

# Integración de la adaptación al cambio climático en la estrategia empresarial

Guía metodológica para el análisis y priorización de medidas de adaptación al cambio climático

Caso piloto. Sector construcción.

2014



Con el apoyo de



# Índice

1. Introducción	5
2. Metodología	6
3. Descripción del caso piloto	14
4. Definición de medidas de adaptación al cambio climático	21
5. Análisis de medidas para la adaptación al cambio climático	25
5.1. Análisis coste-beneficio de las medidas	25
5.2. Análisis multicriterio	26
6. Priorización de las medidas	28
7. Principales referencias	29
Anexo I: Cálculos del análisis coste-beneficio de las medidas	33

## Acrónimos

ACB	Análisis Coste-Beneficio
ACE	Análisis Coste-Eficiencia
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
GIZ	Asociación Alemana de Cooperación Internacional
IPCC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático
MCA	Análisis multicriterio
OECC	Oficina Española de Cambio Climático
UNDP	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
UNFCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
UTE	Unión Temporal de Empresas

# 1. Introducción

Este documento busca integrar la adaptación al cambio climático en la estrategia empresarial de las organizaciones españolas. La adaptación al cambio climático es un ámbito mucho menos desarrollado que la mitigación, más aún en los sectores privados.

Así como en el sector público se han realizado numerosos avances para analizar e incrementar la capacidad de adaptación a nivel nacional, en el sector privado este tipo de iniciativas son menos numerosas. Sin embargo, la vulnerabilidad al cambio climático no distingue entre sector público y sector privado y los impactos a afrontar pueden tener consecuencias importantes en ambos sectores.

En vista de la necesidad de impulsar las acciones relacionadas con la adaptación al cambio climático, se ha trabajado una metodología para el análisis de vulnerabilidad climática y otra para el análisis y priorización de medidas de adaptación al cambio climático. Una vez concluido el análisis de la vulnerabilidad de la organización, el siguiente paso es la identificación de las prácticas y medidas que puedan ayudar a reducir su vulnerabilidad, tanto presente, como futura, al cambio climático.

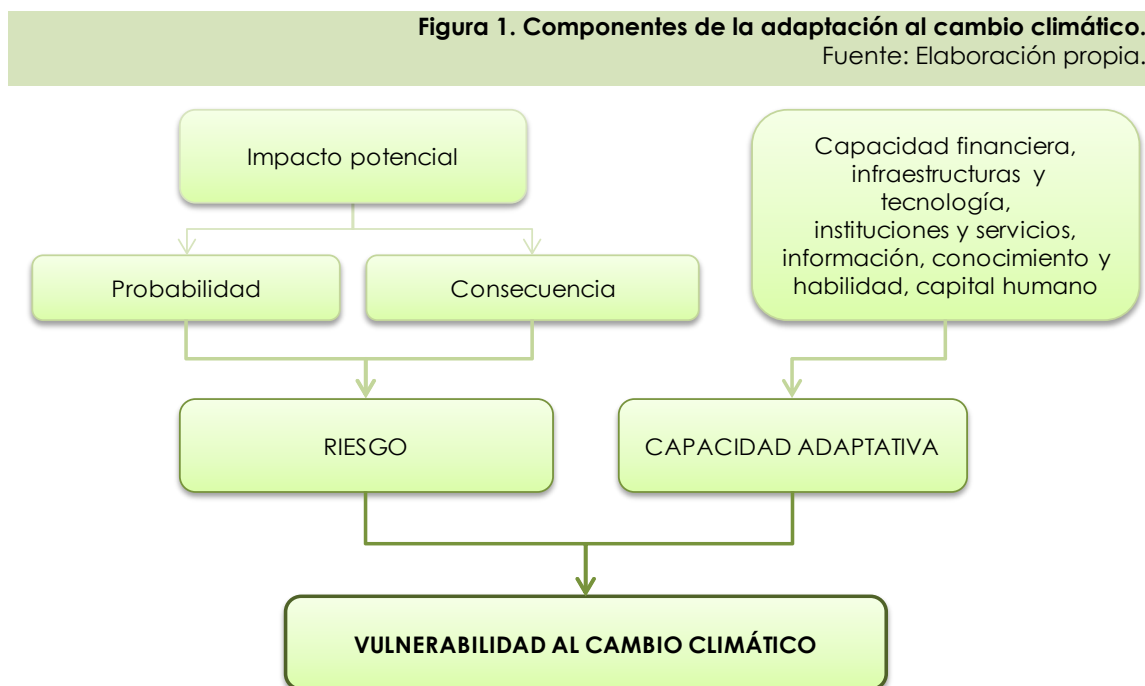
En el caso de la construcción, en este documento se detallan las medidas identificadas y además se muestran los resultados del análisis de las mismas, que ha incluido la cuantificación de sus costes y beneficios y la realización de un análisis multicriterio que permite incluir criterios cualitativos a la hora de valorarlas y priorizarlas.

## 2. Metodología

### Análisis de vulnerabilidad climática.

La metodología aplicada es la presentada en la Guía metodológica para la evaluación de los impactos y la vulnerabilidad en el sector privado. No obstante, para comprender el desarrollo metodológico realizado, es necesario entender los componentes de la adaptación al cambio climático, a partir de los cuales se desarrolla la metodología.

En el cuadro siguiente se observan los principales componentes de la adaptación y cómo actúan sobre la vulnerabilidad de los sistemas al cambio climático:



Por una parte, los impactos del cambio climático son los efectos del mismo y se definen como los potenciales daños u oportunidades producidos en los sistemas como resultado de los efectos del cambio climático (UNDP, 1994). Para cada impacto se ha de definir la magnitud y probabilidad, ya que estas componentes son las que definen el riesgo derivado de cada impacto.

Paralelamente a la definición del riesgo, se ha de establecer la capacidad adaptativa, que se considera como la habilidad que tiene un sistema que experimenta un impacto climático, de ajustarse a los cambios en el clima, de

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 disponibles (IPCC, 2007).

Finalmente, a partir del riesgo y la capacidad adaptativa, se determina la vulnerabilidad al cambio climático. Así, se define la vulnerabilidad como el grado en que un sistema es incapaz de presentar una respuesta efectiva a los impactos derivados del cambio climático. Es decir, la propensión o susceptibilidad del sistema a ser afectado negativamente por los riesgos derivados (IPCC, 2007).

