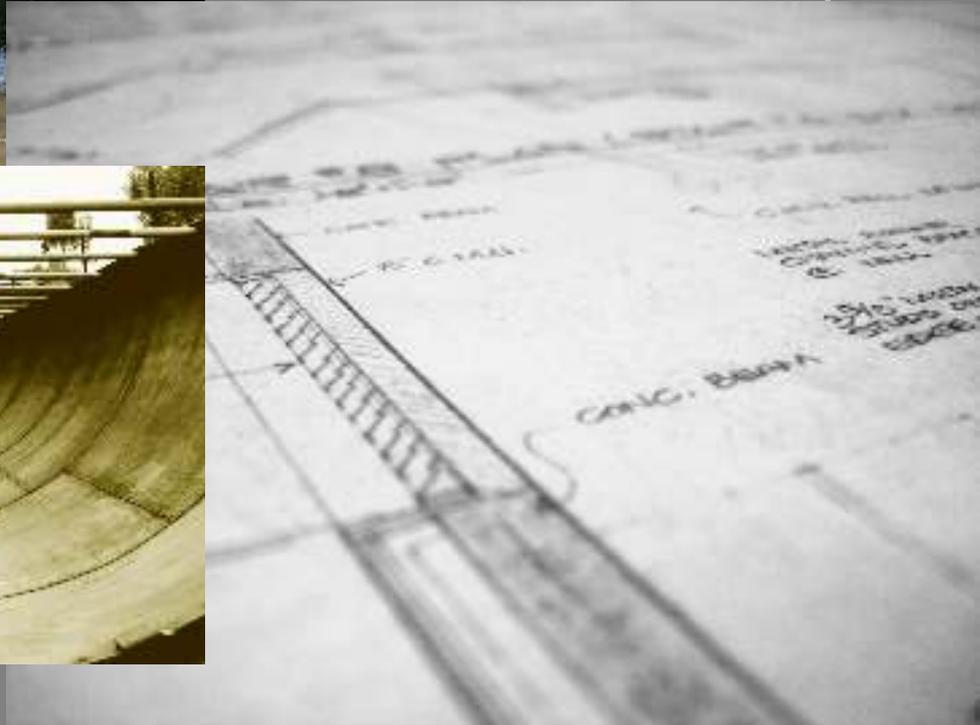


INTEGRACIÓN DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ESTRATEGIA EMPRESARIAL

Evaluación de los impactos y la vulnerabilidad en el sector privado. Caso piloto: Ferrovial

PNACC Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático



2014



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Integración de la adaptación al cambio climático en la estrategia empresarial

Guía metodológica para la evaluación de los
impactos y la vulnerabilidad en el sector
privado

Caso piloto. Ferroviario

Madrid, 2014





Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización

Autores:

Kepa Solaun; Itxaso Gómez; Julie Urban; Fernando Liaño; Santiago Pereira; Alba Genovés
Fundación CMAE - Factor CO₂

Coordinadores:

Eduardo González; José Ramón Picatoste; Raquel Garza
D.G. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Revisores

Mónica Gómez Royuela; Ana Pintó Fernández; Aída Velasco Munguira
D.G. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Colaboradores:

(1) Valentín Alfaya; Ana Peña
(2) Francisco del Molino; Esther Hernández
(1) Ferrovial
(2) Cadagua (Grupo Ferrovial)

Edita:

© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

Impresión y encuadernación:

NIPO: 280-14-167-6 (Línea)

Distribución y venta:

Paseo Infanta Isabel, 1
28014 Madrid
Teléfono: 91 347 55 41
Fax: 91 347 57 22

Tienda virtual: www.magrama.es
centropublicaciones@magrama.es

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<http://publicacionesoficiales.boe/>

A efectos bibliográficos este trabajo debe citarse como sigue:

Solaun, K., Gómez, I., Urban, J., Liaño, F., Pereira, S. & Genovês, A. 2014. *Integración de la adaptación al cambio climático en la estrategia empresarial. Guía metodológica para la evaluación de los impactos y la vulnerabilidad en el sector privado Caso piloto: Ferrovial*. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 81 pág.

Las opiniones que se expresan en esta obra son responsabilidad de los autores y no necesariamente del MAGRAMA o de su personal.

Índice general

1. Introducción	1
2. Análisis estratégico	3
2.1. Retos estratégicos del sector	5
2.2. Situación de partida de Ferrovial	7
2.3. Riesgos y oportunidades	11
2.4. Una visión estratégica	22
3. Metodología de análisis de vulnerabilidad	24
3.1. Metodología del análisis de riesgos climáticos.	25
3.2. Metodología de valoración de la capacidad de adaptación.	29
3.3. Metodología del análisis de vulnerabilidad.	30
4. Análisis de vulnerabilidad	33
4.1. Descripción del objeto de análisis de vulnerabilidad.	33
4.2. Proyecciones climáticas en la Comunidad Valenciana	35
4.3. Análisis de riesgos	41
4.4. Análisis de vulnerabilidad	49
5. Conclusiones y recomendaciones	55
6. Referencias	61
Anexo. Cuestionario empleado para el análisis de detalle.	65

Índice de tablas

Tabla 1: Impactos físicos derivados del aumento de la temperatura. _____	13
Tabla 2: Impactos físicos derivados de la disminución de la precipitación. _____	14
Tabla 3: Impactos físicos derivados de los eventos meteorológicos extremos. _____	14
Tabla 4: Impactos físicos derivados del aumento del nivel del mar. _____	15
Tabla 5: Implicaciones para el sector privado de la integración de la adaptación al cambio climático en la legislación europea. _____	16
Tabla 6. Actividades potencialmente afectadas en Ferrovial por riesgos regulatorios asociados a la adaptación al cambio climático. _____	18
Tabla 7. Grado de probabilidad de los impactos climáticos. _____	26
Tabla 8. Grado de consecuencia de los impactos climáticos. _____	27
Tabla 9. Matriz de índices de riesgo. _____	28
Tabla 10. Tipología de riesgos para la evaluación de acciones. _____	28
Tabla 11. Capacidad de adaptación. _____	30
Tabla 12. Vulnerabilidad del sistema a un determinado riesgo climático. _____	31
Tabla 13. Tipología de vulnerabilidad _____	32
Tabla 14: Proyecciones de elevación del nivel mar. _____	40
Tabla 15: Consecuencias posibles del cambio climático para la planta desalinizadora del Canal de Alicante. _____	42
Tabla 16: Probabilidades de los impactos climáticos sobre la planta desalinizadora del Canal de Alicante. _____	47
Tabla 17: Riesgos de los impactos climáticos en la planta desalinizadora del Canal de Alicante. _____	48
Tabla 18: Valoración de la capacidad de adaptación de la planta desalinizadora del Canal de Alicante. _____	49
Tabla 19: Opciones de adaptación para Ferrovial. _____	59

Índice de figuras

Figura 1: Proceso de adaptación al cambio climático en una empresa. _____	7
Figura 2: Agentes expuestos a los riesgos climáticos en las infraestructuras. _____	12
Figura 3: Mapa de localización de la planta desalinizadora del Canal de Alicante. _____	33
Figura 4: Funcionamiento de una membrana semipermeable. _____	34
Figura 5: Esquema de un planta desalinizadora de ósmosis inversa. _____	35

Figura 6: Proyecciones de cambio en las temperaturas máximas para la Comunidad Valenciana, bajo los escenarios A2, A1B, B1 y E1. _____	37
Figura 7: Proyecciones de cambio en las temperaturas mínimas para la Comunidad Valenciana, bajo los escenarios A2, A1B, B1 y E1. _____	37
Figura 8: Proyecciones de variación porcentual de la precipitación media anual para la Comunidad Valenciana, bajo los escenarios A2, A1B, B1 y E1. _____	38
Figura 9: Proyecciones de cambio en la duración de las olas de calor para la Comunidad Valenciana, bajo los escenarios A2, A1B, B1 y E1. _____	39
Figura 10: Proyecciones de cambio en las precipitaciones intensas para la Comunidad Valenciana, bajo los escenarios A2, A1B, B1 y E1. _____	40
Figura 11: Recomendaciones a Ferrovial (I): profundización de análisis de riesgos, oportunidades y vulnerabilidad, y diseño e implementación de estrategia de adaptación al cambio climático. _____	57

Índice de gráficos

Gráfico 1: Costes de adaptación al cambio climático en el mundo. _____	20
Gráfico 2: Vulnerabilidad de la planta desalinizadora de los Canales del Taibilla a los impactos climáticos. _____	51

1. Introducción

España, debido a su situación geográfica, así como a sus características socioeconómicas, puede considerarse un país especialmente vulnerable a los impactos del cambio climático. Para reducir esta vulnerabilidad es necesario lograr una adaptación que permita minimizar los impactos negativos, aprovechando las posibles oportunidades que deriven del mismo.

El primer paso para conseguir dicha adaptación al cambio climático es la evaluación de la situación nacional actual y la planificación de acciones en este sentido. Para ello, España cuenta desde el año 2006 con un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), que establece el marco de referencia para la coordinación entre las administraciones públicas en las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en España.

El PNACC se desarrolla a través de programas de trabajo. Finalizado el II Programa de Trabajo (2008-2013), a finales de 2013 se aprobó el III Programa que tiene una vigencia de seis años (2014-2020).

Hasta el momento, los esfuerzos de la Administración Pública en este área de actuación, han estado muy centrados en el impulso y coordinación de estudios específicos y orientaciones de actuación, principalmente en el ámbito público.

Durante el año 2013, la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), ha impulsado la incorporación de la adaptación al cambio climático en el sector empresarial español. Esta integración tiene, además, una doble vertiente. Por un lado, se encuentra el trabajo dirigido a analizar, evaluar y actuar para reducir la vulnerabilidad a los impactos previstos del cambio climático. Por otro lado, la adaptación puede verse también como una oportunidad para determinados sectores empresariales españoles, que pueden desarrollar estrategias como proveedores de servicios profesionales en este sentido.

Si bien es cierto que, inicialmente, los principales esfuerzos del sector privado estuvieron enfocados a la vertiente de mitigación del cambio climático, a través de estrategias para lograr una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, actualmente comienza a despertar interés la adaptación al cambio climático.

En este contexto, a comienzos del año 2013, la OECC lanzó un proyecto dirigido al desarrollo de actuaciones para la adaptación al cambio climático, desde la perspectiva del sector privado. De esta forma surge el proyecto conocido como Iniciativa "ADAPTA". **Centrada en el desarrollo de metodologías de análisis de vulnerabilidad para el sector empresarial español, la Iniciativa ADAPTA ha supuesto un primer acercamiento a las necesidades de adaptación al cambio climático del sector privado nacional.**

Se ha trabajado con cinco sectores clave de la economía española (energía, construcción, transporte, agroalimentario y turismo), en la definición de una metodología para el análisis de la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático. **Dentro del sector de la construcción, la empresa seleccionada fue Ferrovial, por su interés demostrado y avances realizados en este ámbito.**

El presente documento analiza, en base a la información facilitada por la empresa y la bibliografía existente, los retos y oportunidades a los que se enfrenta este sector, realizando un análisis más detallado sobre la vulnerabilidad al cambio climático de la actividad de Ferrovial, a través de la empresa Cadagua, centrada en una planta desalinizadora ubicada en Alicante. Lógicamente, la actividad de Ferrovial no se circunscribe a este sector y un análisis más detallado de riesgos y oportunidades en otras ramas de actividad quedan fuera del alcance de este proyecto.

2. Análisis global

En este apartado se muestra la situación del sector de la construcción e infraestructuras en relación con los impactos derivados del cambio climático, así como los riesgos y oportunidades que ello puede tener sobre el mismo.

Antes de entrar en los análisis, es necesario establecer las definiciones de la terminología empleada en este trabajo para estudiar la vulnerabilidad al cambio climático.

VOCABULARIO BÁSICO

ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO: proceso, ya sea espontáneo o fruto de la planificación, mediante el cual los sistemas mejoran sus condiciones para enfrentar los previsibles cambios futuros del clima, reduciendo sus efectos negativos o aprovechando los positivos¹.

ADAPTACIÓN AUTÓNOMA: cambios que se llevarían a cabo en un sistema, independientemente de la existencia de políticas, estrategias o planificaciones explícitas.

CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN: habilidad que tiene un sistema, que experimenta un impacto climático, para ajustarse a los cambios en el clima, amortiguar el daño potencial, aventajarse de las oportunidades que presentan los impactos positivos y lidiar con las consecuencias negativas derivadas, mediante la modificación de comportamientos y el uso de los recursos y tecnologías disponibles².

FINANCIACIÓN CLIMÁTICA (o “climate finance”): financiación canalizada por organismos nacionales, regionales o multilaterales destinada a proyectos y programas de mitigación y adaptación al cambio climático.

EXPOSICIÓN: presencia de poblaciones, medios de subsistencia, servicios medioambientales y recursos, o elementos de valor social, económico o cultural en

¹ Adaptado de UNFCCC. Glossary of climate change Acronyms. 2013.

² IPCC Third Assessment Report. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. 2001.

lugares que pueden ser afectados por eventos físicos y que, por tanto, están sujetos a potenciales daños o pérdidas en el futuro³.

FLEXIBILIDAD OPERATIVA: capacidad de un agente de adaptar su forma de operar, sus características de diseño o su localización con el objetivo de minimizar los impactos climáticos.

IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO: efectos globales en los sistemas socioeconómicos y naturales derivados de cambios en variables climáticas asociadas.

OPCIONES DURAS Y BLANDAS DE ADAPTACIÓN (más conocidas como opciones “hard” y “soft”): alternativas de los agentes afectados por impactos climáticos para adoptar medidas. En el primer caso, suelen incluirse medidas de carácter infraestructural o tecnológico, que requieren inversiones elevadas. En el segundo, medidas de carácter organizativo, de gestión o de traslación del riesgo.

PROYECCIONES CLIMÁTICAS: descripciones de posibles situaciones climáticas futuras y del modo en que se podría llegar a las mismas, de acuerdo con la información proporcionada por modelos⁴.

RESILIENCIA: capacidad de un sistema social o natural de absorber las afecciones climáticas, al mismo tiempo que mantiene su misma estructura básica y formas de funcionamiento, capacidad de auto organización y capacidad de adaptarse a las presiones y al cambio⁵.

RIESGO: combinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento y del impacto o consecuencia asociado con dicho evento⁶.

SENSIBILIDAD: facultad natural de un sistema de verse afectado por la incidencia de un impacto climático.

VULNERABILIDAD: incapacidad de un sistema de presentar una respuesta efectiva a los impactos derivados del cambio climático. Es decir, la propensión o susceptibilidad del

³ Lavell, A. M. et al. Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure, vulnerability and resilience (en Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2012

⁴ Definición del IPCC

⁵ DEFRA. Glossary. Definitions for Adaptation Concepts. 2010.

⁶ DEFRA. Glossary. Definitions for Adaptation Concepts. 2010.

sistema a ser afectado negativamente por los riesgos derivados.

2.1. Retos del sector

Las infraestructuras son activos vulnerables al cambio climático. En este sentido, el sector se puede ver afectado en la medida en que tanto los activos que posee, como los proyectos en los que participa, deben analizar su riesgo en relación a los impactos climáticos. Adicionalmente, las infraestructuras representan una de las principales actuaciones que se pueden desarrollar para protegerse frente a esos riesgos. Por ello, para el sector, podemos decir que el cambio climático es tanto un riesgo como una oportunidad.

A este respecto, a nivel internacional existe una apuesta por la financiación de proyectos que contribuyan a mejorar la capacidad de adaptación de los diferentes países. En los últimos años, se han puesto en funcionamiento diversas iniciativas dirigidas en este sentido de distinta naturaleza y envergadura. En este sentido, **el concepto de financiación climática comienza a consolidarse como un concepto que integra mitigación y adaptación y pone fondos a disposición de agentes públicos y privados.**

En la Unión Europea, la adaptación al cambio climático comienza a consolidarse. En el año 2013 la Unión ha aprobado su estrategia de adaptación, que reafirma el trabajo realizado en los últimos años y pone las bases para una auténtica integración de criterios de adaptación en las políticas de la Unión y los estados miembros.

Desde el punto de vista económico, **los Estados Miembros han invertido un total de 7.200 millones de € en el período 2010-2012, para la financiación de proyectos climáticos.** De forma adicional, **se espera que un 20% del presupuesto de la Comisión Europea (192.000 millones de €) se dedique a financiar temas de cambio climático, hasta el año 2020.**

Existe una Comunicación específica, de abril de 2013, en relación con la adaptación de las infraestructuras en la Unión Europea⁷. En esta comunicación se habla de que la adaptación de las infraestructuras frente al cambio climático no supondrá una necesidad nueva, pero sí un coste mayor para las necesidades de infraestructura existentes. En el Reino Unido, por ejemplo, se ha estimado que el coste de renovación de infraestructuras puede incrementarse desde los 30 billones de libras al año a 40-50 billones⁸.

Asimismo, **fuera de la Unión Europea existen en la actualidad un total de 68 iniciativas enfocadas a la asistencia e inversión en proyectos climáticos en países en desarrollo, con un presupuesto en 2012 cercano a los 35.704 millones de \$**. A través de la iniciativa internacional del **Fondo Climático Verde** (Green Climate Fund), **se espera que esta financiación se pueda incrementar hasta los 100.000 millones de \$ en el año 2020**.

