

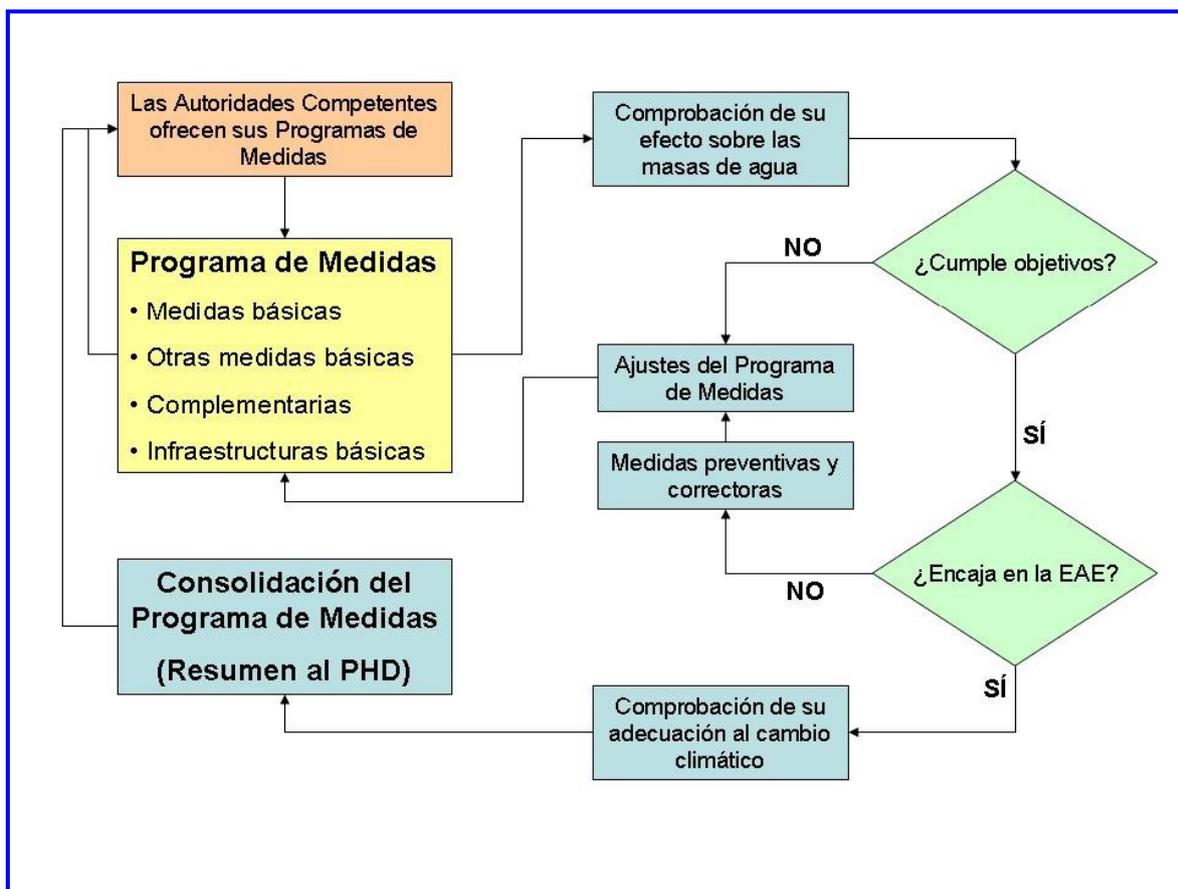
### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Procedimiento General

Tal como se indica en el apartado 8.1 de la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH), el procedimiento seguido para la definición del programa de medidas ha sido el siguiente:

- 1 Recopilación de los programas de medidas elaborados previamente por cada una de las administraciones competentes, así como las otras medidas previstas o en ejecución.
- 2 Integración y coordinación de los programas,
  - a) Comprobación mediante modelos de simulación si el conjunto de las medidas produce el efecto deseado sobre el estado de las masas de agua<sup>2</sup>.
  - b) Al detectar que con el programa de medidas inicialmente propuesto no se alcanzan los objetivos previstos, propuesta, a través del Comité de Autoridades Competentes, de nuevas medidas para alcanzar los objetivos.
  - c) Selección de la combinación más adecuada de medidas, apoyada en un análisis coste eficacia.
- 3 Comprobación de la adecuación del programa de medidas a los escenarios de cambio climático considerados.
- 4 Presentación de resultados: resumen del programa de medidas

La siguiente figura representa gráficamente este procedimiento.



<sup>2</sup> Conforme al apartado 8.1 de la IPH en esa comprobación se debe dejar constancia expresa de la compatibilidad de las medidas, tener en cuenta el efecto que medidas que actúen sobre unas masas pueden producir en otras masas (aguas abajo) y verificar que no se produzca un aumento de la contaminación en las masas de agua superficial.

### Figura 1. Procedimiento para la definición del programa de medidas

Los siguientes apartados describen la metodología seguida en las diferentes etapas de este proceso.

#### 3.2. Organismos que intervienen en la realización del Programa de Medidas

Los organismos que intervienen en la realización del programa de medidas en la demarcación hidrográfica del Duero son los siguientes:

##### Organismos estatales

- Dirección General del Agua del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
- Confederación Hidrográfica del Duero
- Sociedad Estatal de Infraestructuras Agrarias
- Sociedad Estatal Acuanorte
- Parque de Maquinaria

##### Organismos autonómicos

- Consejería de Fomento y Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de Castilla y León
- Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León
- Sociedad Pública de Medio Ambiente de Castilla y León S.A.
- Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras de la Comunidad Autónoma de Galicia
- Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Urbanismo de la Comunidad Autónoma de Cantabria

##### Organismos Provinciales

- Diputaciones Provinciales

##### Organismos Locales

- Ayuntamientos
- Mancomunidades
- Comunidades de Regantes

En lo que se refiere a los papeles que desempeñan los diferentes agentes que intervienen en la realización de las medidas, en el caso de las actuaciones específicas cabe diferenciar los siguientes:

1. Agente promotor de la actuación: Encarga los estudios y proyectos previos, organiza la licitación, adjudica la ejecución, dirige las obras y, en su caso, financia la actuación.
2. Agente responsable de la explotación: Es el organismo responsable de la actuación en la fase posterior a la puesta en marcha. Explota las instalaciones, directa o indirectamente, y, según el caso, recauda las tarifas.