La metodología empleada se ha desarrollado a través de las experiencias piloto llevadas a cabo en cinco empresas seleccionadas por su iniciativa en este ámbito, cada una de ellas perteneciente a uno de los sectores estudiados. El objetivo es el de mejorar el entendimiento de los impactos del cambio climático en el sector privado para lograr una respuesta planificada y preventiva de las empresas.

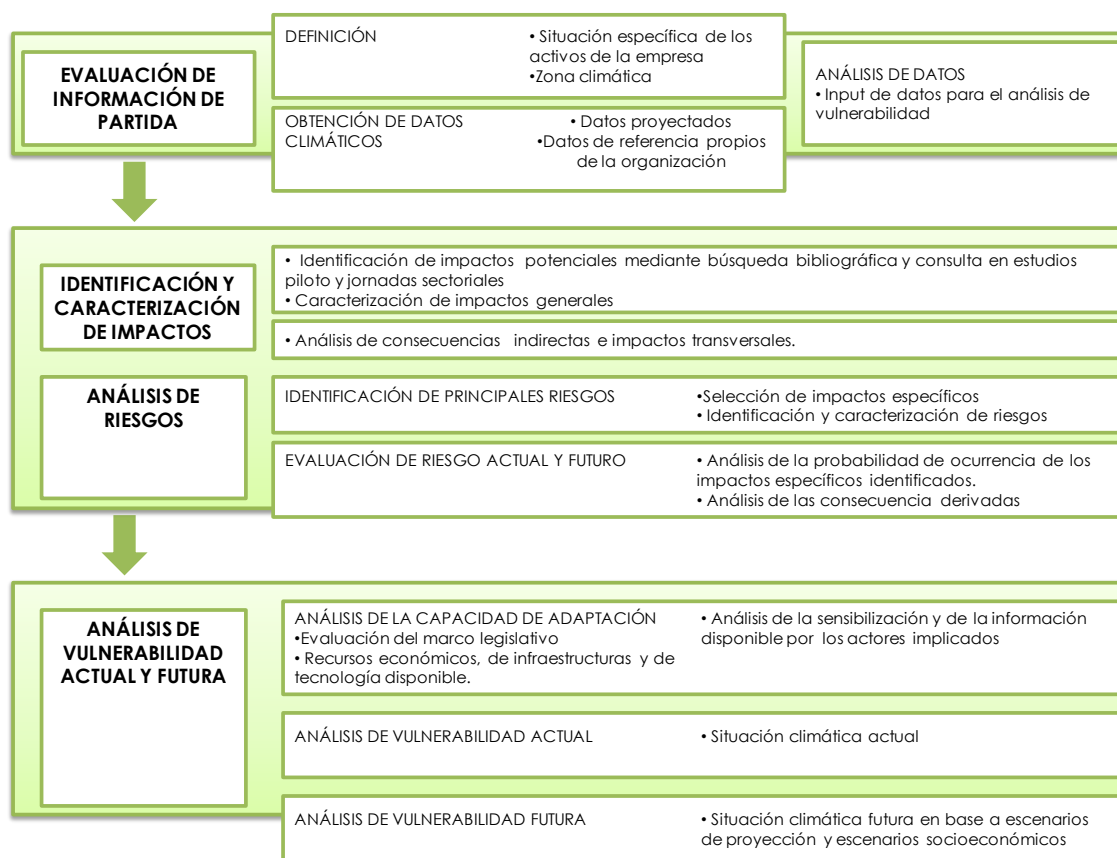
A fin de conocer cuál es la situación actual del tejido empresarial en España y su posibilidad de actuación para reducir el riesgo al que se enfrentan los sectores clave, se ha de definir, para cada uno de ellos, los principales impactos y consecuencias esperados debido al cambio climático. El análisis se debe llevar a cabo siguiendo los pasos que se muestran a continuación:

- 1. Identificación de impactos potenciales principales en cada sector.** A través del análisis de las condiciones climáticas actuales e históricas, y de las proyecciones de escenarios climáticos futuros, lo que permite entender cómo el cambio climático puede alterar la actividad de cada sector, es decir, los impactos que presentan una incidencia relevante en el sector.
- 2. Identificación de los riesgos climáticos a los que se enfrentan las empresas.** Se analiza la probabilidad de ocurrencia de los diferentes impactos climáticos identificados derivados del cambio climático para cada región de la geografía española y se evalúan las consecuencias que puedan presentar en el sector.
- 3. Evaluación de la capacidad de adaptación.** Se evalúa la capacidad de adaptación al cambio climático de la organización, que está influenciada por la respuesta operacional ante un determinado impacto, 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 de la organización y de la capacidad de actuación, se define la vulnerabilidad de la misma al cambio climático.

En la figura siguiente se muestra la metodología del análisis de vulnerabilidad llevada a cabo en las empresas piloto incluidas en el proyecto.

**Figura 2. Metodología de análisis de vulnerabilidad de las empresas frente al cambio climático.**  
Fuente: Elaboración propia.



Una vez definida la vulnerabilidad de cada una de las organizaciones, el siguiente paso es la determinación de las medidas de adaptación al cambio climático a aplicar en base a los resultados logrados. Con estas medidas se busca minimizar las consecuencias de dichos impactos que pueda sufrir la organización.

La toma de decisión empresarial en este ámbito es compleja, no sólo por la naturaleza de los impactos a considerar, sino también por la incertidumbre asociada y por los períodos de tiempo considerados. Desde un punto de vista estructural, de acuerdo

con la teoría de la decisión<sup>1</sup>, podemos distinguir tres etapas que deben cubrirse: identificación, desarrollo y selección.

- **Identificación.** Deben reconocerse los problemas y oportunidades asociados, así como un diagnóstico de los mismos. En este sentido, la metodología estándar a aplicar sería el análisis de vulnerabilidad, que nos proporciona una representación completa de los mismos.
- **Desarrollo.** Deben definirse y clarificarse las opciones de actuación, mediante la búsqueda de opciones existentes o el diseño de nuevas alternativas de actuación.
- **Selección.** En esta etapa se analizan, evalúan y autorizan las opciones de acción planteadas. Este proceso es particularmente complejo en nuestro campo, empleándose el análisis coste-beneficio cuando se dispone de información robusta. En otros casos, el análisis multicriterio y la participación abierta pueden aportar información suficiente para la toma de decisión.

### **Análisis de medidas de adaptación al cambio climático.**

Para facilitar la toma de decisión en materia de adaptación al cambio climático es importante el estudio de los costes económicos ligados a sus impactos. Esta información supone la base para el análisis de las medidas que permitan la adaptación.