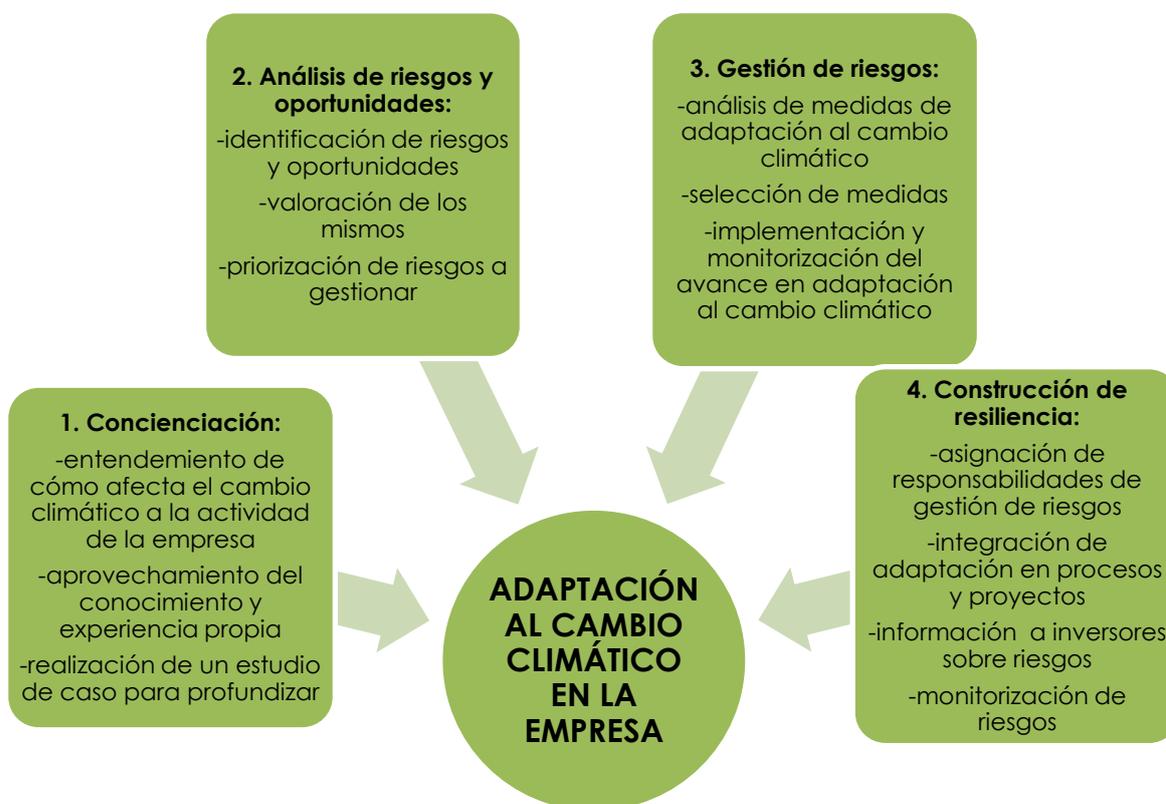
Uno de los grandes debates en el mundo de la adaptación está relacionado con la naturaleza de las medidas para reducir la vulnerabilidad. Hasta ahora, se ha privilegiado el uso de medidas de carácter más organizativo o de gestión (adaptación blanda o "soft") frente a medidas de carácter infraestructural (adaptación dura o "hard"). En la medida en que existan recursos para ello, las medidas infraestructurales cobrarán mayor relevancia. Una barrera hasta ahora ha venido constituida por la dificultad de estimar los costes de las medidas de adaptación infraestructural en el momento de diseñar los planes de acción en materia de adaptación en los países en vías de desarrollo.

Como recapitulación podemos decir que, para el sector, el cambio climático puede constituir riesgos pero, sobre todo, oportunidades de negocio en los próximos años. Por este motivo, la integración de la adaptación al cambio climático en la estrategia empresarial es clave. En este sentido, el proceso de adaptación al cambio climático en una empresa se presenta en la siguiente figura.

⁷ Comisión Europea. Comunicación de la Comisión "Adapting infrastructure to climate change", complementaria a la Estrategia Europea de adaptación al cambio climático. SWD (2013) 137 final. 2013.

⁸ PWC. Adapting to climate change in the infrastructure sectors. 2010.

Figura 1: Proceso de adaptación al cambio climático en una empresa.
Fuente: elaboración propia a partir de Climate Prosperity. Advisory Report⁹.



2.2. Situación de partida de Ferrovial

Ferrovial, fundada en 1952, es uno de los principales gestores de infraestructuras del mundo, con una plantilla de más de 70.000 empleados y presente en más de 20 países. Sus principales áreas de actividad son:

- Gestión de autopistas y aeropuertos
- Construcción tanto de obra civil como de edificación e industrial. Dentro de esta área se encuentra Cadagua, especialista en el diseño, construcción y explotación de todo tipo de plantas de tratamiento de agua.

⁹ Canadian National Roundtable on the Environment and the Economy. Climate Prosperity. Advisory Report. 2012.

- Servicios urbanos, mantenimiento y conservación de infraestructuras.

La estrategia y el negocio de Ferrovial gira en torno a la construcción y gestión de infraestructuras inteligentes. Son infraestructuras más eficientes tanto desde el punto de vista operacional como medioambiental, abarcando todo el ciclo de vida de la infraestructura. Así, no sólo se consiguen reducciones de emisiones internas sino que se reducen las emisiones asociadas al uso de las mismas.

La innovación, el medio ambiente, y el compromiso con la sociedad son la señal de identidad de Ferrovial a partir de las cuales construye, crea, gestiona infraestructuras y presta servicios a grandes comunidades. En definitiva, son el camino hacia la mejora de la calidad de vida y el progreso de las personas.

Un ejemplo de infraestructura inteligente diseñada, construida y explotada por Ferrovial es la East Terminal del aeropuerto de Heathrow (Londres), la cual consigue en la fase de explotación una reducción del 40 % de GEI respecto a un edificio similar estándar. Otro ejemplo, es el nuevo concepto de movilidad denominado Managed Lines que ofrece una solución al problema de congestión en núcleos urbanos sin espacio para desarrollar nuevas vías. Este proyecto llevada a cabo en Estados Unidos fue elegido "Proyecto del año 2010" por ARTBA (The American Road and Transportation Builders Association) por su carácter innovador, y la revista Infrastructure Journal le otorgó el premio "Mejor Operación de Transporte Global 2009"

La compañía gestiona algunos de los mejores activos privados de transporte del mundo como son la autopista 407-ETR, en Toronto (Canadá), la autopista Chicago Skyway o la autopista Ausol, en España. También, presta servicios a 827 ciudades en España, Reino Unido y Portugal.

La compañía, que cotiza en el IBEX-35 en la Bolsa de Madrid, forma parte de los prestigiosos índices de sostenibilidad **Dow Jones Sustainability Index** y **FTSE4Good**. Además, desde el año 2008, proporciona información pública sobre sus emisiones de gases de efecto invernadero y sobre la gestión de riesgos y oportunidades asociadas a las mismas, a través de la iniciativa **Carbon Disclosure Project**. Por otra parte desde el año 2002 está adherida al **Pacto Mundial**, de las Naciones Unidas (más conocido en inglés como The Global Compact), cuyo objetivo es conciliar los intereses de las empresas con los valores y demandas de la sociedad civil, los proyectos de la ONU, los

sindicatos y ONG, sobre la base de 10 principios relacionados con los derechos humanos, el trabajo, el medio ambiente y la corrupción.

En la actualidad Ferrovial apuesta por la gestión de infraestructuras a largo plazo, buscando desarrollar su actividad mediante contratos de larga duración en este sector.

Ferrovial Agroman, como sociedad cabecera de la división de construcción, lleva a cabo esta actividad en todos sus ámbitos, tanto de obra civil y edificación, como de obra industrial. En el ámbito de la obra civil, diseña y construye todo tipo de infraestructuras: carreteras, ferrocarriles, obras hidráulicas, obras marítimas, obras hidroeléctricas y obras industriales. En el ámbito de la edificación, realiza edificación no residencial (edificación aeroportuaria, deportiva, sanitaria, docente y de cultura, centros comerciales y de ocio, museos, hoteles, restauración de edificios, oficinas, fábricas y naves industriales, etc.) y edificación residencial (viviendas). La actividad de construcción continúa siendo una apuesta estratégica de Ferrovial, no sólo por la sólida evolución histórica de crecimiento y rentabilidad, sino también por su gran capacidad de generar flujo de caja, necesario para la continuidad de los procesos de diversificación y expansión internacional del grupo

Entre sus obras y los servicios que presta, destacan los servicios de Cadagua, de la división del área de construcción, constituida en el año 1971, empresa pionera y líder en el campo de la ingeniería y construcción de plantas de tratamiento y depuración de aguas. Cadagua ocupa un lugar destacado en el mercado internacional de plantas desaladoras de agua de mar por ósmosis Inversa, cuenta con 440 empleados y una cartera de proyectos de 509,1 millones de euros. Ha diseñado y construido más de 200 plantas de tratamiento de agua (potable, residual y desalación), alcanzando una capacidad total de tratamiento superior a 14.500.000 m³/día. Atendiendo al servicio de mantenimiento y explotación de Cadagua, el número de habitantes equivalentes servidos supera los 17.000.000, encontrándose entre las primeras empresas del mundo en este área. Algunos plantas desalinizadoras que merecen mención son las de Madinat Yanbu (Arabia Saudita, 50.400 m³/día), Dhekelia (Chipre, 60.000 m³/día) y Águilas Guadalentín (España, 210.000 m³/día).

Cadagua, a través de un acuerdo firmado por Ferrovial con el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), colabora con esta entidad en proyectos de investigación relacionados con la técnica de la ósmosis inversa.

Por otra parte, Ferrovial Agroman también ha llevado a cabo obras de gran relevancia internacional. En concreto, en colaboración con BAA como cliente y Mott MacDonald como diseñador, ha completado un túnel de 2,1 Km de longitud entre las terminales 5, 3 y 1 del aeropuerto de Heathrow (Londres). Se trata de un vínculo crucial para crear el sistema integrado de transferencia de equipajes más grande del mundo.

Además de lo anterior, ha construido 722 kilómetros de líneas de alta velocidad ferroviaria, además de la autopista Scut Azores, en las Islas Azores, sobre un terreno de orografía compleja y construyendo viaductos con vanos de 185 metros, un récord en este tipo de infraestructuras.

Destacan asimismo las obras realizadas para la Expo 92 de Sevilla y las Olimpiadas del mismo año en Barcelona. Además, Ferrovial también fue la empresa a cargo de la construcción del museo Guggenheim de Bilbao. Por otra parte, es una de las empresas del consorcio que construirá los edificios del proyecto ITER, un reactor termonuclear experimental internacional que se localizará en el sudeste de Francia, cuyo fin principal será la investigación científica para demostrar la viabilidad técnica de la energía de fusión nuclear.

Ferrovial ha llevado a cabo durante los años 2010 y 2011 un exhaustivo trabajo de estudio y definición de su posicionamiento en materia de cambio climático, a partir del cual se detectan riesgos y oportunidades para su negocio con el horizonte fijado en el período 2015-2020. Pese a que este trabajo está centrado en diversos aspectos relacionados con la mitigación del cambio climático, también cuenta con un análisis de riesgos relacionados con la climatología. Así, Ferrovial dispone de registros de daños climáticos en sus diversas áreas de negocio, y ha constatado una mayor ocurrencia de los mismos en los últimos años. De este modo, se han percibido riesgos asociados a los eventos meteorológicos extremos y a los deterioros acelerados de materiales por anomalías en las temperaturas, por poner algunos ejemplos.

Si bien el análisis de riesgos realizado aporta información de gran valor a la hora de conocer el posicionamiento de Ferrovial frente a los riesgos del cambio climático, este análisis podría enriquecerse con la consideración de proyecciones climáticas. En este sentido, se puede decir que existe conciencia de muchos de los riesgos que el cambio climático supone para sus actividades, aunque podría ser interesante una mayor profundización.

Además de los riesgos relacionados con los daños físicos que puede causar el cambio climático, se contempla la posibilidad de que los contratos de construcción o mantenimiento de infraestructuras cuenten en el futuro con cláusulas y requisitos de adaptación al cambio climático, del mismo modo que en la actualidad es cada vez más frecuente que se contemplen cláusulas relacionadas con la eficiencia energética.

Por otra parte, de acuerdo con el trabajo antes mencionado, Ferrovial percibe algunas oportunidades relacionadas con la integración de la adaptación al cambio climático en la ingeniería y prácticas de sus actividades, entendiéndola como una ventaja competitiva frente a otras empresas que no la tuviesen.

Al margen de lo anterior, en Ferrovial se llevan a cabo numerosas acciones de respuesta para la prevención y minimización de impactos climáticos físicos sobre su actividad, existiendo procedimientos de actuación que permitirán en el futuro reducir algunas de las posibles repercusiones del cambio climático en sus balances económicos. En esta línea, hay que llamar la atención sobre el hecho de que Ferrovial cuenta con una línea de I+D+i en productos de construcción más resistentes a las inclemencias climáticas.

En cuanto a la estrategia del grupo empresarial, dentro de la Política de Sostenibilidad de Ferrovial existe una estrategia climática que, aunque centrada fundamentalmente en la eficiencia energética, las emisiones de CO₂ y la huella de carbono, tiene en cuenta los retos y oportunidades ligados al cambio climático.

Por último, hay que añadir que la Dirección de Calidad y Cambio Climático es la responsable de la gestión de la mitigación y de la adaptación al cambio climático, siempre en coordinación con otras áreas del grupo empresarial.

2.3. Riesgos y oportunidades

El sector de las infraestructuras es un sector clave para todos los demás sectores. Por ello, son muchas las organizaciones implicadas en su funcionamiento, y muchas las que dependen del mismo, de modo que son muy diversos los agentes expuestos a los riesgos y oportunidades que plantea el cambio climático para el sector.

con la definición europea en este contexto¹¹, entendemos activos físicos básicos para el desarrollo de asentamientos humanos, especialmente transporte, energía y edificios.

Con carácter general, la vulnerabilidad a un determinado impacto climático será función de las características específicas de diseño y de la localización de la infraestructura. Será más sencillo influir sobre lo primero que sobre lo segundo.

Los primeros impactos a analizar son los derivados del aumento de la temperatura. Además del aumento paulatino de la temperatura, los riesgos considerados en la tabla 1 se incrementan en el caso de olas de calor.

Tabla 1: Impactos físicos derivados del aumento de la temperatura.

Fuente: Ferroviál, elaboración propia.

Actividad	Impacto directo	Impacto indirecto
Gestión y mantenimiento de edificios	Mayor consumo de aire acondicionado	
	Menor consumo de calefacción	
	Deterioro acelerado de materiales	
	Fallos en suministro eléctrico por temperaturas excesivamente altas	Fallos en diferentes sistemas
Construcción	Obsolescencia de códigos técnicos	
	Riesgos para la salud de los operarios	Riesgos laborales y pérdidas económicas
Servicios medioambientales, urbanismo	Mayores costes de mantenimiento de zonas verdes	
Gestión de infraestructuras	Fallos en suministro eléctrico por temperaturas excesivamente altas	Fallos en diferentes sistemas
	Deterioro acelerado de materiales	

Los riesgos que puede conllevar la disminución de las precipitaciones se presentan en la siguiente tabla.

¹¹ Comisión Europea. Comunicación de la Comisión "Adapting infrastructure to climate change", complementaria a la Estrategia Europea de adaptación al cambio climático. SWD (2013) 137 final. 2013.

Tabla 2: Impactos físicos derivados de la disminución de la precipitación.

Fuente: Ferrovial, elaboración propia.

Actividad	Impacto directo	Impacto indirecto
Gestión y mantenimiento de edificios	Problemas de disponibilidad de agua	Posibilidad de cortes en el suministro de agua
Construcción	Mayor levantamiento de polvo	Mayores gastos en construcción para evitarlo
Servicios medioambientales, urbanismo	Problemas de disponibilidad de agua	Mayores gastos de mantenimiento de zonas verdes
	Estrés hídrico de arbolado urbano y zonas ajardinadas	
Gestión de infraestructuras	Deterioro acelerado de materiales	Posibilidad de cortes en el suministro de agua

Por otra parte, los eventos extremos podrían causar daños y mayores costes de mantenimiento, así como encarecimiento de las pólizas de seguros. En la tabla a continuación se pueden ver las posibles consecuencias de dichos eventos.

Tabla 3: Impactos físicos derivados de los eventos meteorológicos extremos.

Fuente: Ferrovial, elaboración propia.

Tipo de evento	Impacto directo	Impacto indirecto
Lluvias torrenciales	Inundaciones	Daños en estructuras
	Corrimientos de tierras	Problemas en cimentaciones y daños en estructuras
	Retrasos en abastecimientos de materiales	Retraso en desarrollo de proyectos
Vientos extremos	Daños estructurales y en envolventes	Incremento de gastos por reparaciones y mantenimiento
Tornados, ciclogénesis y otros	Imposibilidad de asistencia a puestos de trabajo	Retrasos en desarrollo de proyectos
		Interrupciones en el funcionamiento de infraestructuras
	Daños estructurales y en envolventes	Incremento de gastos por reparaciones y mantenimiento

Además de todo lo anterior, los eventos extremos pueden conllevar riesgos laborales para los operarios en obras, e incrementar los costes de los seguros.

Por último, el incremento del nivel del mar también conlleva el riesgo de inundación y la posibilidad de daños para las infraestructuras costeras, tal como se detalla en la tabla a continuación.

Tabla 4: Impactos físicos derivados del aumento del nivel del mar.Fuente: Ferrovial, Comisión Europea¹², elaboración propia.

Tipo de evento	Impacto directo	Impacto indirecto
Aumento del nivel del mar	Mayor intrusión de agua marina en suelos	Deterioro acelerado de infraestructuras que alcancen el nivel freático
		Cambios en las características geotécnicas de los suelos
	Mayor alcance de las mareas de tormenta	Inundación y deterioro de infraestructuras próximas a la línea de costa
	Inundación de áreas costeras de escasa elevación	Aceleramiento del deterioro de infraestructuras próximas a la línea de costa por una mayor exposición a la salinidad
		Daños a infraestructuras
Mayor alcance del oleaje en episodios de tormenta	Rotura de diques y otras infraestructuras marinas	

Riesgos regulatorios

Respecto a los riesgos regulatorios asociados a la adaptación al cambio climático, hay que indicar que en 2013 se ha aprobado la Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático, cuyo objetivo es impulsar la actuación para la adaptación al cambio climático en la normativa de la Unión Europea, así como en sus políticas y líneas de financiación.