3. Otros organismos que intervienen en la financiación de la actuación

En el caso de los instrumentos generales, depende de la medida qué agentes intervienen en su realización (cambio normativo, incentivos económicos, mayor vigilancia,...).

**3.3. Planes y Programas considerados**

Para la elaboración del programa de medidas del Plan Hidrológico de la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero se han considerado los siguientes planes y programas:

Abreviatura	Nombre	Administración competente	Acto/Fecha de aprobación	Ámbito de aplicación	Horizonte temporal
ENRR	Estrategia Nacional de Restauración de Ríos	MAGRAMA	Cumplimiento DMA	Nacional	2009-2013
I PRHF	I Plan de Restauración Hidrológica Forestal	MAGRAMA-JCyL	2000. Protocolo de actuación	Territorial	2000-2008
II PRRCD	II Plan de Restauración de Riberas de la Cuenca del Duero	CHD-JCyL	16/11/2009. Protocolo de actuación	Territorial	2009-2015
IPH	Instrucción de Planificación Hidrológica	MAGRAMA	Orden ARM/2656/2008 del 10 de septiembre	Cuencas Hidrográficas Intercomunitarias	2008-2015
NDD CHD	Informe sobre Necesidades de Depuración en la CHD	CHD	Enero 2009	Cuenca Hidrográfica del Duero	2009-2015
P.RG.S	Programa de Regadíos Sostenibles	MAGRAMA	Pendiente de aprobación	Nacional	2009-2013
PAES	Plan de Actuación Específico para Soria	Gobierno de España	06/05/2005	Provincial	2005-2009
PAG	Plan de Abastecimiento de Galicia	Xunta de Galicia	2009	Autonómico	2009-2025
PCMC	Plan de Conservación y Mantenimiento de Cauces (Estrategia Nacional de Restauración de Ríos)	CHD	Anual	Territorial	2009-2015
PCR	Plan de Choque de Regadíos 2006-2008	MAGRAMA	R.D. 287/2006 de 10/03/2006	Nacional	2006-2008
PETCC	Plan de Excelencia Turística del Canal de Castilla	MYTIC-JCYL-DP de Burgos, Valladolid y Palencia	Convenio de colaboración en diciembre de 2005	Territorial	2009
PHN	Plan Hidrológico Nacional	Gobierno de España	Ley 10/2001 de 5 de julio	Nacional	2001-2004
PIACYL	Plan Integral Agrario para el Desarrollo Rural de Castilla y León 2007-2013	JCyL	Acuerdo 60/2009 de 11/06/2009	Autonómico	2007-2013
PIHCYL	Plan Director de Infraestructura Hidráulica de Castilla y León 2008-2015	JCyL	(Pendiente de aprobación)	Autonómico	2009-2015
PLAN E	Plan Español para el estímulo de la Economía y el Empleo	Gobierno de España	R.D. 9/2008 de 28/11/2008	Nacional	2009-2010
PNC	Plan Nacional de Calidad de las Aguas 2007-2015	MAGRAMA	08/06/2007	Nacional	2007-2015
PNR	Plan Nacional de Regadíos	MAGRAMA	R.D. 329/2005 de 5/04/2002	Nacional	2002-2008
PRS	Plan Regional de Saneamiento de la Junta de Castilla y León	JCyL	Decreto 61/1991 de 21/03/1991	Autonómico	2015
Programa A.G.U.A	Actuaciones para la Gestión y Utilización del Agua	MAGRAMA	Decreto de Ley 2/2004 (modifica la Ley 20/2001)	Nacional	2004-2009
Programa ALBERCA	Programa ALBERCA	MAGRAMA	2002	Nacional	2015
Proyecto TRINO	Proyecto Turismo Rural de Interior y Ornitología	FPN CyL-14 Grupos de Acción Local	Convenio de colaboración 3/3/2006	Territorial	2006-2010
PS DP LEÓN	Plan de Sequías de la Diputación de León	DP de León	Pleno extraordinario el 23/12/2008	Provincial	2008-2009

Abreviatura	Nombre	Administración competente	Acto/Fecha de aprobación	Ámbito de aplicación	Horizonte temporal
PSPYE	Plan de Seguridad de Presas y Embalses	MAGRAMA	R.D. 9/2008 de 11/01/2009	Nacional	2009-2010
PVR (ENRR)	Programa de Voluntariado de Ríos (Estrategia Nacional de Restauración de Ríos)	MAGRAMA	Anual	Territorial	Anual
SNCZI	Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables	MAGRAMA	Cumplimiento Directiva de Inundaciones	Nacional	2006-2015

**Tabla 1. Planes y Programas considerados**

A continuación se detallan los principales objetivos de cada uno de los planes considerados:

- ENRR (Estrategia Nacional de Restauración de Ríos): conjunto de actuaciones cuyo objetivo es la mejora de los ecosistemas fluviales.
- I PRHF (I Plan de Restauración Hidrológica Forestal): trata de frenar la erosión y la desertificación, así como preservar y mejorar la diversidad biológica de los ecosistemas forestales.
- II PRRCD (II Plan de Restauración de Riberas de la Cuenca del Duero): va dirigido, por un lado a la regeneración, recuperación e integración de los ríos en zonas urbanas, y por otro, actuaciones en tramos no urbanos, como la creación de corredores verdes o recuperación de antiguas lagunas ligadas a la dinámica fluvial.
- IPH (Instrucción de Planificación Hidrológica): incluye una relación de las medidas que pueden resultar de aplicación para conseguir los objetivos medioambientales.
- NDDD CHD (Informe sobre Necesidades de Depuración de Aguas Residuales y Saneamiento de la Cuenca del Duero): Indica las diversas actuaciones en depuración y saneamiento que será necesario llevar a cabo en los próximos años en las aglomeraciones urbanas de la Cuenca del Duero, con el fin de salvar el déficit actualmente existente en este tipo de infraestructuras.
- P.RG.S (Programa de Regadíos Sostenibles): financiará actuaciones en materia de regadío, programadas por las Comunidades Autónomas, cuyos principales objetivos sean minimizar el coste económico de la inversión y la dependencia de la energía, maximizar la rentabilidad de la actuación, reducir el consumo del agua y la utilización de los recursos hídricos renovables.
- PAES (Plan de Actuación Específico para Soria): trata de impulsar el desarrollo de esta provincia, tanto desde el punto de vista social como económico.
- PAG (Plan de Abastecimiento de Galicia): responde a la necesidad de disponer de una herramienta de gestión y distribución de los recursos hídricos y de definir la política a seguir en materia de aguas para el consumo de la población en el territorio gallego. La planificación se desarrollará desde la perspectiva de realizar un uso sostenible del agua, materializándose en unas actuaciones concretas que se registrarán por los principios que recoge la DMA.
- PCMC (Plan de Conservación y Mantenimiento de Cauces): es un conjunto de obras de acondicionamiento y conservación del DPH cuya finalidad principal es la de facilitar la circulación de las aguas superficiales para evitar los problemas por inundaciones.
- PCR (Plan de Choque de Modernización de Regadíos): surge ante la necesidad de realizar una revisión al PNR, adaptándose a una clara circunstancia de evaluación de la utilización del recurso del agua.
- PETCC (Plan de Excelencia Turística del Canal de Castilla): permite crear las directrices de actuación para las administraciones implicadas, con visión de conjunto, considerando al canal como recurso vertebrador de la Comunidad de Castilla y León, así como planificar las actuaciones que procuren un mejor aprovechamiento de los proyectos individuales en el beneficio global de su recorrido.