En los últimos años, diversas organizaciones a nivel mundial han desarrollado estudios y metodologías encaminadas a estimar los costes del cambio climático, es decir, los costes de la no adaptación. Posteriormente, organizaciones muy diversas han trabajado en el desarrollo de metodologías que ahondan en analizar los costes de la adaptación al cambio climático como tal.

---

<sup>1</sup> Se ha seleccionado aquí el modelo no secuencial de Mintzberg, Raisinghani y Théorêt (Mintzberg et al., 1976).



**Tabla 1. Clasificación de las principales metodologías disponibles para evaluar los impactos económicos a la adaptación al cambio climático.**

Fuente: Elaboración propia a partir de diferentes fuentes.

Metodologías	Objetivo principal	Fuente
Economía de la adaptación al cambio climático	Modelo para calcular los costes económicos de la adaptación al cambio climático, con el objetivo de restaurar el bienestar del escenario sin cambio climático.	Banco Mundial, 2010.
Economía de la adaptación al clima	Metodología para evaluar el riesgo climático total que afronta una economía y calcular los costes económicos de la adaptación al cambio climático con el objetivo de minimizarlos.	Grupo de trabajo de ECA, 2009.
Otras metodologías	Guías para calcular los costes y beneficios de los impactos del cambio climático.	Metroeconomica, 2004; Van Beukering et al., 2007; entre otros
	Metodología para evaluar los riesgos derivados del cambio climático y evaluar las opciones de adaptación, a través de un proceso enfocado más en el diálogo entre expertos y partes interesadas.	Australian Greenhouse Office, 2006.

Sin embargo, su aplicación directa en el sector privado presenta complicaciones por diferentes motivos. Por un lado, estas metodologías tienen un enfoque temporal y espacial amplio, excediendo los límites que suelen aplicarse en el caso de la toma de decisiones en el sector privado. Por otra parte, el objetivo principal de estas metodologías es facilitar la toma de decisiones en el ámbito público, con lo que los estudios realizados hasta el momento tienen muy pocos ejemplos donde se haya incluido también la vertiente privada (excepto en algunos ámbitos, como puede ser la agricultura, por su marcado carácter social a nivel mundial).

Por ello, para su aplicación en el sector privado, se muestran a continuación las metodologías clásicas de análisis de diferentes opciones ajustadas a las particularidades de las medidas de adaptación al cambio climático.

**Tabla 2. Métodos para analizar las opciones de adaptación en el sector privado.**

Fuente: Elaboración propia a partir de GIZ y UNFCC.

Método	Tipo	Descripción	Comentarios
<b>Análisis coste-eficiencia (ACE)</b>	Cuantitativo, mixto	Se comparan los costes de poner en marcha una medida con los resultados que se obtienen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Únicamente necesitan ser cuantificados monetariamente los costes de las medidas, los beneficios se miden en unidades físicas.</li> <li>Las medidas deben tener la misma unidad física de beneficio, por lo que no se puede comparar una gama amplia de medidas para</li> </ul>

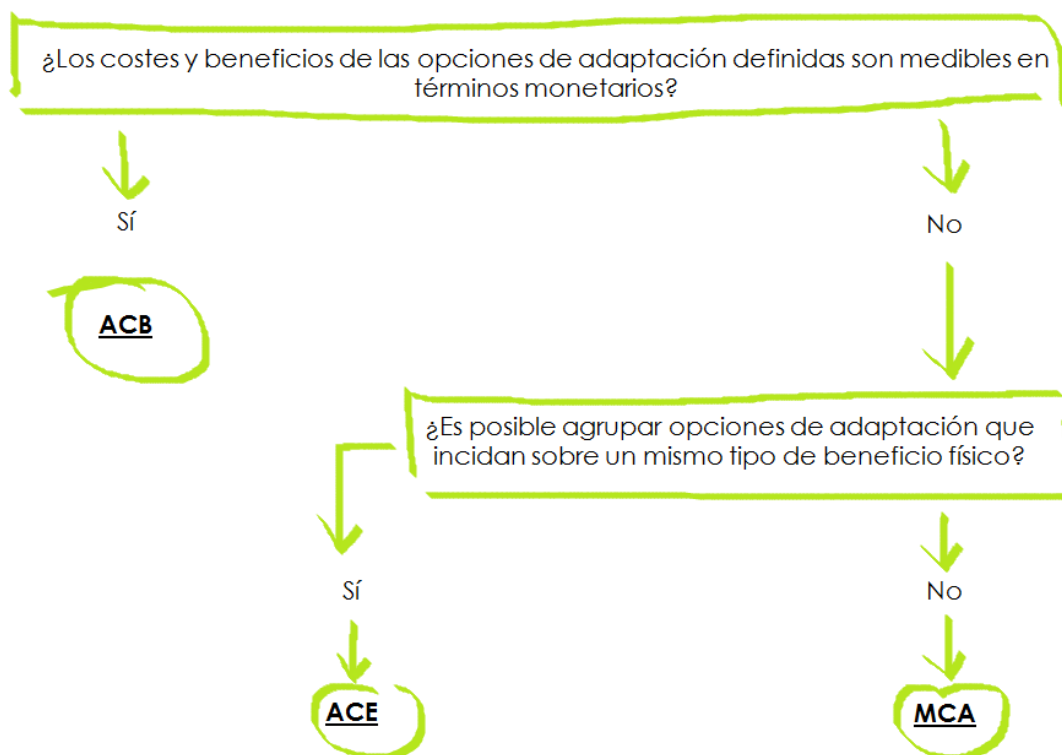
Método	Tipo	Descripción	Comentarios
<b>Análisis coste-beneficio (ACB)</b>	Cuantitativo, monetario	Determina si los beneficios totales de una medida superan los costes de la misma y qué opción (dentro del grupo analizado) produce el mayor beneficio neto.	<p>diferentes sectores que tengan beneficios diferentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se basa en los flujos de beneficios y costes, por lo que prioriza la eficiencia de las medidas, dejando fuera criterios como la urgencia o importancia.</li> <li>• El cálculo de los costes y beneficios de bienes no de mercado requiere de mucha información y recursos, pudiendo ser no viable en determinadas ocasiones.</li> <li>• Es importante realizar un análisis de sensibilidad para conocer el efecto de la tasa de descuento a aplicar.</li> </ul>
<b>Análisis multicriterio (MCA)</b>	Cualitativo / semi-cuantitativo	Introduce distintas variables, comparándolas pero sin reducirlas a una única magnitud. Las opciones son evaluadas utilizando una gama amplia de criterios ponderados a través de una valoración cualitativa o semi-cuantitativa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No limita el análisis a variables monetarias o físicas, permitiendo incorporar otro tipo de criterios.</li> <li>• Se puede compaginar con métodos más economicistas para ampliar las variables evaluadas.</li> <li>• Se basa en la opinión de expertos, por lo que es interesante involucrar a diferentes expertos para nutrir el análisis.</li> </ul>

Generalmente, las medidas de reducción de emisiones de GEI se analizan desde la óptica coste-eficiencia (analizando los costes de implantarlas frente a las reducciones que se obtienen), mientras que las medidas de adaptación se analizan a través de un coste-beneficio, comparando los costes de una medida con los beneficios que pueden obtenerse, por ejemplo, a través de una reducción de la vulnerabilidad al aumentar la capacidad de adaptación.