Las áreas prioritarias en cuya legislación integrar la adaptación son el transporte y la energía, entre otras. En este sentido, la adaptación al cambio climático ha sido incluida en legislación europea en materia de aguas y transporte, con las implicaciones para el sector privado que se presentan a continuación.

¹² Comisión Europea. Impacts of Climate Change on Transport: a focus on road and rail transport infrastructures. 2012.

Tabla 5: Implicaciones para el sector privado de la integración de la adaptación al cambio climático en la legislación europea.

Fuente: elaboración propia.

Norma europea	Implicación
Directiva del Consejo 2088/56/EC	La determinación del buen estado medioambiental de las aguas marinas deberá adaptarse con el tiempo las variaciones debidas al cambio climático.
COM (2012)673	Futura colaboración de la comisión Europea con las empresas gestoras del agua para adaptar las infraestructuras de suministro de agua al cambio climático.
COM (2011)650/2	En la planificación de infraestructuras de transporte transeuropeas se tendrán en cuenta, tanto por parte de los Estados Miembros como por parte de los promotores, criterios de adaptación y resiliencia al cambio climático
SWD (2013) 137 final	Se plantea la posibilidad de modificar la normativa técnica de construcción (eurocódigos), así con la Evaluación Estratégica de Impacto Ambiental y la normativa sobre inundaciones.

En el caso específico de las infraestructuras, la Unión Europea está planteando la introducción de criterios de adaptación al cambio climático en los estándares técnicos de construcción, específicamente los eurocódigos. Adicionalmente, se plantean cambios en la normativa de Evaluación Estratégica de Impacto Ambiental y en la normativa sobre inundaciones.

Se trata en todos los casos de buscar herramientas para que la adaptación al cambio climático sea planificada y se integre en la planificación sectorial. Estos cambios normativos pueden ser retos para el sector, pero también importante oportunidades para desarrollar actividad.

Además, existen propuestas legislativas para introducir la adaptación al cambio climático en directivas relativas a medioambiente, infraestructuras y regulación fitosanitaria. Por otra parte, está previsto para 2013 comenzar la revisión de estándares de construcción y energéticos, con el objetivo de integrar en los mismos la adaptación al cambio climático.

Por otra parte, el II Programa de Trabajo del PNACC incluye la integración de la normativa de la adaptación al cambio climático, como uno de sus cuatro ejes de desarrollo. Para ello, se ha comenzado por la planificación y por las materias que son competencia del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Ejemplos

de esta integración se encuentran en los sectores de aguas, costas, biodiversidad o bosques, entre otros¹³.

En la actualidad, la planificación forestal y la Ley 43/2003, de Montes (modificada por la Ley 10/2006) incluyen la adaptación al cambio climático entre los criterios básicos de la ordenación de montes, pudiendo afectar a las actividades de gestión forestal de Ferrovial. También en el Reglamento de Planificación Hidrológica (Real Decreto 907/2007) y en la Instrucción de Planificación Hidrológica (Orden ARM/2656/2008) se contempla la adaptación al cambio climático.

Además, algunas comunidades autónomas están desarrollando sus propias normas y planificaciones de adaptación al cambio climático. En concreto, Andalucía¹⁴, Valencia¹⁵, Cantabria¹⁶ y Catalunya¹⁷ cuentan con planificaciones en materia de cambio climático que contemplan la integración de la adaptación al cambio climático en sus legislaciones de materia de desarrollo rural, medio ambiente, aguas, salud, ordenación del territorio y agricultura.

Hay que destacar que la Estrategia Catalana de Adaptación al Cambio Climático apunta que la fiscalidad positiva puede ser una de las líneas de promoción de la adaptación al cambio climático. Sin embargo, la única Comunidad Autónoma que ha integrado la adaptación al cambio climático en su propia legislación ha sido Andalucía, en materia de aguas, haciendo obligatoria la consideración de las proyecciones climáticas en los planes hidrológicos¹⁸. Por su parte, la Comunidad Valenciana y Cantabria contemplan incluir la consideración del cambio climático en la planificación territorial y urbanística. Al mismo tiempo, la estrategia cántabra también prevé actuar en materia de infraestructuras portuarias, gestión del agua y construcción.

En esta situación, cabe esperarse que se exija incluir criterios de riesgos y vulnerabilidad al cambio climático en la legislación y la planificación del transporte, de aguas y de ordenación del territorio, así como en la evaluación de impacto ambiental, entre otros, afectando por tanto a la actividad de Ferrovial.

¹³ Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Folleto divulgativo del Segundo Programa de Trabajo del PNACC. 2010.

¹⁴ Junta de Andalucía. Programa Andaluz de Acción por el Clima 2007-2012. Programa de Adaptación.

¹⁵ Generalitat Valenciana. Estrategia Valenciana ante el Cambio Climático 2008-2012.

¹⁶ Gobierno de Cantabria. Estrategia de Acción frente al Cambio Climático de Cantabria. 2008.

¹⁷ Generalitat de Catalunya. Estrategia Catalana de Adaptación al Cambio Climático. 2012.

¹⁸ Ley 9/2010 de Aguas de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Tabla 6. Actividades potencialmente afectadas en Ferrovial por riesgos regulatorios asociados a la adaptación al cambio climático.

Fuente: elaboración propia.

Nivel regulatorio		Construcción	Gestión y mantenimiento de infraestructuras	Servicios medioambientales
MATERIAS REGULADAS	Europeo (Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático)	Estándares técnicos		Biodiversidad Aguas Evaluación Ambiental Transporte Estándares técnicos
	Español (PNACC)	Costas	Costas	Costas
	Autonómico	Evaluación de Impacto Ambiental Medio Ambiente Planificación del transporte Seguridad y salud laboral	Medio Ambiente Seguridad y salud laboral Planificación del transporte	Biodiversidad Aguas Medio Ambiente Seguridad y salud laboral Evaluación de Impacto Ambiental
		Ordenación del territorio		Ordenación forestal Ordenación del territorio

La información presentada en la tabla anterior debe entenderse considerando que aún no se han concretado muchas de las leyes, normas y planificaciones indicadas, pudiendo no afectar a las actividades señaladas, y sí a otras no presentadas en dicha tabla.

Oportunidades

Las oportunidades de una adaptación proactiva, se traducirían en ventajas competitivas frente a otras empresas del sector. En este sentido, cabe destacar que el haber identificado los riesgos del cambio climático para su negocio, así como el poner en práctica acciones para minimizar riesgos climáticos, puede ser la primera ventaja competitiva frente a otras empresas del sector de la construcción en las que no se haya hecho este ejercicio.

Además, pueden existir grandes oportunidades derivadas del concepto de financiación climática. Muchos países en desarrollo tienen indudables necesidades de desarrollo de infraestructuras resilientes y existe un creciente número de fuentes de financiación destinadas a ello. En este sentido, las oportunidades para Ferrovial pueden venir tanto desde un planteamiento centrífugo como centrípeto.

En el primer caso, hablamos de oportunidades en países en los que el grupo ya disponga de implantación específica. Allí, en colaboración con gobiernos u organizaciones locales, pueden identificarse necesidades que encajen en canales multilaterales de financiación. No puede perderse de vista que muchos países están desarrollando sus planes nacionales de adaptación (NAPAs, por su siglas en inglés), así como sus programas estratégicos bajo iniciativas como el Programa Piloto para la Resiliencia Climática (PPCR, por sus siglas en inglés)¹⁹. En estos planes se identifican necesidades y medidas que después se pretenden implantar, y que a menudo conllevan una mayor inversión en infraestructuras. Existen asimismo programas y planes de carácter regional o local en varios países. Piénsese por ejemplo en la iniciativas “Ciudades Emergentes y Sostenibles” del Banco Interamericano de Desarrollo²⁰.

En el segundo caso, nos referimos a la posibilidad de oportunidades derivadas directamente de la banca multilateral de desarrollo, a través de sus programas de inversión y prioridades propias. Cada organización tiene una filosofía y aproximación específica, pero la mayoría está incorporando la adaptación al cambio climático como una prioridad estratégica.

¹⁹ Puede encontrarse información más detallada al respecto en el siguiente enlace: <https://www.climateinvestmentfunds.org/cif/node/4>.

²⁰ Puede encontrarse información más detallada al respecto en el siguiente enlace: <http://www.iadb.org/es/temas/ciudades-emergentes-y-sostenibles/iniciativa-ciudades-emergentes-y-sostenibles,6656.html#.UjLXdj8wNal>.

NECESIDADES PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

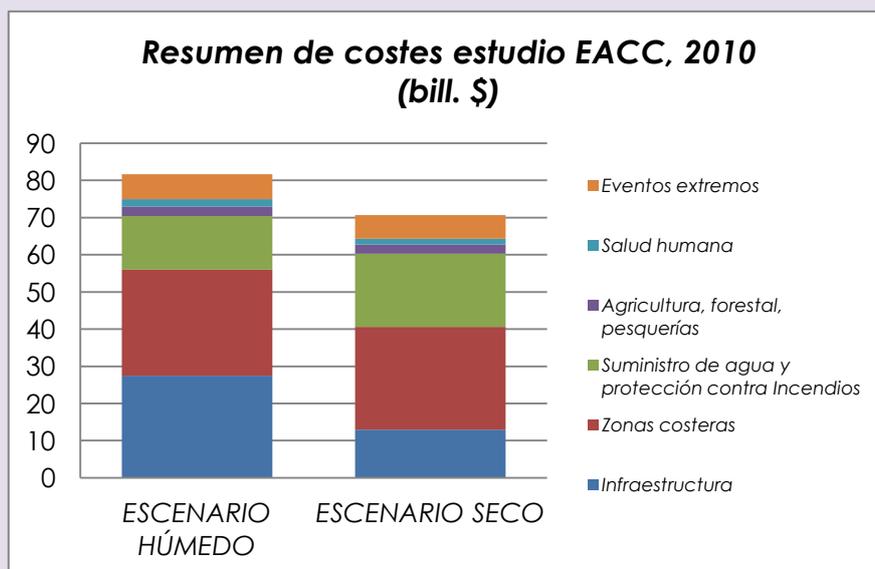
Existen diversos estudios que analizan las necesidades, especialmente de los países en vías de desarrollo para adaptarse al cambio climático. Se trata de un tema complejo, dado que el propio concepto de adaptación, así como las metodologías, escenarios y periodos de referencia son diferentes en unos estudios y otros.

El Banco Mundial ha publicado recientemente una serie de trabajos en relación con la economía de la adaptación al cambio climático, conocidos como las series EACC (no confundir con el Grupo ECA con análogo fin pero con composición y organización diferente). Según este estudio, los costes podrían oscilar entre los 69.000 y los 81.000 millones de dólares anuales, dependiendo de los escenarios a considerar.

A continuación se presenta un resumen de los costes del estudio, para conocer su composición. Como puede apreciarse, la mayor parte de los costes está relacionada con las infraestructuras, seguidas de la gestión de zonas costeras y el agua. Es importante conocer que, por la propia concepción y metodología del trabajo, estos costes están muy relacionados con las medidas identificadas para llegar a una situación equivalente a la existente sin cambio climático.

Gráfico 1: Costes de adaptación al cambio climático en el mundo.

Fuente: Banco Mundial.²¹



²¹ Banco Mundial. The Cost to Developing Countries to Adapt to Climate Change. 2010.

En cualquier caso, como se ha comentado al inicio de este capítulo, existen varios fondos internacionales financiados por gobiernos, organismos multilaterales y, en ocasiones, instituciones privadas, que prestan apoyo económico y/o técnico a iniciativas de adaptación al cambio climático de diversa índole, lo cual se traduce en una mayor inversión en infraestructuras y, por tanto, en una mayor inversión para Ferrovial. Es difícil cuantificar el volumen total de recursos canalizado, pero algunas fuentes hablan de que los proyectos de adaptación al cambio climático han recibido 4.400 millones de dólares en el período 2009 -2010, en su mayoría a través de la utilización de fondos públicos²².

No obstante lo anterior, se debe matizar que, con frecuencia, las oportunidades para Ferrovial que puedan derivar de la financiación climática, están más asociadas al hecho de que ésta suele derivar en una mayor inversión pública en infraestructuras, que al hecho de que Ferrovial se encuentre en una posición de ventaja frente a otros posibles adjudicatarios de la construcción de infraestructuras, puesto que los criterios de adjudicación de obra civil a contratistas en los países receptores de financiación climática no suelen contemplar la adaptación al cambio climático como criterio de valoración positiva. Por el contrario, la eficiencia energética sí se observa con más frecuencia como criterio de valoración positiva a la hora de adjudicación de contratos de obra civil a empresas de construcción.

Adicionalmente, a través de la Estrategia europea de adaptación al cambio climático, la Unión Europea se compromete a destinar recursos específicamente para este fin. En materia de infraestructuras, los fondos de cohesión y el Banco Europeo de Inversiones se convierten en agentes clave en la planificación comunitaria.

En la guía "Integración de la adaptación al cambio climático en la estrategia empresarial. Guía metodológica para la evaluación de los impactos y la vulnerabilidad en el sector privado", elaborada en el marco de la iniciativa Adapta, se detallan los principales organismos y fondos que prestan ayuda financiera a la adaptación.

²² GEF, UNEP. Accessing international funding for Climate Change Adaptation. 2012.

2.4. Una visión estratégica

De acuerdo con lo expuesto a lo largo del análisis global realizado, a continuación se muestra la síntesis del mismo.

VALORACIÓN

- ✓ Existe una **pluralidad de agentes** que se pueden ver afectados por los daños que el cambio climático puede provocar en las infraestructuras. El sector de la construcción puede verse afectado, pero también aprovechar las oportunidades que las nuevas necesidades de adaptación suponen.
- ✓ En este sentido, el **carácter estratégico de infraestructuras** básicas como el transporte o la energía hace pensar que será uno de los **sectores prioritarios para los gobiernos en cuanto a inversión en adaptación al cambio climático**. De momento, existe una preferencia por opciones suaves de adaptación, pero las opciones fuertes irán imponiéndose, como mínimo, al ritmo de renovación de infraestructuras.
- ✓ Los procesos de **actualización de la normativa técnica de construcción** se vislumbra como una de las herramientas clave para la introducción de criterios de adaptación al cambio climático en las nuevas infraestructuras.
- ✓ Las prioridades de inversión se centrarán en **opciones no-regret y quick-win**, imponiéndose probablemente la inacción ante incertidumbre en opciones high-regret salvo en proyectos estratégicos.
- ✓ El sector es particularmente apto para adaptación planificada. La adaptación autónoma puede ser una opción arriesgada y costosa, aunque las limitaciones presupuestarias de los gobiernos europeos pueden forzarles a ir en esa línea.
- ✓ Existen implicaciones sociales muy relevantes a considerar en relación con los impactos del cambio climático en las infraestructuras.

RECOMENDACIONES

- ✓ Tanto a nivel europeo como a nivel internacional se está desarrollando un **marco financiero de gran magnitud** en relación con la adaptación al cambio climático. Este marco está más basado en necesidades que en la identificación de acciones concretas, dada la ausencia de una oferta

consistente. Por ello, **disponer de una cartera de productos** en este campo puede ser de alto valor estratégico para Ferrovial para posicionarse como proveedor de soluciones en este campo.

- ✓ En este sentido, es importante **mantener contacto con los fondos y organizaciones que están movilizando recursos internacionales** con el objetivo de posicionarse tempranamente y disponer de experiencias específicas.
- ✓ El desarrollo de **acciones conjuntas con otros agentes del sector** puede ser muy beneficiosa en los distintos territorios donde el grupo opera, de forma que se convenza a los gobiernos y empresas de la necesidad de movilizar recursos para la adaptación al cambio climático.
- ✓ La existencia de riesgos climáticos puede ser una variable a considerar cuando se plantea el modelo de gestión de ciertas infraestructuras o los contratos de concesión. El cambio climático puede suponer un riesgo para la propiedad de infraestructuras vulnerables.

3. Metodología de análisis de vulnerabilidad

Tras haber realizado el análisis estratégico, se realiza un análisis en detalle de la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático de una planta desalinizadora diseñada, construida y explotada por Cadagua. En el presente capítulo se muestra la metodología empleada en el análisis de vulnerabilidad de esta planta.

El análisis se lleva a cabo siguiendo los pasos que se muestran a continuación:

- 1. Identificación de los principales impactos potenciales.** A través del análisis de las proyecciones de los escenarios climáticos futuros, se puede entender cómo el cambio climático puede alterar la actividad de las centrales, es decir, los impactos que presentan una incidencia relevante en las mismas.
- 2. Identificación de los riesgos climáticos.** Se analiza la probabilidad de ocurrencia de los diferentes impactos climáticos identificados y se evalúa las consecuencias que pueden conllevar.
- 3. Evaluación de la capacidad de adaptación.** Se evalúa la capacidad de adaptación al cambio climático de las centrales. Esta se ve influenciada por la capacidad financiera para poner en marcha iniciativas o acciones adaptativas y el nivel de conocimiento en materia de impactos y cambio climático.
- 4. Análisis de vulnerabilidad actual y futura.** Mediante el análisis de riesgo y de la capacidad de adaptación, se define la vulnerabilidad de la unidad de exposición analizada al cambio climático.

3.1. Metodología del análisis de riesgos climáticos.

Para la realización de los análisis de riesgos climáticos se han aplicado y adaptado las metodologías propuestas tanto por el IPCC²³, como la desarrollada por el DEFRA²⁴, en el marco de la política de cambio climático del Reino Unido, en su aplicación bajo la Ley de Cambio Climático 2008 para el reporte de informes de adaptación realizados en especial por el sector energético. Debido a la incertidumbre inherente a los impactos futuros derivados del cambio climático, ya que están basados en proyecciones climáticas, es necesario, para una toma informada de decisiones en materia de actuación, describir las tres componentes del riesgo que definen la vulnerabilidad de un sector al cambio climático. Estas **son probabilidad, consecuencia y capacidad de adaptación.**

El análisis de vulnerabilidad no es un sistema aritmético, sino un método de representación de importancia, subjetiva e informada, que conceden los expertos y agentes clave en cada caso.