- PHN (Plan Hidrológico Nacional): los principales objetivos consisten en conseguir la mejor satisfacción de las demandas de agua y equilibrar y armonizar el desarrollo regional y sectorial, incrementando las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales.
- PIACYL (Plan Integral Agrario para el Desarrollo Rural de Castilla y León): el plan pretende desarrollar un programa autonómico específico para la modernización y el desarrollo rural.
- PIHCYL (Plan Director de Infraestructura Hidráulica de Castilla y León): surge ante la necesidad de implantar unos adecuados sistemas de Infraestructura Hidráulica Urbana para satisfacer las demandas y conseguir una correcta utilización de los recursos naturales.
- Plan E (Plan Español para la dinamización de la Economía y el Empleo): engloba todas las medidas económicas, financieras y fiscales que el Gobierno de España ha aplicado para recuperar la senda de crecimiento y creación de empleo.
- PNC (Plan Nacional de Calidad de las Aguas): herramienta fundamental de planificación de las infraestructuras que deberán ejecutarse para cumplir la DMA sobre el tratamiento de las aguas residuales.
- PNR (Plan Nacional de Regadíos): surge ante la necesidad de incorporar a la política de regadío los profundos cambios institucionales, sociales y económicos y encuadrar el desarrollo de los regadíos en la Política Agraria Común.
- PRS (Plan Regional de Saneamiento de Castilla y León): pretende conseguir ciertos objetivos de calidad estableciendo diferentes actuaciones en materia de saneamiento y depuración.
- Programa AGUA (Actuaciones para la Gestión y Utilización del Agua): programa que materializa la reorientación de la política del agua, mediante la explicación y difusión de las actuaciones concretas diseñadas para garantizar la disponibilidad y la calidad del agua en cada territorio.
- Programa ALBERCA: nace ante la necesidad de actualizar los Registros de aguas de las Confederaciones, homogeneizar procedimientos administrativos para la tramitación de expedientes, revisar las características de los aprovechamientos de agua e introducir los datos en un sistema informático común para las Confederaciones Hidrográficas.
- Proyecto TRINO (Proyecto Turismo Rural de Interior y Ornitología): el objetivo es potenciar la riqueza ornitológica como recurso para el desarrollo rural y la educación ambiental.
- PS Diputación de León (Plan de Sequías de la Diputación de León): actuaciones para reforzar la red de aguas en municipios de la provincia.
- PSPE (Plan de Seguridad de Presas y Embalses): determina las condiciones esenciales de seguridad que deben cumplir las presas y embalses, estableciendo las obligaciones y responsabilidades de sus titulares, las funciones de la Administración Pública y los procedimientos de control de la seguridad, con la finalidad de proteger a las personas, el Medio Ambiente y las propiedades.
- PVR (Programa de Voluntariado de Ríos): subvenciones destinada a organizaciones o entidades diversas sin ánimo de lucro para llevar a cabo acciones y proyectos de voluntariado fluvial.
- SNCEI (Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables): surge para conocer los tramos inundables y poder desarrollar medidas de gestión del territorio de tipo preventivo y de predicción de avenidas.

### 3.4. Recopilación de información

El presente programa contempla tanto medidas ya en ejecución, proyectadas o programadas por alguno de los organismos anteriormente mencionados como medidas nuevas, consideradas necesarias para conseguir los objetivos definidos en este plan hidrológico.

En el caso de las medidas ya previstas o en marcha, se ha tratado de obtener esta información de los organismos encargados de su planificación y realización.

### 3.5. Caracterización de las medidas

#### 3.5.1. General

Tal como se indica en el apartado 8.2.3 de la Instrucción de Planificación Hidrológica, para caracterizar las medidas y poder valorar si conviene incluirlas en el programa de medidas, es necesario, como mínimo, disponer de la siguiente información (detallada individualmente para cada medida en el Apéndice 1 de este anejo):

- a) Descripción de la medida en la que se indiquen las características que la definen (parámetros básicos de diseño en su caso) señalando en qué consiste y la finalidad que persigue a grandes rasgos. Se debe detallar también, en su caso, las medidas cuya ejecución previa sea necesaria.

Igualmente se debe conocer el carácter básico o complementario así como las especificaciones adicionales pertinentes.

En su caso, se deben detallar los elementos que componen la medida. Debe especificarse igualmente el grupo de indicadores de calidad afectados en las masas de agua sobre las que repercute la medida (indicadores biológicos, hidromorfológicos o fisicoquímicos en el caso de aguas superficiales e indicadores del estado cuantitativo o químico en las subterráneas).

También se han incorporado el carácter-subtipo “reporting” que indica el tipo de medida según la clasificación de la base de datos del “reporting” y el tipo de fondo de la Unión Europea del que se financia la medida, en su caso.