Hay que tener presente, como se comenta en la tabla anterior, que la principal dificultad que presenta el ACB aplicado a la acción para la adaptación al cambio climático, es la dificultad de monetizar muchos de los impactos del cambio climático, especialmente cuando se trabaja desde una óptica pública. Por ello, en muchos casos, será necesario recurrir a un análisis mixto de las medidas de adaptación, es decir, aplicando diferentes metodologías para obtener una única priorización de las mismas. En la siguiente figura se muestra un árbol de decisión para conocer el tipo de análisis que se puede aplicar, en función de la tipología de medidas definidas y la información de que se disponga en cada caso.

**Figura 3. Árbol de decisión para la definición de la metodología a aplicar en el análisis de medidas de adaptación al cambio climático.**

Fuente. Elaboración propia a partir de GIZ y UNFCC.



Aunque el análisis coste-eficiencia es también considerado para la priorización de medidas de adaptación al cambio climático, en este caso no se ha incluido en la metodología a aplicar. La principal razón es la dificultad de identificar una única variable física que aplicar a un conjunto de medidas, puesto que los beneficios físicos de la adaptación al cambio climático son muchos y muy diversos, en función del sector y tipología de impactos y consecuencias en el que se realice el estudio.

Por ello, la metodología que se plantea en este caso para la priorización de medidas de adaptación al cambio climático es una combinación del análisis coste-beneficio, junto con el análisis multicriterio de las medidas definidas.

A continuación se presenta la metodología planteada en este sentido.

1. **Análisis coste-beneficio de las medidas definidas**, estimando los costes y los beneficios de las mismas y analizando el ratio global resultante para cada una de beneficios frente a costes. Requiere la definición del horizonte temporal, la tasa de descuento y la línea de base, es decir, la situación en ausencia de adaptación al cambio climático. Es muy aconsejable incorporar costes y

beneficios desde un enfoque social. Sólo de esta forma se tendrá en cuenta plenamente la acción de la empresa en el contexto de adaptación al cambio climático en un determinado entorno, en un marco de responsabilidad social.

2. **Análisis multicriterio de las medidas definidas**, definiendo previamente un conjunto de criterios o variables con las que se evalúa cada medida, como importancia, urgencia, no-regret, efectos secundarios y efectos de mitigación; e identificando aquellas que resulten con una mayor puntuación final, de acuerdo con la ponderación que se considerada para cada uno de los criterios. Las medidas reciben un valor de categoría, calificación, o puntuación en una escala predeterminada para cada variable definida.
3. **Interpretación y priorización** de las medidas en función de los resultados de ambos métodos, dándole el peso preciso a la variable puramente económica y teniendo presentes también los criterios más cualitativos analizados en el segundo paso. Una buena práctica en el caso de ausencia de una estrategia previa de adaptación al cambio climático, es comenzar priorizando acciones que tengan un carácter más estratégico, que sean proactivas y flexibles, así como las clasificadas como no-regret.

### 3. Descripción del caso piloto

La desalación de agua de mar es una medida clásica de adaptación al cambio climático en zonas con situación de estrés hídrico. Con el fin de reducir algunas de las posibles repercusiones del cambio climático sobre el sector de la construcción y las infraestructuras, se ha realizado un análisis de detalle de la vulnerabilidad de una planta desaladora situada en la zona mediterránea española: la planta desalinizadora de agua de mar del Canal de Alicante.

Esta planta fue construida por una unión temporal de empresas (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 pertenece a la Mancomunidad de los Canales del Taibilla.

**Figura 4.** Mapa de localización de la planta desalinizadora del Canal de Alicante. Fuente. Google Maps.



La planta desalinizadora de agua de mar del Canal de Alicante basa su funcionamiento en la tecnología de ósmosis inversa. El agua desalinizada producida en la planta se consume en los términos municipales de Elche, Santa Pola, San Vicente del Raspeig y Alicante.

De cara a llevar a cabo el análisis de vulnerabilidad de dicha planta, uno de los primeros pasos es determinar la evolución del clima del área en el que está situada a lo largo del siglo XXI. Para estudiarlo, se revisaron las proyecciones elaboradas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) para esta Comunidad Autónoma. Se decidió emplear estas proyecciones dado que no existen proyecciones regionalizadas a

menor escala. 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.

Tras el análisis de las proyecciones se estimó que los principales cambios que podrían esperarse para la Comunidad Valenciana, corresponden a 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.

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 (AEMET, 2009).

Tal y como se ha detallado con anterioridad, para cada uno de estos impactos climáticos se ha de determinar el riesgo a través de la determinación de su probabilidad y la consecuencia. Los riesgos resultantes para la planta desalinizadora del Canal de Alicante son los que se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 3: Riesgos de los impactos climáticos en la planta desalinizadora del Canal de Alicante.**

(T=temperatura media, P=precipitación media anual, EE=eventos extremos, NM=nivel del mar, 0=actualidad, 1=2015-2039, 2=2040-2069, 3=2070-2099).

Fuente: elaboración propia.

1. PROBABILIDAD	2. CONSECUENCIA						
	Despreciable	Mínima	Menor	Significativa	Importante	Grave	Muy grave
Improbable		NM0					
Muy poco probable		NM1; NM2					
Poco probable		T0; 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, siendo necesaria una evaluación de posibles acciones al respecto. Su alto riesgo 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.

Una vez determinados los riesgos, 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 4: 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
<b>Planificación gubernamental y empresarial</b>	¿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 <sup>2</sup> , 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.
<b>Recursos económicos</b>	¿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.
<b>Infraestructuras</b>	¿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 <sub>2</sub> llevada a cabo para evitar problemas de congelación ocasionales.

<sup>2</sup> Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Plan Hidrológico Nacional. Confederación Hidrográfica del Júcar. Plan Hidrológico de la Cuenca del Júcar.