De acuerdo con el marco conceptual que se utiliza en este trabajo, es preciso definir el concepto de riesgo. Con el mismo nos referimos a los impactos sobre los sistemas humanos o naturales de un determinado evento (*event risk*) o daño (*outcome risk*) a lo largo de un periodo de tiempo²⁵. **Es el producto de la probabilidad de que ese riesgo suceda multiplicado por las consecuencias que ello tendría.** En este trabajo se desarrolla una evaluación cuantitativa del riesgo, si bien no puede ser puramente objetiva, en la medida en que inevitablemente se deben evaluar las consecuencias de ciertos acontecimientos sobre diversos elementos en riesgo, a ojos de un observador humano.

$$[1] \quad \text{“} \mathbf{Riesgo(R) = Probabilidad \times Consecuencia} \text{”}$$

²³ Schneider, S.H., S. Semenov, A. Patwardhan, I. Burton, C.H.D. Magadza, M. Oppenheimer, A.B. Pittock, A. Rahman, J.B. Smith, A. Suarez y F. Yamin. Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007.

²⁴ DEFRA. UK Climate Change Risk Assessment: Government Report.2012; y DEFRA. Climate Change Adaptation.E.ON UK Generation. 2011.

²⁵ UNDP. Vulnerability and Risk Assessment. 2nd Edition. 1994.

PROBABILIDAD

Según la citada metodología, la probabilidad de ocurrencia de un impacto climático se clasifica en seis categorías según su grado, de improbable (1) a muy probable (6). A cada una de estas categorías se le asigna, a su vez, una puntuación en un rango de 0 a 10, tal y como se recoge a continuación.

Tabla 7. Grado de probabilidad de los impactos climáticos.

Fuente: Adaptado de DEFRA.

PROBABILIDAD						
	Improbable	Muy poco Probable	Poco Probable	Probable	Bastante probable	Muy Probable
Grado	1	2	3	4	5	6
Puntuación	3	4	5	7	9	10

Descripción:

Improbable: Excepcionalmente improbable que suceda.

Muy poco probable: Muy improbable que suceda.

Poco probable: Improbable que suceda.

Probable: Es tan probable que suceda como que no.

Bastante probable: Es probable que suceda.

Muy probable: Muy probable que suceda.

CONSECUENCIA

Las consecuencias de un impacto se clasifican en siete categorías en función del grado de importancia o magnitud, asignando una puntuación entre 0, para un grado despreciable de importancia, y 10, para un grado de importancia muy grave. En la siguiente tabla se resumen estas categorías.

Tabla 8. Grado de consecuencia de los impactos climáticos.

Fuente: Elaboración propia a partir de DEFRA y COSO.

Puntuación	Grado	Afecciones económicas y de operatividad en activos	Daños físicos	Afecciones en materia de seguridad
0	Despreciable	Sin repercusiones	Sin daños físicos	Sin repercusiones
3	Mínima	Repercusiones irrelevantes en las cuentas anuales del activo	Daños físicos irrelevantes	Sin repercusiones
4	Menor	Repercusiones en las cuentas anuales del activo asumibles sin dificultad	Daños físicos leves	Sin repercusiones
5	Significativa	Repercusiones notables en las cuentas anuales del activo, pero asumibles	Daños físicos notables	Sin repercusiones
7	Importante	Importantes repercusiones en las cuentas anuales del activo, asumibles con mayor dificultad que en el grado de impacto anterior	Daños físicos importantes pero asumibles	Repercusiones mínimas
9	Grave	Graves repercusiones en las cuentas anuales, llegándose a contemplar la posibilidad de cierre del activo	Daños físicos difíciles de asumir	Repercusiones de poca envergadura y asumibles
10	Muy grave	Las repercusiones económicas exigen el cierre o renovación total del activo	Daños físicos no asumibles	Puede tener repercusiones no asumibles

La gravedad de la consecuencia de un impacto queda determinada por la categoría de mayor afección, es decir, basta con que una consecuencia de un impacto cumpla la descripción indicada en una de las tres categorías (operatividad de los activos, daños físicos o seguridad), para que sea considerada en ese determinado grado. Por ejemplo, si una consecuencia no causa daños físicos, ni tiene repercusiones en materia de seguridad, pero sus repercusiones en las cuentas anuales son graves, y se llega a contemplar la posibilidad de cierre del activo, esa consecuencia sería clasificada como grave.

Una vez quedan bien definidas las dos variables del riesgo, se cruzan en una matriz para obtener el índice de riesgo resultante. Se categorizan los riesgos, según su magnitud y probabilidad de ocurrencia con valores que van desde 0, para impactos improbables de ocurrir y con consecuencias despreciables, hasta 100, para impactos muy probables de ocurrir y con consecuencias muy graves. Los resultados se resumen en la tabla siguiente.

Tabla 9. Matriz de índices de riesgo.

Fuente: Adaptado de DEFRA.

ÍNDICE DE RIESGO		CONSECUENCIA						
		Despreciable	Mínima	Menor	Significativa	Importante	Grave	Muy grave
PROBABILIDAD	Improbable	0	9	12	15	21	27	30
	Muy poco Probable	0	12	16	20	28	36	40
	Poco Probable	0	15	20	25	35	45	50
	Probable	0	21	28	35	49	63	70
	Bastante probable	0	27	36	45	63	81	90
	Muy Probable	0	30	40	50	70	90	100

El resultado del análisis de riesgos permite priorizar acciones en el proceso de toma de decisión, ya que un mayor riesgo, implica una mayor urgencia en emprender acciones. En la presente metodología se agrupan los índices de riesgo en cinco tipologías de riesgo diferentes, como se ilustra en la siguiente tabla.

Tabla 10. Tipología de riesgos para la evaluación de acciones.

Fuente: Adaptado de DEFRA.

RIESGO	Magnitud	Categoría	Tipología
Muy Alto	≥ 90	5	R5
Alto	$\leq 50-90$	4	R4
Medio	$\leq 30-50$	3	R3
Bajo	$\leq 20-30$	2	R2
Muy bajo	$> 0-20$	1	R1
Despreciable	0	0	R0

- R5** Riesgo muy alto, es urgente evaluar acciones.
- R4** Riesgo alto, es necesario evaluar acciones.
- R3** Riesgo medio, es recomendable evaluar acciones.
- R2** Riesgo bajo, es necesario el seguimiento, pero no tanto evaluar acciones.
- R1** Riesgo muy bajo, no es necesario evaluar acciones preventivas o adaptativas.
- R0** Riesgo despreciable.

3.2. Metodología de valoración de la capacidad de adaptación.

Tras la evaluación preliminar de los riesgos, el siguiente paso es determinar la capacidad de adaptación de los sistemas u organizaciones. Ésta se define como la habilidad del sistema para ajustarse a los cambios en el clima, amortiguar el daño potencial, beneficiarse de las oportunidades que presentan los impactos positivos y lidiar con las consecuencias negativas derivadas, mediante la modificación de comportamientos, y el uso de los recursos y tecnologías disponibles. Es por esto que el concepto de capacidad de adaptación está íntimamente ligado con el concepto de resiliencia climática.

Para definir la capacidad de adaptación, se identifican cuatro categorías de variables que determinan en qué medida la adaptación está planificada:

- **Variables transversales: planificación gubernamental y empresarial.** Existencia de políticas, estándares, regulación, legislación o directrices, de prevención de los riesgos derivados del cambio climático, ya sea fruto de la planificación gubernamental de los estados en que opera la organización, o como iniciativa estratégica propia de la empresa.
- **Variables económicas:** Se refiere tanto a la disponibilidad de recursos económicos, como a la disponibilidad de infraestructuras.
 - **Recursos económicos:** Existencia de recursos económicos para hacer frente a los riesgos, disponibilidad de fuentes de financiación o la posibilidad de explotación de oportunidades de mercado derivadas de la adaptación.
 - **Infraestructuras.** Disponibilidad de las infraestructuras necesarias y suficientes para hacer frente a los riesgos identificados.
- **Variables sociales: Información y conocimiento.** Disponibilidad de información de la que goza la organización y sus agentes clave, conocimiento del riesgo y/o de las oportunidades, existencia de precedentes de actuación, existencia de metodología, grado de conocimiento e implicación por parte de la plantilla de personal, los clientes y las comunidades del entorno, existencia de programas de entrenamiento, disponibilidad de información de estudios de caso.

Tabla 11. Capacidad de adaptación.

Fuente: Adaptado de DEFRA.

CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN					
	Despreciable (CA0)	Mínima (CA1)	Media (CA2)	Significativa (CA3)	Importante (CA4)
Grado	0	1	2	3	4
Puntuación	7	5	4	3	1

Descripción:

Despreciable: No se dispone de ninguna variable.

Mínima: Se dispone de una o dos variables.

Media: Se dispone de tres variables.

Significativa: Se dispone de cuatro variables.

Importante: Se dispone de cinco variables.

La capacidad de adaptación se clasifica en despreciable (0), mínima (1), media (2), significativa (3) o importante (4), según la disponibilidad del sector o sus activos de alguna de las variables anteriormente descritas. Se asignan puntuaciones de 1 a 7 para cada grado de capacidad de adaptación, dando el mayor valor a la capacidad de adaptación despreciable, y el menor a la capacidad importante.

3.3. Metodología del análisis de vulnerabilidad.

La vulnerabilidad se define como la susceptibilidad de una organización o sistema a los cambios en el entorno. En este análisis, se examina también la capacidad de adaptación de dicha organización o sistema, con el objetivo de determinar su reacción ante posibles alteraciones y establecer un orden de prioridades a la hora de proponer medidas concretas de actuación en materia de adaptación.

La vulnerabilidad depende tanto de la probabilidad y consecuencia del riesgo experimentado, como de la capacidad de actuación, de modo que, cuanto mayor sea la severidad del riesgo concreto evaluado y menor la capacidad de adaptación, mayor será la vulnerabilidad del elemento receptor del riesgo.

De esta manera, la vulnerabilidad se puntúa como el producto entre el riesgo y la capacidad de adaptación, según la fórmula siguiente:

$$[2] \quad \text{Vulnerabilidad} = \text{Riesgo} \times \text{Capacidad de Adaptación}$$

Este producto se calcula tomando como valor para el riesgo, su índice²⁶ (que varía entre 0 y 100), y como valor para la capacidad de adaptación, su puntuación²⁷ (entre 1 y 7).

El rango de valores resultado del cruce de estas dos variables, define el índice de vulnerabilidad, que varía entre 0 y 700, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12. Vulnerabilidad del sistema a un determinado riesgo climático.
FUENTE: Adaptado de DEFRA.

		CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN				
		CA0	CA1	CA2	CA3	CA4
RIESGO	R0	0	0	0	0	0
	R1	140	100	80	60	20
	R2	210	150	120	90	30
	R3	350	250	200	150	50
	R4	630	450	360	270	90
	R5	700	500	400	300	100

Los valores obtenidos de esta manera definen las distintas tipologías de vulnerabilidad, que se clasifica de despreciable, con una magnitud igual a cero, a muy alta, con una magnitud de vulnerabilidad mayor a 700, según el siguiente criterio:

²⁶ Véase Tabla 9.

²⁷ Véase Tabla 11.

Tabla 13. Tipología de vulnerabilidad

FUENTE: Adaptado de DEFRA.

	RIESGO	MAGNITUD	CLASE	TIPOLOGÍA
TIPOLOGÍA DE VULNERABILIDAD	Muy Alto	≥ 500	5	V5
	Alto	$\leq 300-500$	4	V4
	Medio	$\leq 200-300$	3	V3
	Bajo	$\leq 100-200$	2	V2
	Muy bajo	$> 0-100$	1	V1
	Despreciable	0	0	V0

Descripción:

- V5:** Vulnerabilidad muy alta, es urgente tomar acciones.
- V4:** Vulnerabilidad alta, es necesario tomar acciones.
- V3:** Vulnerabilidad media, es recomendable tomar acciones.
- V2:** Vulnerabilidad baja, es necesario el seguimiento, pero no tanto tomar acciones.
- V1:** Vulnerabilidad muy baja, no es necesario tomar acciones preventivas o adaptativas.
- V0:** Vulnerabilidad despreciable.

De esta manera queda definido el grado de vulnerabilidad del objeto de análisis a los impactos climáticos concretos a los que se encuentra expuesto. Este análisis puede realizarse tanto para evaluar la vulnerabilidad actual del objeto de análisis, como para evaluar su vulnerabilidad futura, dados los cambios climáticos esperados.

4. Análisis de vulnerabilidad

Tras haber realizado el análisis estratégico, se realiza un **análisis de detalle de la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático de la planta desalinizadora de agua de mar del Canal de Alicante, ubicada en Alicante**. Este análisis aportará un mayor conocimiento de los riesgos asociados a la desalinización de agua de mar y de su capacidad de adaptación a los posibles impactos.

4.1. Descripción del objeto de análisis de vulnerabilidad.

La planta desalinizadora de agua de mar del Canal de Alicante basa su funcionamiento en la tecnología de ósmosis inversa, y fue construida por una UTE de la que formaban parte FASA, Cadagua, NECSO e Infilco. En la actualidad es explotada por la UTE Acciona Agua-Cadagua, y la titularidad de la instalación es de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla.

El agua desalinizada producida en la planta se consume en los términos municipales de Elche, Santa Pola, San Vicente del Raspeig y Alicante.

La localización de la planta se muestra en el siguiente mapa.

Figura 3: Mapa de localización de la planta desalinizadora del Canal de Alicante.

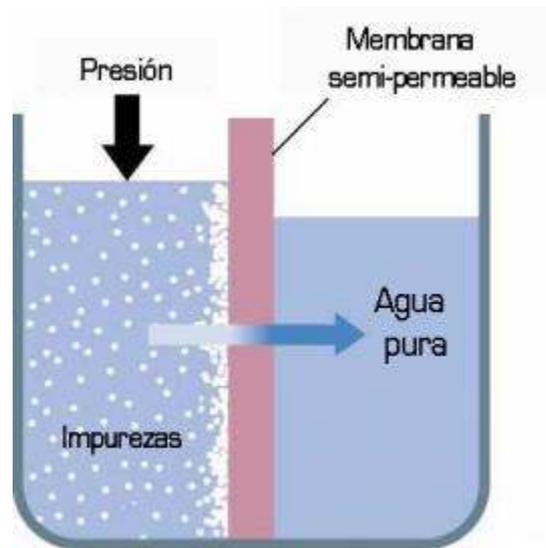
Fuente: Google Maps.



El proceso de desalinización mediante ósmosis inversa se basa en hacer pasar agua de mar a presión a través de una membrana semi-permeable, de modo que la membrana retiene la sal y las impurezas del agua, y se obtiene agua desalinizada, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 4: Funcionamiento de una membrana semipermeable.

Fuente: CMS.



Las fases de la desalinización por ósmosis inversa son tres: pretratamiento, filtración y postratamiento.

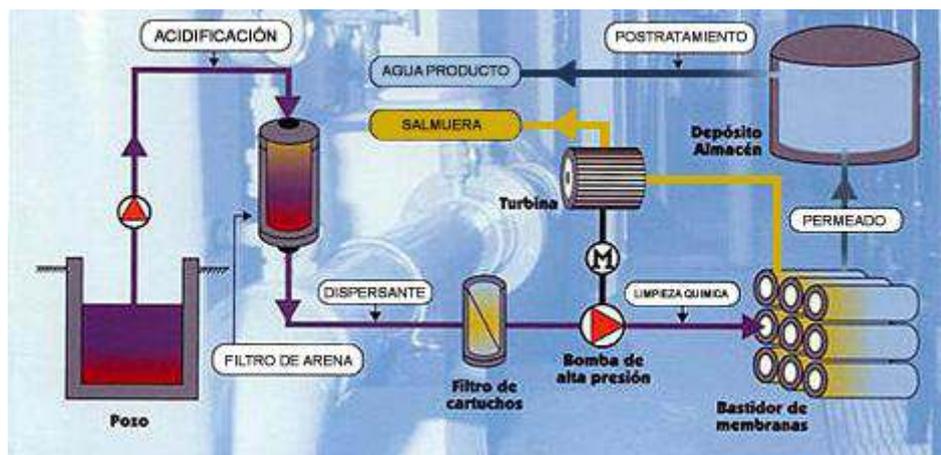
1. La primera de las fases, el pretratamiento del agua del mar, garantiza las condiciones óptimas del agua de alimentación a las membranas de ósmosis inversa, tanto desde el punto de vista físico como químico, eliminando con ello posibles sustancias que podrían dañar la membrana.
2. Después del pretratamiento, se realiza una filtración para eliminar las partículas en suspensión que pudieran existir en el agua y que disminuirían el rendimiento de las membranas de ósmosis inversa. Una vez pretratada y filtrada, el agua pasa a las motobombas de alta presión que la inyectan en los módulos de ósmosis inversa a la presión necesaria para hacerla pasar por los mismos. No toda, el agua inyectada en los módulos de ósmosis pasa a través de ellos y se desala, sino que una parte es rechazada en forma de salmuera.

- Una vez que el agua ha pasado por las membranas semipermeables, recibe un tratamiento (postratamiento) para garantizar sus condiciones óptimas para su consumo por parte de los usuarios finales.

La siguiente figura muestra el esquema básico de una planta desalinizadora²⁸.

Figura 5: Esquema de un planta desalinizadora de ósmosis inversa.

Fuente: OOMSAPASLC.



4.2. Proyecciones climáticas en la Comunidad Valenciana

Para estudiar cómo podría evolucionar el clima de la Comunidad Valenciana a lo largo del siglo XXI, se han revisado las proyecciones elaboradas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)²⁹ para esta Comunidad Autónoma. En concreto, los escenarios para los cuales se realizan las proyecciones de AEMET son los siguientes:

- **A1B** (emisiones medias). Intuye un rápido crecimiento económico y poblacional para el futuro, una población mundial en decrecimiento a partir de mediados de siglo y un rápido desarrollo tecnológico, con un equilibrio mundial entre regiones y fuentes de energía diversificadas.