- b) Presiones identificadas en el inventario que son mitigadas o eliminadas mediante la aplicación de la medida.
- c) Coste anual equivalente de la medida (CAE), que integra el coste de inversión y el coste de explotación y mantenimiento. Este será el valor de coste considerado para obtener el indicador coste-eficacia de la medida.
- d) Eficacia de la medida.
- e) Organismo o entidad responsable de la puesta en práctica de la medida.
- f) Plazo previsto para la puesta en práctica de la medida.
- g) Vida útil o duración de la aplicación de la medida, en su caso (se ha considerado de acuerdo con la Guía técnica para la caracterización de medidas (CEDEX, 2009)
- h) **Ámbito territorial.** Debe indicarse el territorio en el que se aplica la medida, especificando si afecta a toda la demarcación, a una parte de ella o si es de aplicación sobre una determinada masa de agua. Se debe detallar, si procede, el emplazamiento físico de la medida, que puede estar puntualmente localizado, como el caso de la construcción de una estación depuradora de aguas residuales o la ejecución de una escala de peces o afectar a una cierta extensión, como el caso de una reducción en la aplicación de fertilizantes en una zona de riego. Igualmente se deben identificar las masas de agua en las que, como consecuencia de su aplicación, resultan modificados algunos de los indicadores de los elementos de calidad que determinan el estado de la masa. En su caso, también se deben señalar las unidades de demanda a las que afecta la medida, como las aglomeraciones urbanas afectadas por la mejora de un tratamiento en una estación depuradora de aguas residuales.

En el caso de las medidas ya previstas o en marcha, se ha utilizado la información obtenida de los organismos encargados de su planificación y realización.

Para la caracterización de las medidas nuevas y para el contraste de información obtenido de las medidas ya proyectadas se ha utilizado la Guía técnica para la caracterización de medidas (CEDEX, 2009).

### 3.5.2. Valoración del coste de las medidas

En la definición del programa es necesario considerar medidas nuevas y medidas que forman parte de planes o programas ya elaborados por diferentes autoridades competentes y que, por tanto, cuentan ya con una estimación de coste. La estimación normalmente corresponde a un nivel de definición de la medida mayor que el que puede obtenerse con los procedimientos generales de valoración, por lo que, como regla general, se ha utilizado la información más detallada, que puede corresponder incluso a proyectos ya redactados o a actuaciones en ejecución. Donde pareciera conveniente, la información recibida se ha contrastado con otros procedimientos de valoración, haciendo los ajustes pertinentes en los casos donde ello pareciera conveniente.

Puesto que se trata de información de muy diferente procedencia, es necesario asegurar que siempre se reflejan los mismos conceptos de coste para garantizar la coherencia de los resultados obtenidos y la validez del análisis coste-eficacia.

Así, en la recopilación de información sobre medidas en ejecución o previstas por las diferentes autoridades competentes, se ha tratado de asegurar que el coste de inversión que se facilita corresponda a la mejor estimación posible del presupuesto final de ejecución por contrata (es decir, incluyendo presupuesto de ejecución material, gastos generales y beneficio industrial).

Además se ha tratado de asegurar que en ese coste de inversión estén incluidos todos los elementos necesarios para implantar la medida, es decir, dependiendo de cada caso, las asistencias técnicas necesarias previas a la ejecución de la medida (redacción del proyecto) así como las necesarias durante su implantación (dirección de la obra) y la adquisición de los terrenos. En la medida posible, se ha tratado de considerar todos los elementos que componen las medidas, como por ejemplo en el caso de las infraestructuras todas las actuaciones complementarias y periféricas. Donde no estaban incluidos se han hecho las estimaciones correspondientes, en función de la naturaleza de la medida.

Con los costes de explotación y mantenimiento se ha estimado un 10% de la inversión total de la medida. Se ha supuesto que dicho valor contempla todos los conceptos necesarios para el adecuado funcionamiento de la medida.

El coste de las medidas nuevas para las que no se dispone de una valoración se ha estimado de acuerdo con la Guía técnica para la caracterización de medidas (CEDEX, 2009).

Para poder realizar el análisis coste-eficacia es necesario plasmar el coste de inversión y el coste de explotación y mantenimiento en un solo parámetro. Para ello, el coste de las medidas se valora como coste anual equivalente (CAE).

En el cálculo del coste anual equivalente se ha aplicado una tasa anual de descuento del 4% (en la valoración de las medidas incluidas en planes ya aprobados con horizontes anuales de inversión, se ha considerado que las cantidades fijadas son a precios corrientes).

Asimismo se ha supuesto la vida útil de las medidas conforme a los valores recogidos en la Guía técnica para la caracterización de medidas (CEDEX, 2009). De forma simplificada, se describen en la Tabla 2.

Tipo de actuación	Vida útil (años)
Obras civiles (incluidas embalses, presas, azudes y canales)	50
Estaciones de bombeo y conducciones en tubería	25

Tipo de actuación	Vida útil (años)
Modernización y nuevo regadío ( incluido revestimiento, reparación y entubación a conducciones en cielo abierto, adecuación y sustitución del riego por gravedad a riego por aspersión o localizado y mejora del sistema de drenaje de las zonas de riego)	25 <sup>3</sup>
Estaciones depuradoras de aguas residuales (EDARs), estaciones de tratamiento de agua potable (ETAPs)	20
Tanques de tormenta , fosas sépticas, depósitos reguladores, delimitación del DPH y torres de toma fija	20 <sup>3</sup>
Tratamiento de aguas residuales	15
Adecuación de la red de saneamiento, de la red de abastecimiento, y establecimiento de redes separativas para aguas pluviales	15 <sup>3</sup>
Explotación, mantenimiento y conservación de presas estatales, mejoras en cauces y mejoras del estado ecológico	10 <sup>3</sup>
Campañas de concienciación en uso urbano	5
Control de caudales, seguridad de presas, cartografía de zonas inundables y acciones formativas	5 <sup>3</sup>

**Tabla 2. Vida útil de diferentes tipos de actuaciones**  
**(Fuente: Guía técnica para caracterizar medidas, CEDEX 2009)**

Se ha considerado que el coste de operación y mantenimiento de las medidas no experimenta variaciones a lo largo de su vida útil (dejando aparte el efecto de la inflación). El coste anual equivalente (CAE) se calcula entonces conforme a la siguiente expresión:

$$CAE = \frac{r \cdot (1+r)^n}{(1+r)^n - 1} \cdot I + CAO$$

donde

- r        tasa de descuento
- n        vida útil
- I        coste de inversión inicial
- CAO    coste de operación y mantenimiento (constante) (coste de explotación)

### 3.5.3. Eficacia de las medidas

Según indica el RPH en su artículo 61.2, para valorar la eficacia de una medida o de un conjunto de medidas se debe analizar en qué grado su materialización reduce la brecha que existe entre la situación en que nos encontramos y la deseada cumpliendo los objetivos medioambientales. Se trata de determinar la eficacia de las medidas para alcanzar los objetivos de la planificación hidrológica; persiguiendo otros objetivos, la valoración de la eficacia que se pueda obtener será distinta de la que aquí se presenta. No es una cuantificación intrínseca de la eficacia sino una estimación con respecto al grado en que las medidas contribuyen al fin perseguido.

