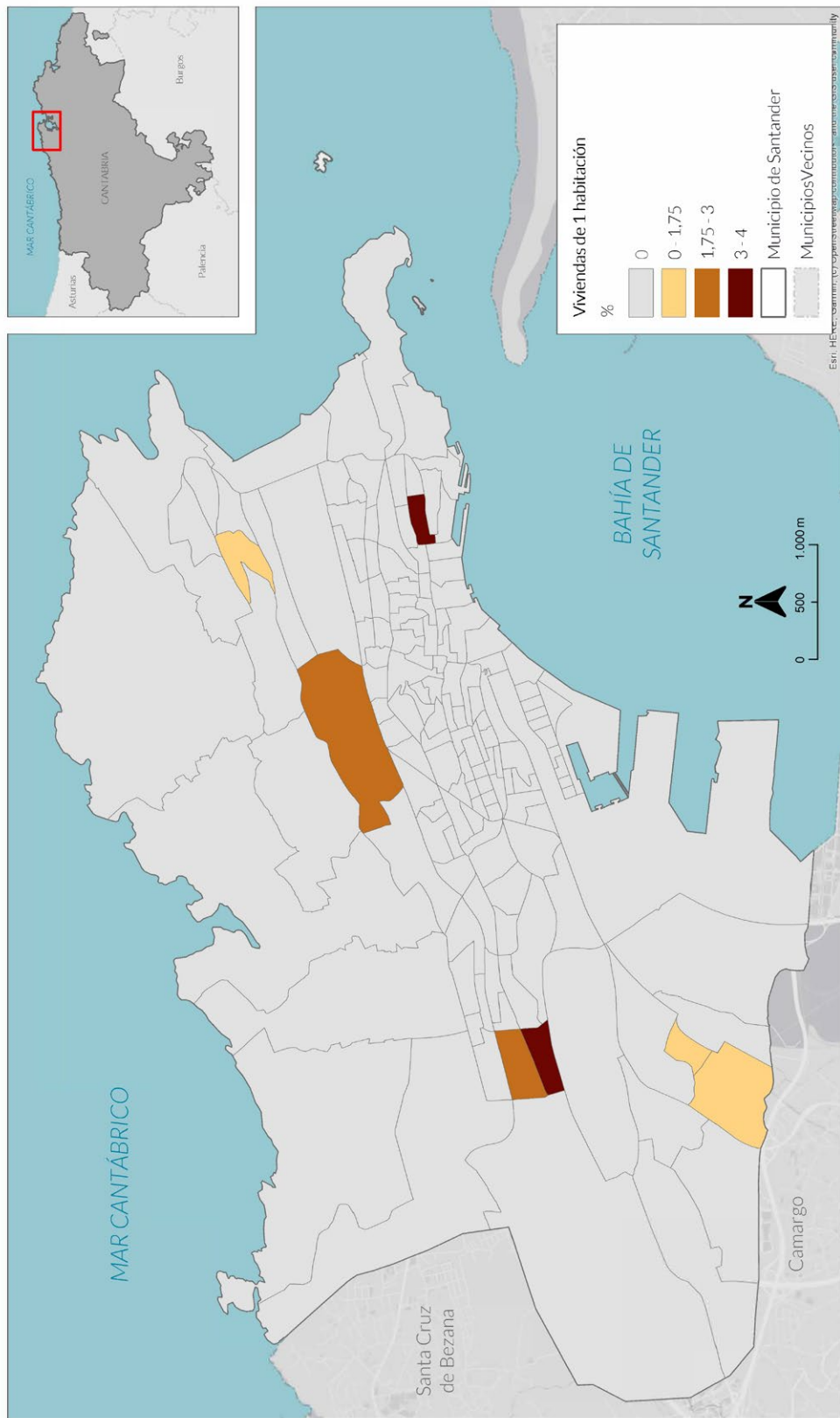
Fecha: Abril 2024

Autoría:





Financiado por
 la Unión Europea
 NextGenerationEU

SANTANDER
 CAPITAL
 NATURAL

fic
 Universidad de Cantabria

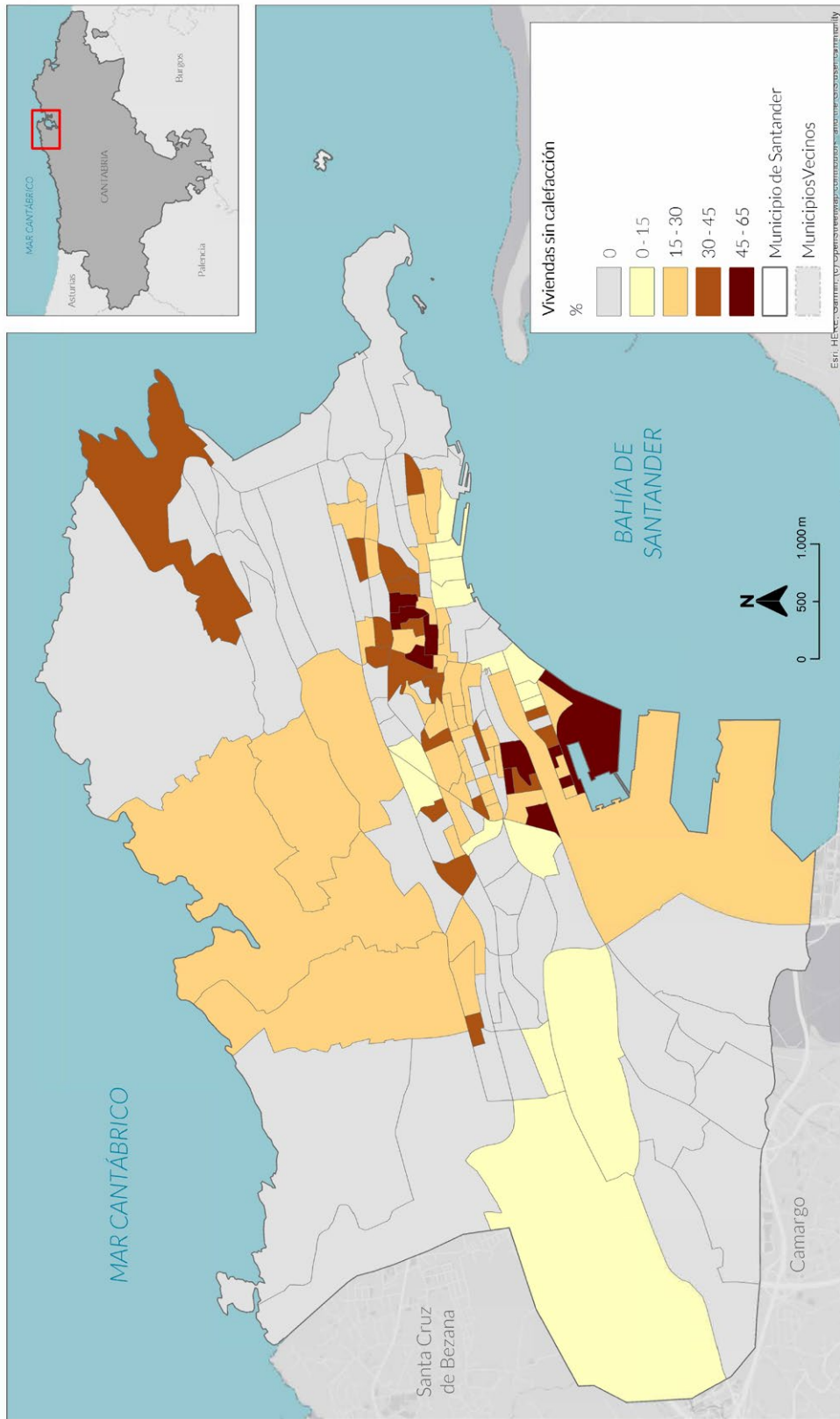


Proyecto: **SANTANDER CAPITAL NATURAL**
 Acción: **A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos**
 Mapa: **SE/2-2: Porcentaje de viviendas precarias por faltas de espacio (1 habitación) en el municipio de Santander**

Fecha: **Abril 2024**
 Autoría: **UC | Universidad de Cantabria**

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia
 Autoría: **UC | Universidad de Cantabria**

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU
 SANTANDER CAPITAL NATURAL



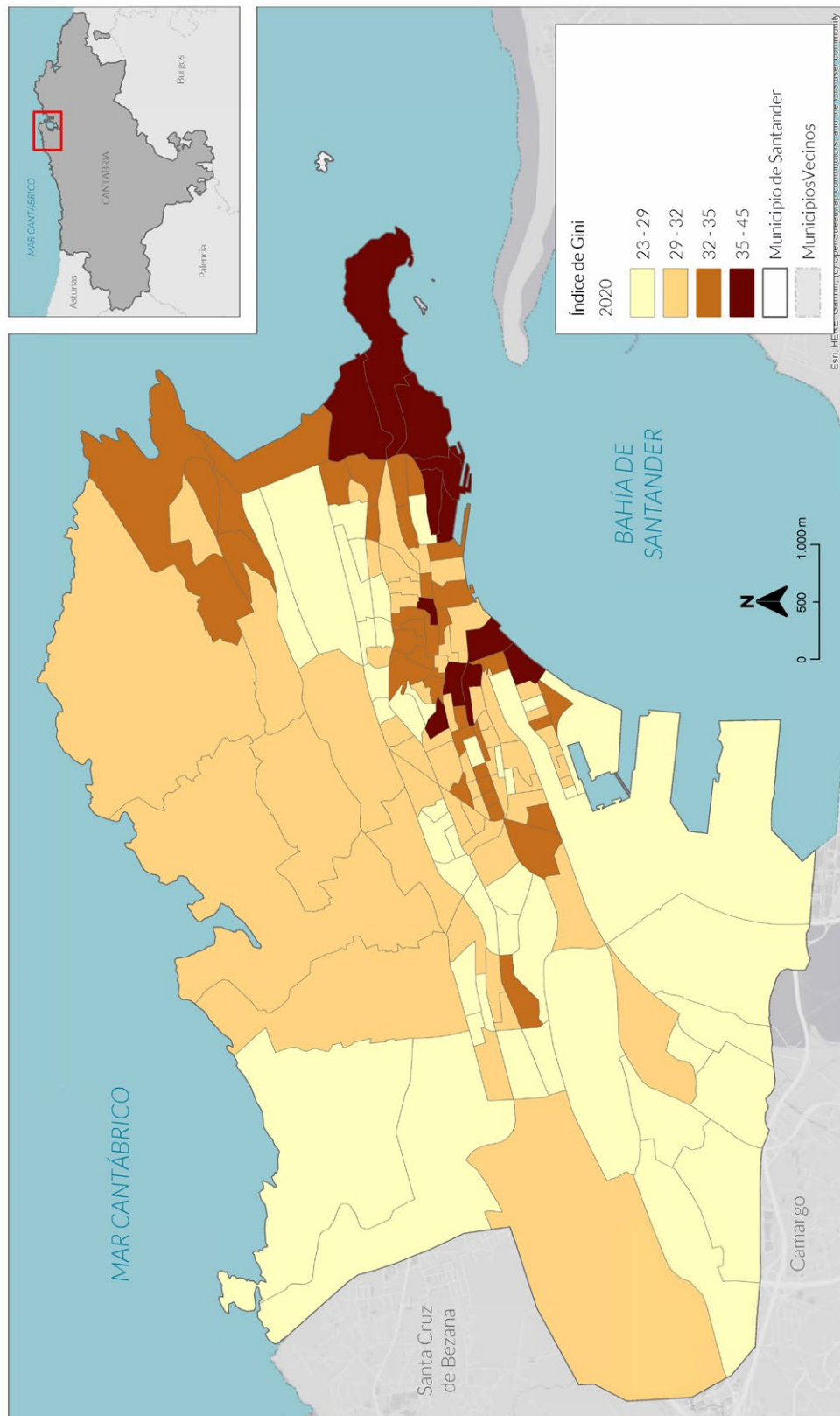
Proyecto: SANTANDER CAPITAL NATURAL
Acción: A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos
Mapa: SE/2-3: Porcentaje de viviendas precarias por faltas de calefacción colectiva o pública en el municipio de Santander

Fecha: Abril 2024

Autoría:







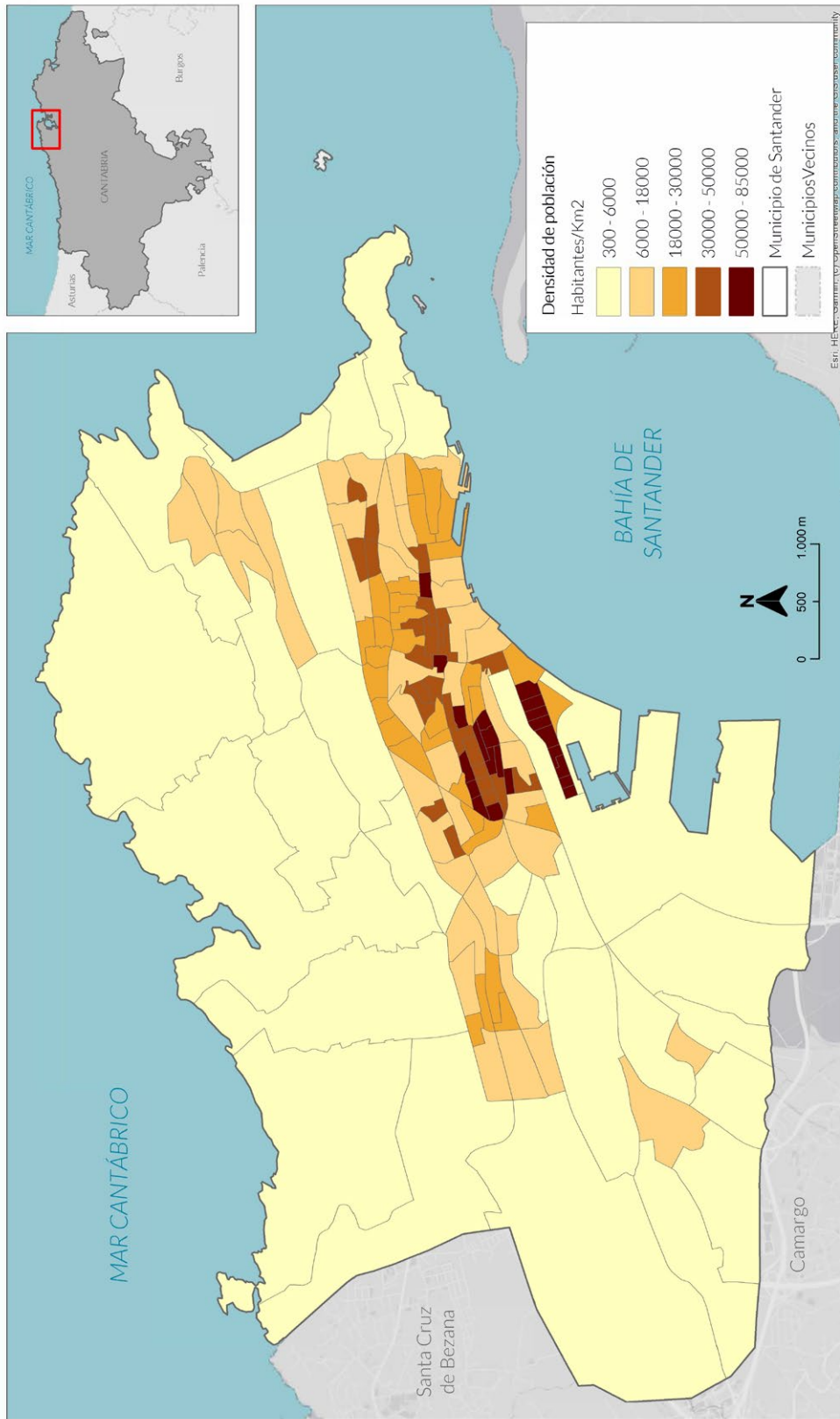
Proyecto:
SANTANDER CAPITAL NATURAL

Acción:
A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos

Mapa:
SE/4-1: Índice de Gini por sección censal

Fecha:
Abril 2024

Autoría:
 Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia
 Santander Capital Natural



Proyecto:
SANTANDER CAPITAL NATURAL

Acción:

A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos

Mapa:

SE/7-1: Densidad de habitantes (hab./km²) por sección censal

Fecha:
Abril 2024

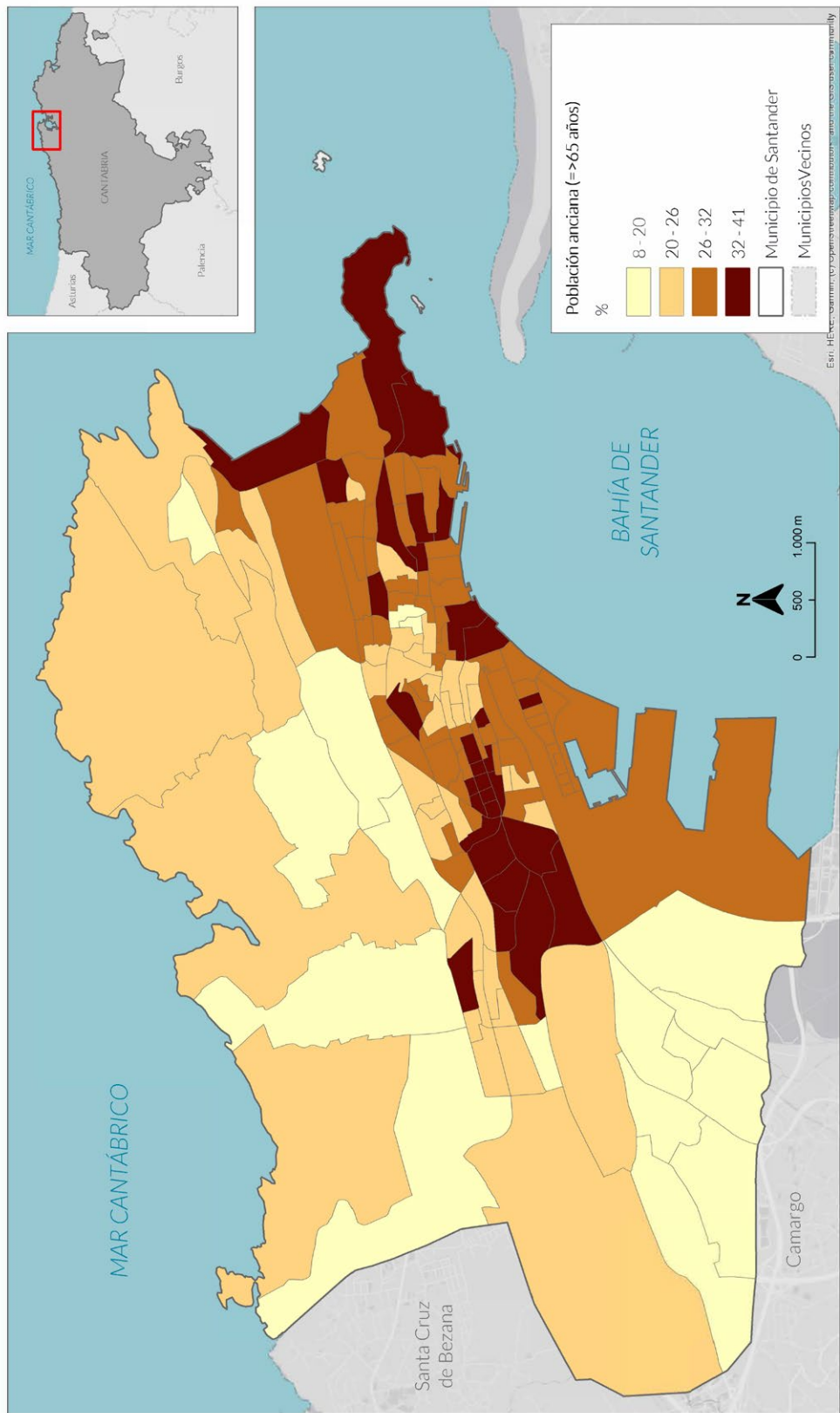


Autoría:



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU

SANTANDER
CAPITAL
NATURAL



Proyecto:
SANTANDER CAPITAL NATURAL

Acción:
A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos

Mapa:
SE/8-1: Porcentaje de población anciana de igual o mayor a 65 años por secciones censales en el municipio de Santander

Fecha:
Abril 2024

Proyecto:
SANTANDER CAPITAL NATURAL

Acción:
A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos

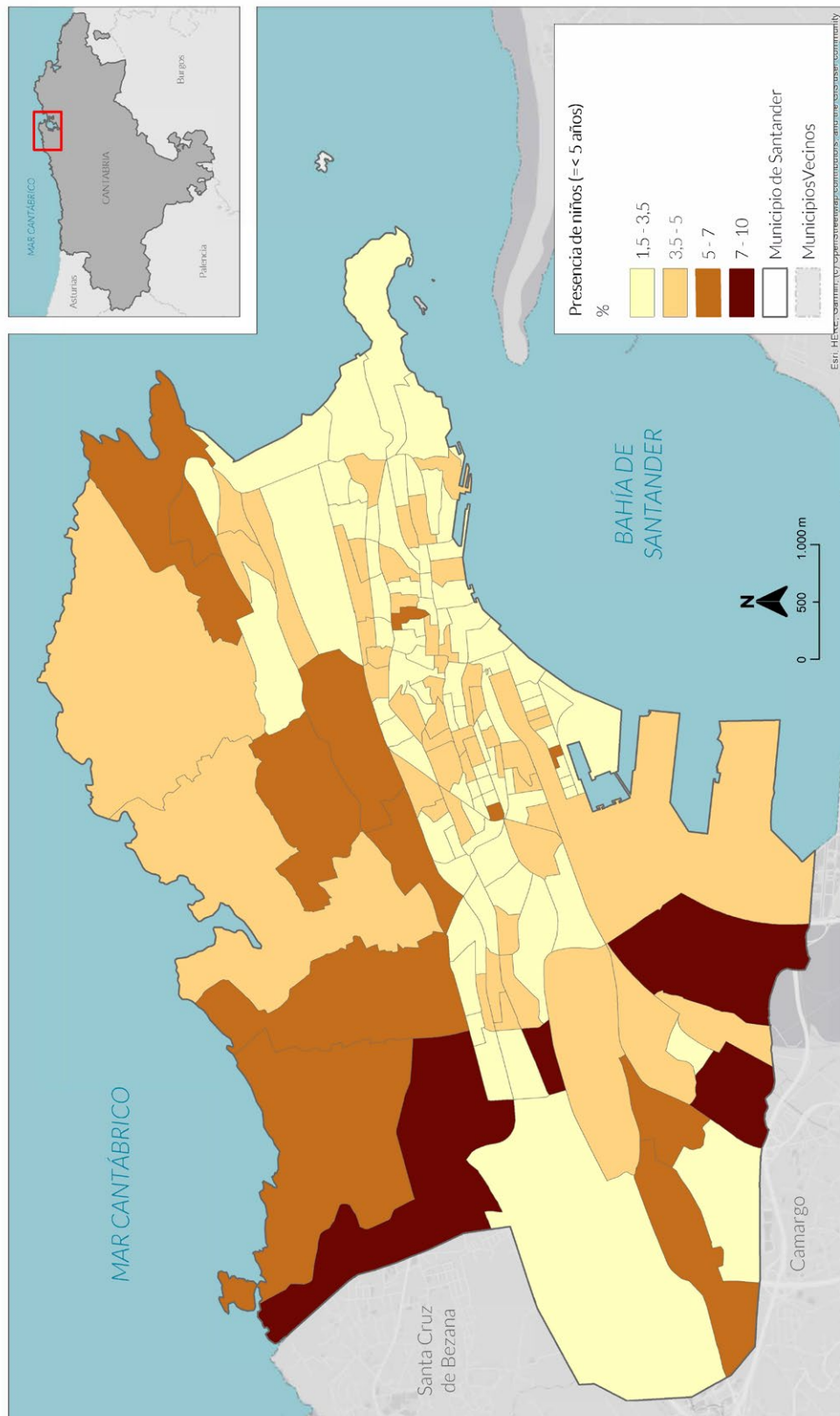
Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