²⁸ Se puede encontrar una descripción detallada de esta planta en la página web de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla

(<http://www.mct.es/es/infraestructuras/desalinizadoras/alicante-i/198.html?task=view>).

²⁹ AEMET. Generación de escenarios climáticos regionalizados para España. 2009.

AEMET. Gráficos de evolución del cambio climático por comunidades autónomas en España.

- **A2** (emisiones medias-altas). Supone una población mundial en crecimiento sostenido, con fuertes diferencias regionales en cuanto a crecimiento tecnológico, poblacional y económico. El desarrollo económico y tecnológico es más lento y fragmentado que en otros escenarios
- **B1** (emisiones bajas). En este escenario, la población mundial crece hasta alcanzar su máximo a mediados de siglo para decrecer después del mismo modo que en el escenario A1, la economía mundial tiende a una menor dependencia y presión sobre los recursos, una mayor eficiencia energética y a un enfoque globalizado de las soluciones socioeconómicas y ambientales. Mayor equidad social.
- **E1** (emisiones muy bajas). Escenario de mitigación agresivo coherente con el objetivo de evitar que se superen los 2°C de calentamiento global medio respecto a los niveles pre-industriales. Bajo este escenario, la concentración de CO₂ alcanzaría 535 ppm en 2045 y se estabilizaría posteriormente en 450 ppm)³⁰.

Se ha decidido emplear estas proyecciones dado que no existen proyecciones regionalizadas a menor escala, que serían más precisas. De este modo, existe un cierto grado de incertidumbre en las mismas, asociada a las diferencias climáticas entre las distintas zonas de la Comunidad Valenciana, o incluso dentro de una misma zona.

De acuerdo a las mismas, las temperaturas máximas experimentarían un aumento de en torno a 1,5°C para mediados del siglo XXI, y de entre 1,5 y 4°C para finales del mismo. Al mismo tiempo, las proyecciones de aumento para las temperaturas mínimas serían muy parecidas a las anteriores: entre 1 y 1,5°C para el año 2050 y entre 1,5 y 4°C para el año 2100, variando en función del escenario de emisiones de GEI considerado.

Las siguientes figuras muestran como variarían las temperaturas a lo largo del siglo XXI en la Comunidad Valenciana, de acuerdo a las proyecciones.

³⁰ Comisión Europea. European and Global Climate Change Projections. Technical Policy Briefing Note. 01. 2011.

Figura 6: Proyecciones de cambio en las temperaturas máximas para la Comunidad Valenciana, bajo los escenarios A2, A1B, B1 y E1.

Fuente: AEMET³¹.

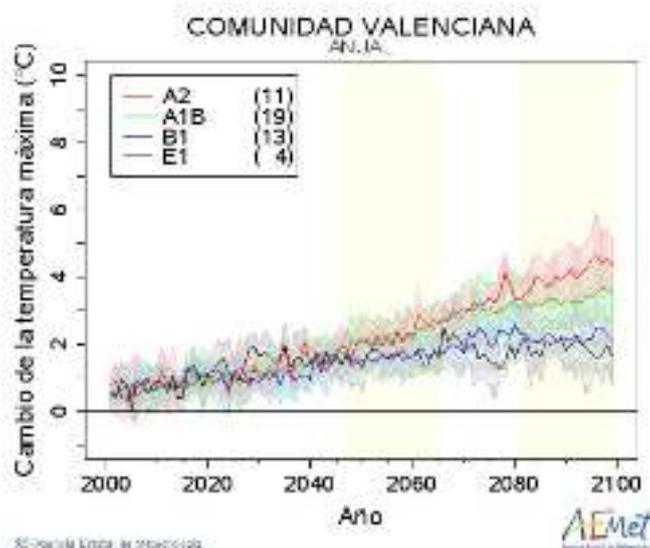
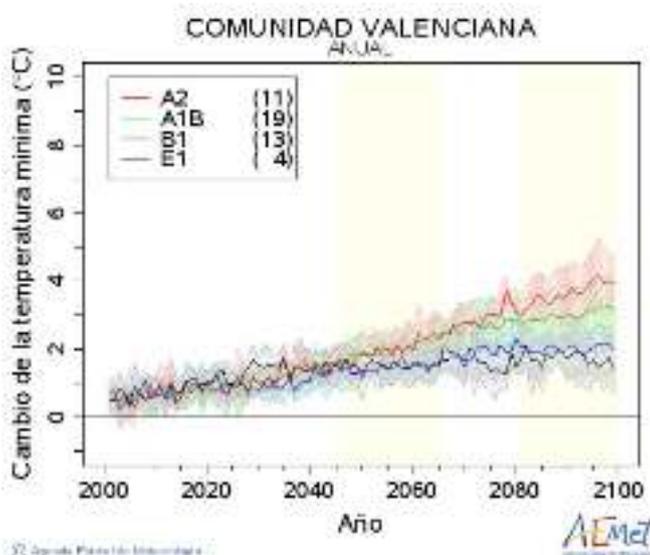


Figura 7: Proyecciones de cambio en las temperaturas mínimas para la Comunidad Valenciana, bajo los escenarios A2, A1B, B1 y E1.

Fuente: AEMET³².



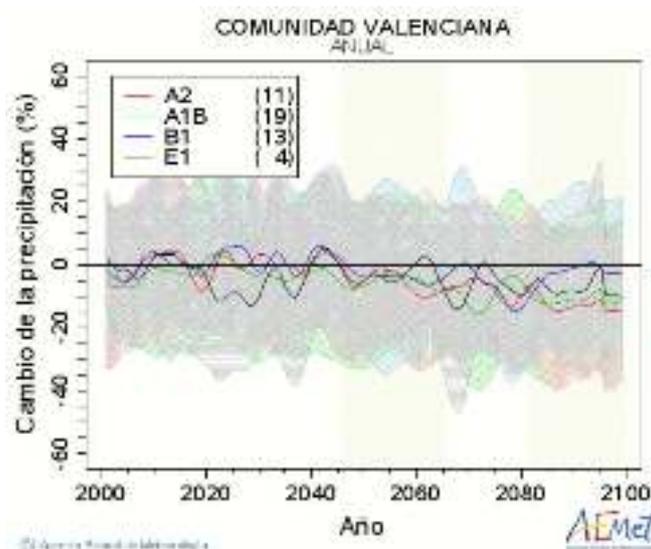
³¹ AEMET. Generación de escenarios climáticos regionalizados para España. 2009. AEMET. Gráficos de evolución del cambio climático por comunidades autónomas en España.

³² AEMET. Generación de escenarios climáticos regionalizados para España. 2009. AEMET. Gráficos de evolución del cambio climático por comunidades autónomas en España.

Respecto a las precipitaciones, las proyecciones para la Comunidad Valenciana realizadas por AEMET apuntan a disminuciones de en torno al 5% para el año 2050 y de entre el 5 y algo más del 10% para finales del siglo XXI.

La siguiente figura muestra las proyecciones de evolución de precipitación bajo diferentes escenarios de emisiones de GEI.

Figura 8: Proyecciones de variación porcentual de la precipitación media anual para la Comunidad Valenciana, bajo los escenarios A2, A1B, B1 y E1.
Fuente: AEMET³³.

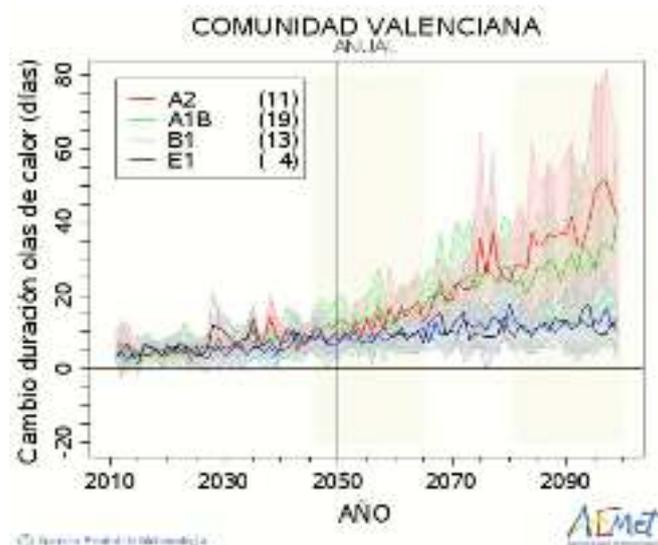


Por otra parte, el número de días de olas de calor al año podría aumentar en un número entre 5 y 10 días para mediados del siglo XXI, y entre 5 y 40 días hacia el año 2100, conforme muestran a continuación las proyecciones de olas de calor para la Comunidad Valenciana.

³³ AEMET. Generación de escenarios climáticos regionalizados para España. 2009.
AEMET. Gráficos de evolución del cambio climático por comunidades autónomas en España.

Figura 9: Proyecciones de cambio en la duración de las olas de calor para la Comunidad Valenciana, bajo los escenarios A2, A1B, B1 y E1.

Fuente: AEMET³⁴.

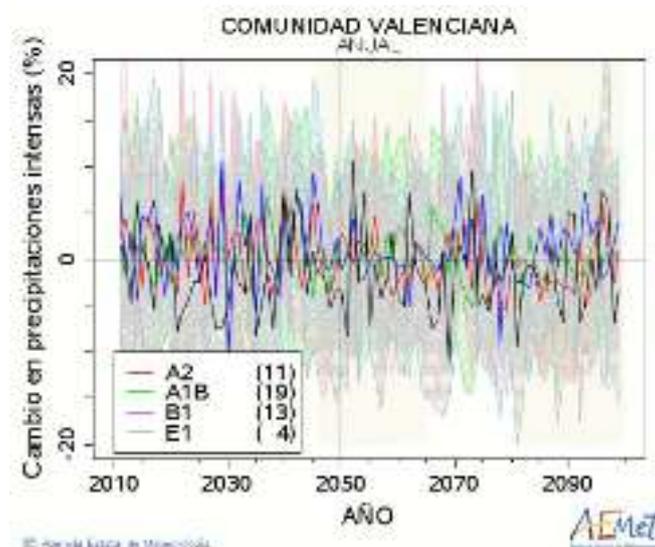


Respecto a las precipitaciones intensas, las proyecciones apuntan a una variabilidad interanual de un $\pm 10\%$, pero sin cambios en la tendencia de la media anual, como se puede comprobar en la siguiente figura.

³⁴ AEMET. Generación de escenarios climáticos regionalizados para España. 2009.
AEMET. Gráficos de evolución del cambio climático por comunidades autónomas en España.

Figura 10: Proyecciones de cambio en las precipitaciones intensas para la Comunidad Valenciana, bajo los escenarios A2, A1B, B1 y E1.

Fuente: AEMET³⁵.



En cuanto a la elevación del nivel del mar, las proyecciones bajo los distintos escenarios contemplados son las siguientes.

Tabla 14: Proyecciones de elevación del nivel mar.

FUENTE: IPCC³⁶.

Escenario	Elevación del nivel del mar (en m para el período 2090-2099, en comparación con el nivel de 1980-99)
B1	0.18-0.38
A1B	0.20-0.43
A2	0.23-0.51

En resumen, los principales cambios que podrían esperarse para la Comunidad Valenciana, son un incremento de las temperaturas máximas y mínimas de 1°C-2°C para mediados del siglo XXI, y de entre 1 y 4°C para finales, variando en función del escenario de emisiones de GEI considerado, así como una reducción de hasta un 5% a mediados de siglo y en algo más del 15% a finales del mismo, con respecto a la cuantía de las precipitaciones.

³⁵ AEMET. Generación de escenarios climáticos regionalizados para España. 2009.

AEMET. Gráficos de evolución del cambio climático por comunidades autónomas en España.

³⁶ IPCC. Climate Change 2007: Synthesis Report. 2007.

En cuanto a las olas de calor, éstas se prolongarían en un número de días que oscilaría entre 5 y 10 para mediados de siglo, y entre 5 y 40 hacia el año 2100. Las lluvias intensas tendrían una gran variabilidad interanual (de hasta $\pm 10\%$), sin una clara tendencia a aumentar o disminuir.

El nivel del mar, por último, podría situarse 0,51 metros por encima del actual a finales del siglo XXI.

4.3. Análisis de riesgos

Antes de entrar en la exposición de resultados del análisis de riesgos y vulnerabilidades, es necesario explicar que la notación que se empleará de ahora en adelante para mostrar los resultados es la siguiente:

- **T:** hace referencia al aumento de la temperatura
- **P:** se refiere a la disminución de la precipitación
- **EE:** hace referencia a los eventos meteorológicos extremos
- **NM:** se refiere al aumento del nivel del mar
- **0:** se refiere a la actualidad
- **1:** se refiere al corto plazo (2015-39)
- **2:** se refiere al medio plazo (2040-69)
- **3:** se refiere al largo plazo (2070-99)

De este modo, por ejemplo, T1 indicaría que el riesgo o vulnerabilidad de que se trate es el asociado al aumento de la temperatura en el corto plazo.

La planta desalinizadora del Canal de Alicante podría ser vulnerable a los impactos del cambio climático de diferentes formas. Las consecuencias potenciales del mismo y sus valoraciones se presentan en las tablas a continuación.

Tabla 15: Consecuencias posibles del cambio climático para la planta desalinizadora del Canal de Alicante.

Fuente: elaboración propia a partir de Chillón Arias, M.F.³⁷ y de información aportada por Ferrovial y por la Mancomunidad de los Canales del Taibilla. (D=despreciable, Min=mínima, Men=menor, S=significativa, I=importante, Gr=crítica, MG=muy grave).

Impacto climático	Riesgo asociado	Consecuencia directa derivada	IMPORTANCIA DE CONSECUENCIAS				Justificación
			Actualidad	2015 -39	2040 -69	2070 -99	
Incremento de la temperatura	Empeoramiento de la calidad del agua (mayor salinidad, mayor contenido en boro y mayor crecimiento microbiano)	Mayor consumo de productos químicos para asegurar la calidad del agua producida, o necesidad de un segundo paso de ósmosis, aumentando el gasto energético.	Min	Men	S	I	La propiedad informa de que el incremento de temperatura necesario para hacerse notar en los consumos de la instalación debería ser de 4°C en el agua del mar. Debe tenerse en cuenta que, al situarse las tomas en agua en pozos, el agua de mar que entra en las instalaciones se encuentra más atemperada que en el mar abierto.
Disminución de las precipitaciones	Menor disponibilidad de agua en embalses	Mayor necesidad de uso y producción de la planta	Min				La mayor necesidad de producción de la planta no supondría, en principio, un perjuicio mínimo para la misma, puesto que está diseñada para que esté en funcionamiento continuo al 100% de su capacidad.

³⁷ Chillón Arias, M.F. Reducción de boro en aguas procedentes de la desalación. 2009.

Impacto climático	Riesgo asociado	Consecuencia directa derivada	IMPORTANCIA DE CONSECUENCIAS				Justificación
			Actualidad	2015 -39	2040 -69	2070 -99	
Eventos extremos	Precipitaciones intensas-grandes avenidas de agua	Posibilidad de daños físicos a tuberías de transporte de agua desalinizada al depósito de Elche en zonas de cruce de cauces	Min	Men	S	I	Los daños en las tuberías de transporte de agua desalinizada a Elche causados por grandes avenidas de agua en zonas de cruce de cauces podrían interrumpir el suministro a dicha ciudad.
	Oleaje	Posibilidad de daños a infraestructuras de captación de agua de mar					
	Vientos	Daños en aparatos de aire acondicionado y elementos constructivos de fachada					
	Olas de frío	Congelación de tuberías de dióxido de carbono					
Aumento del nivel del mar	Posibilidad de afección a las infraestructuras de agua de mar		Min				Las tomas de agua de mar se realizan a través de pozo, por ello se estima que la repercusión de la elevación del nivel del mar en la planta sería mínima.

Entrando en mayor detalle en los impactos presentados en la tabla anterior, hay que indicar que la temperatura afecta a la presión de diseño de las bombas de alta presión, así como al diseño de las membranas. Por eso, es importante conocer las oscilaciones de temperatura del agua de mar a lo largo del año en las plantas desalinizadoras, puesto que se diseñan para operar en unos determinados rangos de temperaturas (entre la temperatura del agua de mar en el periodo más frío y la del más cálido). De esta forma un incremento de temperatura en el periodo más frío no afecta, pero si lo hace en el más cálido. El rango de diseño puede oscilar entre 12 – 28 °C; dependiendo de las características de temperatura del agua de mar en el emplazamiento. Debe tenerse en cuenta que durante el mismo día pueden variar las temperaturas del agua de mar dependiendo de corrientes y otros factores.

La afección por aumento de temperatura al desalinizado también depende de la toma de agua, ya que, si la toma de agua de mar es cerrada, como en el caso que se analiza (toma de agua mediante pozos), las repercusiones en el proceso de un incremento de temperatura no serían muy sustanciales, ya que los propios pozos costeros hacen de regulador natural de la temperatura del agua de mar. De este modo, un incremento de 1-1,5 °C en el agua de mar apenas se notaría. Sin embargo, un incremento entre 1,5-4 °C sí podría notarse, ya que provocaría un descenso en las presiones de alimentación (descenso de gasto energético) de los bastidores, así como un aumento en el caudal de permeado y en la conductividad del mismo (mayor paso de agua, pero con un mayor paso de sales).