Se trata de hacer una estimación lo más objetiva posible del efecto de cada medida o conjunto de ellas sobre las masas de agua y las unidades de demanda, para ello ha sido preciso recurrir a la utilización de los modelos de simulación que han trabajado según sea el caso a estudiar aplicando unos determinados factores de reducción de presión o avanzando hacia el logro de otros objetivos de la planificación como son los de atención a las necesidades de agua para satisfacer los usos socioeconómicos que se precisan.

Este efecto de eficacia se ha valorado como el número de saltos de clase de estado en la dirección deseada recorriendo la serie de clases de estado:

- Malo

<sup>3</sup> Actuaciones con una vida útil estimada, a la espera de que la Guía técnica para la caracterización de las medidas del CEDEX desarrolle más información.

- Deficiente
- Moderado
- Bueno
- Muy bueno

Se contabiliza un punto por cada masa de agua que mejore un peldaño en esa serie, dos puntos si por la acción de una medida una masa mejora dos peldaños de dicha serie o dos masas mejoran un solo peldaño, y así sucesivamente.

Adicionalmente esta puntuación se pondera con la importancia del salto, teniendo presente que el objetivo es conseguir el buen estado el mayor factor (3 puntos) se aplica al paso de moderado a bueno, el menor factor (1 punto) cuando se pasa de bueno a muy bueno, en un factor intermedio (2 puntos) para el resto de los casos. Este método de medición de la eficacia penaliza medidas que, aún siendo necesarias no son suficientes para provocar un cambio de clase en el estado de una masa de agua.

Se asume también la simplificación de considerar que las medidas se realizan en el plazo previsto, con el coste previsto y que su rendimiento es total desde la fecha en que está prevista su finalización.

Para el caso de las medidas dirigidas a mejorar la atención de las demandas se considera eficaz la medida que logra que una determinada unidad de demanda cumpla el criterio de garantía definido según el tipo de uso. De este modo el criterio de puntuación sería contar un punto por cada unidad de demanda que pasa de no cumplir a cumplir los distintos umbrales de garantía que ha sido definidos en el Anejo 5 de este Plan Hidrológico. Al amparo de la regla descrita, para diferenciar la importancia de las acciones dirigidas a la mejora del abastecimiento urbano, se aplica un factor de 2 en las actuaciones previstas con este fin.

Se define así un sencillo indicador de eficacia combinado, semicuantitativo puesto que no resulta estrictamente homogéneo, pero que es utilizable para la mayor parte de las medidas recogidas en el programa que acompaña a este Plan Hidrológico y que puede obtenerse a partir de los resultados objetivos de los modelos de simulación.

Las medidas o conjuntos de medidas para las que ha sido posible realizar el cálculo del citado indicador de eficacia, son las siguientes:

- Saneamiento y depuración
- Abastecimiento
- Modernización de regadíos
- Nuevos regadíos
- Infraestructuras hidráulicas
- Restauración de ríos y zonas húmedas

Para valorar la eficacia del conjunto de acciones de *Saneamiento y depuración* programadas en el marco del nuevo Plan Nacional de Calidad de las Aguas se ha partido del mapa de estado en el escenario tendencial y se ha comparado con el que resultaría de aplicar el mencionado Plan de Calidad, asumiendo que:

- Las actuaciones se ponen en servicio con el tiempo suficiente como para que en el año 2015 se deje sentir el efecto de reducción de presiones para el que han sido programadas.
- Las reducciones de DBO<sub>5</sub> y P simuladas son, en efecto, las que producen las nuevas instalaciones.
- El resto de presiones que afectan a las masas de agua se mantiene constante.

Con todo ello, el indicador de eficacia combinado explicado anteriormente toma para el conjunto de medidas incluidas en el Plan Nacional de Calidad a materializar en el ámbito territorial de la parte española de la DHD, el valor de 75 puntos.

En el caso de la valoración de la eficacia para el conjunto de actuaciones en materia de *Abastecimiento*, se parte de considerar que en los balances presentados en el Anejo 6 de este Plan Hidrológico existen en la situación actual 4 unidades de demanda urbana para las que no se satisfacen los criterios de garantía definidos. En la simulación del escenario de 2015 encontramos 0 unidades de demanda urbana que no cumplen los criterios de garantía. En consecuencia, la eficacia de estas acciones utilizando el indicador adoptado es de 3 saltos en las garantías, alcanzando con ello una eficacia de 12 puntos.

Para el cálculo de la eficacia del conjunto de acciones de *Modernización de regadíos*, se parte del resultado de la aplicación de los modelos de simulación. De la aplicación de dichos modelos se puede conocer que de un total de 61 criterios de garantía que se vulneran en la situación actual en las unidades de demanda agraria,

las simulaciones al horizonte 2015 reducen el problema a 31. Por consiguiente el indicador de eficacia combinado para estas acciones se cifra en 30 puntos.

El indicador no cataloga como eficaces las mejoras registradas en los suministros cuando no llegan a permitir que los indicadores de garantía queden satisfechos. Por otra parte, debe considerarse que las acciones de modernización de regadíos recogidas en este Plan Hidrológico están referidas a una superficie muy importante, que alcanza la cifra de 59.145 ha.

El programa de medidas incluye la puesta en servicio de algo más de 9.332 ha de *Nuevo regadío*, de las cuales 5.508 ha son ampliaciones de zonas regables existentes y 3.826 ha corresponden a nuevas zonas regables. Estas acciones conllevan un incremento de las demandas consuntivas a satisfacer desde los distintos sistemas de explotación en que se divide funcionalmente la parte española de la demarcación, induciendo con ello la aparición de 1 nueva vulneración de los criterios de garantía. Esto pone en evidencia que el sistema ofertante, en la forma en que queda configurado en este Plan Hidrológico, no es suficiente para atender correctamente las futuras necesidades de agua regulada. Con todo ello, la eficacia de estas acciones respecto a alcanzar el objetivo de la planificación en la materia se cifra en -1 punto.