Autoría:
UC | Universidad de Cantabria

fic

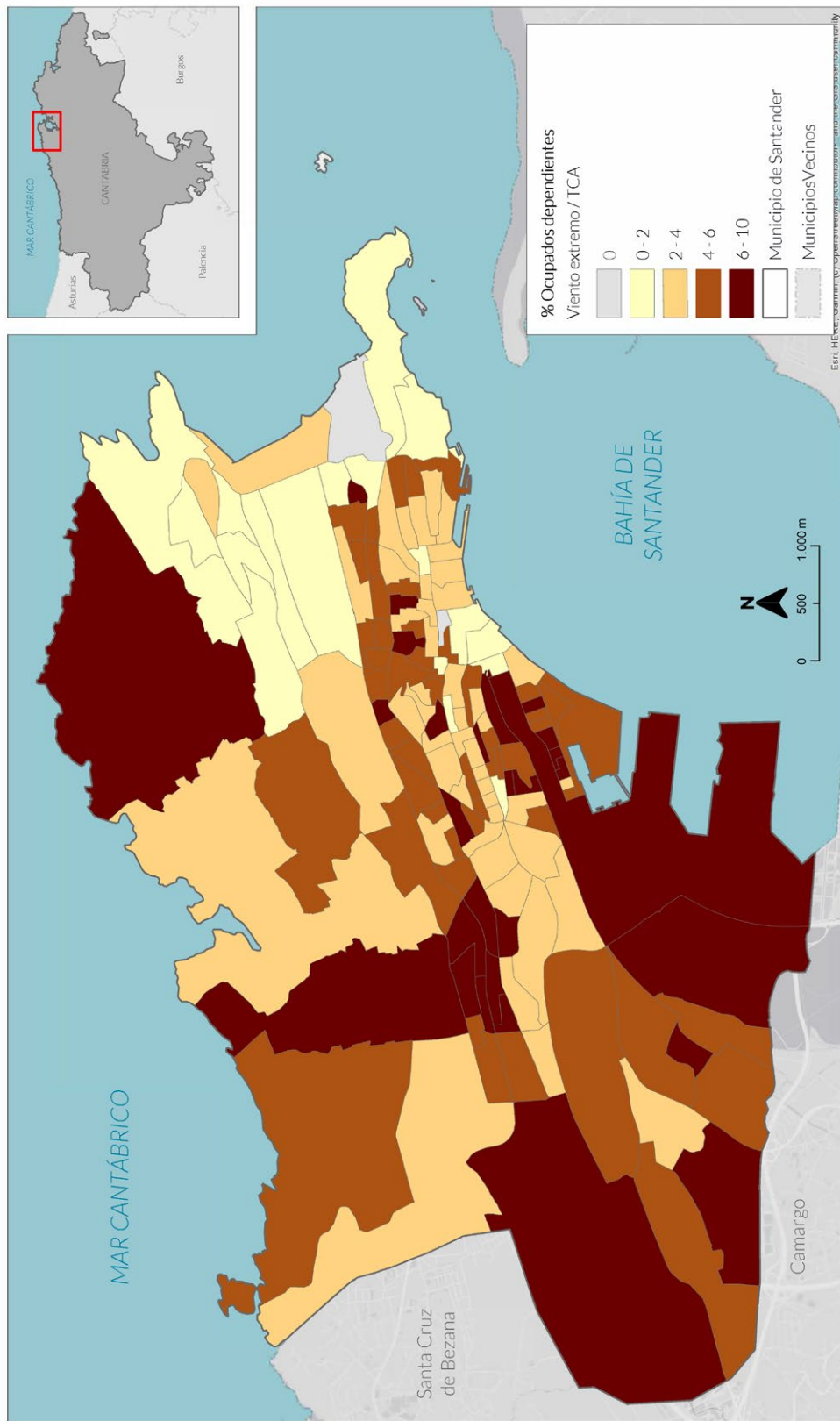
SANTANDER CAPITAL NATURAL



Proyecto: **SANTANDER CAPITAL NATURAL**
 Acción: **A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos**
 Mapa: **SE/8-2: Porcentaje de población con edad igual o menor a 5 años por secciones censales en el municipio de Santander**

Fecha: **Abril 2024**
 Autoría: **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia**
 Autoría: **UC | Universidad de Cantabria**
 Autoría: **fic**
 Autoría: **SANTANDER CAPITAL NATURAL**

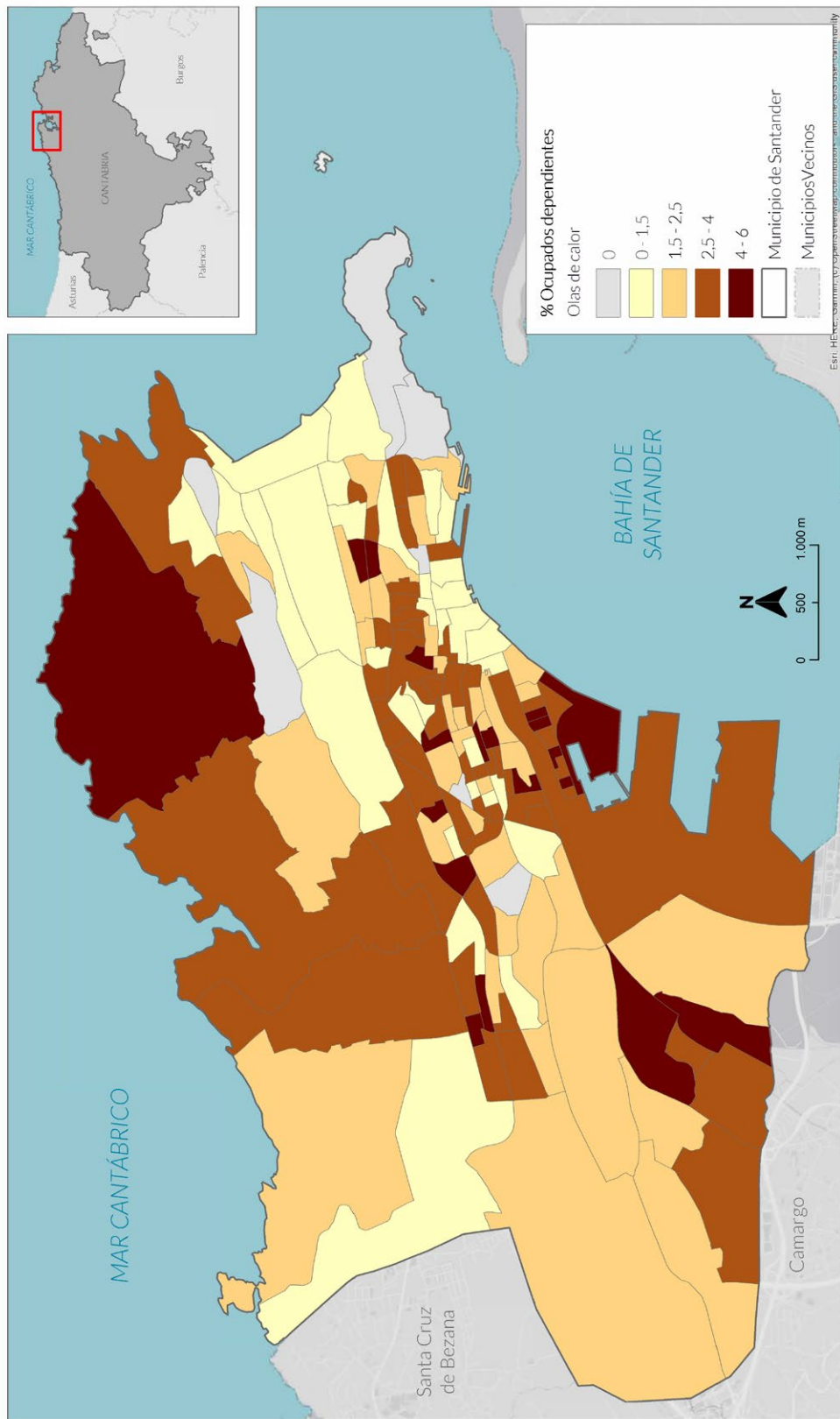
Financiado por **la Unión Europea**
 NextGenerationEU



Proyecto: **SANTANDER CAPITAL NATURAL**
 Acción: **A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos**
 Mapa: **SE/9-3: Porcentaje de población ocupada en sectores dependientes del clima respecto a la población total ocupada por sección censal**

Fecha: **Abril 2024**
 Autoría: **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia**
 Autor: **UC | Universidad de Cantabria**

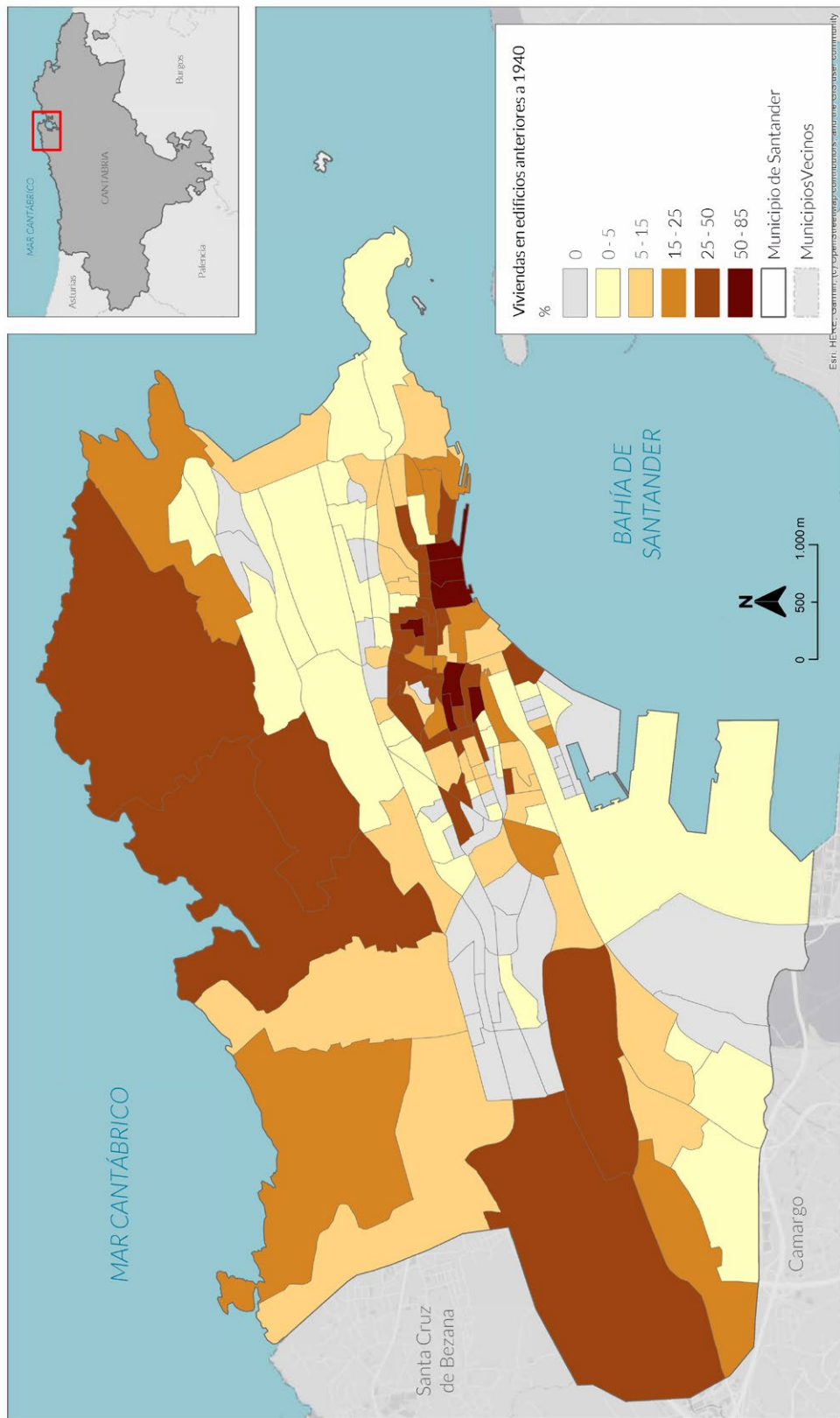
Financiado por **la Unión Europea** NextGenerationEU
SANTANDER CAPITAL NATURAL
fic

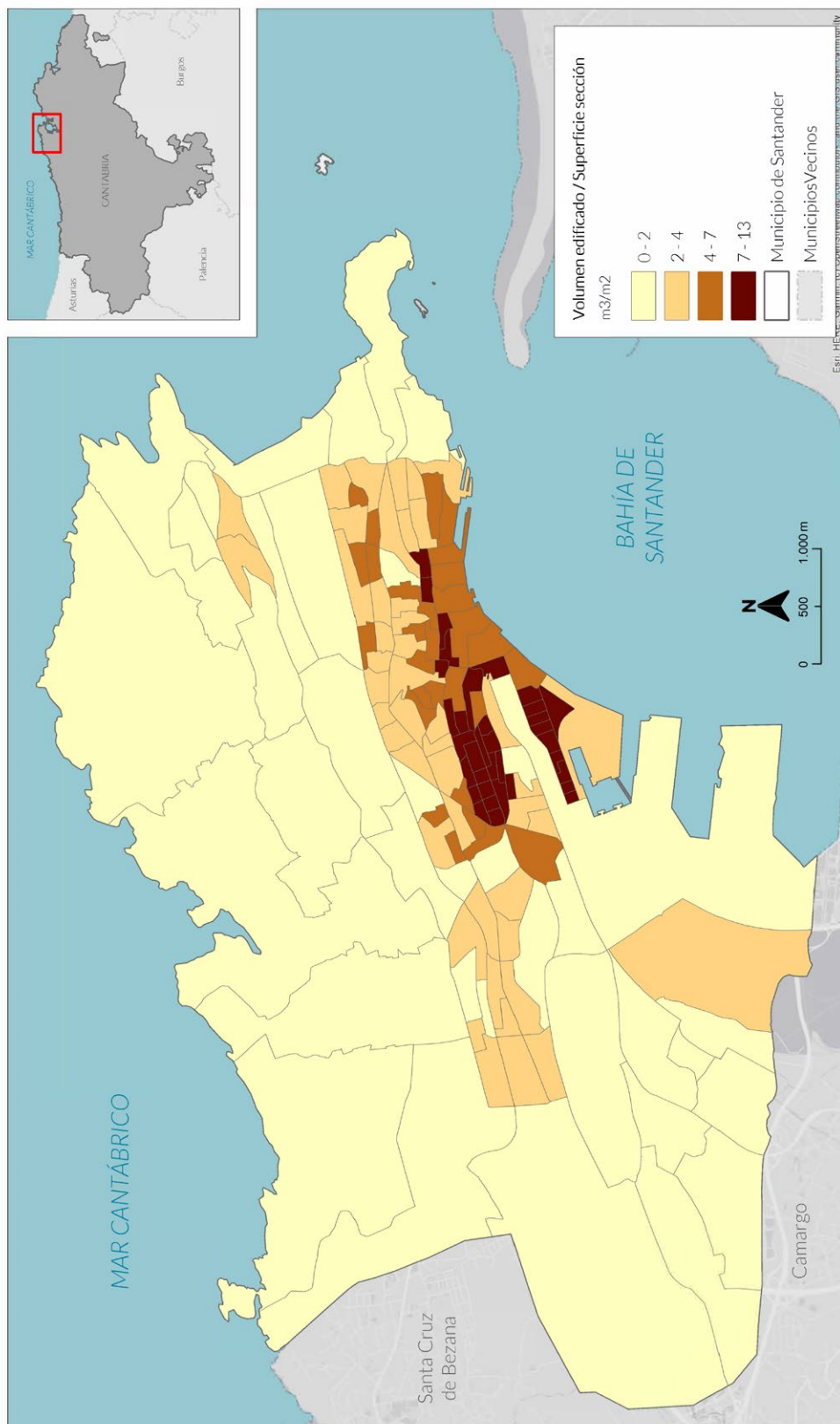


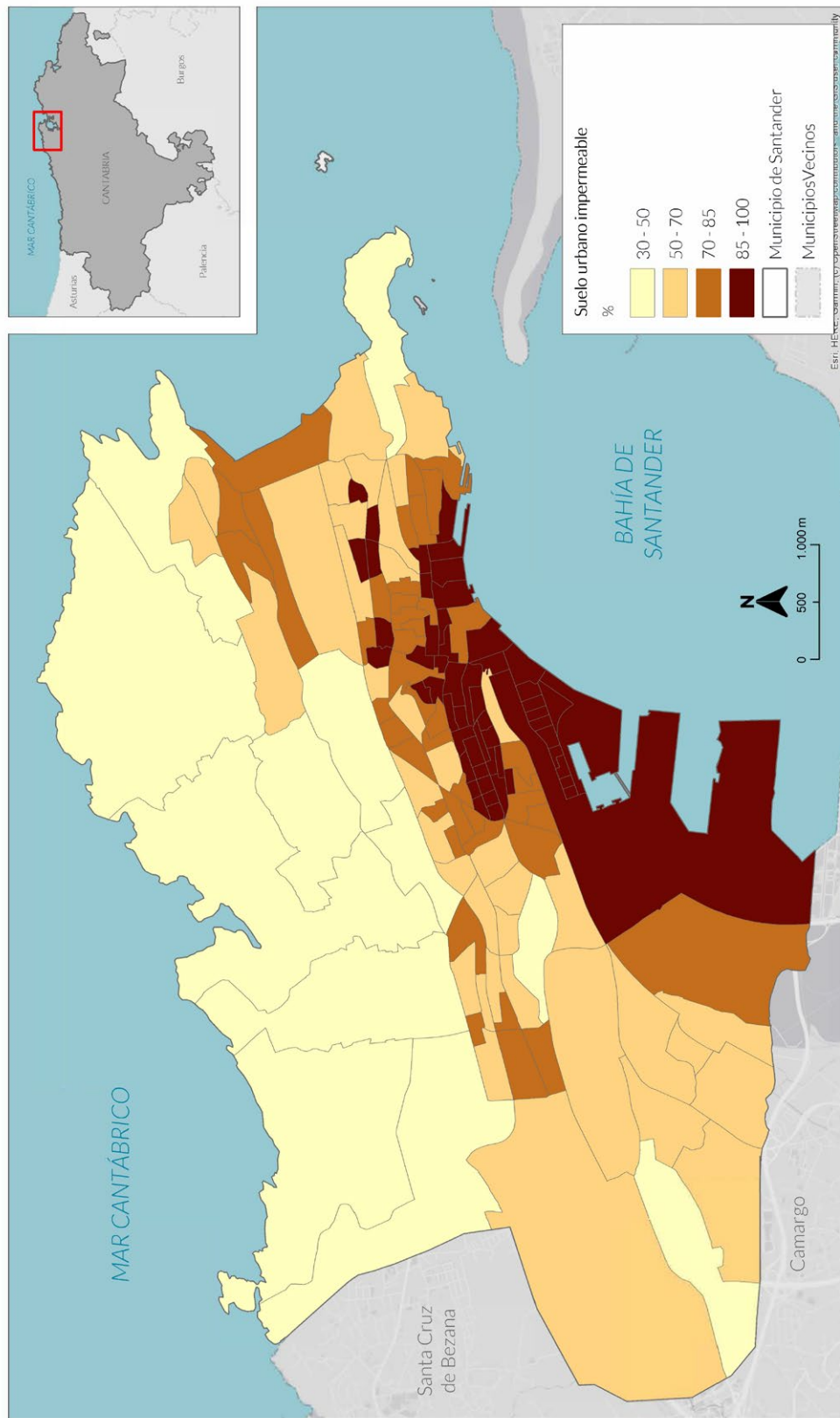
Proyecto: **SANTANDER CAPITAL NATURAL**
 Acción: **A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos**
 Mapa: **SE/9-5: Porcentaje de población ocupada en sectores dependientes del clima respecto a la población total ocupada por sección censal**

Fecha: **Abril 2024**
 Autoría: **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia**
 Autoría: **Universidad de Cantabria**

Financiado por **la Unión Europea** NextGenerationEU
SANTANDER CAPITAL NATURAL
fic







Proyecto: SANTANDER CAPITAL NATURAL
Acción: A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos
Mapa: A1-2: Porcentaje de suelo urbano impermeable por sección censales en el municipio de Santander

Fecha: Abril 2024

Autoría:

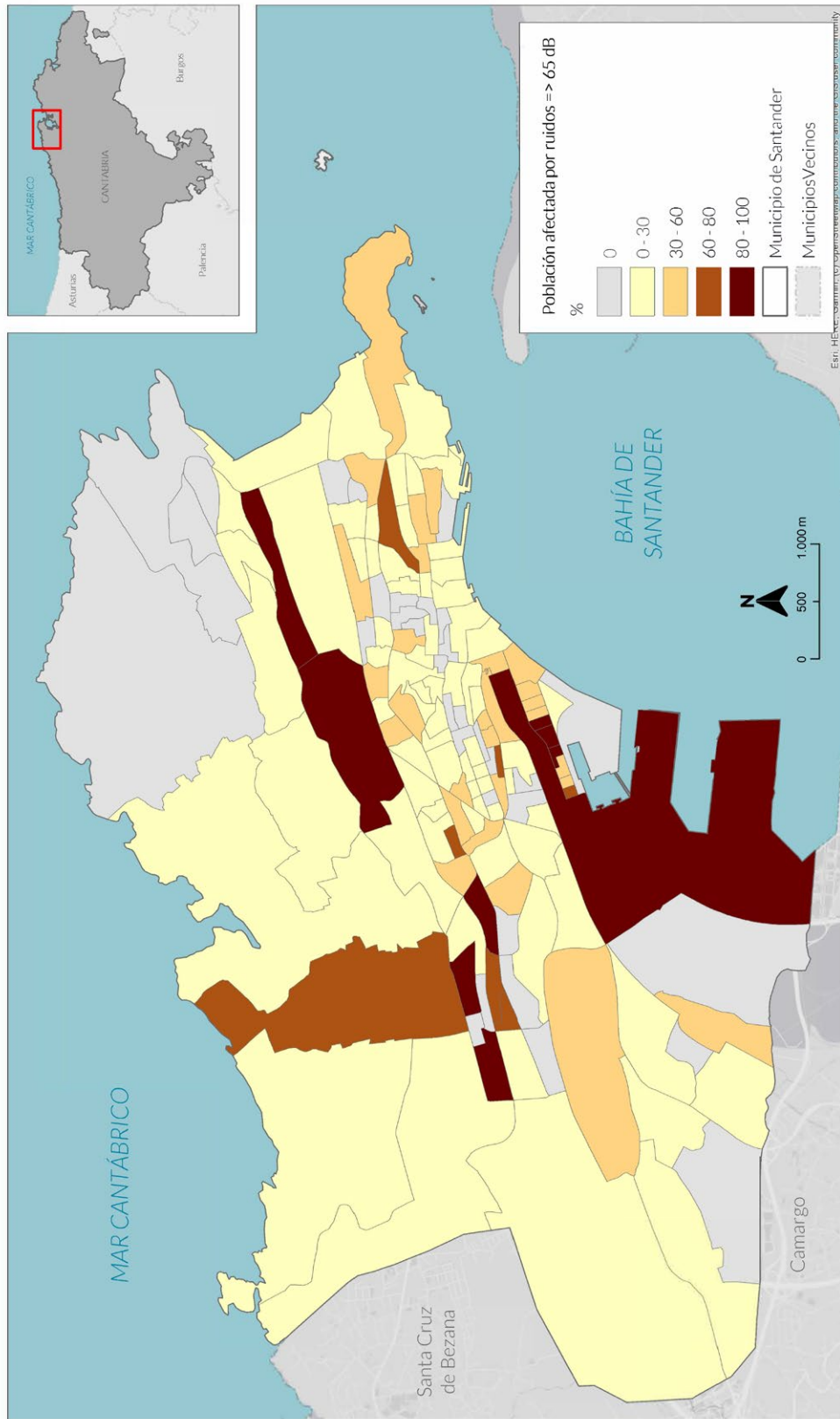




Financiado por
 la Unión Europea
 NextGenerationEU

INSTITUCIÓN DE COOPERACIÓN INTERMUNICIPAL DEL NOROCCIDENTE DE ESPAÑA
 GOBIERNO DE CANTABRIA
 PLAN DE ADAPTACIÓN CLIMÁTICA

FUNDACIÓN BIODIVERSIDAD





GOBIERNO DE CANTABRIA



GOBIERNO DE CANTABRIA



GOBIERNO DE CANTABRIA

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU



Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia



Autoría:



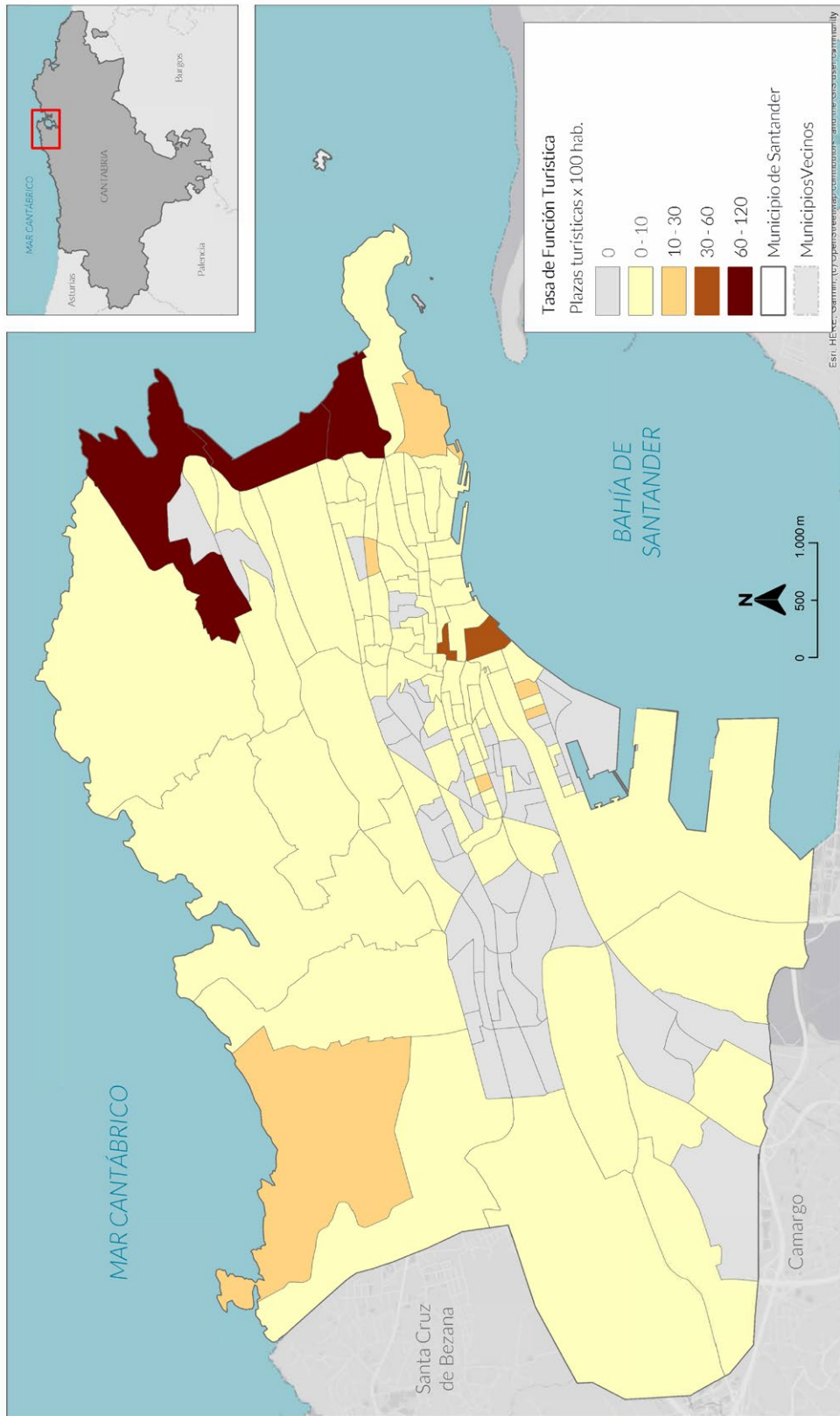
Universidad de Cantabria



fic



SANTANDER CAPITAL NATURAL

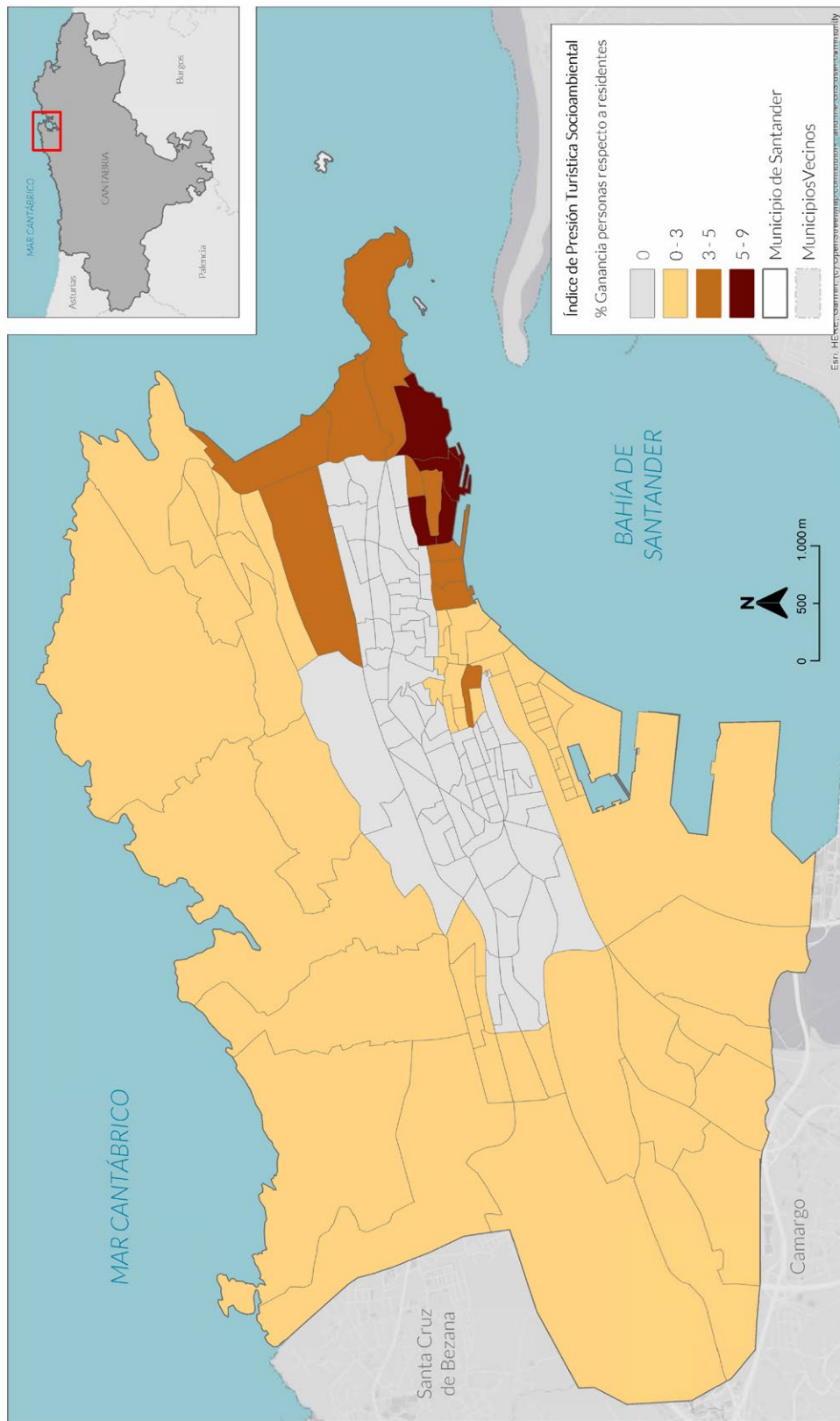


Proyecto: **SANTANDER CAPITAL NATURAL**
 Acción: **A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos**
 Mapa: **A3-1: Tasa de Función Turística por sección censal**

Fecha: **Abril 2024**
 Autoría: **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia**
UC | Universidad de Cantabria
fic
SANTANDER CAPITAL NATURAL
 NextGenerationEU

FINANCIADO POR
 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y CLIMA
 MINISTERIO DE POLÍTICA TERRITORIAL Y POLÍTICA URBANA
 MINISTERIO DE ECONOMÍA Y ASUNTOS EXTERIORES
 MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
 MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN PROFESIONAL
 MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO
 MINISTERIO DE JUSTICIA Y POLÍTICA SOSTENIBLE

FINANCIADO POR
 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE Y CLIMA
 MINISTERIO DE POLÍTICA TERRITORIAL Y POLÍTICA URBANA
 MINISTERIO DE ECONOMÍA Y ASUNTOS EXTERIORES
 MINISTERIO DE TRABAJO Y ECONOMÍA SOCIAL
 MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN PROFESIONAL
 MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO
 MINISTERIO DE JUSTICIA Y POLÍTICA SOSTENIBLE



Proyecto:

SANTANDER CAPITAL NATURAL

Acción:

A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos

Mapa:

A3-2: Índice de presión socioambiental teniendo en cuenta las zonas de afluencia turística

Fecha:

Abril 2024



TR

**Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia**

Autoría:

UC | Universidad
de Cantabria

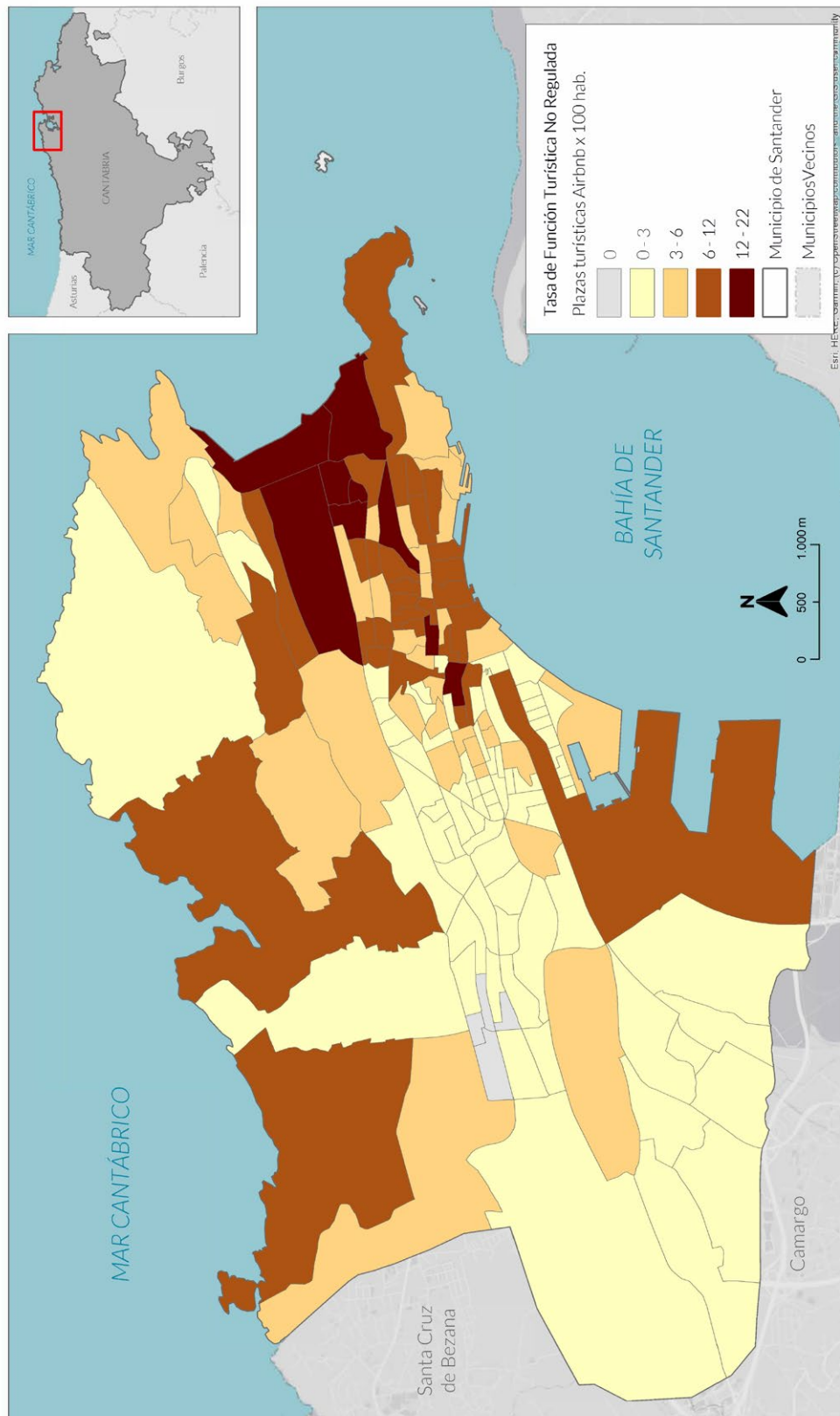
fic



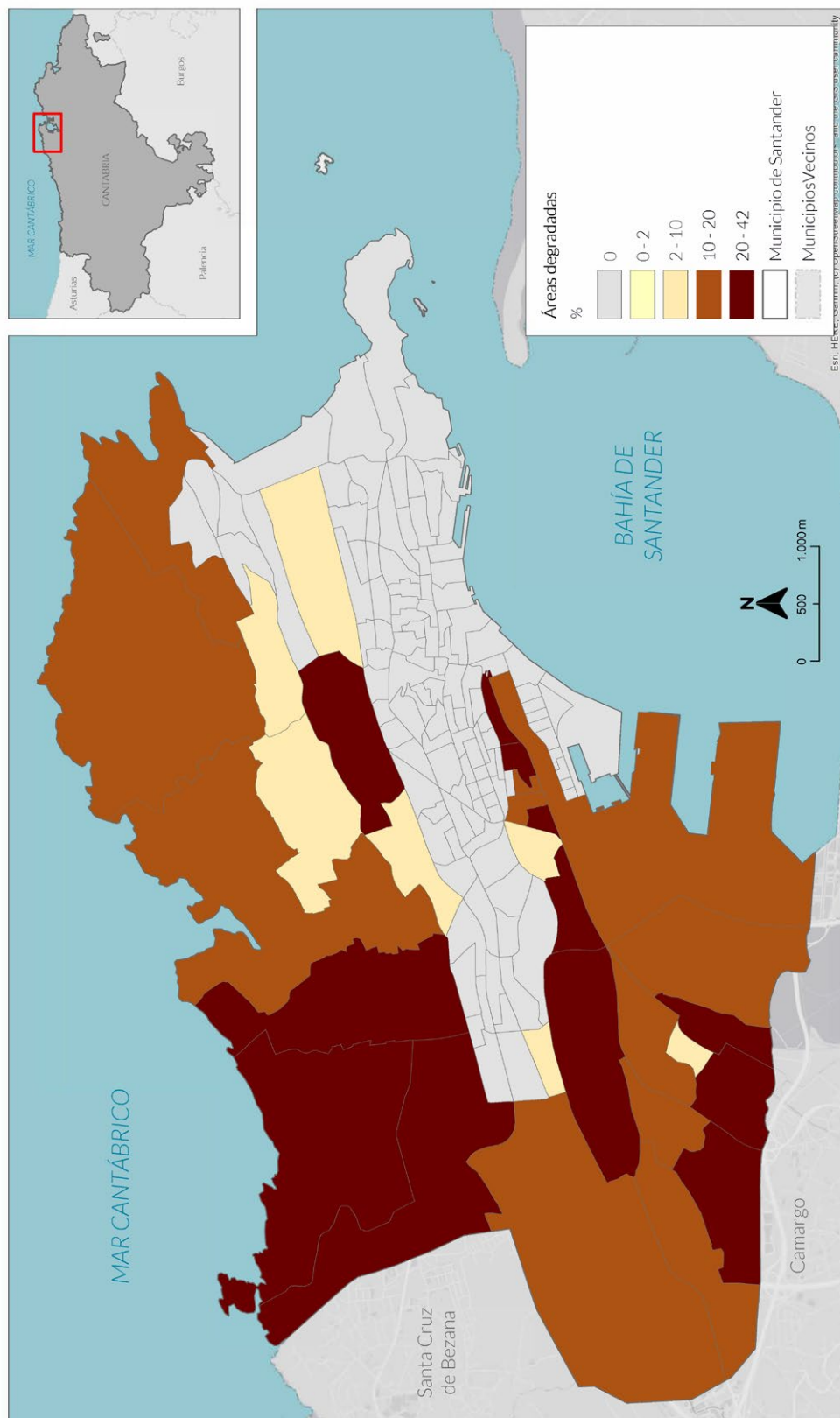
**Financiado por
la Unión Europea**
NextGenerationEU



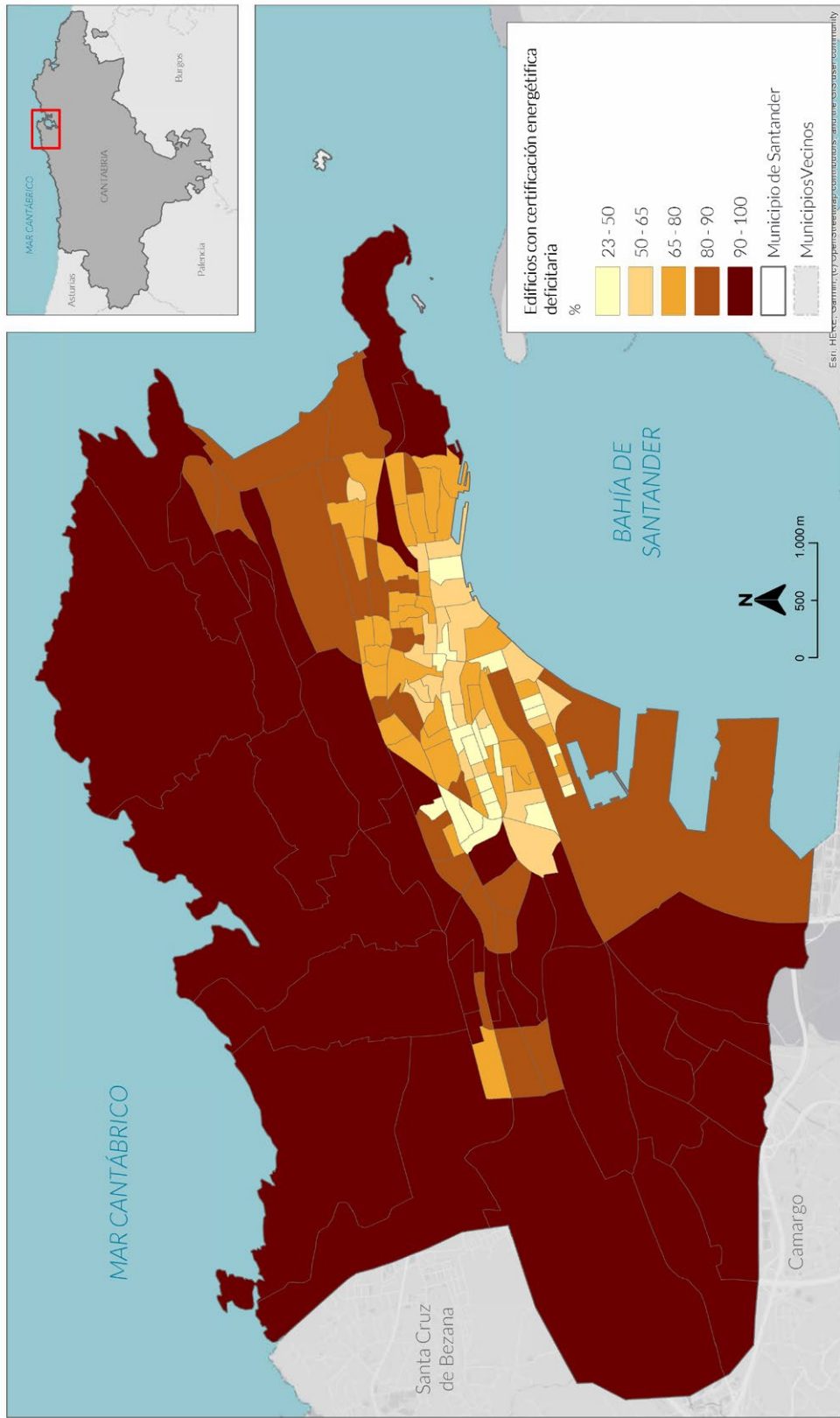
**SANTANDER
CAPITAL
NATURAL**



Proyecto: **SANTANDER CAPITAL NATURAL**
 Fecha: **Abril 2024**
 Acción: **A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos**
 Mapa: **A3-3: Tasa de Función Turística de alojamientos no reglados por sección censal**



Proyecto: **SANTANDER CAPITAL NATURAL**
Acción: **A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos**
Mapa: **A5-1: Porcentaje de superficie degradada por sección censal**



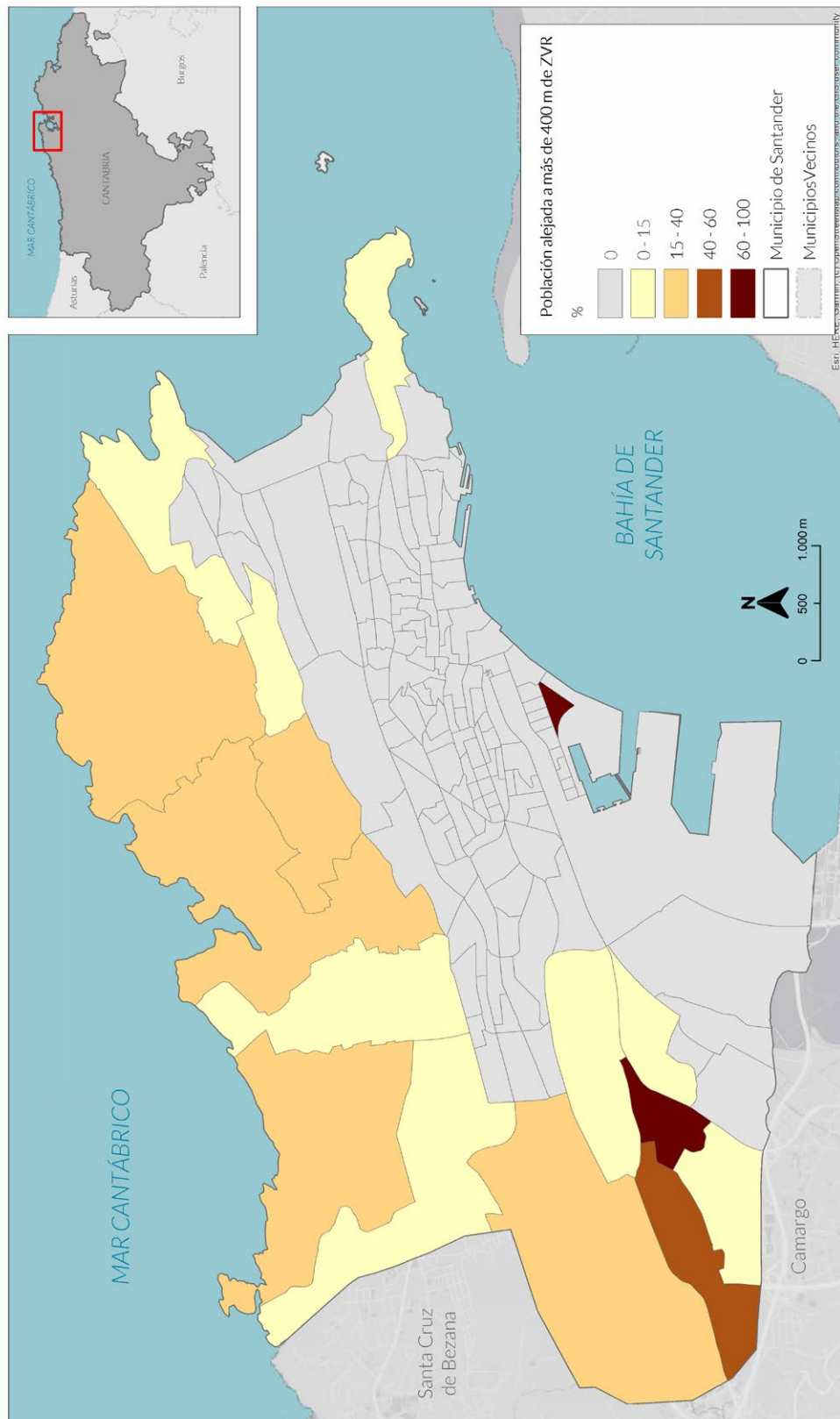
Proyecto: SANTANDER CAPITAL NATURAL
Acción: A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos
Mapa: A7-1: Porcentaje de edificios sin certificación energética o con certificación energética inferior a la clase "E"