En líneas generales, **el incremento de la temperatura afecta a las plantas desalinizadoras de ósmosis inversa en un doble sentido, puesto que cuánto más alta sea la temperatura, mayor producción se consigue, pero con peor calidad del agua producto.**

CONSECUENCIAS DEL AUMENTO DE LA TEMPERATURA EN LA DESALINIZACIÓN

Analizando la influencia de aumento de la temperatura en la desalinización, **en cuanto a la producción**, se puede afirmar que cuanto más alta es la temperatura, más alto es el flujo de permeado, ya que la viscosidad del agua de alimentación disminuye y, por lo tanto, el agua pasa más fácilmente a través de la membrana. Por tanto, **habría un ahorro económico, debido a que, con el aumento de la temperatura, la presión necesaria para que el agua permee a través de las membranas es inferior**. Se estima que para cada grado centígrado de incremento de la temperatura del agua, el flujo de permeado aumenta un 3%.

Sin embargo, en la mayoría de las plantas este ahorro energético no se podría aprovechar ya

que, por diseño, la altura disponible de la bomba de alta presión está calculada para el peor de los casos, el agua más fría, por lo que, aunque la temperatura del agua de mar sea superior, la bomba tendrá el mismo consumo energético y lo único que se producirá será una pérdida energética, bien en la válvula de impulsión de la bomba o bien en la válvula de control de permeado.

En cuanto a la calidad del agua producto, debe indicarse que, **a mayor temperatura**, la membrana tiende a permear más, por lo que **se produce un agua de peor calidad**, con mayor salinidad y con mayor contenido de boro, ya que, al crecer la temperatura, el paso de sales aumenta en mayor medida que el paso de agua. **Para que la concentración de boro estuviese dentro de los parámetros de calidad exigibles, sería necesario aumentar el pH en el agua de entrada, dosificando sosa y otros productos químicos, con un coste elevado, o bien hacer uso de un segundo paso de ósmosis, con el consumo energético que ello conllevaría.** Se estima que el paso de sales aumenta un 6% por cada por cada grado centígrado. Generalmente, el rechazo de sales es mayor a baja temperatura.

De la misma forma, la solubilidad de determinadas sales aumenta con la temperatura y, por tanto, a temperaturas más elevadas se reducen los riesgos de precipitación.

El procedimiento que se sigue para limitar la concentración de boro en el agua producida es el que se indica a continuación:

- El pH se eleva a la entrada de los bastidores, para que parte del boro se transforme en boratos, los cuales son rechazados por las membranas, ya que la eliminación de especies cargadas (borato) es mucho más sencilla que las neutras (ácido bórico), y el agua del mar contiene mayoritariamente la forma neutra.

El equilibrio ácido bórico/borato tiene un pH de 9,2, lo que quiere decir que a pH inferior a 9,2, el equilibrio del ácido bórico molecular y el borato está desplazado en el agua del mar a la forma de ácido bórico molecular, ya que el pH del agua del mar se sitúa en torno a 8 o inferior, por lo que la cantidad de borato es despreciable. Si el pH fuera superior a 9,2, el equilibrio estaría desplazado hacia el anión borato.



Ácido bórico ↔ Boratos

- Para elevar el pH del agua de mar a la entrada de bastidores, se dosifica sosa, y así se consigue que la relación se desplace hacia la derecha, y parte del boro en forma de ácido bórico se transforme en boratos, los cuales son rechazados por las membranas. Sin embargo, aunque a mayor pH, mayor retención de boro obtendríamos, el aumento del pH tiene un límite, por la posibilidad de que se generen problemas en las

membranas.

- La dosificación de sosa está estrechamente ligada a la de dispersante. El dispersante es una especialidad química que ayuda a evitar la precipitación de sales en las membranas. La dosificación de dispersante es muy importante, ya que a una dosis inferior a la recomendada podría provocar la precipitación de carbonatos en las membranas, con el consiguiente ensuciamiento, que en ocasiones es irreparable.

Al margen de lo anterior, **un aumento de la temperatura favorece el crecimiento microbiano** (actividad biológica), por lo que habría que realizar choques de hipoclorito sódico más frecuentes, con el consiguiente consumo de este producto químico.

A continuación se refleja el incremento del consumo de productos químicos estimado, debido al incremento de las temperaturas:

- Mayor dosificación de sosa. Para una producción media de 1.500 m³/h, el consumo de sosa se incrementaría hasta 20 Tn/°C.
- Mayor dosificación de dispersante. Para una producción media de 1500 m³/h, el consumo de dispersante se incrementaría hasta 0,01 ppm/°C.
- Mayor dosificación de hipoclorito sódico. Se consumirían unos 600 €/choque.

Como resumen, **se puede decir que un aumento de 0,5 °C en la temperatura del agua de mar afectaría relativamente poco al proceso** de desalación. Sin embargo, **un incremento de 2,5 °C aumentaría mucho la producción** y, por lo tanto, el paso de sales, así que, para ajustar los parámetros al diseño de la planta y no forzar las membranas, se tendría que cerrar la válvula de alta presión, con lo que disminuiría la presión de entrada al bastidor. Esto conllevaría un menor rendimiento de la bomba de alta presión y un **aumento del consumo energético**.

En la planta objeto de este análisis, se estima que este incremento de temperatura debería estar entorno a 4 °C, para hacerse notar en las instalaciones.

Por último, hay que mencionar que la disminución en el número de días de helada al año haría más improbables las congelaciones en las parrillas de dosificación de CO₂, que se presentan en la actualidad en algunas situaciones muy puntuales de helada.

Las probabilidades de ocurrencia de los impactos climáticos en los diferentes períodos del siglo XXI se presentan a continuación.

Tabla 16: Probabilidades de los impactos climáticos sobre la planta desalinizadora del Canal de Alicante.

Fuente: elaboración propia con base en datos de AEMET³⁸ e IPCC³⁹.

Impacto	Período	Probabilidad	Justificación
Incremento de la temperatura	Actualidad	Poco probable	Valoración realizada con base en las proyecciones de temperatura a lo largo del siglo XXI para la Comunidad Valenciana.
	2015-39	Probable	
	2040-69	Bastante probable	
	2070-99	Muy probable	
Disminución de las precipitaciones	Actualidad	Poco probable	Valoración realizada con base en las proyecciones de precipitación a lo largo del siglo XXI para la Comunidad Valenciana.
	2015-39	Probable	
	2040-69	Probable	
	2070-99	Bastante probable	
Eventos extremos	Actualidad	Poco probable	Valoración realizada con base en las proyecciones de precipitaciones intensas y olas de calor para la Comunidad Valenciana.
	2015-39	Probable	
	2040-69	Probable	
	2070-99	Probable	
Incremento del nivel del mar	Actualidad	Improbable	Valoración realizada con base en las proyecciones de incremento del nivel del mar realizadas por el IPCC.
	2015-39	Muy poco probable	
	2040-69	Poco probable	
	2070-99	Probable	

Conforme a la metodología seguida, conocidas las consecuencias de los impactos climáticos y las probabilidades de los mismos, se determina el riesgo asociado a cada impacto climático. Los riesgos resultantes son los que se muestran en la siguiente tabla.

³⁸ AEMET. Generación de escenarios de cambio climático regionalizados para España. 2009.

³⁹ IPCC. Climate Change 2007: Synthesis Report. 2007.

Tabla 17: Riesgos de los impactos climáticos en la planta desalinizadora del Canal de Alicante.

Fuente: elaboración propia.

(T=temperatura media, P=precipitación media anual, EE=eventos extremos, NM=nivel del mar, 0=actualidad, 1=2015-39, 2=2040-69, 3=2070-99).

1. PROBABILIDAD	2. CONSECUENCIA						
	Despreciable	Mínima	Menor	Significativa	Importante	Grave	Muy grave
Improbable		NM0					
Muy poco probable		NM1; NM2					
Poco probable		TO; P0; EE0; NM3					
Probable		P1; P2	T1; EE1	EE2	EE3		
Bastante probable		P3		T2			
Muy Probable					T3		

Como se puede comprobar, **los mayores niveles de riesgo serían los asociados al incremento de las temperaturas**. Estos riesgos comenzarían en un nivel muy bajo (nivel 1) en la actualidad y terminarían en un valor alto (nivel 4) en el último período del siglo XXI, haciendo falta una evaluación de posibles acciones al respecto. Esto se debe a que el aumento de las temperaturas es un impacto probable a finales del siglo XXI, que tendría como consecuencia posible un mayor gasto en productos químicos, para evitar los problemas de toxicidad asociados al borato.

Con respecto a los riesgos asociados a los eventos extremos, éstos se situarían en un nivel muy bajo en la actualidad (nivel 1) y terminarían en un nivel medio (nivel 3) en el último período de tiempo estudiado, recomendándose evaluar acciones al respecto. Estos valores de riesgo, menores que los correspondientes al aumento de la temperatura, pero superiores a los de los demás impactos, se deberían a las posibilidades de daños físicos a las tuberías de transporte de agua desalinizada a Elche por grandes avenidas de agua causadas por precipitaciones torrenciales.

Por último, el riesgo de la disminución de la precipitación no pasaría del nivel bajo (nivel 2), no siendo necesarias acciones de adaptación, pero recomendándose un seguimiento al respecto, mientras que el incremento del nivel del mar presentaría un nivel de riesgo muy bajo (nivel 1) en todos los períodos estudiados, con lo cual no haría falta evaluar acciones preventivas o adaptativas al respecto.

4.4. Análisis de vulnerabilidad

Para analizar la vulnerabilidad de la planta desalinizadora del Canal de Alicante es necesario valorar su capacidad de adaptación a los impactos del cambio climático que se puedan presentar. La siguiente tabla muestra la valoración de la capacidad de adaptación de esta planta.

Tabla 18: Valoración de la capacidad de adaptación de la planta desalinizadora del Canal de Alicante.

Fuente: elaboración propia a partir del Plan Hidrológico Nacional e información proporcionada por Ferrovial.

Variable	Cuestiones clave	Disponibilidad	Justificación
Planificación gubernamental y empresarial	¿Existen políticas, estándares, regulación, legislación o directrices de prevención de los riesgos derivados del cambio climático, ya sea fruto de la planificación pública, o como iniciativa estratégica propia de la empresa?	Media	La instalación cuenta con un Plan de Gestión de Riesgos, que no contempla riesgos climáticos. No se ha podido constatar la existencia de políticas o planes públicos de prevención de riesgos climáticos para la actividad de la planta. Por otra parte, existe una planificación hidrológica en el ámbito estatal y en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar ⁴⁰ , que prevé garantizar el suministro de agua para el consumo humano y la agricultura en el futuro, recurriendo a la desalinización de agua marina cuando las aportaciones hídricas de la precipitación sean insuficientes. La existencia de estas dos planificaciones contribuiría a garantizar la actividad de la planta siempre que fuese necesario.
Recursos económicos	¿Se dispone de suficientes recursos económicos o fuentes de financiación para hacer frente a los riesgos detectados? ¿Es posible explotar oportunidades de mercado derivadas de la adaptación?	Alta	Tanto Ferrovial, a través de la empresa Cadagua, a cargo de la gestión de la instalación, como la Mancomunidad de Canales del Taibilla, propietaria de la instalación, cuentan con los recursos para acometer medidas para hacer frente a los riesgos detectados.

⁴⁰ Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Plan Hidrológico Nacional. Confederación Hidrográfica del Júcar. Plan Hidrológico de la Cuenca del Júcar.

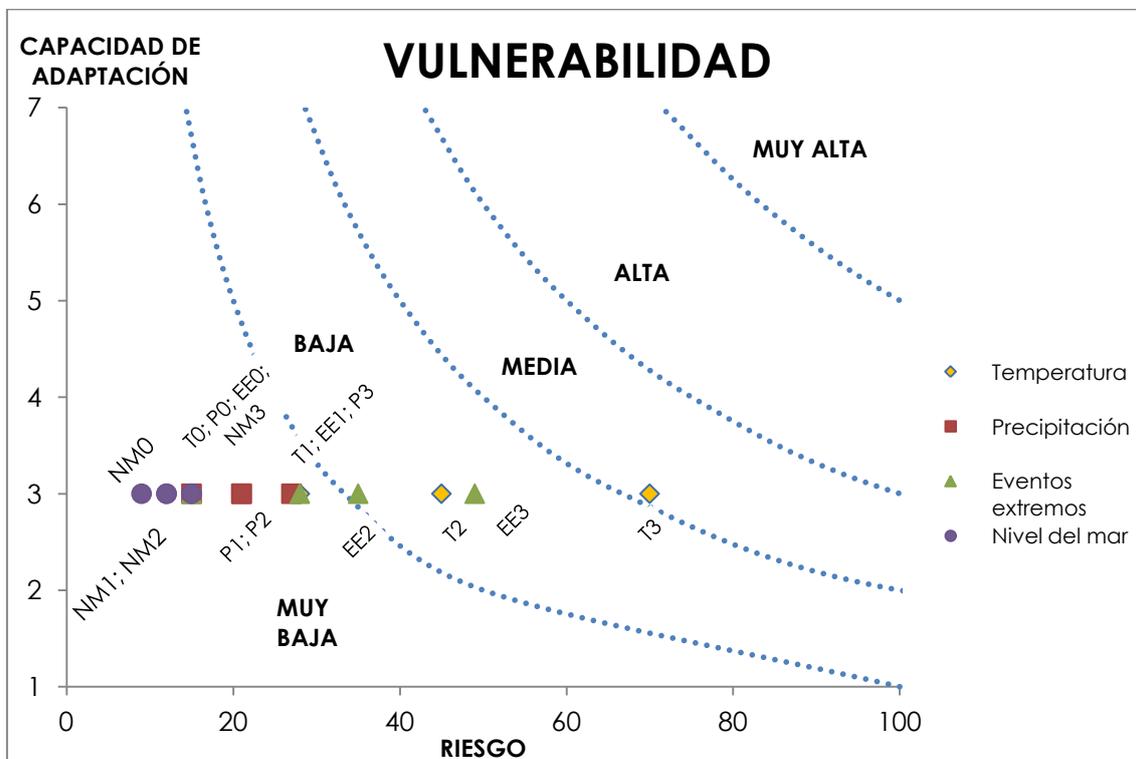
Variable	Cuestiones clave	Disponibilidad	Justificación
Infraestructuras	¿Se dispone de las infraestructuras necesarias y suficientes para hacer frente a los riesgos identificados?	Alta	No se ha detectado la necesidad de unas infraestructuras diferentes a las ya existentes en la planta para hacer frente a los riesgos identificados, en especial tras la mejora de las parrillas de dosificación de CO ₂ llevada a cabo para evitar problemas de congelación ocasionales.
Información y conocimiento	¿La organización dispone de información sobre riesgos y/o oportunidades ligados al cambio climático? ¿Existen precedentes de actuación y metodologías al respecto? ¿Existen programas de entrenamiento al respecto? ¿Se dispone de información de estudios de caso? ¿Cuál es el grado de conocimiento e implicación por parte de la plantilla, los clientes y las comunidades del entorno?	Media	Existe en la planta conocimiento de la mayor parte de los efectos de la climatología en la actualidad sobre la actividad propia, muchos de los cuales tendrían una mayor ocurrencia debido al cambio climático. Por ello, se han mejorado las parrillas de dosificación de CO ₂ , para evitar los efectos de la congelación en las tuberías por las que circula.

En base a la información mostrada en la tabla anterior, la capacidad de adaptación resulta valorada como alta (CA3) para la planta desalinizadora. Partiendo de esta valoración de la capacidad de adaptación y de los valores de riesgo de cada impacto, se estima la vulnerabilidad actual y futura a los impactos climáticos en esta planta, que se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico 2: Vulnerabilidad de la planta desalinizadora de los Canales del Taibilla a los impactos climáticos.

Fuente: elaboración propia.

(T=temperatura media, P=precipitación media anual, EE=eventos extremos, NM=nivel del mar, 0=actualidad, 1=2015-39, 2=2040-69, 3=2070-99).



El gráfico anterior muestra los resultados globales del análisis realizado, cruzando la valoración del riesgo (entre 0 y 100, de menor a mayor riesgo) y la capacidad de adaptación (de 1 a 7, de mayor a menor capacidad de adaptación).

La mayor de las vulnerabilidades sería la correspondiente al incremento de la temperatura. Ésta empezaría en un nivel muy bajo (nivel 1) en la actualidad, terminando en un nivel medio (nivel 3) en el último período del siglo XXI estudiado, debido al incremento de gastos en productos químicos para evitar los problemas asociados al borato en aguas.

La vulnerabilidad a los eventos meteorológicos extremos se situaría en la actualidad en un nivel muy bajo (nivel 1), terminando en un nivel bajo (nivel 2) en el último período del siglo XXI. En este caso sería necesario mantener un seguimiento al respecto, en especial por la posibilidad de daños físicos por grandes avenidas en zonas en las que la tubería de transporte de agua desalinizada a Elche cruce cauces de agua.

Por último, respecto al incremento del nivel del mar y el descenso de las precipitaciones, la vulnerabilidad a los mismos sería muy baja (nivel 1) en todos los períodos estudiados. La razón de estos bajos valores de vulnerabilidad se debería a las escasas repercusiones de estos dos impactos en la actividad de la planta desalinizadora.

Al margen de todo lo anterior, debe llamarse la atención sobre el hecho de que el aumento de las temperaturas y la reducción de las precipitaciones podrían contribuir a aumentar la necesidad de diversificar las fuentes de recursos hídricos para el suministro a la agricultura y al consumo humano en muchas regiones del mundo, abriéndose nuevas posibilidades para la difusión de las tecnologías de desalinización de agua de mar.

4.5. Otros aspectos de la desalinización a tener en cuenta

Aunque no figuraba entre las consecuencias del cambio climático identificadas para esta planta, puesto que no hay indicios de que estos fenómenos puedan ocurrir en el Mediterráneo, las mareas rojas podrían tener lugar con mayor frecuencia con el aumento de temperatura del agua asociado al cambio climático.

Las mareas rojas son proliferaciones excesivas de algas microscópicas en estuarios o en el mar en las que, por causa de una serie de cambios en el agua, se genera una coloración roja del agua de mar (por la presencia de algas rojas) y una elevada concentración de toxinas en la misma. Estas mareas afectan a las plantas desalinizadoras generando incrustaciones en las membranas.