Para valorar la eficacia del sistema regulador (*Infraestructuras hidráulicas*) que se configura en este Plan Hidrológico, con el que se han abordado los balances al año 2015, se consideran todas las mejoras que introduce en los cumplimientos de los criterios de garantía para las distintas unidades de demanda respecto al escenario tendencial.

El resultado es de 30 mejoras en los regadíos actuales, 0 nuevos fallos en regadíos actuales, 1 fallo en nuevos regadíos y 4 mejora en abastecimientos urbanos. Dando doble peso al abastecimiento se obtiene una eficacia de 37 puntos.

Se asume que la aplicación del bloque de *Restauración de ríos y zonas húmedas* conlleva que la masa de agua tratada alcanza los indicadores de calidad hidromorfológicos adecuados. En ocasiones esto puede no implicar la mejora del estado de la masa de agua, sin embargo, para tratar de objetivar su bondad intrínseca se asume que este trabajo se hace donde es necesario y que, tras su desarrollo, se alcanza el objetivo deseado. Por consiguiente, se asume que todas las masas de agua en las que se actúa mejoran de estado por mejorar los indicadores hidromorfológicos. Ahora bien, teniendo en cuenta que estrictamente este tipo de indicadores, referidos al régimen, a la continuidad del río y a sus condiciones morfológicas, solo puede limitar el muy buen estado, se puntúa solamente con 1 punto las masas de agua sobre las que se pretende actuar con medidas de este bloque y 3 puntos en las masas de agua que mejoran el IC e ICLAT. Realizada la contabilización, se obtiene un indicador de eficacia de 277 puntos.

No obstante, como ya se ha indicado, debemos tener en cuenta que las medidas aquí incluidas deben ser convenientemente depuradas en las futuras revisiones para separar las que no producen mejoras en la hidromorfología de los ríos.

### **3.6. Simulación de la eficacia del Programa de Medidas**

Para estimar el efecto de las medidas, se han utilizado diferentes procedimientos de cálculo y modelos de simulación. En este apartado se describen las metodologías seguidas en cada caso.

El Apéndice 3 (GEOIMPRESS) y el Apéndice 4 (PATRICAL) recogen una descripción de los modelos de simulación utilizados.

GEOIMPRESS es un modelo de acumulación de presiones y simulación de impactos basado en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

PATRICAL (Precipitación Aportación en Tramos de Red Integrados con Calidad del Agua) permite construir modelos del ciclo hidrológico y calidad de las aguas distribuidos espacialmente, con paso de tiempo de simulación mensual.

#### **3.6.1. Efecto en el estado de las masas de agua superficial**

La reducción de presiones que conllevan las medidas se traduce en una reducción de impactos en las masas de agua, lo cual requiere de la simulación del efecto de las medidas de agua en la calidad de las distintas masas de la demarcación hidrográfica para los contaminantes seleccionados como significativos.

La estimación de estos efectos se ha realizado utilizando el modelo GEOIMPRESS, un modelo de acumulación de presiones y simulación de impactos basado en un sistema de información geográfica.

GESCAL es parte del paquete AQUATOOL, una herramienta de ayuda para el desarrollo de modelos de simulación de la gestión de cuencas que incluye los siguientes elementos:

- AQUATOOLDMA, un interface general para la edición de datos y para el manejo del resto de programas
- SIMGES, un programa para la simulación de la gestión de cuencas
- GESCAL, un programa para la simulación de la calidad de aguas a escala de cuencas
- GRAFDMA, un programa para el tratamiento gráfico de resultados de la simulación por SIMGES y GESCAL y para el cálculo de resultados para masas de agua o elementos GIS
- GES2DMA, un programa para la actualización de proyectos desarrollados con SIMWIN a proyectos para AQUATOOL

El modelo GESCAL utiliza los resultados del modelo SIMGES como datos de entrada, por lo que previamente debe haberse simulado el modelo con este programa. El Anejo 6 de este Plan Hidrológico del Duero incluye una descripción del paquete AQUATOOL.

GEOIMPRESS es un modelo para la simulación del efecto de cambios en presiones sobre los impactos en las masas de agua superficiales en plataforma GIS. El modelo trabaja con presiones por contaminación puntual, simulando los parámetros DBO<sub>5</sub> (materia orgánica) y fósforo. GEOIMPRESS está compuesto por tres modelos principales:

- un modelo de caudal circulante que permite obtener un raster de caudal medio en régimen alterado, partiendo de los valores de aportación media anual en régimen natural, obtenida mediante el modelo de balance continuo lluvia-escorrentía SIMPA,
- un modelo de fósforo mediante el cual se obtiene un raster de concentración de fósforo total distribuida, considerando una reducción de la carga por sedimentación en los embalses pero sin decaimiento en los tramos de cauce,
- un modelo de DBO<sub>5</sub> que genera un raster distribuido de concentración de materia orgánica a escala anual, considerando los procesos de acumulación, decaimiento y dilución de la materia orgánica.

Una descripción más detallada del modelo GEOIMPRESS se presenta en el Apéndice 3 de este documento.

### 3.6.2. Efecto en el estado de las masas de agua subterránea

Para determinar el efecto de las medidas en el estado de las masas de agua subterránea se ha utilizado el modelo de simulación PATRICAL.

El módulo PATRICAL (Precipitación Aportación en Tramos de Red Integrados con Calidad del Agua) permite construir modelos del ciclo hidrológico y calidad de las aguas distribuidos espacialmente, con paso de tiempo de simulación mensual. Los modelos que se construyen simulan el ciclo hidrológico en régimen natural o en régimen alterado por la actividad antrópica.

Los resultados de concentraciones de sustancias químicas en el agua, obtenidas a partir de la información sobre las diferentes fuentes de contaminación puntual o difusa o de aportes naturales, permiten conocer el estado químico de las aguas y cómo los diferentes aportes de sustancias, ya sean de origen antrópico o de

origen natural, se transportan por la cuenca hidrográfica, y cómo alcanzan las masas de agua superficiales y subterráneas. Haciendo las simulaciones correspondientes, el modelo permite esclarecer cuáles son los agentes causantes, o el origen, del estado químico de las masas de agua, permite plantear medidas correctoras para mejorar el estado químico, y evaluar cuantitativamente la eficacia de esas medidas.

El Apéndice 4 del actual documento incluye una descripción detallada del modelo de simulación PATRICAL.

### 3.6.3. Satisfacción de las demandas

Para poder evaluar el efecto de las medidas planteadas en las distintas subzonas de la demarcación y el estado cuantitativo de las aguas ante las demandas de agua previstas, se ha utilizado el modelo de simulación SIMGES que también forma parte del paquete AQUATOOL.