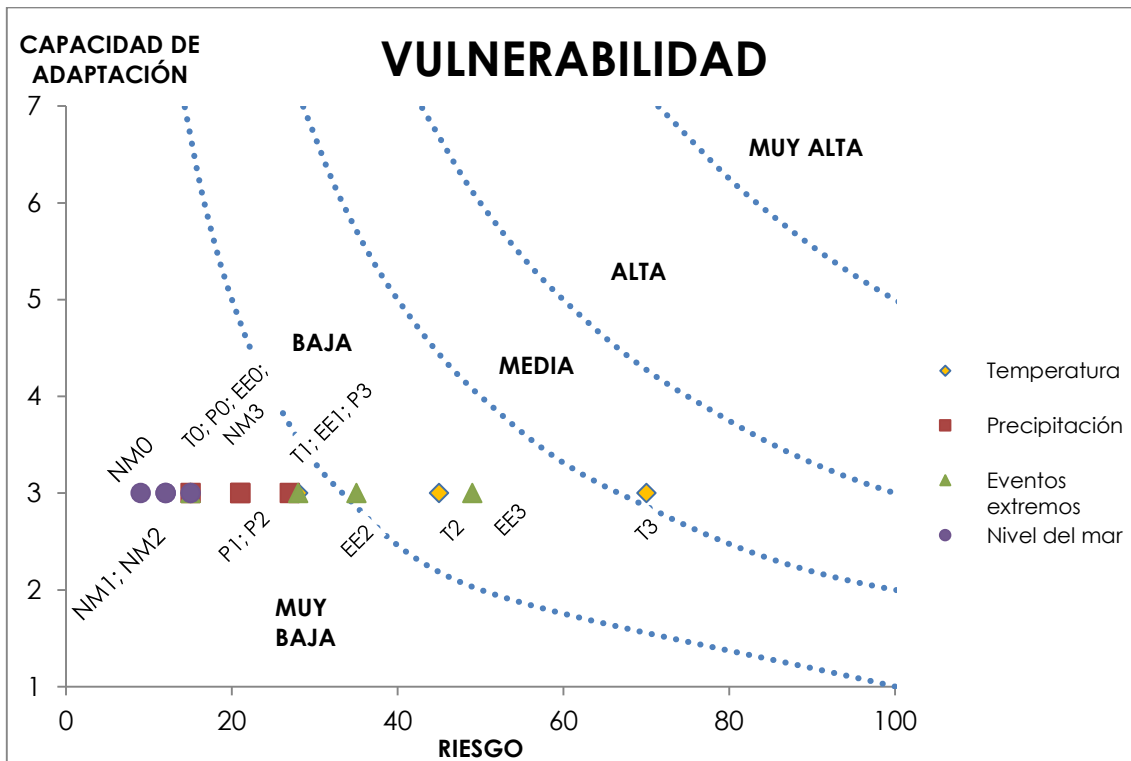
Variable	Cuestiones clave	Disponibilidad	Justificación
<b>Información y conocimiento</b>	<p>¿La organización dispone de información sobre riesgos y/o oportunidades ligados al cambio climático?</p> <p>¿Existen precedentes de actuación y metodologías al respecto? ¿Existen programas de entrenamiento al respecto? ¿Se dispone de información de estudios de caso?</p> <p>¿Cuál es el grado de conocimiento e implicación por parte de la plantilla, los clientes y las comunidades del entorno?</p>	Media	<p>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<sub>2</sub>, para evitar los efectos de la congelación en las tuberías por las que circula.</p>

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 gráfico inferior.

**Figura 5. Vulnerabilidad de la planta desalinizadora de los Canales del Taibilla a los impactos climáticos.**

(T=temperatura media, P=precipitación media anual, EE=eventos extremos, NM=nivel del mar, 0=actualidad, 1=2015-2039, 2=2040-2069, 3=2070-2099).

Fuente: elaboración propia.



La planta sería vulnerable principalmente al incremento de la temperatura. Así, la vulnerabilidad a este impacto 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 son las escasas repercusiones de estos dos impactos en la actividad de la planta desalinizadora.

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.

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 éste pueda tener en el sector de la energía eléctrica y en el consumo de agua: principalmente la disminución de los volúmenes de precipitación, que podría repercutir en el sector energético menguando la participación en el mix eléctrico de la energía hidráulica.

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 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 estado. 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.

No obstante, cabe destacar que el nivel de vulnerabilidad al cambio climático de la planta desalinizadora del Canal de Alicante 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.

## 4. Definición de medidas de adaptación al cambio climático

Existe una pluralidad de agentes que se pueden ver afectados por los daños que el cambio climático puede provocar en las infraestructuras. Se ha llevado a cabo este análisis piloto para analizar los riesgos a los que está sujeta una de sus actividades, para así poderlos gestionar y aprovechar las oportunidades que se puedan presentar.

En cuanto al análisis de detalle llevado a cabo sobre la planta desalinizadora del Canal de Alicante, desarrollado en la sección anterior, cabe 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.

Para hacer frente a los potenciales 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.

Respecto al estudio piloto aplicado sobre la planta desalinizadora, las recomendaciones 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 CO<sub>2</sub> 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.
- 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.

De cara a cumplir con dichas recomendaciones y reducir su vulnerabilidad al cambio climático, se plantean tres acciones para la planta desalinizadora del Canal de Alicante. Las tres se centran en reducir las consecuencias que el incremento de la temperatura tendría para la planta. Debido a dicho incremento de temperatura, se espera que se produzca una mayor producción, que también implicaría que se incremente el permeado a través de las membranas. Al aumentar dicho permeado, la

concentración de sales del agua resultante sería mayor, pudiendo darse el caso de que no se cumplan las concentraciones límite establecidas en la legislación pertinente.