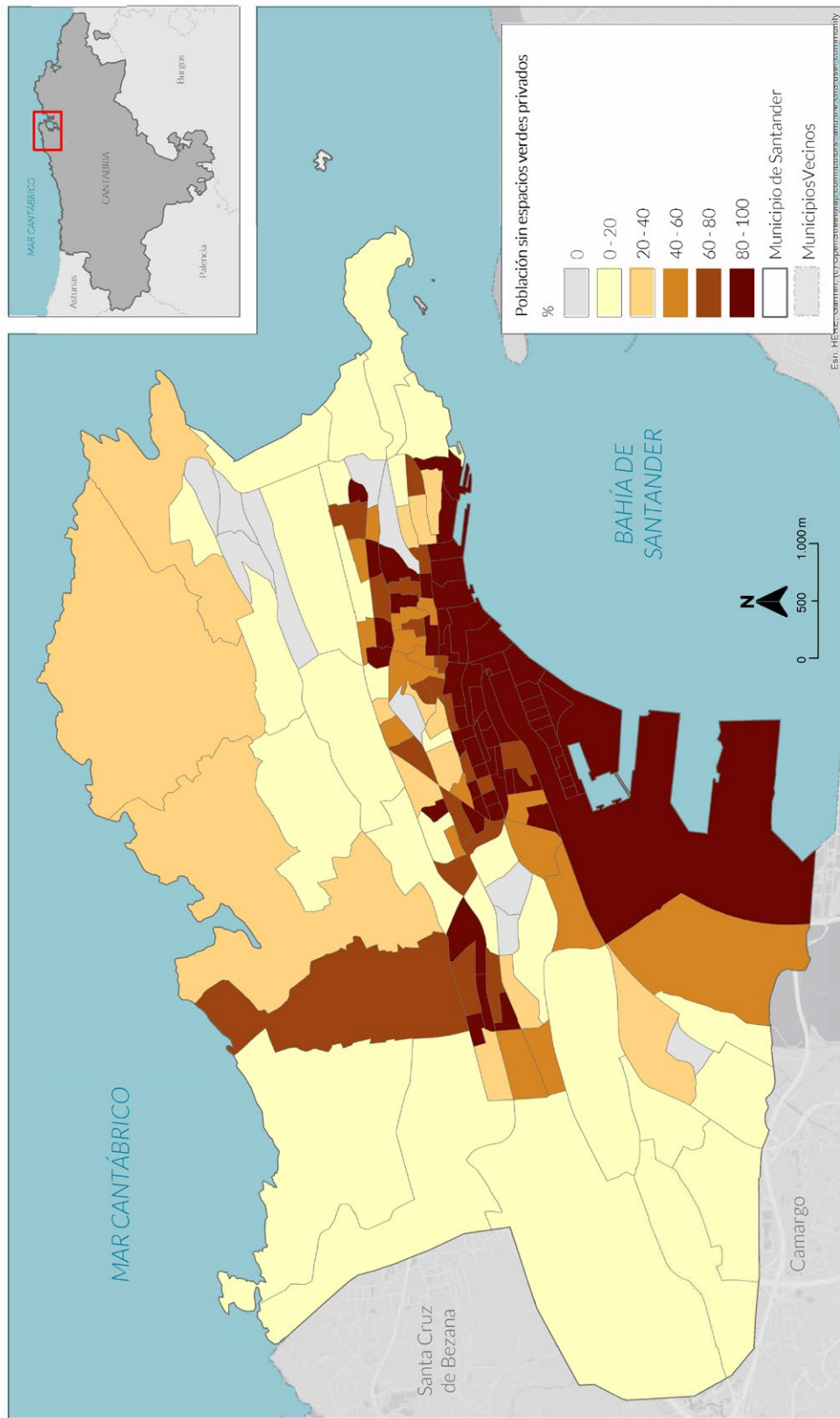
Fecha: Abril 2024

Autoría:







Proyecto:
SANTANDER CAPITAL NATURAL

Acción:
A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos

Mapa:
A9-1: Porcentaje de población por sección censal sin espacios verdes privados

Fecha:
Abril 2024

Autoría:

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

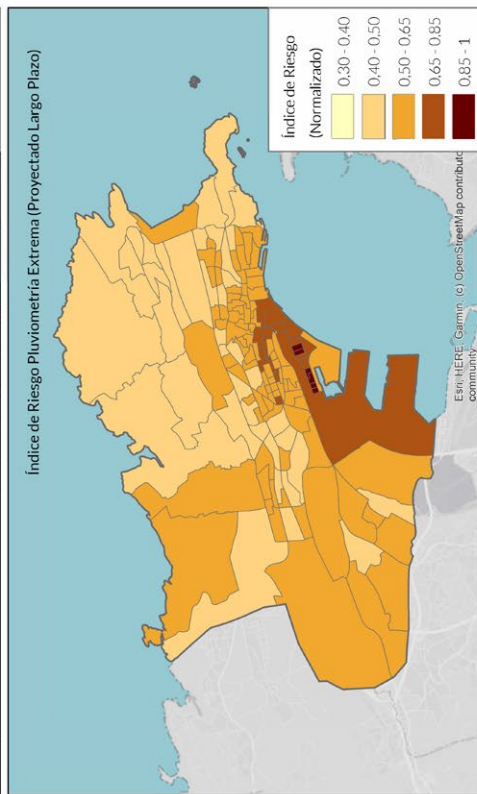
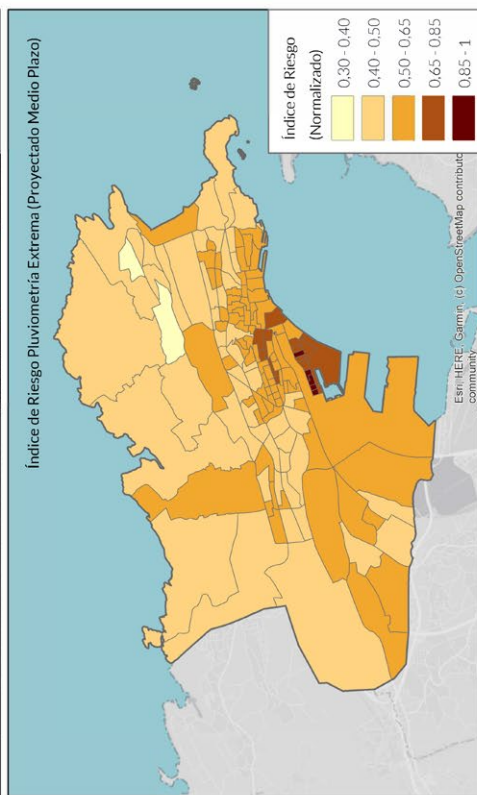
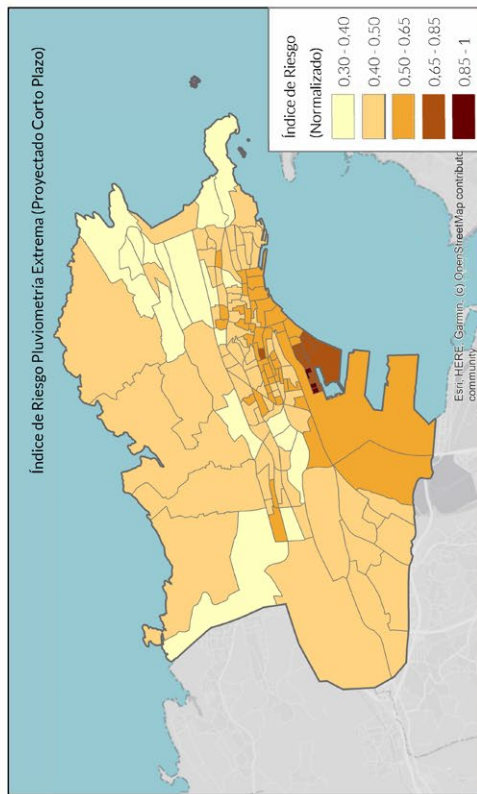
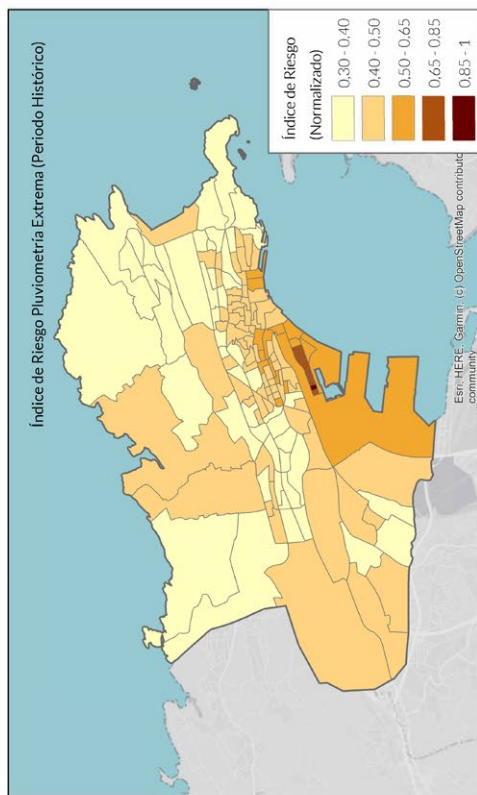
Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

SANTANDER CAPITAL NATURAL

UC | Universidad de Cantabria

fic

SANTANDER CAPITAL NATURAL



Proyecto: **SANTANDER CAPITAL NATURAL**
 Acción: **A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos**
 Mapa: **Rt.01: Índice normalizado de riesgo por pluviometría extrema por sección censal en el municipio de Santander**

Fecha: **Abril 2024**

Autoría:



Financiado por
la Unión Europea
 NextGenerationEU

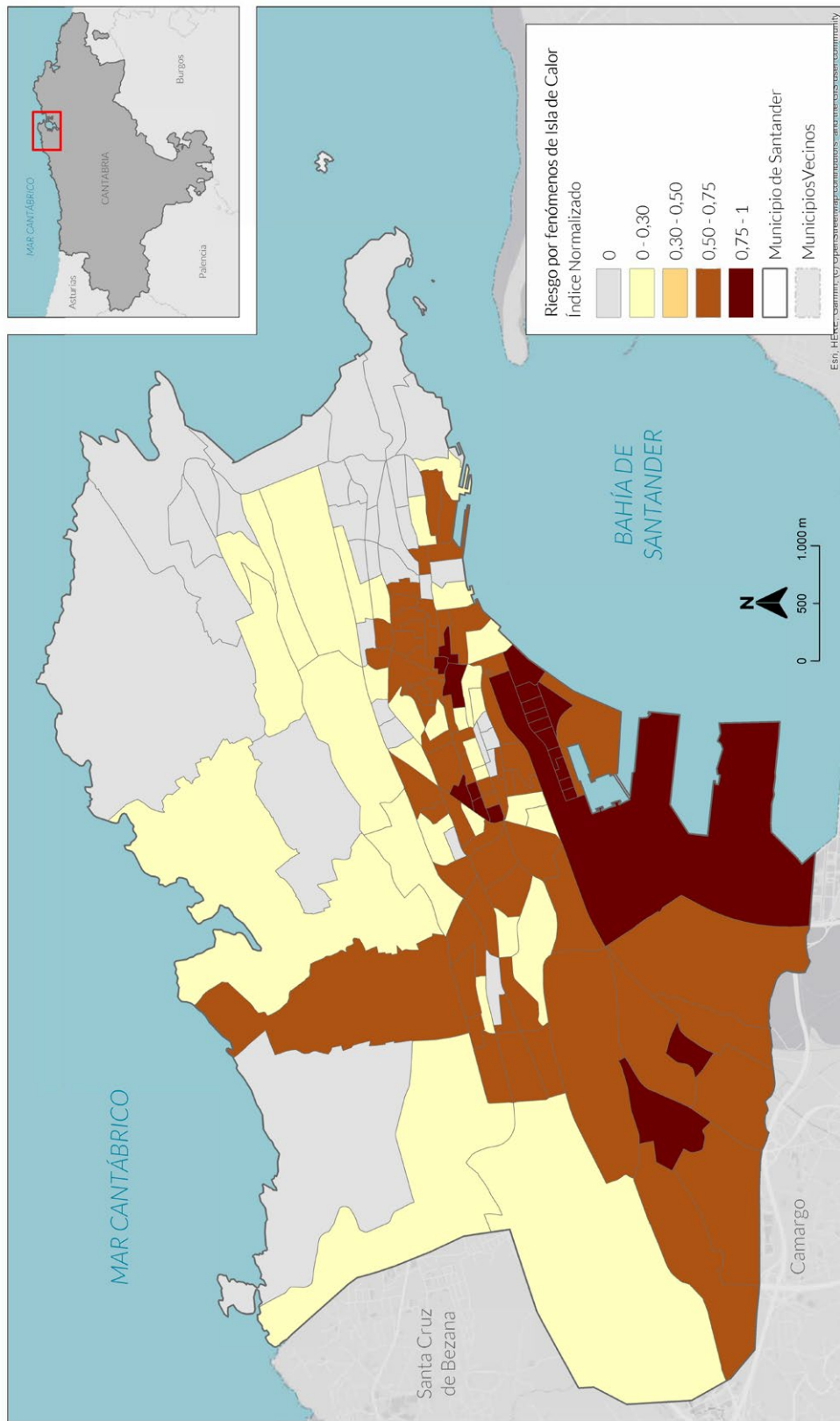
**Plan de Recuperación,
 Transformación
 y Resiliencia**



UC | Universidad
 de Cantabria



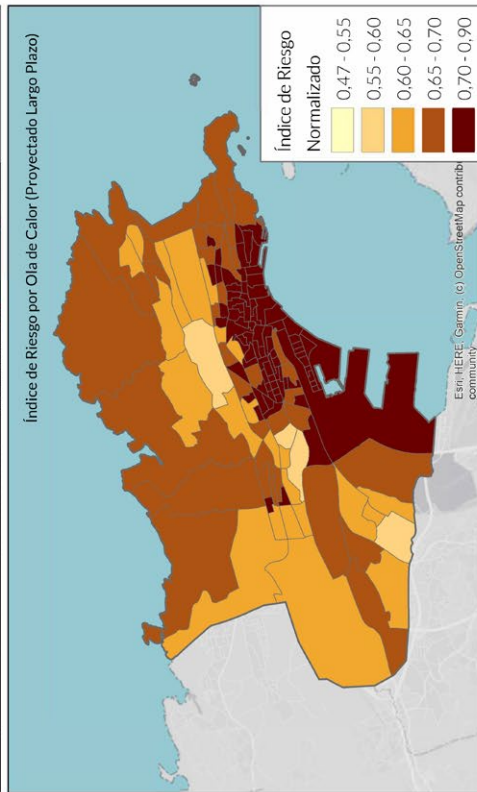
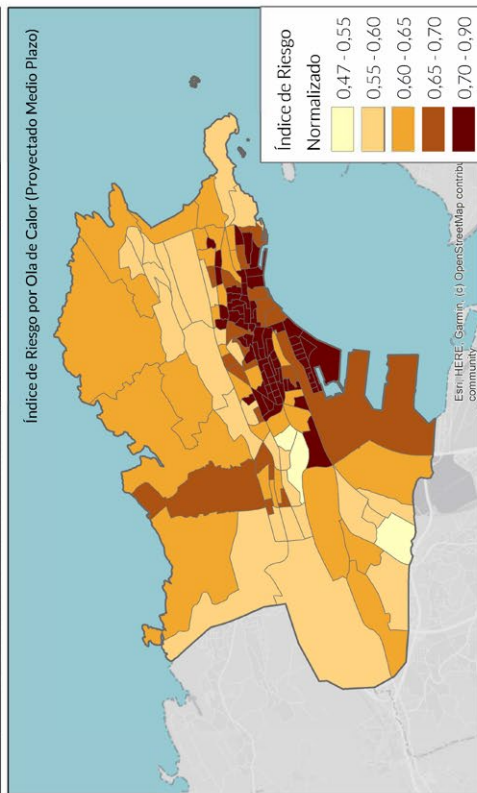
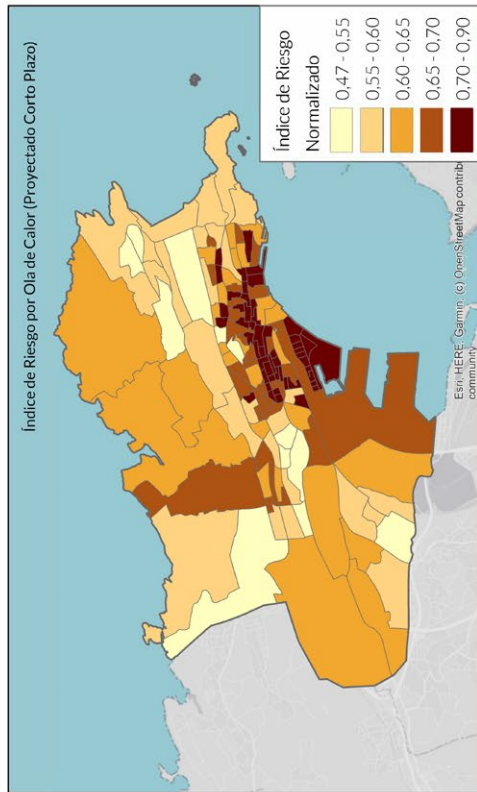
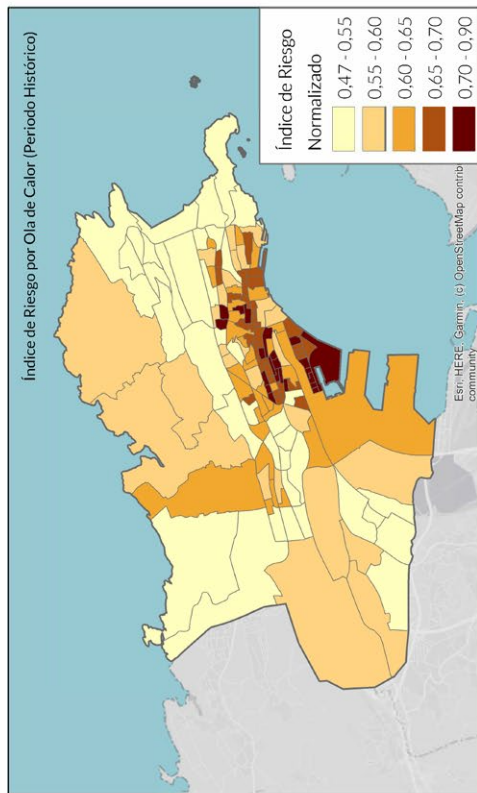
**SANTANDER
 CAPITAL
 NATURAL**
 NextGenerationEU



Proyecto: **SANTANDER CAPITAL NATURAL**
 Acción: **A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos**
 Mapa: **Ri.03: Índice normalizado de riesgo por potenciales Islas de Calor Diurna por secciones censales en el municipio de Santander**

Fecha: **Abril 2024**
 Autoría: **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia**
 Autoría: **UC | Universidad de Cantabria**
 Autoría: **fic**
 Autoría: **SANTANDER CAPITAL NATURAL**

Financiado por **la Unión Europea**
 NextGenerationEU



Proyecto:
SANTANDER CAPITAL NATURAL

Acción:
A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos

Mapa:
Rt.05: Índice normalizado de riesgo por olas de calor por secciones censales en el municipio de Santander

Fecha:
Abril 2024



**Plan de Recuperación,
Transformación
y Resiliencia**

Autoría:

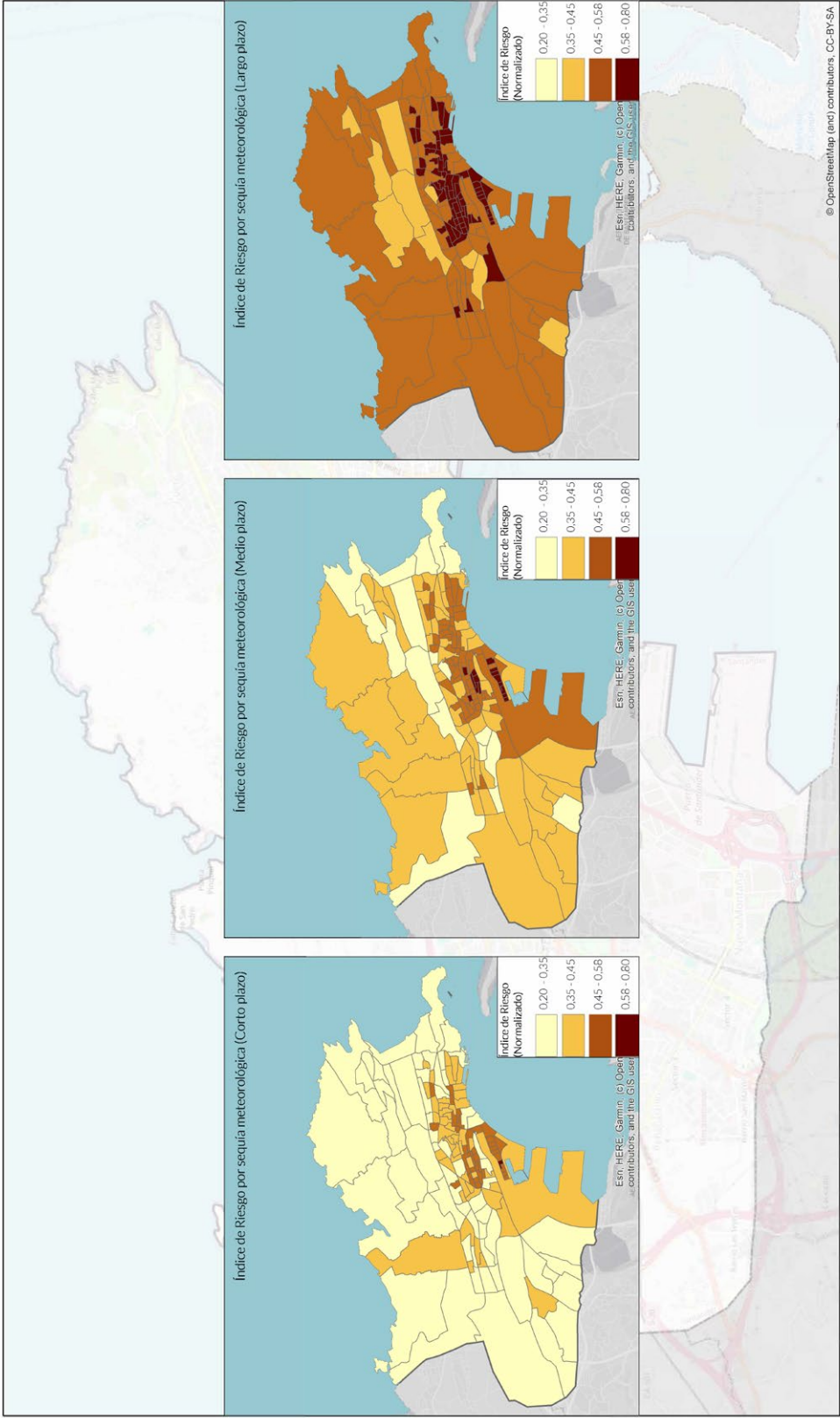
UC | Universidad
de Cantabria



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



**SANTANDER
CAPITAL
NATURAL**



Proyecto:
SANTANDER CAPITAL NATURAL

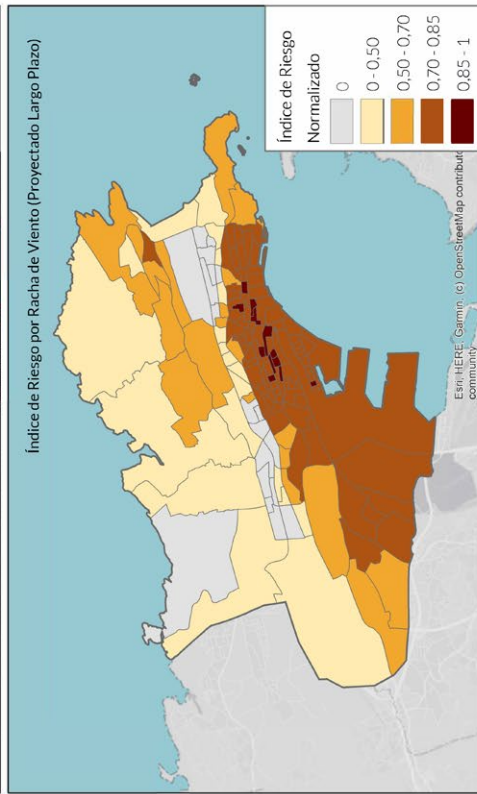
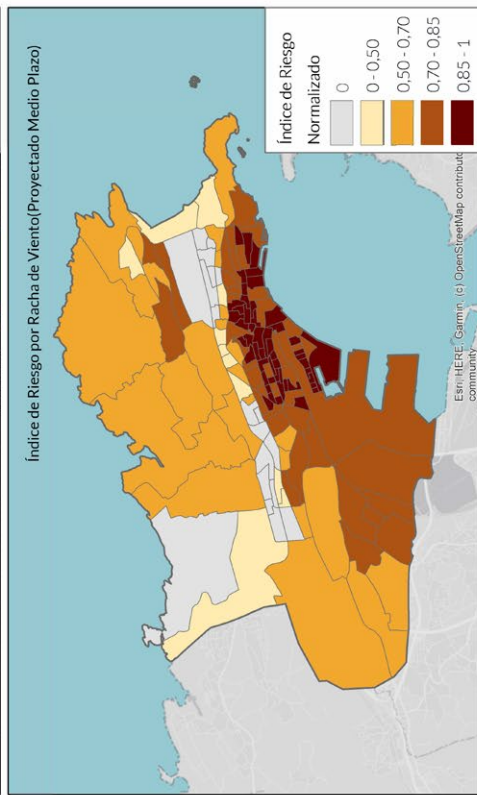
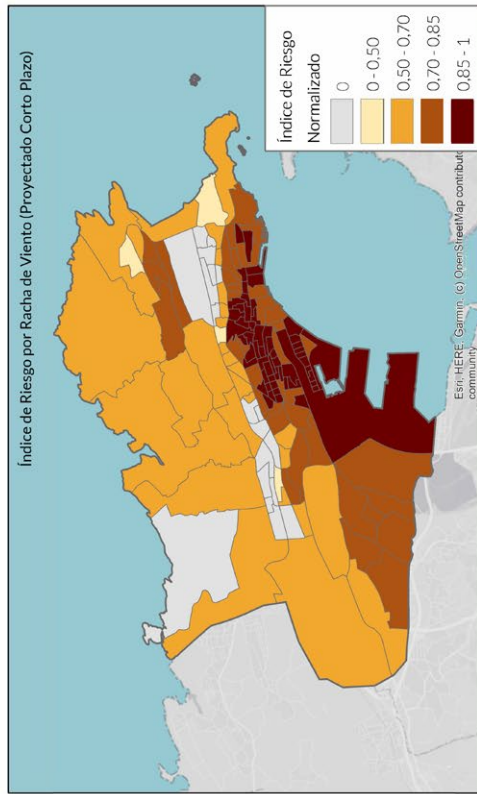
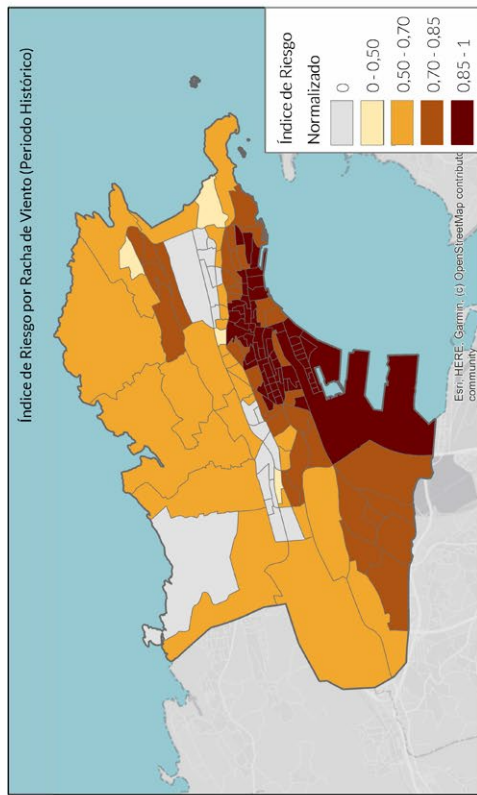
Acción:
A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos

Mapa:
Ri.06: Índice normalizado de riesgo por sequía meteorológica por secciones censales en el municipio de Santander

Fecha:
Abril 2024

Autoría:
Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia
Autoría:
UC | Universidad de Cantabria
fic
SANTANDER CAPITAL NATURAL

Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU



Proyecto:
SANTANDER CAPITAL NATURAL

Acción:
A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos

Mapa:
Ri.07: Índice normalizado de riesgo por rachas máximas de viento por secciones censales en el municipio de Santander

Fecha:
Abril 2024



Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

Autoría:

UC | Universidad de Cantabria

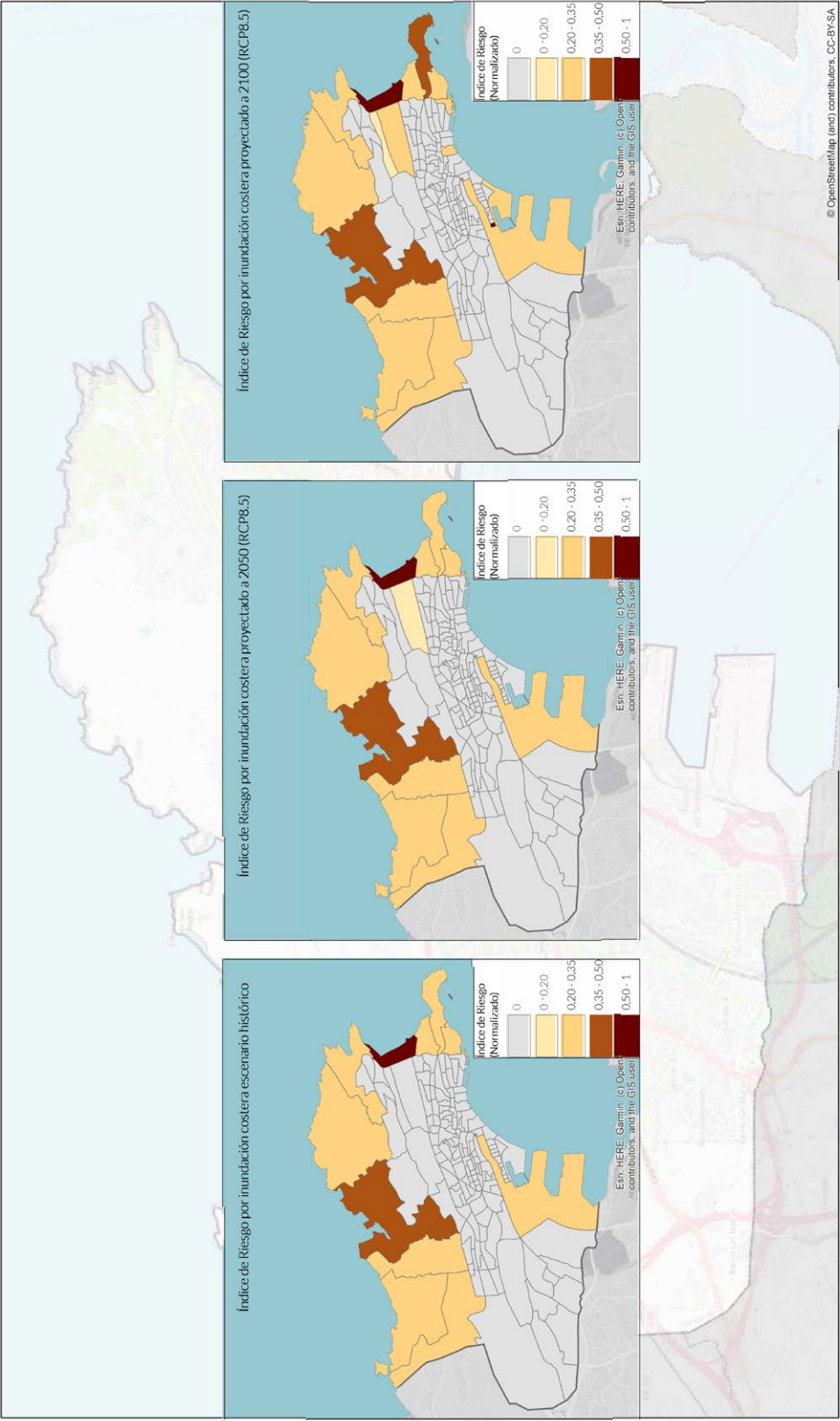
fic



Financiado por la Unión Europea
NextGenerationEU



SANTANDER CAPITAL NATURAL



Proyecto: SANTANDER CAPITAL NATURAL

Acción: A2: Plan de Adaptación Urbana con Escenarios Climáticos

Mapa: Ri.08: Índice normalizado de riesgo por eventos de inundación costera por secciones censales en el municipio de Santander

Fecha: Abril 2024

Autoría:

Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

Financiado por la Unión Europea

SANTANDER CAPITAL NATURAL

UC | **Universidad de Cantabria**

fic

NextGenerationEU

**NIVELES DE RIESGO
PARA CADA SECCIÓN CENSAL**

BARRIO	SECCIÓN CENSAL	ISLA DE CALOR	OLAS DE CALOR				SEQUÍA		
		ICU	HISTÓRICO	CORTO PLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO	CORTO PLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO
Centro	3907501001								
Centro	3907501002								
Centro	3907501003								
Centro	3907501004								
Centro	3907501005								
Vía Cornella	3907501006								
Centro	3907501007								
Centro	3907501008								
Calle Alta - Cabildo	3907501009								
Calle Alta - Cabildo	3907501010								
Vía Cornella	3907502001								
La Tierra	3907502002								
La Tierra	3907502003								
San Fernando	3907502004								
San Fernando	3907502005								
San Fernando	3907502006								
La Tierra	3907502007								
Ciudad Jardín - Cuatro Caminos	3907502008								
Ciudad Jardín - Cuatro Caminos	3907502009								
San Fernando	3907502010								
San Fernando	3907502011								
San Fernando	3907502012								
Ciudad Jardín - Cuatro Caminos	3907502013								
Cazoña / Ciudad Jardín Cuatro Caminos	3907502014								
San Fernando	3907502015								
Ciudad Jardín - Cuatro Caminos	3907502016								
Cazoña	3907502017								
Cazoña	3907502018								
Cazoña	3907502019								
Vía Cornella	3907502020								
Vía Cornella	3907502021								
La Tierra	3907502022								
Cazoña	3907502023								
Cazoña	3907502024								
San Fernando	3907502025								
San Fernando	3907502026								
Cazoña	3907502027								
Vía Cornella	3907503001								
Vía Cornella	3907503002								
Prado - San Roque	3907503003								
Centro	3907503004								
Prado - San Roque	3907503005								
Centro	3907503006								
Prado - San Roque	3907503007								
Prado - San Roque	3907503008								
Puerto Chico	3907503009								
Puerto Chico	3907503010								
Menéndez Pelayo	3907503011								
Tetuán	3907503012								
Prado - San Roque	3907503013								
Prado - San Roque	3907503014								
Tetuán	3907503015								
Puerto Chico	3907504001								
Puerto Chico	3907504002								
Puerto Chico	3907504003								
Tetuán	3907504004								
Tetuán	3907504005								
Tetuán	3907504006								
Tetuán	3907504007								
Tetuán	3907504008								
Sardinero	3907504009								
Las Llamas - Sardinero	3907504010								
Sardinero	3907504011								
Las Llamas - Sardinero	3907504012								
Sardinero	3907504013								
Las Llamas - Sardinero / S20 - La Torre	3907504014								
Centro / Estaciones - Catedral	3907505001								
Estaciones - Catedral	3907505002								
Estaciones - Catedral / Castilla - Hermida - Pesquero	3907505003								
Estaciones - Catedral	3907505004								
Castilla - Hermida - Pesquero	3907505005								
Castilla - Hermida - Pesquero	3907505006								

[illegible]

BARRIO	SECCIÓN CENSAL	ISLA DE CALOR	OLAS DE CALOR				SEQUÍA		
		ICU	HISTÓRICO	CORTO PLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO	CORTO PLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO
Castilla - Hermida - Pesquero	3907505007								
Castilla - Hermida - Pesquero	3907505008								
Castilla - Hermida - Pesquero	3907505009								
Estaciones - Catedral	3907505010								
Castilla - Hermida - Pesquero	3907505011								
Castilla - Hermida - Pesquero	3907505012								
Castilla - Hermida - Pesquero / Estaciones - Catedral	3907505013								
Castilla - Hermida - Pesquero	3907505014								
Castilla - Hermida - Pesquero	3907505015								
San Fernando	3907506001								
Calle Alta - Cabildo	3907506002								
San Fernando	3907506003								
Calle Alta - Cabildo	3907506004								
San Fernando	3907506005								
Calle Alta - valdecilla	3907506006								
Calle Alta - valdecilla	3907506007								
Calle Alta - valdecilla	3907506008								
Calle Alta - valdecilla	3907506009								
Campogiro - Cajo / Calle Alta - Valdecilla	3907506010								
Campogiro - Cajo	3907506011								
Calle Alta - valdecilla	3907506012								
Calle Alta - Cabildo	3907506013								
Calle Alta - valdecilla	3907506014								
San Francisco - Pronillo	3907507001								
San Francisco - Pronillo	3907507002								
San Francisco - Pronillo	3907507003								
San Francisco - Pronillo	3907507004								
General Dávila - Los Castros	3907507005								
General Dávila - Los Castros	3907507006								
General Dávila - Los Castros	3907507007								
Los Castros - Fernando de Los Ríos	3907507008								
Los Castros - Fernando de Los Ríos	3907507009								
Los Castros - Fernando de Los Ríos	3907507010								
Los Castros - Fernando de Los Ríos	3907507011								
Los Castros - Fernando de Los Ríos	3907507012								
Los Castros - Los Pinares - V. Del Camino	3907507013								
Los Castros - Los Pinares - V. Del Camino	3907507014								
Los Castros - Los Pinares - V. Del Camino	3907507015								
Los Castros - Los Pinares - V. Del Camino	3907507016								
Menéndez Pelayo	3907507017								
Los Castros - Los Pinares - V. Del Camino	3907507018								
Los Castros - Los Pinares - V. Del Camino	3907507019								
La Albercía / Monte	3907507020								
Monte / Las Llamas - Sardinero	3907507021								
General Dávila - Los Castros	3907507022								
San Francisco - Pronillo	3907507023								
Peñacastillo - Hermanos Calderón	3907508001								
Campogiro - Cajo	3907508002								
Camarreal - Ojaiz	3907508003								
Camarreal - Ojaiz / El Alisal	3907508004								
La Albercía	3907508005								
Cazoña	3907508006								
San Román de la Llanilla	3907508007								
Monte	3907508008								
La Albercía / Monte	3907508009								
S20 - La Torre / Valdenoja	3907508010								
Cueto	3907508011								
Cueto	3907508012								
Cazoña	3907508013								
Cazoña	3907508014								
La Albercía / Cazoña	3907508015								
Valdenoja	3907508016								
Peñacastillo - Hermanos Calderón	3907508017								
El Alisal	3907508018								
Valdenoja	3907508019								
Peñacastillo - Hermanos Calderón	3907508020								
Peñacastillo - Hermanos Calderón	3907508021								
Valdenoja	3907508022								
El Alisal	3907508023								
San Román de la Llanilla	3907508024								
Peñacastillo - Hermanos Calderón	3907508025								
Nueva Montaña	3907508026								
Cueto	3907508027								
El Alisal	3907508028								
Peñacastillo - Hermanos Calderón	3907508029								

[illegible]

ANEXO: ESTUDIO PALINOLÓGICO

Sebastián Pérez Díaz, Sara Núñez de la Fuente

Informe palinológico sobre 15 muestras de sedimento procedentes del yacimiento arqueológico de Los Azogues (Santander, Cantabria)

A.1

INTRODUCCIÓN

La reconstrucción de las sociedades pasadas a través de sus vestigios materiales necesita de la colaboración entre diferentes disciplinas, tanto del ámbito de las ciencias sociales como de las denominadas ciencias de la tierra, para dar explicación a los mecanismos de cambio y evolución de esa población. En este contexto multidisciplinar, el estudio de los restos botánicos recuperados en los diferentes yacimientos arqueológicos contribuye a caracterizar, desde el punto de vista social y económico, a los grupos humanos que lo habitaron.

La paleobotánica se revela esencial para explicar las relaciones entre el ser humano y el medio ambiente. Intenta ofrecer un marco explicativo a cuestiones como la dinámica forestal, la evolución del clima, las posibilidades de vida vegetal, la antropización del medio (deforestación), la existencia de actividades económicas detectables que dejan huella en el paisaje, los usos del suelo, etc.

En este informe se presentan los resultados del análisis de 15 muestras de sedimento procedentes del yacimiento arqueológico de Los Azogues (Santander, Cantabria). Este análisis es particularmente interesante, habida cuenta de la localización y el uso del depósito. El yacimiento se halla en una de las paredes exteriores de la catedral de Santander y corresponde a una necrópolis medieval con una cronología que se extiende desde el siglo XII hasta el XV.

Este informe ha sido elaborado por la Dra. Sara Núñez de la Fuente, arqueóloga profesional, especialista en arqueopalinología, y el Dr. Sebastián Pérez Díaz, del Dpto. de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Universidad de Cantabria.

MATERIAL Y MÉTODOS

Toma de muestra

En febrero de 2023 se procedió a la recogida de un total de 15 muestras de sedimento destinadas a ser estudiadas desde el punto de vista palinológico (cuadro A1). Todas ellas fueron tomadas siguiendo el método estandarizado en palinología arqueológica, minimizando los riesgos de contaminación de la muestra con pólenes procedentes de la lluvia polínica actual.

Más detalladamente, en el caso de Los Azogues se contaba con un perfil estratigráfico abierto y continuo de más de 4 m de profundidad, por lo que se decidió realizar un muestreo en vertical sobre el propio perfil estratigráfico (figuras A1 y A2). Se muestreó siempre por niveles o unidades estratigráficas (UE), previamente definidas por el arqueólogo responsable de la excavación, para lograr cubrir el mayor intervalo temporal y cultural posible.

Una vez decidida la zona de muestreo, se comenzó limpiando el perfil estratigráfico elegido para eliminar la contaminación por polen actual, que debe llevarse a cabo siempre de techo a base. Tras ello, se procedió a introducir aproximadamente 20 g de sedimento en bolsas individuales con cierre tipo zip convenientemente etiquetadas, limpiando, entre muestra y muestra, el material empleado con agua destilada.

El muestreo se realizó partiendo de la muestra más antigua (la más profunda) hacia la más reciente (la más superficial), es decir, siempre de abajo hacia arriba, para evitar de este modo riesgos de contaminación por caída de sedimento. En general, se ha optado por una resolución de muestreo en intervalos aproximadamente de 10 cm entre cada muestra, dependiendo, claro está, de la potencia de cada unidad estratigráfica considerada. De hecho, en alguna de ellas, precisamente para evitar riesgos de contaminación por la presencia de derrumbes, bloques de piedra, raíces, madrigueras, etc., se ha utilizado otro intervalo de muestreo diferente. En algunos casos, se tomaron varias muestras de la misma UE para estudiar la potencial variabilidad a lo largo de una misma.

Tratamiento químico de las muestras palinológicas

El tratamiento químico empleado sigue básicamente el denominado método clásico (Girard y Renault-Miskovsky, 1969; Goeury y Beaulieu, 1979; Faegry e Iversen, 1989; Burjachs, 1990; Moore *et al.*, 1991; Burjachs *et al.*, 2003; López Sáez *et al.*, 2003). Este método consiste en que, tras el lavado del sedimento, éste es sometido a diferentes ataques químicos con ácidos y bases (ácido clorhídrico, hidróxido sódico, hidróxido de potasio), para ir eliminando sucesivamente carbonatos, materia orgánica y silicatos, de tal manera que al final del proceso únicamente reste el contenido espora-palínico. Este último es concentrado mediante un licor

denso, en este caso licor de Thoulet (Goeury y Beaulieu, 1979), que permite separar los microfósiles polínicos y no polínicos del resto por diferencias densimétricas.

La porción final del sedimento se conserva en gelatina de glicerina. Después se monta y se lee en el microscopio óptico. De una forma más pormenorizada, el tratamiento químico seguido puede resumirse en las siguientes etapas:

1. Tras separar el sedimento en vasos de precipitados (30 g por muestra, aproximadamente), se vierte agua destilada y se tamizan, si es necesario. Como elemento de control, se añadió una pastilla de *Lycopodium*, elemento exógeno usualmente empleado para poder estimar la concentración polínica (Stockmarr, 1971). Después se añade ácido clorhídrico (HCl), para eliminar los carbonatos y deshacer las pastillas de *Lycopodium*. Cuando esto ha ocurrido, se procede a neutralizar el HCl mediante sucesivos lavados con agua destilada y centrifugados (5 min a 2500 revoluciones por minuto).
2. Una vez neutralizado el HCl, se añade hidróxido sódico (NaOH) diluido al 20 % para que actúe sobre los silicatos. Para conseguir esto se mete cada muestra en un recipiente con agua caliente durante 20 min. Posteriormente se procede a neutralizar el NaOH mediante sucesivos lavados con agua destilada y centrifugado (5 min a 2500 rpm).
3. Finalmente llega la fase más delicada del tratamiento químico de las muestras, ya que se trata de separar definitivamente el contenido polínico del resto del sedimento por diferencia densimétrica (Girard y Renault-Miskovsky, 1969; Goeury y Beaulieu, 1979). Para ello, tras echar una gota de HCl en cada una de las muestras, se añade un licor denso de concentración del polen denominado licor de Thoulet (elaborado a base de yoduro de potasio, yoduro de cadmio y agua destilada), a densidad 2. Una vez agitado durante un tiempo variable, normalmente unos 50 min en agitador mecánico o apenas 8 seg en un desintegrador celular ultrasónico (desintegrador ultrasónico Sonifer 450 CE con micropunta roscada), este licor es filtrado a través de unos filtros de fibra de vidrio, en los que queda el contenido polínico existente en la muestra, de acuerdo con la densidad antes mencionada. Tras un nuevo ataque de HCl para eliminar los carbonatos del filtro o de ácido fluorhídrico en el caso de usar filtros de fibra de vidrio y su correspondiente neutralización, ya se tiene lista la muestra para ser observada al microscopio.
4. Todas las muestras analizadas en este trabajo han sido conservadas en tubos Eppendorf en glicerina gelatinada. En ningún caso se procedió a su tinción por la evidente posibilidad que existe de que ésta enmascare la ornamentación de ciertos tipos polínicos (Franco Múgica *et al.*, 1997).

La preparación de las muestras que se observarán al microscopio óptico se ha realizado usando portaobjetos de 76 x 26 mm, de 1 mm de espesor, sobre los cuales se han colocado cubreobjetos de 24 x 60 mm, sellándolas finalmente con histolaque para evitar perder la muestra, y que esta quede fijada y sea más fácil su lectura. La identificación se ha realizado mediante microscopía óptica (microscopio Nikon [objetivos de 40x y 100x]).

Microfósiles polínicos

La identificación del polen es posible gracias a que una de las paredes del grano (esporodermis) está constituida por una sustancia muy resistente llamada esporopolenina, lo que permite su conservación a lo largo del tiempo, así como resistir el proceso químico al que son sometidas las muestras. La estructura y composición química de la esporodermis de las esporas de helechos y otros pteridófitos es similar a la de los pólenes, circunstancia por la que también es posible su conservación y estudio. Los principales caracteres diagnósticos de los pólenes son los siguientes:

- Número de granos que presenta. Los pólenes dentro de la antera se encuentran unidos de 4 en 4, en forma de tétradas; pero, al ser liberados de la antera, la mayoría se dispersan de manera individual (mónadas). Más excepcionalmente pueden aparecer unidos en grupos de 2 (diadas), 4 (tétradas) o > 4 granos (poliadas).
- Ornamentación y estructura de la exina. La exina es la capa más externa de la esporodermis, formada a su vez por diferentes capas, la más externa de las cuales (ectexina) puede tener un aspecto liso (sin ornamentación), baculado (presencia de elementos de más de una micra y más altos que anchos), equinados (elementos puntiagudos de más de 3 micras), etc.
- Distribución y forma de las aperturas. Las aperturas son zonas en las que la exina adelgaza e incluso puede desaparecer, favoreciendo la salida del tubo polínico a través del cual se produce la fecundación de la ovocélula. Caracterizan al grano de polen en función de su número, forma y distribución. Existe una denominación específica para estos tipos de caracteres según el número de aperturas, existiendo especies que carecen de ellas y otras que pueden superar el medio centenar (0: inaperturado; 1: mono-, 2: di-, 3: tri-, 4: tetra-, 5: penta-, 6: hexa-, > 6: poli-). Según la forma de estas aperturas, los granos de polen se clasifican en colpados (apertura el doble de larga que de ancha), porados (apertura igual de larga que de ancha) y colporados, una mezcla de ambos. La distribución de las aperturas también es un elemento definitorio, ya se localicen en la zona del ecuador, se distribuyan por toda la superficie o se limiten a los polos (en la zona del ecuador: zono-; por toda la superficie: panto-).
- Forma y tamaño del polen o espora. Debido a que, una vez fuera de la flor, la forma y el tamaño del grano de polen pueden sufrir variaciones como consecuencia de la exposición a las condiciones medioambientales y de sedimentación, estas características son tenidas en cuenta con carácter más orientativo que determinante.