El modelo SIMGES es un modelo general para la simulación de de la gestión de sistemas de recursos hidráulicos complejos, en los que se dispone de elementos de regulación o almacenamiento, tanto superficiales como subterráneos, de captación, de transporte, de utilización y/o consumo, y de dispositivos de recarga artificial. La simulación se efectúa a nivel mensual y reproduce a la escala deseada (demarcación o subzona) el flujo de agua a través del sistema. El modelo admite la definición de reglas de explotación, caudales mínimos ecológicos y diferentes prioridades de los usuarios para el aprovechamiento del agua.

Como resultado de la simulación se obtiene la evolución de las variables del sistema a nivel mensual y anual, los valores medios del periodo de simulación, así como las garantías. Ello permite determinar las garantías que se obtienen para distintas hipótesis de infraestructuras y de evolución de la demanda, así como para distintas reglas de explotación de la cuenca. También permite determinar las reglas de explotación más adecuadas para unos niveles exigidos de garantía y los efectos de una alteración de prioridades de usos.

El Anejo 6 del PHD recoge una descripción detallada del modelo de simulación SIMGES.

## **3.7. Análisis coste-eficacia**

El análisis coste-eficacia es un instrumento a tener en cuenta para la selección de las medidas más adecuadas para alcanzar los objetivos ambientales de las masas de agua, así como para analizar las medidas alternativas en el análisis de costes desproporcionados.

Conforme a lo dispuesto en el apartado 8.2.1.1.2 y 8.2.1.2 de la IPH se ha realizado un análisis coste-eficacia (ACE) para las otras medidas básicas y para las medidas complementarias.

En el análisis se ha seguido el siguiente procedimiento:

1. En primer lugar, se han identificado las medidas que pueden contribuir a alcanzar los objetivos definidos, con sus correspondientes costes de inversión y de operación y mantenimiento.
2. Para cada medida se ha calculado el coste anual equivalente y los indicadores de eficacia por parámetros y masas afectadas, utilizando los modelos de simulación anteriormente descritos.

El indicador coste-eficacia se obtiene como el cociente entre el coste anual equivalente CAE expresado en millones de euros y el indicador de eficacia combinado (IEc).

3. Las medidas se ordenan por orden creciente de indicador de eficacia combinado, buscando la combinación de medidas cuyo efecto acumulado permita alcanzar los objetivos (brecha cero, 100% de eficacia).

### 3.8. Análisis de sensibilidad

De acuerdo con el apartado 8.3 de la Instrucción de Planificación Hidrológica, para cada medida se analizará el índice coste-eficacia, como el cociente entre el coste anual equivalente de la medida y la mejora conseguida con dicha medida, mejora que en este caso se expresa mediante el indicador de eficacia presentado anteriormente.

El índice coste-eficacia tiene como finalidad ayudar a seleccionar el conjunto de medidas más conveniente para alcanzar el buen estado. Hay que tener en cuenta que aquellas medidas básicas que son de obligada materialización no precisan análisis coste-eficacia. Este es el caso de algunos de los planes o programas más relevantes que han sido integrados, como puede ser el Plan Nacional de Calidad; sin embargo, dada la nueva definición del indicador de eficacia se ha considerado oportuno incluir también medidas de tipo básico para tener diversa información que pueda ser analizada en su conjunto.

La Tabla 3 que se presenta seguidamente incorpora el mencionado indicador coste-eficacia calculado.

Grupo	Nº de actuaciones 2010-2015	Coste anual equivalente 2010-2015 (miles de €)	Indicador de eficacia	Indicador coste-eficacia
Saneamiento y Depuración	172	75.261	75	0,997
Abastecimiento	41	31.885	12	0,376
Modernización de Regadíos	23	128.305	30	0,234
Nuevos Regadíos	7	54.391	-1	-0,018
Infraestructuras Hidráulicas	31	93.744	37	0,395
Gestión de Inundaciones	6	3.536		
Restauración de Ríos y Zonas Húmedas	301	25.524	277	10,853
Energía	3	4.213		
Alternativas de Regulación	4	785		
Planificación y Control	25	27.352		
Otros	72	11.627		
<b>Total</b>	<b>685</b>	<b>456.623</b>		

**Tabla 3. Resumen del análisis coste-eficacia de los distintos grupos de medidas a los efectos de alcanzar los objetivos de la planificación hidrológica.**

Con todo ello, se pone en evidencia que las acciones de restauración de ríos y zonas húmedas junto con las del grupo de saneamiento y depuración son, claramente, las más eficaces a la hora de trabajar para alcanzar los objetivos perseguidos por este Plan Hidrológico.

En cuanto a las acciones sobre la demanda, la configuración de un sistema regulador y la modernización de los regadíos aparecen como el conjunto de medidas más ventajoso, en particular, frente al desarrollo de nuevos regadíos.

### 3.9. Presentación de resultados

El programa de medidas adoptado para alcanzar los objetivos perseguidos por este Plan Hidrológico de la parte española de la demarcación del Duero se presenta en formato de tabla (Apéndice 1). La citada tabla incorpora una serie de medidas individuales, incluyendo tanto actuaciones específicas como instrumentos normativos generales, referidas a la ventana temporal 2010-2015.

La configuración del programa de medidas que se presenta es también resultado del proceso de evaluación ambiental estratégica que se ha ido desarrollando en paralelo a la preparación de esta propuesta de Plan Hidrológico de la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero. El informe de sostenibilidad ambiental (ISA) que acompaña a la Memoria de este Plan Hidrológico como documento individualizado,

describe el procedimiento de selección de las medidas entre las distintas opciones consideradas y constituye un documento complementario de necesaria consideración para comprender la naturaleza de las alternativas seleccionadas.

Cada medida constituye un registro en la base de datos donde han sido catalogadas, que será también un elemento clave para el seguimiento del Plan Hidrológico. De acuerdo con el artículo 87 del RPH, el Comité de Autoridades Competentes de la demarcación promoverá la elaboración y mantenimiento de un sistema de información sobre el estado de las masas de agua que, además de constituir un elemento básico para la planificación y elaboración de los programas de medidas, se utilizará para el seguimiento del Plan Hidrológico. Este sistema de información quedará consolidado durante el desarrollo del primer ciclo de planificación

A continuación se recoge una breve descripción de los campos representados en la citada Tabla de Medidas.