Durante estas mareas, se podrían producir incrustaciones en las membranas de las desalinizadoras, con los consecuentes daños. Algunas de las zonas donde se producen mareas rojas son Chile, Florida, Galicia, Golfo Pérsico y Mar Árabe.

Actualmente, todas las plantas desalinizadoras ubicadas en zonas donde se presentan mareas rojas se diseñan con un pretratamiento del agua con flotador (Dissolved Air Flotation o DAF), para evitar la formación de incrustaciones en membranas.

IMPPLICACIONES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS DE LA TECNOLOGÍA DAF

El coste del diseño y construcción de un DAF de aproximadamente 500.000 m³/d de agua clarificada (caudal necesario para producir unos 200.000 m³/d de agua desalada) sería de unos 6 millones de euros.

El uso del DAF depende de los episodios de mareas rojas. Esta operación lleva asociado un consumo eléctrico aproximado de 0,1 kW/m³ de agua desalada y unas dosis de coagulante y floculante de unos 15 mg/l y 1 mg/l respectivamente.

Al margen de lo anterior, debe tenerse en cuenta que el cambio climático puede afectar de manera indirecta a la actividad de la planta desalinizadora, a través de las repercusiones que pueda tener éste en el sector de la energía eléctrica y en el consumo de agua.

El cambio climático, principalmente la disminución de los volúmenes de precipitación, podrían repercutir en el sector energético menguando la participación en el mix eléctrico de la energía hidráulica. Además, en situaciones de fuerte sequía, podrían darse casos en los que fuese necesario detener el funcionamiento de algunas centrales nucleares. Por otra parte, las mayores temperaturas podrían disminuir el rendimiento de los motores y equipos en las centrales térmicas⁴¹, provocando un mayor consumo de combustible por parte de las mismas. Todos estos factores contribuirían de un modo u otro a un encarecimiento de la energía. Sin embargo, debe matizarse que los estudios realizados sobre las repercusiones del cambio climático en el precio de la electricidad indican para España cambios mínimos o casi despreciables en el precio de la energía asociados al cambio climático⁴². Por ello, las variaciones en el precio de la energía podrían estar más asociadas a los ajustes para subsanar el déficit tarifario que a cambios en la climatología que repercutan en el mix eléctrico.

En cuanto a la demanda de agua, debido a la disminución de las precipitaciones y al aumento de la temperatura, cabe esperar que se vaya haciendo paulatinamente

⁴¹ Rübberke, D. y Vögele, S. *Distributional Consequences of the Climate Change Impacts on the Power Sector: who gains and who loses?* 2011.

Golombek, L. *et al.* *Climate change impacts on electricity markets in Western Europe.* 2011.

⁴² Rübberke, D. y Vögele, S. *Distributional Consequences of the Climate Change Impacts on the Power Sector: who gains and who loses?* 2011.

Golombek, L. *et al.* *Climate change impacts on electricity markets in Western Europe.* 2011.

mayor. En concreto, los análisis más recientes apuntan a un aumento en la demanda de agua de entre un 25 y un 30% para el 2050 en el conjunto del estado⁴³. Sin embargo, un aumento de la demanda de agua en el área de la planta desalinizadora implicaría un aumento en las horas de trabajo y en la producción de la misma, sin que ello reduzca su rendimiento económico.

Las consecuencias para la planta desalinizadora dependerían entonces, entre otros factores, de la relación entre el precio de la energía eléctrica para la planta, el precio del agua para los usuarios y los ingresos percibidos por la producción de la planta.

⁴³ Iglesias, A. *et al.* Impacts of climate change in agriculture in Europe. PESETA-Agriculture study.2009.

5. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Como se ha ido detallando en los apartados anteriores, existe una pluralidad de agentes que se pueden ver afectados por los daños que el cambio climático puede provocar en las infraestructuras. Consciente de los riesgos que ello puede implicar para la actividad de Ferrovial, este grupo empresarial ha comenzado a analizar los riesgos a los que está sujeto, para así poderlos gestionar y aprovechar las oportunidades que se puedan presentar.

El sector de la construcción puede verse afectado, pero también aprovechar las oportunidades que las nuevas necesidades de adaptación suponen. En este sentido, el carácter estratégico de infraestructuras básicas como el transporte o la energía hace pensar que será uno de los sectores prioritarios para los gobiernos en cuanto a inversión en adaptación al cambio climático.

De momento, **existe una preferencia por opciones suaves de adaptación**, pero las opciones fuertes irán imponiéndose, como mínimo, al ritmo de renovación de infraestructuras. **Las prioridades de inversión se centrarán en opciones no-regret y quick-win**, imponiéndose probablemente la inacción ante incertidumbre en opciones high-regret salvo en proyectos estratégicos.

En cuanto al análisis de detalle llevado a cabo sobre la planta desalinizadora del Canal de Alicante, hay que destacar que su **nivel de vulnerabilidad al cambio climático en el último período del siglo XXI sería medio en el caso del aumento de la temperatura del agua, y bajo en el caso de los eventos meteorológicos extremos**. Estos niveles de vulnerabilidad estarían relacionados con la **incidencia de mareas rojas**, causadas por el aumento de las temperaturas del agua, y con la posibilidad de daños físicos en cruces de cauces en la tubería de transporte de agua desalinizada a Elche, causados por grandes avenidas de agua debidas a precipitaciones torrenciales.

Se debe llamar la atención sobre el hecho de que las implicaciones del cambio climático para las plantas desalinizadoras de agua de mar aún no han sido estudiadas en profundidad, motivo por el cual no hay la misma abundancia de bibliografía que puede haber en otras materias relacionadas con el cambio climático.

Puesto que las proyecciones de precipitación en muchas partes del mundo, particularmente en la cuenca del Mediterráneo, apuntan a una disminución de las mismas en el futuro, así como al aumento de temperatura, cabe esperar que para asegurar el suministro de agua se recurra a la desalinización. Ello podría suponer una oportunidad de negocio en la adaptación al cambio climático para Ferrovial, así como para la tecnología de desalinización en general.

Recomendaciones

Tanto a nivel europeo como a nivel internacional **se está desarrollando un marco financiero de gran magnitud en relación con la adaptación al cambio climático**. Este marco está más basado en necesidades que en la identificación de acciones concretas, dada la ausencia de una oferta consistente.

Por ello, **se recomienda trabajar una cartera de productos para la adaptación al cambio climático**, ya que puede ser de alto valor estratégico para Ferrovial, de cara a mejorar su posicionamiento como proveedor de soluciones en este campo.

En este sentido, es importante **mantener contacto con los fondos y organizaciones que están movilizando recursos internacionales** con el objetivo de posicionarse tempranamente y disponer de experiencias específicas.

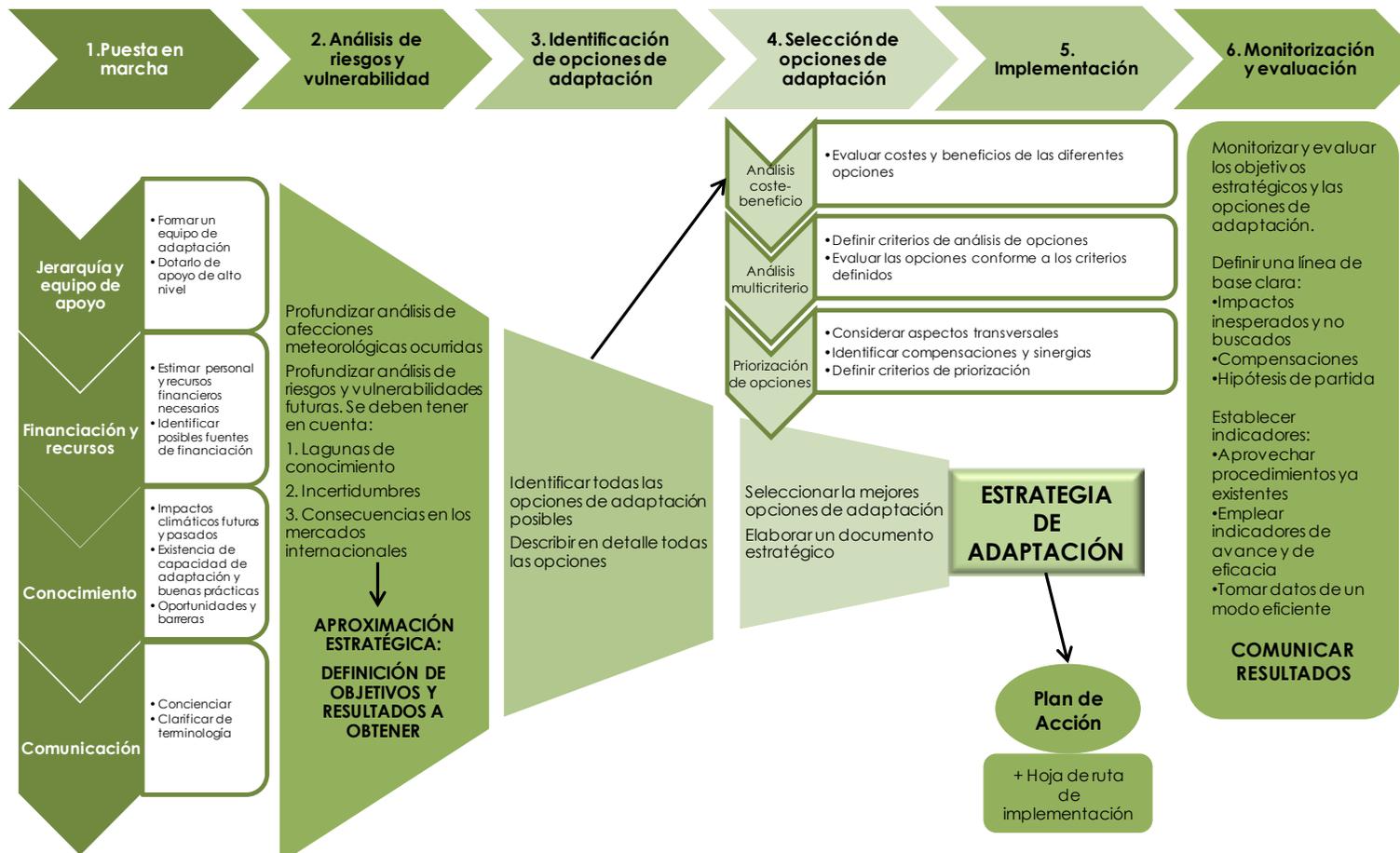
El **desarrollo de acciones conjuntas con otros agentes del sector puede ser muy beneficiosa** en los distintos territorios donde el grupo opera, de forma que se convenza a los gobiernos y empresas de la necesidad de movilizar recursos para la adaptación al cambio climático.

La existencia de riesgos climáticos puede ser una variable a considerar cuando se plantea el modelo de gestión de ciertas infraestructuras o los contratos de concesión. El cambio climático puede suponer un riesgo para la propiedad de infraestructuras vulnerables.

Teniendo en cuenta todo ello, puede ser importante el desarrollo de una estrategia en este sentido, que incorpore la hoja de ruta tanto para mitigar los riesgos, como para aprovechar las oportunidades.

Figura 11: Recomendaciones a Ferroviaria (I): profundización de análisis de riesgos, oportunidades y vulnerabilidad, y diseño e implementación de estrategia de adaptación al cambio climático.

Fuente: adaptado de Guidelines on developing adaptation strategies⁴⁴.



⁴⁴ Comisión Europea. Guidelines on developing adaptation strategies. 2013.

Como se muestra en la figura anterior, la profundización de los análisis de riesgos y oportunidades permitirá un mayor conocimiento de cómo el cambio climático podría afectar al grupo empresarial.

Para hacer frente a los posibles riesgos asociados al cambio climático, se recomienda **identificar posibles opciones de adaptación**, de entre las cuales se llevará a cabo una selección para su posterior implementación en base a los criterios que sean de mayor importancia para el grupo empresarial. Estos criterios pueden ser, por ejemplo los costes, los beneficios esperados, la existencia de sinergias o la compensación de efectos entre las diferentes medidas planteadas. Con las medidas seleccionadas, se elaborará una estrategia de adaptación del grupo empresarial, con un plan de acción que incluya una hoja de ruta para su implementación.

Se aconseja además **monitorizar y evaluar los costes y resultados** de la estrategia de adaptación. Para ello, es necesario definir una línea de base y unos indicadores de adaptación, cuya supervisión permitirá determinar la necesidad de modificación del plan de adaptación para el siguiente año, si los resultados obtenidos no son los esperados.

Es **fundamental la concienciación** dentro del grupo empresarial sobre los riesgos asociados al cambio climático, así como dar a conocer los resultados de la estrategia de adaptación. Esta práctica puede ayudar a generar confianza entre los inversores al mostrar cómo los riesgos del cambio climático son gestionados.

Además de lo anterior, se recomienda que la planificación estratégica general del grupo incluya la estrategia de adaptación, coincidiendo su diseño en el mismo momento y considerando las oportunidades ligadas a la adaptación al cambio climático. De este modo, es fácil adecuar la estrategia de adaptación de la empresa a las necesidades, objetivos y presupuestos del grupo empresarial.

A continuación se presentan, a modo únicamente orientativo, algunas opciones de adaptación posibles para Cadagua (Ferrovia).

Tabla 19: Opciones de adaptación para Ferrovial.

Fuente: elaboración propia, DEFRA⁴⁵.

Revisión de estudios de seguridad de infraestructuras en operación más antiguas, considerando proyecciones climáticas.

Consideración de proyecciones climáticas en el diseño y operación de nuevas infraestructuras.

Mejora del grado de cobertura de seguros ante incidencias climáticas.

Desarrollo de servicios de adaptación al cambio climático en infraestructuras en operación.

Sustitución de materiales en infraestructuras en mantenimiento por otros nuevos más resistentes a altas temperaturas ambientales.

Dotación de sistemas de almacenamiento de agua de lluvia a infraestructuras que puedan sufrir cortes en el suministro de agua en situaciones de sequía prolongada.

Construcción de drenajes específicos para situaciones de precipitaciones intensas, en infraestructuras en las que se sufran este tipo de precipitaciones de modo más o menos periódico.

Por otra parte, en la guía "Integración de la adaptación al cambio climático en la estrategia empresarial. Guía metodológica para la evaluación de los impactos y la vulnerabilidad en el sector privado" se presentan orientaciones sobre opciones de adaptación para empresas del sector de la construcción.

Respecto al estudio piloto aplicado sobre la planta desalinizadora, las recomendaciones a Cadagua (Ferrovial) son las siguientes:

- Continuar implementando las acciones y prácticas que se llevan a cabo en la actualidad y que facilitan la adaptación al cambio climático, como, por ejemplo, la mejora de las parrillas de dosificación de CO₂ o la adición de sosa para disminuir la concentración de ácido bórico antes del paso del agua por las membranas.
- Monitorizar los costes y resultados de dichas prácticas, contrastándolos con datos de la climatología de cada año.
- Realizar estudios de funcionamiento de la planta desalinizadora en caso de que se supere la temperatura máxima del rango de diseño. Evaluar las posibles consecuencias y proponer las modificaciones necesarias para evitarlas.

⁴⁵ DEFRA. Climate Resilient Infrastructure: Preparing for a Climate Change. 2011.

- Promover la investigación sobre las implicaciones del cambio climático para la actividad de las plantas desalinizadoras. En este sentido, y por tratarse de una cuestión que afecta al suministro de agua a muchas poblaciones en España, se aconseja una estrecha colaboración público-privada como vía para desarrollar un mayor conocimiento al respecto.
- Monitorizar incidencias climáticas en la actividad de la planta y en los servicios que presta.
- En caso de detección de incidencias de alta probabilidad, evaluar posibles opciones de adaptación al respecto, analizar sus posibles costes y beneficios, e implementarlas posteriormente, monitorizando sus costes y resultados reales.

6. Referencias

- AEMET. Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España. 2009.
- AEMET. Gráficos de evolución del cambio climático por comunidades autónomas en España.
- Banco Mundial. The Cost to Developing Countries to Adapt to Climate Change. 2010.
- Canadian National Roundtable on the Environment and the Economy. Climate Prosperity. Advisory Report. 2012.
- Caron, D., *et al.* Harmful algae and their potential impacts on desalination operations off southern California. 2009.
- Chillón Arias, M.F. Reducción de boro en aguas procedentes de la desalación. 2009.
- Comisión Europea. Libro verde: De la comisión al consejo, al parlamento europeo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones. Adaptación al cambio climático en Europa: Opciones de actuación para la UE hacia un marco europeo de actuación. 2007.
- Comisión Europea. Libro blanco. Adaptación al cambio climático: hacia un marco europeo de actuación. 2009.
- Comisión Europea. Impacts of Climate Change on Transport: a focus on road and rail transport infrastructures. 2012.
- Comisión Europea. Guidelines on developing adaptation strategies. 2013.
- Comisión Europea. Comunicación de la Comisión "Adapting infrastructure to climate change", complementaria a la Estrategia Europea de adaptación al cambio climático. SWD (2013) 137 final. 2013.
- Confederación Hidrográfica del Júcar. Plan Hidrológico de la Cuenca del Júcar.
- DEFRA. Glossary. Definitions for Adaptation Concepts. 2010.

- DEFRA. Climate Resilient Infrastructure: Preparing for a Climate Change. 2011.
- GEF, UNEP. Accessing international funding for Climate Change Adaptation. 2012.
- Generalitat de Catalunya. Estrategia Catalana de Adaptación al Cambio Climático. 2012.
- Generalitat Valenciana. Estrategia Valenciana ante el Cambio Climático 2008-2012. 2008.
- Gobierno de Cantabria. Estrategia de Acción frente al Cambio Climático de Cantabria 2008-2012. 2008.
- Golombek, L. *et al.* Climate change impacts on electricity markets in Western Europe. 2011.
- IPCC. Informe especial del Grupo de trabajo III del IPCC sobre escenarios de emisiones. 2000.
- IPCC Third Assessment Report. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. 2001.
- IPCC. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001.
- IPCC. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007.
- IPCC. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007.
- IPCC. Climate Change 2007: Synthesis Report. 2007.
- IPCC. Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 2007.