Para la identificación de los morfotipos polínicos se han utilizado colecciones de referencia. Además, se ha utilizado bibliografía diversa sobre las características morfométricas de los palinomorfos (Moore y Webb, 1978; Bonnefille y Riollet 1980; Moore *et al.*, 1991; Blakmore *et al.*, 1992; Reille, 1992, 1995).

Microfósiles no polínicos

Un avance muy importante relacionado con los estudios paleoambientales, que viene desarrollándose desde mediados de los años 70 del siglo pasado, lo constituye el estudio de lo que se ha denominado microfósiles o palinomorfos no polínicos (MNP). Se trata de un conjunto de elementos que encontramos en el residuo palinológico, formado tanto por materia orgánica como mineral, que incluye esporas algales, cianobacterias, esporas fúngicas y restos de talo, cuerpos fructíferos de hongos, fragmentos de briófitos o pteridófitos, microrrestos animales, microfósiles de naturaleza biológica desconocida, etc. (López Sáez *et al.*, 1998, 2000; Van Geel, 2001; Galop y López Sáez, 2002).

El estudio de los microfósiles no polínicos (MNP) no supone preparaciones ni tratamientos químicos adicionales, sino que estos son los mismos que los utilizados en los análisis palinológicos tradicionales (Van Geel, 2001). Supone pues una importante e indispensable fuente de información adicional sobre aspectos paleoecológicos y paleoambientales difíciles de detectar con los análisis polínicos tradicionales versados exclusivamente en el estudio del polen.

En el protocolo palinológico, los microfósiles no polínicos pueden colaborar eficazmente a conocer aspectos tales como el grado de contaminación de las aguas, la evolución temporal del trofismo, la utilización selectiva del fuego, el origen natural o antrópico de los incendios, la relación entre los periodos de sequedad y humedad, el nivel de circulación del agua, la variación del nivel de la capa freática, el grado de erosión, e incluso del mismo nivel de antropización de un yacimiento en el sentido de poder cuantificar el grado de ocupación.

Para la identificación de estos MNP se ha recurrido a abundantes referencias bibliográficas (Van Geel, 1978; Pals *et al.*, 1980; Van Geel *et al.*, 1981, 1983, 1989, 2003; Bakker y van Smeerdijk, 1982; Pantaleón *et al.*, 1996; López Sáez *et al.*, 1998, 2000). Los MNP identificados se han denominado según la tipología establecida para cada uno de ellos por la escuela del Dr. B. van Geel de la Universidad de Ámsterdam (Holanda), aunque en la mayor parte de los casos es posible su identificación a nivel genérico o específico.

Elaboración y representación de los datos palinológicos

A la hora de considerar si una muestra polínica es representativa para la interpretación de un análisis paleopalínológico, hay que tener en cuenta dos conceptos: la suma base polínica (*pollen sum*) y la diversidad taxonómica. En este trabajo se acepta que una muestra es representativa de la vegetación de su entorno cuando (López Sáez *et al.*, 2003):

- La suma base polínica cuenta con 200 granos de polen, descontando los taxa hidro-higrófilos, microfósiles no polínicos, del género *Aster*, *Cardueae* y *Cichorioideae*.
- Estén presentes al menos 20 taxas diferentes en la suma base polínica.
- El porcentaje depólenes indeterminables no supera el 50 % de la suma base polínica.

El último paso seguido en el análisis polínico ha sido la elaboración de una gráfica que muestre el desarrollo de los distintos tipos polínicos y no polínicos a lo largo de la secuencia. El tratamiento de datos y la representación gráfica se han realizado con ayuda de los programas TILIA y TGview (Grimm, 1992, 2004), junto con el programa de tratamiento de imagen Inkscape (software libre) para el perfeccionamiento de las figuras. Para la elaboración del diagrama polínico, como ya se ha contado, se han excluido de la suma base los taxa hidro-higrófilos, los microfósiles no polínicos, así como *Aster*, *Cardueae* y *Cichorioideae*, debido a que por su carácter zoófilo suelen estar sobrerrepresentados (Bottema, 1975; López Sáez *et al.*, 1998, 2000, 2003). El porcentaje relativo de estos palinomorfos excluidos se ha calculado respecto a la suma total (figura A3).

A.3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El primer comentario se refiere al estado de conservación de los restos esporopolínicos. En general, los microrrestos vegetales estaban en un estado de conservación bastante comprometido, lo que ha dificultado enormemente la asignación a tipos polínicos. En lo que se refiere a la representatividad de las muestras, 9 de ellas han resultado estériles o no ser estadísticamente representativas (al no contener el mínimo de microrrestos señalados en el apartado 2.4). Tan solo 6 muestras del total han alcanzado el umbral mínimo antes señalado (más de 200 granos de polen, descontando los taxa hidro-higrófilos, microfósiles no polínicos, género *Aster*, *Cardueae* y *Cichorioideae*, un mínimo de 20 taxas diferentes y con una variedad taxonómica adecuada, y valores de indeterminable inferiores al 3 %).

En lo que se refiere a la composición de la cubierta vegetal en el entorno de Los Azogues (figura A3), los valores de polen arbóreo oscilan entre 40,8-46,6 %. A escala local, los taxones más representativos son los caducifolios; entre ellos los *Quercus* caducifolios (englobando *Quercus robur*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus faginea*, 5,7-10,8 %), los avellanos (*Corylus*, 1,9-9,4 %) los abedules (*Betula*, 5,7 %) y los tilos (*Tilia*), dibujando la existencia de pequeñas manchas de bosques mixtos caducifolios en el entorno, bien adaptados a un clima atlántico dominado por la humedad ambiental. En relación con esas mismas condiciones ambientales, se documentan algunos taxones típicos de ambientes riparios, como los sauces (*Salix*, 5,7-11,3 %), alisos (*Alnus*, valores máximos de 7,7 %), fresnos (*Fraxinus*, valores máximos de 7,5 %) y olmos (*Ulmus*), si bien, teniendo en cuenta factores topográficos y ambientales locales, bien podrían estar relacionados con cursos de agua corriente estables, o bien con los bosques mixtos caducifolios antes mencionados. El historiador del siglo XVI Juan de Castañeda describía en 1592 los alrededores de la ciudad de Santander de la siguiente manera: “Tiene muchos

montes, principalmente de robles, encinas, castaños y hayas". Del mismo modo, la descripción de este paisaje se repite, en este caso haciendo referencia a la comarca de Las Asturias de Santillana, de la que se dice: "Es toda llena de bosques de grandíferos y poblada de muchos bosques y arboledas de grandes e infinitos castaños, nogales y robles" (Díez Herrera, 1987).

Otros morfotipos identificados son los pinares de *Pinus sp.*, con valores máximos de 9,3 %. Sin embargo, debido a su gran producción polínica y amplia dispersión geográfica (a causa de su polinización anemófila), su representación paisajística local era residual. Los estudios de lluvia polínica actual han demostrado que tan solo cuando se documentan valores de más del 60 % se puede considerar la existencia de pinares a escala local (López Sáez *et al.*, 2013). En este caso, debemos suponer la presencia de pinares a escala regional, posiblemente en las zonas montañosas cercanas, donde diferentes estudios paleobotánicos han documentado la presencia de estos pinares en la zona del Asón (Pérez Díaz *et al.*, 2016a), como referencia más cercana, pero tampoco en unos porcentajes (< 20 %) que nos hagan pensar en amplios bosques de pinos, sino más bien en un paisaje que contaría con una banda de pinares no demasiado extensa por encima del bosque caducifolio. Encontramos también en esta localización de Los Collados del Asón un paisaje muy similar al de Los Azogues para las mismas cronologías, con una composición de bosques caducifolios que oscila entre 35,5 y 58 %, formados principalmente por avellanos y robles, y acompañados por tilos, olmos y sauces.

En la región cantábrica, la existencia de pinares ha sido ampliamente documentada en prácticamente todos los yacimientos y turberas que se han estudiado a lo largo del tiempo. Sin embargo, la presencia de estos pinos, más extensa durante el Pleistoceno, se vio reducida con la llegada del Holoceno, que habría sido un periodo de mejoría climática general. Las condiciones más térmicas de ese momento climático habría provocado, por tanto, el retroceso de los pinares y el desarrollo de formaciones caducifolias (robledales y hayedos), tal y como se ha descrito en registros polínicos regionales del tramo oriental cantábrico, caso de las turberas de Zalama, Los Tornos y Culazón (Peñalba, 1989; López Sáez *et al.*, 2013; Pérez Díaz *et al.*, 2016b), en Lago de Ajo en la parte central de la cordillera cantábrica (Allen *et al.*, 1996), o en la turbera del Alto de la Espina en Asturias (López Merino *et al.*, 2011).

Otros componentes arbóreos interesantes son los castaños (*Castanea*), identificados con valores máximos de 7,5 %. La presencia de castaño (*Castanea sativa* Mill) en el suroeste de Europa sigue siendo objeto de debate, ya que muchos autores solo consideran la presencia de esta especie en estos territorios como consecuencia de su cultivo intensivo desde la época romana (Scarascia-Mugnozza *et al.* 2000, Conedera *et al.*, 2004; Krebs *et al.*, 2004). Sin embargo, el registro paleobotánico lo documenta en el suroeste de Europa desde el Plioceno y Pleistoceno Inferior (Huntley y Birks, 1983). En la península ibérica se ha identificado en el registro fósil al menos desde el Pleistoceno Inferior (Can Guardiola, Atapuerca), así como en el Pleistoceno Medio (Lezetxiki, Atapuerca, Torralba, Ambrona, Formación Pinedo, Bolomor), posiblemente en relación con refugios glaciares. Desde diferentes ámbitos científicos se ha propuesto el carácter autóctono del castaño para la península ibérica (García Antón *et al.*, 1990; Morla Juaristi, 1996), y los datos paleobotánicos vienen apoyando esta hipótesis (Carrión *et al.*, 2003; Gómez Orellana *et al.*, 2007; Muñoz Sobrino *et al.*, 2004; Postigo Mijarra *et al.*,

2008, 2010, López Sáez *et al.*, 2017). En el contexto del norte de la península ibérica se ha documentado la presencia de castaño en el yacimiento arqueológico de Laminak II desde *circa* 12.500 cal BP (Uzquiano, 1994), en la turbera de Gesaleta desde *circa* 10.000 cal BP (Ruiz-Alonso *et al.*, 2019), en la turbera de Arbarrain desde *circa* 8.000 cal BP (Pérez Díaz *et al.*, 2018), en Atxuri desde *circa* 4.500 cal BP (Pérez Díaz *et al.*, 2015), por poner solo algunos ejemplos. Por ello, su presencia en este contexto no es extraña. En cualquier caso, su escasa representación no parece derivada de procesos de cultivo, sino más bien de especies silvestres.

Otro morfotipo interesante es el tejo (*Taxus*), poco frecuente en los registros palinológicos debido a problemas de conservación y escasa dispersión (Cortés *et al.*, 2000) y que en este caso se ha identificado en las muestras procedentes de las unidades estratigráficas 15 y 16 (figura A3). Su grano de polen, además, tiene bajo contenido de esporopolenina, por lo que la susceptibilidad a la oxidación es elevada (Havinga 1964, 1967), lo que favorece que su representación polínica sea generalmente baja. En este caso, sus valores reducidos (no superiores al 3 %) sí son suficientes para señalar la existencia de algún pie aislado en las cercanías del asentamiento. La presencia de tejo se ha documentado en la región antábrica en diferentes yacimientos y turberas desde la prehistoria, con la presencia de madera carbonizada en el caso de las cuevas de El Mirón (Zapata 2012), Mazaculos II (Uzquiano 1992, 1995) y el yacimiento de Peña Oviedo (Díez Castillo, 1996, 2008), y mediante análisis polínicos en la turbera de Cueto de la Avellanosa (Núñez de la Fuente, 2018). La madera de tejo es conocida por su alto valor, ya que es fuerte, densa y de muy buena calidad. Esto ha condicionado su uso en el pasado para numerosas actividades, entre ellas para la fabricación de armas, documentadas al menos desde el Paleolítico (Oakley *et al.*, 1977; Thieme y Veil, 1985). Confeccionados también con madera de tejo, eran el arco y el mango del hacha que llevaba Ötzi, “el hombre de los hielos”, localizado en 1991 debido a la fusión de los glaciares en los Alpes (*circa* 5.300 cal BP), en la frontera entre Italia y Austria (Spindler, 1994). También eran conocidos durante la Edad Media los arcos y las lanzas fabricados con madera de tejo. En 1396 existe una referencia: Martín, balletero del rey de Navarra, Carlos III el Noble, fue enviado a los montes de Burunda y Amescua a cortar tejos para hacer arcos de ballesta (Schwendtner, 2010). El excesivo uso de este árbol para la realización de armas hizo aparecer legislaciones medievales para protegerlo, remontándose incluso a la Alta Edad Media en varios países europeos. En España, los antiguos fueros de Soria y Segovia protegían al tejo y al acebo, pese a su uso forrajero, no permitiendo aprovechar más que las ramas que pudieran cortarse a mano y no con hacha o cuchillo (Ruiz Alonso, 2014). El tejo también ha sido utilizado a lo largo de la historia como elemento constructivo por su robustez y durabilidad, como forraje para los animales, e incluso en yacimientos relacionados con la estabulación de animales. Parece que se usaba a modo de insecticida, por sus conocidas propiedades antibacterianas y antimicrobianas (Daniewski *et al.*, 1998; Erdemoglu y Sener, 2001).

Algo similar se puede decir de la presencia en la unidad estratigráfica 7 (inhum. 81) de *Olea europaea*, si bien con valores muy reducidos (0-1,9 %). En este caso, bien pudiera tratarse de la especie silvestre, asociada a formaciones esclerófilas de encinar cantábrico (junto con el madroño, que también se ha identificado), o algunos cultivos puntuales

de olivo, si bien en el estado actual de nuestro conocimiento no es posible aportar más información al respecto.

Los arbustos tienen una representación muy baja (máximos de 9,5 %). Están presentes algunos taxones típicos de los paisajes atlánticos como brezales (*Calluna vulgaris*, *Erica tipo*), tojos (*Genista/Ulex*) y otros de ambientes más secos y térmicos, como madroños (*Arbutus*) o enebros (*Juniperus tipo*), estos quizá adaptados a formaciones esclerófilas de tipo encinar cantábrico.

El componente herbáceo es muy importante (valores entre 44,6 y 59,2 %), señalando el dominio de los espacios abiertos compuestos por praderas de gramíneas (*Poaceae*, 15,4-26,4 %), junto con comunidades de inspiración antrópico-nitrófila y antropo-zoógena (géneros *Aster*, *Cardueae*, *Cichorioideae*, *Chenopodiaceae*, *Urtica dioica tipo*, *Plantago lanceolata*), indicando un grado muy importante de antropización del espacio (figura A4). Destaca entre ellos los valores de *Cichorioideae* (familia de las compuestas), habitualmente sobrerrepresentadas en contextos arqueológicos debido a su polinización zoófila y que alcanza valores máximos de 36,5 %. No se han detectado especies cultivadas, habitualmente cereales; sin embargo, los elevados valores que alcanzan las fabáceas (9,2 %) hacen pensar en algún tipo de cultivo relacionado con las leguminosas.

Otros taxones identificados son *Brassicaceae* y *Ranunculaceae*, con valores máximos de 11 y 5,6 %, respectivamente. En cuanto a las plantas hidro-higrófilas, se encuentran tanto *Filicales monoete* como *trilete*, con valores elevados (42,8 y 11,2 %, respectivamente). Destaca, asimismo, la presencia de *Polypodium vulgare* (1,9-24,9 %) y de *Cyperaceae* (0,6-11 %), especies habituales en contextos húmedos.

Por último, los microfósiles no polínicos son variados. Cabe destacar la presencia de *Glo-mus cf. fasciculatum* y *Pseudoschizaea circula*, ambos indicadores de la concurrencia de procesos de antropización por remoción de sedimentos, si bien en ambos casos sus valores no son demasiado elevados (máximos de 7,7 y 4,4 %, respectivamente).

Desde el punto de vista paleoclimático, el período cronológico en el que se enmarcan las muestras analizadas (siglos XII-XV) se inscribe en dos fases diferentes. La primera dura hasta circa 1.350 cal AD (período cálido medieval), caracterizado en el suroeste de Europa por temperaturas y precipitaciones en ascenso. Este fenómeno es evidente en algunos depósitos, si bien algo alejados del entorno de Santander, como el caso de la turbera de Prados de Randulanda (Álava), donde la alta resolución de su análisis permite identificar esta fase (Pérez Díaz, 2012). En el caso del yacimiento arqueológico de Los Azogues, la presencia de vegetación esclerófila puede ser una evidencia de este momento.

Tras esta última anomalía de carácter árido y cálido medieval, se produce un nuevo y rápido cambio climático, de carácter frío, pero en este caso hacia condiciones de mayor humedad (Mayewski *et al.*, 2004), que dan lugar a la conocida como Pequeña Edad del Hielo. Su inicio, según autores, podría establecerse entre 1300 y 1400 cal AD (Desprat *et al.*, 2003;

Mayewski *et al.*, 2004; Mann, 2007; Jalut *et al.*, 2009), extendiéndose hasta mediados del siglo XIX cal AD (*circa* 1850 cal AD), con una fase inicial más seca hasta 1550 cal AD, y otra más húmeda que perdura hasta la actualidad (Bradley y Jones, 1993).

A lo largo de la Pequeña Edad del Hielo, no obstante, se documentan al menos cuatro momentos que representan mínimos de temperatura, relacionados, entre otros factores, con la disminución de la actividad solar (Grove, 2001; González Rouco *et al.*, 2003; Steinhilber *et al.*, 2009). Son los denominados mínimos de Wolf (*circa* 1280-1350 cal AD), Spörer (*circa* 1460-1550 cal AD), Maunder (*circa* 1645-1715 cal AD) y Dalton (*circa* 1790-1820 cal AD), de los cuales el más pronunciado sería el mínimo de Maunder. La fase más fría se sitúa entre 1570-1730 cal AD, y también otra en el siglo XIX cal AD (Bradley y Jones, 1993), a las que posteriormente se hará mención.

En el caso del yacimiento arqueológico de Los Azogues, debido a la escasa resolución con que contamos hasta el momento en el estudio palinológico, esta fase no ha podido ser identificada. Sin embargo, esta fase sí está documentada en otros lugares como la turbera de Prados de Randulanda antes mencionada, donde, desde *circa* 1320 cal AD, la reconstrucción paleoclimática muestra un descenso térmico prolongado, acompañado de un régimen irregular de precipitaciones (Pérez Díaz, 2012).

A.4

CONCLUSIONES

El estudio palinológico de la necrópolis medieval de Los Azogues presenta características relativamente homogéneas a lo largo de la secuencia estudiada. De este análisis se deduce que el lugar del yacimiento estaría compuesto a nivel paisajístico por un bosque de tipo caducifolio en lo que se refiere al estrato arbóreo. En este paisaje, especies como el roble, el sauce o el avellano tienen una buena presencia. A estas especies las acompañan otras típicas del cortejo del bosque caducifolio, como serían el aliso, el abedul o el fresno, evidenciando de este modo un momento climático relativamente húmedo. Los pinos, aunque también están representados en el paisaje de estos momentos, y dado el relativamente bajo porcentaje de los mismos (máximo de 9,3 %) se encontrarían en lugares más alejados, y posiblemente se trate de una presencia a escala regional y no local, o bien de pinos aislados en el entorno, sin constituir de ninguna manera formaciones dominantes en las cercanías del yacimiento de Los Azogues.

Apoyan los datos anteriores referentes a un clima húmedo la presencia de vegetación hidro-higrófila, como son los diferentes tipos de helechos. No obstante, el espacio que rodeaba al yacimiento habría estado dominado más por zonas abiertas, en las que la vegetación herbácea era la más importante, siendo los arbustos muy escasos. En concreto, el dominio paisajístico correspondía a pastizales de gramíneas junto con comunidades antrópicas-nitrófilas, lo que podría estar evidenciando que esta población habría estado ligada, entre otras cosas, a actividades económicas productoras, pues estos pastizales de gramíneas corresponderían a pastizales de uso ganadero.

CUADRO A.1. *Procedencia y representatividad de las muestras estudiadas en el yacimiento arqueológico de Los Azogues (Santander, Cantabria)*

MUESTRA	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA (UE)	REPRESENTATIVIDAD
15	UE-4-TOP	Estéril
14	UE-4-BASE	Estéril
13	UE-4	No representativo
12	UE-13	Estéril
11	UE-5	No representativo
10	UE-6	No representativo
9	UE-7-TOP	Sí
8	UE 7. INHUM 82	Sí
7	UE 7. INHUM 81	Sí
6	UE-7-BASE	Estéril
5	UE-11	Sí
4	UE-15	Sí
3	UE-16	Sí
2	UE 19-TOP	No representativo
1	UE 19-BASE	Estéril



Figura A.1. *Localización de las muestras de la UE 4 en el yacimiento arqueológico de Los Azogues (Santander, Cantabria).*



Figura A.2. *Localización de las muestras en el perfil estratigráfico del yacimiento arqueológico de Los Azogues (Santander, Cantabria).*

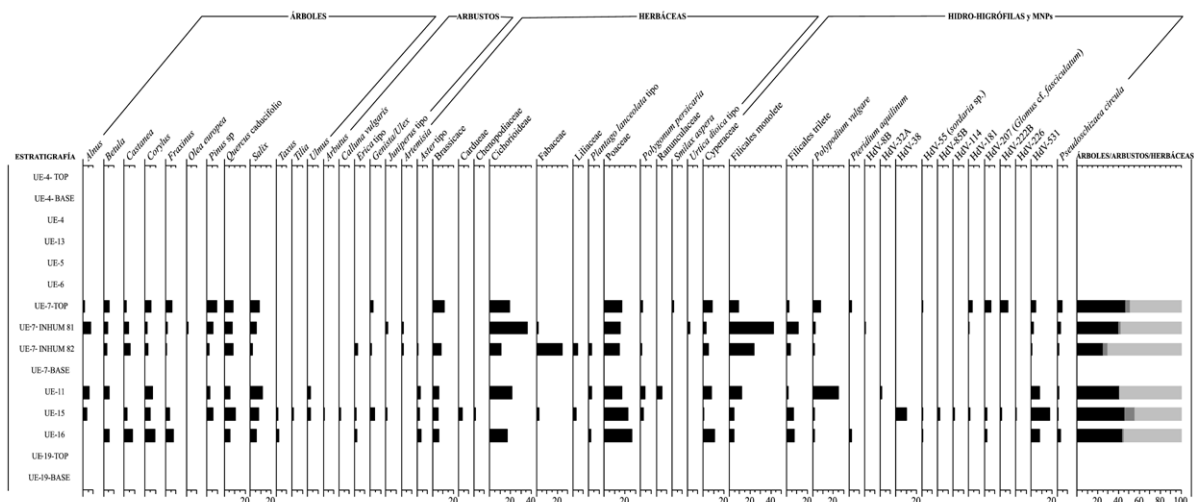


Figura A.3. Histograma palinológico del yacimiento arqueológico de Los Azogues (Santander, Cantabria).