Las acciones que permiten mitigar dicha situación son la adición de hidróxido sódico, la adición de dispersante y los choques de hipoclorito sódico. A continuación se presentan las fichas correspondientes a las tres medidas de adaptación que se plantean para la planta desalinizadora del Canal de Alicante:

Medida 1	Adición de hidróxido de sodio
<p><b>Objetivo</b></p> <p>Minimizar los efectos del incremento de temperatura del agua de cara a cumplir con la legislación vigente en cuanto a la composición del agua suministrada.</p> <p><b>Consideraciones preliminares</b></p> <p>La dosificación del hidróxido de sodio dependerá siempre de los valores analíticos del agua. Estas adiciones se han de hacer considerando el pH del agua, para lo que se ha de realizar una monitorización del mismo de cara a garantizar que la dosificación de hidróxido de sodio es adecuada.</p> <p><b>Descripción de la acción</b></p> <p>El hidróxido de sodio se emplea para controlar el pH del agua, con el objetivo de facilitar la disociación del boro aumentando así el rechazo de boro en las membranas de ósmosis. El boro es uno de los elementos químicos que es necesario controlar en el agua suministrada ya que su concentración ha de cumplir con los parámetros establecidos en la legislación vigente. El aumento de la temperatura del agua afecta perjudicialmente a la desalinización, ya que incrementa el flujo de sales a través de la membrana, de ahí la importancia de regular el pH para reducir la concentración de boro del agua suministrada y poder cumplir con los parámetros químicos establecidos para el suministro.</p>	
<p><b>Periodo de implementación</b></p> <p>2015-2030</p>	

Medida 2	Adición de dispersante
<p><b>Objetivo</b></p> <p>Minimizar los efectos del incremento de temperatura del agua sobre la eficiencia del proceso de tratamiento.</p> <p><b>Consideraciones preliminares</b></p> <p>La dosificación del dispersante dependerá siempre de los valores analíticos del agua. Estas adiciones se han de hacer considerando la cantidad de sales presente en el agua, para lo que se ha de realizar una monitorización de la concentración de las mismas de cara a garantizar que la dosificación del dispersante es adecuada.</p> <p><b>Descripción de la acción</b></p> <p>Debido a su concentración en sales, en el tratamiento de ósmosis inversa en el que se emplea agua de mar como materia prima pueden darse precipitaciones de dichas</p>	

sales en las membranas, que son perjudiciales para las mismas, pues pueden dar lugar a incrustaciones que merman el rendimiento de la instalación. Los compuestos que habitualmente precipitan son carbonatos de calcio y magnesio; sulfatos de calcio, bario y estroncio; fosfato cálcico; fluoruro cálcico; sílice; y óxidos e hidróxidos de hierro, aluminio y sílice. La función de los dispersantes es impedir que se formen cristales de suficiente tamaño como para que precipiten. Además, los incrementos de temperatura del agua producen una mayor precipitación, haciendo necesario emplear mayores cantidades de dispersante para evitar que se produzcan problemas en las membranas de ósmosis inversa.

**Periodo de implementación**

2015-2030

<b>Medida 3</b>	<b>Choques de hipoclorito de sodio</b>
<p><b>Objetivo</b></p> <p>Minimizar los efectos del incremento de temperatura del agua de cara a cumplir con la legislación vigente en cuanto a la composición del agua suministrada y proteger la integridad de los sistemas de tratamiento.</p> <p><b>Consideraciones preliminares</b></p> <p>La dosificación del hipoclorito sódico dependerá siempre de los valores analíticos del agua. Estas adiciones, que se realizan tanto antes del tratamiento como durante el mismo, se han de hacer considerando la actividad biológica presente en el agua, para lo que se ha de realizar una monitorización de la misma de cara a garantizar que la dosificación del hipoclorito de sodio es adecuada.</p> <p><b>Descripción de la acción</b></p> <p>La medida consiste en el empleo de hipoclorito sódico para desinfectar el agua del mar y evitar que la materia orgánica dañe las bombas de los equipos de captación empleados. Además, también se emplea el hipoclorito sódico para garantizar la desinfección del agua a lo largo de todo el proceso. De esta forma se consigue cumplir con la legislación y se evitan problemas en las membranas y equipamiento empleado debido a la proliferación de microorganismos. La adición de hipoclorito de sodio cobra mayor importancia con los incrementos de temperatura del agua, ya que estos aumentan la proliferación de materia orgánica, por lo que se trata de una medida que garantiza que no se den problemas en la operación de la planta y en el agua suministrada.</p>	
<p><b>Periodo de implementación</b></p> <p>2015-2030</p>	

## 5. Análisis de medidas para la adaptación al cambio climático

El análisis de las medidas para la adaptación se efectúa de acuerdo a la metodología expuesta anteriormente, efectuando tanto un análisis coste-beneficio, como un análisis multicriterio.

### 5.1. Análisis coste-beneficio de las medidas

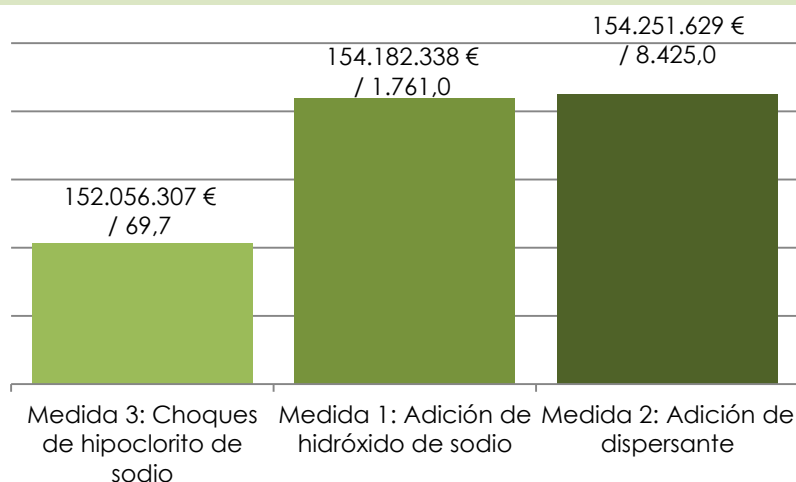
Se ha realizado el análisis coste-beneficio de las medidas tomando un horizonte temporal de 15 años, entre 2015 y 2030. Se han considerado como beneficios los derivados de la comercialización del agua desalada, por lo que son iguales para las tres medidas. Los costes considerados son los producidos por el aumento de la dosis adicionada de cada uno de los productos, como consecuencia del aumento de la temperatura. Se ha fijado una tasa de descuento del 7%. Con estos supuestos, los resultados del análisis coste-beneficio son los siguientes:

Medida	Coste total	Beneficio total	Valor actual neto	Ratio beneficio-coste
Medida 1: Adición de hidróxido de sodio	87.601,92 €	154.269.940,11 €	154.182.338,19 €	1761,0
Medida 2: Adición de dispersante	18.311,01 €	154.269.940,11 €	154.251.629,11 €	8425,0
Medida 3: Choques de hipoclorito de sodio	2.213.633,17 €	154.269.940,11 €	152.056.306,94 €	69,7



**Figura 6. Valor actual neto de los daños evitados/Ratio beneficio-coste.**

Fuente: elaboración propia.