Para facilitar la presentación y la comprensión del programa de medidas, se ha introducido un esquema de agrupación, diferenciando los siguientes grupos de medidas.

1. Saneamiento y Depuración: Engloba todo lo relativo a actuaciones materiales de saneamiento y depuración (EDAR, colectores, tanques de tormenta, tratamiento de vertidos industriales, etc).
2. Abastecimiento: Engloba todo lo relativo a actuaciones de abastecimiento (ETAP, adecuación de redes, depósitos de agua potable, etc).
- 3.1 Modernización de Regadíos: Incluye todo tipo de actuaciones encaminadas a incrementar la eficiencia.
- 3.2 Nuevos Regadíos: Incluye actuaciones encaminadas a incrementar la superficie de riego.
4. Infraestructuras Hidráulicas: Engloba todo lo relativo a la construcción de presas, canales, etc. e incluye también las actuaciones y programas de mantenimiento que aseguren la operatividad de estas infraestructuras.
5. Gestión de Inundaciones: Incluye todas aquellas encaminadas a evitar o mitigar los efectos de las inundaciones.
6. Restauración de Ríos y Zonas Húmedas: Engloba todo lo relativo a restauración del dominio público hidráulico (restauración de riberas en ríos, recuperación de zonas húmedas, restauración hidrológico-forestal, etc).
7. Energía: Engloba la instalación, el mantenimiento o la explotación de centrales hidroeléctricas.
8. Alternativas de Regulación: Incluye todo lo relativo a la regulación de ríos.
9. Planificación y Control: Incluye todas las medidas destinadas a planificar sobre el agua así como mejorar los procedimientos administrativos para su control (redes de medida de cantidad, calidad y biológicas, actualización del registro de concesiones, etc).
10. Otros: Capítulo en el que pueda encajarse todo lo que se considera que no corresponde a los grupos anteriores.

El Apéndice 5 de este documento presenta una agrupación de las medidas del anexo VI de la Instrucción de Planificación Hidrológica conforme a los grupos definidos<sup>4</sup>.

Cada medida tiene un “Código de actuación”, identificador único y exclusivo de la medida.

La columna “Actuación” indica brevemente una descripción de la actuación.

Para poder situar espacialmente a la actuación se ha indicado en diferentes columnas la siguiente información, “Unidad de Demanda”, “Provincia”, “Comunidad Autónoma” y “Subzona”.

---

<sup>4</sup> Es evidente que esta agrupación no puede ser del todo inequívoca, ya que determinadas medidas se podrían relacionar tanto con un grupo como con otro (p.ej. las obras de conducción). No obstante, se considera útil esta definición, a fin de homogeneizar criterios y facilitar la comprensión del programa de medidas.

En la columna “Artículo RPH” se recoge el artículo del Reglamento de Planificación Hidrológica al que corresponde la medida.

En lo que se refiere al ámbito de las medidas, se ha diferenciado entre actuaciones específicas (“AE”) e instrumentos generales (“IG”).

En la columna “Plan” se indica el Plan, Programa o Partida Presupuestaria que ha programado la medida (ver Tabla 1 del presente documento).

Para cada medida se anota la mejor estimación posible de la inversión requerida en la ventana temporal 2010-2015, así como su coste anual de explotación y su coste anual equivalente.

En la columna “Año de inicio” y “Año de fin” se indica el año en el que se inicia o se estima que se inicie la medida y el año previsto de finalización.

A continuación se detalla la “Vida útil” que se le ha estimado a la actuación, según indica la Guía técnica para la caracterización de las medidas (CEDEX, 2009), (ver Tabla 2 del presente documento).

En la columna de “Agente” se indica el organismo encargado de adjudicar la ejecución de la actuación.

La situación en la que actualmente se encuentra la medida (programada, contratación, ejecución... etc) se indica en la columna “Estado”.

En la columna “Masas de agua”, se anota el código de la masa o masas de agua que se ven afectadas por dicha medida.

Para identificar el reparto de la financiación se han incorporado una serie de columnas que indican el porcentaje de inversión que le corresponde en cada medida a cada uno de los agentes inversores (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Confederación Hidrográfica del Duero, Acuanorte, Seiasa, Comunidades Autónomas, Diputaciones Provinciales, Ayuntamientos, particulares y otros agentes).

#### **4. COMPROBACIÓN DE LA ADECUACIÓN DEL PROGRAMA DE MEDIDAS A LOS ESCENARIOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

Es de sumo interés valorar la eficacia del programa de medidas ante los previsibles efectos del cambio climático. Estos efectos se dejan sentir sobre los componentes primarios del ciclo hidrológico que definen el clima: temperatura, precipitación, insolación y evaporación. Sus efectos indirectos sobre el Plan Hidrológico y los programas de medidas que lo acompañan cabe analizarlos desde tres puntos de vista: afección a los recursos naturales, afección a las demandas y afección a los ecosistemas.

En esta versión del Plan Hidrológico del Duero se ha considerado el efecto del cambio climático sobre el programa de medidas estudiando el efecto que provocaría la disminución de recursos en un 6%, respecto a las cifras actuales, de forma homogénea en todo el ámbito territorial, para el hipotético escenario de 2027. Esa disminución de recursos provoca impactos sobre las garantías calculadas para valorar la bondad con que se atienden las demandas y también impactos calculados como incrementos de concentración de las cargas que reciben las masas de agua.

El primer aspecto, efecto sobre las garantías, se ha valorado aplicando los modelos preparados para la simulación de la gestión, estudiando el comportamiento de las distintas demandas en el hipotético escenario de 2027 que incorpora el efecto del cambio climático.

El efecto sobre los incrementos de cargas se ha valorado mediante el modelo distribuido GeoImpress, cuyo detalle se presenta en el Anejo 8 de este Plan Hidrológico. Los resultados, al incorporar una simulación que reduce el caudal circulante en un 6% cabría esperar que mostrasen un claro empeoramiento del estado, sin embargo, se observa que 10 masas de agua de la categoría río, mejoran su estado en ese hipotético horizonte del año 2027.

La explicación que justifica este resultado es que a ese horizonte se prevé una significativa reducción de las cargas desde los núcleos urbanos respecto al escenario de 2015 donde ya se habrá completado el nuevo sistema de depuración. Manteniendo el nivel de depuración de 2015, ocurre que en 2027 el retroceso