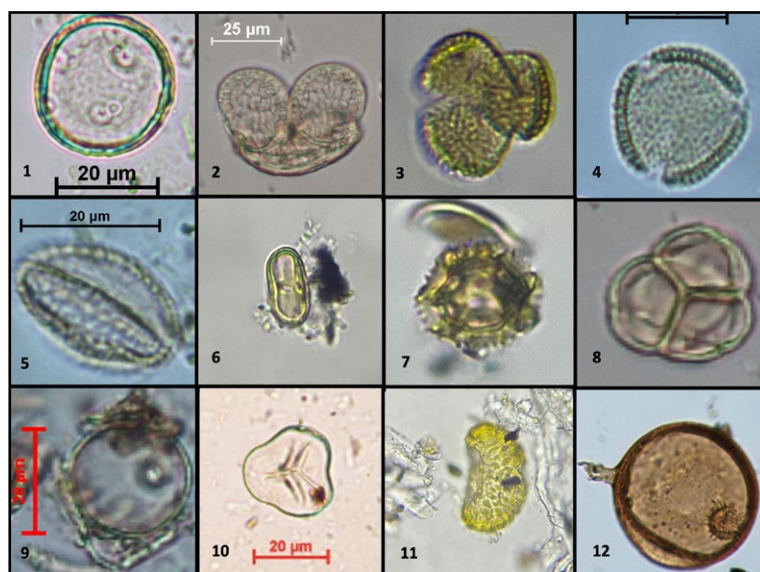


Figura A.4. Imagen representando algunos de los morfotipos polínicos identificados en el yacimiento arqueológico de Los Azogues (Santander, Cantabria). 1. *Plantago lanceolata*, 2. *Pinus* sp., 3. *Brassicaceae*, 4. *Olea europea*, 5. *Salix*, 6. *Fabaceae*, 7. *Cichorioideae*, 8. *Erica* tipo, 9. *Poaceae*, 10. *Filical trilete*, 11. *Polypodium vulgare*, 12. *Glomus* cf. *fasciculatum*..

LISTADO DE FIGURAS Y TABLAS

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.1.	Exposición a eventos de oleaje intenso	14
Figura 1.2.	Impactos en la infraestructura urbana por eventos climáticos extremos	14
Figura 1.3.	Estrés hídrico sometido por nuevas condiciones climáticas	16
Figura 1.4.	Entidades de población (residencial) que conforman el municipio de Santander	17
Figura 1.5.	Densidad de población (habitantes/km ²) por secciones censales en el municipio de Santander	19
Figura 1.6.	Orografía del municipio de Santander	20
Figura 1.7.	Herramienta de apoyo a la adaptación Climate-ADAPT	27
Figura 3.1.	Esquema metodológico	31
Figura 3.2.	Interacciones y opciones de reducción del riesgo	34
Figura 3.3.	Cartografía de secciones censales y distritos en el municipio de Santander	36
Figura 4.1.	Temperatura media, escenarios Adapteca	44
Figura 4.2.	Comparativa escenarios RCP4.5 y RCP8.5 temperatura máxima, Adapteca	45
Figura 4.3.	Sesión participativa, taller de percepción del riesgo	47
Figura 4.4.	Porcentaje puntuación final para amenazas climáticas directas, frecuencia e intensidad	48
Figura 4.5.	Esquema de la metodología FICLIMA	55
Figura 4.6.	Esquema de datos necesarios para el estudio	56
Figura 4.7.	Observatorios disponibles de la red AEMET	57
Figura 4.8.	Incrementos esperados de temperatura máxima para el siglo XXI	60
Figura 4.9.	Incrementos esperados de temperatura mínima para el siglo XXI	60
Figura 4.10.	Valores absolutos esperados de precipitación (mm) para el siglo XXI	61
Figura 4.11.	Incrementos esperados de humedad máxima para el siglo XXI	61
Figura 4.12.	Incrementos esperados de humedad mínima para el siglo XXI	62
Figura 4.13.	Incrementos esperados de presión para el siglo XXI	62
Figura 4.14.	Incrementos esperados de viento medio para el siglo XXI	63
Figura 4.15.	Valores esperados de racha máxima media de viento de componente sur para el siglo XXI	63
Figura 4.16.	Valores esperados de racha máxima de viento de componente sur para el siglo XXI	64
Figura 4.17.	Índice de amenaza normalizado por eventos de pluviometría extrema	67
Figura 4.18.	Amenaza por inundación fluvial periodos de retorno 10, 100 y 500 años	69
Figura 4.19.	Resultados del cálculo de la temperatura de superficie terrestre	71
Figura 4.20.	Porcentaje de superficie amenazada por potenciales islas de calor diurnas y secciones censales	71
Figura 4.21.	Índice de amenaza por ola de calor en Santander	74
Figura 4.22.	Índice de amenaza de sequía	77
Figura 4.23.	Índice de amenaza por viento extremo en Santander	79
Figura 4.24.	Áreas de inundación costera y profundidad de inundación 2100 RCP8.5	81

Figura 5.1.	Viales susceptibles de encharcamiento obtenidos a través del modelado de <i>Blue Spots</i>	85
Figura 5.2.	Ubicación de viales susceptibles de encharcamiento	87
Figura 5.3.	Detalle de los tramos de caminos secundarios que se ubican en áreas de inundación fluvial	88
Figura 5.4.	Detalle del tramo de la línea de ferrocarril convencional que se ubica en áreas de inundación fluvial	89
Figura 5.5.	Cultivos y áreas naturales expuestas a eventos de inundación fluvial	90
Figura 5.6.	Población residente expuesta por parcela frente a potenciales islas de calor diurnas	91
Figura 5.7.	Porcentaje de población residente expuesta frente a potenciales islas de calor diurnas	91
Figura 5.8.	Zonas de riesgo por fuerte viento en el municipio de Santander	92
Figura 5.9.	Elementos expuestos y grado de exposición a viento extremo	92
Figura 5.10.	Exposición a viento norte-noroeste y sur-suroeste en las áreas definidas por el PEMUSAN (2016)	93
Figura 5.11.	Distribución de la exposición a viento extremo en diferentes áreas de la ciudad	93
Figura 5.12.	Índice normalizado de exposición frente a rachas de viento de componente sur	94
Figura 5.13.	Población residente expuesta a amenaza por inundaciones costeras	95
Figura 5.14.	Detalle de la ubicación de los edificios residenciales expuestos a inundación costera en el norte, este y sur	96
Figura 5.15.	Superficie (m ²) de edificios residenciales expuestos a inundación costera	97
Figura 5.16.	Nivel de exposición en infraestructura e instalaciones por amenaza de inundación costera	98
Figura 5.17.	Detalle de la concentración de construcciones expuestas a inundaciones costeras	99
Figura 5.18.	Detalle de la concentración de activos económicos en el sector costero este	100
Figura 5.19.	Nivel de exposición en activos económicos frente a inundaciones costeras	100
Figura 5.20.	Mapa de exposición de inundación costera	102
Figura 5.21.	Porcentaje de superficie de playa expuesta a inundación costera	102
Figura 5.22.	Hábitats litorales de Santander	103
Figura 5.23.	Porcentaje de superficie de hábitats litorales expuestos a inundación costera	103
Figura 5.24.	Índice de exposición combinado (adimensional) frente a amenaza de inundación costera histórico ..	105
Figura 5.25.	Índice de exposición combinado (adimensional) frente a amenaza de inundación costera 2050	105
Figura 5.26.	Índice de exposición combinado (adimensional) frente a amenaza de inundación costera 2100	106
Figura 5.27.	Índice normalizado de sensibilidad climática frente a eventos de inundaciones pluviales 2050	113
Figura 5.28.	Índice normalizado de sensibilidad climática frente a eventos de inundaciones pluviales 2100	113
Figura 5.29.	Índice normalizado de sensibilidad climática frente a eventos de temperatura extrema 2050	114
Figura 5.30.	Índice normalizado de sensibilidad climática frente a eventos de temperatura extrema 2100	115
Figura 5.31.	Índice normalizado de sensibilidad climática frente a eventos de sequía meteorológica 2050	116
Figura 5.32.	Índice normalizado de sensibilidad climática frente a eventos de sequía meteorológica 2100	116
Figura 5.33.	Índice normalizado de sensibilidad climática frente a eventos de viento extremo 2050	117
Figura 5.34.	Índice normalizado de sensibilidad climática frente a eventos de viento extremo 2100	118
Figura 5.35.	Índice normalizado de sensibilidad climática frente a inundaciones costeras 2050	119
Figura 5.36.	Índice normalizado de sensibilidad climática frente a inundaciones costeras 2100	119
Figura 5.37.	Componentes del riesgo	120
Figura 5.38.	Índice de riesgo normalizado por eventos de inundación pluvial en viales	122
Figura 5.39.	Índice de riesgo normalizado por eventos de inundación fluvial	124
Figura 5.40.	Índice normalizado de riesgo por potenciales islas de calor diurnas	126
Figura 5.41.	Índice de riesgo normalizado por la ocurrencia de noches cálidas	128
Figura 5.42.	Índice de riesgo normalizado por la ocurrencia de olas de calor	130
Figura 5.43.	Defunciones observadas y estimadas atribuibles al exceso de temperatura	135
Figura 5.44.	Impactos directos e indirectos de la exposición al calor extremo	135
Figura 5.45.	Índice de riesgo por sequía meteorológica	137
Figura 5.46.	Índice normalizado de riesgo por rachas de viento de componente sur	140
Figura 5.47.	Índice de riesgo normalizado por Inundación costera, escenario histórico	142
Figura 5.48.	Índice de riesgo normalizado por inundación costera, escenario proyectado a 2050 (RCP8.5)	143
Figura 5.49.	Índice de riesgo normalizado por inundación costera, escenario proyectado a 2100 (RCP8.5)	143
Figura 5.50.	Conectividad ecosistémica de la infraestructura verde de Santander	147

Figura 5.51.	Potencial conectividad entre espacios verdes privados y públicos	148
Figura 5.52.	Encharcamiento en el túnel de la calle Burgos, Santander	152
Figura 5.53.	Localización de posibles zonas de encharcamiento (Santiago Mayor – avenida de Parayas).	153
Figura 5.54.	Superposición de islas de calor urbano y zonas verdes	154
Figura 5.55.	Áreas expuestas y posibles acciones sobre el frente litoral	156
Figura 8.1.	Desarrollo del taller con la presencia de la concejala Margarita Rojo	283
Figura 8.2.	Fotografías de segundo taller técnico. Resultados preliminares	285
Figura 8.3.	Participación actividades en la Noche Europea de los Investigadores e Investigadoras, 2023	286
Figura 8.4.	Talleres participativos IES Alberto Pico, Santander	288
Figura 8.5.	Cambios percibidos en las amenazas directas	292
Figura 8.6.	Elementos expuestos por amenazas directas	292
Figura 8.7.	Valoración de factores de sensibilidad socioeconómica a las amenazas directas	293
Figura 8.8.	Valoración de factores de sensibilidad material a las amenazas directas	294
Figura 8.9.	Valoración de factores de sensibilidad ambiental a las amenazas directas	294
Figura 8.10.	Fotografías de segundo taller técnico. Resultados preliminares	297
Figura 8.11.	Desarrollo de los talleres participativos en los centros cívicos	297
Figura 8.12.	Estructura de metas y objetivos preseleccionados	298
Figura 8.13.	Panel de discusión del segundo ciclo de talleres ciudadanos	300
Figura A.1.	Localización de las muestras de la UE 4 en el yacimiento arqueológico de Los Azogues (Santander, Cantabria)	371
Figura A.2.	Localización de las muestras en el perfil estratigráfico del yacimiento arqueológico de Los Azogues (Santander, Cantabria)	371
Figura A.3.	Histograma palinológico del yacimiento arqueológico de Los Azogues (Santander, Cantabria)	372
Figura A.4.	Imagen representando algunos de los morfotipos polínicos identificados en el yacimiento arqueológico de Los Azogues (Santander, Cantabria)	372

LISTADO DE CUADROS

CUADRO 4.1.	Conjunto de datos climáticos para Santander de Climate-ADAPT	43
CUADRO 4.2.	Análisis de riesgos, PEMUSAN	51
CUADRO 4.3.	Variables climáticas actuales de Santander	53
CUADRO 4.4.	Ventajas de la metodología FICLIMA frente a otras metodologías de <i>downscaling</i> estadístico	55
CUADRO 4.5.	Conjunto de observatorios climáticos	56
CUADRO 4.6.	Análisis de riesgos, PEMUSAN	58
CUADRO 4.7.	Frecuencia media anual e índices de amenaza media	67
CUADRO 4.8.	Número medio de TCA al año en Santander	68
CUADRO 4.9.	Número medio de olas de calor al año en Santander	73
CUADRO 4.10.	Duración media de los episodios de olas de calor en Santander	73
CUADRO 4.11.	Valores medios por horizonte temporal de intensidad máxima y días de ola de calor al año	74
CUADRO 4.12.	Frecuencia media de eventos de noches tropicales con temperatura mínima de 20 °C en Santander ..	75
CUADRO 4.13.	Duración media de las noches tropicales con temperatura mínima de 20 °C en Santander	75
CUADRO 4.14.	Frecuencia media de eventos de noches tórridas con temperatura mínima de 25 °C en Santander	76
CUADRO 4.15.	Duración media de las noches tórridas con temperatura mínima de 25 °C en Santander	76
CUADRO 4.16.	Valores medios de racha máxima en km/h e índice de amenaza combinado	80
CUADRO 4.17.	Variaciones de índices por subida del nivel del mar	81

CUADRO 5.1.	Resultados de la frecuencia de eventos de pluviometría extrema en Santander	84
CUADRO 5.2.	Características según nivel de incertidumbre	86
CUADRO 5.3.	Distribución de coberturas vegetales en la zona de inundación	89
CUADRO 5.4.	Población residente expuesta por inundación costera y escenarios, histórico y proyectados	94
CUADRO 5.5.	Resultados para construcción residencial y vivienda expuesta	96
CUADRO 5.6.	Conjunto de infraestructuras e instalaciones expuestas a inundaciones costeras	98
CUADRO 5.7.	Conjunto de activos económicos expuestos a inundaciones costeras para cada uno de los escenarios	99
CUADRO 5.8.	Conjunto de recursos naturales expuestos a inundaciones costeras	101
CUADRO 5.9.	Sensibilidad socio-económica	109
CUADRO 5.10.	Sensibilidad material	110
CUADRO 5.11.	Sensibilidad ambiental, calidad de vida y bienestar social	110
CUADRO 5.12.	Barrios y secciones censales con elevado índice de riesgo a impactos por pluviometría extrema ..	123
CUADRO 5.13.	Relación de barrios con los índices de riesgo más elevados por inundación fluvial	125
CUADRO 5.14.	Relación de barrios con los índices de riesgo más elevados por isla de calor	126
CUADRO 5.15.	Barrios y secciones censales afectados por altos índices de riesgo ante noches cálidas	129
CUADRO 5.16.	Barrios y secciones censales con índices elevados de riesgo a largo plazo para olas de calor	131
CUADRO 5.17.	Conjunto de barrios y secciones censales con elevados índices de riesgo por sequía	137
CUADRO 5.18.	Barrios y secciones que mantienen altos índices de riesgo a largo plazo por viento extremo	141
CUADRO 5.19.	Barrios y secciones censales con riesgo medio, alto y muy alto a largo plazo por inundación costera	144
CUADRO 5.20.	Listado de especies propuesta para plantaciones en Santander	150
CUADRO 6.1.	Lista larga de medidas	162
CUADRO 6.2.	Listado ajustado de medidas específicas	163
CUADRO 6.3.	Listado validado de metas, objetivos y medidas	163
CUADRO 7.1.	Valor base indicadores de sensibilidad (valor medio municipal)	274
CUADRO 8.1.	Intensidad y frecuencia de las amenazas directas consideradas	289
CUADRO 8.2.	Intensidad y frecuencia de las amenazas derivadas consideradas	291
CUADRO A.1.	Procedencia y representatividad de las muestras estudiadas en el yacimiento arqueológico de Los Azogues (Santander, Cantabria)	371

REFERENCIAS

- ADAPTECCA (2022). Escenarios de cambio climático. https://escenarios.adaptecca.es/#&model=EURO-CORDEX-EQM-verage&variable=tasmax&scenario=rcp85&temporalFilter=year&layers=AREAS&period=MEDIUM_FUTURE&anomaly=RAW_VALUE
- AEMET (2023). Registros meteorológicos históricos de Santander. Agencia Estatal de Meteorología.
- AIREF (2023). Opinión sobre la sostenibilidad de las Administraciones públicas a largo plazo: la incidencia de la demografía. La autoridad independiente de responsabilidad fiscal (AIReF). https://www.airef.es/wp-content/uploads/2023/03/OPINI%C3%93N-SOSTENIBILIDAD/AIReF-2023_Opinion-sostenibilidad-de-las-AAPP-largo-plazo.pdf
- Allen, J. R. M., Huntley, B. y Watts, W. A. (1996). The vegetation and climate of north-west Iberia over the last 14.000 yr. *Journal of Quaternary Sciences*, 11, 125-147.
- Ayuntamiento de Santander (2016). Plan de Emergencias Municipal del 2016. Cuerpo Municipal de Bomberos de Santander. Ayuntamiento de Santander.
- Banco Mundial (2011). Guide to Climate Change Adaptation in Cities. Accesible en <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/27396/653590WPOv200B0Urban0Handbook0Final.pdf?sequence=1>
- Bakker, M. y Van Smeerdijk, D. G. (1982). A palaeoecological study of a Late Holocene section from "Het IJperveld", Western Netherlands. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 36, 95-163.
- Benestad R. (2010). Downscaling precipitation extremes. *Theor Appl Climatol*, 100, 1-21. <https://doi.org/10.1007/s00704-009-0158-1>
- Bentsen, M., Olivieri, D., Seland, Ø., Toniazzo, T. Gjermundsen, A., Graff, L. S., Debernard, J. B., Gupta, A. K., He, Y., Kirkevåg, A., Schwinger, J., Tjiputra, J., Aas, K. S., Bethke, I., Fan, Y., Griesfeller, J., Grini, A., Guo, C., Ilicak, M., Karset, I. H. L., Landgren, O. A., Liakka, J., Moseid, K. O., Nummelin, A., Spensberger, C., Tang, H., Zhang, Z., Heinze, C., Iversen, T. y Schulz, M. (2019). NCC NorESM2-MM model output prepared for CMIP6 ScenarioMIP. Earth System Grid Federation. <https://doi.org/10.22033/ESGF/CMIP6.608>.
- Bi, D., Dix, M., Marsland, S., O'Farrell, S., Sullivan, A., Bodman, R., Law, R., Harman, I., Srbinovsky, J., Rashid, H. A., Dobrotoff, P., Mackallah, C., Yan, H., Hirst, A., Savita, A., Dias, F.B., Woodhouse, M., Fiedler, R. y Heerdege, A. (2020). Configuration and spin-up of ACCESS-CM2, the new generation Australian Community Climate and Earth System Simulator Coupled Model. *Journal of Southern Hemisphere Earth Systems Science* 70, 225-251. <https://doi.org/10.1071/ES19040>
- Blackmore, S., Le Thomas, A., Nilsson, S. y Punt, W. (1992). Pollen and spores. Terminology, Universidad de Utrecht, Utrecht.
- Bonnefille, R. y Riollot, G. (1980). *Pollens des savanes d'Afrique orientale*, CNRS, París.
- Bottema, S. (1975). The interpretation of pollen spectra from prehistoric settlements (with special attention to liguliflorae). *Palaeohistoria*, 17, 17-35.
- Bradley, R. S. y Jones, P.D. (1993). Little Ice Age summer temperature variations: their nature and relevance to recent global warming trends. *The Holocene*, 3(4): 367-376.
- Burjachs, F. (1990). Palinologia dels dòlmens de l'Alt Empordà i dels dipòsits quaternaris de la cova de l'Arbreda (Serinyà, Pla de l'Estany) i del Pla de l'Estany (Olot, Garrotxa). Evolució del paisatge vegetal i del clima des de fa més de 140.000 anys al N.E. de la Península Ibèrica. [Tesis Doctoral]. Publicaciones de la Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.

- Burjachs, F., López Sáez, J. A. e Iriarte, M. J. (2003). Metodología arqueopalinológica. En: Buxó, R., Piqué, R. (eds.), La recogida de muestras en arqueobotánica: objetivos y propuestas metodológicas. La gestión de los recursos vegetales y la transformación del paleopaisaje en el Mediterráneo occidental, pp. 11-18. Museu d'Arqueologia de Catalunya, Barcelona.
- Carmona, R., Díaz, J., Mirón, I. J., Ortiz, C., Luna, M. Y. y Linares, C. (2016). Mortality attributable to extreme temperatures in Spain: A comparative analysis by city. *Environment International*, 91, 22-28. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.02.018>
- Carrión, J. S., Sánchez-Gómez, P., Mota, J. F., Yll, R. y Chaín, C. (2003). Holocene vegetation dynamics, fire and grazing in the Sierra de Gádor, southern Spain. *The Holocene*, 13(6), 839-849.
- Catastro de 2023. Dirección General de Catastro (Cartografía Catastral INSPIRE).
- Climate Adapt (2023). Planning for Adaptation to Climate Change - Guidelines for Municipalities <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/guidances/planning-for-adaptation-to-climate-change-guidelines-for-municipalities>
- Comisión Europea (2021). Pacto Verde Europeo. Consecución de nuestros objetivos. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones de la UE. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/869813/EGD_brochure_ES.pdf
- Conedera, M., Krebs, P., Tinner, W., Pradella, M. y Torriani, D. (2004). The cultivation of *Castanea sativa* (Mill.) in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale. *Vegetation history and archaeobotany*, 13, 161-179.
- CORDEX (2023). EURO-CORDEX - Coordinated Downscaling Experiment - European Domain. <https://www.euro-cordex.net/>
- Cortés, S., Vasco, F. y Blanco, E. (2000). *El libro del tejo (Taxus baccata L.)*. 336 pp. ARBA, Madrid
- Costa Tenorio, M; Morla Juaristi, C; Sainz Ollero, H. (eds.) (2005). *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Editorial Planeta, Barcelona.
- Daniewski, W. M., Gumulka, M., Anczewski, W., Masnyk, M., Bloszyk, E. y Gupta, K. K. (1998). Why the yew tree (*Taxus baccata*) is not attacked by insects. *Phytochemistry*, 49 (5). Pp: 1279-1282.
- Desprat S., Sánchez-Goni M. F., Loutre M. F. (2003). Revealing climatic variability of the last three millennia in northwestern Iberia using pollen influx data. *Earth and Planetary Science Letters*, 213, 63-78.
- Díez Castillo, A. (1996). Una cabaña neolítica en los Picos de Europa. I Congrès de Neolithic a la Península Ibérica. *Rubricatum*, 1 (1), 349-355.
- Díez Castillo, A. (2008). Las excavaciones en la zona arqueológica de la Peña Oviedo. Las campañas de 2000 a 2003. Actuaciones arqueológicas en Cantabria, 2000-2003. Consejería de Cultura, Educación y Deporte, 101-106.
- Díez Herrera, C. (1987). Cantabria en la Edad Media, evolución socioeconómica (la formación de la sociedad feudal en Cantabria: la organización del territorio en los siglos IX al XIV). [Tesis Doctoral]. Universidad de Cantabria.
- Dodman, D. B., Hayward, M. Pelling, V. Castan Broto, W. Chow, E. Chu, R. Dawson, L. Khirfan, T. McPhearson, A. Prakash, Y. Zheng y G. Ziervogel (2022). Cities, Settlements and Key Infrastructure. En IPCC (2022). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 2897 - 2930. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.029>
- EC-Earth Consortium (EC-Earth) (2019). EC-Earth-Consortium EC-Earth3-Veg model output prepared for CMIP6 Scenario MIP. Earth System Grid Federation. <https://doi.org/10.22033/ESGF/CMIP6.727>
- EEA (2021). Vector-borne diseases. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/vector-borne-diseases-2/assessment>
- Erdemoglu, N. y Sener, B. (2001). Antimicrobial activity of the heartwood of *Taxus baccata*. *Fitoterapia*, 72(1), 59-61.
- Eyring, V., Bony, S., Meehl, G.A., Senior, C.A., Stevens, B., Stouffer, R.J. y Taylor, K.E. (2016). Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization, *Geosci. Model Dev.* 9: 1937-1958. <https://doi.org/10.5194/gmd-9-1937-2016>
- Fægri, K. e Iversen, J. (1989). Text-book of pollen analysis. 4 th. Edn. John Wiley & Sons, Chichester.
- Franco Múgica, F., García Antón, M., Sainz Ollero, H. 1997. Impacto antrópico y dinámica de la vegetación durante los últimos 2000 años BP en la vertiente septentrional de la sierra de Gredos: Navarredonda (Ávila, España). *Revue de Paléobiologie*, 16 (1), 29-45.
- Füssel, H. M., Klein y R. J. (2006). Climate change vulnerability assessments: An evolution of conceptual thinking. *Climate Change*, 75, 301-329. <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-006-0329-3>

- Galop, D. y López Sáez, J. A. (2002). Histoire agraire et paléoenvironnement: les apports de la palynologie et des microfossiles non-polliniques. *Trabalhos de Antropologia e Etnologia*, 42(1-2), 161-164.
- García Antón, M., Morla Juaristi, C. y Sainz Ollero, H. (1990). Consideraciones sobre la presencia de algunos vegetales relictos terciarios durante el Cuaternario en la península ibérica. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sec.Biol.)*, 86(1-4), 95-105.
- García, F. (2019). Planeamiento urbanístico y cambio climático: la infraestructura verde como estrategia de adaptación = Urban planning and climate change: green infrastructure as an adaptation strategy. *CIUR*, 122. <https://doi.org/10.20868/ciur.2019.122.3870>
- García, F., Solecki, W. D., Ribalaygua, C. (2018). Climate change adaptation in Europe and the United States: A comparative approach to urban green spaces in Bilbao and New York City. *Land Use Policy*, 79, 164-173. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.08.010>
- Gottelman, A., Mills, M. J., Kinnison, D. E., García, R. R., Smith, A. K., Marsh, D. R., Tilmes, S., Vitt, F., Bardee, C.G., McInerney, J., Liu, H. -L., Solomon, S. C., Polvani, L. M., Emmons, L. K., Lamarque, J. -F., Richter, J. H., Clanville, A. S., Neale, R. B., Simpson, I. R., DuVivier, A. K., Hodzic, A. y Randel, W. J. (2019). The whole atmosphere community climate model version 6 (WACCM6). *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124. <https://doi.org/10.1029/2019JD030943>
- Girard, M. y Renault-Miskovsky, J. (1969). Nouvelles techniques de préparation en palynologie appliquées à trois sédiments du Quaternaire final de l'Abri Cornille (Istres, Bouches du Rhône). *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, 1969(4), 275-284.
- GIZ (2016). Climate and Environmental Report 2016. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. https://www.giz.de/en/downloads/GIZ_ClimateEnvironment_2016_EN_180718.pdf
- Gobierno de Cantabria, 2018. Estrategia de acción frente al cambio climático de Cantabria 2018 – 2030. <https://www.cambioclimaticocantabria.es/documents/3528731/3528777/Estrategia+Cambio+Clim%C3%A1tico+2018-2030.pdf/5c61b11b-af55-97bc-58bd-ae68979089ab>
- Gobierno de España (2020a). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pn-acc-2021-2030_tcm30-512163.pdf
- Gobierno de España (2020b). Estrategia Española de Economía Circular, España Circular 2030. https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/espanacircular2030_def1_tcm30-509532_mod_tcm30-509532.pdf
- Gobierno de España (2021a). Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. <https://www.boe.es/eli/es/l/2021/05/20/7>
- Gobierno de España (2021b). España 2050: Fundamentos y propuestas para una estrategia nacional de largo plazo. Oficina Nacional de Prospectiva y Estrategia del Gobierno de España (coord.). Madrid: Ministerio de la Presidencia.
- Good, P., Sellar, A., Tang, Y., Rumbold, S., Ellis, R., Kelley, D. y Kuhlbrodt, T. (2019). MOHC UKESM1.0-LL model output prepared for CMIP6 ScenarioMIP ssp245. 1. Earth System Grid Federation. <https://doi.org/10.22033/ESGF/CMIP6.6339>
- Goeury, C. y Beaulieu, J. L. (1979). Á propos de la concentration du pollen à l'aide de la liqueur de Thoulet dans le sédiments minéraux. *Pollen and Spores*, 21, 239-251.
- Gómez-Orellana, L., Ramil-Rego, P. y Sobrino, C. M. (2007). The Würm in NW Iberia, a pollen record from area Longa (Galicia). *Quaternary Research*, 67(3), 438-452.
- González Rouco, F., Von Storch, H. y Zorita, E. (2003). Deep soil temperature as proxy for surface air-temperature in a coupled model simulation of the last thousand years. *Geophysical Research Letters*, 30(21), 2116.
- Gutiérrez, J. M., Herrera, S., San Martín, D., Sordo, C., Rodríguez, J. J., Frochoso, M., Ancell, R., Fernández, J., Cofiño, A. S., Pons, M. R. y Rodríguez, M. A. (2010). Escenarios regionales probabilísticos de cambio climático en Cantabria: termopluiometría. Universidad de Cantabria, Consejería de Medio Ambiente, Gobierno de Cantabria.
- Grimm, E.C. (1992). Tilia, version 2, Springfield. IL 62703. USA. Illinois State Musseum. Research and Collection Center.

- Grimm, E.C. (2004). TGVView. Illinois State Museum, Springfield.
- Grove, A. T. (2001). The "Little Ice Age" and its geomorphological consequences in Mediterranean Europe. *Climatic Change*, 18, 121-136.
- Havinga, A. (1964). Investigation into the differential corrosion susceptibility of pollen and spores. *Pollen et spores*, 4, 621-635.
- Havinga, A. J. (1967). Palynology and pollen preservation. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 2(1-4), 81-98.
- Hayes, M., Svoboda, M., Wall, N. y Widhalm, M. (2011). The Lincoln Declaration on Drought Indices: Universal Meteorological Drought Index Recommended. Drought Mitigation Center Faculty Publications. 14. <http://digitalcommons.unl.edu/droughtfacpub/14>
- Huntley, B. y Birks, H. J. B. (1983). *An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13000 years ago (BP)*. Cambridge University Press, Cambridge.
- IGN (2022). Base topográfica nacional. Instituto Geográfico Nacional.
- IH Cantabria - UC (2014). Cambio climático en la costa española. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente. https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/2014%20INFORME%20C3E%20final_tcm30-178459.pdf
- INE (2023). Censo de Población y Vivienda. Instituto Nacional de Estadística.
- IPCC (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA, 1-32.
- IPCC (2022a). Annex II: Glossary [Möller, V., Van Diemen, R., Matthews, J. B. R., Méndez, C., Semenov, S., Fuglestad J. S. y Reisinger, A. (eds.)]. En: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, 2897-2930, <https://doi.org/10.1017/9781009325844.029>.
- IPCC (2022b). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Jalut, G., Dedoubat, J. J., Fontugne, M. y Otto, T. (2009). Holocene circum-Mediterranean vegetation changes: Climate forcing and human impact. *Quaternary International*, 200 (1-2), 4-18.
- Krebs, P., Conedera, M., Pradella, M., Torriani, D., Felber, M. y Tinner, W. (2004). Quaternary refugia of the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.): an extended palynological approach. *Vegetation history and Archaeobotany*, 13, 145-160.
- Ley, P., De Castro, Ó. y García, F. (2024). Mass tourism urban destinations and climate change in small islands: resilience to extreme rainfall in the Canary Islands. *Environ Dev Sustain* 26, 10765-10785. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03406-7>
- López Merino, L., Martínez Cortizas, A. y López Sáez, J. A. (2011). Human induced changes on wetlands: a study case from NW Iberia. *Quaternary Science Reviews*, 30, 2745-2754.
- López Merino, L. y López Sáez, J. A. (2009). Dialéctica entre el ser humano y el haya durante el holoceno en el sistema ibérico septentrional. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 30, 43-48
- López Sáez, J. A., Van Geel, B., Farbos-Texier, S., Diot, M. F. 1998. Remarques paléoécologiques à propos de quelques palynomorphes non-polliniques provenant de sédiments quaternaires en France. *Revue de Paléobiologie*, 17 (2), 445-459.
- López Sáez, J. A., Van Geel, B. y Martín Sánchez, M. (2000). Aplicación de los microfósiles no polínicos en palinología arqueológica. En: Oliveira Jorge, V. (ed.), *Contributos das Ciências e das Tecnologias para a Arqueologia da Península Ibérica*. Actas 3º Congresso de Arqueologia Peninsular, vol. IX. Adecap, Oporto, 11-20.
- López Sáez, J. A., López García, P. y Burjachs, F. 2003. Arqueopalinología: Síntesis crítica. *Polen*, 12, 5-35.
- López Sáez, J. A., Sánchez Mata, D., Alba Sánchez, F., Abel Schaad, D., Gavilán, R. G., Pérez Díaz, S. (2013). Discri-

- mination of Scots pine forests in the Iberian Central System (*Pinus sylvestris* var. *iberica*) by means of pollen analysis. *Phytosociological considerations*. *Lazaroa*, 34, 191-208.
- López Sáez, J. A., Abel Schaad, D., Iriarte, E., Alba Sánchez, F., Pérez Díaz, S., Guerra Doce, E.... y Abarquero Moras, F. J. (2017). Una perspectiva paleoambiental de la explotación de la sal en las lagunas de Villafáfila (Tierra de Campos, Zamora).
- Mann, M. E. (2007). Climate over the past two millennia. *Annual Review of Earth Planetary Sciences*, 35, 111-136.
- Martínez Atienza, F., Morla Juaristi, C. 1992. Aproximación a la paleocorología de Fagus en la península ibérica a través de datos paleopolínicos. *Inv. Agr. Sist. Rec. For. Fuera de Serie* 1(2), 3-12.
- Magri, D., Vendramin, G. G., Comps, B., Dupanloup, I., Geburek, T., Gomory, D., Latalowa, M., Litt, T., Paule, L., Roure, J. M., Tantau, I., Van der Knaap, W. O., Petit, R. J. y De Beaulieu, J. L. (2006). A new scenario for the Quaternary history of European beech populations: palaeobotanical evidence and genetic consequences. *New Phytol.* 171(1), 199-221.
- Mayewski, P. A., Rohling, E. E., Stager, J. C., Karlen W., Maasch K. A.; Meeker, L. D.; Meyerson, E. A., Gasse, F., Van Kreveld, S. y Holmgren, K. (2004). Holocene climate variability. *Quaternary Research*, 62, 243-255.
- Ministerio de Sanidad (2023). MOMO. Plan de acciones preventivas contra los efectos de las temperaturas excesivas. https://momo.isciii.es/panel_momo/
- MITECO (2005). Inventario Nacional de Hábitats Terrestres. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/atlas_manual_habitats_espanioles.html
- MITECO (2015). *Guía para la elaboración de planes locales de adaptación al cambio climático*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/guia_local_para_adaptacion_cambio_climatico_en_municipios_espanoles_tcm30-178446.pdf
- MITECO (2020). Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi.html>
- MITECO (2022). *Cambio climático: impactos, adaptación y vulnerabilidad* (guía resumida del sexto informe de evaluación del IPCC, grupo II. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/ipcc-guia-resumida-gt2-imp-adap-vuln-ar6_tcm30-548667.pdf
- Monjo, R., Caselles, V. y Chust, G. (2014). Probabilistic correction of RCM precipitation in the Basque Country (Northern Spain). *Theoretical and Applied Climatology*, 117, 317-329. <https://doi.org/10.1007/s00704-013-1008-8>
- Moore, P. D., Webb, J. A. (1978). *An illustrated guide to pollen analysis*. Hodder and Stoughton, Londres.
- Moore, P. D., Webb, J. A. y Collinson, M. E. (1991). *Pollen analysis, second edition*. Blackwell Scientific Publications, London.
- Muñoz Sobrino, C., Ramil-Rego, P. y Gómez-Orellana, L. (2004). Vegetation of the Lago de Sanabria area (NW Iberia) since the end of the Pleistocene: a palaeoecological reconstruction on the basis of two new pollen sequences. *Vegetation History and Archaeobotany*, 13, 1-22.
- Naciones Unidas (2010). Cómo desarrollar ciudades más resilientes. Un manual para líderes de los gobiernos locales. http://www.unisdr.org/files/26462_manualparalideresdelosgobiernosloca.pdf
- Núñez de la Fuente, S. (2018). Dinámicas socio-ecológicas, resiliencia y vulnerabilidad en un paisaje atlántico montañoso: la región cantábrica durante el Holoceno. [Tesis Doctoral]. Universidad de Cantabria.
- Oakley, K. P., Andrews, P., Keeley, L. H. y Clark, J. D. (1977). A reappraisal of the Clacton Spearpoint– Proceeding of the *Prehistoric Society*, 43, 13-30.
- OPS, OMS (2019). *Agenda de Salud Sostenible para las Américas 2018-2030*. Organización Panamericana de Salud. Organización Mundial de la Salud.
- Pals, J. P., Van Geel, B. y Delfos, A. (1980). Palaeoecological studies in the Klokkeveel bog near Hoogkarspel (Prov. of Noord-Holland). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 30, 371-418.
- Pantaleón Cano, L., Pérez-Obiol, R., Yll, E. I. y Roure, J. M. 1996. Significado de *Pseudoschizaea* en secuencias sedimentarias de la vertiente mediterránea de la Península Ibérica e islas Baleares. En: Ruiz Zapata, M. B. y cols. (eds.), *Estudios Palinológicos, XI Simposio de Palinología (APLE)*, pp. 101-105. Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá de Henares.

- Peñalba, M. C. (1989). Dynamique de végétation tardiglaciaire et Holocène du centre-nord de l'Espagne d'après l'analyse pollinique. [Ph.D. thesis]. Universidad d'Aix, pág. 165.
- Peñalba, M. C., Arnold, M., Duplessy, J. C. y De Beaulieu, J. L. (1997). Termination of the Last Glaciation in the Iberian Peninsula inferred from pollen sequence of Quintanar de la Sierra. *Quaternary Research*, 48, 205-214.
- PIMA Adapta Costas (2020). Conocimiento y acción frente a los riesgos derivados del cambio climático. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Madrid.
- PLATERCANT (2018). Plan Territorial de Emergencias de Protección Civil de la Comunidad Autónoma de Cantabria. Gobierno de Cantabria.
- PNOA (2017). Cobertura y usos del suelo (SIOSE).
- Pérez Díaz, S. (2012). El paisaje vegetal durante la prehistoria reciente en la vertiente mediterránea de Euskal Herria. [Tesis Doctoral]. Universidad del País Vasco.
- Pérez-Díaz, S., López-Sáez, J. A. y Galop, D. (2015). Vegetation dynamics and human activity in the Western Pyrenean Region during the Holocene. *Quaternary International*, 364, 65-77.
- Pérez Díaz, S., Núñez de la Fuente, S., Frochoso, M., González Pellejero, R., López Sáez, J. A. (2016a). Seis mil años de gestión y dinámica antrópica en el entorno del Parque Natural de los Collados del Asón (cordillera cantábrica oriental).
- Pérez Díaz, S., López Sáez, J.A., Pontevedra Pombal, X., Souto Souto, M. y Galop, D. (2016b). 8000 years of vegetation history in the northern Iberian Peninsula inferred from the palaeoenvironmental study of Zalama ombrotrophic bog (Basque-Cantabrian Mountains, Spain). *Boreas*.
- Pérez-Díaz, S., López-Sáez, J. A., De la Fuente, S. N. y Ruiz-Alonso, M. (2018). Early farmers, megalithic builders and the shaping of the cultural landscapes during the Holocene in Northern Iberian mountains. A palaeoenvironmental perspective. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 18, 463-474.
- Postigo Mijarra, J. M., Gómez Manzaneque, F. y Morla, C. (2008). Survival and long-term maintenance of tertiary trees in the Iberian Peninsula during the Pleistocene: first record of *Aesculus* L. (Hippocastanaceae) in Spain. *Vegetation History and Archaeobotany*, 17, 351-364.
- Postigo-Mijarra, J. M., Morla, C., Barrón, E., Morales-Molino, C. y García, S. (2010). Patterns of extinction and persistence of Arctotertiary flora in Iberia during the Quaternary. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162(3), 416-426.
- Reille, M. (1992). Pollen et Spores d'Europe et d'Afrique du Nord. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille.
- Reille, M. (1995). Pollen et Spores d'Europe et d'Afrique du Nord. Supplement 1. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille.
- Ribalaygua, J., Torres, L., Pórtoles, J., Monjó, R., Gaitán., E, Pino., M.R. (2013). Description and validation of a two-step analogue/regression downscaling method. *Theoretical and Applied Climatology* 114: 253-269. <https://doi.org/10.1007/s00704-013-0836-x>.
- Rubiales, J. M., García Amorena, I., Hernández, L., Génova, M., Martínez, F. Gómez Manzaneque, F. y Morla, C. (2010). Late Quaternary dynamics of pinewoods in the Iberian Mountains. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162 (3): 476-491.
- Ruiz Alonso, M. (2014). *Evolución y explotación de los recursos vegetales desde el Tardiglacial en la vertiente mediterránea del País Vasco: datos antracológicos*. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatearen Argitalpen Zerbitzua.
- Ruiz Alonso, M., Pérez Díaz, S. y López Sáez, J.A. (2019). From glacial refugia to the current landscape configuration: permanence, expansion and forest management of *Fagus sylvatica* L. in the Western Pyrenean Region (Northern Iberian Peninsula). *Vegetation, History and Archaeobotany*, 28, 481-496.
- Scarascia-Mugnozza, G., Oswald, H., Piussi, P. y Radoglou, K. (2000). Forests of the Mediterranean region: gaps in knowledge and research needs. *Forest Ecology and management*, 132(1), 97-109.
- Schwendtner, O. (2010). Supervivencia y crisis del tejo (*Taxus baccata* L.) en el área cantábrica. En II Jornades sobre el teix a la Mediterrània occidental. Pp: 35-40. Delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Historia Natural i Fundació d'Estudis Superiors d'Olot. Olot.

- Seferian R. (2019). CNRM-CERFACS CNRM-ESM2-1 model output prepared for CMIP6 AerChemMIP hist-1950HC. Earth System Grid Federation. <https://doi.org/10.22033/ESGF/CMIP6.4041>.
- Spindler, K. (1994). *The Man in the Ice—Crown Trade Paperbacks*. New York.
- Steinilber, F., Beer, J. y Fröhlich, C. (2009). Total solar irradiance during the Holocene. *Geophysical Research Letters*, Vol. 36, L19704, doi: 10.1029/2009GL040142.
- Stockmarr, J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, 13(4), 615-621.
- Swart N. C., Cole J. N. S., Kharin V. V., Lazare M., Scinocca J. F., Gillett N. P., Anstey J., Arora V., Christian J. R., Hanna S., Jiao Y., Lee W. G., Majaess F., Saenko O. A., Seiler C., Seinen C., Shao A., Sigmond M., Solheim L., von Salzen K., Yang D. y Winter B. (2019). The Canadian earth system model version 5 (CanESM5. 0.3). *Geoscientific Model Development*, 12(11), 4823-4873. <https://doi.org/10.5194/gmd-12-4823-2019>
- Taylor, K., Stouffer, R. y Meehl, G. (2012). An Overview of CMIP5 and the Experiment Design. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(4): 485–498. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00094.1>
- Postigo Mijarra, J. M., Gómez Manzaneque, F. y Morla, C. (2008). Survival and long-term maintenance of tertiary trees.
- Thieme, H. y Veil, S. (1985). Neue untersuchunen zum eemzeitlichen Elefanten-Jagdplatz Lehringen—Die Kunde 36. 11-58.
- Unión Europea (2023). Comunicación de la Unión Europea sobre planes de adaptación. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023XC0727\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52023XC0727(01))
- Uzquiano, P. (1992). The late glacial/postglacial transition in the Cantabrian Cordillera (Asturias and Cantabria, Spain) based on charcoal analysis. *Palaaios*, 540-547.
- Uzquiano, P. (1994). Estudio antracológico de Laminak II (Berrietua, Bizkaia). *Kobie (Serie Paleoantropología)*, 21: 167-172.
- Uzquiano, P. (1995). L'évolution de la végétation à l'Holocène initial dans le nord de l'Espagne à partir de l'étude anthracologique de trois sites archéologiques [Early Holocene vegetation evolution in northern Spain from the study of charcoals in three archaeological localities.]. *Quaternaire*, 6, 77-83.
- Van Geel, B. (1978). A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and the Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 25, 1-120.
- Van Geel, B. (2001). Non-pollen palynomorphs. En: Smol, J. P., Birks, H. J. B. y Last, W. M. (eds.). *Tracking environmental change using lake sediments. Volume 3: Terrestrial, Algal, and Siliceous Indicators*, pp. 99-119. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Van Geel, B., Bohncke, S. J. P. y Dee, H. (1981). A palaeoecological study of an Upper Late Glacial and Holocene sequence from 'De Borchert', The Netherlands. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 31, 367-448.
- Van Geel, B., Hallewas, D. P. y Pals, J. P. (1983). A Late Holocene deposit under the Westfriese Zeedijk near Enkhuizen (Prov. of N-Holland, The Netherlands): palaeoecological and archaeological aspects. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 38, 269-335.
- Van Geel, B., Coope, G. R. y Hammen, T. (1989). Palaeoecology and stratigraphy of the Late-glacial type section al Usselo (The Netherlands). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 60, 25-129.
- Van Geel, B., Buurman, J., Brinkkemper, O., Schelvis, J., Aptroot, A., van Reenen, G. y Hakbijl, T. (2003). Environmental reconstruction of a Roman Period settlement site in Uitgeest (The Netherlands), with special reference to coprophilous fungi. *Journal of Archaeological Science*, 30, 873-883.
- Von Storch, J. -S., Putrasahan, D., Lohmann, K., Gutjahr, O., Jungclaus, J., Bittner, M., Haak, H., Wieners, K. -H., Gorge-tta, M., Reick, C., Esch, M., Gayler, V., De Vrese, P., Raddatz, T., Mauritsen, T., Behrens, J., Brovkin, V., Claussen, M., Crueger, T., Fast, T., Fiedler, S., Hagemann, S., Hohenegger, C., Jahns, T., Kloster, S., Kinne, S., Lasslop, G., Kornblueh, L., Marotzke, J., Matei, D., Meraner, K., Mikolajewicz, U., Modali, K., Müller, W., Nabel, J., Notz, D., Peters, K., Pincus, R., Pohlmann, H., Pongratz, J., Rast, S., Schmidt, H., Schnur, R., Schulzweida, U., Six, K., Stevens, B., Voigt, A. y Roeckner, E. (2017). MPI-M MPIESM1.2-HR model output prepared for CMIP6 HighResMIP.. Earth System Grid Federation. <https://doi.org/10.22033/ESGF/CMIP6.762>.
- Wu, T., Lu, Y., Fang, Y., Xin, X., Li, L., Li, W., Jie, W., Zhang, J., Liu, Y., Zhang, L., Zhang F., Zhang, Y., Wu, F., Li, J., Chu, M., Wang, Z., Shi, X., Liu, X., Wei, M., Huang, A., Zhang Y. y Liu, X. (2019). The Beijing Climate Center Climate

System Model (BCC-CSM): the main progress from CMIP5 to CMIP6 , *Geosci. Model Dev.* 12, 1573–1600. <https://doi.org/10.5194/gmd-12-1573-2019>

Yukimoto, S., Koshiro, T., Kawai, H., Oshima, N., Yoshida, K., Urakawa, S.; Tsujino, H., Deushi, M., Tanaka, T., Hosaka, M., Yoshimura, H., Shindo, E., Mizuta, R., Ishii, M., Obata, A. y Adachi, Y. (2019). MRI MRI-ESM2.0 model output prepared for CMIP6 CMIP. Earth System Grid Federation. <https://doi.org/10.22033/ESGF/CMIP6.621>.

Zapata, L. (2012). Holocene wood charcoal from El Mirón cave. Vegetation and wood use. In: González Morales, M. y Straus G, L. (eds.). *El Mirón Cave, Cantabrian Spain. The site and its Holocene archaeological record*. University of New Mexico Press, Albuquerque, 174-196.

El Plan de Adaptación al Cambio Climático de Santander es un documento estratégico, basado en el análisis científico de la realidad social, ambiental y climática presente y futura del municipio, con el fin de aportar medidas que contribuyan a su resiliencia. El documento ha sido elaborado por un equipo interdisciplinar perteneciente al **Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio** de la **Universidad de Cantabria** y a la **Fundación para la Investigación del Clima**. El estudio identifica el riesgo futuro del municipio en base al análisis de su exposición a inundaciones costeras y pluviales, así como a los impactos de la subida de las temperaturas, y en particular los fenómenos de sequía y olas de calor futuros, modelando la vulnerabilidad social, económica y ambiental futura a estas amenazas. Fruto de este trabajo, se han generado medio centenar de mapas temáticos donde se localizan y cuantifican los niveles de amenaza, exposición, sensibilidad y riesgo de las diferentes secciones censales municipales. Para dar respuesta a la situación detectada en los estudios previos, y contando con la participación ciudadana, el documento apunta una propuesta estratégica de adaptación e identifica 85 medidas de adaptación. Estas medidas se articulan en cuatro metas de adaptación: Biodiversidad; Ciudad Resiliente; Salud; Sociedad y Economía Adaptadas, con diversos objetivos de adaptación para cada una de ellas. La definición de todas estas medidas queda detallada en las fichas que recoge este documento. Su consecución permitirá a Santander convertirse en una ciudad más resiliente y menos vulnerable.