En el Anexo I del documento se puede ver el detalle de los cálculos realizados en cada medida.

## 5.2. Análisis multicriterio

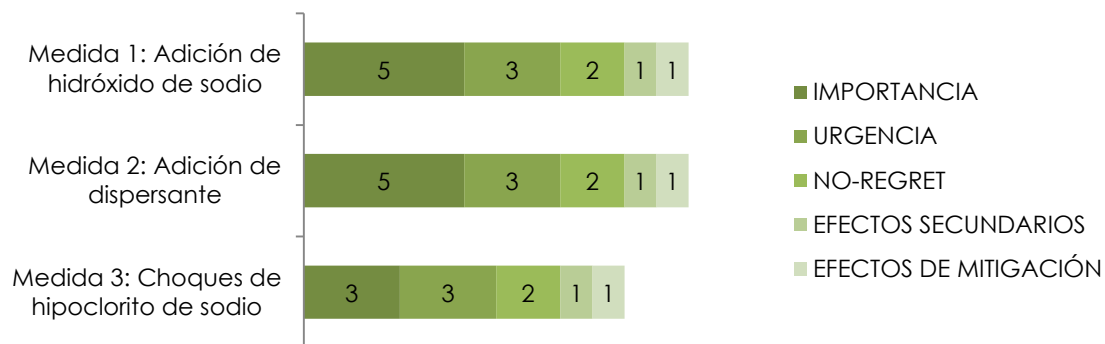
El análisis multicriterio ofrece la posibilidad de incluir en la toma de decisiones otras variables interesantes, además de la puramente económica. Por ello, evalúan las tres medidas en cada uno de los siguientes criterios, con un valor de 1 a 5:

- **Importancia:** el valor que presenta la medida en cuanto a la capacidad de disminuir las consecuencias del cambio climático.
- **Urgencia:** la necesidad con la que la medida debe estar implementada para obtener los máximos beneficios.
- **No-Regret:** la capacidad de la medida de generar beneficios, incluso sin cambio climático.
- **Efectos secundarios:** los beneficios adicionales a la adaptación al cambio climático que presenta la medida.
- **Efectos de mitigación:** el valor del posible efecto colateral de mitigación al cambio climático que presenta la medida.

El peso que tiene cada una de las variables a la hora de priorizar las medidas según el MCA no es el mismo, siendo de orden descendente (Importancia, Urgencia, No-

Regret, Efectos secundarios, Efectos de mitigación). Los valores asignados a cada uno de los criterios se recogen en la figura siguiente.

**Figura 7. Resultados del análisis MCA.**  
Fuente: elaboración propia.



Según el MCA realizado, la Medida 1: Adición de hidróxido de sodio y la Medida 2: Adición de dispersante tendrían la misma prioridad, caso de tener lugar la subida de temperatura. Por detrás de ellas quedaría la Medida 3: Choques con hipoclorito de sodio.

## 6. Priorización de las medidas

Una vez aplicados ambos análisis a las medidas definidas, el procedimiento habitual es ponderar la priorización ofrecida por cada uno de ellos, para asignar los recursos financieros de la forma más eficiente, teniendo en cuenta retornos más allá del meramente económico.

En el caso concreto de las tres medidas propuestas, ya que se trata de medidas de implementación inmediata en función de las condiciones del agua, la priorización es clara: en el momento que sean necesarias se aplicarán la Medida 1; Adición de hidróxido y la Medida 2: Adición de dispersante, puesto que son de alta importancia para mitigar el efecto de la posible subida de la temperatura del agua, y al mismo tiempo son inversiones de alta rentabilidad en comparación del coste de su no-aplicación. La aplicación de la Medida 3: Choques de hipoclorito de sodio queda por detrás en la prioridad de implementación, puesto que su importancia para mitigar el posible impacto del cambio climático es menor que para las dos otras medidas y, al mismo tiempo, su coste de implementación es el mayor de los tres.

En cualquier caso, se recomienda la aplicación de las tres medidas en el momento que se requiera por las condiciones del agua debido a la subida de la temperatura, siempre que se pueda afrontar el coste de aplicación, puesto que los beneficios derivados de ellas (en forma de pérdidas por no-actuación evitadas) son superiores al coste de implementación.

## 7. Principales 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 I: Cálculos del análisis coste-beneficio de las medidas

## Medida 1 Adición de hidróxido de sodio

### DATOS AUXILIARES

Coste NaOH (€/kg)	0,24	<a href="http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48415/componente48413.pdf">http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48415/componente48413.pdf</a>	Capacidad planta real (m³/día)	65.000,00	Catagua
Consumo adicional NaOH (kg/año)	20.000		Precio agua ayuntamientos (€/m³)	0,64	Mancomunidad de los Canales del Tablao
Capacidad planta modelo (m³/día)	36.000,00				

### CÁLCULOS TÉCNICOS

Parámetro	Unidad	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Consumo anual NaOH	kg	36111,11111	36111,11111	36111,11111	36111,11111	36111,11111	36111,11111	36111,11111	36111,11111	36111,11111	36111,11111	36111,11111	36111,11111	36111,11111	36111,11111	36111,11111	36111,11111
Agua suministrada	m³	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000

### CÁLCULOS ECONÓMICOS

Coste/beneficio	Concepto	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Costes	Coste NaOH	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €
	Coste neto	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €	8.666,67 €
	Agua suministrada	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €
Beneficios	Beneficio neto	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €
	Flujo de caja neto	15.253.625,83 €	15.253.625,83 €	15.253.625,83 €	15.253.625,83 €	15.253.625,83 €	15.253.625,83 €	15.253.625,83 €	15.253.625,83 €	15.253.625,83 €	15.253.625,83 €	15.253.625,83 €	15.253.625,83 €	15.253.625,83 €	15.253.625,83 €	15.253.625,83 €	15.253.625,83 €
	Flujo de caja acumulado	15.253.625,83 €	30.507.251,67 €	45.760.877,50 €	61.014.503,33 €	76.268.129,17 €	91.521.755,00 €	106.775.380,83 €	122.029.006,67 €	137.282.632,50 €	152.536.258,33 €	167.789.884,17 €	183.043.510,00 €	198.297.135,83 €	213.550.761,67 €	228.804.387,50 €	244.058.013,33 €
	Valor presente neto		154.182.338,19 €														

Costo neto descontado	87.601,92 €
Beneficio neto descontado	154.269.940,11 €



Medida 2

Adición de dispersante

DATOS AUXILIARES

Coste dispersante (\$/500 lb)	1384	<a href="http://www.watersuplus.com/storefront-products.cfm?s=421&amp;p=10&amp;d=100008">http://www.watersuplus.com/storefront-products.cfm?s=421&amp;p=10&amp;d=100008</a>	Capacidad planta real (m³/día)	65.000,00	Catigua
Consumo adicional dispersante (kg/año)	131	Catigua	Precio agua ayuntamientos (€/m³)	0,64	Municipalidad de los Canales del Tablizo
Capacidad planta modelo (m³/día)	36.000,00	Catigua			

CÁLCULOS TÉCNICOS

Parametro	Unidad	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Consumo anual dispersante	kg	237,25	237,25	237,25	237,25	237,25	237,25	237,25	237,25	237,25	237,25	237,25	237,25	237,25	237,25	237,25	237,25
Agua suministrada	m³	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000

CÁLCULOS ECONÓMICOS

Coste/beneficio	Concept	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Costes	Dispersante	1.811,55 €	1.811,55 €	1.811,55 €	1.811,55 €	1.811,55 €	1.811,55 €	1.811,55 €	1.811,55 €	1.811,55 €	1.811,55 €	1.811,55 €	1.811,55 €	1.811,55 €	1.811,55 €	1.811,55 €	1.811,55 €
	<b>Coste neto</b>	<b>1.811,55 €</b>	<b>1.811,55 €</b>	<b>1.811,55 €</b>	<b>1.811,55 €</b>	<b>1.811,55 €</b>	<b>1.811,55 €</b>	<b>1.811,55 €</b>	<b>1.811,55 €</b>	<b>1.811,55 €</b>	<b>1.811,55 €</b>	<b>1.811,55 €</b>	<b>1.811,55 €</b>	<b>1.811,55 €</b>	<b>1.811,55 €</b>	<b>1.811,55 €</b>	<b>1.811,55 €</b>
Beneficios	Agua suministrada	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €
	<b>Beneficio neto</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>
	<b>Flujo de caja neto</b>	<b>15.260.480,95 €</b>	<b>15.260.480,95 €</b>	<b>15.260.480,95 €</b>	<b>15.260.480,95 €</b>	<b>15.260.480,95 €</b>	<b>15.260.480,95 €</b>	<b>15.260.480,95 €</b>	<b>15.260.480,95 €</b>	<b>15.260.480,95 €</b>	<b>15.260.480,95 €</b>	<b>15.260.480,95 €</b>	<b>15.260.480,95 €</b>	<b>15.260.480,95 €</b>	<b>15.260.480,95 €</b>	<b>15.260.480,95 €</b>	<b>15.260.480,95 €</b>
	<b>Flujo de caja acumulado</b>	<b>15.260.480,95 €</b>	<b>30.520.961,90 €</b>	<b>45.781.442,85 €</b>	<b>61.041.923,79 €</b>	<b>76.302.404,74 €</b>	<b>91.562.885,69 €</b>	<b>106.823.366,64 €</b>	<b>122.083.847,59 €</b>	<b>137.344.328,54 €</b>	<b>152.604.809,49 €</b>	<b>167.865.290,44 €</b>	<b>183.125.771,38 €</b>	<b>198.386.252,33 €</b>	<b>213.646.733,28 €</b>	<b>228.907.214,23 €</b>	<b>244.167.695,18 €</b>
	<b>Valor presente neto</b>		<b>154.251.629,11 €</b>														

Costo neto descontado	18.311,01 €
<b>Beneficio neto descontado</b>	<b>154.269.940,11 €</b>

Medida 3

Choques de hipoclorito de sodio

DATOS AUXILIARES

Coste hipoclorito sódico (€/choque)	600	Caligua
Choques adicionales diarios	1	Estación autor
Capacidad planta modelo (m <sup>3</sup> /día)	36.000,00	Caligua

Capacidad planta real (m <sup>3</sup> /día)	65.000,00	Caligua
Precio agua ayuntamientos (€/m <sup>3</sup> )	0,64	Municipalidad de los Cavales del Tablón

CÁLCULOS TÉCNICOS

Parametro	Unidad	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Choques anuales	Nº	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
Agua suministrada	m <sup>3</sup>	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000	23.725.000

CÁLCULOS ECONÓMICOS

Coste/ beneficio	Concept	2015 0	2016 1	2017 2	2018 3	2019 4	2020 5	2021 6	2022 7	2023 8	2024 9	2025 10	2026 11	2027 12	2028 13	2029 14	2030 15
Costes	Choques	219.000,00 €	219.000,00 €	219.000,00 €	219.000,00 €	219.000,00 €	219.000,00 €	219.000,00 €	219.000,00 €	219.000,00 €	219.000,00 €	219.000,00 €	219.000,00 €	219.000,00 €	219.000,00 €	219.000,00 €	219.000,00 €
	<b>Coste neto</b>	<b>219.000,00 €</b>	<b>219.000,00 €</b>	<b>219.000,00 €</b>	<b>219.000,00 €</b>	<b>219.000,00 €</b>	<b>219.000,00 €</b>	<b>219.000,00 €</b>	<b>219.000,00 €</b>	<b>219.000,00 €</b>	<b>219.000,00 €</b>	<b>219.000,00 €</b>	<b>219.000,00 €</b>	<b>219.000,00 €</b>	<b>219.000,00 €</b>	<b>219.000,00 €</b>	<b>219.000,00 €</b>
Beneficios	Agua suministrada	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €	15.262.292,50 €
	<b>Beneficio neto</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>	<b>15.262.292,50 €</b>
	Flujo de caja neto	15.043.292,50 €	15.043.292,50 €	15.043.292,50 €	15.043.292,50 €	15.043.292,50 €	15.043.292,50 €	15.043.292,50 €	15.043.292,50 €	15.043.292,50 €	15.043.292,50 €	15.043.292,50 €	15.043.292,50 €	15.043.292,50 €	15.043.292,50 €	15.043.292,50 €	15.043.292,50 €
	Flujo de caja acumulado	15.043.292,50 €	30.086.585,00 €	45.129.877,50 €	60.173.170,00 €	75.216.462,50 €	90.259.755,00 €	105.303.047,50 €	120.346.340,00 €	135.389.632,50 €	150.432.925,00 €	165.476.217,50 €	180.519.510,00 €	195.562.802,50 €	210.606.095,00 €	225.649.387,50 €	240.692.680,00 €
	<b>Valor presente neto</b>		152.056.306,94 €														

Costo neto descontado	2.213.633,17 €
Beneficio neto descontado	154.269.940,11 €