- Iglesias, A. et al. Impacts of climate change in agriculture in Europe. PESETA-Agriculture study.2009.
- Junta de Andalucía, Programa Andaluz de Acción por el Clima 2007-2012. Programa de Adaptación. 2007.
- Lavell, A. M. et al. Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure, vulnerability and resilience (en Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2012.
- Ley 9/2010 de Aguas de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Plan Hidrológico Nacional.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Folleto divulgativo del Segundo Programa de Trabajo del PNACC. 2010.
- OECC. Primer Programa de Trabajo del Plan nacional de adaptación al cambio climático. 2006.
- OECC. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, WP 2. 2008.
- OECC. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. 2009.
- OECC. Segundo Programa de Trabajo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. 2009.
- Oficina Catalana del Canvi Climàtic. Estrategia Catalana de Adaptación al Cambio Climático. Resumen Ejecutivo. Horizonte 2013-2020, 2012.
- PWC. Adapting to climate change in the infrastructure sectors. 2010.
- Rübberke, D. y Vögele, S. Distributional Consequences of the Climate Change Impacts on the Power Sector: who gains and who loses? 2011.
- Schneider, S.H., Semenov, S., Patwardhan, A., Burton, I., Magadza, C.H.D., Oppenheimer, M., Pittock, A.B., Rahman, A., Smith, J.B., Suarez, A. y Yamin, F. Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change. Climate Change 2007.

- UNFCCC. Glossary of climate change Acronyms. 2013.
- Watson, R.T., Zinyowera, M.C., Moss, R.H. (IPCC). The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. 1997.

Anexo. Cuestionario empleado para el análisis de detalle.

A continuación se presenta el cuestionario empleado para obtener información sobre las afecciones climáticas de la planta desalinizadora objeto de análisis de detalle.

FORMULARIO PARA RECOPIACIÓN DE DATOS
TIPO DE INFRAESTRUCTURA: PLANTA DESALINIZADORA

CUESTIONES	RESPUESTAS (POR FAVOR, COMPLETE LAS CELDAS CON LA INFORMACIÓN NECESARIA)
1. INFRAESTRUCTURA	
A. INFORMACIÓN GENERAL	
1.1 Nombre de la infraestructura: Tipo de infraestructura:	UTE DESALADORA DEL CANAL DE ALICANTE I DESALADORA
1.2 Datos de contacto del encargado de mantenimiento: Nombre: Teléfono: Email:	Esther Hernández Martínez 620-95-07-08 ehernandez@idamalicante.com
1.3 Ubicación de la infraestructura: Región: País: Dirección:	Alicante España Crta. N-332 Km 99,9 Alicante
1.4 Propiedad de la infraestructura:	Ministerio de Medio De Ambiente. Mancomunidad de los Canales de Taibilla
1.5 Responsable de administración y mantenimiento de la infraestructura:	Andrés Martínez Francés
1.6 Descripción general de la infraestructura: Principales materiales empleados en la infraestructura: Dimensiones principales de la infraestructura (adjuntar plano sencillo si se desea):	Desaladora de Agua de Mar, con toma de agua mediante captación de pozo y una producción de 57.500 m3 día.
1.7 Fecha de entrada en servicio de la infraestructura (año):	23 de Septiembre de 2003

<p>1.8 Vida útil de la infraestructura restante en años:</p> <p style="padding-left: 100px;">Frecuencia de mantenimiento:</p> <p style="padding-left: 100px;">Frecuencia de revisión de funcionamiento:</p> <p style="padding-left: 100px;">Fecha planificada para la siguiente revisión de funcionamiento:</p>	<p>15 años</p> <p>mensual</p> <p>mesual-trimestral-semestral</p> <p>mensual</p>
B. RIESGOS	
<p>1.9 Indicar si el área física de la infraestructura se encuentra cerca de zonas con riesgos potenciales de inundación, deslizamientos, tormentas u otros fenómenos. ¿A qué distancia en kilómetros se encuentra de?</p>	
Línea de costa:	100 m.
Zonas sujetas a inundaciones fluviales:	___ km.
Ladera de montaña:	___ km.
Zonas con frecuencia de vientos fuertes:	___ km.
Altitud sobre el nivel del mar:	___ m.
<p>1.10 Describa cualquier otro aspecto relacionado con la ubicación de la infraestructura que pueda contribuir al nivel de riesgo hidro-climático:</p>	
C. ASPECTOS CLIMÁTICOS	
<p>1.11 Temperaturas mensuales durante el año:</p>	<p>Temperatura promedio anual 20 °C</p> <p>Máximo 35 °C en el mes de julio</p> <p>Mínimo 10 °C en el mes de enero</p>
<p>1.12 Precipitación durante el año en mm:</p>	<p>Promedio anual 20 mm</p> <p>Máximo 46 mm; en el mes de abril</p> <p>Mínimo 1 mm; en el mes de julio</p>

<p>1.13 Precipitación máxima en períodos de tiempo cortos: (indíquense valores correspondientes a períodos de retorno cortos)</p>	<p>Máxima en 24 horas: ____ mm, con un período de retorno de ____ años Máxima en 48 horas: ____ mm, con un período de retorno de ____ años</p>
<p>1.14 Velocidad máxima del viento (metros por segundo):</p>	
<p>1.15 Altura máxima de ola registrada en los puntos de toma de agua o vertido de salmueras (metros).</p>	
<p>1.16 Si existen climogramas de referencia para la infraestructura, con información gráfica de los valores mensuales de temperatura y precipitación, por favor suministrar de forma anexa a este documento.</p>	
<p>1.17 Ubicación geográfica de la estación meteorológica más cercana. ¿Quién es responsable de su gestión? ¿Existe información disponible en la red?</p>	<p>En el aeropuerto de Alicante. AEMET. SI.</p>
<p>2. PLANIFICACIÓN A NIVEL DE INFRAESTRUCTURA FRENTE A EVENTOS METEOROLÓGICOS Y RIESGOS DERIVADOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO</p>	
<p>2.1 Indique si existe un Plan de Gestión de Riesgos de la planta desalinizadora (o un Plan de Emergencia y/o Evacuación). En caso afirmativo, y en caso de que exista en formato electrónico, anexar a este cuestionario.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No</p>
<p>2.2 Indique si el plan ha tenido en cuenta los riesgos climáticos.</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No</p>
<p>2.3 En caso afirmativo, en los siguientes puntos, valore del 1 al 10 la consideración de los riesgos relacionados con los siguientes aspectos, siendo 1 (nada) y 10 (totalmente):</p>	

(i) La infraestructura en sí	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Valoración de 1 a 10: ____
(ii) Operación y mantenimiento	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Valoración de 1 a 10: ____
(iii) Decisiones sobre vida útil (extensión, acortamiento)	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Valoración de 1 a 10: ____
2.4 Indique los componentes de la infraestructura considerados bajo riesgos de impactos hidro-climáticos, según los siguientes puntos:		
(i) La infraestructura en sí		
(ii) Operación y mantenimiento		Cambios en el agua de mar afectan al pretratamiento.
(iii) Decisiones sobre vida útil (extensión, acortamiento)		
2.5 ¿Se han evaluado las implicaciones económicas del cambio climático sobre la infraestructura?	No	
2.6 Indicar las medidas específicas planificadas, y las acciones llevadas a cabo, para reducir los riesgos identificados en el Plan de Gestión de Riesgos:	1. 2.	
2.7 En caso afirmativo, indicar actuaciones e inversiones previstas.		
2.8 En caso negativo, indicar los motivos de no haberlo planificado, o implementado, acciones de reducción de riesgo:	1. 2.	
2.9 En caso de que hasta el momento no se hayan considerado aspectos climáticos en el uso y operación de la infraestructura, ¿es posible que se consideren a futuro?		
3. IMPACTOS DE LA TEMPERATURA DEL AIRE (INCLUYENDO TAMBIÉN OLAS DE FRÍO Y OLAS DE CALOR)		
3.1 Indique si considera que la temperatura del aire puede tener un efecto importante en las condiciones de uso, operación y mantenimiento de la infraestructura.	<input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No	

<p>3.2 Valore los efectos derivados de la temperatura del 1 al 10 (considerando 1 como sin efecto y 10 como con gran efecto).</p>	<p>Valoración de 1 a 10: 2</p>
<p>3.3 Describa los efectos perceptibles de la temperatura sobre el funcionamiento de la infraestructura, en relación a incrementos o reducciones importantes en valores de parámetros clave.</p>	<p>A temperaturas muy bajas, pueden surgir problemas en el depósito de almacenamiento de dióxido de carbono y su posterior dosificación en el postratamiento, debido a la congelación de un tramo de tuberías.</p>
<p>3.4 Suministrar información sobre los valores máximos y mínimos de temperatura susceptibles de afectar a la operación y mantenimiento de la infraestructura (°C).</p>	<p>Temperaturas menores a 0 °C.</p>
<p>3.5 ¿Se ha producido algún episodio específico en el que una ola de calor o frío haya afectado la infraestructura?</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No</p>
<p>3.6 Si hay información disponible, suministrar datos sobre el evento, indicando la fecha de ocurrencia.</p>	<p>En algunas noches de invierno.</p>
<p>3.7 Describa la frecuencia actual de ocurrencia de estos eventos, y su duración típica. Indique si percibe que la frecuencia o duración de eventos está aumentando, o cambiando de alguna forma.</p>	<p>Evento 1: congelación de tubería de dióxido de carbono</p> <ul style="list-style-type: none"> - Frecuencia: algunas noches de invierno - Duración: unas horas - ¿Se percibe que la frecuencia y/o duración está aumentando o cambiando de alguna forma? no <p>Evento 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Frecuencia: - Duración. - ¿Se percibe que la frecuencia y/o duración está aumentando o cambiando de alguna forma?
<p>3.8 Indicar las partes de la infraestructura susceptibles de modificación para adaptarse a posibles alteraciones de la temperatura del aire.</p>	<p>Depósito de dióxido de carbono</p>
<p>3.9 Describa las medidas previstas para mantener las condiciones de uso, operación y mantenimiento de infraestructura en caso de olas de calor, frío; y/o incrementos o reducciones significativas de la temperatura del aire.</p>	<p>1. Se han mejorado las parrillas de dosificación de CO₂ 2.</p>

4. IMPACTOS DE LA TEMPERATURA DEL AGUA DEL MAR

4.1 Indique si considera que la temperatura del agua del mar puede tener un efecto importante en las condiciones de uso, operación y mantenimiento de la infraestructura.	<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
4.2 Valore los efectos derivados de la temperatura del agua del mar 1 al 10 (considerando 1 como sin efecto y 10 como con gran efecto).	Valoración de 1 a 10: 8
4.3 Describa los efectos perceptibles de la temperatura del agua del mar sobre el funcionamiento de la infraestructura, en relación a incrementos o reducciones importantes en valores de parámetros clave.	Al aumentar la Tª del agua de mar, se aumenta la producción y se reduce la energía necesaria para ello. Se comporta de forma inversa al disminuir la Tª.
4.4 Suministrar información sobre los valores máximos y mínimos de temperatura susceptibles de afectar a la operación y mantenimiento de la infraestructura (°C).	Nosotros trabajamos en un rango de Tª agua de mar entre 15-30 °C.
4.5 ¿Se ha producido algún episodio específico en el que una la temperatura del agua de mar haya afectado la infraestructura?	<input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No
4.6 Si hay información disponible, suministrar datos sobre el evento, indicando la fecha de ocurrencia.	
4.7 Describa la frecuencia actual de ocurrencia de estos eventos, y su duración típica. Indique si percibe que la frecuencia o duración de eventos está aumentando, o cambiando de alguna forma.	Evento 1: - Frecuencia: - Duración. - ¿Se percibe que la frecuencia y/o duración está aumentando o cambiando de alguna forma? Evento 2: - Frecuencia: - Duración. - ¿Se percibe que la frecuencia y/o duración está aumentando o cambiando de alguna forma?

<p>4.8 Indicar las partes de la infraestructura susceptibles de modificación para adaptarse a posibles alteraciones en la temperatura del agua de mar.</p>	
<p>5. IMPACTOS DEL RÉGIMEN DE PRECIPITACIÓN ANUAL, ESTACIONAL Y MENSUAL</p>	
<p>5.1 Indique si considera que cambios en la precipitación pueden tener un efecto importante en las condiciones de operación y mantenimiento de la infraestructura.</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No</p>
<p>5.2 Valore los efectos derivados de la precipitación del 1 al 10 (considerando 1 como sin efecto y 10 como con gran efecto).</p>	<p>Valoración de 1 a 10: 10</p>
<p>5.3 Describa los efectos perceptibles de la precipitación sobre el funcionamiento de la infraestructura (tanto por un aumento, como por defecto).</p>	<p>Al aumentar las precipitaciones, hay más agua en los embalses por lo que hace que nuestras instalaciones trabajen a menor ritmo de producción.</p>
<p>5.4 Describa si la tendencia actual en el volumen de precipitación (anual, estacional y mensual) se está reduciendo o aumentando, o cambiando de alguna forma.</p>	<p>Llevamos un periodo de 3 años en el que las precipitaciones han aumentado aunque dentro los límites en los periodos de lluvia que cada ciertos años vienen sucediendo.</p>
<p>5.5 Indicar las partes de la infraestructura susceptibles de modificación para adaptarse a posibles alteraciones climáticas en la precipitación.</p>	
<p>5.6 Describa las medidas previstas para gestionar posibles riesgos derivados.</p>	<p>1. 2.</p>
<p>6. FENÓMENOS CLIMÁTICOS EXTREMOS: LLUVIAS EXTREMAS</p>	
<p>6.1 Indique si considera que el fenómeno puede tener un efecto importante en las condiciones de operación y mantenimiento de la infraestructura (considerando que las lluvias extremas pueden ser causa de inundaciones, grandes avenidas de agua y corrimientos de tierras, entre otros).</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No</p>
<p>6.2 Valore los efectos derivados del fenómeno del 1 al 10 (considerando 1 como sin efecto y 10 como con gran efecto).</p>	<p>Valoración de 1 a 10: 6</p>

<p>6.3 Describir los efectos perceptibles en el funcionamiento de la infraestructura.</p>	<p>Pueden llegar a ocasionar daños en el recorrido de la tubería desde nuestras instalaciones hasta el depósito de cabecera en Elche.</p>
<p>6.4 ¿Se han producido episodios de lluvias extremas que hayan afectado a la infraestructura?</p>	<p><input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No</p>
<p>6.5 Suministrar información sobre algún episodio específico particularmente impactante:</p>	
<p>6.6 Describa la frecuencia actual de ocurrencia de estos eventos, y su duración típica. Indique si percibe que la frecuencia o duración de estos eventos está aumentando, o cambiando de alguna forma.</p>	<p>Evento 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Frecuencia: - Duración - ¿Se percibe que la frecuencia y/o duración está aumentando o cambiando de alguna forma? <p>Evento 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Frecuencia: - Duración - ¿Se percibe que la frecuencia y/o duración está aumentando o cambiando de alguna forma?
<p>6.7 Indicar las partes de la infraestructura susceptibles de modificación para adaptarse a posibles alteraciones en la severidad o frecuencia de estos eventos.</p>	
<p>6.8 Describa las medidas previstas para gestionar posibles riesgos derivados.</p>	
<p>7. SUBIDA DEL NIVEL DEL MAR Y EPISODIOS DE OLEAJE</p>	
<p>7.1 Indique si considera que estos fenómenos pueden tener un efecto importante en las condiciones de operación y mantenimiento de la infraestructura (considerando que se puede acelerar la erosión y afecciones físicas a partes de la infraestructura en el mar, entre otros fenómenos).</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No</p>

<p>7.2 Valore los efectos derivados del fenómeno del 1 al 10 (considerando 1 como sin efecto y 10 como con gran efecto).</p>	<p>Valoración de 1 a 10: 8</p>
<p>7.3 Describir los efectos perceptibles en el funcionamiento de la infraestructura.</p>	<p>Puede llegar a afectar a nuestros pozos costeros.</p>
<p>7.5 Suministrar información sobre algún episodio de oleaje particularmente impactante:</p>	
<p>7.6 Describa la frecuencia actual de ocurrencia de episodios de oleaje, y su duración típica. Indique si percibe que la frecuencia o duración de estos eventos está aumentando, o cambiando de alguna forma.</p>	<p>Evento 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Frecuencia: - Duración - ¿Se percibe que la frecuencia y/o duración está aumentando o cambiando de alguna forma? <p>Evento 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Frecuencia: - Duración - ¿Se percibe que la frecuencia y/o duración está aumentando o cambiando de alguna forma?
<p>7.7 Indicar las partes de la infraestructura susceptibles de modificación para adaptarse a posibles alteraciones en la severidad o frecuencia de estos eventos.</p>	<p>Captación de agua de mar</p>
<p>7.8 Describa las medidas previstas para gestionar posibles riesgos derivados.</p>	
<p>8. INFORMACIÓN ADICIONAL EN RELACIÓN A OTROS IMPACTOS</p>	
<p>8.1 En caso de que se encuentre disponible, añada información adicional sobre otros aspectos que considere relevantes en relación al efecto del cambio climático sobre el uso, operación y mantenimiento de la infraestructura.</p>	
<p>8.2 ¿Afectan los episodios de vientos fuertes a la infraestructura?</p>	<p>Pueden llegar a</p>

<p>8.3 ¿Han tenido en algún momento problemas de mantenimiento y operación de las infraestructuras por vientos fuertes?</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No</p>
<p>8.4 En caso afirmativo, suministrar información sobre los eventos ocurridos.</p>	<p>Llegaron a estropear algunos unidades externas de aire acondicionado y retiraron de la fachada del edificio lamas de aluminio.</p>
<p>8.5 ¿Se han replanteado la rentabilidad de la construcción y/u operación y mantenimiento de infraestructuras por causas relacionadas con el clima?</p>	



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE